

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vyhodnocení systému Isaria Crop Sensor
v podmínkách konkrétního podniku

Vedoucí diplomové práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Jan Vondráček

České Budějovice, 2019

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Akademický rok: 2017/2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan VONDRÁČEK**
Osobní číslo: **Z17114**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Název tématu: **Vyhodnocení systému Isaria Crop Sensor v podmínkách
konkrétního podniku**
Zadávací katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je naměření a vyhodnocení činnosti daného systému v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na otázky:

1. Má tato technologie prokazatelný vliv na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

V práci se zaměřte:

1. Sledujte činnost technologie v porovnatelných podmínkách.
2. Zjistěte náklady na pořízení technologie, její přínosy a návratnost.
3. Odpovězte na otázky z cíle této práce.
4. Výsledky zhodnoťte a uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie, grafy dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **50 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BATEY T. (2009). Soil compaction and soil management, a review. *Soil Use and Management*, 25, s. 335-345. ISSN 1475-2743; HAMOUZ P., SOUKUP J., HOLEC, J. NOVÁKOVÁ K. (2004). Field-scale variability of weed distribution on arable land. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, vol. XIX, 2004, s. 445 - 452; HAMZA M. A., ANDERSON W. K. (2005). Soilcompaction in croppingsystems: A reviewofthenature, causes and possiblesolutions. *Soil and Tillage Research*, vol. 82, no. 2, 2005. ISSN: 0167-1987; KUMHÁLA F. (2007). *Zemědělská technika: stroje a technologie pro rostlinnou výrobu*. 1.vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, nakladatelství Powerprint, 439 s. ISBN 978-80-213-1701-7; KUTÍLEK M. (2012). *Půda planety Země*. Praha 5: Dokořán, s.r.o., ISBN: 978-80-7363-212-0; MACÁK M., NOZDROVICKÝ L. (2014). Analysis of the Effects of Soil Tillage Practices on the Amount of CO2 Emissions from the Soil to the Atmosphere. Sborník mezinárodní vědecké konference: New Trends in Design and Utilisation of Machines in the Agri-food complex and Waste Management, oponované příspěvky jako součást časopisu *Komunální technika* 5/2014, ročník VIII, Profi Press Praha, 2014, ISSN 1802-2391. Recenzované periodikum č. 1802-2391; ROH J., KUMHÁLA F., HEŘMÁNEK P. (2000): *Stroje používané v rostlinné výrobě*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 296 s. ISBN 80-213-0327-1.

Firemní literatura a propagační materiály.

Omezeně internetové zdroje: <https://scholar.google.cz/>

https://books.google.com/advanced_book_search

<http://www.elsevier.com/online-tools/scopus>

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Antonín Dolan, Ph.D.


Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **31. ledna 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2019**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**
studijní oddělení
Studentůvák 1689, 370 05 Česká Budějovice


doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení:

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

Datum:

Podpis:

Poděkování:

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky v průběhu vypracování mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat agronomovi společnosti Kooprodukt Lišov a.s. Ing. Ondřeji Liškovi za poskytnutá data a za cenné informace z oblasti nasazení senzoru Isaria, které jsem využil při sepisování práce. Děkuji také doc. Ing. Milanu Kroulíkovi, Ph. D. za pomoc při zpracování dat v programu ArcGis. V neposlední řadě bych rád poděkoval své rodině za podporu při psaní diplomové práce a umožnění studia na vysoké škole.

Abstrakt

V diplomové práci jsou uvedeny některé prvky precizního zemědělství a jejich možné využití. Práce se zaměřuje na užívání prvků precizního zemědělství v praxi. V praktické části je práce zaměřena na praktické využití sensorového systému Isaria Crop sensor N v podmínkách zemědělského podniku Kooprodukt Lišov a.s.

Klíčová slova: precizní zemědělství; aplikační mapa; senzor; dusík; hnojivo

Abstract

The diplom thesis presents some elements of precision agriculture and their possible use. The thesis focuses on using the elements of precision farming in practice. In the practical part, the work is focused on the practical use of the sensor system Isaria Crop sensor N in the conditions of the agricultural company Kooprodukt Lišov a.s.

Keywords: precision farming; application map; sensor; nitrogen; fertilizer

Obsah

Úvod.....	9
1. Literární přehled řešené problematiky	10
1.1 Precizní zemědělství.....	10
1.2 Rozšíření precizního zemědělství.....	10
1.3 Základní technologie	11
1.3.1 Výměna informací mezi stroji	11
1.3.2 Globální navigační satelitní systémy	12
1.4 Systém řízených pojezdů po pozemcích.....	13
1.4.1 Postup zavádění CTF	13
1.4.2 Varianty systému CTF	14
1.5 Dálkové monitorování pozemků	17
1.5.1 Sensorová technika a aplikační ovládací prvky.....	18
1.5.2 Tvorba aplikační mapy	18
1.5.3 Aplikace tří produktů současně	20
1.6 N senzory v ČR	21
1.6.1 Yara N senzor ALS.....	22
1.6.2 AgLeader OptRx.....	24
1.6.3 Fritzmeier Isaria.....	25
1.7 Přísev lučních porostů	27
1.8 Precizní aplikace statkových hnojiv	28
1.8.1 Pevná statková hnojiva	28
1.8.2 Kapalná statková hnojiva.....	31
2. Cíl.....	33
3. Metodika	34
4. Výsledky	35

4.1	Předpokládané náklady regeneračního hnojení	36
4.2	Ozimý ječmen.....	39
4.2.1	Borky	39
	40
4.2.2	Dlouhý	42
4.2.3	U kamene	44
4.2.4	Úspora nákladů u ozimého ječmene	45
4.3	Ozimá pšenice	46
4.3.1	U kapličky.....	47
4.3.2	U Slabce.....	48
4.3.3	Za bejkárnou	50
4.3.4	Úspora nákladů u ozimé pšenice	51
4.4	Ozimá řepka	52
4.4.1	Hájky	53
4.4.2	Bahna	54
4.4.3	Vrchy	55
4.4.4	Úspora nákladů u ozimé řepky	56
4.5	Celková úspora nákladů na regenerační hnojení	56
4.6	Vliv zavedení Isaria Crop senzoru na výnos kulturních plodin	58
5.	Diskuse	62
	Závěr.....	64
	Přehled použité literatury a zdrojů	66

Úvod

Již naši předkové si uvědomovali, že jejich pozemky nejsou vždy vyrovnané a výnosy plodin nejsou na všech místech stejné. Každý sedlák svoje pole dobře znal a věděl, která jeho část je úrodnější, na níž lze správným hospodařením dosáhnout vyšších výnosů, a na kterých se nevyplatí intenzivně hospodařit, protože jsou méně úrodné. Tento vztah k půdě vycházel z dlouhodobé tradice péče o krajinu a předávání zemědělských usedlostí z generace na generaci.

Změnami v naší nedávné historii došlo ke vzniku nových zemědělských podniků hospodařících na rozsáhlých územích, kde pro dodržení tohoto diferencovaného přístupu chyběl nejen zmiňovaný generační vztah k půdě, ale také potřebné technické vybavení. Získání znalostí o tom, jak ošetřovat rozdílné části pozemku, je při tradičním přístupu velmi náročné a s ohledem k větší výměře zemědělských podniků mnohdy až neuskutečnitelné. Až bouřlivý rozvoj výpočetní techniky a vývoj globálních navigačních satelitních systémů (GNSS) umožnily identifikaci a lokalizaci rozdílů v rámci pozemků pro nově vznikající způsob hospodaření, nazývaný precizní zemědělství (LUKAS a spol., 2010).

Budoucnost zemědělství však bude v naší zemi stále více narážet na negativní vlivy jako je stále větší odloučenost veřejnosti od zemědělské praxe a také názory neznalých odborníků. Dále se bude zvyšovat tlak na ekologizaci zemědělství, a to především zpřísněním předpisů. Dalším vlivem se může stát navýšení produkce v Brazílii, Argentině a Číně, což povede k většímu tlaku na konkurenceschopnost. Neočekává se však nárůst realizačních cen, a tak by se fungující podniky měly na trhu udržet, jen bude nutné zaměřit se na zefektivňování výroby (BENEŠ, 2018).

1. Literární přehled řešené problematiky

1.1 Precizní zemědělství

Při zjištění nevyrovnanosti vzcházení, dozrávání nebo výnosů plodin v rámci pozemku vzniká logicky otázka, jak problémy způsobující nízké výnosy na dílčích plochách řešit. Nabízejí se dvě možnosti – vyrovnat tyto vzniklé rozdíly nebo je při pěstování zohlednit a přizpůsobit se jim. Úprava ploch s méně úrodnou půdou je značně ekonomicky náročná a mnohdy nerealizovatelná. Řešením tedy je optimálně hospodařit na plochách s rozdílnou produkční schopností v rámci pozemku. To však neznamená, že se dosáhne stejného výnosu na všech jeho částech (LUKAS a spol., 2010).

Precizní zemědělství je typicky mezioborovou disciplínou, která v sobě musí efektivně skloubit množství nejmodernějších poznatků z technických, biologických a ekonomických věd.

I z těchto důvodů tato již více jak 20 let stará myšlenka není do praxe zavedena zdaleka tak, jak se na začátku rozvoje precizního zemědělství předpokládalo. Mnohé z problémů ve vztahu mezi technickou a biologickou stránkou precizního zemědělství byly podceněny a ukázaly se během vývoje být daleko hlubšími, než se původně předpokládalo. Proto se v praxi běžně používají pouze některé prvky tohoto původně komplexního systému (např. navigace strojů, výnosové mapy, hnojení podle zásobenosti živin). Celkový potenciál precizního zemědělství je tak využíván pouze částečně (<https://www.agrojournal.cz/clanky/soucasny-stav-precizniho-zemedelstvi-a-moderni-technologie-v-rostlinne-vyrobe-249> „staženo dne: 9. 1. 2019“).

1.2 Rozšíření precizního zemědělství

Precizní zemědělství je rozvíjeno především v agrárně vyspělých zemích, ale lze pozorovat celosvětový trend rostoucího zájmu o tento způsob hospodaření. V praxi nachází zatím největší uplatnění v USA, což lze vysvětlit jak agrární strukturou (dostatečně veliké farmy i pozemky), tak i technologickou vyspělostí. Na rozdíl od západní Evropy je v ČR příznivá agrární struktura pro uplatňování technologií precizního zemědělství (převládají velké zemědělské podniky i hony, pestrost geologických, pedologických, hydrologických a klimatických podmínek

v kombinaci s členitostí terénu). Nevýhodou je převažující nepříznivá ekonomická situace většiny podniků, která komplikuje nákup nových (mnohdy značně drahých) technologií i placení služeb. V našich podmínkách je proto zavádění technologií precizního zemědělství pod značným ekonomickým tlakem. Přesto je o tento systém v zemědělské praxi zájem a rovněž dodavatelé zemědělských strojů, hnojiv a pesticidů s ním v blízké době počítají. Těžiště využití je prozatím v podnicích služeb.

Kromě uplatnění precizního zemědělství na orné půdě se objevují postupy zavádění těchto principů i do jiných oblastí zemědělské produkce, jako je hospodaření na trvalých travních porostech, trvalých kulturách (vinice, sady), v polním zelinářství a v živočišné produkci. Metody hodnocení stavu porostů v kombinaci s variabilním ošetřením jsou aplikovány i v jiných sférách, jako je péče o sportovní a rekreační trávníky, údržba veřejné zeleně nebo komunální služby (variabilní aplikace herbicidů v okolí cest a chodníků). Kromě rozličných oblastí využití lze pozorovat rozšiřování technologií diferencovaně prováděných operací i do směrů hospodaření, kde by to ještě donedávna nikdo neočekával – do ekologického zemědělství, kde pomáhají při mechanické regulaci zaplevelení a zpracování půdy (LUKAS a spol., 2010).

1.3 Základní technologie

Základní principy precizního zemědělství vycházejí z tradičního hospodaření našich předků, kteří hospodařili na menších plochách. Malé plochy se snadno obhospodařovaly manuálně a dalo se lépe a rychleji reagovat na prostorovou a časovou nevyrovnanost porostu. V současnosti je hospodaření velmi intenzivní, více mechanizované a pozemky jsou mnohem rozsáhlejší. Není tedy možné řešit nevyrovnanost manuálně a bylo nutné hledat zařízení, která by zajistila monitoring pozemků.

Mezi nejzákladnější patří GNSS, geografické informační systémy (GIS), senzorová technika a aplikační ovládací prvky (LUKAS a spol., 2010).

1.3.1 Výměna informací mezi stroji

V současnosti se jako nejzákladnější prvek moderního zemědělství využívá stále rozšířenější systém ISOBUS. Jedná se o systém pro výměnu dat podle jednotné směrnice ISO 117983. Tento systém propojí náradí s tažným prostředkem pomocí kabelu a normované zásuvky. Díky tomu má řidič možnost ovládat a kontrolovat stroj z kabiny a pokud je traktor vybaven vlastním počítačem s obrazovkou nepotřebuje

již řidič žádný přídatný panel k ovládání agregovaného zařízení. V případě že traktor není počítačem s obrazovkou vybaven, existuje řada ISOBUS terminálů, kterými je možné traktor dovybavit a který může následně sloužit pro více zařízení. ISOBUS dokáže také komunikovat s GPS navigací. Umožňuje tak export dat ke zpracování a je tedy možné efektivněji organizovat flotily strojů.

Nadstavbou systému ISOBUS je systém TIM, který navíc umožňuje ovládat traktor na základě povelů z agregovaného zařízení, vybaveného senzory. Výměna těchto informací může být řešena také bezdrátově pomocí Wi-Fi nebo Bluetooth. Toho využívají především bezdrátové senzory například pro kontrolování vlhkosti půdy. Tyto senzory je pak následně jednodušší umístit na více strojů. Bezdrátovou výměnu informací využívají také polní roboti (BENEŠ, 2018).

1.3.2 Globální navigační satelitní systémy

Globální navigační systémy slouží jako základní prvek všech systémů mapujících stav pozemků. Zajišťují přesné určení polohy a její znázornění v podobě souřadnic. Nejpoužívanějším plně funkčním systémem je americký Global Positioning System (GPS). Kromě něj buduje také své systémy Evropská unie (Galileo), Rusko (Glonass) anebo Čína (Compass/Beidou). Princip určení polohy je u všech podobný – na základě doby putování signálu vysílaného z družic je určena přibližná vzdálenost od koncového přijímače. Určení vzdálenosti minimálně od čtyř družic pak umožňuje stanovit polohu přijímače v prostoru s přesností v řádu několika metrů; tato služba je poskytována bezplatně. Vyšší přesnosti je možné dosáhnout pomocnými technologiemi poskytujícími diferenční korekce přes satelitní systémy, pozemní referenční stanice nebo mobilní virtuální referenční systémy. Většinou se jedná o placené služby nebo dodatečně pořízené technologie. Požadavek na úroveň přesnosti je dán typem pěstební operace – např. variabilní aplikace hnojiv nevyžaduje takovou přesnost jako kultivace plodiny naslepo.

Zpracování prostorových dat (dat s přiřazenou polohou) probíhá v geografických informačních systémech (GIS). Jedná se o desktopové nebo mobilní programy, které umožňují provádět sběr, zpracování, analýzy a export dvou základních typů dat – vektorů a rastrů. Vektorová data vyjadřují body, linie a polygony, rastry jsou obrazovými daty s definovanou nejmenší jednotkou – pixelem. Záznamy pojezdů strojů, vymezení hranic pozemků, mapy zásobenosti půdy

živinami nebo výnosové mapy – to vše jsou prostorová data, která jsou vytvářena a zobrazována pomocí GIS. Zřejmě pro pěstitele nejznámější GIS aplikací je webová rozhraní zpřístupňující registr půdy – iLPIS (pro farmáře), či pLPIS (pro veřejnost), (LUKAS a spol., 2010).

1.4 Systém řízených pojezdů po pozemcích

Systém řízených pojezdů po pozemcích CTF (Controlled Traffic Farming) je prvek zefektivňování výroby v oblasti využívání techniky. Systém CTF snižuje náklady přesnou aplikací a řízenými pojezdy techniky v předem stanovených trasách. Umožňuje zvýšení výnosů díky využití variabilního dávkování osiva při zakládání porostů. Zvyšuje vododržnost, úrodnost a snižuje fytotoxicitu.

Další výhodou je automatizace rozhodovacích procesů obsluhy stroje, lze také vysledovat jednotlivé vstupy a tím snadno dokladovat zásahy při kontrolách (BENEŠ, 2018).

1.4.1 Postup zavádění CTF

Základním krokem je inventarizace stávající techniky v podniku a zhodnocení možnosti investic do techniky vhodnější pro systém CTF. Dalším krokem je vybavení klíčových strojů RTK autopiloty. Jedná se především o energetické prostředky provádějící zpracování půdy, zakládání porostů a aplikaci látek na ochranu rostlin. Rovněž je nutné provést zmapování pozemků s přesností na dva centimetry. Získaná data se zpracují například pomocí softwaru OptiTrail, který vytvoří optimální jízdní trasy. Tyto optimalizované trasy se poté nahrají do jednotlivých navigačních systémů instalovaných na strojích. Optimalizaci tras zde mohou také provádět manažeři zemědělského podniku, je však nutné, aby se do zakreslování tras promítaly také znalosti místních podmínek a zohledňovala se například svažitost.

V rámci softwaru OptiTrail a Farmer Basic je také možné pro každý pozemek vytvořit plochu souvratí o stanovené šířce a také umístění kolejových řádků. Díky tomu je možné začít s prací na pozemku od kterékoli strany a provádět otáčení na souvratích s možností vynechání jedné nebo více jízd.

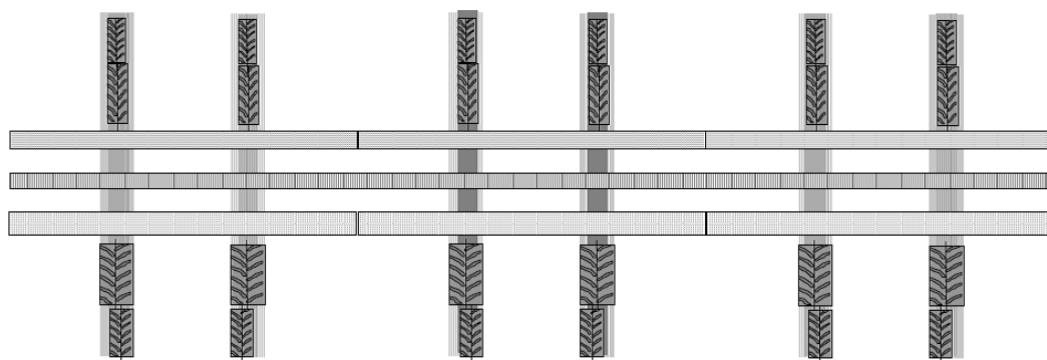
Těmito operacemi lze docílit situace, kdy je možné nechat traktor automaticky se otáčet a řídit agregovaný stroj. V České republice se o systému CTF hovoří také jako o systému stálých kolejových řádků. Tím, že se stroje pohybují po stálých trasách,

se skutečně utužují stejná místa (kolejové řádky) zatímco ostatní plochy mají optimální strukturu pro vývoj kořenů a zasakování vody (BENEŠ, 2018).

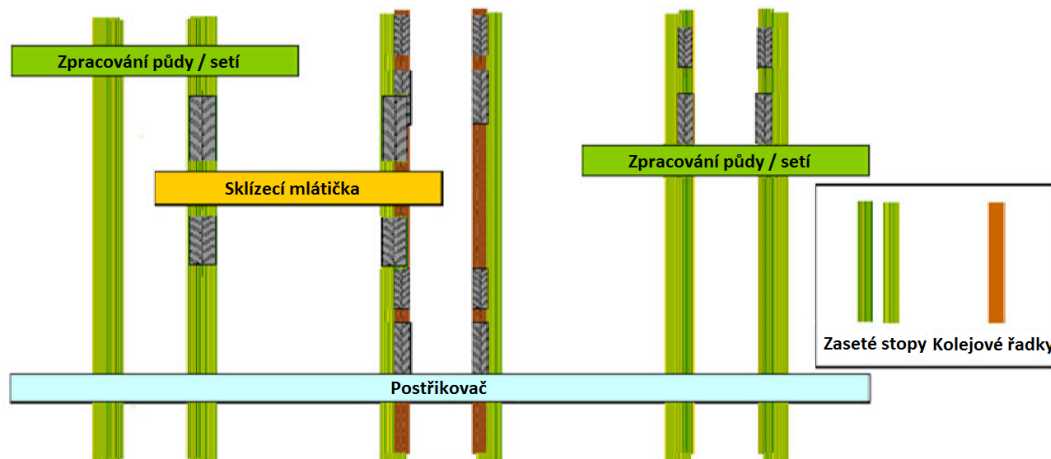
1.4.2 Varianty systému CTF

CTF v praxi znamená soustředění co největšího množství přejezdů po pozemku do totožných jízdních stop. Na následujících obrázcích je znázorněno několik způsobů aplikace systému CTF v praxi. Ve všech případech je zřejmé, že tato technologie přejezdů vyžaduje celkově jiný přístup farem, který je založen na kázni, důsledných změnách v organizaci jízd strojních souprav a využití moderních navigačních systémů.

Ideální je případ, kdy máme k dispozici stroje se shodným rozchodem kol nebo pásů, tzv. systém ComTrac (viz obrázek č. 1). Jedná se o technicky nejnáročnější opatření, kdy je třeba provést řadu technicky i finančně náročných úprav. Je nutné sjednotit rozchod kol traktorů a sklízecích strojů pomocí speciálních náprav a koncových převodů (KROULÍK, 2015).



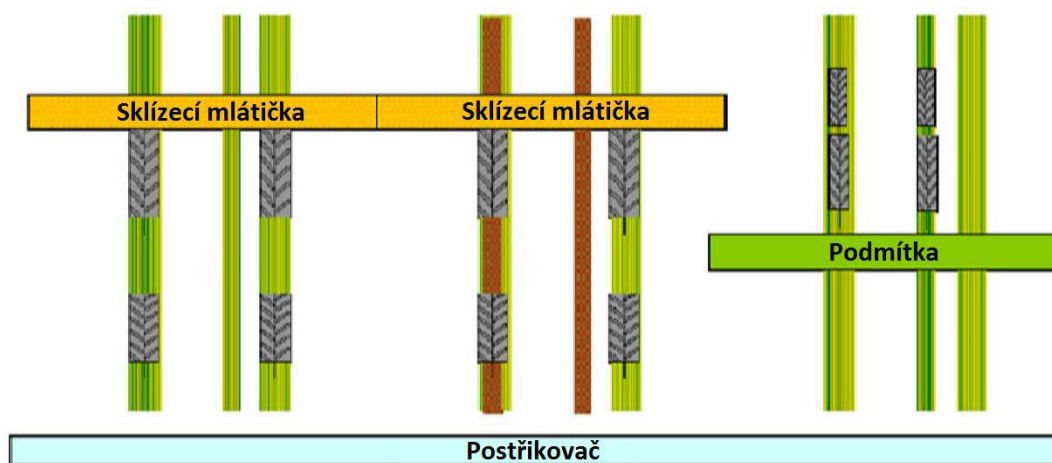
Obrázek č. 1: Schéma CTF ComTrac, zdroj: KROULÍK (2015)



Obrázek č. 2: Schéma CTF Twin Trac, zdroj: KROULÍK (2015)

Jako druhou variantu lze aplikovat systém TwinTrac (viz obrázek č. 2), který využívá pro stopy sklízecích strojů sousední stopy paralelních jízd. Z hlediska výkonnosti souprav a strojů je tento způsob jízd použitelný především v případě malých pracovních záběrů strojů.

Alternativou systému TwinTrac je systém přejezdů AdTrac (viz obrázek č. 3), který je uplatnitelný při větších pracovních záběrech strojů. AdTrac využívá dodatečnou jízdni stopu (KROULÍK, 2015).

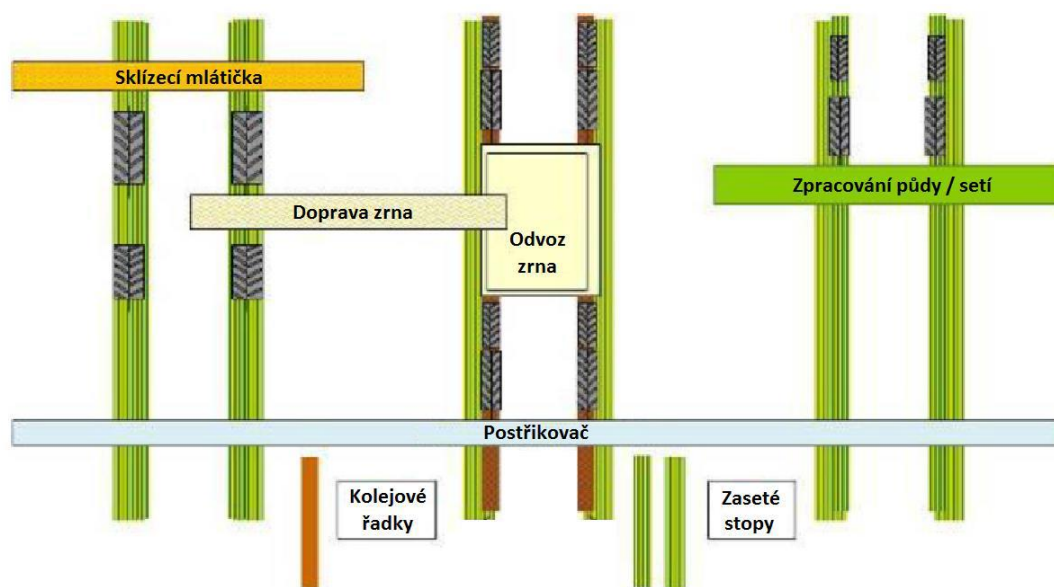


Obrázek č. 3: Schéma CTF AdTrac, zdroj: KROULÍK (2015)

Výše uvedené systémy řízených přejezdů byly aplikovány v rámci polních pokusů, kdy při náhodných přejezdech bylo zjištěno, že přejetá plocha pozemku tvoří až 63 % z celkové plochy pozemku. Po zavedení systému CTF AdTrac a využití pracovních záběrů strojů 8 metrů došlo k poklesu přejeté plochy pozemku na hodnotu

31 %. AdTrac je navíc možné uplatnit bez nutnosti dodatečných nákladů na úpravu strojů. V systému CTF TwinTrac se přejetá plocha snížila na hodnotu 37 % a to především kvůli využití záběru strojů 4 metry.

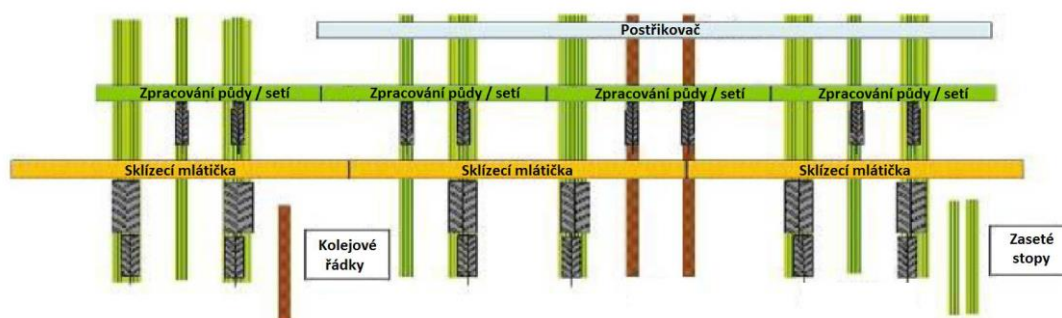
Výše uvedené systémy však nelze aplikovat v každém strojovém parku a je tak možné využít i dalších úprav systému CTF. Jedním z nich je systém OutTrac (viz obrázek č. 4), jedná se o jednodušší provedení CTF bez nutnosti sjednocení rozchodů kol nebo pásů. Využívá se větší celkové šíře trvalých stop. Pozemek je následně rozdělen do tří oblastí podle intenzity přejezdů. První oblastí je oblast s nulovými přejezdy, následuje oblast s minimálními přejezdy a oblast s intenzivními přejezdy (KROULÍK, 2015).



Obrázek č. 4: Schéma CTF OutTrac, zdroj: KROULÍK (2015)

Systém CTF HalfTrac (viz obrázek č. 5) využívá dva rozchody náprav, přičemž jeden rozchod je polovinou druhého. Dále využívá tři šířky záběrů mechanizace.

Uvedené systémy však reprezentují pouze teoretickou rovinu pohybu souprav po pozemcích. Nezohledňují již tvar ani členitost pozemků, zásobování nebo odvoz od pracovních souprav ani optimalizaci směru jízd (KROULÍK, 2015).



Obrázek č. 5: Schéma CTF HalfTrac, zdroj: KROULÍK (2015)

1.5 Dálkové monitorování pozemků

Při současném stavu elektroniky existuje celá řada možností, jak zjistit více informací o obhospodařovaných pozemcích. Jednou z cest je například satelitní snímkování polí. Na základě pravidelného snímkování je možné vytvářet mapy aktuálního stavu porostů, aplikačních map hnojení a mapy pro variabilní výsev.

V České republice nabízí satelitní snímkování polí firma Keffman Group, s.r.o. Uživatel se přihlásí do portálu My Data Plant z kanceláře, nahraje nebo zakreslí své pozemky a obratem obdrží informace o tom v jakém stavu jsou porosty pěstovaných plodin. Snímkování probíhá v pětidenních intervalech a vždy je možné zpětně dohledat průběh počasí, úhrn srážek či rychlost větru. Celá technologie využívá informací poskytovaných moderními satelity Sentinel, které již disponují citlivými senzory. Tyto senzory dokáží rozlišovat jakou mají jednotlivé sledované porosty či jejich části v konkrétních podmínkách vitalitu a je tedy možné organizovat jednotlivé zásahy nebo odhadovat výnos. Na základě pozorování vývoje pěstovaných plodin je následně možné vytvářet mapy pro variabilní výsevek na další rok. Tyto mapy lze přenést do ovládacího terminálu secího stroje pomocí USB disku. Farmáři, kteří nedisponují GPS terminály na svých strojích mohou využít zdarma mobilní aplikaci Crop Navigator pro telefon nebo tablet, který disponuje GPS. Do této aplikace lze nahrát aplikační mapy nebo mapy pro variabilní výsevek a na základě polohy telefonu je možné měnit dávku hnojiva nebo výsevek manuálně, nebo lze alespoň upravit rychlost traktoru (LUKAS a spol., 2010).

1.5.1 Senzorová technika a aplikační ovládací prvky

Senzory nahrazují nebo vhodně doplňují tradiční metody zjišťování půdních vlastností a hodnocení porostů polních plodin a snižují tak jejich nákladnost, operativnost a náročnost. Mezi nejpoužívanější patří senzory pro hodnocení spektrálních vlastností porostů zaměřených na obsah živin v půdě (N-sensor, N-tester, metody leteckého a družicového snímkování a další), pro měření hustoty porostů (CropMeter), pro mapování půdních vlastností (utužení půdy, měření elektrické vodivosti půdy, vlhkosti půdy) a mapování výnosů při sklizni. Uvedená měření jsou prováděna pomocí GNSS (globální navigační satelitní systém) a data jsou zpracovávána v GIS.

Aplikační ovládací prvky slouží pro vlastní provedení diferencovaných zásahů. Na základě vstupní informace o intenzitě zásahu, tzn. aplikační mapy, umožňují plynulou změnu dávky hnojiva nebo postřiku, pracovní hloubky nářadí při zpracování půdy či automatickou navigaci mechanizace po pozemku (LUKAS a spol., 2010).

1.5.2 Tvorba aplikační mapy

Prvním krokem je stanovení výnosové úrovně. Hodnota výnosové úrovně vyjadřuje procentuální porovnání výnosu na daném místě s průměrným výnosem ve sledovaném roce za celý pozemek. Principem zohlednění výnosové úrovně při výpočtu normativu je plošná diferenciací výnosového potenciálu daného území namísto použití jednotného průměrného plánovaného výnosu nutného pro výpočet normativu (odběru živin na plánovaný výnos). Stanovení výnosové úrovně se skládá ze dvou kroků – normalizace výnosových map a zprůměrování za více let (pokud jsou data k dispozici).

Rastrové mapy vyjadřující výnos v absolutních jednotkách ($t \cdot ha^{-1}$, $kg \cdot ha^{-1}$) v každém pixelu. Normalizovaný výnos se vypočte dle vztahu č. 1:

$$\frac{\text{Výnos}}{\text{Průměrný výnos}} \times 100 [\%] \quad (1)$$

Výnosem je hodnota každého pixelu (tzn. konkrétní výnos na daném místě), průměrným výnosem je průměr výnosu na daném pozemku. Výsledný normalizovaný výnos vyjadřuje, o kolik procent byl vyšší nebo nižší než průměr celého pozemku v daném roce. Normalizace výnosu umožňuje použít výnosová data rozdílných plodin nebo odrůd s odlišným výnosovým potenciálem, neboť se zohledňuje pouze poměr

k průměrnému výnosu, nikoli vlastní naměřený výnos. Pokud jsou k dispozici výnosová data za více let, jejich zprůměrováním (po normalizaci výnosu) lze eliminovat vliv ročníku na výnos a vliv rozdílných plodin. Zároveň tento postup umožňuje identifikovat oblasti na pozemku s dlouhodobým podprůměrným nebo nadprůměrným výnosem.

Druhým krokem je stanovení normativní dávky jednotlivých živin. Použití výnosové úrovně nic nevyovídá o očekávaném dosažení výnosu, který je zapotřebí pro výpočet normativní dávky živin z odběru živin na jednotku produkce. Proto je nutné výnosovou úroveň vynásobit plánovaným výnosem dané plodiny, který odpovídá výnosovému potenciálu plodiny (odrůdy) v daných agroekologických podmínkách a dané intenzitě hospodaření. Tímto se vytvoří mapa očekávaného výnosu v absolutních jednotkách. Normativní dávka je pak vypočtena vynásobením očekávaného výnosu množstvím živin odebraných na jednotku produkce.

Třetím krokem je korekce normativu dle zásob živin v půdě. Korekce se provádí na základě mapy obsahu sledovaných živin (P, K, Mg, Ca) vytvořené na základě vzorkování půdy. Obsah fosforu (P) v půdě je hodnocen bez ohledu na druh půdy. U ostatních živin je nutné druh půdy zohlednit. Informace o druhu půdy může být k dispozici jako konstantní hodnota pro celý pozemek (půdní zrnitost je na celé ploše pozemku ve stejné kategorii, případně se bere v potaz převažující půdní druh), nebo je k dispozici mapa zrnitosti (druhu) půdy vytvořená z výsledků půdního vzorkování, či odvozená z dostupných půdních map (KPZP, BPEJ, ...). Způsobů, jak v GIS klasifikovat data ze dvou vrstev (půdní druh, obsah živiny) je více. Zřejmě nejjednodušším způsobem je přiřadit jednotlivým kategoriím druhu půdy kód 10 000 (lehká), 20 000 (střední) a 30 000 (těžká půda) a úpravu map provést po součtu druhu půdy a obsahu živiny dle tabulek.

Finálním krokem pro vytvoření aplikační mapy je volba hnojiva a přepočet mapové vrstvy dávky živiny dle obsahu živin v hnojivu. Při exportu aplikační mapy z GIS je třeba pro úspěšné nahrání do palubního terminálu aplikátoru (rozmetadlo, postřikovač) dodržet výrobcem doporučený formát, datovou strukturu a souřadnicovou projekci mapového souboru. U dat, která byla vytvořena či zpracována v národním souřadnicovém systému S-JTSK (např. hranice farmářských bloků exportovaných z LPIS), lze předpokládat podmínku transformace do globálního souřadnicového systému WGS-84 (platný např. pro GPS systém), (LUKAS, 2011).

1.5.3 Aplikace tří produktů současně

V České republice vznikl na přání farmáře p. Křečka speciální kombinovaný sečí stroj. Tento sečí stroj je výsledkem spojení technologií minimalizace přejezdů, spojování pracovních operací, využitím navigačního systému a systému variabilního dávkování osiva a hnojiva na základě map výnosového potenciálu a map variabilního výsevku.

Dávkovací systém Raven Viper 4 kombinovaného sečího stroje dovyvinula firma Agri-precision s.r.o. se sídlem v Moravských Bránicích. Upravený systém Raven Viper 4 tak umožňuje variabilní výsevek a současně variabilní aplikaci dvou druhů hnojiva, vypínání sekcí a výsevku na souvratích a v klínech dle GPS, autopilot, vzdálený servis, zobrazení kamer, ovládání ISOBUS nářadí, a to vše v jednom monitoru (viz obrázek č. 6), (<https://www.agri-precision.cz/aktuality/69-variabilni-3produkty> „staženo dne: 9. 1. 2019“).



Obrázek č. 6: Ovládání Raven Viper 4, zdroj: <https://www.agri-precision.cz/aktuality/69-variabilni-3produkty> „staženo dne: 9. 1. 2019“

Je tedy možné kompletní ovládání všech tří dávkovacích jednotek pro zásobní hnojení, startovací hnojivo a osivo. Jednotky fungují díky regulačním hydraulickým ventilům, snímačům, hydromotorům, ovládáním kolejových řádků. Na traktoru byl

poté instalován autopilot pomocí hydraulického ventilu s napojením do okruhu řízení traktoru Fendt. Vše je vzájemně propojeno, zautomatizováno a ovládáno pomocí monitoru Raven Viper 4. Plnohodnotnému spuštění předcházely kalibrace, doladění hodnot a zkušební provoz "na sucho" tak, aby se na setí řepky a pšenice mohlo vyjet se 100% spolehlivostí funkčnosti.

Souprava (viz obrázek č. 7) je nyní schopna hnojit a sít variabilně, a to nezávisle na sobě, každý produkt podle vlastní mapy, a to vše současně. Majitel secího stroje tak nyní může zúročit téměř desetiletý sběr výnosových map a vzorkování půdních vlastností (<https://www.agri-precision.cz/aktuality/69-variabilni-3produkty> „staženo dne: 9. 1. 2019“).



Obrázek č. 7: Kombinovaný secí stroj, zdroj: <https://www.agri-precision.cz/aktuality/69-variabilni-3produkty> „staženo dne: 9. 1. 2019“

1.6 N senzory v ČR

N-Sensor stanovuje požadavky na dusík měřením odrazivosti světla z rostlin z plochy přibližně 50 m². Měření se provádí každou sekundu, přičemž systém je navržen pro provoz při normálních pracovních rychlostech a šířkách rozmetání. Použití technologií pro dálkový průzkum v zemědělství je založeno na typické křivce

odrazivosti světla pro vegetaci. N-Sensor měří odrazivost světla v určitých vlnových pásmech, která souvisejí s obsahem chlorofylu v rostlinách a biomase. Vypočítává skutečný příjem dusíku rostlinou. Optimální množství aplikovaného hnojiva se odvodí z dat příjmu dusíku rostlinami a zašlou se do kontrolního zařízení, které reguluje aplikaci hnojiva a upraví jeho množství.

Celý proces stanovení množství dusíku, který rostliny vyžadují, a aplikace správného množství hnojiva se děje okamžitě a bez časových prodlev. To umožňuje tzv. „agronomii v reálném čase“ (<https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/nastroje-sluzby/n-sensor/> „staženo dne: 9. 1. 2019“).

1.6.1 Yara N senzor ALS

Vývoj tohoto zařízení koordinovalo centrum pro výzkum a vývoj společnosti Yara (Yara's Research and Development Centre), Hanninghof, Německo, a první N- Sensor (Classic) pro obilniny byl představen v roce 1999.

Práce na dalším vývoji zařízení N-Sensor, aby odpovídalo změnám v produkci obilnin a aby jej bylo možné použít i pro jiné plodiny, jsou stálou součástí výzkumného a vývojového programu společnosti Yara. V letech 1997 až 2010 bylo provedeno více než 250 pokusů pro zlepšení výkonu zařízení a pro přidání nových programů, jako je Absolute-N calibrations (absolutní kalibrace dusíku) pro řepku.

V roce 2006 uvedla společnost Yara na trh nové zařízení N-Sensor ALS (Active Light Source – aktivní zdroj světla), které funguje podobným způsobem jako původní verze N-sensor a určuje požadavky rostlin na dusík pomocí měření odrazivosti světla rostlinami. Oba systémy využívají stejné agronomické algoritmy založené na polních pokusech pro dosažení optimálního hnojení pro dané místo a jsou oba připojeny k terminálu vozidla, kde se ukládají informace o rostlinách a GPS souřadnice pro jejich další zpracování.

Hlavním rozdílem mezi těmito dvěma N-Sensory je, že Sensor ALS obsahuje vlastní vestavěný zdroj záření. Místo denního světla používá N-Sensor ALS neustále vyzářující xenonovou zábleskovou výbojku pro měření a odrazivosti rostlin (viz obrázek č. 8) (<https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/nastroje-sluzby/n-sensor/> „staženo dne: 9. 1. 2019“).



Obrázek č. 8: Yara N-Sensor ALS, zdroj: <https://www.maszynylafarmera.pl/yara-n-sensor-precyzyjne-nawozenie-dostosowane-do-potrzeb-roslin/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

Díky tomu může N-Sensor ALS fungovat nezávisle na okolních světelných podmínkách dokonce i v noci. Společnost Yara poskytuje svou technologii i dalším firmám, které pod svou značnou nabízejí N senzory. Jedná se především o firmy, které nabízejí zemědělcům satelitní navigační systémy a N senzory nabízejí v rámci zvýhodněných balíčků. V České republice se tak můžeme setkat se senzorem Topcon Crop-Spec nebo Agrocom CROP-meter (<https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/nastroje-sluzby/n-sensor/> „staženo dne: 9. 1. 2019“).

1.6.2 AgLeader OptRx

Plodinové senzory OptRx jsou umístěny na postřikových ramenech nebo na čelním závaží traktoru – minimálně 2 senzory na záběr 24 metrů, 4 senzory pro záběr do 36 metrů (viz obrázek č. 9) (<http://www.agleader.com/blog/what-is-optrx/> „staženo dne: 9. 1. 2019“).



Obrázek č. 9: N-Sensor AgLeader OptRx, zdroj:

<http://www.agleader.com/blog/what-is-optrx/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

Zářením vlastního světelného zdroje osvítlí plodiny a vyhodnotí zdraví plodiny vypočtením odrazivosti světla a masou plodiny. Vegetační index je hodnota, která znázorňuje zdraví rostlin na poli. Za pomoci tohoto vegetativního indexu, čteného v reálném čase na tomto místě pole OptRx upraví dávku dusíkatých hnojiv (<http://www.agleader.com/blog/what-is-optrx/> „staženo dne: 9. 1. 2019“).

Čidla OptRx™ využívají pro změnu dávky dva vegetativní indexy. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), který využívají i čidla jiných výrobců. Ten je vhodný v raných fázích růstu, obecně do doby, kdy je mezi rostlinami vidět půda. OptRx™ ale využívá i další index – NDRE. NDRE (Normalized Difference Red Edge), který je v pozdějších fázích růstu přesnější než NDVI. Více než čtyřleté testování na evropských farmách prokázalo úsporu přibližně dvou kilogramů dusíku na hektar se současným zvýšením výnosů, průměrně o 200 kg*ha⁻¹. Dvousenzorová sada se tak zaplatila již po ošetření 250 hektarů.

V průběhu fotosyntézy rostliny absorbují světlo z modré a červené části spektra. Zdravé rostliny absorbují více červeného světla než ty, které jsou slabé. K tomu je možné odhadnout množství masy díky reflektanci světla blízké infračervenému záření. U zdravého a silného porostu je blízce infračervené záření odraženo, zatímco u slabého se ztrácí. OptRx™ tak podává přesnější informace o aktuálních potřebách rostlin. Během polního testování vyšlo najevo, že systém dokáže odhalit problém se slabými rostlinami o plné tři týdny než ostatní senzory. Navíc emituje vlastní světelný kužel – je odolnější vůči změnám počasí a světelným podmínkám – umožňuje práci 24 hodin denně (<http://www.pal.cz/O-nas/Aktuality/Plodina-cidla-OptRx%E2%84%A2-spolecnosti-Ag-Leader> „staženo dne: 9. 1. 2019“).

1.6.3 Fritzmeier Isaria

Fritzmeier je firma, která znamenala pokrok v zemědělství už na počátku svého založení v roce 1926. George Fritzmeier si založil sedlářskou dílnu a začal nabízet zemědělcům sedadla pro traktory, zastřešení pomocí konstrukce s plachtou a také bezpečnostní rámy pro traktory. Nyní je společnost předním výrobcem kabin pro průmyslové a stavební stroje. V roce 2012 byla založena společnost Fritzmeier Umwelttechnik, která se zabývá hledáním úsporných opatření pro zemědělce a také pro životní prostředí. Výsledkem je ucelený sensorový systém ISARIA pro inteligentní management plodin (<http://fritzmeier-umwelttechnik.com/history/?lang=en> „staženo dne 5. 2. 2019“).

Systém Isaria byl vyvinut na základě vědeckých poznatků o prospěšnosti nasazení inteligentních sensorových zařízení při hnojení rostlin dusíkatými hnojivy. Díky tomu zajišťuje Isaria (viz obrázek č. 10) aplikaci dusíku přesně tam, kde je potřeba. Přesná aplikace dusíku pomůže využít výnosový potenciál pěstovaných plodin a zajistí vyrovnanost obsahu živin v rámci pozemku, zajistí se tak také ekonomická pěstování (<http://fritzmeier-umwelttechnik.com/isaria/?lang=en> „staženo dne: 9. 1. 2019“).



Obrázek č. 10: Fritzmeier Isaria N-Senzor, zdroj: (<http://fritzmeier-umwelttechnik.com/isaria/?lang=en> „staženo dne: 9. 1. 2019“)

Senzory Isaria jsou vybaveny 4 LED diodami, které reflektují světlo v různých vlnových délkách a senzoru, který je uprostřed měřicí hlavy, má za úkol sbírat informace o stavu rostlin. Konkrétně zjišťuje množství dusíku v rostlinách a stav biomasy. Na základě těchto dvou informací je vyhodnocen stav porostu na daném místě a k němu je přidána informace z mapy výnosového potenciálu, který vyjadřuje „úrodnost“ na daném místě. Poté je zcela přesně vypočítána konkrétní dávka N, kterou právě rostlina potřebuje pro svůj vývoj a dosažení maximálního výnosu. Mimo to jsou senzory Isaria rozšířeny i o další funkce, které poskytují i jiné možnosti využití.

Isaria Basic

Moderní technologie bývají drahé a jsou tak často dostupné jen pro úzkou skupinu společnosti. Stejně tak je dostupný i systém Isaria a proto se společnost Fritzmeier Umwelttechnik rozhodla vytvořit dostupnější systém. Tím je systémem je Isaria Basic, který se tak stal dostupným i pro malé a střední farmáře především díky poloviční pořizovací ceně oproti standardnímu systému Isaria. Poloviční ceny však bylo dosaženo zjednodušením systému. Standardní Isaria vytváří vlastní světelný zdroj a díky tomu může pracovat prakticky bez omezení počasím. Isaria Basic je tzv. pasivní plodinový senzor, což znamená, že může pracovat pouze za denního svitu nebo za mírné oblačnosti. Senzory také nejsou umístěny na rámu neseném v předním tříbodovém závěsu traktoru, ale je možné je namontovat na zpětná zrcátka traktoru. Krabičky se senzory pak skenují porost do vzdálenosti až 4 metry od traktoru a získaná data odesílají do systému. Celý systém Isaria Basic je doplněn o referenční snímač světelných podmínek, který je umístěný na střeše traktoru. Tento snímač pomáhá podle

intenzity světla dopočítat naměřené hodnoty. Další výhodou je kompatibilita systému Isaria Basic s platformou ISOBUS a je tak možné jej ovládat na terminálu traktoru, který je vybaven ISOBUS. Stejně jako u standardní verze Isaria je i u Isaria Basic (viz obrázek č. 11) systém automatické kalibrace (KARÁSKOVÁ, 2018).



Obrázek č. 11: Fritzmeier Isaria Basic N-Senzor, zdroj:

<https://mechanizaceweb.cz/isaria-bude-dostupnejsi-i-pro-mensi-farmare/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

1.7 Přísev lučních porostů

Společnost Düvelsdorf je německým výrobcem techniky pro zemědělství a komunální sektor. Na setkání novinářů pořádaného společnostmi Fritzmeier Umwelttechnik a Düvelsdorf tyto představily společný projekt, který dostal název Smart4Grass.

Jde o kooperaci systémů pro precizní zemědělství. Technologie precizního zemědělství slibuje i v péči o trvalé travní porosty přesnější a efektivnější využití hnojiva nebo osiva, a tím ušetření nákladů.

Představený koncept Smart4Grass se skládal ze standardního senzoru Isaria, který byl namontovaný na rámu v předních ramenech traktoru, a dále z travních bran

a secí jednotky z výroby společnosti Düvelsdorf. Výhodou celého systému Smart4Grass (viz obrázek č. 12) je možnost variabilního přisevu travin podle dat získaných ze senzoru Isaria (KARÁSKOVÁ, 2018).



Obrázek č. 12: Systém Smart4Grass, zdroj:

<https://www.mechanizaceweb.cz/precizne-i-na-travni-porosty/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

Na základě výpočtu hustoty porostu v daném místě je možné určit, zda je třeba snížit nebo zvýšit dávku osiva. Informace jsou ze senzoru automaticky předávány do secího stroje, který podle nich reguluje výsevek.

Systém v Německu prošel úspěšně řadou praktických testů. Při hodnocení travního porostu po ošetření systémem Smart4Grass bylo zjištěno, že travní porost je hustší a rovnoměrnější a je v něm také méně plevelů (KARÁSKOVÁ, 2018).

1.8 Precizní aplikace statkových hnojiv

1.8.1 Pevná statková hnojiva

Postřikovače, rozmetadla průmyslových hnojiv nebo aplikátory přírodních hnojiv, to jsou stroje, které v současnosti dokáží s vhodnou výbavou uspořít náklady na hnojení, zvýšit výnos a přispět k ochraně životního prostředí. Stále více se dostávají do popředí také rozmetadla tuhých hnojiv a kompostů, která se mohou svými precizními schopnostmi aplikace rovnat prvně jmenovaným typům strojů.

První takové rozmetadlo (viz obrázek č. 13) v České republice vlastní společnost Agroslužby Medera s.r.o (<https://www.agroportal24h.cz/clanky/variabilni-aplikace-tuhych-hnojiv-dobyva-cesko-na-organickou-hmotu-se-casto-zapomina-rika-majitel-agrosluzeb> „staženo dne: 2. 4. 2019“).



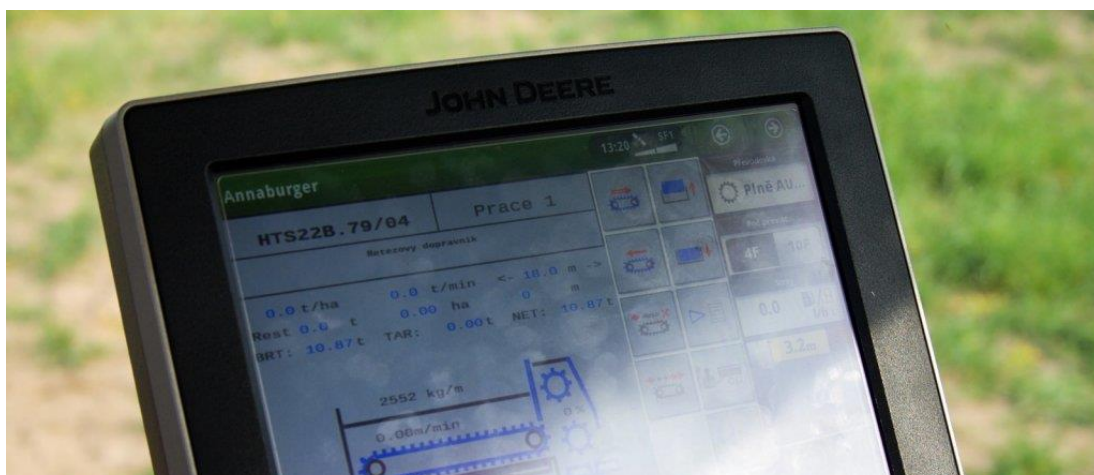
Obrázek č. 13: Rozmetadlo Annaburger pro precizní zemědělství, zdroj: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/variabilni-aplikace-tuhych-hnojiv-dobyva-cesko-na-organickou-hmotu-se-casto-zapomina-rika-majitel-agrosluzeb> „staženo dne: 2. 4. 2019“

Variabilní aplikace tuhých hnojiv zaujme zejména zemědělce, kteří mají zkušenosti s precizním zemědělstvím a využívají moderní technologie v monitoringu svých pozemků, jako jsou zejména půdní mapy, satelitní snímky a výnosové mapy. Variabilní aplikaci mohou využít i ostatní zemědělci například k evidenci aplikovaného množství k jednotlivým honům, možnosti hraničního hnojení a šetrného zacházení s půdou.

Rozmetadlo Annaburger má podvozek s hydraulicky odpruženou ojí a nápravami a je dále vybaven vážicími senzory, z nich čtyři se nachází v nápravách a jeden v oji. Ty jsou nezbytné pro automatickou úpravu rychlosti podlahového dopravníku na základě měření okamžité hmotnosti nákladu v rozmetadle a pojezdové rychlosti. Tím je zabezpečeno přesné dodržení aplikační dávky. U klasických rozmetadel se stanovuje aplikační dávka podle tabulky, kde každá pojezdová rychlost

a pracovní záběr má svoji přiřazenou rychlost podlahového dopravníku. U tohoto způsobu nastavení stroje ale nelze docílit přesné dávky, pokud materiál vykazuje rozdílnou objemovou hmotnost (zejména podíl slámy ve hnoji). U rozmetadla Annaburger je díky vážicímu systému možno přesně dodržet požadovanou dávku (samozřejmě s jistou tolerancí vážicího systému). Umístění vážících senzorů v podvozku výměnného systému má také výhodu v tom, že pokud by byla pořízena jiná nastavba, stroj tím neztratí funkci vážení. U klasických tenzometrických vah by totiž musela mít každá nastavba zdvojený rám s tenzometrickými snímači, čímž by se pořizovací cena každé nastavby výrazně zvýšila. Pro co největší ochranu půdy byly zvoleny nízkotlaké pneumatiky Michelin o rozměru 710/50 R26.5, které jsou doplněny o ventilký pro rychlou změnu tlaku v pneumatikách od firmy PTG. Aplikovat materiál má za úkol rozmetací ústrojí, které je tvořeno trojicí frézovacích válců s výměnnými noži a dvojicí rozmetacích kotoučů se šesti lopatkami. Pro efektivní práci na souvrati je stroj opatřen i hraničním hnojením, které zabezpečuje clona pro usměrnění rozhozu materiálu.

Jelikož je rozmetadlo ISOBUS kompatibilní, ovládá se přes dotykový terminál traktoru (viz obrázek č. 14), není tedy potřeba druhý ovládací panel (<https://www.agroportal24h.cz/clanky/variabilni-aplikace-tuhych-hnojiv-dobyva-cesko-na-organickou-hmotu-se-casto-zapomina-rika-majitel-agrosluzeb> „staženo dne: 2. 4. 2019“).



Obrázek č. 14: Ovládání rozmetadla přes ISOBUS, zdroj:

<https://www.agroportal24h.cz/clanky/variabilni-aplikace-tuhych-hnojiv-dobyva-cesko-na-organickou-hmotu-se-casto-zapomina-rika-majitel-agrosluzeb> „staženo dne 2. 4. 2019“)

Na obrazovce se kromě ovládání funkcí rozmetadla (kromě zapínání/vypínání vývodového hřídele pro pohon rozmetacího ústrojí) zobrazují základní parametry, jako je aktuální rychlost podlahového dopravníku, aktuální hmotnost nákladu v rozmetadle, pojezdová rychlost, aplikační dávka, aplikované množství atd. (<https://www.agroportal24h.cz/clanky/variabilni-aplikace-tuhych-hnojiv-dobyva-cesko-na-organickou-hmotu-se-casto-zapomina-rika-majitel-agrosluzeb> „staženo dne: 2. 4. 2019“)

1.8.2 Kapalná statková hnojiva

Společnost Fritzmeier Umwelttechnik představila nedávno novinářům své novinky. Na setkání v Nizozemsku byla k vidění také spolupráce systému Isaria s kejdocí cisternou Zunhammer. Cisterna byla navíc vybavena systémem VAN Control využívajícího technologii blízkou červené spektrometrii k analýze aplikovaného materiálu.

Aplikace hnojiv je jednou ze zásadních pracovních operací a výsadní postavení má i v systému hospodaření precizním zemědělstvím. Právě na aplikaci hnojiv lze totiž ušetřit nemalé náklady. Hnojení minerálními hnojivy je z pohledu precizního zemědělství jednodušší, neboť minerální hnojiva nevykazují významnou variabilitu v obsahu živin, a tak je možné jednoduše při aplikaci určitého množství v určitém místě říci, kolik živin bylo aplikováno.

U statkových hnojiv je přesné hnojení složitější. Hnojiva jako digestát nebo kejda vykazují vysokou variabilitu v obsahu dusíku, ale i dalších živin například draslíku. K jejich přesné aplikaci se využívá NIR senzor, který dokáže monitorovat přesné složení aplikovaného materiálu.

Souprava traktoru, v jehož čelních ramenech byl umístěn rám s dvěma hlavicemi standardní verze Isaria, a cisterny Zunhammer vybavené NIR senzorem byla předvedena v akci. Systém Isaria monitoroval výživový stav porostu. Data zaznamenával a také předával systému VAN Control, který podle nich a podle analýzy materiálu ze senzoru NIR upravoval aplikační dávku. Společnosti Fritzmeier

Umwelttechnik a Zunhammer na této ukázce demonstrovaly, jak může vypadat interakce dvou systémů (viz obrázek č. 15 a 16), (KARÁSKOVÁ, 2018).



Obrázek č. 155: Souprava aplikační cisterny se systémem VAN Control a senzorem Isaria, zdroj: <https://www.mechanizaceweb.cz/system-van-control-komunikuje-se-senzorem-isaria/> „staženo dne: 9. 1. 2019“



Obrázek č. 16: Ovládací panely pro Isaria a VAN Control, zdroj: <https://www.mechanizaceweb.cz/system-van-control-komunikuje-se-senzorem-isaria/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

2. Cíl

Cílem práce je naměření a vyhodnocení činnosti daného systému v konkrétních podmínkách zemědělského podniku v ČR a odpovědět na otázky:

1. Má tato technologie prokazatelný vliv na úsporu nákladů?
2. Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

V práci se zaměřím:

1. Sledování činnosti technologie v porovnatelných podmínkách.
2. Zjistím náklady na pořízení technologie, její přínosy a návratnost.
3. Odpovím na otázky z cíle této práce.
4. Výsledky zhodnotím a uvedu závěry pro praxi.

3. Metodika

Předmětem diplomové práce bude sledování využívání N-Senzoru Isaria při sběru dat v podmínkách konkrétního podniku. Konkrétně se jedná o společnost Kooprodukt, a.s. Lišov. Tato společnost se zabývá pěstováním zrnin, chovem skotu s tržní produkcí mléka a produkcí masa. Společnost je členem koncernu Zemědělské služby Dynín, a.s.

Prvky precizního zemědělství zde jsou teprve zaváděny, a tak je možné sledovat zapojování moderních trendů v pěstování plodin do tradičního způsobu hospodaření.

Senzor Isaria bude součástí linky pro hnojení porostů obilovin a řepky minerálními hnojivy. Na osetých pozemcích bude během hnojení upravovat dávku hnojiva v závislosti na stav porostu případně aplikační mapu. Po ukončení hnojení budou ze senzoru Isaria vyjmuta data, ze kterých je možné vytvořit mapu znázorňující stav dusíku v porostu.

Data budou zpracována pomocí programu Excel z balíčku Microsoft Office a dále programem ArcGIS Map 10.2, ve kterém budou tvořeny mapy stavu dusíku v porostu.

V rámci zpracování dat budou porovnána data z podzimních a jarního hnojení téhož pozemku, a to u plodin pšenice ozimé, ječmene ozimého a řepky ozimé. Z dat také bude možné vypočítat ekonomickou úsporu nákladu precizního hnojení oproti hnojení tradičnímu.

Hodnocení vlivu Isaria Crop senzoru N v Kooproduktu Lišov není v současné době možné z důvodu nového zavádění této technologie. Následkem pořízení Fritzmeier Isaria Crop senzoru N došlo také na pořízení a následnou instalaci systémů pro tvorbu výnosových map do sklízecích mlátiček Claas a New Holland, které podnik Kooprodukt vlastní a využívá ke sklizni na svých pozemcích.

K samotnému hodnocení vlivu na výnos bude využita certifikovaná metodika pro praxi s názvem „Sensorové měření porostů zemědělských plodin pro variabilní aplikaci hnojiv a pesticidů“. Součástí této metodiky je pokusné měření výnosu ozimé pšenice na pozemcích podniku Salix Morava a.s.

4. Výsledky

Přestože společnost Kooprodukt Lišov a.s. vlastní systém Isaria Crop senzor N od roku 2017, teprve v roce 2019 se podařilo celý systém řádně zprovoznit a nasadit na část pozemků v rámci regeneračního hnojení pěstovaných kulturních plodin. Plodinami pro rok 2019 jsou ozimý ječmen, ozimá pšenice a ozimá řepka. Celkem tak bylo pomocí Isarie ošetřeno 534,64 ha. Důvodem zpožděného nasazení bylo především počáteční nastavování citlivosti stroje a také párování stroje s rozmetadlem minerálních hnojiv, které nakonec muselo být na podzim roku 2018 nahrazeno jiným. Nové rozmetadlo minerálních hnojiv má již ve své výbavě přípravu pro senzorový systém Isaria.

Získaná data tedy jsou z prvního nasazení stroje a některá musela být vyřazena kvůli absenci zápisu hodnot. Většina vyřazených dat neobsahovala žádné informace z důvodu probíhajícího zaučování obsluhy.

Zpracování dat probíhalo především v programu Excel z balíčku produktů Microsoft Office. Ukázka dat ze senzoru Isaria je v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1: Ukázka dat ze senzoru Fritzscheier Isaria Crop senzor N

Datum	Čas	IRMI	IBI	N množství	Výnos. pot.
18.03.2019	16:05:09	19,38333321	2,65500000	48,00000000	0,00000000
18.03.2019	16:05:10	19,31666565	2,64500000	55,00000000	0,00000000
18.03.2019	16:05:11	19,28333282	2,65000000	54,91666794	0,00000000
18.03.2019	16:05:12	19,29999924	2,65000000	55,00000000	0,00000000
18.03.2019	16:05:13	19,31666565	2,65000000	55,06250381	0,00000000
18.03.2019	16:05:14	19,31666565	2,65000000	55,05000305	0,00000000
18.03.2019	16:05:15	19,36666679	2,65000000	55,25000763	0,00000000
18.03.2019	16:05:16	19,36666679	2,65000000	55,25000763	0,00000000
18.03.2019	16:05:17	19,33333397	2,65500000	55,04762650	0,00000000
18.03.2019	16:05:18	19,29999924	2,65500000	54,87500000	0,00000000
18.03.2019	16:05:19	19,29999924	2,65500000	54,89814758	0,00000000
18.03.2019	16:05:20	19,31666565	2,65000000	54,99166489	0,00000000

Přístroj měří dva vegetační indexy. Jedná se o index IRMI, který detekuje odběr N rostlinami dle množství chlorofylu. Jde o index na principu výpočtu red-edge inflekčního bodu (REIP). Druhým je index biomasy IBI, který poskytuje informaci o množství nadzemní biomasy na základě měření. Vychází z normalizovaného výpočtu odrazivosti v červené a blíže infračervené oblasti elektromagnetického záření.

Význam využití obou indexů při doporučení dávky hnojení se liší dle účelu měření a druhu přihnojení. Např. přihnojení ozimé řepky je provedeno z hodnot podzimního měření porostu IBI indexem, zatímco doporučení dávky při kvalitativním hnojení obilnin vychází z IRMI indexu.

Měření probíhá v intervalu 2 000 záznamů za sekundu, hodnoty z obou senzorových jednotek jsou průměrovány. Reakční doba pro rozmetadla při instalaci na předním závěsu traktoru je přibližně 2 až 3 sekundy. Při instalaci na ramena postřikovače je zpoždění delší.

Hnojení porostů probíhalo v režimu jednobodové kalibrace online sensorového měření určeného právě pro obilniny a řepku. Kromě kalibrace se nastavuje citlivost, která udává, o kolik kilogramů dusíku se změní dávka při změně hodnoty vegetačního indexu IRMI o jednu jednotku. Platí, že pro produkční hnojení se dávka snižuje, při kvalitativním se naopak s rostoucí hodnotou IRMI dávka zvyšuje (LUKAS, 2016).

4.1 Předpokládané náklady regeneračního hnojení

V březnu roku 2019 bylo zahájeno regenerační hnojení pěstovaných plodin. Na některé pozemky byl nasazen také senzor Isaria. Pro ozimý ječmen bylo použito hnojivo LAD 27 (ledek amonný s dolomitem) s obsahem N = 27 %. Dávka hnojiva činila $250 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, což představuje 68,75 kg čistého N na hektar plochy. Pro ozimou pšenici a ozimou řepku bylo použito hnojivo DASA 26-13 (dusičnan amonný, síran amonný) s obsahem N=26 % a S=13 %. Dávka hnojiva činila $180 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, což představuje 46,8 kg čistého N na hektar plochy.

Ozimý ječmen je pěstován na ploše 156,08 ha, ozimá pšenice na ploše 595,04 ha a ozimá řepka na ploše 407,5 ha. Celková ošetřena plocha pěstovaných plodin byla 1 158 hektarů. Kdy Isaria byla nasazena celkem na 534,6 ha z celkové plochy.

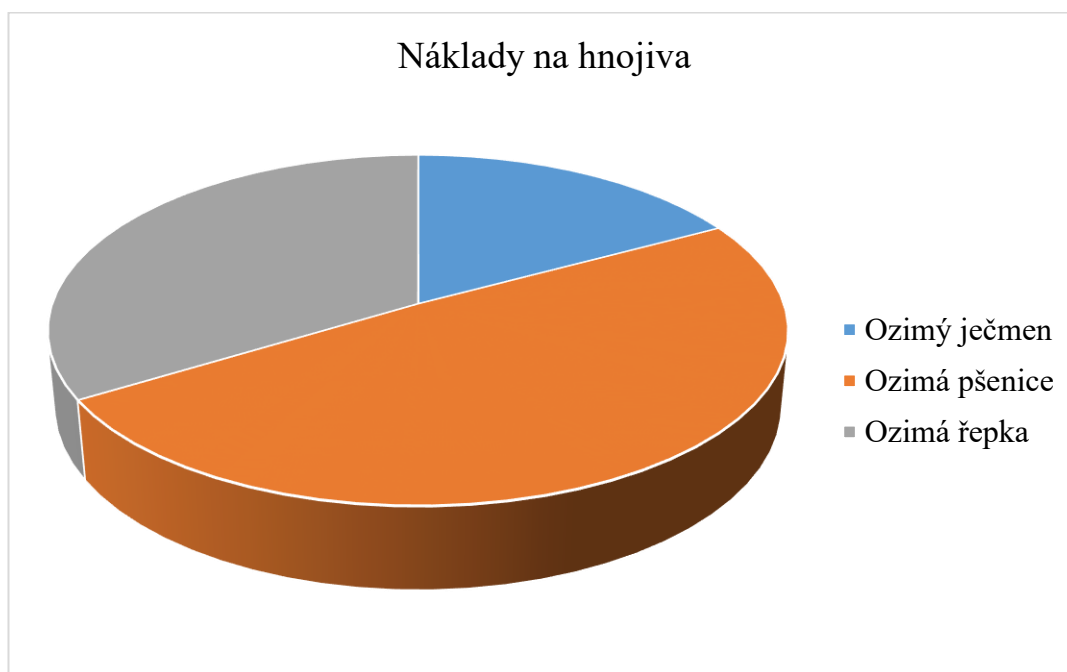
Na ploše ošetřené pomocí Isaria senzoru byla dávka čistého N na hektar plochy upravována v závislosti na vegetačním indexu IRMI, a to podle nastavení pro produkční hnojení, kde se dávka čistého N se zvyšující se hodnotou IRMI snižuje. V tabulce č. 2 je vypočtena předpokládaná investice na hnojiva pro jednotlivé plodiny nutná k ošetření celkové plochy 1 158 hektarů. Celková cena hnojiva se vypočte dle vztahu č. 2:

$$\text{Výměra [ha]} \times \text{Dávka hnojiva [kg} \times \text{ha}^{-1}] \times \text{Cena 1 kg [Kč]} \quad (2)$$

Tabulka č. 2: Předpokládané celkové náklady na hnojiva

Plodina	Výměra [ha]	Hnojivo	Dávka hnojiva [kg*ha ⁻¹]	Cena 1 kg [Kč]	Cena celkem [Kč] (2)
Ozimý ječmen	156,08	LAD	250	6,9	269 238,00
Ozimá pšenice	595,04	DASA	180	7,2	771 171,84
Ozimá řepka	407,5	DASA	180	7,2	528 120,00
CENA CELKEM [Kč]					1 568 529,84

V grafu č. 1 je znázorněn poměr nákladů mezi plodinami.



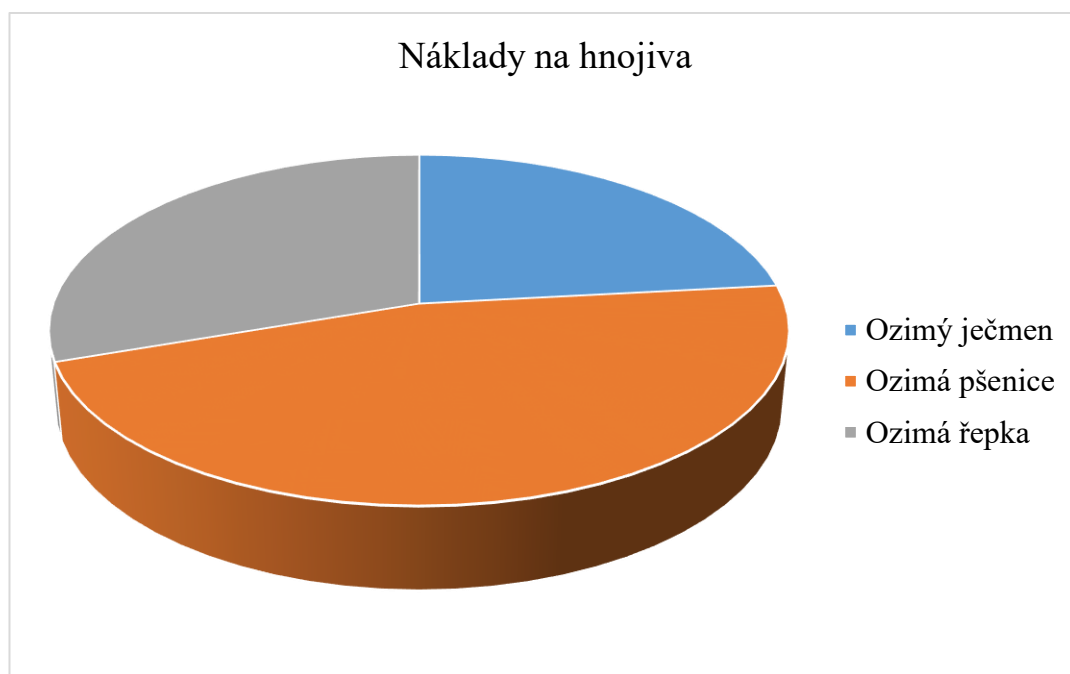
Graf č. 1: Poměr nákladů mezi plodinami

V tabulce č. 3 jsou vypočítány náklady na hnojiva pro výměru ošetřenou senzorem Isaria

Tabulka č. 3: Předpokládané náklady na hnojiva pro pozemky ošetřené senzorem Isaria

Plodina	Výměra [ha]	Hnojivo	Dávka hnojiva [kg*ha ⁻¹]	Cena 1 kg [Kč]	Cena celkem [Kč] (2)
Ozimý ječmen	81,68	LAD	250	6,9	140 898,00
Ozimá pšenice	216,91	DASA	180	7,2	281 115,36
Ozimá řepka	132,61	LAD	200	6,9	183 001,80
CENA CELKEM [Kč]					605 015,16

V grafu č. 2 je znázorněn poměr nákladů mezi plodinami ošetřovaných senzorem Isaria.



Graf č. 2: Poměr nákladů mezi plodinami ošetřovaných senzorem Isaria

4.2 Ozimý ječmen

Ozimý ječmen byl vyséván v rozmezí od 21. 9. 2018 do 25. 9. 2018 a celkem bylo oseto 156,08 hektarů orné půdy. Předplodinou byla nejčastěji kukuřice sklízená na siláž, ale na třech pozemcích byla jako předplodina vojtěška a jetel a na jednu pozemku byl ozimý ječmen vyséván po ozimé řepce. Byla vysévána odrůda Galation a výsevek byl stanoven na 80 - 87 kg*ha⁻¹. Před setím bylo aplikováno hnojivo NPK 5 - 20 - 32 (dusík 5 %, fosfor 20 %, draslík 32 %) v dávce 200 kg*ha⁻¹.

Pozemky, na kterých byl využit senzor Isaria jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tabulka č. 4: Pozemky hnojené s využitím senzoru Isaria

Pozemek	Výměra [ha]	Předplodina
Borky	7,68	Jetel
U kamene	45,91	Ozimá řepka
Dlouhý	28,09	Kukuřice na siláž

Regenerační přihnojení probíhalo 23. 2. 2019 a to hnojivem LAD 27 v dávce 250 kg*ha⁻¹.

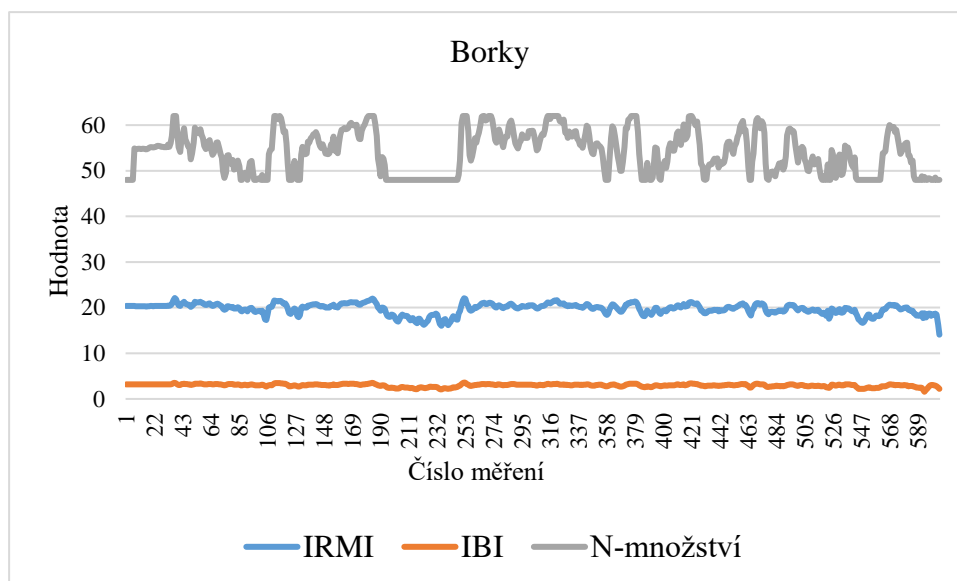
4.2.1 Borky

V tabulce č. 5 je uvedeno shrnutí z dat získaných senzorem Isaria při regeneračním hnojení ozimého ječmene na pozemku Borky.

Tabulka č. 5: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Borky

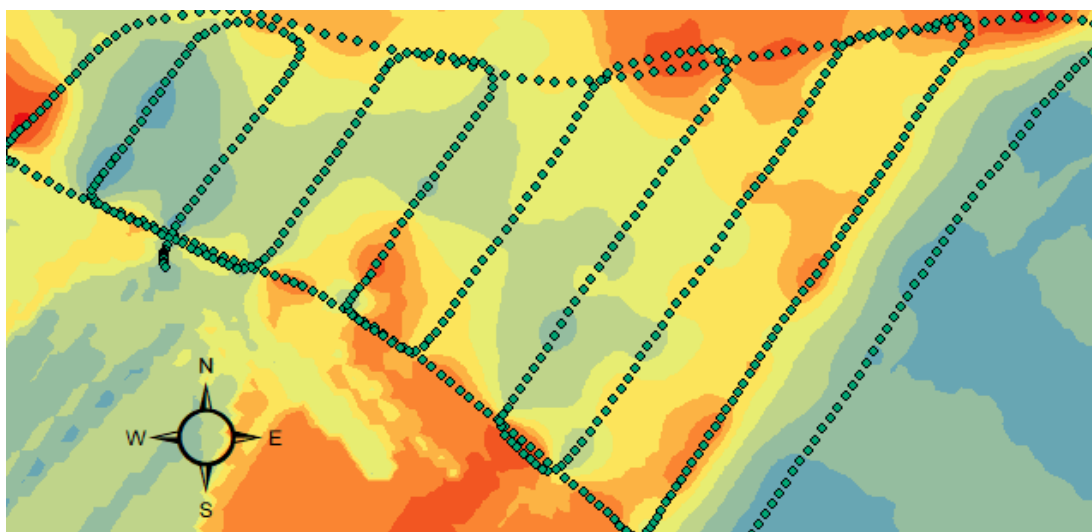
Odrůda	Galation	Výměra [ha]	7,68
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	54,08	Dávka N [kg*ha⁻¹]	68,75
IBI min.	1,58	IRMI min.	14,08
IBI max.	3,6	IRMI max.	22,11
IBI průměr	2,97	IRMI průměr	19,74

Data jsou získána ze souboru ve formátu .xls, který pro tento pozemek obsahuje 605 řádků dat a každý tento řádek představuje jedno konkrétní měření. V grafu č. 3 jsou znázorněny rozdíly ve vegetačních indexech a aplikovaném množství N.

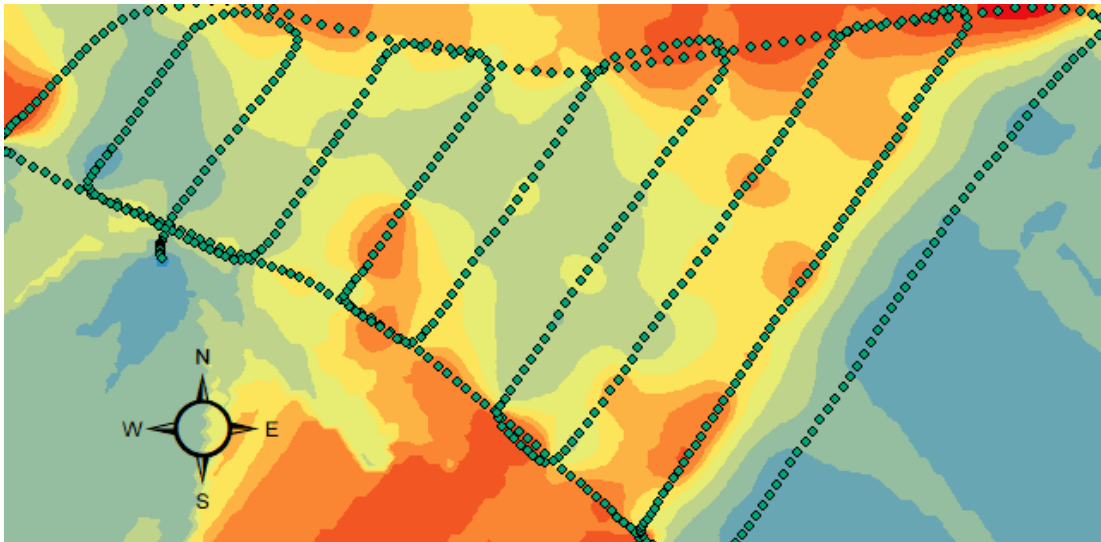


Graf č. 3: Rozdíly IRMI, IBI, N množství v rámci pozemku Borky

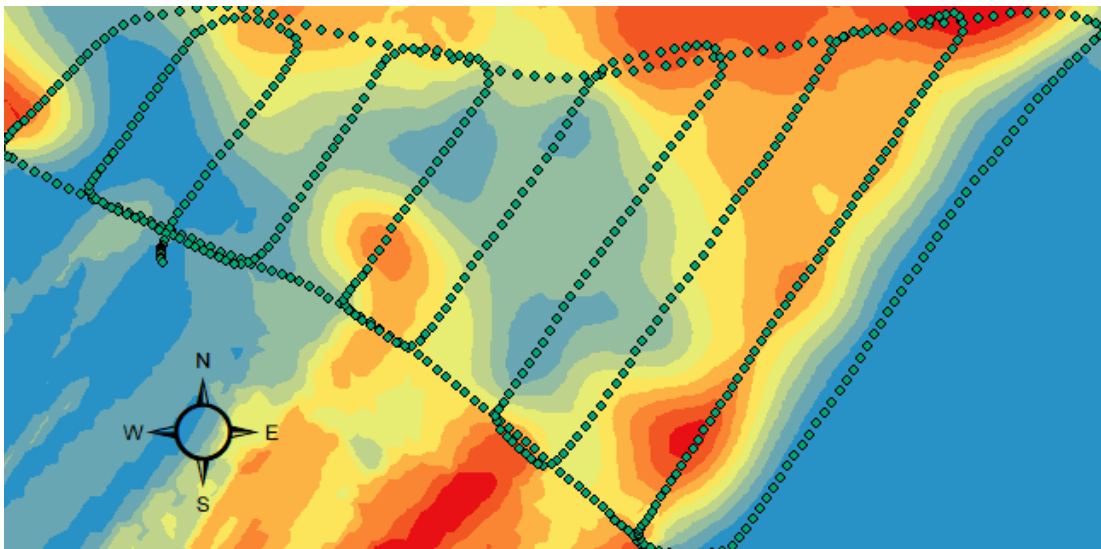
Pro obrázek č. 17 a 18 platí, že čím tmavší barva na mapě tím vyšší je hodnota vegetačního indexu (obr. 17 - IBI, 18 - IRMI) v případě obrázku č. 19 znamená tmavá barva na mapě místa, kde byla aplikována dávka dusíku v přednastavené dávce a jsou tak tedy označena místa s nižším obsahem dusíku v rostlinách, a tedy i v půdě. Jsou to místa kde lze očekávat nižší výnos kulturní plodiny.



Obrázek č. 16: Mapa dle hodnot indexu IBI pro pozemek Borky



Obrázek č. 17: Mapa dle hodnot indexu IRMI pro pozemek Borky



Obrázek č. 18: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Borky

4.2.2 Dlouhý

Pro pozemek s názvem Dlouhý jsou k dispozici data z roku 2017 (viz tabulka č. 6), kdy na tomto pozemku byla pěstována ozimá pšenice. Předplodinou pro pěstování ozimého ječmene v roce 2019 byla ozimá řepka. Shrnutí dat z regeneračního hnojení ozimého ječmene na pozemku Dlouhý jsou v tabulce č. 7.

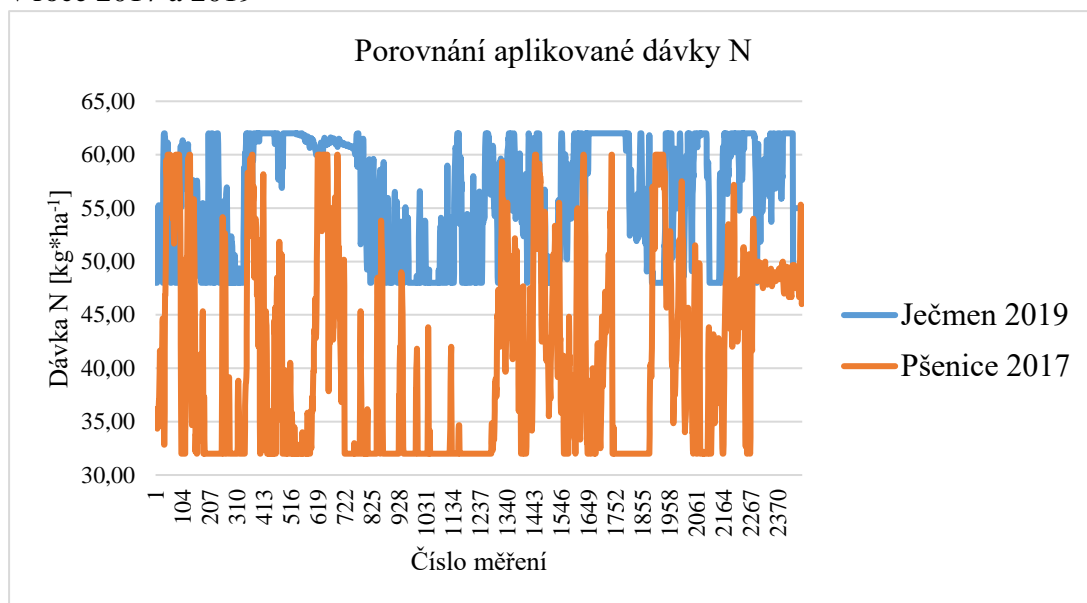
Tabulka č. 6: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Dlouhý z roku 2017

Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	38,10		
IBI min.	0,89	IRMI min.	12,58
IBI max.	4,37	IRMI max.	25,66
IBI průměr	3,58	IRMI průměr	21,20

Tabulka č. 7: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Dlouhý z roku 2019

Odrůda	Galation	Výměra [ha]	28,09
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	56,4	Dávka N [kg*ha⁻¹]	68,75
IBI min.	0,99	IRMI min.	11
IBI max.	3,42	IRMI max.	22,43
IBI průměr	2,47	IRMI průměr	19,29

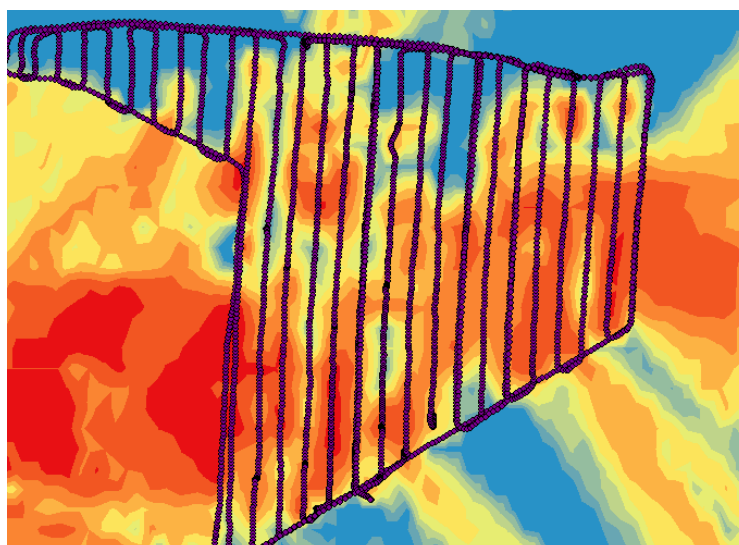
V grafu č. 4 je znázorněn rozdíl ve vyrovnanosti hnojení pozemku dusíkem v roce 2017 a 2019



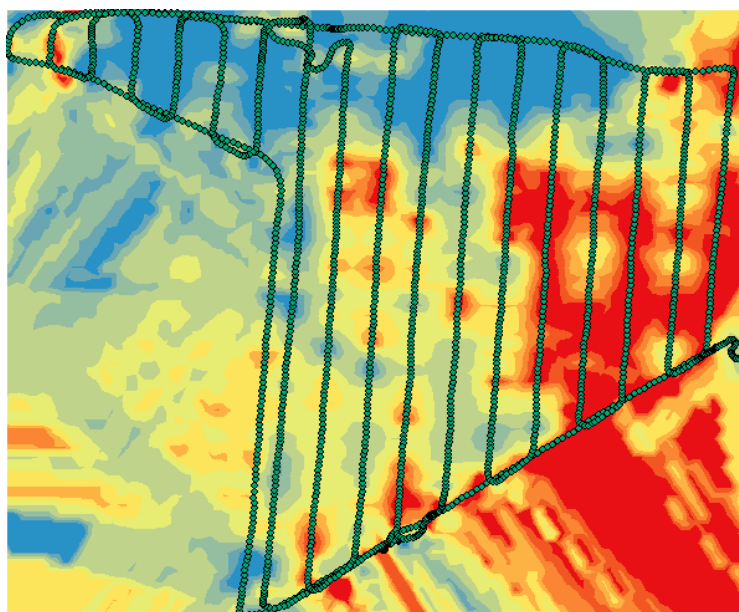
Graf č. 4: Rozdíl v úpravě aplikované dávky N mezi roky 2017 a 2019

Z grafu č. 4 je patrné, že vyrovnanost aplikované dávky čistého dusíku je v roce 2019 mnohem vyrovnanější než v roce 2017. To by mohlo znamenat, že stav dusíku obsaženého v půdě se v rámci pozemku vyrovnává a dojde tak i k vyrovnanosti výnosu pěstovaných plodin na tomto pozemku.

Vyrovnanost pozemku je zřejmá také z porovnání map aplikovaného množství N na hektar plochy (viz obrázek č. 20 a 21), kde v mapě pro rok 2019 převládá světlejší barva značící nižší dávku aplikovaného dusíku.



Obrázek č. 19: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Dlouhý v roce 2017



Obrázek č. 20: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Dlouhý v roce 2019

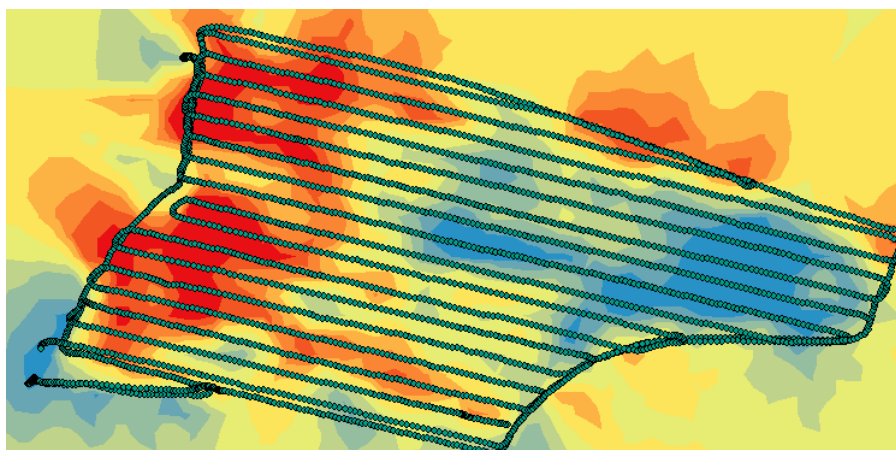
4.2.3 U kamene

Ozimý ječmen pěstovaný na pozemku s názvem U kamene měl jako předplodinu kukuřici sklizenou na siláž. Shrnutí dat z regeneračního hnojení ozimého ječmene na pozemku U kamene jsou v tabulce č. 8.

Tabulka č. 8: Shrnutí dat Isaria pro pozemek U kamene

Odrůda	Galation	Výměra [ha]	45,91
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	54,86	Dávka N [kg*ha⁻¹]	68,75
IBI min.	0,69	IRMI min.	5,69
IBI max.	3,84	IRMI max.	23,71
IBI průměr	2,71	IRMI průměr	19,76

Mapa aplikované dávky dusíku (viz obrázek č. 22) naznačuje vyšší vyrovnanost pozemku, než jaká byla v případě pozemku Dlouhý a je tak z těchto pozemků druhý nejvyrovnanější ihned po pozemku Borky



Obrázek č. 21: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek U kamene

4.2.4 Úspora nákladů u ozimého ječmene

Tabulka č. 9: Úspora nákladů u ozimého ječmene

Název pole	Výměra [ha]	Hnojivo	Cena hnojiva kg [Kč]	Dávka [kg*ha ⁻¹]	pr. dávka [kg*ha ⁻¹]	Úspora na 1 ha [Kč]
Ječmen Borky	7,68	LAD	6,90	250	196,65	368,12
Ječmen Dlouhý	28,09	LAD	6,90	250	205,09	309,88
Ječmen u Kamene	45,91	LAD	6,90	250	204,04	317,12
Výměra celkem [ha]		81,68		Úspora celkem [Kč]		26 090,79

4.3 Ozimá pšenice

Ozimou pšenicí bylo celkem oseto 595,04 hektarů orné půdy. Předplodinou byla nejčastěji ozimá řepka, ale na některých pozemcích také kukuřice na zrno, jarní ječmen, jetel a mák. Bylo vyséváno více odrůd a lišil se také výsevek (viz tabulka č. 10)

Tabulka č. 10: Odrůdy a výsevek ozimé pšenice

Odrůda	Výsevek [kg*ha ⁻¹]
Tonnage	160-170
Adict	170-190
Tobak	180-190
Avenue	180
Elixer	190
Hyland	47

Pozemky, na kterých byl využit senzor Isaria a datum setí jsou uvedeny v tabulce č. 11.

Tabulka č. 11: Pozemky hnojené s využitím senzoru Isaria

Pozemek	Výměra [ha]	Předplodina	Datum setí
U kapličky	100,55	Ozimá řepka	17. – 19. 10. 2018
U Slabce	48,59	Ozimá řepka	16. 9. 2018
Za bejkárnou	67,77	Ozimá řepka	13. 9. 2018

Regenerační přihnojení probíhalo od 1. 3. do 4. 3. 2019 a to hnojivem DASA v dávce 180 kg*ha⁻¹.

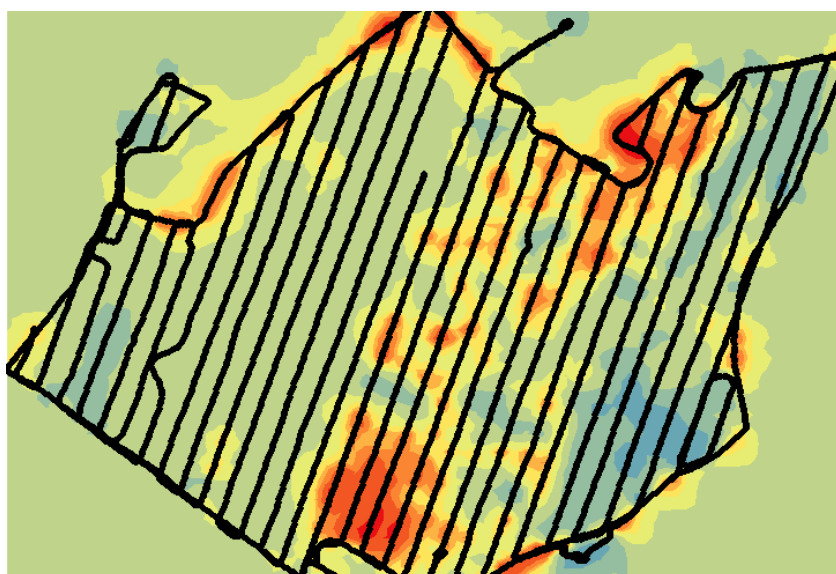
4.3.1 U kapličky

V tabulce č. 12 je uvedeno shrnutí z dat získaných senzorem Isaria při regeneračním hnojení ozimé pšenice na pozemku U kapličky.

Tabulka č. 12: Shrnutí dat Isaria pro pozemek U kapličky

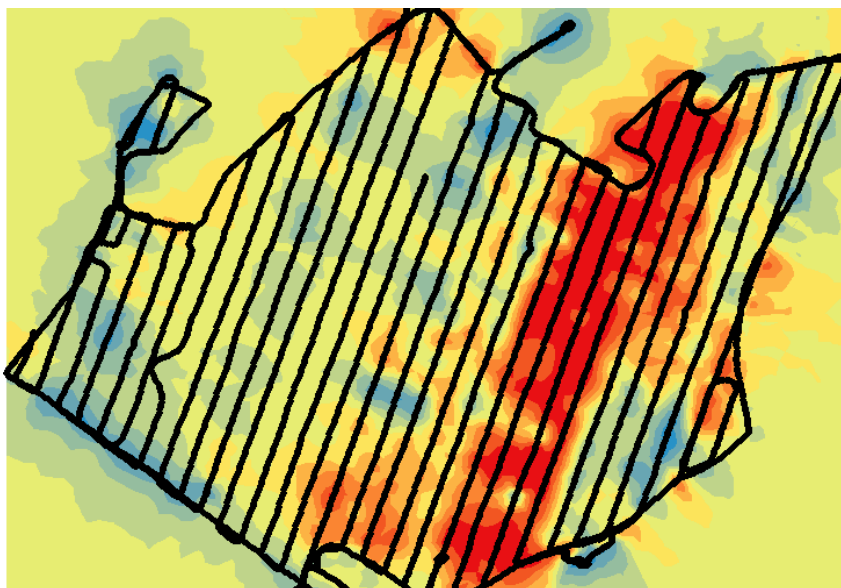
Odrůda	Tonnage	Výměra [ha]	100,55
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	40,14	Dávka N [kg*ha⁻¹]	46,8
IBI min.	1,07	IRMI min.	14,78
IBI max.	4,34	IRMI max.	26,48
IBI průměr	3,4	IRMI průměr	21,78

Jak naznačuje mapa dle IBI indexu (viz obrázek č. 23) je zapojení porostu pšenice na tomto pozemku mírně vyrovnané, což by mohlo být přičteno mírné zimě a v současnosti také suchému počasí.



Obrázek č. 22: Mapa dle indexu IBI pro pozemek U kapličky

Regenerační hnojení bylo prováděno na základě hodnot indexu IRMI, který zohledňuje odběr dusíku rostlinou. Na obrázku č. 24 je tak mapa aplikovaného dusíku na pozemku U kapličky, kde je vidět snaha senzoru Isaria udržet vyšší dávku N pro podporu růstu.



Obrázek č. 23: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek U kapličky

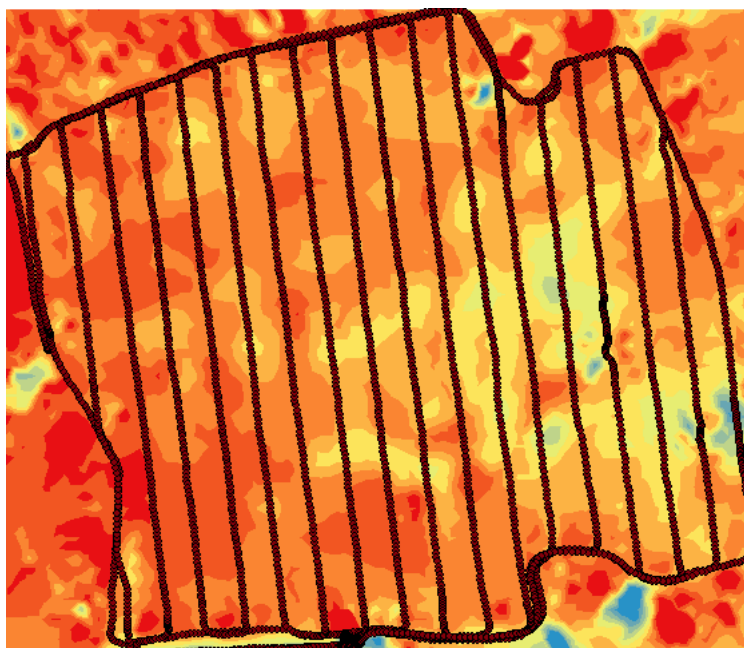
4.3.2 U Slabce

V tabulce č. 13 je uvedeno shrnutí z dat získaných senzorem Isaria při regeneračním hnojení ozimé pšenice na pozemku U Slabce.

Tabulka č. 13: Shrnutí dat Isaria pro pozemek U Slabce

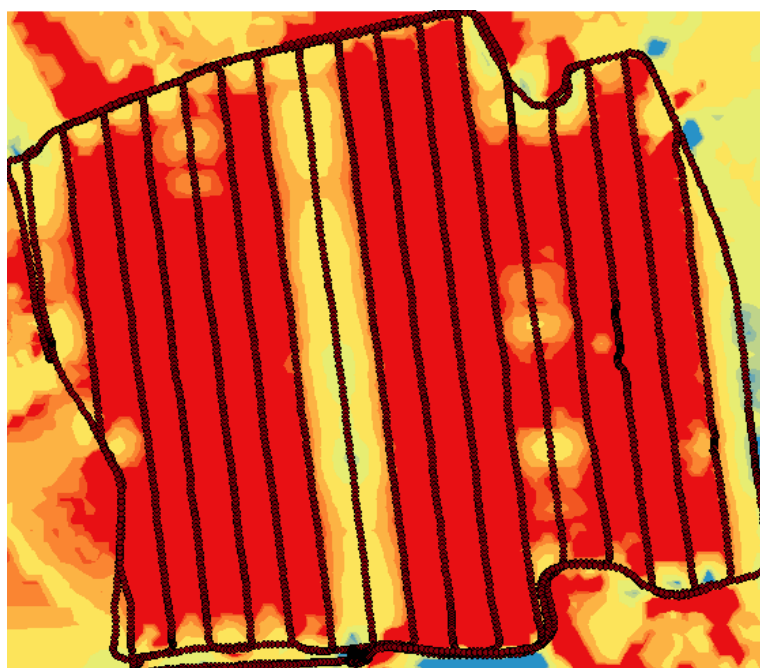
Odrůda	Tonnage	Výměra [ha]	48,59
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	42,52	Dávka N [kg*ha⁻¹]	46,8
IBI min.	0,78	IRMI min.	1,03
IBI max.	4,29	IRMI max.	35,64
IBI průměr	1,86	IRMI průměr	12,72

Na obrázku č. 25 je dle IBI indexu vidět značná vyrovnanost pozemku ozimé pšenice. IBI index naznačuje také dobré zapojení porostu a oproti pozemku U kapličky se jedná o vyšší a hustší porost pěstované plodiny.



Obrázek č. 24: Mapa dle indexu IBI pro pozemek U Slabce

Celkové hnojení dusíkem viditelné na obrázku č. 26 je také vyrovnané což naznačuje také dobrý přístup plodiny k živinám, a tedy i budoucí výnosový potenciál pozemku.



Obrázek č. 25: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek U Slabce

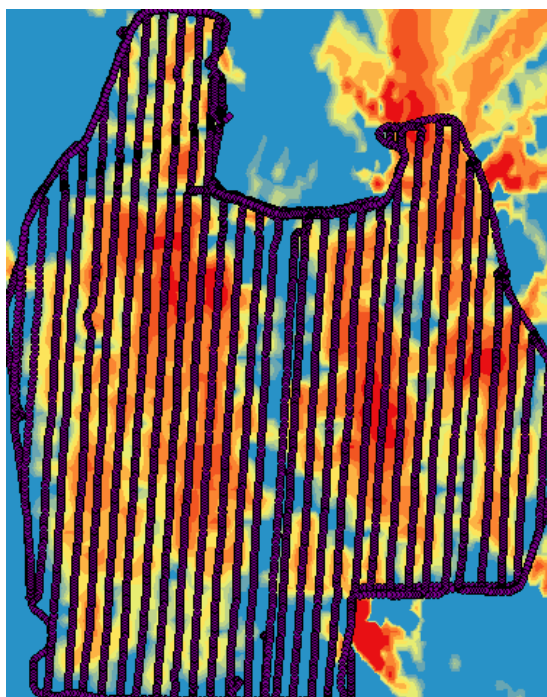
4.3.3 Za bejkárnou

V tabulce č. 14 je uvedeno shrnutí z dat získaných senzorem Isaria při regeneračním hnojení ozimé pšenice na pozemku Za bejkárnou.

Tabulka č. 14: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Za bejkárnou

Odrůda	Tonnage	Výměra [ha]	67,77
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	43,05	Dávka N [kg*ha⁻¹]	46,8
IBI min.	0,85	IRMI min.	6,4
IBI max.	4,28	IRMI max.	25,41
IBI průměr	3,14	IRMI průměr	19,45

Obrázek č. 27 je mapa aplikovaného čistého dusíku na pozemek Za bejkárnou, kde je pěstována ozimá pšenice



Obrázek č. 26: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Za bejkárnou

4.3.4 Úspora nákladů u ozimé pšenice

Tabulka č. 15: Úspora nákladů u ozimé pšenice

Název pole	Výměra [ha]	Hnojivo	Cena hnojiva kg [Kč]	Dávka [kg*ha ⁻¹]	pr. dávka [kg*ha ⁻¹]	Úspora na 1 ha [Kč]
U kapličky	100,55	DASA	7,20	180	154,38	184,46
U Slabce	48,59	DASA	7,20	180	163,52	118,66
Za bejkárnou	67,77	DASA	7,20	180	165,56	103,97
Výměra celkem [ha]		216,91		Úspora celkem [Kč]		31 359,26

4.4 Ozimá řepka

Ozimou řepkou bylo celkem oseto 407,5 hektarů orné půdy. Předplodinou byla nejčastěji ozimá pšenice, ale na některých pozemcích také ozimý ječmen. Bylo vyséváno více odrůd a lišil se také výsevek (viz tabulka č. 16)

Tabulka č. 16: Odrůdy a výsevek ozimé řepky

Odrůda	Výsevek [kg*ha ⁻¹]
Atora	2,7
DK Exception	2,7-3,2
Memory	2,7-3,2
Kuga	3,2

Pozemky, na kterých byl využit senzor Isaria a datum setí jsou uvedeny v tabulce č. 17.

Tabulka č. 17: Pozemky hnojené s využitím senzoru Isaria

Pozemek	Výměra [ha]	Předplodina	Datum setí
Hájky	54,48	Ozimá pšenice	21. 8. 2018
Bahna	26,84	Ozimá pšenice	17. 8. 2018
Vrchy	51,3	Ozimý ječmen	12. 8. 2018

Regenerační přihnojení probíhalo od 15. 3. 2019 do 20. 3. 2019 a to hnojivem LAD 27 v dávce 200 kg*ha⁻¹.

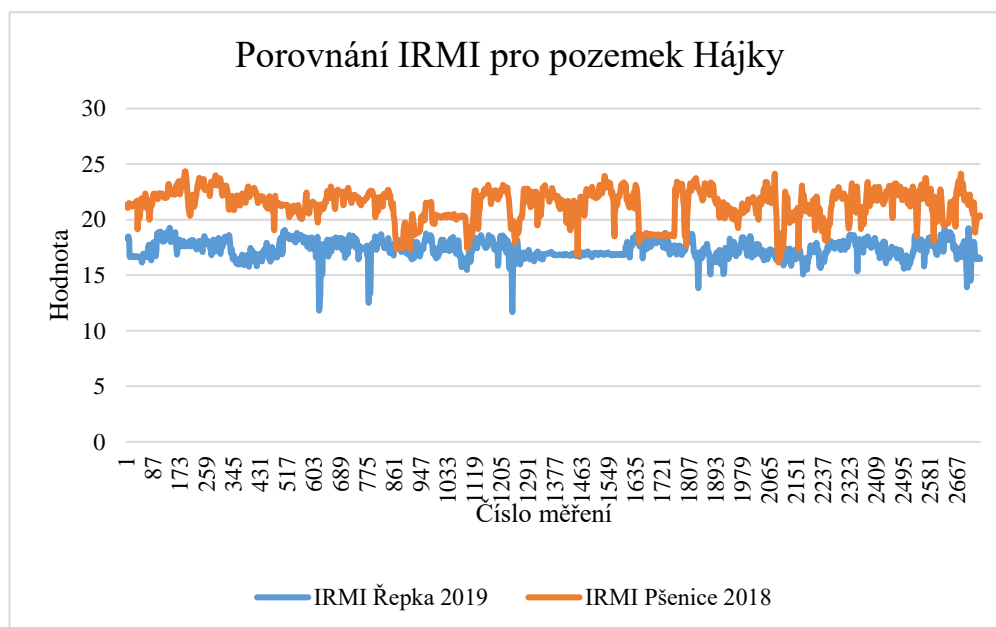
4.4.1 Hájky

V tabulce č. 18 je uvedeno shrnutí z dat získaných senzorem Isaria při regeneračním hnojení ozimé řepky na pozemku Hájky.

Tabulka č. 18: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Hájky

Odrůda	Atora	Výměra [ha]	54,48
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	40,13	Dávka N [kg*ha⁻¹]	55
IBI min.	0,97	IRMI min.	5,31
IBI max.	3,46	IRMI max.	19,26
IBI průměr	2,59	IRMI průměr	16,23

Pro pozemek hájky jsou k dispozici data z roku 2018, kde na tomto pozemku byla pěstována ozimá pšenice. V grafu č. 5 je porovnání IRMI indexů, které slouží jako základní hodnota pro úpravu dávky dusíku. V roce 2019 je vidět nižší kolísavost v křivce na rozdíl od křivky znázorňující rok 2018.



Graf č. 5: Porovnání indexu IRMI mezi roky 2018 a 2019

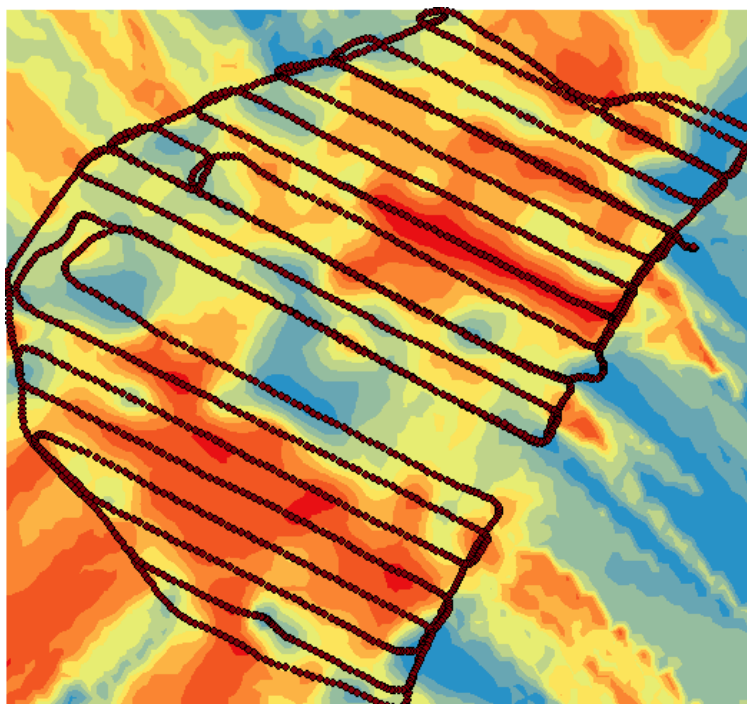
4.4.2 Bahna

V tabulce č. 19 je uvedeno shrnutí z dat získaných senzorem Isaria při regeneračním hnojení ozimé řepky na pozemku Bahna.

Tabulka č. 19: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Bahna

Odrůda	Memory	Výměra [ha]	26,84
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	41,51	Dávka N [kg*ha⁻¹]	55
IBI min.	1,04	IRMI min.	9,8
IBI max.	3,42	IRMI max.	20,97
IBI průměr	2,81	IRMI průměr	18,76

Obrázek č. 28 je mapa aplikovaného čistého dusíku na pozemek Bahna, kde je pěstována ozimá řepka.



Obrázek č. 27: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Bahna

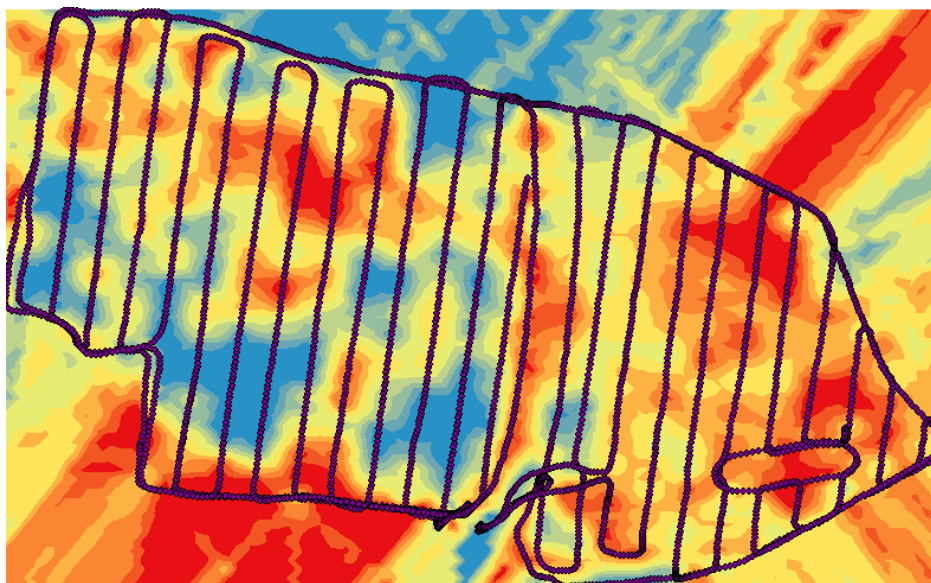
4.4.3 Vrchy

V tabulce č. 20 je uvedeno shrnutí z dat získaných senzorem Isaria při regeneračním hnojení ozimé řepky na pozemku Vrchy.

Tabulka č. 20: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Vrchy

Odrůda	Memory	Výměra [ha]	51,29
Průměrná dávka N [kg*ha⁻¹]	40,79	Dávka N [kg*ha⁻¹]	55
IBI min.	1,04	IRMI min.	9,8
IBI max.	3,42	IRMI max.	20,97
IBI průměr	2,81	IRMI průměr	18,76

Obrázek č. 29 je mapa aplikovaného čistého dusíku na pozemek Vrchy, kde je pěstována ozimá řepka.



Obrázek č. 28: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Vrchy

4.4.4 Úspora nákladů u ozimé řepky

Tabulka č. 21: Úspora nákladů u ozimé řepky

Název pole	Výměra [ha]	Hnojivo	Cena hnojiva kg [Kč]	Dávka [kg*ha ⁻¹]	pr. dávka [kg*ha ⁻¹]	Úspora na 1 ha [Kč]
Hájky	54,48	LAD	6,90	200	145,92	373,15
Bahna	26,84	LAD	6,90	200	150,94	338,51
Vrchy	51,29	LAD	6,90	200	148,32	356,59
Výměra celkem [ha]		132,61		Úspora celkem [Kč]	47 704,64	

4.5 Celková úspora nákladů na regenerační hnojení

V tabulce č. 22 je uvedena celková úspora nákladu při regeneračním hnojení na pozemcích, kde byla při hnojení využita také Isaria. Tyto uspořené náklady mohou kompenzovat náklady na další ošetřování plodin během vegetace a nebo mohou sloužit jako navýšení zdrojů pro kvalitativní hnojení, kde se předpokládá naopak s vyšší spotřebou hnojiva.

Tabulka č. 22: Celková úspora nákladů na regenerační hnojení

Plodina	Výměra [ha]	Standardní náklady [Kč]	Uspořeno [Kč]	Reálné náklady [Kč]	Rozdíl nákladů [%]
Ozimý ječmen	81,68	140 898,00	26090,79	114 807,21	18,52
Ozimá pšenice	216,91	281 115,36	31359,26	249 756,10	11,16
Ozimá řepka	132,61	183 001,80	47704,64	135 297,16	26,07
	Celkem [Kč]	605 015,16	105 154,69	499 860,47	17,38

Celkové náklady na hnojení jsou o 17,38 procenta nižší, než předpokládal plán. V tabulce č. 23 je uvedena celková teoretická úspora nákladů na regenerační hnojení všech pozemků, kde je pěstován ozimý ječmen, ozimá pšenice a ozimá řepka.

Tabulka č. 23: Teoretická úspora nákladů na regenerační hnojení

Plodina	Výměra [ha]	Standardní náklady [Kč]	Rozdíl nákladů [%]	Reálné náklady [Kč]
Ozimý ječmen	156,08	269 238,00	18,52	219 381,85
Ozimá pšenice	595,04	771 171,84	11,16	685 145,31
Ozimá řepka	407,05	528 120,00	26,07	390 450,45
	Celkem [Kč]	1 568 529,84		1 294 977,62

Teoreticky by při využití Isarie na všech pozemcích, kde jsou pěstovány výše zmíněné plodiny, byla úspora nákladů 273 552,22 Kč.

Pořizovací cena Fritzmeier Isaria Crop senzor N činí 748 000 Kč. Při uvedené úspoře nákladů by tak návratnost Isarie měla být necelé 2 roky a 9 měsíců (2,73 roku).

4.6 Vliv zavedení Isaria Crop senzoru na výnos kulturních plodin

Jak již bylo uvedeno v metodice, v rámci podniku Kooprodukt Lišov není možné vyhodnotit vliv zavedení Isarie na výnos pěstovaných plodin, protože v roce 2019 probíhalo první hnojení, při kterém byla Isarie nasazena. Jako zhodnocení vlivu na výnos bylo tedy za potřebí využít výzkumů, které sledují pozemky hnojené za pomoci Isarie dlouhodobě.

Ekonomické vyhodnocení pozitivních aspektů zavedení předkládaných metodických postupů bylo provedeno ve spolupráci s firmou Agrotec a.s. a Fritzmeier Umwelttechnik GmbH & Co. V poloprovozním polním experimentu na pozemku o výměře 72 hektarů obhospodařovaného zemědělskou společností Salix Morava a.s.

Předmětem polního experimentu bylo ověření sensorového systému Fritzmeier Isaria v polních podmínkách a vyhodnocení vlivu rozdílného způsobu variabilní aplikace dusíkatých hnojiv u pšenice ozimé na výnos a kvalitativní parametry zrna. V roce 2016 bylo ověřováno pět variant režimů aplikace dusíkatých hnojiv v pevné formě pro produkční (N2, UREA stabil) a kvalitativní (N3, LAD) přihnojení pšenice ozimé:

Varianta 1 – kontrola (v1_KONTR) -uniformní hnojení dle doporučení agronoma bez zohlednění lokálních rozdílů porostu.

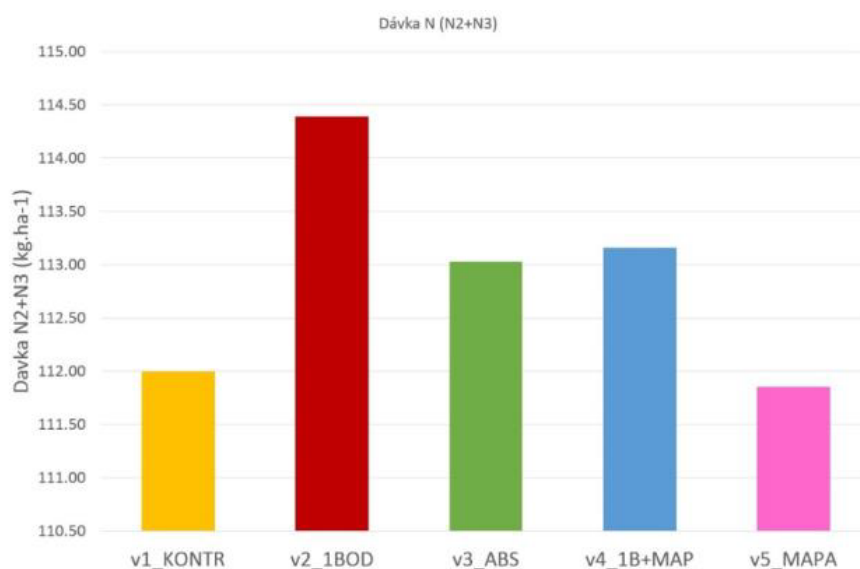
Varianta 2 – 1bodový modus bez mapy (v2_1BOD) – stanovení dávky hnojení na základě online sensorového měření.

Varianta 3 – absolutní modus s mapou (v3_ABS) - stanovení dávky hnojení na základě online sensorového měření a mapového podkladu s výnosovým potenciálem.

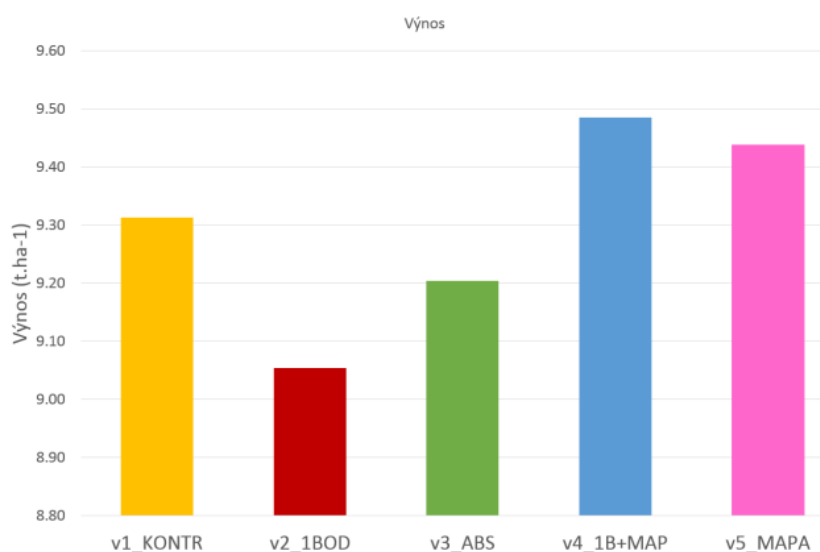
Varianta 4 – 1bodový mód s mapou (v4_1B+MAP) –stanovení dávky na základě kombinace jednobodové kalibrace online sensorového systému s podkladovou mapou.

Varianta 5 –podkladová mapa (v5_MAPA) –stanovení dávky hnojení na základě doporučení agronoma se zohledněním rozdílu výnosového potenciálu na pozemku.

Na obrázku č. 30 jsou v grafu znázorněny hodnoty dávek aplikace obou hnojení. Na obrázku č. 31 je v grafu znázorněný dosažený výnos v návaznosti na jednotlivé varianty hnojení (LUKAS, 2016).



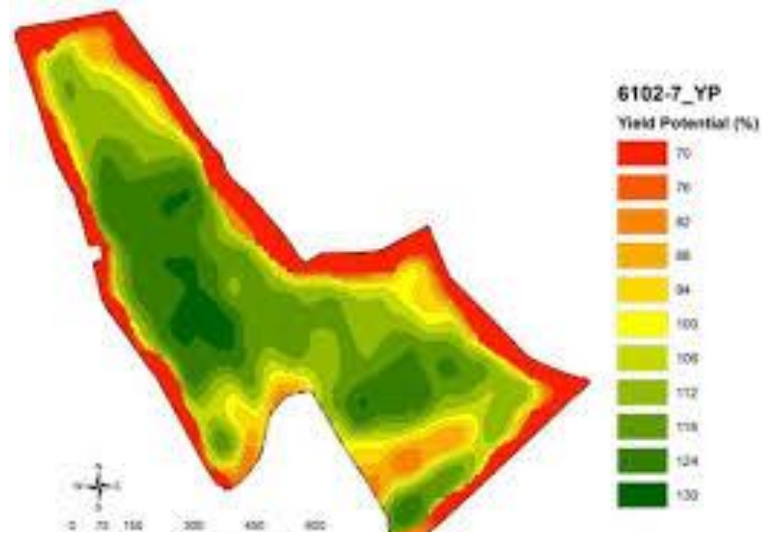
Obrázek č. 29: Sumární graf aplikovaného dusíku v N2 a N3 hnojení pro jednotlivé varianty, zdroj: LUKAS a kol. (2016)



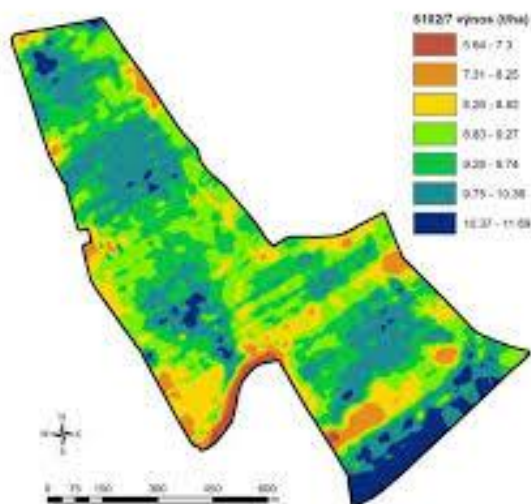
Obrázek č. 30: Graf dosaženého výnosu pro jednotlivé varianty hnojení, zdroj: LUKAS a kol. (2016)

Z hlediska hodnocení sklizně byl průměrný dosažený výnos vyšší než původní očekávaný. Plánovaný výnos byl stanoven na $8,5 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$, zatímco průměrný dosažený byl $9,3 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$. V porovnání s očekávaným rozložením výnosu zrna v jednotlivých úrovních výnosového potenciálu byl dosažený výnos vyrovnaný. Na zónách nižšího výnosu byl zaznamenán vyšší výnos, naproti tomu na zónách očekávaného vyššího výnosu byl dosažený výnos nižší.

Prostorové rozložení výnosového potenciálu (viz obrázek č. 32) a výnosové mapy ze sklizně (viz obrázek č. 33) přitom vykazuje obdobné prostorové struktury, s výjimkou souvrátí pozemků, které jsou u výnosového potenciálu označeny jako silně podprůměrné. Nejvyššího výnosu bylo dosaženo u varianty v4_1BOD; rozpětí průměrných hodnot výnosu pro varianty bylo přibližně $0,5 \text{ t*ha}^{-1}$ (LUKAS a kol., 2016)



Obrázek č. 31: Mapa výnosového potenciálu, zdroj: LUKAS a kol. (2016)



Obrázek č. 32: Výnosová mapa ze sklizně,
zdroj: LUKAS a kol. (2016)

Návrhy optimalizovaných dávek hnojiv a pesticidů mají potenciál vytvořit zisk ve výši cca 300 – 500 Kč*ha⁻¹. Rozložení dosaženého výnosu zrna v rámci pozemku odpovídalo rozložení zón dle mapy výnosového potenciálu, avšak rozdíl dosaženého výnosu mezi nejnižšími a nejvyššími zónami nebyl tak výrazný, jak hodnoty výnosového potenciálu předpokládaly. Realizovaný průměrný výnos zrna byl vůči plánovanému vyšší o 0,8 t*ha⁻¹.

Modelové ekonomické porovnání aplikace dusíkatých hnojiv ukázalo významně vyšší tržby a zisk i přes průměrné nižší ocenění zrna dle obsahu N-látek. Nejvyšší průměrný zisk byl dosažen u varianty jednobodové kalibrace s podkladovou mapou (v4_1B+MAP), naopak nejnižší pro jednobodovou kalibraci bez mapy (v2_1BOD). Srovnání s kontrolní variantou ukazuje na nejvyšší rozdíl u varianty v4 413,- Kč na ha a varianty v5_MAPA 225,- Kč na ha. Varianty v2 a v3 vykázaly naopak nižší zisk než kontrola (o -715,- Kč na ha pro v3 a -420,- Kč pro v2 (LUKAS a kol., 2016).

5. Diskuse

Má tato technologie prokazatelný vliv na úsporu nákladů?

Ano. Z uvedených poznatků, odborných literárních zdrojů a provedených měření mohu konstatovat, že zvolená technologie určitě má pozitivní vliv na úsporu nákladů v rámci regeneračního hnojení. Je však nutné si uvědomit, že záleží také na přístupu agronoma, jakým způsobem bude chtít regenerační hnojení provádět. Ve výše uvedeném měření probíhalo jarní hnojení s cílem zajistit vyrovnanost porostu na pozemku. Jak ale uvádí LUKAS a kol. (2016) míru přímých ekonomických úspor u ostatních výrobních podniků je nutné posuzovat a odhadovat diferencovaně podle míry intenzifikace, kterou již daný podnik v oblasti užití hnojiv a pesticidů dosáhl. Podniky, které v minulosti neinvestovaly do rozvoje produkční schopnosti půdy hnojením ani do péče o základy půdní úrodnosti, mohou dokonce předkládaná doporučení vyhodnotit jako citelně nákladnější, než kolik doposud činila jejich zavedená výrobní praxe.

Má tato technologie vliv na výnos kulturní plodiny?

Ano. Z výše uvedeného polního pokusu vyplývá, že je možné dosahovat vyšších výnosů kulturních plodin při správném způsobu využívání polních dat v kombinaci s Isaria senzorem. LUKAS a kol. (2016) uvádí, že realizovaný průměrný výnos zrna byl vůči plánovanému vyšší o $0,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$. To také odráží potřebu hodnocení aktuálního stavu porostů, neboť nelze spoléhat na shodný průběh vývoje a růstu rostlin a jejich výživného stavu mezi jednotlivými ročníky. Porovnání s kontrolní variantou pro sledovaný pozemek pak ukazuje mírné zvýšení zisku u variant variabilní aplikace hnojiv s podkladovou mapou výnosového potenciálu, nejvíce v případě jednobodové kalibrace s mapou (v4_1B+MAP), zatímco aplikace pouze na základě sensorového měření (v2_1BOD) vykazovala mírnou ztrátu zisku vůči kontrolní variantě.

Isaria Crop senzor N jako součást precizního zemědělství je v současnosti nejvíce rozšířena ve velkých podnicích, které disponují přiměřenými zdroji pro její správné užívání. Jak uvádí web www.euractiv.cz, v článku o precizním zemědělství a jeho pozitivním vlivu na problém půdní degradace, využívání precizního zemědělství je přínosné pro životní prostředí. Při jeho zavádění a využívání budou ale menší zemědělci potřebovat pomoc od státu. Většina zemědělců totiž postrádá důležité nástroje pro zisk a analýzu údajů o vlastní půdě.

Dalším problémem je nedostatečný přístup k rychlému širokopásmovému připojení ve venkovských oblastech a nedostatečná digitální gramotnost. To by mohlo vést k velkému digitálnímu rozdílu mezi velkými a malými zemědělci. Proto je velmi důležité mít nezávislé poradenské služby s nutnými znalostmi a přístupem k údajům, které pomohou minimalizovat tento rozdíl.

Plodinové senzory jsou velmi účinnými nástroji jak precizně a šetrně hospodařit. Zajímavá je také možnost jejich agregace se širokou škálou běžně používaných strojů. V případě Isarie nejde jen o rozmetadla minerálních hnojiv, ale také o postřikovače, aplikační cisterny a v teoretické rovině také o rozmetadla statkových hnojiv.

V případě rozmetadel statkových hnojiv nelze zatím plodinové senzory využívat, protože tyto potřebují pro měření vzrostlý porost. Aplikace pevných statkových hnojiv však zpravidla do vzrostlého porostu neprobíhá, ale při rozhovoru s p. Mederou jsme konzultovali teoretickou možnost aplikace do výdrolu řepky ozimé nebo do meziplodiny (např.: hořčice bílé), která by tak mohla sloužit jako indikátor stavu pozemku. Pokud by tato varianta byla převedena do praxe, bylo by tak díky plodinovým sensorům možno uspořit také organické hnojivo, kterého je stále větší nedostatek. Zároveň by tak docházelo k častějšímu vysévání meziplodin sloužících po aplikaci hnoje jako další organická hmota v půdě.

Závěr

Cílem zadání diplomové práce, který jsem si stanovil, bylo odpovědět na hypotézy, zda zvolená technologie má prokazatelný vliv na úsporu nákladů a zda tato technologie současně ovlivňuje zvyšování výnosu kulturních plodin. Jak je z práce patrné, vyhodnocená data dokazují snížení nákladů a však lze je prokázat pouze na regeneračním hnojení, které zároveň bylo prvním nasazením Isaria senzoru v podniku Kooprodukt Lišov a.s. Z odborné literatury je však známo, že k úsporám nákladů dochází i při jiných typech hnojení. Vždy však bude záležet na přístupu agronoma v daném podniku, jak bude senzor nastaven a jaký bude cíl hnojení. Samotný Isaria senzor však k hnojení nestačí a jak je v práci uvedeno, je třeba mít ucelená data o každém konkrétním pozemku, na základě kterých, budou vytvářeny aplikační mapy a mapy výnosového potenciálu.

V současné době sbírají takto ucelená data ve větších podnicích, které disponují zdroji využitelnými k této činnosti. V budoucnu však budou k tomuto sběru dat nuceni i menší farmáři ať už klimatickými změnami, které budou vyžadovat preciznější způsoby hospodaření nebo ekologickými a finančními tlaky ze strany státu nebo Evropské unie.

Data prokazující vliv na výnos kulturních plodin v rámci sledovaného podniku bude možno získat až po první sklizni. Data získaná z certifikované metodiky, jejíž součástí je prováděný výzkum v konkrétním podniku, jsou dostatečným podkladem pro mé tvrzení, že využití Isaria senzoru má pozitivní vliv na výnos kulturních plodin.

Při sběru dat pro literární přehled této práce mě velmi překvapilo, jak vyspělá technologie se dá v rámci precizního zemědělství využívat. Příkladem jsou secí stroje umožňující variabilní změnu výsevu s možností přihnojování dle aplikační mapy. Dále využití systému Isaria společně se systémem VAN Control měřícím v reálném čase obsah živin v kejdě.

Rychlost technického vývoje v této oblasti předstihuje schopnosti aplikace do praxe, a proto je třeba klást důraz na vzdělávání odborné zemědělské veřejnosti. Péče o krajinu si žádá dokázat si osvojit prvky precizního zemědělství. Vývoj technologií pro precizní zemědělství se stává celospolečenským trendem. V oblasti zemědělství o tom svědčí například myšlenky s užitím umělé inteligence v souvislosti s aplikací

přípravků na ochranu rostlin, které by mohly být aplikovány v místě potřeby nikoliv preventivně.

Osobně jsem byl rád, že jsem se mohl této problematice věnovat a se zájmem ji zpracovávat. Pokud budu mít v rámci své profese příležitost, budu prosazovat prvky precizního zemědělství v praxi.

Přehled použité literatury a zdrojů

BENEŠ P. (2018). Co přináší čtvrtá průmyslová revoluce. Profi Press Praha, *Mechanizace zemědělství*. LXVIII/5, s. 54-58, ISSN 0373-6776,

KARÁSKOVÁ M. (2018). Novinky v rodině senzorů Isaria. Profi Press Praha, *Mechanizace zemědělství*. LXVIII/12, s. 62-63, ISSN 0373-6776,

KROULÍK M., CHYBA J., BRANT V. (2015). CTF a omezení nežádoucího zhutňování půdy. Profi Press Praha, *Mechanizace zemědělství*. LXV/5, s. 66-68, ISSN 0373-6776, dostupné také z: <https://profipress.cz/archiv/mechanizace-zemedelstvi-52015/#page/66> „staženo dne: 9. 1. 2019“

LUKAS V., NEUDERT L., KŘEN J., (2010). Precizní zemědělství a jeho přínosy. Profi press Praha, *Zemědělec*. XVIII/33, s. 9. ISSN 1211-3816, dostupné také z: <https://zemedelec.cz/precizni-zemedelstvi-a-jeho-prinosy/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

LUKAS V., RYANT P., DRYŠLOVÁ T., NEUDERT L. (2011). Tvorba aplikačních map pro základní hnojení plodin v precizním zemědělství. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7375-561-4, dostupné také z: https://www.researchgate.net/publication/234842920_Tvorba_aplikacnich_map_pro_zakladni_hnojeni_plodin_v_preciznim_zemedelstvi_Metodika_pro_praxi „staženo dne: 9. 1. 2019“

LUKAS V., NEUDERT L. (2016). Senzorové měření porostů zemědělských plodin pro variabilní aplikaci hnojiv a pesticidů. Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-460-5, dostupné také z: https://docplayer.cz/79191839-C-e-r-t-i-f-i-k-o-v-a-n-a-m-e-t-o-d-i-k-a-p-r-o-p-r-a-x-i.html#show_full_text „staženo dne: 3. 4. 2019“

Internetové zdroje:

<https://www.agrojournal.cz/clanky/soucasny-stav-precizniho-zemedelstvi-a-moderni-technologie-v-rostlinne-vyrobe-249> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<https://www.agrojournal.cz/clanky/soucasny-stav-precizniho-zemedelstvi-a-moderni-technologie-v-rostlinne-vyrobe-249> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<https://zemedelec.cz/precizni-zemedelstvi-a-jeho-prinosy/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<https://zemedelec.cz/precizni-zemedelstvi-a-jeho-prinosy/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<https://www.agri-precision.cz/aktuality/69-variabilni-3produkty> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/nastroje-sluzby/n-sensor/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<https://www.yaraagri.cz/vyziva-rostlin/nastroje-sluzby/n-sensor/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<http://www.agleader.com/blog/what-is-optrx/> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<http://www.pal.cz/O-nas/Aktuality/Plodinova-cidla-OptRx%E2%84%A2-spolecnosti-Ag-Leader> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<http://fritzmeier-umwelttechnik.com/isaria/?lang=en> „staženo dne: 9. 1. 2019“

<http://fritzmeier-umwelttechnik.com/history/?lang=en> „staženo dne 5. 2. 2019“

<https://www.agroportal24h.cz/clanky/variabilni-aplikace-tuhych-hnojiv-dobyva-cesko-na-organickou-hmotu-se-casto-zapomina-rika-majitel-agrosluzeb> „staženo dne 2. 4. 2019“

<https://euractiv.cz/section/evropske-finance/news/puda-celi-degradaci-pomoci-muze-precizni-zemedelstvi/> „staženo dne 2. 4. 2019“

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Schéma CTF ComTrac	14
Obrázek č. 2: Schéma CTF Twin Trac.....	15
Obrázek č. 3: Schéma CTF AdTrac	15
Obrázek č. 4: Schéma CTF OutTrac	16
Obrázek č. 5: Schéma CTF HalfTrac	17
Obrázek č. 6: Ovládání Raven Viper 4.....	20
Obrázek č. 7: Kombinovaný secí stroj	21
Obrázek č. 8: Yara N-Sensor ALS	23
Obrázek č. 9: N-Sensor AgLeader OptRx.....	24
Obrázek č. 10: Fritzmeier Isaria N-Senzor.....	26
Obrázek č. 11: Fritzmeier Isaria Basic N-Senzor.....	27
Obrázek č. 12: Systém Smart4Grass	28
Obrázek č. 13: Rozmetadlo Annaburger pro precizní zemědělství.....	29
Obrázek č. 14: Ovládání rozmetadla přes ISOBUS	30
Obrázek č. 15: Souprava aplikační cisterny se systémem VAN Control a senzorem Isaria.....	32
Obrázek č. 16: Ovládací panely pro Isaria a VAN Control	32
Obrázek č. 17: Mapa dle hodnot indexu IBI pro pozemek Boriky	40
Obrázek č. 18: Mapa dle hodnot indexu IRMI pro pozemek Boriky.....	41
Obrázek č. 19: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Boriky	41
Obrázek č. 20: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Dlouhý v roce 2017.....	43
Obrázek č. 21: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Dlouhý v roce 2019.....	44

Obrázek č. 22: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek U kamene	45
Obrázek č. 23: Mapa dle indexu IBI pro pozemek U kapličky.....	47
Obrázek č. 24: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek U kapličky	48
Obrázek č. 25: Mapa dle indexu IBI pro pozemek U Slabce.....	49
Obrázek č. 26: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek U Slabce.....	49
Obrázek č. 27: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Za bejkárnou	50
Obrázek č. 28: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Bahna	54
Obrázek č. 29: Mapa dle upravené dávky čistého N na hektar plochy pro pozemek Vrchy	55
Obrázek č. 30: Sumární graf aplikovaného dusíku v N2 a N3 hnojení pro jednotlivé varianty.....	59
Obrázek č. 31: Graf dosaženého výnosu pro jednotlivé varianty hnojení.....	59
Obrázek č. 32: Mapa výnosového potenciálu	60
Obrázek č. 33: Výnosová mapa ze sklizně.....	61

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Ukázka dat ze senzoru Fritzmeier Isaria Crop senzor N	35
Tabulka č. 2: Předpokládané celkové náklady na hnojiva	37
Tabulka č. 3: Předpokládané náklady na hnojiva pro pozemky ošetřené senzorem Isaria.....	38
Tabulka č. 4: Pozemky hnojené s využitím senzoru Isaria	39
Tabulka č. 5: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Borky.....	39
Tabulka č. 6: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Dlouhý z roku 2017	42
Tabulka č. 7: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Dlouhý z roku 2019	42

Tabulka č. 8: Shrnutí dat Isaria pro pozemek U kamene	44
Tabulka č. 9: Úspora nákladů u ozimého ječmene.....	45
Tabulka č. 10: Odrůdy a výsevek ozimé pšenice	46
Tabulka č. 11: Pozemky hnojené s využitím senzoru Isaria	46
Tabulka č. 12: Shrnutí dat Isaria pro pozemek U kapličky	47
Tabulka č. 13: Shrnutí dat Isaria pro pozemek U Slabce	48
Tabulka č. 14: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Za bejkárnou	50
Tabulka č. 15: Úspora nákladů u ozimé pšenice	51
Tabulka č. 16: Odrůdy a výsevek ozimé řepky	52
Tabulka č. 17: Pozemky hnojené s využitím senzoru Isaria	52
Tabulka č. 18: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Hájky	53
Tabulka č. 19: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Bahna	54
Tabulka č. 20: Shrnutí dat Isaria pro pozemek Vrchy.....	55
Tabulka č. 21: Úspora nákladů u ozimé řepky	56
Tabulka č. 22: Celková úspora nákladů na regenerační hnojení	56
Tabulka č. 23: Teoretická úspora nákladů na regenerační hnojení	57

Seznam grafů

Graf č. 1: Poměr nákladů mezi plodinami.....	37
Graf č. 2: Poměr nákladů mezi plodinami ošetřovaných senzorem Isaria	38
Graf č. 3: Rozdíly IRMI, IBI, N množství v rámci pozemku Borcky	40
Graf č. 4: Rozdíl v úpravě aplikované dávky N mezi roky 2017 a 2019	43
Graf č. 5: Porovnání indexu IRMI mezi roky 2018 a 2019.....	53