

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra obchodu a financí



Diplomová práce

Zemědělský provoz v kontextu udržitelnosti a cirkulární ekonomiky ve vybraném regionu

Filip Stehlík

© 2024 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Filip Stehlík

Veřejná správa a regionální rozvoj

Název práce

Zemědělský provoz v kontextu udržitelnosti a cirkulární ekonomiky ve vybraném regionu

Název anglicky

Agricultural Operation in the Context of Sustainability and Circular Economy in the Selected Region

Cíle práce

Cílem práce je identifikovat dopady zavedení některých opatření precizního zemědělství do vybraného zemědělského podniku ve vybraném regionu, a to jak z ekonomického, tak neekonomického hlediska.

Metodika

Diplomová práce je zaměřena na praktické hodnocení zemědělského provozu v kontextu cirkulární ekonomiky a udržitelnosti. Metodika práce předpokládá sestavení literární rešerše (teoretických východisek) za pomoci sumarizace, analýzy, syntézy a kompilace především sekundárních zdrojů, které se váží k problematice udržitelnosti, precizního zemědělství, ESG, certifikace apod. ve vztahu k zemědělskému podniku.

Vlastní práce předpokládá analýzu vybraných vstupů a aktivit respektujících precizní zemědělství či udržitelný a cirkulární přístup u vybraného zemědělského podniku tak, aby bylo zřejmé, jaké dopady má zavedení těchto opatření do praxe.

Předpokládá se použití statistických a ekonomických metod a zpracování prostřednictvím vhodného softwaru (SPSS, Statistica, GRETL atd.).

V závěrech práce jsou formulována doporučení obecnějšího charakteru pro podobné zemědělské podniky.

Doporučený rozsah práce

70-80 stran

Klíčová slova

cirkularita, precizní zemědělství, LCA, udržitelnost, provoz, výhody, úspory, ESG

Doporučené zdroje informací

European Commission (2020). A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe.. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.

Horne, R., et al. (2022). Agroecology as a vehicle for contributive justice. *Agriculture and Human Values*, 39(1), 131-148

ISO 14040:2006. Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. Geneva: International Organization for Standardization, 2006. ISBN 978-92-67-10417-8.

Serrano, A. & Brooks, J. (2021). Social dimensions of sustainable agriculture: community engagement and social inclusivity in decision-making processes. *Rural Sociology*, 56(2), 243-265.

Tetřevová, L. et al. (2017) Společenská odpovědnost firem společensky citlivých odvětví. Grada Publishing a.s., 224 str., ISBN: 8027102855, 9788027102853

Předběžný termín obhajoby

2023/24 LS – PEF

Vedoucí práce

Ing. Petra Šánová, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra obchodu a financí

Elektronicky schváleno dne 21. 2. 2024

prof. Ing. Luboš Smutka, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 2. 2024

doc. Ing. Tomáš Šubrt, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 19. 03. 2024

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Zemědělský provoz v kontextu udržitelnosti a cirkulární ekonomiky ve vybraném regionu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2024

Stehlík

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval paní Ing. Petře Šánové PhD. za odborné a cenné rady, nápomocnost a profesionální spolupráci při zpracování této práce. Dále bych rád poděkoval společnosti J. Agro, s.r.o. za možnost realizace této práce a poskytnuté informace.

Zemědělský provoz v kontextu udržitelnosti a cirkulární ekonomiky ve vybraném regionu

Abstrakt

Tato diplomová práce se zaměřuje na posouzení dopadů implementace opatření precizního zemědělství na ekonomické a neekonomické aspekty zemědělského podniku J. Agro s.r.o. v konkrétním regionu. Cílem je identifikovat přínosy a potenciální nevýhody těchto opatření, aby bylo možné posoudit jejich celkovou efektivitu a udržitelnost. Práce se opírá o teoretická východiska z oblasti udržitelnosti, cirkulární ekonomiky a principů precizního zemědělství. V praktické části jsou hodnoceny specifické technologie precizního zemědělství, jako jsou GPS přijímače, zařízení pro distribuci hnojiv a software pro správu dat, jejichž výběr reflektuje současné potřeby a výzvy zemědělského podniku. Práce kombinuje teoretické poznatky s praktickými analýzami, včetně polostrukturovaných rozhovorů s klíčovými aktéry v podniku a kvantitativním hodnocením dopadů na udržitelnost, ekonomiku a operativní efektivitu. Výsledky ukazují specifické přínosy implementovaných technologií, jako jsou snížení spotřeby hnojiv a pohonných hmot, redukce emisí CO₂ a optimalizace používání půdních zdrojů. Práce přináší pohled na možnosti a výzvy spojené s přechodem na precizní zemědělství a navrhuje doporučení pro další rozvoj a zlepšení v praxi zemědělského podniku.

Klíčová slova: precizní zemědělství, udržitelnost, provoz, výhody, úspory, cirkularita, technologie, software, faktory, dopady, výzvy, polostrukturované rozhovory

Agricultural operation in the Context of Sustainability and Circular Economy in the Selected Region

Abstract

This thesis focuses on a comprehensive assessment of the impacts of implementing precision agriculture measures on the economic and non-economic aspects of the agricultural enterprise J. Agro Ltd. in a specific region. The aim is to identify the benefits and potential disadvantages of these measures to evaluate their overall effectiveness and sustainability. The work is based on theoretical backgrounds in sustainability, circular economy, and principles of precision agriculture. In the practical part, specific precision agriculture technologies such as GPS receivers, fertilizer distribution devices, and data management software are evaluated, reflecting the current needs and challenges of the agricultural enterprise. The thesis combines theoretical insights with practical analyses, including semi-structured interviews with key actors in the enterprise and quantitative assessment of impacts on sustainability, economy, and operational efficiency. The results demonstrate the specific benefits of implemented technologies, such as reduced fertilizer and fuel consumption, CO₂ emissions reduction, and optimization of soil resource use. The thesis provides a comprehensive view of the opportunities and challenges associated with the transition to precision agriculture and suggests recommendations for further development and improvement in the agricultural enterprise's practices.

Keywords: Precision agriculture, sustainability, operations, benefits, savings, circularity, technology, software, factors, impacts, challenges, semi-structured interviews

Obsah

1 Úvod.....	7
2 Cíl práce a metodika	8
2.1 Cíl práce	8
2.2 Metodika	8
3 Teoretická východiska	12
3.1 Udržitelnost	12
3.2 Společenská odpovědnost	12
3.3 Udržitelnost v zemědělství	12
3.3.1 Principy udržitelného zemědělství.....	13
3.3.2 Environmentální, ekonomické a sociální aspekty udržitelnosti v zemědělství	13
3.4 Cirkulární ekonomika a její role v zemědělství	14
3.4.1 Aplikace cirkulární ekonomiky v zemědělství	15
3.4.2 Výhody a výzvy implementace cirkulárního zemědělství	16
Výhody implementace cirkulárního zemědělství	16
Výzvy implementace cirkulárního zemědělství.....	17
3.5 Přehled teoretických rámců a modelů pro hodnocení udržitelnosti v rostlinné výrobě.....	18
3.5.1 Agroekologický rámec a indikátory udržitelnosti	18
3.6 Precizní zemědělství.....	19
3.6.1 Koncepty precizního zemědělství	20
3.6.2 Aplikace používané v precizním zemědělství	21
3.6.3 Integrace zemědělské techniky s aplikacemi pro precizní zemědělství....	22
3.7 Faktory precizního zemědělství	23
3.7.1 Voda.....	23
3.7.2 Energetická efektivita	24
3.7.3 Hnojiva.....	25
3.7.4 Snižování emisí oxidu uhličitého.....	25
3.7.5 Vzorkování půdy.....	26
3.8 Představení zemědělského podniku J. Agro s.r.o.	26
3.8.1 Společnost J. Agro a přístup k preciznímu zemědělství	27
3.8.2 Časová osa a implementace technologií precizního zemědělství	27
4 Výsledky a diskuse	29
4.1 Implementace a vyhodnocení technologií.....	29
4.1.1 Vyhodnocení GPS přijímače John Deere a automatického řízení	30
4.1.2 Vyhodnocení implementovaného zařízení Rach Axis H 30.2 EMC	32

4.1.3	Vyhodnocení zařízení řídicí jednotka pro sečí stroj Horsch Pronto	33
	Náklady a přínosy řídicí jednotky.....	34
4.1.4	Vyhodnocení software CleverFarm.....	34
4.1.5	Vyhodnocení software Cropwise.....	36
4.2	Sledované faktory ve vybraném podniku.....	38
4.2.1	Obaly.....	38
4.2.2	Pohonné hmoty	40
4.2.3	Hnojiva.....	41
4.2.4	Přípravky na ochranu rostlin.....	42
4.2.5	CO ₂	44
4.2.6	Vzorkování půdy.....	45
4.2.6.1	Fosfor.....	46
4.2.6.2	Draslík	48
4.2.6.3	Dusík.....	49
4.3	Diskuse.....	50
5	Závěr	58
6	Seznam použitých zdrojů	60
7	Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratk.....	64
7.1	Seznam obrázků	64
7.2	Seznam tabulek	64
7.3	Seznam použitých zkratk.....	64
8	Přílohy.....	65

1 Úvod

V dnešní době, kdy se celý svět potýká s narůstajícími výzvami v oblasti klimatických změn, ztráty biodiverzity a narůstajícího tlaku na přírodní zdroje, se stává udržitelnost klíčovým pojmem ve všech odvětvích lidské činnosti. Zemědělství, jako základní pilíř lidské existence poskytující potraviny a suroviny, je v centru pozornosti v diskusích o udržitelném rozvoji.

V kontextu těchto diskusí získává na významu koncept cirkulární ekonomiky, který se zaměřuje na minimalizaci odpadu a efektivní využívání zdrojů. Tento přístup, aplikovaný na zemědělství, přináší nové výzvy, ale zároveň i příležitosti pro zemědělské provozy, které se snaží přizpůsobit se měnícím se podmínkám a požadavkům na udržitelnost a to implementací nástrojů a praktik precizního zemědělství.

Význam precizního zemědělství se stává zřetelným, když uvážíme jeho potenciál snižovat environmentální stopu zemědělské produkce, zvyšovat efektivitu využití zdrojů a podporovat biodiverzitu. Přejít k těmto udržitelnějším metodám však vyžaduje nejen technologické inovace, ale také změnu myšlení a přístupu u všech zúčastněných stran – od farmářů a výrobců až po spotřebitele a politické činitele.

Zemědělství v kontextu udržitelnosti a cirkulární ekonomiky se neomezuje pouze na efektivní využití hmotných zdrojů, ale zahrnuje také sociální a ekonomické aspekty, jako je zajištění dostatečného a přístupného zásobování potravinami, podpora místních komunit a ekonomik a zajištění spravedlivých pracovních podmínek pro pracovníky v zemědělství. Tato široká škála aspektů ukazuje na komplexnost tématu a nutnost multidisciplinárního přístupu k jeho řešení.

2 Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem této diplomové práce je identifikovat a posoudit dopady zavedení vybraných opatření precizního zemědělství na ekonomické a neekonomické aspekty vybraného zemědělského podniku v konkrétním regionu.

K dosažení tohoto cíle se práce zaměřuje na několik dílčích cílů, včetně sestavení teoretických východisek k pochopení principů precizního zemědělství, udržitelnosti a cirkulární ekonomiky. Dále se bude věnovat hodnocení identifikovaných dopadů zavedených technologií a opatření na zkoumaný zemědělský podnik, aby bylo možné posoudit jejich přínosy a potenciální nevýhody. To bude zahrnovat strukturované rozhovory s klíčovými aktéry v podniku a další relevantní analýzy, které umožní přehled o efektivitě a udržitelnosti implementovaných postupů.

2.2 Metodika

Tato diplomová práce je strukturována do dvou zásadních částí: teoretických východisek a vlastní práci.

Teoretická část se věnuje klíčovým konceptům, jako jsou udržitelnost, společenská odpovědnost, principy a aspekty udržitelného zemědělství a roli cirkulární ekonomiky v zemědělském sektoru. Dále jsou zde rozebrány teoretické rámce a modely pro hodnocení udržitelnosti v rostlinné výrobě, koncepty precizního zemědělství a jeho aplikace, včetně integrace zemědělské techniky a použitých aplikací. Také jsou zde uvedeny faktory důležité pro precizní zemědělství, jako jsou voda, energetická efektivita, hnojiva, snižování emisí CO₂ a vzorkování půdy.

Praktická část se zaměřuje na aplikaci a vyhodnocení konkrétních technologií precizního zemědělství ve vybraném zemědělském podniku J. Agro s.r.o., včetně GPS přijímačů, zařízení pro distribuci hnojiv a řídicích jednotek pro secí stroje. Zvláštní pozornost je věnována sledování faktorů relevantních pro precizní zemědělství, jako jsou odpady, voda, pohonné hmoty, hnojiva, postřiky proti škůdcům, emise CO₂ a vzorkování půdy. Metodologie práce kombinuje teoretický přístup s praktickým hodnocením a analýzou, čímž poskytuje komplexní pohled na výzvy a příležitosti spojené s implementací precizního zemědělství ve zkoumaném podniku.

Metodika první části výzkumu je zaměřena na posouzení dopadu implementace zařízení precizního zemědělství, která nelze kvantifikovat přímo ekonomickými ukazateli (zařízení John Deere GPS a balíček automatického řízení, software CleverFarm a software Cropwise). Tento cíl bude dosažen prostřednictvím polostrukturovaných rozhovorů se třemi jednatelemi zemědělského podniku J. Agro, kterými se získají kvalitativní data o jejich zkušenostech s používáním specifických zařízení a technologií v praxi.

V kapitole implementace zařízení precizního zemědělství byly zjišťovány očekávané pozitivní změny na základě polostrukturovaného rozhovoru, které si jednatele slibují od zavedení těchto technologií. Očekávané změny byly následně komparovány a doplňovány s informacemi na webových stránkách, propagačních materiálech a technických specifikacích.

Následně proběhly polostrukturované rozhovory, které ověřují změny v praxi, které zatím nejdu číselně verifikovat (automatické řízení John Deere, CleverFarm a Cropwise). Odpovědi dotazovaných osob společnosti J. Agro jsou subjektivní, avšak jedná se o osoby, které pracují v zemědělství dlouhodobě a na základě toho je možno tyto změny porovnávat s jejich odborným úsudkem. Pro polostrukturovaný rozhovor byli vybráni tři jednatele podniku J. Agro, kteří mají přímé zkušenosti s implementovanými zařízeními a technologiemi. Otázky jsou formulovány tak, aby pokryly všechny klíčové aspekty používání daných technologií, včetně jejich přínosů, výzev a dopadů na efektivitu, udržitelnost a ekonomiku. Rozhovor je strukturován do tří hlavních částí, přičemž každá část se zaměří na jedno konkrétní zařízení nebo technologii (GPS John Deere, CleverFarm, Cropwise). Odpovědi jsou zaznamenány s použitím audio nahrávání (s předchozím souhlasem respondentů) a následně přepsány pro analýzu. Data získaná z rozhovorů jsou analyzována metodami kvalitativní analýzy, které umožní identifikovat klíčové tématy, přínosy, výzvy a vnímání dopadů technologií. Výsledky analýzy budou syntetizovány a interpretovány ve vztahu k cílům výzkumu, aby bylo možné posoudit celkový dopad implementovaných technologií na zemědělský podnik.

Další část vyhodnocení implementovaných zařízení precizního zemědělství a ověřovaných pozitivních změn se týkala rozmetadla a řídicí jednotky pro secí stroj. Vyhodnocení proběhlo na základě dat, která bylo možno získat z účetnictví

zemědělské jednotky a specifikovaných úspor výrobcem zařízení. Účetní data pocházela z minulých let před pořízením zařízení a po pořízení. Z hlediska vyhodnocení byla použita doba návratnosti investic, která byla kvantifikována na základě vzorečku níže.

$$\text{doba návratnosti} = \frac{\text{celkové náklady na investici}}{\text{roční úspora}}$$

Metodika druhé části výzkumu je zaměřena na vybrané faktory precizního zemědělství v zemědělském podniku J. Agro s.r.o. Tyto faktory navazují na implementaci zařízení a softwarů v rámci přechodu z konvenčního na precizní zemědělství. Prvním zkoumaným faktorem jsou obaly, které využívá podnik pro osiva, hnojiva a jiné komodity. Zde bylo kvantifikováno možné snížení množství těchto obalů v důsledku snížení spotřeby hnojiv po přechodu na precizní zemědělství. Tato úspora byla vyjádřena pomocí vzorečků níže.

$$\text{Úspora v kg} = \text{Spotřeba hnojiv 2022} \times \frac{\text{úspora v \%}}{100}$$

$$\text{Počet ušetřených bigbagů} = \frac{\text{úspora v kg}}{\text{kapacita jednoho bigbagu}}$$

Dalším zkoumaným faktorem byly pohonné hmoty. U tohoto faktoru byla porovnáována změna spotřebovaných litrů motorové nafty zemědělského podniku před přechodem a po přechodu na precizní hospodaření. Data byla získána z účetní závěrky sledovaných let 2022 a 2023, následně byla kvantifikována meziroční změna objemu spotřebovaných paliv a vyčíslena vynásobením průměrnou cenou nafty v roce 2023.

Následujícím faktorem jsou hnojiva, kde došlo k porovnání množství použitých hnojiv v konvenčním roce 2022 a po přechodu na precizní zemědělství v roce 2023. Sledovaný byl ukazatel použitých kilogramů minerálních hnojiv na hektar a to u konkrétních sledovaných plodin: pšenice setá ozimá, ječmen jarní a cukrovka. Následně byla kvantifikována meziroční změna každé z plodin na základě dat ze softwaru CleverFarm.

U faktoru POR, neboli přípravků na ochranu rostlin proběhla komparace stávající konvenční technologie, kterou zemědělský podnik využívá s precizním postřikovačem Agrio Napa. Zde bylo cílem poukázat na výhody nákupu a implementace tohoto zařízení do zemědělských aktivit podniku. Na základě technologických specifikací zaslaných distributorem byla vypočtena roční úspora a návratnost investice pomocí níže uvedených vzorečků.

$$\text{Roční úspora} = \text{Roční náklady na postřiky} \times \frac{\text{úspora}}{100}$$

$$\text{ROI} = \frac{\text{cena nového postřikovače}}{\text{roční úspora}}$$

Další faktor CO₂ se zaměřuje na kvantifikaci snížení ekologického zatížení podniku v roce 2023 v důsledku úspory hnojiv a pohonných hmot. Kvantifikace u pohonných hmot proběhla na základě úspory nafty po přechodu na precizní zemědělství, tedy porovnání účetní závěrky roku 2022 a 2023. Následně byla tato úspora v litrech vynásobena průměrným faktorem vzniku CO₂ na litr nafty. U hnojiv došlo k vynásobení kvantifikované úspory hnojiv na hektar, které je k náhledu v kapitole hnojiva s emisním koeficientem použitých hnojiv.

Posledním sledovaným faktorem této části práce je vzorkování půdy, kde bylo odebráno padesát vzorků půdy ze všech deseti polí zemědělského podniku J. Agro. Sledovaná byla zásobenost půdy třemi prvky – dusík, draslík a fosfor. Na základě výsledků vzorků Výzkumného ústavu pro rostlinnou výrobu byla provedena kvantifikace úspor ze vzorkování půdy. Metodika Výzkumného ústavu spočívá v rozdělení vzorků na zóny dle výše obsahu zásobenosti jednotlivých prvků. Tyto hodnoty byly zaznamenány do tabulek a konkrétních zón, přičemž zóna 60 a 80 značí vysokou půdní zásobenost daným prvkem. Prvky v těchto zónách se dle metodiky VÚRV doporučují vynechat při hnojení v následujících třech letech, v důsledku toho byla kvantifikována úspora pro každý prvek za období jednoho roku a celková úspora za období 2023/2024 - 2025/2026. Kvantifikace proběhla vynásobením počtem hektarů plochy v zónách 60 a 80 a aktuální cenou nákladů jednorvkového hnojiva na hektar.

3 Teoretická východiska

3.1 Udržitelnost

Udržitelnost je koncept zaměřený na vyvážení potřeb současných a budoucích generací s ohledem na ekonomické, sociální a ekologické faktory. Jeho základem je myšlenka, že bychom měli hospodařit se zdroji planety tak, abychom nejen uspokojili naše aktuální potřeby, ale také neohrozili schopnost budoucích generací uspokojovat své vlastní potřeby. Udržitelný rozvoj klade důraz na integraci a harmonii mezi ekonomickým růstem, ochranou životního prostředí a sociální spravedlností (United Nations, 2021).

Cílem udržitelnosti je dosáhnout rovnováhy mezi environmentálními, ekologickými a sociálními aspekty, aby bylo možné podporovat životaschopnost a blahobyt současných i budoucích generací. V poslední době byl koncept rozšířen i o 'governance' aspekty, což odráží důležitost transparentnosti, odpovědnosti a spravedlivého řízení, což společně tvoří čtyři pilíře tzv. ESG (Environmentální, Sociální a Governance).

3.2 Společenská odpovědnost

Společenská odpovědnost podniků (CSR) a ESG (Environmentální, sociální a governance) kritéria jsou stále důležitější aspekty v moderním zemědělství. Jejich aplikace v tomto sektoru má zásadní význam pro udržitelný rozvoj a může mít pozitivní dopad jak na životní prostředí, tak na společnost (Tetřevová, 2017).

Environmentální, sociální a governance (ESG) kritéria jsou stále důležitějšími faktory, které investoři používají k posuzování společností, do kterých se rozhodují investovat. ESG kritéria se zaměřují na to, jak společnost dosahuje udržitelnosti ve svých operacích a jak řídí své vnitřní procesy a vztahy. Udržitelnost v tomto kontextu odkazuje na dlouhodobou schopnost společnosti přinášet ekonomickou hodnotu, zatímco minimalizuje negativní dopady na životní prostředí a společnost a zároveň řídí podnikání transparentně a odpovědně (Eccles, 2021).

3.3 Udržitelnost v zemědělství

Udržitelnost v zemědělství je multidisciplinární přístup, který se snaží řešit ekonomické, sociální a ekologické aspekty zemědělské výroby a potravinových systémů. Cílem je vytvořit systémy, které jsou produktivní a profitabilní, ale zároveň šetrné k životnímu prostředí a podporují spravedlnost a ekonomickou odolnost v rámci komunit.

Moderní koncepty udržitelného zemědělství zdůrazňují důležitost regenerace půdy, zachování vodních zdrojů, snižování závislosti na fosilních palivech a chemických hnojivech, a propagují biodiverzitu, jak ve formě rozmanitosti polí, tak i v přirozených ekosystémech. Praktiky, jako je precizní zemědělství, agrolesnictví, perma-kultura jsou klíčové pro dosažení těchto cílů (Horne, 2022).

3.3.1 Principy udržitelného zemědělství

Udržitelné zemědělství klade důraz na řadu základních zásad, které propojují různé složky zemědělského odvětví s cíli v oblastech životního prostředí, ekonomiky a sociální sféry. Klíčovým aspektem je snaha minimalizovat škodlivé účinky zemědělství na okolní prostředí. Tato snaha se projevuje v opatřeních proti erozi půdy, snižování znečištění vodních zdrojů a atmosféry a efektivnějším využívání zdrojů, jako jsou voda a energie (Lamb, 2020).

Důležitým cílem je také podpora biologické diverzity. Udržitelné zemědělství se zaměřuje na vytváření prostředí, kde mohou společně koexistovat různé druhy rostlin a zvířat. To mimo jiné zahrnuje ochranu původních ekosystémů, tvorbu koridorů pro divokou faunu a flóru a podporu místních druhů. V sociální rovině udržitelné zemědělství zdůrazňuje důležitost spravedlivých podmínek pro farmáře a další zemědělské pracovníky. To zahrnuje otázky spravedlivého odměňování, zabezpečení pracovního prostředí a respektování práv všech zaměstnanců. Sociálně odpovědné zemědělství má potenciál podporovat a posilovat místní zemědělské komunity (Garnett, 2021).

3.3.2 Environmentální, ekonomické a sociální aspekty udržitelnosti v zemědělství

Environmentální, ekonomické a sociální aspekty udržitelnosti ve zemědělství tvoří komplexní soubor hledisek, která jsou nezbytná pro dosažení trvale udržitelného a odpovědného zemědělství.

Environmentální aspekty udržitelnosti v zemědělství mají zásadní význam pro ochranu a regeneraci ekosystémů. Klíčovým cílem je prevence degradace půdy tím, že se omezuje eroze a nadměrné nasazování agrochemikálií.

Zachování kvality vodních zdrojů je rovněž esenciální, což vyžaduje snižování znečištění zemědělskými chemikáliemi a omezení jejich úniků do řek a vodních toků. Zachování biodiverzity a ekosystémových služeb je základem pro zdravé a rezilientní zemědělské systémy. Současné výzkumy podporují myšlenku, že regenerativní zemědělské praktiky,

včetně agroekologie a perma kultury, hrají klíčovou roli v ochraně biodiverzity a zlepšení stavu půdy a vodních zdrojů (Frasier, 2020).

Ekonomické dimenze udržitelného zemědělství klade důraz na zajištění dlouhodobé hospodářské životaschopnosti farmářských podniků. To může zahrnovat maximální výnosy z dostupných zdrojů, řízení nákladů, a strategie diverzifikace, které zvyšují odolnost proti fluktuacím tržních cen.

Pro dosažení ekonomické udržitelnosti je důležité, aby zemědělci měli přístup ke kapitálu, vzdělání a technologiím, které podporují udržitelné hospodaření. Při rozhodování o zemědělských praxích by měly být zohledněny nejen krátkodobé náklady a přínosy, ale i dlouhodobé dopady na ekosystém a společnost (Martin & Maguire, 2020).

Sociální dimenze udržitelného zemědělství zahrnují zajištění spravedlivých a bezpečných pracovních podmínek pro všechny zúčastněné v zemědělském sektoru, podporu životaschopnosti venkovských komunit a zajištění potravinové suverenity. Klíčovými tématy jsou také zajištění přístupu k potravinám pro všechny, prevence sociálních nerovností a chudoby spojených s agrárními systémy a zachování a předávání tradičních zemědělských znalostí a praxí. Je rovněž důležité podporovat účast a hlas venkovských komunit v procesech rozhodování, které je ovlivňují (Serrano & Brooks, 2021).

Tyto tři hlavní aspekty udržitelnosti v zemědělství jsou vzájemně propojeny a navzájem se ovlivňují. Správná rovnováha mezi environmentálními, ekonomickými a sociálními faktory je klíčem k dosažení trvale udržitelného zemědělství, které může přispět ke globální udržitelnosti a zachování životního prostředí pro budoucí generace.

3.4 Cirkulární ekonomika a její role v zemědělství

Oběhové hospodářství neboli cirkulární ekonomika si klade za cíl udržet hodnotu výrobků, materiálů a zdrojů tak dlouho v ekonomickém cyklu, jak je to jen možné, a vrátit je do výrobního cyklu na konci jejich životnosti, přičemž se minimalizuje tvorba odpadu. Oběhové hospodářství se stalo jedním z klíčových konceptů v oblasti řady politik Evropské unie (mzp, 2023).

Cirkulární model se zaměřuje na navrhování produktů a systémů tak, aby se minimalizovala produkce odpadu a maximalizovalo se znovu použití, recyklace a obnova zdrojů. Místo toho, aby byly zdroje po jednorázovém použití zlikvidovány, cirkulární ekonomika je usiluje

udržet v ekonomickém cyklu co nejdéle, což snižuje environmentální dopady a zvyšuje hodnotu zdrojů (Stahel, 2019).

V rámci cirkulární ekonomiky je hlavní prioritou snižování odpadu a efektivní využívání dostupných zdrojů tak, aby byla zajištěna delší životnost produktů, materiálů a surovin. Důraz je kladen na strategie, jako je recyklace, repase, obnova a sdílení, což vede k menší potřebě těžby nových materiálů a omezení produkce odpadu. Tento model podporuje udržitelné postupy a míří k omezení negativních dopadů lidských aktivit na životní prostředí (Geissdoerfer, 2020).

3.4.1 Aplikace cirkulární ekonomiky v zemědělství

Cirkulární ekonomika nachází konkrétní aplikace v zemědělství, což má velký potenciál pro snížení environmentální zátěže tohoto odvětví a zvýšení efektivity využití zemědělských zdrojů. Jedním z příkladů je recyklace organického odpadu, včetně zbytků plodin a zeleninových odpadků, který může být použit jako kvalitní hnojivo pro půdu (Purakayastha, 2018).

To nejenže snižuje množství odpadu, ale také zlepšuje kvalitu půdy a zvyšuje úrodnost. Další aplikací cirkulárního přístupu v zemědělství je snižování ztrát potravin.

Pomocí inovativních technologií a strategií pro skladování a distribuci potravin lze minimalizovat ztráty potravin během produkčního a distribučního procesu (Parfitt, 2010).

To má pozitivní dopad na životní prostředí tím, že se snižuje zbytečné plýtvání zemědělskými zdroji a emise skleníkových plynů.

Způsoby aplikace

Samotná aplikace cirkulární ekonomiky v zemědělství je mnohostranná a nabízí řadu inovativních přístupů a strategií, které mají za cíl maximalizovat udržitelnost tohoto odvětví.

- 1) **Recyklace organického odpadu:** Jednou z klíčových aplikací cirkulárního zemědělství je recyklace organického odpadu. Zbytky plodin, zeleninové a ovocné odpadky, kompost a podobné organické materiály mohou být využity jako cenné zdroje pro zemědělskou produkci. Například kompostování organického odpadu může vést k vytvoření výživného hnojiva, které zlepšuje strukturu půdy a zvyšuje její úrodnost (Purakayastha et al., 2018). Tímto způsobem se minimalizuje potřeba chemických hnojiv a zvyšuje se udržitelnost půdního hospodaření.

- 2) **Sdílení zemědělského vybavení a nástrojů:** Dalším příkladem je vytvoření oběhových systémů pro sdílení zemědělského vybavení a nástrojů. Mnoho malých farmářů nemusí mít finanční prostředky na nákup drahého zemědělského vybavení, jako jsou traktory nebo kombajny.

Cirkulární zemědělství může podporovat sdílení těchto zdrojů mezi farmáři, což snižuje zátěž na životní prostředí spojenou s výrobou nových strojů a zvyšuje efektivitu využití stávajícího vybavení (Ghisellini, 2016).

Tímto způsobem se snižují náklady pro farmáře a zlepšuje se jejich finanční udržitelnost.

- 3) **Technologie pro snižování ztrát potravin:** Dalším důležitým aspektem cirkulárního zemědělství je využití technologií pro snižování ztrát potravin. Výroba potravin často zahrnuje ztráty během sklizně, skladování, přepravy a distribuce. Inovativní technologie a strategie mohou pomoci minimalizovat tyto ztráty (Parfitt et al., 2010).

Například použití chladících a konzervujících technologií může prodloužit trvanlivost potravin a snížit množství potravin, které končí jako odpad. Aplikace cirkulárního zemědělství mají potenciál snížit environmentální zátěž tohoto odvětví a zvýšit jeho udržitelnost. Tyto strategie obecně vyžadují spolupráci mezi zemědělci, výzkumnými institucemi, vládami a dalšími aktéry, aby byly úspěšně implementovány.

3.4.2 Výhody a výzvy implementace cirkulárního zemědělství

Implementace cirkulárního zemědělství přináší řadu výhod a výzev, které mohou pozitivně ovlivnit zemědělské odvětví a životní prostředí.

Výhody implementace cirkulárního zemědělství

Mezi hlavní výhody implementace cirkulárního zemědělství jsou zařazeny následující postupy:

1) Snížení environmentální zátěže

Cirkulární zemědělství může výrazně snížit negativní dopady na životní prostředí tím, že optimalizuje využití zemědělských zdrojů a minimalizuje produkci odpadu. Díky efektivnějšímu využívání zemědělských zdrojů, minimalizaci odpadu a snižování emisí

skleníkových plynů může cirkulární přístup přispět k ochraně biodiverzity, zachování kvality půdy a vody a snížení ekologického otisku zemědělství (MacArthur, 2017).

2) Ekonomická udržitelnost

Cirkulární zemědělství může také zlepšit ekonomickou udržitelnost zemědělských provozů. Snížení nákladů na nákup nových surovin a technologií, optimalizace využití zemědělských zdrojů a diverzifikace zemědělských aktivit mohou vést k vyšší rentabilitě pro zemědělce (Ghisellini, 2016).

3) Potenciál pro obnovitelnou energii

Cirkulární zemědělství může podporovat výrobu obnovitelné energie. Například biologický odpad zemědělství může být využit k výrobě bioplynu nebo biomasy, což přispívá k diversifikaci příjmů zemědělců a snižuje závislost na fosilních palivech (Purakayastha, 2018).

Výzvy implementace cirkulárního zemědělství

Implementace cirkulárního zemědělství přináší mnoho výzev, které jsou často spojené s potřebou změnit tradiční zemědělské praktiky, zavádět novou infrastrukturu a vyvíjet vhodné regulační a politické rámce. V současné době jsou tyto výzvy ještě více zřetelné a můžeme je tak rozdělit do několika klíčových oblastí:

Adaptace zemědělských metod: Přejít k cirkulárnímu zemědělství vyžaduje od zemědělců značnou změnu v myšlení a praxi.

Je nutné zavést metody, jako je kompostování zemědělského odpadu, integrovaný pest management, meziplodiny a krycí plodiny, které zlepšují zdraví půdy a zvyšují biodiverzitu. Důraz se klade na minimální zpracování půdy, což znamená změnu od konvenční orby k metodám, které snižují erozi a ztrátu organické hmoty. Tyto postupy nejenže zlepšují zdraví půdy, ale také přispívají ke zvýšení uhlíkového závazku půdy, což je důležité pro mitigaci klimatické změny (MacArthur, 2020).

Investice do infrastruktury: Implementace cirkulárních principů vyžaduje významné počáteční investice do infrastruktury.

To zahrnuje stavbu zařízení na kompostování, bioenergetických instalací, systémů pro sběr a recyklaci dešťové vody a technologií pro efektivní využití zdrojů. Financování těchto

projektů může být pro mnohé zemědělce bariérou, zvláště v regionech s omezeným přístupem k financím (WEF, 2020).

Regulace a politika: Aby cirkulární zemědělství mohlo být úspěšně implementováno, je nezbytné mít podporu ve formě legislativy a politik. To může znamenat vytváření stimulů pro zemědělce, aby přijali cirkulární praktiky, jako jsou dotace, daňové úlevy nebo přímá finanční podpora. Dále je potřeba politik, které regulují používání a oběh materiálů a stanovují standardy pro recyklaci a obnovu zdrojů.

V roce 2020 bylo patrné, že mnohé vlády teprve začínají rozpoznávat důležitost těchto politik, což může zpomalit rozvoj cirkulárního zemědělství (European Commission, 2020).

Celkově lze říci, že cirkulární zemědělství má velký potenciál pro snížení negativního vlivu zemědělství na životní prostředí a zlepšení ekonomické udržitelnosti zemědělských provozů. Nicméně jeho úspěšná implementace vyžaduje změny v postupech, investice a podporu ze strany regulátorů.

3.5 Přehled teoretických rámců a modelů pro hodnocení udržitelnosti v rostlinné výrobě

Výzkum a hodnocení udržitelnosti v rostlinné výrobě jsou zásadní pro zachování životního prostředí, zvýšení úrodnosti půdy a zajištění potravinové bezpečnosti. Následující teoretické rámce a modely se zaměřují na aspekty spojené s pěstováním rostlin a minimalizací negativního dopadu na životní prostředí. V kontextu rostlinné výroby jsou používány různé teoretické rámce a modely k posouzení udržitelnosti. Tyto modely se často soustředí na environmentální a ekonomické aspekty, protože rostlinná výroba může významně ovlivňovat půdu, vodu a biodiverzitu.

3.5.1 Agroekologický rámec a indikátory udržitelnosti

Agroekologie představuje zásadní teoretický rámec pro hodnocení udržitelnosti v rostlinné výrobě. Jedná se o interdisciplinární oblast, která propojuje principy ekologie se zemědělskými praktikami s cílem dosáhnout ekologické stability, efektivity a šetrnosti k životnímu prostředí v zemědělství.

Indikátory udržitelnosti v agroekologickém rámci

Spotřeba vody na jednotku produkce: Efektivní využití vody se stává klíčovým indikátorem udržitelnosti ve zemědělství. Rozšíření systémů kapkové závlahy a technologií

pro opětovné využití vody může snížit celkovou spotřebu vody na produkci rostlinných výrobků (Hochmuth, 2015).

Půdní eroze: Snížení půdní eroze je nezbytné pro zachování půdní plodnosti a zabránění ztráty zemědělské půdy. Agroekologické metody jako je ponechání stálého porostu nebo přímý setí mohou přispět k minimalizaci eroze (Montgomery, 2007).

Pesticidní zátěž: Redukce používání pesticidů a přechod na integrovaný pest management jsou zásadní pro snížení negativního dopadu zemědělství na životní prostředí. (Pretty, 2005).

Biodiverzita: Hodnocení biodiverzity může zahrnovat sledování druhové rozmanitosti a zachování přirozených habitatů v zemědělských krajinách. Větší biodiverzita je často považována za znak udržitelného zemědělství (Tschamntke, 2012).

Půdní kvalita: Kvalita půdy je nezbytná pro udržitelnou produkci potravin. Organické zemědělství a regenerativní zemědělské praktiky mohou zlepšit půdní strukturu, zvýšit organický obsah a podporovat půdní biologii (Lal, 2016).

Odpad a recyklace: Množství produkovaného odpadu a účinnost recyklace v zemědělství jsou také důležitými indikátory. Snížení odpadu a zvýšená recyklace jsou znaky udržitelného přístupu. Efektivní řízení zemědělských odpadů a jejich recyklace může snížit potřebu syntetických hnojiv a zvýšit udržitelnost rostlinné produkce (Smith, 2019).

Emise skleníkových plynů: Měření emisí skleníkových plynů, jako je metan a oxid dusný, je klíčovým indikátorem pro snižování uhlíkové stopy zemědělství. Zemědělství je významným zdrojem emisí skleníkových plynů, ale strategie jako například agrolesnictví a optimalizace hnojení mohou tyto emise snížit (Paustian, 2016).

Tyto indikátory udržitelnosti se používají k monitorování a hodnocení úrovně udržitelnosti v rostlinné výrobě a umožňují zemědělcům a odborníkům identifikovat oblasti, které vyžadují zlepšení. Použití těchto indikátorů je součástí snahy o dosažení udržitelnějšího a ekologicky šetrnějšího zemědělství.

3.6 Precizní zemědělství

Precizní zemědělství představuje revoluční přístup v oblasti agrikultury, který kombinuje moderní technologie a inovativní metody pro maximalizaci efektivity a udržitelnosti zemědělské produkce. V posledních letech se precizní zemědělství stává stále významnějším tématem jak v akademických kruzích, tak v praktickém zemědělství po celém světě.

Tato forma zemědělství je definována jako způsob zemědělského hospodaření založený na pozorování, měření a reagování na proměnlivost v rámci pole prostřednictvím řízení plodin. Tento přístup umožňuje zemědělcům dělat důležitá rozhodnutí o řízení zdrojů jak na místě, tak v reálném čase. Využívá se přitom globálního polohového systému (GPS) nebo globálního navigačního satelitního systému, což zemědělcům umožňuje reagovat na nepravidelnosti v poli (USDA, 2023).

3.6.1 Koncepty precizního zemědělství

Koncepty precizního zemědělství zahrnují několik klíčových prvků, které se zaměřují na zvyšování efektivity, produktivity a udržitelnosti v zemědělství prostřednictvím pokročilých technologií a datových analýz.

Navigace a mapování

Jedním z hlavních pilířů precizního zemědělství je využití GPS a GIS pro přesnou navigaci a mapování. Tato technologie umožňuje zemědělcům přesně navigovat a spravovat pole, což vede k efektivnějšímu využití zemědělské plochy a minimalizaci zbytečného překryvu při aplikaci hnojiv a pesticidů. Integrace GPS a GIS systémů také umožňuje plánování optimálního využití půdy a zasahování v pravý čas, což vede k přesnější aplikaci vstupů a efektivnějšímu hospodaření (Centrum precizního zemědělství, 2023).

Aplikace hnojiv

Dalším klíčovým prvkem je proměnlivá aplikace hnojiv (VRA) a dalších vstupů. Tato metoda umožňuje aplikovat hnojiva a pesticidy v různých množstvích na různých místech pole na základě specifických potřeb. Díky tomu se snižuje množství používaných vstupů a zvyšuje se efektivita jejich využití. Data získaná z analýz půdy a výnosů se používají k vytváření map, které určují, kde a jak moc hnojiv a pesticidů aplikovat (MZe, 2023).

Sběr dat

Senzorové technologie hrají v precizním zemědělství nezastupitelnou roli. Senzory, umístěné přímo v poli nebo na zemědělských strojích, měří vlhkost půdy, nutriční stav rostlin, teplotu a další faktory. Tyto údaje pomáhají zemědělcům pochopit potřeby svých plodin a lépe reagovat na změny v prostředí. Použití senzorů vede k přesnějšímu a cílenějšímu zavlažování, hnojení a ochraně rostlin (MZe, 2023).

Analýza dat

V precizním zemědělství je klíčová také analýza dat. Shromáždění a analýza velkého množství dat z různých zdrojů, včetně senzorů, dronů a historických dat, umožňuje lépe pochopit a předvídat potřeby plodin. Data pomáhají zemědělcům v přesném rozhodování, plánování sklizně a optimalizaci vstupů (MZe, 2023).

Environmentální udržitelnost

Posledním, ale neméně důležitým aspektem precizního zemědělství je environmentální udržitelnost. Snížení environmentálního dopadu zemědělství tím, že se omezí přebytečné použití hnojiv a pesticidů, je klíčové pro ochranu životního prostředí. Tento přístup nejenže chrání půdu a vodní zdroje, ale také podporuje biodiverzitu a udržitelné zemědělské praktiky. (MZe, 2023). Využitím precizních technologií a metod se tak otevírá cesta k ekologičtější a zodpovědnější produkci potravin.

3.6.2 Aplikace používané v precizním zemědělství

Aplikace jako Clever Farm a CropWise hrají klíčovou roli v precizním zemědělství. Tyto aplikace pomáhají zemědělcům zefektivnit a zjednodušit různé procesy, od setí až po sklizeň, a současně přispívají k udržitelnějšímu hospodaření.

CleverFarm je aplikace pro precizní zemědělství, která zásadně mění způsob, jakým zemědělci hospodaří. Její hlavní přínos spočívá v efektivním využití dat, která pomáhají zemědělcům optimalizovat využívání zdrojů a snižovat náklady. CleverFarm nabízí variabilní aplikace, které umožňují ušetřit až 20 % nákladů na hnojiva a osiva, zatímco výnosy zůstávají zachovány nebo dokonce rostou. Díky aplikaci mohou zemědělci lépe spravovat své farmy, získávat přehledné a bezpečné informace o svých pozemcích a využívat chytré senzory, které shromažďují data o půdních a klimatických podmínkách (CleverFarm, 2023).

CleverFarm používá moderní technologie, jako je sledování biomasy, obsahu chlorofylu a obsahu vody, a to pomocí družicových snímků, které umožňují analýzu až 25 let starých dat. Tato služba popisuje prostorovou variabilitu zemědělských porostů a umožňuje zemědělcům přizpůsobit aplikaci hnojiv a osiv dle aktuálních podmínek. Aplikace také nabízí bilanční hnojení, variabilní setí a optimalizaci vzorkování půdy, což vede ke snížení nákladů a efektivnějšímu hospodaření. Jednou z hlavních výhod CleverFarm je její intuitivní uživatelské prostředí a snadná integrace s existujícími daty a technologiemi na farmě.

Uživatelé mohou snadno nahrát data o svých pozemcích a začít aplikaci používat téměř ihned. Navíc, při využívání senzorů mohou zemědělci snadno monitorovat podmínky na svých pozemcích a efektivně reagovat na měnící se podmínky, což vede k výrazným úsporám nákladů a zvýšení kvality produkce.

CropWise je produkt společnosti Syngenta, který se zaměřuje na poskytování digitálních a udržitelných agroekonomických řešení. Aplikace nabízí širokou škálu funkcí, včetně Operations, Imagery, Protector a Planting. Tyto funkce zahrnují různé aspekty zemědělského hospodaření, jako je správa hnojiv, ochrana rostlin, satelitní snímkování a optimalizace setí. CropWise dává zemědělcům přístup k přesným datům, která jsou zásadní pro efektivní rozhodování v zemědělství. Aplikace pomáhá zvyšovat výnosy, snižovat náklady a zároveň podporovat udržitelné hospodaření. Díky tomu, že poskytuje satelitní snímky, umožňuje zemědělcům sledovat zdraví a vývoj plodin a provádět srovnání s historickými daty (Syngenta, 2023).

Tyto aplikace zahrnují širokou škálu nástrojů a technologií, které umožňují zemědělcům lépe pochopit a spravovat svá pole. Například díky přesnému sledování stavu půdy a porostů, správě hnojiv a ochrany rostlin, zemědělci mohou optimalizovat výnosy a snižovat dopady na životní prostředí. Využití těchto aplikací je klíčové pro moderní zemědělství, jelikož poskytují potřebná data a analýzy pro efektivní a udržitelné hospodaření.

3.6.3 Integrace zemědělské techniky s aplikacemi pro precizní zemědělství

Integrace zemědělské techniky s aplikacemi pro precizní zemědělství jako Clever Farm a CropWise je klíčová pro dosahování efektivity a udržitelnosti v moderním zemědělství. Tato spojení umožňují zemědělcům optimalizovat své operace od setí po sklizeň, což přináší značné výhody jak pro samotné zemědělce, tak pro životní prostředí.

Sběr a analýza dat: Moderní zemědělská technika je vybavena senzory a systémy pro sběr dat, které umožňují shromažďování informací o vlhkosti, složení a teplotě půdy, mezi dalšími faktory. Tyto údaje jsou následně zpracovávány aplikacemi jako Clever Farm a CropWise, které poskytují užitečné přehledy pro rozhodování o optimálním časování setí a množství hnojiva, které má být použito.

Přesné zemědělské operace: Díky GPS a GIS technologiím mohou zemědělské stroje provádět přesné setí, hnojení a zavlažování. Tato přesnost minimalizuje plýtvání zdroji a zvyšuje výnosy. Aplikace pro precizní zemědělství hrají zásadní roli v tomto procesu tím,

že umožňují dálkové monitorování a řízení zemědělských strojů, což zemědělcům umožňuje sledovat pokrok prací v reálném čase a přijímat upozornění na potenciální problémy (Centrum precizního zemědělství, 2023).

Přínosy integrace: Integrace zemědělských strojů s aplikacemi pro precizní zemědělství přináší řadu přínosů, jako je zvýšení efektivity práce, snížení nákladů na hnojiva a pesticidy a zlepšení kvality plodin. Díky efektivnějšímu používání hnojiv a pesticidů dochází rovněž ke snížení environmentálního dopadu (Neudert, 2015).

Výzvy a omezení: Ačkoli integrace zemědělské techniky s aplikacemi pro precizní zemědělství nabízí významné výhody, existují i výzvy, jako jsou vysoké počáteční investice do technologie, potřeba školení pro obsluhu a údržbu a výzvy spojené s ochranou a správou dat. Vzhledem k těmto výzvám a omezením je zásadní, aby zemědělci pečlivě zvážili své možnosti a přístup k adopci těchto technologií, aby maximalizovali své přínosy a minimalizovali potenciální překážky.

Integrace zemědělské techniky s aplikacemi pro precizní zemědělství znamená zásadní posun v paradigmatu zemědělské výroby, nabízí nové možnosti pro zvýšení produktivity a udržitelnosti, a současně klade nové výzvy pro zemědělské operace v digitálním věku.

3.7 Faktory precizního zemědělství

Přístup precizního zemědělství se zaměřuje na detailní sledování a řízení zemědělských procesů s cílem maximalizovat výnosy, minimalizovat environmentální dopady a zvyšovat ekonomickou efektivitu. Klíčové faktory, jako jsou správa odpadů, vodního hospodářství, energetická efektivita, správné využití hnojiv, cílená aplikace pesticidů, snížení emisí CO₂ a přesné vzorkování půdy, jsou základem pro úspěšnou implementaci precizního zemědělství. Tyto faktory představují základní stavební bloky, které pomáhají zemědělcům lépe porozumět a reagovat na specifické potřeby svých polí a zároveň chránit přírodní zdroje.

3.7.1 Voda

V kontextu precizního zemědělství a jeho aplikace na řízení vodních zdrojů, výzkum a technologické postupy se ukazují jako klíčové pro zlepšení efektivity využívání vody v zemědělství.

Za účelem optimalizace správy vody v zemědělství, precizní zemědělství aplikuje technologické inovace společně s odbornými znalostmi pro maximální využití dostupných

vodních zdrojů. Využití GIS (geografických informačních systémů) a GPS (globálního polohového systému) nabízí multidimenzionální přístup k udržitelnému řízení vody. Tento přístup zahrnuje mapování polí a terénní průzkumy pro monitorování a optimalizaci využití vody v zemědělství, umožňuje zemědělcům přesně naplánovat zavlažování na základě variabilit v půdě a stresu rostlin (EOS, 2024).

3.7.2 Energetická efektivita

V oblasti energetické efektivity v precizním zemědělství se výzkum zaměřuje na integraci technologií, jako je Internet věcí (IoT), analýza velkých dat, umělá inteligence (AI) a strojové učení, které se optimalizují a kombinují pro informované rozhodování o správě.

Využití vysokého rozlišení satelitních snímků podporuje použití dálkového průzkumu pro zemědělství, umožňuje lepší správu zemědělských strojů, zařízení pro zavlažování a detekčního vybavení na základě přesné geolokace pomocí GPS. Tyto technologie umožňují lepší správu polí a optimalizaci využití zdrojů, jako jsou voda, chemikálie a energie, čímž se snižuje zranitelnost sektoru vůči klimatickým změnám. (Climate Adapt, 2023).

Studie provedené v Severní Dakotě odhalily, že systémy automatického řízení v zemědělských vozidlech, využívající GPS pro navigaci a automatické řízení, přinášejí úspory času a energie. Tyto systémy umožňují, že operátor stroje řídí pouze při zatačení a jiných manévrech, což vede k významným úsporám paliva a pracovního času. Průzkum mezi zemědělci v Severní Dakotě ukázal, že používání těchto technologií vede k úsporám přibližně 6% času a paliva, což představuje zhruba 1,647 litrů paliva a 65 hodin práce na stroji ročně. Tyto úspory mohou významně snížit provozní náklady na farmě (Bora et al., 2012).

Wageningen University & Research poukazuje na význam precizního zemědělství pro zvýšení efektivity zemědělských operací. Precizní zemědělství umožňuje zemědělcům přesnější rozhodování, což může být velmi užitečné při snižování používání ochranných prostředků rostlin, hnojiv a vody pro zavlažování. Tento přístup nejenže zlepšuje efektivitu využívání zdrojů, ale také podporuje udržitelnější zemědělské praktiky (WUR, 2023).

Tato kombinace využití moderních technologií a strategií správy zdrojů v zemědělství přináší významné výhody v podobě snížení environmentálního dopadu a zvýšení palivové efektivity, což vede ke snížení uhlíkové stopy zemědělské produkce a zároveň zvyšuje produktivitu a příjmy farmářů.

3.7.3 Hnojiva

V oblasti efektivního využívání hnojiv přináší precizní zemědělství významné výhody. Technologie precizního zemědělství umožňují sběr, zpracování a analýzu různých datových zdrojů k lepšímu řízení produkce plodin. Cílem je zvýšit efektivitu zemědělských operací, zvýšit výnosy a celkovou kvalitu plodin, přičemž se snižuje použití vstupů, včetně hnojiv.

Díky shromažďování dat o výživě plodin, zdraví půdy a stavech a výnosech plodin pomáhá precizní zemědělství zemědělcům monitorovat, spravovat a aplikovat živiny přesněji. Existuje mnoho nástrojů precizního zemědělství, které pomáhají aplikovat hnojiva stále přesněji a efektivněji, čímž se zvyšuje produktivita na stávající zemědělské půdě a zároveň se snižují ztráty živin do životního prostředí (IFA, 2023).

3.7.4 Snižování emisí oxidu uhličitého

Precizní zemědělství zahrnuje řadu procesů, které mohou mít vliv na snížení emisí oxidu uhličitého. Tyto procesy zlepšují efektivitu zemědělských operací a snižují potřebu nadměrného využívání zdrojů, což vede k redukci uhlíkové stopy.

Optimalizace využití hnojiv: Precizní zemědělství umožňuje přesné aplikace hnojiv v místech a časech, kde jsou nejvíce potřebné, což minimalizuje nadbytečnou aplikaci a snižuje riziko uvolňování skleníkových plynů, jako je oxid dusný, což je silný skleníkový plyn.

Přesné zemědělské postupy: Využití GPS a GIS technologií pro řízení zemědělských strojů zvyšuje efektivitu operací, jako je setí, orba a sklizeň, což snižuje spotřebu paliva a související emise CO₂.

Správa zdraví půdy: Analýza a monitorování půdy podporuje udržitelné zemědělské metody, které zlepšují uchování uhlíku v půdě a snižují potřebu intenzivního zpracování půdy.

Použití pokravných plodin a rotace plodin: Tyto metody zlepšují zdraví půdy a její schopnost sekvestrovat uhlík, což přispívá k dlouhodobému snížení emisí CO₂ (Environmental defense fund, 2023).

Tyto procesy a technologie nejenže zvyšují efektivitu zemědělské výroby, ale také přispívají k ochraně životního prostředí tím, že snižují potřebu zásahů, které zvyšují uhlíkovou stopu zemědělství.

3.7.5 Vzorkování půdy

Vzorkování půdy v rámci precizního zemědělství umožňuje zemědělcům lépe pochopit nutriční status a variabilitu živin v rámci polí. Tato praxe podporuje vývoj zón řízení a map aplikací, čímž zvyšuje přesnost množství a umístění potřebných vstupů, jako jsou hnojiva a vápno pro úpravu pH. Pro efektivní vzorkování se běžně používají strategie mřížkového nebo zónového vzorkování (Ferguson, 2022).

Mřížkové vzorkování a vzorkování řízené daty jsou dvě hlavní metody vzorkování půdy v precizním zemědělství. Mřížkové vzorkování zahrnuje shromažďování půdních vzorků v pravidelných intervalech po celém poli, zatímco vzorkování řízené daty využívá předchozí poznatky o poli, jako jsou výnosové mapy nebo historická data, pro určení míst vzorkování (Pennington, 2019).

Tyto metody umožňují zemědělcům přesně určit potřeby hnojení a zavlažování, což vede k efektivnějšímu využívání zdrojů a snižování dopadu na životní prostředí.

3.8 Představení zemědělského podniku J. Agro s.r.o.

Společnost J. Agro s.r.o. je příkladem úspěšného rodinného podnikání v zemědělském sektoru. Založena byla v lednu 2021, ale její kořeny sahají až do roku 1993, kdy zakladatel firmy J. Agro začal podnikat jako fyzická osoba. Tento krok byl inspirován restitucemi a zahrnoval registraci do evidence samostatně hospodařících rolníků a daňové evidence. V tomto roce mu byly v rámci restitucí vráceny zemědělské stroje, kravín, ocelová hala a silážní jáma v obci na Nymbursku. V průběhu let rozšířil své aktivity v rostlinné a živočišné výrobě. Hospodařil na 190 hektarech, kde střídavě pěstoval ječmen, pšenici, slunečnici, kukuřici, řepu a vojtěšku. Ve svém kravíně chová 20 jalovic pro produkci mléka a ve vepřině vychovával 560 selat ročně. Vrcholu svého podnikání dosáhl kolem roku 2010, kdy obhospodařoval až 250 hektarů půdy.

Nicméně, s přibývajícím věkem a klesajícími cenami masa se rozhodl ukončit chov prasat v roce 2018 a zaměřit se výhradně na rostlinnou výrobu. V současné době, tj. sezóna

2020/2021, společnost hospodaří na ploše přibližně 150 hektarů, kde pěstuje ozimou pšenici, jarní ječmen a cukrovou řepu.

Příběh společnosti J. Agro s.r.o. tak ukazuje na dlouholetou tradici a přizpůsobivost v rámci zemědělského sektoru, zahrnující jak rostlinnou, tak živočišnou výrobu, a adaptaci na měnící se tržní podmínky.

3.8.1 Společnost J. Agro a přístup k preciznímu zemědělství

Společnost J. Agro s.r.o. využívá v rámci precizního zemědělství řadu inovativních technologií a postupů, které zvyšují její efektivitu a snižují ekologický dopad. Minimalizuje produkci odpadů, snaží se efektivně využívat výrobní faktory jako je voda, energie, hnojiva, postřiky a další. Přejít na precizní zemědělství přinesl firmě například úsporu nafty, což vede ke snížení nákladů a emisí CO₂. V oblasti hnojiv firma plánuje v budoucí sezóně aplikovat 100% minerálních hnojiv precizním způsobem, což zvyšuje efektivitu a zároveň chrání životní prostředí. Při výběru a aplikaci postřiků dbá na minimalizaci rizik pro včely a vodní organismy. Vzorkování půdy je prováděno s použitím GPS navigace a precizních rozmetadel, což umožňuje efektivní a cílenou aplikaci hnojiv. Implementace moderních technologií, jako je automatické řízení a výnosové mapy, zlepšuje plánování a správu zemědělských operací a snižuje celkovou uhlíkovou stopu firmy. Spolupráce s firmami jako SAS AGRO a CleverFarm pomáhá v pokročilém monitoringu a optimalizaci zemědělských procesů, čímž J. Agro s.r.o. podtrhuje svůj závazek k udržitelnosti a inovacím v zemědělství.

3.8.2 Časová osa a implementace technologií precizního zemědělství

Společnost J. Agro s.r.o. zahájila svou cestu k preciznímu zemědělství v létě a podzimu roku 2022, což představovalo významný milník v jejím rozvoji. Tento krok byl charakteristický postupnou implementací různých zařízení a strojů, které jsou základem pro efektivní a udržitelné zemědělské hospodaření.

Na konci roku 2022 firma započala s významnými investicemi do technologií automatického řízení. Byly zakoupeny dva GPS přijímače John Deere StarFire 6000 a univerzální display (centrální počítač) John Deere Universal Display 4640. Tato technologie umožnila přesnou navigaci po pozemcích s přesností do 12,5 cm a zapojení do portálu John Deere Operational Center pro efektivní správu pozemků a plánování operací.

Během podzimu 2022 firma sjednala nákup precizního rozmetadla Rach AXIS H 30.2 EMC pro variabilní aplikace minerálních hnojiv, které bylo dodáno na začátku roku 2023.

Kromě toho byl pořízen software od společnosti CleverFarm, včetně senzoru pro monitoring srážkového úhrnu, teploty, vlhkosti, směru a sílu větru.

Na přelomu roku 2022/2023 J. Agro implementovala novou řídicí jednotku na secí stroj Horsh Pronto 3 DC, čímž z něj vytvořila modelový stroj pro rok 2023. Tento stroj nyní umožňuje variabilní aplikaci materiálu na pozemek a automatické zapínání a vypínání secího ústrojí dle předem naprogramované předpisové mapy.

V létě 2023 byly zaznamenány první výnosové mapy kombajnem John Deere 9780i CTS, které byly následně očištěny a kalibrovány. Podzim roku 2023 znamenal další rozvoj v precizním zemědělství, když společnost navázala spolupráci s firmou SAS AGRO. Ta poskytla pokročilejší systém pro precizní zemědělství (Cropwise), včetně instalace telematických jednotek na hlavní stroje. Díky tomu mohla firma monitorovat pojezdy na jednotlivých pozemcích a minimalizovat nežádoucí utužení půdy. Tato postupná implementace technologií precizního zemědělství umožnila společnosti J. Agro s.r.o. efektivněji spravovat svá pole, zvýšit produktivitu, snížit ekologickou stopu a zároveň přizpůsobit se neustále se měnícím podmínkám v zemědělském sektoru.

4 Výsledky a diskuse

4.1 Implementace a vyhodnocení technologií

Následující kapitola představuje vyhodnocení implementovaných technologií v zemědělském podniku J. Agro, které se zaměřuje na integraci jak kvalitativních, tak kvantitativních metod hodnocení. Tento přístup nám umožňuje získat hlubší pochopení o užitečnosti a efektivitě technologií, které byly nasazeny v rámci přechodu z konvenčního na precizní zemědělství. Základem našeho kvalitativního vyhodnocení jsou strukturované rozhovory s uživateli zařízení ve společnosti J. Agro, které odhalují klíčové informace o tom, jak technologie ovlivňují každodenní provoz a ekonomickou efektivitu podniku.

Kvantitativní vyhodnocení probíhá na základě poskytnutých údajů od výrobců daných zemědělských strojů o výkonnosti a efektivitě zařízení, jako je například precizní rozmetadlo Rach Axis H 30.2 EMC, secí stroj Horsch nebo řídicí jednotka. Tyto zařízení hrají zásadní roli v optimalizaci zemědělských procesů. Vedle těchto zařízení jsme se věnovali i vyhodnocení softwarových řešení jako CleverFarm a Cropwise nebo systémů automatického řízení, které jsou nezbytné pro moderní zemědělské podnikání. Tyto technologie představují klíčové komponenty pro zefektivnění práce a zvyšování produktivity, zatímco současně snižují vliv zemědělství na životní prostředí.

V kontextu přechodu z konvenčního zemědělství na precizní zemědělství v rozmezí přibližně 1,5 roku jsme narazili na výzvu spočívající v omezené kvantifikaci některých ukazatelů. Tento omezený časový rámec představuje výzvy v měření dlouhodobých dopadů a efektivnosti nově implementovaných technologií. Abychom přesto mohli poskytnout ucelený pohled na dopady těchto technologií, provedli jsme kvalitativní vyhodnocení pomocí strukturovaných rozhovorů se třemi kompetentními uživateli zařízení. Tito uživatelé sledují nejen ekonomické dopady a využití strojů, ale také poskytují cenné vhledy do praktických zkušeností a percepce, které jsou klíčové pro pochopení dopadů implementace pokročilých technologií na zemědělský sektor.

Celkově, díky kombinaci kvalitativních a kvantitativních metod, představuje kapitola 4.1 komplexní obrázek o přínosech a výzvách spojených s implementací hmotných i nehmotných zařízení.

4.1.1 Vyhodnocení GPS přijímače John Deere a automatického řízení

Prvním balíčkem inovativních zařízení, které společnost J. Agro implementovala byl GPS přijímač a automatické řízení od společnosti John Deere. Tyto technologie není možné vyhodnotit kvantitativně nebo ekonomicky. Z tohoto důvodu byl proveden strukturovaný rozhovor, který se soustředí na kvalitativní faktory, které implementace přinesla pro společnost a jejich pracovníky. Tento rozhovor je k nahlédnutí v příloze č. 1.

Náklady na implementaci a pořízení zařízení GPS a automatického řízení (bez DPH):

- GPS přijímač John Deere StarFire 6000
Pořízení 81 400 Kč, aktivace přesného signálu + licence 75 500 Kč.
- GPS přijímač John Deere StarFire 6000
Pořízení 62 000 Kč (základní signál)
- John Deere Universal Display 4640
Pořízení 123 000 Kč, aktivace pro automatické řízení 68 750 Kč, aktivní variabilní aplikace 54 000 Kč, aktivace sekční kontrola 54 000 Kč, držák displaye 6000 Kč.
- Instalační balíček automatického řízení pro dva traktory 49 500 Kč, výdaje spojené s instalací 168 000 Kč.

Tabulka č. 1 níže se soustředí na pozitivní očekávané změny, které v rámci průzkumu společnost J. Agro před pořízením brala v úvahu.

Tabulka 1 Očekávané změny spojené s implementací automatického řízení a GPS John Deere

	Očekávané pozitivní změny pro podnik J. Agro
GPS přijímače John Deere StarFire 6000 John Deere Universal Display 4640 Instalační balíček automatického řízení	Zvýšená přesnost a efektivita: GPS přijímače umožní společnosti provádět zemědělské operace s vysokou přesností, což sníží překrývání a plýtvání materiálem. To povede k efektivnějšímu využití hnojiv, osiv a postřiků. Snížení nákladů: Přesnější aplikace vstupů a snížení plýtvání znamená nižší náklady na hnojiva, osiv a chemikálie, což má pozitivní dopad na finanční zdraví podniku. Optimalizace tras a času: Díky GPS navigaci mohou traktory a další stroje pracovat efektivněji, s minimálním překryvem a zbytečným pohybem. To šetří čas a palivo. Lepší správa dat a informací: Univerzální display slouží jako centrální hub pro správu a analýzu dat. To umožní J. Agro lépe sledovat a analyzovat informace o svých

	<p>pozemcích a operacích, což vede k informovanějšímu rozhodování.</p> <p>Zvýšení udržitelnosti: Přesnější a efektivnější používání zdrojů sníží ekologickou stopu podniku, což je v souladu s rostoucími požadavky na udržitelné zemědělské praktiky.</p> <p>Zlepšení kvality a výnosů: Přesné a cílené aplikace hnojiv a ochrany rostlin mohou vést k lepšímu zdraví plodin a vyšším výnosům.</p>
--	---

Zdroj: rozhovor s producentem, 2023

Kvalitativní vyhodnocení GPS a automatického řízení na základě provedených polostrukturovaných rozhovorů

Z analýzy odpovědí uživatelů lze vyvodit několik klíčových závěrů ohledně dopadu implementace GPS přijímačů a automatického řízení John Deere na zemědělskou praxi. Respondenti se shodují na značném zlepšení přesnosti a efektivnosti pracovních operací, úspoře nákladů na hnojiva, osiva a chemikálie, příspěvku k udržitelnosti zemědělské praxe, a potenciálním zlepšení kvality a výnosů plodin. Detailní analýza odpovědí odhaluje specifické aspekty těchto zlepšení.

Zlepšení přesnosti a efektivnosti: Uživatelé pozorují výrazné zvýšení přesnosti veškerých operací na poli, s přesností dosahující až 98-99%. Toto zlepšení je připisáno použití kombinace GPS přijímače a dalších technologií od John Deere, které umožňují navádění strojů podle stejných naváděcích linií napříč různými traktory a zemědělskými zařízeními. Tato vysoká úroveň přesnosti umožnila optimální výsev plodin ve správných termínech a zefektivnění používání zemědělských strojů.

Úspora nákladů na hnojiva, osiva a chemikálie: Uživatelé hlásí významné úspory při používání hnojiv, osiv a chemikálií díky vyšší přesnosti aplikace těchto materiálů. Tato úspora přispívá k redukci nákladů a zvyšuje efektivitu využití vstupních materiálů. Přesná aplikace znamená, že materiály jsou aplikovány přesně tam, kde jsou potřeba, což minimalizuje plýtvání a zvyšuje potenciální výnosy.

Příspěvek k udržitelnosti: Implementace GPS technologií od John Deere je viděna jako významný příspěvek k udržitelnosti zemědělské praxe. Respondenti poznamenávají snížení spotřeby nafty a tím pádem snížení uhlíkové stopy jejich hospodaření. Toto snížení je částečně připisáno efektivnějšímu plánování a provedení polních operací, což vede k méně duplikacím práce a snížené spotřebě paliva.

Potenciální zlepšení kvality a výnosů plodin: Ačkoliv je k určení dlouhodobějších dopadů GPS technologií na kvalitu a výnosy plodin zapotřebí více času, respondenti vyjadřují optimistické očekávání, že tyto technologie přinesou pozitivní nárůst v těchto oblastech. Očekává se, že přesnější vedení a správa polí pomocí GPS technologií umožní optimalizovat využití zdrojů, což by mělo vést k zlepšení kvality plodin a zvýšení jejich výnosů.

Specifické výhody a výzvy: Všichni uživatelé zdůrazňují konkrétní výhody, jako je zvýšení radosti z práce díky větší přesnosti a efektivitě, lepší kontrola a přehled během práce, snížení stresu, a jednodušší plánování operací díky lepšímu software. Tyto výhody vedou k výrazně produktivnější práci a zlepšenému využití času a materiálů.

Celkově lze konstatovat, že implementace GPS přijímačů John Deere má pozitivní dopad na zemědělskou praxi v různých aspektech, od zvýšení přesnosti a efektivity práce, přes úsporu nákladů, až po příspěvek k udržitelnosti a potenciální zlepšení výnosů.

4.1.2 Vyhodnocení implementovaného zařízení Rach Axis H 30.2 EMC

Dalším zařízením, které bylo nově pořízeno za účelem technologické inovace zemědělského podniku a je rozmetadlo Rach AXIS H 30.2 EMC. V tabulce č. 2 jsou uvedené pozitivní změny, které by se měly projevit v úspoře hnojiv precizní aplikací.

Tabulka 2 Očekávané změny spojené s implementací rozmetadla

	Očekávané pozitivní změny pro podnik J. Agro
Rozmetadlo Rach AXIS H 30.2 EMC	<p>Zvýšená přesnost aplikace hnojiv: Rozmetadlo umožní J. Agro aplikovat hnojiva s vysokou přesností. To znamená, že hnojivo bude aplikováno přesně tam, kde je to potřeba, a v optimálním množství, což zvyšuje účinnost hnojení a zároveň snižuje zbytečné plýtvání a dopad na životní prostředí.</p> <p>Úspora nákladů a materiálů: Díky efektivnější a cílenější aplikaci hnojiv může firma očekávat významnou úsporu nákladů na hnojiva. Menší množství ztraceného hnojiva také snižuje celkové náklady spojené s hnojením.</p> <p>Zlepšení zdraví půdy a výnosů: Přesné dávkování hnojiv zvyšuje zdraví půdy a zlepšuje podmínky pro růst plodin, což může vést k lepším výnosům a vyšší kvalitě plodin.</p>

Zdroj: rozhovor s producentem, 2023

Náklady na pořízení rozmetadla pro precizní zemědělství Rach AXIS H 30.2 EMC

byly vyčísleny částkou 545 000 Kč bez DPH.

Implementací nového rozmetadla Rach AXIS H 30.2 EMC by mělo dle specifikací výrobce dojít ke 12% úspoře za hnojiva. Predikované snížení o 12% představuje úsporu ve výši 194 400 Kč z celkových nákladů 1 620 000 Kč v roce 2022. Následující výpočet má za cíl zjistit dobu návratnosti investice do technologického zařízení.

Doba návratnosti investice:

Celkové náklady na investici jsou 545 000 Kč (nákup rozmetadla bez dalších nákladů na instalaci). Roční úspora je 194 400 Kč, což je 12% úspora nákladů na hnojiva díky efektivnějšímu využití.

$$\text{doba návratnosti} = \frac{545\,000}{194\,400} \approx 2,8 \text{ roku}$$

Tento výpočet predikuje, že investice do nového rozmetadla by se měla farmě J. Agro měla vrátit z úspor na hnojivech během přibližně 2,8 roku. Detailní rozbor úspory hnojiv je k nalezení v kapitole 4.2.3 Hnojiva.

4.1.3 Vyhodnocení zařízení řídicí jednotka pro secí stroj Horsch Pronto

Nákupem řídicí jednotky Horsch Pronto 3 DC si farma slibuje snížit náklady v oblasti osiv a samotného procesu setí o 10% na základě specifikací výrobce. Implementace řídicí jednotky na konvenční secí stroj zdokonalí zejména přesnost setí, kdy kolejové linie jsou od sebe díky navigaci vzdálené přesně 3 metry a secí ústrojí je automaticky schopno se vypínat na souvratích.

Tabulka 3 Očekávané změny spojené s implementací řídicí jednotky

	Očekávané pozitivní změny pro podnik J. Agro
Řídicí jednotka pro secí stroj Horsch Pronto 3 DC	<p>Zvýšená přesnost setí: Nová řídicí jednotka umožní preciznější kontrolu nad setím, což zahrnuje lepší umístění semen a optimální hloubku setí. To vede k rovnoměrnějšímu klíčení a vývoji plodin.</p> <p>Úspora semen a zdrojů: Přesné dávkování a umístění semen sníží množství potřebných semen a minimalizuje plýtvání. Toto nejen snižuje náklady, ale také zvyšuje efektivitu celého setí.</p>

	<p>Zlepšení výnosů: Lepší kontrola nad setím může přispět k vyšším výnosům, protože plodiny jsou vysazeny v optimálních podmínkách pro růst.</p> <p>Flexibilita a adaptabilita: Nová technologie umožňuje flexibilnější přizpůsobení setí podmínkám půdy a klimatu, což je zásadní pro řešení výzev spojených s klimatickými změnami a variabilitou půdy.</p>
--	---

Zdroj: rozhovor s producentem, 2023

Náklady a přínosy řídicí jednotky

Náklady na pořízení řídicí jednotky pro secí stroj Horsch Pronto 3 DC zahrnují nákup řídicí jednotky včetně instalace 63 600 Kč. Předpokladem pořízení jednotky pro secí stroj bylo, že jejím využitím bude snížení množství použitých osiv. Účetní uzávěrka roku 2023 vykazuje následující náklady na nákup osiv, které jsou dále distribuovány na jednotlivá pole pomocí přesného setí nové řídicí jednotky Horsch Pronto 3 DC implementované na konvenční secí stroj: Kalendářní rok 2023 – 918 000 Kč.

Kvantifikovaná úspora implementace nové řídicí jednotky pro precizní zemědělství:

Implementací řídicí jednotky Horsch Pronto by mělo na základě specifikací výrobce ušetřit 10% nákladů na osiva. Tato predikce představuje částku 91 800 Kč z celkových nákladů 918 000 Kč. Následující výpočet má stejný cíl zjistit dobu návratnosti investice do technologického zařízení.

Doba návratnosti investice:

Celkové náklady na investici jsou 63 600 Kč (nákup řídicí jednotky a náklady na instalaci).

Roční úspora je 91 800 Kč, což je 10% úspora nákladů na osiva díky efektivnějšímu využití.

$$\text{doba návratnosti} = \frac{63600}{91800} \approx 0.69 \text{ roku}$$

Doba návratnosti investice do řídicí jednotky, včetně nákladů na instalaci ve výši 63 600 Kč, s roční úsporou 91 800 Kč na osivech díky efektivnějšímu využití, by měla být přibližně 0.69 roku, což znamená, že investice by se měla vrátit za méně než jeden rok.

4.1.4 Vyhodnocení software CleverFarm

Kvalitativní vyhodnocení software CleverFarm z pohledu uživatelů společnosti J. Agro v precizním zemědělství má za cíl zaměřit se na změny, které implementace tohoto zařízení

přinesla. Strukturovaný rozhovor s pracovníky společnosti J. Agro je k náhledu v příloze č. 1.

Náklady na pořízení software CleverFarm jsou 22 500 Kč bez DPH na rok.

Níže v tabulce č. 4 jsou nastíněné očekávané změny, které společnost J. Agro před implementací očekával.

Očekávané změny spojené s implementací software CleverFarm

Tabulka 4 Očekávané změny spojené s implementací software CleverFarm

	Očekávané pozitivní změny pro podnik J. Agro
Software CleverFarm	<p>Monitorování a analýza dat: CleverFarm umožňuje shromažďování a analýzu dat z různých zdrojů, včetně senzorů pro monitorování podmínek v terénu, jako jsou srážky, teplota a vlhkost. Možnost efektivně reagovat na měnící se podmínky a optimalizovat využití zdrojů.</p> <p>Vytváření předpisových map: Pomocí dat shromážděných CleverFarm lze vytvářet předpisové mapy pro variabilní aplikaci hnojiv a postřiků, což zvyšuje efektivitu a snižuje ekologický dopad.</p> <p>Optimalizace výnosů: Platforma může pomoci analyzovat výnosové mapy a identifikovat oblasti pro zlepšení. Tím umožňuje J. Agro cíleně zasahovat do procesů s cílem zvýšit výnosy a snížit plýtvání.</p> <p>Prediktivní analýzy a modelování: CleverFarm může nabídnout pokročilé analýzy a modelování, které předpovídají budoucí trendy a pomáhají v plánování sezónních aktivit, od setí po sklizeň.</p>

Zdroj: rozhovor s producentem, 2023

Kvalitativní vyhodnocení software CleverFarm na základě polostrukturovaných rozhovorů

Z analýzy odpovědí uživatelů ohledně používání softwaru CleverFarm lze identifikovat klíčové body, na kterých se respondenti shodují, a také specifické výhody a výzvy, které s používáním tohoto nástroje souvisí. Tyto informace poskytují ucelený pohled na efektivitu CleverFarmu ve sběru, sledování a analýze dat o zemědělských operacích a stavu polí.

Sběr, sledování a analýza dat: Respondenti pozitivně hodnotí schopnost CleverFarmu sbírat, sledovat a analyzovat data týkající se zemědělských operací a stavu polí. I přes některé uvedené chyby a omezení, jako je spoléhání na jediný zdroj dat (satelity Sentinel), který

může mít omezenou frekvenci sběru dat, uznávají uživatelé, že software funguje dobře za příznivých meteorologických podmínek a významně přispívá k digitalizaci zemědělství.

Plánování a přizpůsobení aktivit: CleverFarm je oceněn za jeho příspěvek k lepšímu plánování a přizpůsobení zemědělských aktivit aktuálním a předpovídaným podmínkám. Díky sběru dat z meteorostanic a možnosti porovnávat aktuální situaci s historickými daty, mohou zemědělci lépe rozhodovat o optimálním časování a intenzitě aplikace agrochemikálií a jiných vstupů.

Monitorování podmínek na poli: Hodnocení schopnosti softwaru shromažďovat a analyzovat data pro monitorování podmínek na poli je smíšené. Někteří respondenti poukazují na omezení vyplývající z používání satelitů Sentinel s nižší frekvencí záznamu ve srovnání s alternativami jako je CropWise, což může ovlivnit četnost a přesnost získávaných dat. Přesto je software vnímán jako užitečný nástroj pro získávání přehledu o stavu polí.

Přesné řízení zdrojů: V oblasti přesného řízení zdrojů, jako jsou hnojiva a voda, reportují respondenti zlepšení díky použití CleverFarmu. Software pomáhá identifikovat různé výnosové potenciály a umožňuje odlišné přístupy k aplikaci vstupů na různých parcelách, což vede k efektivnější distribuci hnojiv a lepšímu využití zdrojů.

Největší výhody: Mezi hlavní výhody, které CleverFarm přinesl uživatelům, patří efektivnější redistribuce hnojiv, lepší pochopení problematiky precizního zemědělství a udržitelnosti, zvýšená pohodlnost a efektivita práce, jednoduchost používání a lepší dostupnost a analýza dat. Závěr Celkově lze konstatovat, že CleverFarm je vnímán jako cenný nástroj pro podporu precizního zemědělství, i když s určitými omezeními. Poskytuje klíčové informace pro lepší rozhodování, efektivnější řízení zdrojů a podporuje udržitelné zemědělské praktiky. Tyto zjištění mohou sloužit jako základ pro další rozvoj a optimalizaci používání softwaru Clever Farm v praxi.

4.1.5 Vyhodnocení software Cropwise

Kvalitativní vyhodnocení software Cropwise z pohledu pracovníků v precizním zemědělství má za cíl zaměřit se na změny, které implementace tohoto zařízení přinesla. Strukturovaný rozhovor s jednotlivými pracovníky společnosti J. Agro je k náhledu v příloze č. 1.d

Náklady na pořízení software Cropwise (bez DPH):

- Roční paušální částka je stanovena na 11 250 Kč.

Níže v tabulce č.5 jsou nastíněné očekávané změny, které společnost J. Agro před implementací očekávala.

Tabulka 5 Očekávané změny spojené s implementací software Cropwise

	Očekávané pozitivní změny pro podnik J. Agro
Software Cropwise	<p>Pokročilé sledování a analýza dat: Cropwise umožňuje sběr, sledování a analýzu rozsáhlých dat o zemědělských operacích a stavu polí. To zahrnuje informace o počasí, stavu půdy, vývoji plodin a mnoho dalších faktorů.</p> <p>Lepší předpovědi a plánování: Systém může pomoci J. Agro lépe plánovat a přizpůsobovat své aktivity podle aktuálních a předpovídaných podmínek. To zahrnuje optimální načasování setí, hnojení a sklizně.</p> <p>Efektivní řízení zdrojů: Cropwise pomáhá v přesném řízení zdrojů, jako jsou hnojiva a voda, což snižuje náklady a zvyšuje udržitelnost.</p>

Zdroj: rozhovor s producentem, 2023

Kvalitativní vyhodnocení software Cropwise na základě polostrukturovaných rozhovorů

Z analýzy odpovědí respondentů o používání softwaru Cropwise lze vyvodit několik vztyčných bodů ohledně jeho efektivity v sběru, sledování a analýze dat o zemědělských operacích a stavu polí, a také porovnat jeho přínosy ve srovnání s jinými technologiemi, jako je CleverFarm.

Efektivita sběru, sledování a analýzy dat: Respondenti hodnotí Cropwise jako velmi efektivní a spolehlivý software pro sběr, sledování a analýzu dat, který poskytuje větší četnost a vyšší rozlišení dat než jiné porovnávané technologie. Uživatelé pozorují, že Cropwise je schopen poskytovat spolehlivější data a umožňuje lepší identifikaci výnosových zón na pozemku a rychlejší identifikaci problémových míst.

Příspěvek k plánování a přizpůsobení aktivit: Software je oceněn za jeho příspěvek k lepšímu plánování a přizpůsobení zemědělských aktivit aktuálním a předpovídaným podmínkám, díky přístupu k bohatším a detailnějším datům. To umožňuje uživatelům efektivně rozhodovat a plánovat dopředu zemědělské operace.

Monitorování podmínek na poli: Cropwise je hodnocen jako lepší v monitorování podmínek na poli ve srovnání s jinými technologiemi, především díky vyšší frekvenci

snímkování a komplexitě systému. Umožňuje rychlou a efektivní analýzu dat a identifikaci specifických potřeb polí, jako je variabilní hnojení dusíkem.

Přesné řízení zdrojů: I když někteří respondenti zatím nejsou schopni hodnotit výsledky v oblasti přesného řízení zdrojů (hnojiv, vody atd.) kvůli krátké době používání, očekávají zlepšení díky přesnějším datům, která Cropwise poskytuje.

Konkrétní přínosy: Cropwise přináší specifické výhody ve srovnání s jinými technologiemi, včetně lepší integrace s farmářskými operačními systémy, možnosti přesného sledování nákladů na jednotlivé parcely, integrace telematických jednotek pro sledování spotřeby nafty a efektivnější snižování uhlíkové stopy. Jako nevýhodu uživatelé uvádějí absence protokolů pro kontrolu použití pesticidů a hnojiv v souladu se zákony a pro odesílání reportů kontrolním orgánům.

Celkově je Cropwise vnímán jako propracovanější a poskytující detailnější a spolehlivější data než jiné srovnávané technologie, což přispívá k efektivnějšímu řízení zemědělských operací, lepšímu plánování a monitorování podmínek na poli. Tyto zjištění naznačují, že Cropwise může být cenným nástrojem pro zemědělce hledající způsoby, jak zvýšit efektivitu a udržitelnost své práce.

Na základě vyhodnocení implementovaných zařízení v kapitole 4.1 jsou dále sledovány faktory precizního zemědělství u konkrétního podniku J. Agro, které jsou rozděleny do kategorií v následující kapitole 4.2.

4.2 Sledované faktory ve vybraném podniku

Následující kapitola vyhodnocuje vybrané faktory precizního zemědělství v konkrétním zemědělském podniku J. Agro. Tyto faktory navazují na implementaci zařízení a softwarů v rámci přechodu z konvenčního na precizní zemědělství v předchozí kapitole 4.1.

4.2.1 Obaly

V roce 2023 se zemědělský podnik J. Agro s.r.o. stále více zaměřuje na integraci principů precizního zemědělství, které jsou klíčové pro snižování ekologické stopy a zvyšování efektivnosti zemědělské produkce. Jedním z hlavních aspektů této strategie je proaktivní přístup k řízení odpadů zavedený už v roce 2021, který je nejenom v souladu s environmentálními standardy, ale také reflektuje snižující se spotřebu zdrojů, jako jsou hnojiva a osiva.

Obalové materiály používané v podniku J. Agro s.r.o. jsou plastové nádoby, barelové nádoby a big bagy, které jsou navrženy pro cirkulaci a opakované použití. Tyto obaly jsou vždy navraceny dodavatelům a znovu využity, což eliminuje produkci odpadů z těchto zdrojů. V kontextu precizního zemědělství a snížené spotřeby hnojiv a osiv došlo k redukci použití big bagů, ale díky jejich vratnému designu nebyl tento pokles na úkor zvýšení odpadů.

Mezi lety 2022 a 2023 došlo ke snížení použitých hnojiv precizním zemědělstvím u zkoumaných plodin – ječmen jarní, pšenice setá a cukrovka o 18,6% viz. kapitola 4.2.3. V roce 2022 bylo celkem použito na tyto plodiny 55757 kg minerálních hnojiv, přičemž jeden bigbag pojme 500 kg hnojiv. Výpočet níže interpretuje o kolik dojde ke snížení počtu použitých bigbagů, pokud budeme vycházet z původní hodnoty použitých hnojiv v roce 2022.

$$\text{Úspora v kg} = 55757 \times \frac{18,6}{100} = 10370,8 \text{ kg}$$

$$\text{Počet ušetřených bigbagů} = \frac{10370,8}{500} = 20,74$$

Z výpočtu vyplývá, že díky přechodu na precizní zemědělství zaznamenala společnost J. Agro významnou úsporu ve spotřebě hnojiv pro plodiny jako pšenice, ječmen a cukrovka, což v roce 2023 vedlo k redukci o 10370,8 kg ve srovnání s předchozím rokem. Tato úspora představuje snížení o 18,6% a má za následek zredukování potřebného počtu bigbagů o více než 20, při zachování stejného objemu použitých minerálních hnojiv jako v předchozím roce. Tento pokles je nejen významným přínosem pro efektivitu využívání zdrojů, ale také přináší řadu vedlejších efektů.

Jedním z těchto vedlejších efektů je uvolnění skladovacího prostoru, který byl dříve vyžadován pro uložení těchto bigbagů. Toto dodatečné místo může být nyní využito pro skladování jiných zemědělských potřeb nebo produktů, což přispívá k lepší organizaci a efektivnějšímu využití skladových kapacit. Dalším důležitým aspektem je úspora lidské práce, neboť manipulace s menším počtem bigbagů znamená méně času a úsilí vynaloženého na jejich přesun. Tato úspora práce nejen snižuje náklady spojené s manipulací, ale také umožňuje přesměrování lidských zdrojů na jiné produktivní činnosti v rámci podniku. Výsledkem je, že přechod na precizní zemědělství nabízí společnosti J. Agro nejen přímé finanční úspory spojené se snížením spotřeby hnojiv, ale také řadu dalších operativních a logistických výhod, které zvyšují celkovou efektivitu a konkurenceschopnost podniku.

4.2.2 Pohonné hmoty

Precizní zemědělství, zavedené v roce 2023, přineslo úspory pohonných hmot díky své schopnosti přesně určovat parametry půdních bloků. I když nebylo možné specificky rozepsat jednotlivé operace prováděné na poli, celkové hospodaření zůstalo na stejné výměře plochy jako v předchozím roce.

Klíčovým výsledkem přesného zemědělství bylo výrazné snížení spotřeby paliva viz tabulka č.6 níže, které bylo dosaženo optimalizací trajektorií jízd pracovních souprav. Tato optimalizace umožnila zkrátit pracovní jízdy a počet otáček na souvrati, což příznivě ovlivnilo tvar a svažitost půdního bloku. Optimalizace pracovních jízd nejenže snížila spotřebu paliva, ale také vedla k poklesu plochy přejeté půdy na pozemku. To mělo za následek značné omezení zhutnění půdy. Kromě toho, díky přesnému vzorkování půdy bylo možné aplikovat hnojivo pouze tam, kde bylo skutečně potřeba, což přispělo k další úspoře pohonných hmot. Tyto metody přesného zemědělství nejenže zvýšily efektivitu používání zdrojů, ale také měly pozitivní dopad na životní prostředí tím, že snížily množství používaných hnojiv a emisí spojených s jejich aplikací.

Tabulka 6 Spotřeba pohonných hmot

2022	2022	2023	2023
Objem spotřebované nafty v litrech	Celková částka spotřebované nafty v Kč	Objem spotřebované nafty	Celková částka spotřebované nafty v Kč
22528	782000	18313	524000

Zdroj: účetnictví zemědělského podniku, 2024

Meziroční procentní změna spotřeby pohonných hmot z roku 2022 na rok 2023 je přibližně -18.71%, což představuje 4215 litrů.

Průměrná cena pohonných hmot:

2022 – 34,71 Kč/litr

2023 – 28,61/litr

Pro ekonomické vyjádření meziročního snížení spotřeby pohonných hmot je využita průměrná cena nafty z roku 2023, jejíž vynásobením meziročního rozdílu 4215 litrů je vyčíslena suma **120 591,- Kč**. Tato suma představuje rozdíl ve spotřebě pohonných hmot po přechodu na precizní zemědělství v roce 2023 při hospodaření na stejné výměře 150 hektarů s totožnými polními plodinami.

4.2.3 Hnojiva

Níže uvedené tabulky představují výsledky záznamů kvantitativních ukazatelů spotřeby hnojiv pro tři plodiny (cukrovka, ječmen jarní a pšenice setá ozimá) v letech 2022 a 2023. Výsledné hodnoty jsou vypočítané na základě detailních dat včetně přesného data aplikace hnojiv viz. tabulky k náhledu v příloze č. 2 a 3.

Data jsou strukturovaná podle roku, typu plodiny, výměry pěstované plochy v hektarech a množství použitého hnojiva v kilogramech. Z tabulky je patrné, že největší plocha byla v obou letech věnována pšenici seté ozimé, zatímco nejmenší plocha byla věnována ječmenu jarnímu. Množství použitého hnojiva je přímo úměrné velikosti obdělávané plochy.

Tabulka 7 Spotřeba hnojiv

Rok	Plodina	Výměra v hektarech	Množství použitých hnojiv	Jednotky
2022	Cukrovka	81,62	16322	Kg
2022	Ječmen jarní	61,1	10171	Kg
2022	Pšenice setá ozimá	114,62	29264,38	Kg
2023	Cukrovka	68,92	13136,97	Kg
2023	Ječmen jarní	126,35	16504,25	Kg
2023	Pšenice setá ozimá	265	47599,8	Kg

Zdroj: CleverFarm, 2024

Tabulka č.8 níže poskytuje detailnější pohled na efektivitu využití hnojiv, kde je ukázáno množství hnojiv na hektar, změny množství hnojiv na hektar mezi oběma lety a procentuální meziroční změnu. Z těchto dat je zřejmé, že došlo k významnému snížení spotřeby hnojiv na hektar pro všechny sledované plodiny. Největší procentuální pokles je vidět u pšenice seté ozimé, což může svědčit o vysoké efektivitě nově zavedených technologií.

Tabulka 8 Sumarizované údaje o spotřebě hnojiv

	2022 Kg/ha	2023 Kg/ha	Změna kg na ha	Meziroční změna v %
Cukrovka	199,975	190,611	9,36	-4,68
Ječmen	166,46	130,62	35,84	-21,5
Pšenice	255,31	179,62	75,69	-29,64
Průměrná změna				18,6 %

Zdroj: CleverFarm, 2024

Z údajů je patrné, že došlo k poklesu množství použitých hnojiv na hektar u všech tří plodin od roku 2022 do roku 2023. Například u cukrovky se spotřeba snížila z 199,975 Kg/ha v

roce 2022 na 190,611 Kg/Ha v roce 2023, což představuje pokles o 9,36 Kg/Ha, nebo meziroční změnu o -4,68 %. U ječmene jarního došlo k výraznějšímu snížení o 35,84 Kg/Ha, což je meziroční pokles o 21,5 %. Pšenice setá ozimá vykázala snížení o 75,69 Kg/Ha, což je meziročně -29,64 %.

Implementace přesného rozmetadla Rach AXIS H 30.2 EMC, GPS do traktorů, automatického řízení a softwaru pro správu zemědělských operací, vedlo k významnému snížení spotřeby hnojiv a to v průměru 18,6% na tyto tři zkoumané plodiny. To je podpořeno i vzorkováním půd, které je ekonomicky vyjádřeno v **kapitole 4.2.6**, což přispívá k lepšímu pochopení nutričních potřeb půdy a umožňuje přesnější aplikaci hnojiv. Zaznamenané snížení spotřeby hnojiv překračuje očekávané snížení o 12 % dle výrobce rozmetadla, což naznačuje, že kombinace všech zavedených technologií vede k ještě větším úsporám a lepší efektivitě, než bylo původně předpokládáno.

4.2.4 Přípravky na ochranu rostlin

Společnost J. Agro v současnosti využívá zastaralý postřikovač Hardi Ranger 2200 z roku 2007, který již nedosahuje optimální efektivity požadované pro moderní postřikovací operace. Tento starší model, ač spolehlivý, neposkytuje pokročilé funkce a přesnost, které jsou nyní k dispozici s nejnovějšími technologiemi precizního zemědělství. V kontextu snahy o zvýšení efektivity a snížení nákladů na ochranu rostlin se zdá být přechod na novější a technologicky pokročilejší zařízení jako nezbytný krok vpřed.

Přechod společnosti J. Agro na precizní zemědělství byl doposud úspěšný v několika oblastech, avšak využívání konvenční technologie v postřikování POR představuje významnou překážku pro plné využití potenciálu precizního zemědělství. Stávající postřikovač nepodporuje integraci s pokročilými systémy řízení a monitorování, které jsou klíčové pro precizní aplikaci agrochemikálií a efektivní správu polí. Tento nedostatek je v kontrastu s celkovou strategií společnosti směřující k maximalizaci výnosů a minimalizaci dopadů na životní prostředí.

V této souvislosti doporučuji společnosti J. Agro investici do nového postřikovače NAPA, který představuje špičku v technologii postřikovačů vhodných pro precizní zemědělství. S větší kapacitou nádrže, rozšířeným záběrem ramen a integrovanými systémy pro přesnou aplikaci a monitorování, NAPA nabízí výrazné zlepšení v efektivitě práce, úsporách agrochemikálií a adaptabilitě na různé podmínky polí. Tato modernizace nejenže posílí postavení společnosti J. Agro jako lídra v oblasti udržitelného a efektivního zemědělství, ale

také zkompletizuje jejich přechod k plně integrovanému preciznímu zemědělskému systému, zejména v klíčovém segmentu postřikování.

Srovnání strojů

Porovnání mezi stávajícím postřikovačem Hardi Ranger 2200, který společnost J. Agro využívá od roku 2007, a navrhovaným postřikovačem NAPA ukazuje řadu klíčových rozdílů a potenciálních výhod, které mohou přinést značné zefektivnění práce a finanční úspory.

Konvenční postřikovač Hardi Ranger 2200 (2007):

Kapacita nádrže: 2200 litrů.

Záběr ramen: Typicky nižší než u novějších modelů, často do 24 metrů.

Technologie: Omezené možnosti přesné aplikace a monitorování, absence moderních ISOBUS systémů pro kontrolu a dokumentaci.

Efektivita: Menší kapacita nádrže a potenciálně nižší přesnost aplikace vedou k častějším doplňováním a potenciálně vyšší spotřebě chemikálií.

Precizní ostřikovač Agrio NAPA 3900 (2024):

Kapacita nádrže: 3900 litrů, což umožňuje delší nepřetržitou práci.

Záběr ramen: Až do 30 metrů, umožňuje efektivnější a rychlejší pokrytí velkých ploch.

Technologie: Včetně systému Stop-spray ISOBUS pro přesné ovládání a dokumentaci, což zvyšuje efektivitu a usnadňuje sledování spotřeby chemikálií.

Efektivita: Vyšší kapacita nádrže a pokročilá technologie znamenají méně doplňování a potenciální úsporu chemikálií díky přesnější aplikaci o 30% oproti konvenčnímu postřikovači.

Úspora chemikálií: Přesnější aplikace může vést k významným úsporám v nákladech na chemikálie. V závislosti na ceně chemikálií a rozsahu použití může toto představovat značnou roční úsporu.

Úspora času: Delší nepřetržitá práce a rychlejší pokrytí díky větší kapacitě nádrže a širšímu záběru ramen znamená úsporu pracovního času a nákladů na palivo.

Technologické výhody: Moderní ovládací systémy a dokumentace aplikace mohou zlepšit sledování a optimalizaci použití postřiků, což přispívá k dalším úsporám a zvyšuje výnosy.

Výpočet očekávané návratnosti investice

Celková cena nového postřikovače NAPA: 2 299 000 Kč

Roční náklady na postřiky pro rok 2023: 835 000 Kč

Očekávaná úspora na nákladech za postřiky: 30%

Výpočet roční úspory:

$$\text{Roční úspora} = 835\,000 \times \frac{30}{100} = 250\,500 \text{ Kč}$$

Výpočet návratnosti investice (ROI)

$$\text{ROI} = \frac{2299000}{250500} \approx 9,18 \text{ let}$$

S úsporou 30% na nákladech za postřiky firma J. Agro by mohla ročně ušetřit přibližně 250 500 Kč. Při nákupní ceně nového postřikovače NAPA ve výši 2,299,000 Kč by se investice do tohoto stroje vrátila za přibližně 9,2 let.

4.2.5 CO₂

Přechod na precizní zemědělství a zlepšení efektivity operací prováděných v zemědělském podniku J. Agro s.r.o. umožnilo významně snížit spotřebu pohonných hmot a minerálních hnojiv. Toto snížení má přímý dopad na množství uvolňovaného CO₂ a také ukazuje, že ekologická udržitelnost může jít ruku v ruce s ekonomickou efektivitou.

Výpočet níže ukazuje jak byla spotřeba nafty a minerálních hnojiv snížena a jaké to mělo konkrétní dopady na snížení uhlíkové stopy.

a) Pohonné hmoty (PHM)

Zemědělské stroje, jako jsou traktory a kombajny, jsou poháněny naftou a jejich provoz tak přispívá k celkovým emisím CO₂. V této kapitole se zaměříme na měřitelné výsledky, kterých bylo dosaženo v našem zemědělském podniku díky snížení spotřeby nafty. Mezi lety 2022 a 2023 jsme zaznamenali pokles spotřeby nafty o 4215 litrů.

Při přepočtu na emise CO₂ podle průměrného faktoru 2,68 kg CO₂ na litr nafty, lze kvantifikovat celkové snížení emisí, kterého bylo dosaženo, a posoudit tak přínos zemědělského podniku k ochraně životního prostředí (IEA 2020).

Níže je proveden výpočet úspory emisí CO₂ založený na meziročním snížení spotřeby nafty.

4215 litrů PHM × 2,68 kg CO₂ = 11296,2 kg CO₂

Na základě snížení spotřeby nafty o 4215 litrů mezi roky 2022 a 2023, zemědělský podnik ušetřil celkové množství přibližně 11296,2 kg CO₂. To je ekvivalentní úspoře přibližně 11,3 tun CO₂.

b) Minerální hnojiva

Implementace přesných zemědělských technologií, jako je rozmetadlo Rauch AXIS H 30.2 EMC, GPS do traktorů, automatické řízení a software pro správu zemědělských operací, má mnohostranný přínos. Jedním z nich je významné snížení spotřeby hnojiv. Úspora hnojiva na hektar díky těmto technologiím dosáhla 120,89 kg.

Když bereme v úvahu, že emise CO₂ spojené s výrobou vybraných minerálních hnojiv jsou 1,5 kg CO₂ na kilogram hnojiva, můžeme kvantifikovat celkovou úsporu emisí CO₂, kterou toto snížení spotřeby představuje. Výpočet níže kvantifikuje celkové úspory emisí CO₂ založený na úspoře hnojiva.

Při průměrném emisním koeficientu použitých hnojiv 1,5 kg CO₂ na kilogram hnojiva to představuje snížení emisí CO₂ o 181,335 kg na hektar. V přepočtu na tony to je přibližně 0,181 tony CO₂ na hektar.

1,5kg × 120,89kg/ha = 181,335 kg CO₂.

Toto značné snížení emisí je příkladem toho, jak efektivní management a inovativní přístupy v zemědělství mohou přinést nejen ekonomické výhody, ale také významně přispět k ochraně životního prostředí.

4.2.6 Vzorkování půdy

Jedním z klíčových faktorů precizního zemědělství je ve firmě vzorkování půd. S pořízením precizního rozmetadla, které je schopno na základě předpisových map aplikovat na pole variabilní dávky hnojiva přišla nutnost zařazení přesného vzorkování a tvorby map zásobenosti makroprvků. V roce 2023 byl ve spolupráci s firmou CleverFarm řešen požadavek 50 odběrů půdních vzorků, které formou testování Mehlich III sledovali půdní zásobenost fosforu, draslíku a dusíku. Dále také stanovili obsah Ph v půdách. Odběry byly

provedeny v 3 ha mřížce na celé výměře firmy. Každý z 50 vzorků má své přesné souřadnice a při jejich odběrech je vzorující tým naváděn pomocí GPS.

Náklady na vzorkování půdy činí 630 Kč za jeden vzorek. Celkové náklady tedy činí $50 \times 630 = 31\,500$ Kč.

4.2.6.1 Fosfor

Tabulka č.9 níže popisuje hodnoty fosforu ze vzorků odebraných z daných polí. Výsledkem odběru jednotlivých vzorků je situační mapa, kde jsou graficky znázorněny silná a slabá místa zkoumaných prvků na polích. Jednotlivé zóny určí, zdali je třeba daný prvek aplikovat, či nikoliv. V zónách, kde dosáhli hodnoty zkoumaného prvku vysoké hodnoty (zóny 60 a 80) se prvek nebude aplikovat po dobu tří hospodářských období (2023/2024 - 2025/2026) dle metodiky doporučení Výzkumného ústavu rostlinné výroby.

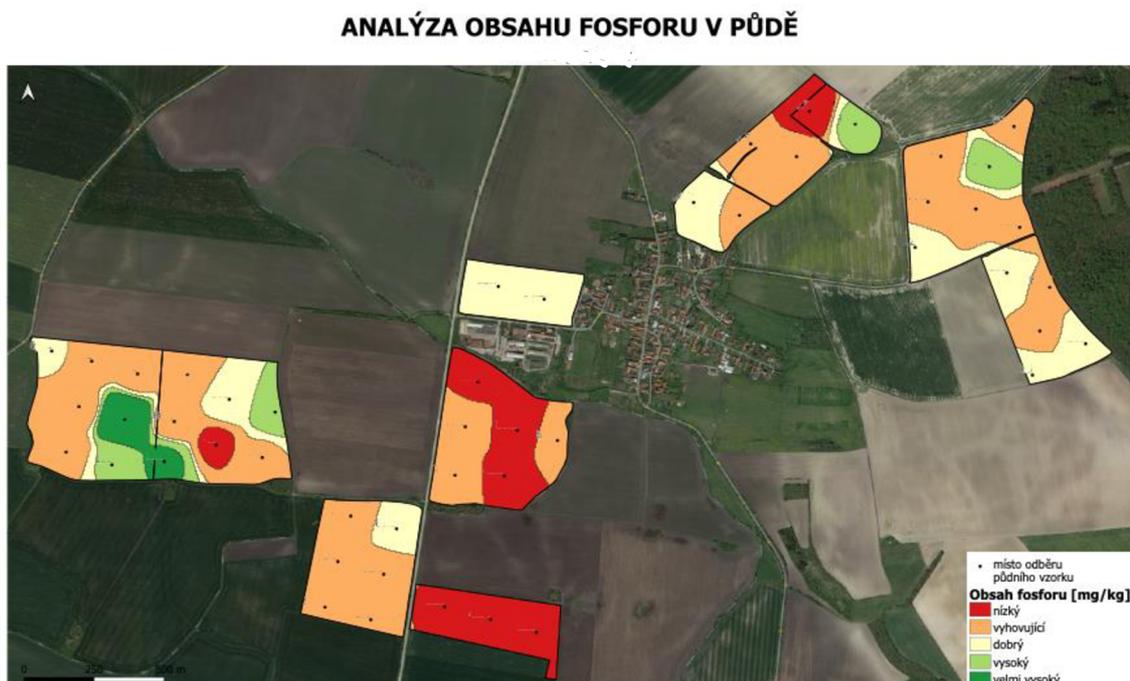
Tabulka 9 Přítomnost fosforu

Pole	Rozloha pole v ha	Zóna 0	Zóna 20	Zóna 40	Zóna 60	Zóna 80
Černá Úmyslovice	21,5	-	12,56	2,54	8,9	3,53
Černa Velenice	20,28	1,53	9,91	4,72	2,98	1,14
Za potokem	20,53	10,83	9,7	-	-	-
Vršála	16,46	0	13,68	2,77	-	-
U Sýkorů	6,1	0	2,19	3,9	-	-
Pod Sadem	9,33	1,56	7,49	0,28	-	-
Pod sadem 2	4,61	1,622	0,253	0,581	2,157	-
U studánky	20,54	-	13,049	4,707	2,788	-
Bílá	12,17	-	4,91	7,259	-	-
U kravínu	8,07	-	-	8,07	-	-

Zdroj: vlastní zpracování z dat analytických rozborů producenta, 2024

Obrázek 1 je pak ukázkou výstupu Cleverfarm pro obsah fosforu v půdě. Názorné zobrazení umožňuje producentovi jednoznačnou orientaci, která vystihne situaci mnohem názorněji než tabulky. Producent tak může lépe plánovat a realizovat aplikaci s ekonomickými úsporami, jak je zřejmé z další části kapitoly.

Obrázek 1 Grafická analýza Cleverfarm - obsah fosforu v půdě



Zdroj: CleverFarm, 2024

Ekonomické zhodnocení u fosforu

Pro ekonomické zhodnocení úspor vzniklých díky variabilní aplikaci fosforu je třeba vycházet z analýzy dat získaných vzorkováním půdy. Vzorkování půdy identifikovalo dvě zóny s odlišnými potřebami fosforu. Na základě těchto informací lze následně optimalizovat aplikaci fosforu tak, aby se na určitých částech polí fosfor neaplikoval vůbec, pokud je jeho množství v půdě dostačující.

Pro výpočet ekonomické úspory je nejprve nutné spočítat celkovou plochu obou zón na všech polích, kde nebude fosfor aplikován. Díky informacím získaným ze vzorkování půdy můžeme na těchto zónách fosforové hnojení vynechat na dobu tří let, vynásobíme celkovou plochu zón úsporou, která je dle aktuálních cen dodavatele stanovena částkou 2700 Kč na hektar. Tato úspora reprezentuje ušetřené náklady na nákup fosforových hnojiv. Další výhodou jsou i ekonomicky nekvantifikované úspory jako snížení pracnosti a času spojeného s jejich aplikací, stejně jako pozitivní dopady na životní prostředí v důsledku redukce možného přebytku fosforu, který by mohl vést k eutrofizaci vod. Následující výpočet ukazuje, jak lze tyto úspory kvantifikovat: Výpočet celkové plochy zón (60 a 80) bez potřeby fosforu na všech polích. Vynásobení této plochy úsporou ve výši 2700 Kč na hektar. Součet

těchto hodnot pro období tří let. V tabulce č.10 níže je detailně uvedeno ekonomické zhodnocení.

Tabulka 10 Ekonomické zhodnocení u fosforu

Pole	Zóna 60 (plocha v hektarech)	Zóna 80 (plocha v hektarech)	Roční úspora na hektar v Kč	Úspora v roce 2023/2024	Celková úspora v letech 2023/2024- 2025/2026 v Kč
Černá Úmyslovice	8,9	3,53	2700	33 561	100683
Černá Velenice	2,98	1,14	2700	11 124	33372
Za potokem	-	-	2700	-	-
Vršála	-	-	2700	-	-
U sýkorů	-	-	2700	-	-
Pod Sadem	2,157	-	2700	5 824	17471
Pod sadem 2	2,788	-	2700	7528	22583
U studánky	-	-	2700	-	-
Bílá	-	-	2700	-	-
U kravínu	-	-	2700	-	-
Celkem				58 036	174109

Zdroj: Vlastní vyhodnocení, 2024

Tabulka obsahuje ekonomické zhodnocení úspor plynoucích z variabilní aplikace fosforu na různých polích. Údaje jsou rozděleny do několika sloupců, kde každý sloupec představuje různé informace o polích a o ekonomických úsporách.

Největší celkovou úsporu vykazuje pole "Černá Úmyslovice" s celkovou úsporou 100 683 Kč, následované polem "Černá Velenice" s úsporou 33 372 Kč. Pole "Pod Sadem" a "Pod sadem 2" také vykazují významné úspory, 17 471 Kč a 22 583 Kč. Několik polí, jako "Za potokem", "Vršálu", "U sýkorů", "Pod sadem 2", "U studánky", "Bílá" a "U kravínu" nemá zaznamenané žádné úspory, jelikož jejich plochy ve zónách 60 a 80 jsou nulové. Celková úspora za všechna pole je kvantifikována částkou 174 109 Kč.

4.2.6.2 Draslík

V nedávném výzkumu provedeném Výzkumným ústavem rostlinné výroby bylo zjištěno, že hodnoty draslíku dosažené na vybraných polích společnosti J. Agro jsou mimořádně vysoké, zejména v zónách označených jako 60 a 80. Tyto zóny představují specifické plochy polí, vyjádřené v hektarech. V důsledku těchto pozoruhodně vysokých hodnot bylo doporučeno,

aby se v období následujících tří let vynechalo hnojení draslíkem na těchto plochách. Toto doporučení vedlo k strategickému rozhodnutí společnosti J. Agro o nepoužívání hnojiva s tímto prvkem v roce 2023 a plánuje se, že tato praxe bude pokračovat i následujících hospodářských období (2023/2024- 2025/2026).

Ekonomické dopady tohoto rozhodnutí jsou zřetelné v příložené tabulce č. 11, která ukazuje úspory nákladů na hektar vycházející z aktuálního ceníku hnojiv. U každého pole je vypočítána předpokládaná roční úspora, jakož i úspora za celé tříleté období.

Tabulka 11 Ekonomické zhodnocení u draslíku

Pole	Zóna 60 + 80 (plocha v hektarech)	Roční úspora na hektar v Kč	Úspora v roce 2023	Celková úspora v letech 2023- 2025 v Kč
Černá Úmyslovice	21,5	2700	51 600	154 800
Černá Velenice	20,28	2700	48 672	146 016
Za potokem	20,53	2700	49 272	147 816
Vršála	16,46	2700	39 504	118 512
U sýkorů	6,1	2700	14 640	43 920
Pod Sadem	9,33	2700	22 392	67 176
Pod sadem 2	4,61	2700	11 064	33 192
U studánky	20,54	2700	49 296	147 888
Bílá	12,17	2700	29 208	87 624
U kravínu	8,07	2700	19 368	58 104
Celkem			335 016	1 005 048

Zdroj: Vlastní vyhodnocení, 2024

Tabulka zachycuje hodnoty úspory například u pole 'Černá Úmyslovice' 51 600 Kč v roce 2023, což vede k celkové úspoře 154 800 Kč do roku 2025. V případě pole 'Vršála' se roční úspora vyšplhá na 39 504 Kč, s celkovou úsporou 118 512 Kč v období 2023 až 2025. Celková předpokládaná úspora pro všechna pole dosahuje 1 005 048 Kč do roku 2025, což potvrzuje ekonomický dopad vysokých hodnot draslíku v půdě a význam následování vědeckých doporučení v zemědělské praxi. V roce 2023 došlo k úspoře podniku stanovenou částkou 335 016 Kč.

4.2.6.3 Dusík

Posledním zkoumaným a kvantitativně vyhodnoceným prvkem je dusík. V tabulce č. 12 jsou zaznamenány hodnoty dusíku ze vzorkování půdy provedené VÚRV. Na základě těchto hodnot bylo v roce 2023 provedeno variabilní hnojení plodin dusíkem, které přineslo

zemědělskému podniku J. Agro úsporu ve výši 33 507 Kč na ušetřeném jednorávkovém hnojení.

Tabulka 12 Ekonomické zhodnocení u dusíku

Pole	Zóna 60 + 80 (plocha v hektarech)	Roční úspora na hektar v Kč	Úspora v roce 2023	Celková úspora v letech 2023- 2025 v Kč
Černá Úmyslovice	3,58	2700	9 666	28 998
Černá Velenice	2,61	2700	7047	21 141
Za potokem	-	2700	-	-
Vršála	1,76	2700	4 752	14 256
U sýkorů	-	2700	-	-
Pod Sadem	-	2700	-	-
Pod sadem 2	-	2700	-	-
U studánky	2,98	2700	8046	24 138
Bílá	1,48	2700	3996	11988
U kravínu	-	2700	-	-
Celkem			33 507	100 521

Zdroj: Vlastní vyhodnocení

Z uvedených údajů v tabulce č. 12 vyplývá, že variabilní hnojení proběhlo celkem na pěti polích z celkových deseti. Celkem došlo k úspoře již zmiňovaných 33 507 Kč za celkových 12,41 hektarů absence hnojení dusíkem. Předpokládaná úspora do roku 2025 je dále vyčíslena na 100 521 Kč.

4.3 Diskuse

Implementace GPS přijímačů a systémů automatického řízení John Deere v zemědělském podniku J. Agro představuje významný krok směrem k přesnějšímu a efektivnějšímu zemědělství. V kontextu přechodu na precizní zemědělství tyto technologie nabízejí slibný potenciál pro zlepšení přesnosti operací, úsporu nákladů a podporu udržitelných zemědělských praktik. Kvalitativní vyhodnocení odhalilo, že uživatelé těchto technologií zaznamenali výrazné zlepšení v přesnosti veškerých zemědělských operací, což vede k úsporám nákladů na hnojiva, osiva a chemikálie díky preciznější aplikaci. Tato zjištění korespondují s očekávanými a cíli, které byly stanoveny před implementací technologií, a poukazují na to, jak technické inovace mohou přinést hmatatelné výhody pro

zemědělské podnikání. Významný příspěvek k udržitelnosti je také klíčovým aspektem, který vyplynul z analýzy. Snížení spotřeby paliva a následné snížení uhlíkové stopy zemědělského podnikání ilustruje, jak mohou technologické inovace pomoci zemědělskému sektoru stát se více udržitelným. Tento přínos je zvláště relevantní v současné době, kdy se od zemědělství očekává, že bude hrát klíčovou roli v boji proti změně klimatu a ochraně životního prostředí. Z diskuse vyplynulé z rozhovorů také vyplývá, že technologie nejenže zvyšují efektivitu a snižují náklady, ale také zlepšují pracovní podmínky a spokojenost uživatelů. Zvýšená radost z práce, lepší kontrola a přehled během pracovních operací, snížení stresu a jednodušší plánování jsou aspekty, které přispívají k celkovému zlepšení kvality pracovního života zaměstnanců v zemědělství. Přestože výsledky naznačují pozitivní dopad implementace GPS technologií a systémů automatického řízení, je důležité uznat, že tato studie má určitá omezení. Krátké časové rozmezí od implementace těchto technologií znamená, že je obtížné kvantifikovat některé dlouhodobější dopady, zejména pokud jde o zlepšení kvality a výnosů plodin. Budoucí výzkum by se měl zaměřit na sledování těchto dlouhodobějších dopadů, aby se poskytl ucelenější pohled na přínosy a možné výzvy spojené s adopcí pokročilých technologií v zemědělství.

Implementace rozmetadla Rach Axis H 30.2 EMC odhaluje několik klíčových aspektů přechodu na precizní zemědělství. Zvyšující se důraz na precizní aplikaci hnojiv je nejen ekonomicky výhodný, ale také přispívá k ochraně životního prostředí tím, že minimalizuje zbytečné plýtvání a kontaminaci. Tato technologie umožňuje společnosti J. Agro aplikovat hnojiva s vysokou přesností, což vede k efektivnějšímu využití zdrojů a snížení nákladů na hnojiva. Doba návratnosti investice, přibližně 2,8 roku, naznačuje, že i přes relativně vysoké počáteční náklady může být tato technologie ekonomicky životaschopná pro zemědělské podniky, které se snaží zvýšit svou efektivitu a udržitelnost. Tento výpočet je důležitým faktorem při rozhodování o investicích do nových technologií, protože poskytuje konkrétní časový rámec, ve kterém mohou očekávat návrat svých investic. Významným přínosem je zlepšení zdraví půdy a výnosů. Precizní aplikace hnojiv má potenciál nejen zvýšit efektivitu používání zdrojů, ale také přispět k lepšímu zdraví půdy, což je zásadní pro udržitelné zemědělství. Zlepšené podmínky pro růst plodin mohou vést k vyšším výnosům a lepší kvalitě plodin, což má dalekosáhlé důsledky pro ekonomickou stabilitu zemědělského podniku. Přesto je důležité uznat potenciální výzvy a omezení spojená s implementací a udržitelným využíváním této technologie. Zahrnuje to nutnost pravidelného školení personálu, údržbu a aktualizace zařízení a software, aby se zajistilo, že výhody precizní

aplikace budou trvale udržitelné. Navíc, přechod na precizní zemědělství vyžaduje komplexní přístup, který zahrnuje nejen technologické inovace, ale také promyšlenou strategii správy dat a informací, které tyto technologie generují. Schopnost analyzovat a využít data k informování rozhodovacích procesů je klíčová pro maximalizaci přínosů precizního zemědělství.

Zvýšená přesnost setí, kterou řídící jednotka Horsch Pronto 3 DC přináší, je základem pro mnohé přínosy, od úspory nákladů na osiva po lepší výnosy. Schopnost precizně řídit umístění semen a jejich hloubku výsadby je klíčová pro rovnoměrné klíčení a optimální růst plodin. Tato technologie značně snižuje množství potřebných osiv díky minimalizaci plýtvání a zlepšuje efektivitu celého procesu setí. Velmi krátká doba návratnosti investice, méně než jeden rok, je obzvláště pozoruhodná. Rychlá návratnost investice také naznačuje, že přínosy přesnějšího setí se rychle projeví ve zlepšení finančních výsledků podniku. Zlepšení výnosů a zdraví půdy jsou dalšími klíčovými aspekty, které vyplynuly z implementace této technologie. Optimální podmínky pro růst plodin, které precizní setí umožňuje, představují zásadní faktor pro zvyšování produktivity a udržitelnosti zemědělské činnosti. To je zvláště důležité v kontextu klimatických změn, kdy je flexibilita a adaptabilita zemědělských technik na proměnlivé podmínky nezbytná.

Prediktivní analýzy a modelování, které CleverFarm nabízí, jsou cenné pro plánování sezónních aktivit s přihlédnutím k očekávaným změnám v podmínkách. Tato schopnost anticipovat budoucí trendy umožňuje farmě lépe se připravit na výzvy spojené s klimatickými změnami a zvyšovat její odolnost proti nepříznivým vlivům. Zkušenosti uživatelů podniku J. Agro s CleverFarmem, jak vyplývají z rozhovorů, naznačují, že i přes některá omezení, jako je závislost na datech z satelitů s omezenou frekvencí sběru, software významně přispívá k zefektivnění zemědělských operací. Umožňuje lepší monitorování podmínek na poli a pomáhá zemědělcům přizpůsobovat své aktivity aktuálním potřebám, což vede k efektivnějšímu využití zdrojů. Mezi největší výhody, které CleverFarm přinesl, patří lepší dostupnost a analýza dat, jednodušší plánování a optimalizace aplikace vstupů. Tyto aspekty společně přispívají k vyšší efektivitě a produktivitě zemědělského podniku, zatímco podporují udržitelnost prostřednictvím snížení plýtvání a zlepšeného řízení zdrojů. Výzvou zůstává integrace a využití různých zdrojů dat, překonání technických omezení a zajištění, že software bude flexibilní a adaptabilní na různé podmínky a potřeby uživatelů. Pro další rozvoj a optimalizaci používání softwaru CleverFarm v praxi je klíčová spolupráce

mezi vývojáři softwaru a zemědělci, aby se zajistilo, že nástroje a funkce budou co nejlépe odpovídat potřebám praxe. Celkově lze konstatovat, že software CleverFarm představuje významný krok vpřed v aplikaci precizního zemědělství na farmě J. Agro, a to i přes určitá omezení. Nabízí řadu nástrojů a analýz, které zlepšují rozhodovací procesy a přispívají k efektivnějšímu a udržitelnějšímu zemědělskému hospodaření.

Dle uživatelů softwaru ze společnosti J. Agro, Cropwise překonává omezení některých ostatních technologií v oblasti sběru, sledování a analýzy dat. Jeho schopnost poskytovat větší četnost a vyšší rozlišení dat umožňuje uživatelům lepší porozumění podmínkám na poli a umožňuje rychlejší identifikaci výnosových zón i problémových oblastí. Tato vlastnost je zásadní pro přizpůsobení zemědělských technik aktuálním potřebám a maximalizaci efektivity využití zdrojů. Lepší předpovědi a plánování jsou další klíčové přínosy, které Cropwise přináší. Díky přístupu k bohatším a detailnějším datům mohou uživatelé efektivněji rozhodovat o optimálním časování a intenzitě agrochemických aplikací a jiných zemědělských operací. Tato schopnost adaptace na předpovídané podmínky je stále důležitější v kontextu klimatických změn a rostoucích požadavků na udržitelnost zemědělství. Specifické výhody Cropwise, jako je lepší integrace s farmářskými operačními systémy a přesné sledování nákladů a spotřeby nafty na jednotlivých parcelách, posouvají možnosti precizního zemědělství dále. Tyto funkce umožňují uživatelům nejen efektivněji spravovat své zdroje, ale také lépe sledovat svou uhlíkovou stopu a přizpůsobovat se legislativním požadavkům. Avšak, jako každá technologie, má i Cropwise určitá omezení. Nedostatek integrace protokolů pro kontrolu použití pesticidů a hnojiv může představovat výzvu pro uživatele, kteří potřebují splňovat specifické regulační požadavky. V kontextu celkové diskuse o technologických inovacích v precizním zemědělství je Cropwise příkladem toho, jak pokročilý software může transformovat způsob, jakým zemědělci plánují, provádějí a hodnotí své operace. Přináší nejen zlepšení v efektivitě a produktivitě, ale také podporuje udržitelné praktiky tím, že umožňuje lepší řízení a využití zdrojů.

Obaly - Značná úspora v spotřebě hnojiv, která byla dosažena díky přechodu na precizní zemědělství, má pozitivní dopad nejen na snížení nákladů, ale také na environmentální aspekty zemědělské činnosti. Redukce počtu použitých bigbagů o více než 20, jak bylo vypočítáno, představuje konkrétní příklad, jak precizní technologie přispívají k udržitelnějšímu využití zdrojů. Uvolnění skladovacího prostoru a úspora lidské práce jsou dalšími významnými výhodami, které přináší efektivnější řízení zdrojů. Tyto aspekty

podtrhují, že přínosy precizního zemědělství nejsou omezeny pouze na snižování spotřeby vstupů, ale také zahrnují širší operativní a logistické výhody. Uvolněný skladovací prostor může být využit pro další důležité účely, zatímco snížení času stráveného manipulací s obaly umožňuje zaměstnancům zaměřit se na jiné produktivní aktivity, což celkově zvyšuje efektivitu práce na farmě. Tyto operativní výhody jsou zásadní pro zvyšování konkurenceschopnosti zemědělského podniku v dynamickém a náročném prostředí. Dále, úspora lidské práce a lepší využití skladových kapacit přináší další pozitivní důsledky, jako jsou snížení energetické náročnosti a zlepšení organizace práce. Tyto aspekty jsou klíčové nejen z hlediska finanční úspory, ale také při budování udržitelnějšího a ekologicky šetrného zemědělství.

Pohonné hmoty - Úspory v oblasti spotřeby pohonných hmot, které zemědělský podnik J. Agro dosáhl v důsledku implementace precizního zemědělství, jsou příkladem toho, jak inovativní technologie a metody mohou přinášet nejen ekonomické, ale i environmentální výhody. Snížení spotřeby paliva o 18.71% v roce 2023 oproti předchozímu roku je výsledkem efektivnějších pracovních postupů a optimalizace provozních procesů. Optimalizace trajektorií jízd a zefektivnění provozních postupů přispěly nejen k významné úspoře paliva, ale také k dalším pozitivním důsledkům, jako je snížení zhutnění půdy. To má přímý vliv na zlepšení půdních podmínek, což může vést k lepšímu růstu rostlin a vyšším výnosům. Snížení zhutnění půdy rovněž zlepšuje schopnost půdy zadržovat vodu, což je důležité pro odolnost rostlin vůči suchu. Další významná úspora byla dosažena přesnějším vzorkováním půdy a aplikací hnojiva pouze tam, kde bylo skutečně potřeba. Tento přístup nejenže snižuje množství spotřebovaného hnojiva, ale také snižuje nutnost častého používání těžké zemědělské techniky, což přispívá k další úspoře paliva. Ekonomické dopady těchto úspor jsou významné. Snížení spotřeby paliva o 4215 litrů, vzhledem k průměrné ceně nafty v roce 2023 (28,61 Kč/litr), představuje finanční úsporu ve výši 120 591 Kč. Tato úspora představuje významný finanční přínos pro podnik a demonstruje, že investice do precizního zemědělství může mít rychlý návrat. Environmentální výhody spojené se snížením spotřeby pohonných hmot jsou rovněž důležité. Snížení spotřeby paliva přímo souvisí s poklesem emisí skleníkových plynů a jiných znečišťujících látek. To přispívá k širším cílům udržitelného rozvoje a ochrany životního prostředí. Výzvy spojené s přechodem na precizní zemědělství zahrnují potřebu počátečních investic do technologií a školení personálu. Nicméně, jak ukazuje případ J. Agro, tyto investice mohou přinést měřitelné výsledky v

podobě snížení provozních nákladů a zlepšení environmentálního dopadu zemědělské činnosti.

Hnojiva - Snížení spotřeby hnojiv v průměru o 18,6% u vybraných plodin představuje signifikantní ukazatel efektivity implementovaných technologií precizního zemědělství. Tento pokles spotřeby hnojiv je důležitým krokem k dosažení udržitelnějšího zemědělství, které snižuje ekologickou stopu a zároveň udržuje nebo dokonce zvyšuje výnosy. Významné snížení spotřeby hnojiv, zejména u pšenice seté ozimé, kde bylo zaznamenáno snížení o 29,64%, ukazuje na vysokou efektivitu nově zavedených technologií a praxí v rámci precizního zemědělství. Tato data jasně demonstrují, jak přesné mapování půdních bloků, použití GPS a automatizovaného řízení, společně s rozmetadlem Rach AXIS H 30.2 EMC, umožňují přesnější aplikaci hnojiv přímo tam, kde jsou potřeba, a tím snižují jejich celkovou spotřebu. Ekonomicky, snížení spotřeby hnojiv vede k přímým úsporám nákladů pro zemědělský podnik. Tyto úspory se odvíjejí nejen od menšího objemu zakoupených hnojiv, ale také od snížené potřeby pracovních hodin a paliva spojených s jejich aplikací. V kontextu rostoucích cen vstupů představuje každá úspora značnou hodnotu pro zemědělské podniky.

Přípravky na ochranu rostlin - Přejít na pokročilejší technologie, jako je navrhovaný postřikovač NAPA, představuje významnou počáteční investici, jak je ukázáno vypočtenou návratností investice (ROI) za 9,18 let. Tato doba návratnosti může být pro některé podniky výzvou, avšak je důležité si uvědomit, že přínosy přesahují pouze finanční úspory. Zahrnují zlepšení udržitelnosti, efektivnější využití zdrojů a pozitivní dopad na životní prostředí, což vše podporuje dlouhodobější udržitelnost zemědělského podnikání. Pro zemědělský podnik J. Agro je tedy důležité zvážit nejen krátkodobé finanční dopady, ale i dlouhodobé výhody spojené s přechodem na modernější a efektivnější technologie. Investice do pokročilých technologických řešení může být klíčová pro udržení konkurenceschopnosti v rychle se vyvíjejícím sektoru zemědělství. Stroj NAPA je schopen oproti stávající technologii efektivněji a přesněji aplikovat agrochemikálie, což vede k významným finančním úsporám (250 500 Kč ročně) a snižuje dopad na životní prostředí tím, že omezuje množství chemikálií vypuštěných do ekosystému. Toto snižuje riziko kontaminace a podporuje biodiverzitu. Zlepšená efektivita práce umožňuje zaměstnancům věnovat se jiným úkolům, zatímco moderní ovládací systémy a dokumentace usnadňují sledování a optimalizaci použití chemikálií, což je klíčové pro dodržování legislativy a certifikací. Úspěch implementace

závisí také na školení a adaptaci zaměstnanců na nové technologie. Přechod na pokročilé postřikovací zařízení jako je doporučený postřikovač NAPA nabízí možnosti pro inovace a zlepšování zemědělských procesů, což otevírá cesty k novým obchodním modelům a využití digitálních technologií.

CO₂ - Snížení spotřeby pohonných hmot a minerálních hnojiv je příkladem, jak inovativní technologie a efektivní management mohou přinést značné ekologické a ekonomické výhody. Zemědělský podnik zaznamenal mezi lety 2022 a 2023 pokles spotřeby nafty o 4215 litrů. S využitím faktoru 2,68 kg CO₂ na litr nafty, toto snížení představuje celkové snížení emisí CO₂ o přibližně 11296,2 kg, což je ekvivalentní snížení přibližně 11,3 tuny CO₂. Tento úspěch demonstruje význam redukce spotřeby fosilních paliv v zemědělství nejen pro snížení nákladů, ale především pro minimalizaci ekologické stopy a podporu udržitelnější produkce. Implementace precizních zemědělských technologií vedla k významnému snížení spotřeby minerálních hnojiv, což má dalekosáhlé pozitivní důsledky nejen pro náklady na hnojiva, ale také pro snížení emisí CO₂. Snížení spotřeby hnojiva o 120,89 kg na hektar s emisním koeficientem 1,5 kg CO₂ na kilogram hnojiva znamená úsporu emisí CO₂ o 181,335 kg na hektar. Celkově to přispívá ke snížení uhlíkové stopy zemědělské produkce a podporuje zdravější životní prostředí.

Vzorkování půdy - Vzorkování půdy představuje zásadní součást strategie precizního zemědělství, které zemědělský podnik J. Agro s.r.o. aplikuje pro optimalizaci využití zdrojů a minimalizaci environmentálního dopadu. Tento přístup, ilustrovaný přesným mapováním a aplikací hnojiv na základě půdní zásobenosti makroprvků, výrazně přispívá k efektivnější správě zemědělských ploch. Tento sledovaný faktor precizního zemědělství umožňuje detailní pochopení nutričního stavu půdy, což vede k cílené aplikaci hnojiv. Analýza nákladů a úspor spojených s variabilní aplikací hnojiv dle půdních testů ukazuje významnou roli precizního zemědělství v ekonomické efektivitě a environmentální udržitelnosti. Například, úspory dosažené díky optimalizované aplikaci fosforu představují značné ekonomické výhody. Celková úspora 174 109 Kč za variabilní aplikaci fosforu na různých polích ukazuje, že správné řízení nutričních potřeb půdy může vést k významným finančním úsporám podniku J. Agro. Strategické rozhodnutí této společnosti vynechat aplikaci draslíku na základě vysokých hodnot zjištěných ve vzorcích půdy vedlo k předpokládané úspoře nákladů na hnojiva v celkové výši 1 005 048 Kč do konce hospodářského roku 2025. Tato úspora nejen že reflektuje ekonomickou efektivitu, ale také snižuje riziko negativního vlivu nadměrné aplikace hnojiv na ekosystém. Variabilní hnojení dusíkem, založené na výsledcích

půdního testování, představuje další úspěšnou aplikaci principů precizního zemědělství, což dokládá úspora 33 507 Kč na jednorvkových hnojivech pro rok 2023. Tato praxe nejenže snižuje náklady, ale také přispívá k efektivnějšímu využití dusíku, čímž se minimalizuje jeho ztráta do životního prostředí a podporuje udržitelnější zemědělské metody.

5 Závěr

Přechod na precizní zemědělství umožňuje podniku lépe reagovat na dynamické výzvy současného trhu a zároveň snižovat svůj dopad na životní prostředí. Implementace precizního zemědělství také ukazuje na potřebu adaptace ve vzdělávacích programech a politických strategiích, které by podporovaly rozvoj a adopci inovativních technologií v zemědělství.

Hlavním cílem této diplomové práce bylo identifikovat a posoudit dopady zavedení vybraných opatření precizního zemědělství na ekonomické a neekonomické aspekty vybraného zemědělského podniku v konkrétním regionu.

Při zpracování práce musel být akcentován fakt, že změny směrem k preciznímu zemědělství provedl vybraný podnik teprve před rokem, a proto nebyla dostatečná časová řada pro vyhodnocení čistě na základě dat. Metody práce proto zahrnovaly polostrukturované rozhovory s uživateli zařízení precizního zemědělství na základě roční zkušenosti s produkty, dále analýza dat z účetnictví, integrovaného software a dalších interních zdrojů farmy.

Na základě zjištěných výsledků je přechod zemědělského podniku s velikostí 150 hektarů na precizní zemědělství ekonomicky a environmentálně šetrným řešením k docílení moderní a vyspělé společnosti. Tato transformace nejenže přináší bezprostřední výhody v podobě úspor nákladů a zvýšení efektivity, ale také otevírá cestu k dlouhodobě udržitelnému rozvoji, který je klíčový pro budoucí generace.

Celkové kvantifikované úspory implementovaných technologií oproti roku 2022 jsou vyčísleny na 286 200 Kč. To zahrnuje implementace rozmetadla a řídicí jednotky. Vzorkování půdy přineslo zemědělskému podniku nejvýznamnější úsporu, jejíž suma je kvantifikována na 426 559 Kč oproti roku 2022. Do konce roku 2026 je dle metodiky výzkumného ústavu pro rostlinnou výrobu predikována úspora variabilního hnojení jednoprvkovými hnojivy na 1 279 678 Kč. Dále je třeba zmínit úsporu za pohonné hmoty, která byla v roce 2023 120 591 Kč. Meziroční úspora na hnojivech díky implementaci precizních technologií byla 18,6% u třech vybraných plodin. Dále podnik významně snížil produkci uhlíkové stopy, tedy CO₂. U pohonných hmot byla tato produkce snížena o téměř 11,3 tun oproti roku 2022 a u hnojiv dále o 181,33 kg na hektar. Ostatní sledované faktory a technologie přinesli podniku zejména úsporu času, práce, zvýšení efektivity u polních i

mimopolních aktivit. Dle polostrukturovaných rozhovorů došlo dále k výraznému zvýšení spokojenosti uživatelů při práci na poli.

V závěru, přechod na precizní zemědělství představuje nejen ekonomicky výhodnou, ale i ekologicky odpovědnou cestu pro zemědělské podniky. Tato práce zdůrazňuje důležitost technologické inovace jako klíčového faktoru pro dosažení udržitelného rozvoje a podporu moderní a vyspělé společnosti, která je schopná čelit výzvám 21. století.

6 Seznam použitých zdrojů

1. UNITED NATIONS. The Sustainable Development Goals Report 2021. New York: United Nations, 2021.
2. Eccles, R. G., & Klimenko, S. (2021). The Investor Revolution: Shareholders are getting serious about sustainability.
3. LIBĚNA, Tetřevová, et al. *Společenská odpovědnost firem společensky citlivých odvětví*. Grada Publishing as, 2017.
4. Horne, R., et al. (2022). Agroecology as a vehicle for contributive justice. *Agriculture and Human Values*, 39(1), 131-148
5. Lamb, A., Green, R., Bateman, I., Broadmeadow, M., Bruce, T., Burney, J., ... & Dora, J. (2020). The potential for land sparing to offset greenhouse gas emissions from agriculture. *Nature Climate Change*, 10(5), 488-495.
6. Garnett, T., Doherty, B., & Heron, T. (2021). Vulnerability and resilience of the food supply chain to COVID-19. *Nature Food*, 2(5), 316-323.
7. Martin, R. & Maguire, L. (2020). Economic resilience in sustainable agriculture: Case studies and policy implications. *Journal of Sustainable Agriculture*, 44(1), 15-34.
8. Serrano, A. & Brooks, J. (2021). Social dimensions of sustainable agriculture: community engagement and social inclusivity in decision-making processes. *Rural Sociology*, 56(2), 243-265.
9. Ministerstvo životního prostředí. Online. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/cirkularni_cesko. [cit. 2023-11-19].
10. Stahel, W.R. (2019). *The circular economy: A user's guide*. Routledge.
11. Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M., & Hultink, E. J. (2020). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768.
12. Purakayastha, T. J., Rudra, R. P., & Sarkar, D. (2018). Circular economy in agriculture and food systems: An emerging research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 175, 44-52.

13. Parfitt, J., Barthel, M., & Macnaughton, S. (2010). Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 365(1554), 3065-3081.
14. Ghisellini, P., Cialani, C., & Ulgiati, S. (2016). A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. *Journal of Cleaner Production*, 114, 11-32.
15. Ellen MacArthur Foundation. (2015). *Towards the Circular Economy*.
16. The World Economic Forum. *Innovation with a Purpose: The role of technology innovation in accelerating food systems transformation*. World Economic Forum, 2020. Dostupné z: <http://www.weforum.org/reports/innovation-with-a-purpose>
17. *A new Circular Economy Action Plan For a cleaner and more competitive Europe*. European Commission, 2020. Dostupné z: http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.html
18. Hochmuth, G.J.; Hanlon, E.A. *Conservation of Irrigation Water*. In: *Advances in Agronomy*, Vol. 133, Academic Press, 2015. ISBN 978-0-12-802139-2.
19. Montgomery, D.R. *Soil Erosion and Agricultural Sustainability*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2007, 104(33), 13268-13272.
20. Pretty, J.; Bharucha, Z.P. *Integrated Pest Management for Sustainable Intensification of Agriculture in Asia and Africa*. *Insects*, 2015, 6(1), 152-182.
21. Tschardtke, T. et al. *Landscape Moderates Biodiversity Effects of Agroecosystem Management*. *Ecology*, 2012, 93(4), 920-929.
22. Lal, R. *Soil Health and Carbon Management*. *Food and Energy Security*, 2016, 5(4), 212-222.
23. Smith, P. et al. *Recycling of Organic Waste for Nutrient Management*. In: *Science of The Total Environment*, 2019, 658, 1464-1478.
24. Paustian, K. et al. *Climate-Smart Soils*. *Nature*, 2016, 532, 49-57
25. ISO 14040:2006. *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework*. Geneva: International Organization for Standardization, 2006. ISBN 978-92-67-10417-8.

26. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Benefits and Evolution of Precision Agriculture [online]. United States Department of Agriculture, 2023 [cit. 2024-01-27]. Dostupné z: <https://www.ars.usda.gov/oc/utm/benefits-evolution-precision-agriculture/>
27. Centrum precizního zemědělství při České zemědělské univerzitě v Praze. O CPZ. [online]. Dostupné z: <https://cpz.czu.cz/> [cit. 2024-01-27].
28. Ministerstvo zemědělství České republiky. Publikace Precizní zemědělství. [online]. Dostupné z: <https://eagri.cz/public/web/mze/publikace-precizni-zemedelstvi.html> [cit. 2024-01-27].
29. CLEVER FARM. CleverFarm [online]. [cit. 2024-02-06]. Dostupné z: <https://www.cleverfarm.ag/>
30. SYNGENTA. CropWise [online]. [cit. 2024-02-06]. Dostupné z: <https://www.cropwise.com/>
31. NEUDERT, Lubomír a LUKAS, Vojtěch. *Precizní zemědělství: technologie a metody v rostlinné produkci*. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. ISBN 978-80-7509-311-0.
32. *Agricultural Water Management With Sustainable Methods*. Online. EOS. Dostupné z: <https://eos.com/blog/agricultural-water-management/>. [cit. 2024-02-02].
33. *Precision Agriculture*. Online. Climate Adapt. Dostupné z: <https://climate-adapt.eea.europa.eu/en/metadata/adaptation-options/precision-agriculture>. [cit. 2024-02-02].
34. Bora, G.C., Nowatzki, J.F. & Roberts, D.C. Energy savings by adopting precision agriculture in rural USA. *Energ Sustain Soc* 2, 22 (2012). Dostupné z: <https://energysustainsoc.biomedcentral.com/articles/10.1186/2192-0567-2-22#citeas>. [cit. 2024-02-02].
35. *More efficient farming with precision agriculture*. Online. Wageningen University. Dostupné z: <https://www.wur.nl/en/research-results/research-institutes/plant->

- research/show-wpr/more-efficient-farming-with-precision-agriculture.htm. [cit. 2024-02-02].
36. *Improving nutrient use efficiency with precision agriculture*. Online. IFA. Dostupné z: <https://www.fertilizer.org/science/innovation/precision-agriculture/>. [cit. 2024-02-02].
37. This new approach to farming is transforming agriculture. *Environmental defense fund* [online]. [cit. 2024-02-02]. Dostupné z: <https://www.edf.org/ecosystems/resilient-agriculture/precision-agriculture>
38. *Soil Sampling for Precision Agriculture*. Online. University of Nebraska Lincoln. Dostupné z: <https://cropwatch.unl.edu/ssm/soilsampling>. [cit. 2024-02-02].
39. *Precision soil sampling*. Online. Michigan State University. Dostupné z: <https://www.canr.msu.edu/news/precision-soil-sampling-every-farm-needs-it>. [cit. 2024-02-02].
40. International Energy Agency (IEA), "CO2 Emissions from Fuel Combustion 2020," IEA, Paris, 2020. Dostupné z: https://iea.blob.core.windows.net/assets/474cf91a-636b-4fde-b416-56064e0c7042/WorldCO2_Documentation.pdf

7 Seznam obrázků, tabulek, grafů a zkratek

7.1 Seznam obrázků

Obrázek 1 Grafická analýza Cleverfarm - obsah fosforu v půdě	47
--	----

7.2 Seznam tabulek

Tabulka 1 GPS a automatické řízení John Deere	30
Tabulka 2 Rozmetadlo Rach AXIS	32
Tabulka 3 Řídící jednotka Horsch Pronto.....	33
Tabulka 4 Software CleverFarm.....	35
Tabulka 5 Software Cropwise.....	37
Tabulka 6 Spotřeba pohonných hmot	40
Tabulka 7 Spotřeba hnojiv	41
Tabulka 8 Sumarizované údaje o spotřebě hnojiv	41
Tabulka 9 Přítomnost fosforu	46
Tabulka 10 Ekonomické zhodnocení.....	48
Tabulka 11 Ekonomické zhodnocení.....	49
Tabulka 12 Ekonomické zhodnocení.....	50

7.3 Seznam použitých zkratek

HA – Hektar
CF – CleverFarm
CW – Cropwise
GPS – Global Positioning System
POR – Přípravek na ochranu rostlin
ROI – Return on investment
CO₂ – Oxid uhličitý

8 Přílohy

Příloha č. 1 Přepis strukturovaného rozhovoru pro kvalitativní vyhodnocení implementovaných zařízení

Jak byste hodnotili zvýšení přesnosti a efektivity ve vaší práci díky použití GPS přijímačů John Deere?

Resp. 1

Díky setu složeného z volantu ATU, GPS přijímače a univerzálního display 4640 se nám zvýšila přesnost veškerých operací, prováděných na našich pozemcích na 98 -99 %. Soupravy strojů se navádí stále podle stejných naváděcích linií, ať se jedná o traktor 6420 nebo 6210R. Letos se nám podařilo zasít řepku ozimou v perfektním agronomickém termínu na 40 ha, 20 ha ječmenu ozimého i 36 ha ozimé pšenice.

Resp. 2.

Použitím technologie GPS od John Deere jsme dosáhli značného zlepšení v přesnosti a efektivitě našich polních prací. Díky této technologii můžeme používat jednotné směrnice pro navigaci našich strojů. Tato vysoká přesnost nám umožnila optimálně vysít řepku, ječmen a pšenici na našich polích.

Resp. 3.

Díky technologiím od John Deere vnímám při práci, že operace jsou přesnější, ale také značnou úsporu času. Také minimalizujeme překryvy či mezery při práci na poli.

Pozorovali jste snížení nákladů na hnojiva, osiva a chemikálie po zavedení GPS technologií?

Resp. 1

Při použití výše zmíněného balíčku technologií ve spolupráci s přípojným zařízením podporující precizního zemědělství bylo dosaženo významné úspory při použití hnojiv i osiv. U POR nedošlo k žádné úspoře, pouze se nám podařilo POR efektivněji aplikovat na plochu.

Resp. 2

Určitě došlo ke snížení spotřeby hnojiv a osiv, což nám snížilo náklady. Toto nám umožňuje mnohem přesnější aplikaci vstupních materiálů. Díky tomuto systému jsme schopni aplikovat hnojiva a osiva přesně tam, kde je to potřeba, a ve správném množství, což eliminuje plýtvání a zvyšuje výnosy.

Resp. 3

V tomto roce jsme pozorovali výrazné snížení spotřeby hnojiv, osiv a chemikálií, což následně vedlo k podstatné úspoře nákladů.

Přispělo použití GPS přijímačů John Deere k zvýšení udržitelnosti vaší zemědělské praxe?

Resp. 1

Určitě přispělo. Při výrobě je pro nás nafta nedílnou součástí pěstitelského řetězce. Dle dat, které často společnost John Deere uvádí je úspora do 15 % spotřebované nafty při přechodu z klasického způsobu ovládání. Tudíž toto snížení přispívá i k menší uhlíkové stopě, stejným způsobem, jako používání méně hnojiv i osiv.

Resp. 2

Absolutně. Jedním z klíčových prvků v našem hospodaření je spotřeba nafty, která je zásadní pro pohon našich strojů. Zaznamenali jsme meziroční úsporu nafty před a pod přechodu na precizní zemědělství, tudíž muselo dojít i ke snížení uhlíkové stopy.

Resp. 3

Dle dostupných informací z účetnictví jsme zaregistrovali snížení pohonných hmot oproti minulému roku. Tudiž si troufám říci, že i toto má následně dopad na udržitelnost a životní prostředí.

Pozorovali jste zlepšení kvality a výnosů plodin po implementaci GPS technologií?

Resp. 1

Na tuto otázku je v horizontu 1 kalendářního roku velmi těžké odpovědět. Doufám, že v středním až dlouhém období nám implementace přinese pozitivní nárůst nejenom ve výnosech, ale i v ziskovosti jednotlivých pozemků s plodinami.

Resp. 2

Určitě, posouzení dopadů těchto zařízení na kvalitu a výnosy plodin vyžaduje více času, zvláště když se snažíme získat ucelený pohled na jejich dlouhodobější efekty. I přesto očekáváme, že výsledky této technologické inovace se projeví v budoucích sezónách. Věříme, že precizní vedení a správa našich polí pomocí GPS technologií nám umožní optimalizovat využití zdrojů, což by mělo vést k zlepšení kvality našich plodin a zvýšení jejich výnosů.

Resp. 3

Nyní nejsme tento ukazatel schopni určit. Čas ukáže.

Jaké konkrétní výhody nebo výzvy jste zaznamenali při používání GPS technologií?

Resp. 1

Konkrétní výhody jsou pro mě osobně jako operátora strojů s GPS takové, že mě samotná práce na poli mnohem více baví. Všechny operace jsou prováděny s vysokou přesností a efektivitou, a to je dle mého názoru klíč k úspěchu. Jak jsem již zmiňoval, v přípravách na letošní sezónu v srpnu a září 2023 jsme vše stihly v nejlepších možných agronomických termínech.

Resp. 2

Mám pocit, že moje práce je díky tomu produktivnější a zároveň méně stresující. Zavedení technologií mě poskytuje výrazně lepší kontrolu a přehled během práce na poli, což vede k efektivnějšímu využití času a materiálů.

Resp. 3

Práce je přesnější, pohodlnější, také plánování operací je mnohem jednodušší, stačí se naučit pracovat se softwarem. Já osobně nemám na starosti tento úkon, ale jsem s tím obeznámen.

-

Na kolik byste souhlasili, že se vyplatí pořízení GPS zařízení včetně balíčku automatického řízení

na škále 1-5 (1 nejlepší) z pohledu návratnosti investice?

Resp. č. 1 – 1

Resp. č 2 – 1

Resp. č 3 – 1

Na kolik byste se ztotožnili s tvrzením, že integrace tohoto balíčku zefektivnila Vaši práci? (1-5).

Resp. č. 1 – 1

Resp. č 2 – 1

Resp. č 3 – 1

Na kolik souhlasíte s tvrzením, že integrace zařízení má vliv na zlepšení environmentálně udržitelnou zemědělskou praxi? (1-5).

Resp. č. 1 – 1

Resp. č. 2 – 1

Resp. č. 3 – 1

CleverFarm

Jak efektivní je podle vašich zkušeností software Clever Farm ve sběru, sledování a analýze dat o zemědělských operacích a stavu polí?

Resp. 1

Ačkoliv má CF svoje chyby, na které neustále upozorňuji, hlavní účel tohoto softwaru pro digitalizaci je sběr, vyhodnocování a uchovávání dat v digitální podobě funguje skvěle. Pokud je dobré počasí, kdy jsou satelity Sentinel schopné monitorovat pole, CF pracuje dobře. Jen některé jejich časové řady, které vytvářejí mapy výnosového potenciálu nejsou dle mého odhadu nejpřesnější.

Resp. 2

Podle mého, ještě poměrně omezeného, zkušenosti s Clever Farm softwarem, mám dojem, že se jedná o poměrně efektivní nástroj pro sběr, sledování a analýzu dat týkajících se zemědělských operací a stavu polí. I když se s tímto softwarem teprve seznamuji a učím se, jak využít jeho plný potenciál. Svou dosavadní zkušenost s Clever Farm hodnotím jako pozitivní a těším se, že se s ním naučím pracovat lépe a efektivněji.

Resp. 3

I když jsem s Clever Farm softwarem začal pracovat teprve nedávno, moje první dojmy jsou velmi pozitivní. Využívání satelitních snímků při dobrém počasí nám pomáhá získávat přehled o stavu polí. Celkově vnímám Clever Farm jako užitečný nástroj pro naše hospodaření.

Jak software CleverFarm přispěl k lepšímu plánování a přizpůsobení vašich zemědělských aktivit aktuálním a předpovídaným podmínkám?

Resp. 1

Díky aktivnímu sběru dat prostřednictvím profesionální meteostanice jsem schopni určit, jak se porovnávané období liší od toho minulého. To samé přichází na řadu, když pozorujeme stavy porostů v jednotlivých fázích růstu a porovnávané je z daty z let minulých a rozhodujeme se, s jakou intenzitou například do porostu zasáhnout s dávkou dusíku.

Resp. 2

Díky přístupu k historickým datům a jejich porovnání s aktuálními informacemi efektivně rozhodujeme o optimálním časování a intenzitě aplikace jednotlivých prvků.

Resp. 3

Celkově poskytuje tento software data, která jsme předtím neměli. Podle nich se můžeme zařídit, je to také i pohodlnější a řekl bych efektivnější.

Jak hodnotíte schopnost CleverFarm shromažďovat a analyzovat data pro monitorování podmínek na poli?

Resp. 1

Toto téma jsem ve své odpovědi již maličko načal výše. Nevýhoda CleverFarm je ta, že používá jen jeden zdroj dat (Sentinel) který neshromažďuje data s tak velkou frekvencí. Aplikace CropWise používá i satelity Planet, který mají 2x vyšší frekvenci záznamu a přestnot 3x3 m namísto 10x10. Takže pokud je jen pár sluných a bezoblačných dnů v měsíci, existuje pro CF menší a pro CW větší pravděpodobnost, že se jim podaří zachytit a vyhodnotit použitelný snímek.

Resp. 2

Hodnotím dobře.

Resp. 3

Z toho co jsem měl možnost vidět, je Clever Farm velice šikovný software pro tyto účely.

Jaké výsledky jste zaznamenali v oblasti přesného řízení zdrojů (hnojiv, vody atd.) díky použití CleverFarm?

Resp. 1

Lepší distribuce N, P i K. Identifikace zón s menším, středním a vysokým výnosovým potenciálem a odlišnému přístupu ke každé parcele.

Resp. 2

Určitě to bude distribuce hnojiv na pole, máme i větší přehled co jsme spotřebovali, kde s to nachází, v jakém množství, toto je opravdu obrovská změna, oproti období kdy jsme tyto data neměli k dispozici přesně a jednoduše, díky reportingu, který si mohu jednoduše stáhnout ze stránek CleverFarm.

Resp. 3

Bohužel rád bych opověděl, ale nemám o tomto podrobný přehled, abych poskytl přesná data.

Jaké jsou největší výhody, které CleverFarm přinesl vaší práci v oblasti zemědělství?

Resp. 1

Efektivnější redistribuce N, P i K. Pochopení celé problematiky precizního zemědělství i udržitelnosti.

Resp. 2

Pohodlnost, data, efektivita, jednoduchost, dostupnost.

Resp. 3

Osobně nevnímám ten rozdíl, jak jsem zmínil, není na denní bázi mé práce pracovat s tímto softwarem, ale jsem si vědom že dopady na mou práci to má. O to se starají jiní.

Na kolik souhlasíte, že se vyplatí pořízení software CleverFarm do Vašeho zemědělského podniku z ekonomického hlediska? (1-5).

Resp. č.1 – 1

Resp. č 2 – 1

Resp. č 3 – 2

Na kolik byste se ztotožnili s tvrzením, že integrace software CleverFarm zefektivnila Vaší práci? (1-5).

Resp. č.1 – 2

Resp. č 2 – 1

Resp. č 3 – 2

Na kolik souhlasíte s tvrzením, že integrace software má vliv na zlepšení environmentálně udržitelnou zemědělskou praxi? (1-5).

Resp. č.1 – 3

Resp. č 2 – 3

Resp. č 3 – 3

Cropwise

Jak efektivní je podle vašich zkušeností software Cropwise v sběru, sledování a analýze dat o zemědělských operacích a stavu polí?

Resp. 1

Software Cropwise hodnotím z těchto hledisek nejlepším možným hodnocením, tudíž velice efektivní a spolehlivý.

Resp. 2

Crowpise poznávám, stejně jako software clever farm, pro mě se jedná o jiné rozhraní, které je postavené na podobné bázi, disponuje více možnostmi, to rozhraní je pro uživatele trochu složitější, nebo alespoň se zdá být. Považuji ho však za stejně efektivní.

Resp. 3

Tento nástroj nepoužíváme ve společnosti tak dlouho, jako Clever Farm, implementovali jsme ho prakticky nedávno, je však propracovanější a poskytuje spolehlivější data.

Jak software Cropwise přispěl k lepšímu plánování a přizpůsobení vašich zemědělských aktivit aktuálním a předpovídaným podmínkám?

Resp. 1

Díky větší četnosti a následné zásobě dat. Také jsou data snímkována při vyšším rozlišení, než je u CF

Resp.2

Asi stejně jako jsem hovořil o Clever Farm, jsme schopni porovnat data z minulosti s aktuálními informacemi a efektivně rozhodovat.

Resp. 3

Jsmo schopni plánovat dopředu naše aktivity, což považuji stejně tak jako u Clever Farm velmi pohodlné a efektivní.

Jak hodnotíte schopnost Cropwise shromažďovat a analyzovat data pro monitorování podmínek na poli?

Resp. 1

Lépe, než u CF. Díky větší četnosti snímkování, větší komplexitě celého systému poskytuje CW lepší výsledky při shromažďování dat, kterých už je v první radě násobně více, než u CF a osobně mi přijde, že i výpočetní modely v CW jsou lépe nastavené a jsou schopny přesněji identifikovat lepší a horší výnosové zóny na pozemku. Dále i identifikace problémových míst na pozemku je rychlejší a efektivnější, než v případě CF. Možnost použití mapy stavu pozemku další den po pořízení snímku pro variabilní hnojení dusíkem je obrovská výhoda, oproti CF.

Resp 2.

Bez software jako je Clever Farm nebo Cropwise, se tyto data, ve stejné podobě monitorovat dají těžko, proto je třeba vybrat nějaký z těchto moderních technologií a naučit se je používat. Hodnotím tedy stejně jako Clever Farm velmi pozitivně.

Resp. 3

Hodnotím jako velmi užitečný.

Jaké výsledky jste zaznamenali v oblasti přesného řízení zdrojů (hnojiv, vody atd.) díky použití Cropwise?

Resp. 1

Zatím nejsem schopen po půl roce hodnotit žádné výsledky, protože sezóna je v průběhu, ale očekávám, že na parcelách, na kterých je používán čistě CW dojde distribuci dusíku na pozemku, než v případě CF díky přesnějším datům.

Resp. 2

Co se týče Cropwise, nejsem v současné době schopen určit.

Resp. 3.

Stejně jako u Clever Farm, bohužel nevím.

Jaké konkrétní přínosy přinesl software Cropwise vaší práci ve srovnání s jinými technologiemi, jako je CleverFarm, které jste možná v minulosti používali?

Resp. 1.

Díky napojení CW na systém FarmOS je uživat schopen identifikovat náklady vztažené ke každé parcele s velmi vysokou přesností. Dále integrace levných telematických jednotek do systému je také velkou výhodou. Dále také telematické jednotky přenáší údaje o spotřebě nafty, takže za každou operaci víme přesné množství spotřebované nafty a dokážeme tak efektivněji snižovat uhlíkovou stopu. A spousta ostatních rozdílů je zmíněna v předchozích odstavcích. Současná nevýhoda CW je absence protokolů, které by kontrolovaly, zda se POR a hnojiva mohou dle zákonů na parcelu s danou hlavní plodinou použít a dále na konci odeslat report pro příslušné kontrolní orgány.

-

Na kolik souhlasíte, že se vyplatí pořízení software Cropwise do Vašeho zemědělského podniku z ekonomického hlediska? (1-5)

Resp. č.1 – 1

Resp. č 2 – 1

Resp. č 3 – 2

Na kolik byste se ztotožnili s tvrzením, že integrace software Cropwise zefektivnila Vaší práci? (1-5).

Resp. č.1 – 1

Resp. č 2 – 1

Resp. č 3 – 2

Na kolik souhlasíte s tvrzením, že integrace software má vliv na zlepšení environmentálně udržitelnou zemědělskou praxi? (1-5).

Resp. č.1 – 1

Resp. č 2 – 3

Resp. č 3 – 3

Příloha č. 2 distribuce hnojiv pro vybrané plodiny v roce 2022

2022				
	Plodina, na kterou bylo hnojivo aplikováno	Výměra plochy v hektarech	Množství použitých hnojiv v zemědělské produkci	Měrná jednotka
30. 4. 2022	Cukrovka	20,39	4077,8	kg
30. 4. 2022	Cukrovka	20,42	4083,2	kg
11. 3. 2022	Cukrovka	20,39	4077,8	kg
11. 3. 2022	Cukrovka	20,42	4083,2	kg
23. 4. 2022	Ječmen jarní	20,63	2743,524	kg
23. 4. 2022	Ječmen jarní	9,92	1318,828	kg
7. 3. 2022	Ječmen jarní	20,63	4125,6	kg
7. 3. 2022	Ječmen jarní	9,92	1983,2	kg

15. 4. 2022	Pšenice setá ozimá	16,47	5186,754	kg
15. 4. 2022	Pšenice setá ozimá	12,13	3845,527	kg
15. 4. 2022	Pšenice setá ozimá	20,63	6524,177	kg
15. 4. 2022	Pšenice setá ozimá	8,08	2562,311	kg
9. 3. 2022	Pšenice setá ozimá	16,47	3190,59	kg
9. 3. 2022	Pšenice setá ozimá	12,13	2365,545	kg
9. 3. 2022	Pšenice setá ozimá	8,08	1576,185	kg
9. 3. 2022	Pšenice setá ozimá	20,63	4013,295	kg
Celkem		257,34	55757,536	Kg

Příloha č. 3 distribuce hnojiv pro vybrané plodiny v roce 2023

2023				
	Plodina, na kterou bylo hnojivo aplikováno	Výměra plochy v hektarech	Množství použitých hnojiv v zemědělské produkci	Měrná jednotka
8. 6. 2023	Cukrovka	8,07	968,4	kg
18. 5. 2023	Cukrovka	16,47	2699,895	kg
18. 5. 2023	Cukrovka	9,92	1784,88	kg
2. 5. 2023	Cukrovka	8,07	2017,5	kg
20. 4. 2023	Cukrovka	16,47	2699,895	kg
20. 4. 2023	Cukrovka	9,92	2966,4	kg
8. 6. 2023	Ječmen jarní	6,1	792,74	kg
8. 6. 2023	Ječmen jarní	9,34	1214,59	kg
10. 5. 2023	Ječmen jarní	9,34	1370,372	kg
10. 5. 2023	Ječmen jarní	6,1	740,392	kg
10. 5. 2023	Ječmen jarní	21,53	1860,128	kg
22. 4. 2023	Ječmen jarní	9,34	1401,45	kg
22. 4. 2023	Ječmen jarní	6,1	1914,7	kg
21. 4. 2023	Ječmen jarní	21,53	2153,2	kg
12. 3. 2023	Ječmen jarní	9,34	1209	kg
12. 3. 2023	Ječmen jarní	6,1	1909,8	kg
12. 3. 2023	Ječmen jarní	21,53	1937,88	kg
26. 5. 2023	Pšenice setá ozimá	20,29	4010,5	kg
26. 5. 2023	Pšenice setá ozimá	20,29	4010,5	kg

26. 5. 2023	Pšenice setá ozimá	20,54	3594,85	kg
26. 5. 2023	Pšenice setá ozimá	20,54	3594,85	kg
26. 5. 2023	Pšenice setá ozimá	12,17	2429,225	kg
26. 5. 2023	Pšenice setá ozimá	12,17	2429,225	kg
28. 4. 2023	Pšenice setá ozimá	20,54	3069,7673	kg
26. 4. 2023	Pšenice setá ozimá	12,17	2038,5621	kg
26. 4. 2023	Pšenice setá ozimá	20,29	3410,5353	kg
22. 4. 2023	Pšenice setá ozimá	20,54	3594,85	kg
22. 4. 2023	Pšenice setá ozimá	12,17	2129,225	kg
21. 4. 2023	Pšenice setá ozimá	20,29	3043,5	kg
27. 2. 2023	Pšenice setá ozimá	12,17	2433,4	kg
27. 2. 2023	Pšenice setá ozimá	20,29	3702,3724	kg
27. 2. 2023	Pšenice setá ozimá	20,54	4108,4	kg
Celkem		513,27	77240,98	Kg