



Ekonomická
fakulta
Faculty
of Economics

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Ekonomická fakulta
Katedra řízení

Diplomová práce

Průmysl 4.0 v zemědělství

Vypracovala: Bc. Ivona Švepešová
Vedoucí práce: Ing. Martin Pech, Ph.D.

České Budějovice 2022

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Ekonomická fakulta

Akademický rok: 2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: Bc. Ivona ŠVEPEŠOVÁ
Osobní číslo: E20432
Studijní program: N0413A050036 Ekonomika a management
Studijní obor:
Téma práce: Průmysl 4.0 v zemědělství
Zadávající katedra: Katedra řízení

Zásady pro vypracování

Cíl práce:

Cílem diplomové práce je zhodnocení využití Průmyslu 4.0 v zemědělských podnicích a navržení doporučení.

Metodika práce:

1. Prostudování odborné literatury.
2. Zpracování metodiky v souladu s cílem diplomové práce.
3. Provedení analýzy současného stavu využívání Průmyslu 4.0 v zemědělství.
4. Provedení dotazníkového šetření.
5. Vyhodnocení dotazníkového šetření.
6. Navržení doporučení a změn.

Rámcová osnova:

1. Úvod.
2. Literární přehled.
3. Cíl a metodika.
4. Vlastní zpracování.
5. Diskuse.
6. Závěr.
7. Přehled použité literatury.
8. Přílohy.

Rozsah pracovní zprávy: 50 – 60 stran
Rozsah grafických prací: dle potřeby
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam doporučené literatury:

- Mařík, V. (2016). *Průmysl 4.0. Výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press.
- Míketa, K. (2017). *Smart revoluce*. Praha: Mladá Fronta.
- Pabbathi, K. K. (2018). *Quick Start Guide to Industry 4.0: One-stop reference guide for Industry 4.0*. Scotts Valley, CA: CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. New York: Currency.
- Schwab, K. (2018). *Shaping the Fourth Industrial Revolution*. Cologny: World Economic Forum.
- Tomek, G., & Vávrová, V. (2017). *Průmysl 4.0. Aneb nikdo sám nevyhraje*. Praha: Professional Publishing.
- Veber, J. (2018). *Digitalizace ekonomiky a společnosti*. Praha: Management Press.

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Pech, Ph.D.
Katedra řízení

Datum zadání diplomové práce: 15. ledna 2021
Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2022


doc. Dr. Ing. Dagmar Škodová Parmová
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
EKONOMICKÁ FAKULTA
Studentůvská 13 (20)
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Petr Řehoř, Ph.D.
vedoucí katedry

Prohlášení:

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47 zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to – v nezkrácené podobě 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.

V Českých Budějovicích dne: 14.4.2022

.....
Bc. Ivona Švepešová

Poděkování:

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé diplomové práce, Ing. Martinu Pechovi, Ph.D. za odborné vedení, rady, náměty, trpělivost a všestrannou a vstřícnou pomoc při zpracování práce. Dále bych chtěla také poděkovat všem blízkým, kteří mi při vypracovávání práce byli velkou oporou.

Obsah

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | Úvod..... | 3 |
| 2 | Literární rešerše..... | 5 |
| 2.1 | Charakteristika konceptu Průmysl 4.0..... | 5 |
| 2.2 | Historie průmyslu 4.0 | 8 |
| 2.3 | Precizní zemědělství aneb Zemědělství 4.0..... | 9 |
| 2.4 | Základní složky zemědělství | 11 |
| 2.5 | Metody hospodaření | 11 |
| 2.5.1 | Konvenční zemědělství | 12 |
| 2.5.2 | Ekologické zemědělství..... | 12 |
| 2.5.3 | Integrované zemědělství..... | 12 |
| 2.5.4 | Trvale udržitelné zemědělství | 12 |
| 2.6 | Technologie precizního zemědělství | 13 |
| 2.6.1 | Technologie Zemědělství 4.0 – rostlinná a živočišná výroba | 14 |
| 2.6.2 | Projekty precizního zemědělství | 18 |
| 3 | Cíl a metodika | 22 |
| 3.1 | Cíl práce..... | 22 |
| 3.2 | Metodický postup | 23 |
| 3.3 | Použité metody | 24 |
| 4 | Výsledky práce..... | 27 |
| 4.1 | Vyhodnocení dotazníkové šetření | 27 |
| 4.1.1 | Identifikace respondenta | 27 |
| 4.1.2 | Precizní zemědělství..... | 31 |
| 4.1.3 | Nové technologie pro zemědělství | 37 |
| 4.1.4 | Samořiditelná mobilní technika | 41 |
| 4.2 | Zhodnocení precizního zemědělství – technologie a projekty | 42 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.2.1 | Technologie | 42 |
| 4.2.2 | Projekty precizního zemědělství | 49 |
| 5 | Diskuse..... | 52 |
| 5.1 | Silné stránky využití precizního zemědělství | 52 |
| 5.2 | Slabé stránky využití precizního zemědělství | 56 |
| 5.3 | Vyhodnocení hypotéz | 58 |
| 5.4 | Návrhy a doporučení | 60 |
| 6 | Závěr | 63 |
| I. | Summary and Keywords | 65 |
| II. | Seznam použitých zdrojů..... | 66 |
| III. | Seznam použitých obrázků a tabulek | 1 |
| IV. | Seznam příloh..... | 2 |

1 Úvod

Dnešní uspěchaná doba přináší každým dnem nové výzvy úplně pro každého. Společnost se neustále vyvíjí a s ní i různé technologie. Průmyslové revoluce přichází postupně již od vzniku mechanizace jako takové. Čtvrtá průmyslová revoluce nastupuje postupně a přináší radikální změny napříč všemi průmyslovými odvětvími. Jedním z těchto odvětví je právě zemědělství, kterému je tato práce věnována.

Poprvé bylo o termínu „Průmyslu 4.0“ diskutováno v roce 2011. Dominantní zemí v moderních technologiích je např. sousední stát Německo. Termínem je označována další vývojová etapa v průmyslových odvětvích. Vlivem nového vnímání světa dochází v ekonomických systémech a sociálních strukturách k velkým změnám především v oblasti technologie.

Tato práce je zaměřena na uplatnění metod Průmyslu 4.0 v zemědělství. Zemědělství je odvětvím od počátku věků velice náročným především z toho důvodu, že vyžaduje velké fyzické úsilí. Produkty, které díky zemědělství přicházejí na trh, jsou pro většinu z nás důležitou součástí každodenního života. Obecně je známo, že spotřeba se neustále zvyšuje a např. v případě živočišné výroby, dle Českého statistického úřadu, zkonsumuje každý Čech v průměru přes 80 kg masa. Na dostupnost všech surovin si lidé zvykli velmi rychle, a právě proto je nutné se tomuto odvětví věnovat a uplatňovat chytré metody napomáhající k efektivnímu zpracování, k omezení plýtvání zdroji, k předcházení decimování půdy a v neposlední řadě k větší ochraně zdraví zvířat.

V případě uplatňování Průmyslu 4.0 v zemědělství, byl postupně vytvořen termín „precizní zemědělství“ či „Zemědělství 4.0“. Jedná se o moderní techniku a technologie, které cílí na zvýšení preciznosti práce, zvýšení výkonnosti, efektivní zpracovávání veškerých dat a další aspekty, které povedou k modernizaci zemědělství. Precizní zemědělství je již dostupné pro všechny zemědělské podniky rostlinného či živočišného charakteru. Uplatnění nástrojů Průmyslu 4.0 v zemědělských podnicích umožňuje uspořit naturální i peněžní zdroje. Velké změny přináší možnost využití Internetu věcí (IoT), který je schopen propojit a sdílet všechna důležitá data. Prostřednictvím chytrých technologií je možné nakonfigurovat veškeré systémy v podniku, které umožňují vzájemnou komunikaci strojů a celý výrobní proces je komplexně propojen.

Diplomová práce je rozdělena na dvě části – teoretickou a praktickou část. V první kapitole teoretické části je popsána charakteristika konceptu Průmyslu 4.0 a na tuto obecnou charakteristiku navazuje historický přehled průmyslových revolucí. Následující podkapitola je věnována preciznímu zemědělství, od jeho vzniku až po nově zavedené technologie. Předposledním a důležitým krokem je vytvoření obecného přehledu o základních složkách zemědělství a užívaných metodách hospodaření. Závěr literární rešerše mapuje příklady technologií a projektů vycházejících z konceptu Průmyslu 4.0.

Praktická část se zabývá analýzou současného stavu v uplatňování technologií Průmyslu 4.0 v zemědělství. Nejprve je popsán cíl a metodika diplomové práce. Pro tuto práci bylo zvoleno dotazníkové šetření. Cíl práce byl rozčleněn na tři dílčí cíle a na tuto fázi navazuje popis metodického postupu. Nedílnou součástí praktické části je podrobný popis použitých metod. Poslední kapitola informuje o výsledcích práce, doporučení a navržené změny v oblasti zemědělství.

Tato diplomová práce umožňuje zvýšení povědomí, zda zemědělské podniky využívají moderní technologie Průmyslu 4.0 a zároveň navrhuje možná doporučení pro další podnikání v tomto oboru.

2 Literární rešerše

2.1 Charakteristika konceptu Průmysl 4.0

Čtvrtá průmyslová revoluce mění zásadním způsobem povahu průmyslu, energetiky, obchodu, logistiky a dalších částí hospodářství i celé společnosti. I když jsou předpokládány dopady této revoluce celospolečenské, v jejím centru pozornosti aktuálně stojí především oblast průmyslové výroby, v níž se obecné principy díky razantnímu pokroku technologií projevují nejmarkantněji. První výsledky průmyslové praxe potvrzují, že jednotlivé elementy této revoluce, opírající se např. o Internet věcí či Industriální internet (v terminologii OECD), kyberneticko-fyzické systémy a umělou inteligenci, budou mít opravdu široké ekonomické i společenské transformační dopady a zasáhnou celou společnost. Česká republika patří mezi nejindustriálnější země Evropy a má relativně dobrou výchozí pozici. Čtvrtou průmyslovou revolucí je nutno brát jako zásadní existenční výzvu, výzvu k posílení konkurenceschopnosti v evropském i světovém měřítku (Mařík, 2016).

Termín „Průmysl 4.0“ je odvozen od dříve vzniklého německého termínu „Industrie 4.0“. Poprvé se objevil v roce 2011 na veletrhu v německém Hannoveru. V říjnu 2012 ustavila spolková vláda Spolkové republiky Německo pracovní skupinu průmyslu 4.0. Na základě závěrečné zprávy této týmové práce byla zřízena platforma, která má koordinovat aktivity v oblasti budoucnosti. Důvod, proč termín obsahuje označení 4.0. je vyjádření skutečnosti. Že ekonomika současnosti může být charakterizována vazbou na čtvrtou průmyslovou revoluci (Tomek & Vávrova, 2017).

Čtvrtá průmyslová revoluce je způsob, jak popsat soubor probíhající a blížící se transformace v systémech, které obklopují nás a které většina z nás každý den považuje za samozřejmost. Pro některé členy společnosti se změny způsobené průmyslovou revolucí mohou zdát jako nedůležité či drobné, což je pouze iluze a jejich vykonání je důležitým krokem pro celkový proces přechodu k moderním technologiím. Čtvrtá průmyslová revoluce je novou kapitolou lidstva (Schwab, 2018).

Průmysl 4.0 transformuje výrobu ze samotných automatizovaných jednotek na plně integrovaná automatizovaná a průběžně optimalizovaná výrobní prostředí. Vzniknou nové globální sítě založené na propojení výrobních zařízení do kyberneticko-fyzických systémů, které budou základním stavebním prvkem „inteligentních továren“, budou schopny autonomní výměny informací, vyvolání potřebných akcí v reakci na momentální podmínky a vzájemné nezávislé kontroly. Průmysl 4.0 se vyznačuje také vzájemnou komunikací robotů a výrobních zařízení a výrobky činí do jisté míry autonomní rozhodnutí v reálném čase a tím zvyšují flexibilitu a efektivitu výrobního procesu. Výrobní zařízení se samo optimalizuje a konfiguruje v závislosti na parametrech zpracovaného produktu či dle plochy, kterou v dané chvíli opracovává.

Průmysl 4.0 vyznačující se digitalizací ekonomiky probíhá v široké škále odvětví. Probíhá v sektorech jako elektronika, elektrotechnika, konstrukce a výroba strojů, výroba nástrojů, automobilový průmysl, chemická a farmaceutická výroba, zemědělství, hutnictví a ocelářství, informační technologie a telekomunikace, energetika, průmyslová automatizace, radiokomunikace, údržba, bankovníctví, marketingové, finanční služby, obchodní činnosti, poradenské služby, reklamní činnost, vývoj softwarů, životní prostředí, zdravotnictví, výživa a další. Lze tedy konstatovat, že hlavním cílem Průmyslu 4.0 je přinést úplné digitální propojení všech úrovní tvorby přidané hodnoty — od vývoje výrobku až po logistiku. To znamená radikální změnu a prozíravé plánování investic ve velkých i malých firmách. Inovace, flexibilita i produktivita, to vše by v pojetí Průmyslu 4.0 mělo být nově definováno. Iniciativa čtvrté průmyslové revoluce je ukázat možné směry vývoje, nastítnit opatření, která by mohla podpořit ekonomiku a průmyslovou základnu ČR a zároveň pomoci připravit celou společnost na tyto technologické změny s revolucí spojené (mpo.cz, 2016).

S pojmem Průmysl 4.0 souvisí také termín Internet věcí, pro který je velmi často využíván zkratka IoT. Průmysl 4.0 a průmyslový internet věcí se v posledních letech jsou v posledních letech jedni z nejdiskutovanějších konceptů průmyslového podnikání (Gilchrist, 2016).

Zavedení Průmyslu 4.0 do českých průmyslových a zemědělských podniků má hned několik motivačních faktorů, které hrají zásadní roli při strategickém rozhodování o dalším rozvoji. Jednotlivé faktory lze rozčlenit následovně:

- Zvýšení produktivity práce.
- Pokrytí deficitu lidských zdrojů – jak s nižší kvalifikací zejména pro manipulaci s materiálem a produkty, tak střední například pro administrativu, rutinní firemní ekonomiku či pro vyšší servis a údržbu společně s monitoringem kvality výroby.
- Tlak obchodních partnerů, případně zahraničních vlastníků.
- Předcházení problémům spojeným s postupným zaváděním Průmyslu 4.0 v ostatních konkurenčních firmách v širším měřítku – včasné zajištění nebo příprava zdrojů lidských, materiálových a energických – konkurenční boj firem.
- Enviromentální požadavky a zajištění ochrany a zdraví při práci.

Veškeré změny přispějí k řešení globálních problémů, jako je nedostatek surovin, energetická účinnost či demografické změny. Lidé v nich nebudou vykonávat fyzicky těžkou a rutinní práci, ale bude jim dán prostor pro kreativní práci. Dle prozatímních spekulací, dostupných informací a předpokladů povede dopad automatizace nezbytně ke snížení zejména nízkokvalifikovaných pracovních míst v průmyslu a v dalších činnostech. Postupně budou některá pracovní místa zanikat a některé naopak vznikat vlivem využívání nových technologií. Robotizace již dnes nahrazuje zejména ty profese, které mají spíše rutinní charakter a jsou spojeny s nízkými kvalifikačními nároky. Robotická zařízení mění charakter fyzické práce již od šedesátých let minulého století, ale až v posledních letech přestaly nahrazovat pouze monotónní fyzickou práci a staly se součástí pracovních kolektivů. Automatizace vede ke snížení potřeby kvalifikovaných pracovníků, vykonávají činnosti, které lze algoritmizovat a standardizovat. Možnost algoritmizace a standardizace určitých činností se mění s tím, jak se zdokonalují a zlevňují komunikační, výpočetní, kybernetické a automatizační techniky.

Vývoj průmyslové revoluce výroby v České republice je od roku 2013 doprovázen stabilním růstem, přičemž dynamika se ve vybraných odvětvích v letech 2014 a 2015 zvyšuje. Tradičně k růstu průmyslové produkce nejvíce přispívají odvětví jako výroba motorových vozidel, přívěsů a návěsů či výroba elektrických zařízení. Díky revoluci roste český export, přičemž podíl automobilového, strojírenského či elektrotechnického průmyslu tvoří cca 70 % (Mařík, 2016).

2.2 Historie průmyslu 4.0

Čtvrtá průmyslová revoluce přichází postupně, ale zároveň představuje náhlou a radikální změnu. Vlivem nového vnímání světa dochází v ekonomických systémech a sociálních strukturách k velkým změnám převedším v oblasti technologie. Ovšem, trvá roky, než se nově vzniklé změny ve společnosti projeví (Schwab, 2016).

Slovo robotika se objevuje poprvé v povídce autora Isaaca Asimova v roce 1942. Zde vznikají tři zákony robotiky, kterými se roboti musí řídit. Později v letech 1948 přichází termín kybernetika, který poprvé veřejně použil americký matematik Norbert Wiener, jehož dílo s názvem „Kybernetika aneb Řízení a sdělování u organismů a strojů“ považují mnozí vědci za technologickou Bibli. V roce 1956 přichází první průmyslový robot Unimate, který je montážníky nasazen do provozu v automobilových linkách General Motors a stal se prvním robotem nahrazujícím lidskou práci. V roce 2000 představuje Honda svého humanoidního robota ASIMO a o osm let později zahajuje společnost FANUC Robotics výrobu největšího a nejsilnějšího robota M-2000iA, který unese 1200 kilogramů. V roce 2011 byl vyvinut první robonaut a o tři roky později přichází iCub – první robot, který je schopný uvědomit si svou existenci. Postupně vznikají „měkčí“ roboti, kteří jsou schopni pohybu bez motorů a mechanických součástí a usnadňují tak velké množství práce s nimi (Miketa, 2017).

Jak známo z národohospodářské a vědecko-technické historie, je první průmyslová revoluce charakterizována vznikem mechanizace pomocí vodní a parní energie. Pro druhou průmyslovou revoluci je typický rozvoj sériové a hromadné výroby, která byla realizována vznikem montážních linek, jejich pohyb umožnilo použití elektrické energie a nové zásady dělby práce v pracovním procesu umožnilo použití elektrické energie. Jako klasický příklad je uváděna Fordova proudová výroba automobilů. Třetí revoluci vládne komplexní využívání elektroniky a informačních technologií, s cílem podpořit rozvoj automatizace. Jako výsledek předchozího snažení a píle lidstva přichází čtvrtá průmyslová revoluce, jejímž cílem je inteligentní továrna či technologie vyznačující se všestranností, účinným využíváním zdrojů a respektování zásad ergonomie k ulehčení a zajištění bezpečnosti práce, zároveň výroba nových inovativních strojů, které svými funkcemi budou omezovat plýtvání zdroji (Tomek & Vávrova, 2017).

2.3 Precizní zemědělství aneb Zemědělství 4.0

Za poslední roky vznikl termín tzv. Zemědělství 4.0 či precizní zemědělství. V podstatě se jedná o moderní techniku a technologie v zemědělství s cílem zvýšení preciznosti práce, snížení nákladů, zvýšení výkonnosti, inteligentní zpracování, vyhodnocování dat a jiné aspekty vedoucí k modernizaci zemědělství. Právě od pojmu „Průmysl 4.0“ je odvozen termín „Zemědělství 4.0“. Precizní zemědělství je již dostupné pro všechny zemědělské podniky, které mohou využívat automatické řízení strojů, obsluhu velkého pásového traktoru či kompaktního traktoru s malým odstředivým rozmetadlem. Dále je díky Zemědělství 4.0 možné uspořít velké množství naturálních i peněžních zdroje vlivem zavádění systémů automatického ovládání sekcí a využíváním lokální variabilní aplikace živin (Fuka, 2019).

Precizní zemědělství se vyznačuje především vzájemnou komunikací strojů, výrobků, zákazníků i výrobců, kteří spolu v průběhu celého výrobního procesu komunikují. Získávání a zpracovávání dat je pro každý podnik hnací silou a propojení všech nutných prvků výrobního procesu poté vede ke kvalitní produkci, zvýšení produktivity práce a snížení nákladů (Fruhwirtová, 2021).

Využívá třídění velkých dat pro větší efektivnost výživy neustále rostoucí populace a změny klimatu. V oblasti živočišné výroby jsou na farmách aplikovány např. senzory k monitorování výživy půdy, teploty, vlhkosti, mikroklimatu ve stáji, užitkovosti a zdraví zvířat. Velké změny přináší možnost využití internetu věcí (IoT), který slouží k propojení všech nutných dat a aplikace všechna tato data poté mohou sdílet. V oblasti živočišné výroby je ale prozatím stále nutná přítomnost zootechnika, veterináře či zkušeného farmáře (Dominíková, 2020).

Od starověku až do začátku dvacátého století bylo zemědělství vždy velice náročná činnost, která vyžadovala velké fyzické úsilí, ale zisky z těchto úkonů plynoucí nebyly moc velké. Na uživení jednoho člověka byly dříve potřeba v průměru dva akry obdělávané půdy. S dvacátým stoletím přišlo průmyslové zemědělství a produktivita se radikálně zvedla. Jeden akr půdy nově uživil pět lidí. Mnozí odborníci tedy mluví o tom, že v éře průmyslového zemědělství došlo ke třem revolucím:

- První revoluci přineslo zavedení traktorů, kombajnů a jiných strojů, což je obecně možné označit termínem mechanizace.

- Dle výpočtů, které ale nemají uvedeného jméno autora bylo zjištěno, že díky mechanizaci dokázal průměrný americký farmář v roce 1960 uživit 26 lidí.
- Druhou revoluci vyvolal rozvoj biotechnologií, včetně genetických manipulací. Druhá revoluce situaci podstatně vylepšila a pomohla průměrnému americkému farmáři v roce 1990 uživit 130 lidí.
- Třetí revoluce aktuálně probíhá. Podle expertů promění tato revoluce zemědělství více než obě revoluce předchozí. Nazývá se různými termíny, ale výraz „precizní zemědělství“ se používá nejvíce (csas.cz, 2022).

Precizní zemědělství využívá nové technologie digitálního věku, které vedou k maximálnímu zefektivnění zemědělské práce. Základem je sklizeň dat. Pole, sady, skleníky a hospodářská zvířata jsou ustavičně monitorovány pomocí dronů, satelitních snímků nebo senzorů, které jsou umístěných na zemědělských strojích nebo tělech zvířat. Agronomové si poté mohou hromadit všechny potřebné informace a díky využívání analytických aplikací, mohou každé rostlině poskytnout individuální péči. Plodiny pak rostou za optimálních podmínek, což zásadně zvyšuje výnosy, a zároveň se radikálně omezuje plýtvání.

Dle odhadů dosáhne v roce 2021 obrat precizního zemědělství ve světě 4 miliard dolarů (přibližně 82,4 miliardy korun) a během pěti let se pravděpodobně zdvojnásobí. Poptávka po dalších inovacích a zájem investorů by měly s nejvyšší pravděpodobností růst. V roce 2050 má být na Zemi podle odhadu OSN 9,7 miliardy obyvatel, což je o 2 miliardy více lidí než dnes. Rozličné vědecké studie dokazují, že tolik lidí při současném způsobu produkce potravin není šance uživit.

Studie dále uvádějí, že v roce 2050 bude muset průměrný farmář kdekoli na světě nakrmit aspoň 265 lidí. Jediná možnost, jak toho bude možné dosáhnout, je vynalézt účinnější zemědělství, které bude schopné tvořit úspory a fungovat co nejefektivněji (csas.cz, 2022).

2.4 Základní složky zemědělství

Zemědělská produkce je jedním z tradičních odvětví národního hospodářství. Je tvořena dvěma základními složkami, a to rostlinnou produkcí, která je převážně zaměřena na pěstování kulturních rostlin a živočišnou produkcí zabývající se chovem hospodářských zvířat. Obě složky zemědělství se dále člení na odvětví, v závislosti na komoditě, která je produkována.

Mezi rostlinné komodity řadíme polní a speciální plodiny pěstované pro své hlavní i vedlejší produkty k lidské výživě a konzumaci, k výživě hospodářských zvířat a k technickému a farmaceutickému užití, jako jsou obiloviny, píce a technické a speciální plodiny, mezi které řadíme vinnou révu, cukrovou řepu, olejniny, chmel, ovoce, zeleninu, či léčivé a kořeninové rostliny.

Hlavní cíl živočišné výroby je produkce masa, mléka a vajec. A to nejen na tuzemský trh, ale také pro efektivní vývoz do zahraničních zemí. K živočišným komoditám patří drůbež, ovce a kozy, prasata, skot, ryby, mléko a mléčné výrobky. Chov koní, ačkoliv plní i jiné funkce než ostatní hospodářská zvířata, spadá také do oblasti zemědělské prvovýroby. Své výjimečné postavení má včelařství. Živočišná produkce je velmi významnou součástí zemědělské produkce, především kvůli efektivnímu využívání rostlinné výroby jakožto zdroje všech druhů krmiv a také kvůli velkému podílu tohoto odvětví při údržbě krajiny.

2.5 Metody hospodaření

V průběhu dějin se způsoby hospodaření v lidských dějinách neustále vyvíjejí. Z původních „primitivních“ zemědělských soustav, které zahrnovaly soustavy žďárové či úhorové se lidé postupně dopracovali k industriálnímu pojetí zemědělství, které je v současné době typické zejména ve vyspělých zemích. Nově přichází termín „průmyslové zemědělství“, který výstižně popisuje charakter moderní velkovýroby potravin. Kromě převládající metody hospodaření, kterou je nepochybně konvenční zemědělství se ve vyspělých zemích v dnešní době setkáváme i s dalšími metodami. Nové techniky zemědělství využívají výtěžky vědy a techniky a nekladou zásadní důraz výlučně na intenzitu produkce, ale spíše na ekonomickou stránku věci. Snahou je zohlednit ekologické otázky a předcházet degradaci životního prostředí.

K nejčastějším alternativám zemědělské výroby patří zejména ekologické zemědělství, integrované zemědělství a v posledních letech také tzv. precizní zemědělství – neboli Zemědělství 4.0. Svou specifickou roli má trvale udržitelné zemědělství, v případě, kterého se jedná spíše o filozofii bez konkrétních zásad pěstování či chovu (cit.vfu.cz, 2011).

2.5.1 Konvenční zemědělství

Tohoto druhu zemědělství využívají podniky hospodařící na základech zemědělskopřůmyslové soustavy a při své práci uplatňují standardy a požadavků „ekologické“ legislativy. Jedná se o běžné tradiční zemědělství, které vzniklo mezi prvními.

2.5.2 Ekologické zemědělství

V České republice vzniklo ekologického zemědělství v letech 1990, kdy byly položeny základy celého systému a zároveň uvolněny finanční prostředky na podporu začínajících ekologicky hospodařících podniků. V roce 2000 byl přijat Zákon o ekologickém zemědělství (č. 242/2000 Sb.), který navazuje na legislativu EU. Uvádí pravidla pro pěstování rostlin a chov hospodářských zvířat v ekologickém režimu, zpracování bioproduktů a biopotravin, jejich označování, dovoz a vývoz.

2.5.3 Integrované zemědělství

Integrované zemědělství je systém hospodaření, který propojuje zemědělsko-průmyslové principy s principy trvale udržitelného zemědělství. Chování jednotlivých zemědělských subjektů odpovídá ekologickým kritériím udržitelnosti agroekosystémů a má vliv na tvorbu příznivého životního prostředí. Zaměřuje se na částečnou eliminaci či úplné odstranění technologických operací, které zatěžují životní prostředí a nepříznivě ovlivňují přírodní zdroje zemědělství.

2.5.4 Trvale udržitelné zemědělství

Koncem druhé světové války došlo k dramatickým změnám v oblasti zemědělství. Díky novým technologiím, mechanizaci, zvýšenému množství aplikovaných chemických látek, specializaci a vládních politik podporujících maximalizaci produkce, produkce potravin a dalších zemědělských produktů výrazně vzrostla. Změny v poválečném období přichází se scelováním pozemků a snahou o uplatnění velkovýroby.

I když měly tyto změny množství pozitivních efektů, měly také vysokou cenu. Podepsaly se na snížení úrodnosti půdy, kontaminaci vodních zdrojů, úbytku rodinných farem, nárůstu nákladů na produkci a zároveň měly negativní dopad na venkovské komunity.

Tyto negativní dopady jsou čím dál tím výraznější, proto se v posledních dvou desetiletích intenzivněji objevuje volání po výrazné úpravě způsobu hospodaření, který by dokázal naplnit potřeby současné generace, aniž by bylo zásadním způsobem ohroženo uspokojování potřeb obyvatel. Takové hospodaření by nemělo narušovat podstatu přirozené funkce ekosystémů a přirozených zdrojů přírody. Nemělo by snižovat biologickou rozmanitost přírody a překračovat samočisticí kapacitu přírodního prostředí. Všechny tyto principy jsou základem filozofie trvale udržitelného rozvoje (Redlichová, Bečvářová & Vinohradský, 2014).

Koncepce trvale udržitelného rozvoje nebo trvale udržitelného zemědělství získává v mezinárodních diskusích stále více na významu. Trvale udržitelný rozvoj předpokládá progresivní změny ekonomiky, společnosti i výroby, protože faktickou životaschopnost nelze zajistit, pokud rozvojové záměry nebudou věnovat pozornost změnám přístupu k přírodním zdrojům či změnám v přerozdělování nákladů a výnosů (Svatoš, 1999).

2.6 Technologie precizního zemědělství

Základním principem precizního zemědělství je povědomí o prostorové a časové variabilitě vlastností půdy v rámci agrárního pozemku a využití těchto dat k efektivnějšímu hospodaření. Dříve byla známa pouze informace, v jakých částech může zemědělec dosáhnout vysokých výnosů a kde je naopak úrodnost nižší. S globálním růstem ploch pozemků i velikosti hospodářských podniků nebylo možné tyto znalosti efektivně získávat a s územím bylo nakládáno spíše jako s homogenní plochou, jejichž potenciál nebyl plně využit. Tuto situaci změnila až dostupnost technologií a potřebného technického vybavení, které nyní poskytují spektrum potřebných údajů z mnoha zdrojů a jejich komplexní analýzu. Výstupy pomáhají při rozhodování o agrárních činnostech, přizpůsobují variabilní aplikaci hnojiv a pesticidů ve správném množství na potřebném místě nebo predikují stav a vlastnosti půdy či porostu (jamcopters.cz, 2022).

Technologie precizního zemědělství v rostlinné výrobě prošly poměrně rychlým vývojem a podobně je na tom také živočišná výroba. Přesné farmaření v oblasti výživy a chovu zvířat je v zahraniční označováno jako Precision Livestock Farming (PLF).

Cílem je zlepšit přesnost operací na farmě a pomoci farmáři okamžitě se rozhodnout. Nové směry moderního zemědělství jsou zaměřeny na výběr odrůd pícních plodin, jejich pěstování, sklizeň, výživnou hodnotu, silážování či skladování a zároveň je věnována pozornost vlastnímu krmení zvířat a kvalitě produkce. Díky těmto moderním metodám jsou o hospodářských zvířatech získávány důležité údaje, např. z oblasti genetiky (naschov.cz, 2019).

Big data, Internet věcí, robotizace, drony a satelitní technologie spolu s nejnovějšími objevy v různých vědeckých oborech postupně mění zemědělskou výrobu. Nové trendy, kterým se říká precizní zemědělství nebo Zemědělství 4.0, přitahují nadnárodní korporace i malé start-upy, které se začínají objevovat po celém světě (csas.cz, 2022).

2.6.1 Technologie Zemědělství 4.0 – rostlinná a živočišná výroba

Informační a komunikační technologie

Precizní zemědělství nebo také Zemědělství 4.0 v chovech hospodářských zvířat je definováno jako využívání senzorů pro automatické měření fyziologických, behaviorálních (týkajících se chování) a produkčních parametrů jednotlivých zvířat. Zároveň využívá informačních a komunikačních technologií ke zpracovávání získaných informací, což ve výsledku spěje ke zlepšení strategií v řízení stáda a ke zvýšení ekonomického, společenského a environmentálního výkonu zemědělského podniku. Chovatelé v dnešní uspěchané době mají stále méně času na tradiční chovatelské postupy a jsou více závislí na moderních technologiích. Potenciální výhody využívání těchto technologií zahrnují zvýšení efektivity, redukci nákladů a zlepšení zdraví a welfare (životní pohodu) zvířat.

Díky senzorům je chovatel schopný monitorovat jednotlivá zvířata v reálném čase. Na základě výsledků pak poskytne zvířatům přesně stanovenou individuální krmnou dávku, odhadne blížící se porod či identifikuje nástup onemocnění a včas preventivně či léčebně dokáže zasáhnout. Obecně lze senzory rozdělit do dvou základních kategorií: senzory umístěné na zvířeti a senzory umístěné mimo zvíře. Senzory umístěné na zvířeti lze dále rozdělit na ty, které jsou nějakým způsobem uchyceny na povrch těla zvířete (on-cow) a ty, které jsou uvnitř zvířete (in-cow). Senzory, které jsou mimo tělo zvířete (off-cow), jsou takové, kterými nebo okolo kterých kráva prochází (např. automatická váha). Tyto senzory jsou schopné analyzovat různé tělní tekutiny, ale v praxi jsou využívány pouze pro mléko (Bartoň, 2019).

Bezpilotní letadlo – dron

Technologie monitorování plodin a půdy ze vzduchu je založená na využití bezpilotního letadla – dronu. Toto zařízení je uživateli schopné poskytnout multispektrální snímky půdních bloků a dokáže pokrýt až stovky hektarů za jeden let. Výhodou těchto zařízení je vyšší rozlišení snímků, než nabízí satelitní snímky. Následně jsou pořízené snímky zpracovány, buď pomocí softwaru instalovaném ve vlastním počítači, nebo v cloudovém prostředí. Jak je v praxi využíván dron je zachyceno na přiložené fotografii – obrázek 1.

Obrázek 1: Dron při práci



Zdroj: FAO.cz (2022)

Výstupem je tzv. Normalizovaný diferenční vegetační index (NDVI) nebo mapa spektrálního chování plodin. Tyto výstupy jsou klíčem ke zvyšování výnosů, snížení nákladů a zlepšení efektivity podnikání. Mapa dále dokáže informovat, které oblasti potřebují podrobnější průzkum pro účinné plánování – což znamená méně času stráveného zkoumáním půdních bloků a více času na ošetřování plodin, které to potřebují (bezpilotne.cz, 2018).

GPS systémy v zemědělství

Dále jsou již v dnešní době hojně využívány GPS systémy s přesností na 2 cm, díky kterým dochází k úspoře paliva i hnojiv, protože jsou hnojiva aplikována přímo na rostliny. Zároveň jsou v jednotlivých strojích zabudována čidla, která optimalizují tlak v pneumatikách a pomáhají tak snižovat zatížení půdy. Také je možné se pomocí zavlažovacích systémů propojit meteorologická data a optimalizovat tak množství vláhy (csas.cz, 2022).

Obrázek 2: Mapování úrody prostřednictvím technologií Průmyslu 4.0



Zdroj: csas.cz (2022)

Chytré senzory

Dalším z příkladů využití moderních technologií v zemědělství 4.0 jsou chytré senzory v přední části motoru analyzující zbarvení listů plodin. Senzory odešlou informaci do počítačového systému v traktoru, a poté dojde k automatickému nastavení množství potřebného hnojiva. Tato technologie ušetří hnojivo, náklady a s jejím uplatněním je dosahováno vyššího výnosu. Zároveň zabraňuje nadužívání hnojiv a vede k ekologičtějšímu využívání půdy (Fruhvirtová Eva, 2022).

Družicově řízené traktory

Dalším podstatným krokem k efektivnějšímu zemědělství je technologie družicově řízených traktorů. Podle průzkumu používalo tento systém už v roce 2014 83 % australských pěstitelů obilí a kukuřice. Dnes je možné jej zakoupit i v České republice.

Na tuzemském trhu je běžné i autonomní řízení a otáčení či ovládání pomocí dotykového panelu spojeného s centrálním systémem, který vše řídí a získává data o sklizni a poloze v reálném čase. Systém zároveň umožňuje variabilní dávkování hnojiv a přípravků. Díky zaznamenaným informacím o stroji a vymláčené ploše, spotřebě paliva či pracovní době je také možné mapovat výnosy. Což poté mohou podnikatelé využít k analýzám týkajících se ziskovosti půdy. Získaná data je také možné jednoduše zužitkovat při administraci a žádostech o dotace (csas.cz, 2022).

Samočinně řízené traktory

Samočinně řízené traktory již nějakou dobu existují a fungují na principu autopilota. Traktor sám vykoná většinu práce a farmář nastoupí jen v případě potřeby. Technologie pracuje za pomoci GPS a stroj sám rozmetává hnojiva nebo orby. Existuje také zařízení, které pracuje na principu solárního pohonu a je schopné identifikovat plevel, který zabíjí dávkou herbicidu nebo laserů. Pro přesné zemědělství mohou být využity také aplikace dostupné pro smartphony. Díky konfiguraci systému přesného zemědělství integrovaného do chytrého telefonu je možné sledovat veškeré potřebné údaje přes mobil.

Do smartphonu mohou být nainstalovány všechny užitečné aplikace, propojení s fotoaparátem a mikrofonom, dále využití GPS a akcelerometru. K dispozici jsou také aplikace věnované různým zemědělským aplikacím, např. mapování polí, sledování zvířat, sběr informací o počasí a plodinách a další. Aplikace jsou snadno přenosné, cenově dostupné a mají vysoký výpočetní výkon (wikijii.com, 2021).

Automatický dojící robot

Takzvaný dojící robot je v základu standardní průmyslový robot, který je přizpůsoben pro dojení mléčného skotu. Během dojení je prováděna stálá kontrola mléka podle čtvrtí systémem Lely MQC (Milk Quality Control), který je umístěn přímo uvnitř robotického ramene. Sledované parametry: barva mléka, konduktivita, doba dojení, čas dojení, rychlost dojení, teplota. Systém detekce struků pracuje s technologií skenování pomocí tří laserových paprsků v součinnosti s 3D kamerou umístěnou v boxu nad kravou, která poskytuje informace o velikosti dojnice a jejích pohybech.

Dojené mléko lze podle potřeby separovat z dodávky dvěma způsoby – jako odpadní bez dalšího využití a jako krmné pro nově narozená telata (Šimon, 2013).

Automatické krmné boxy

Tyto boxy jsou určeny pro individuální dávkování krmiva pro skot. Systém je založen na dávkování minerálů a vitamínů. Automatické krmné boxy dávkuje krmivo na základě denní dávky nastavené v počítači. Zvířata jsou identifikována pomocí elektronického čipu, který mají implantován v uchu. Vše je tak řízeno počítačovým programem, který umožňuje přehlednou evidenci a vyhodnocování celého chovu (Novák & Hrtúsová, 2018).

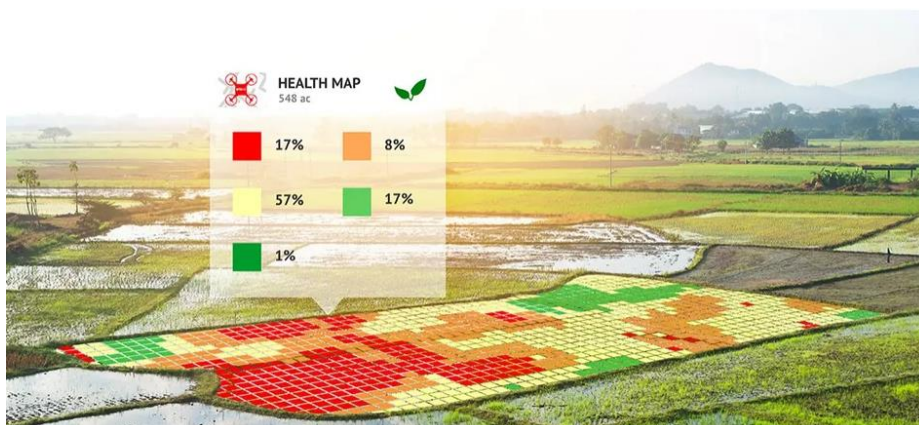
2.6.2 Projekty precizního zemědělství

Projekt Cleverfarm

V České republice byl prosazen projekt Cleverfarm, jehož cílem je zpřístupnit využívání moderních technologií všem zemědělcům. Projekt spočívá v dostupnosti satelitních snímků či půdních senzorů v porostu pro všechny agronomy. Technologie precizního zemědělství pracuje pomocí využívání senzorů, které posílají naměřená data do aplikace každých 30 minut. Ke klíčovým datům patří hodnota teploty, vzdušná vlhkost nebo srážkové souhrny. Naměřené hodnoty lze poté využít při aplikaci chemických prostředků na ochranu rostlin či k predikci výskytu chorob a škůdců v jednotlivých plodinách. Tyto nové technologie agronomům usnadňují plánování a pomocí chytrého telefonu si mohou zobrazit celkovou aktuální situaci na zemědělských pozemcích (Fruhvirtová, 2021).

CleverFarm vznikl v roce 2016 a je součástí úspěšných projektů firmy CleverMaps. Tento start-up pracuje s chytrými mapami, které umožňují zobrazit farmářovo pole kartograficky a zároveň zanesou data z katastru, kde dohlíží, zda nevypršela platnost nájemních a vlastnických smluv. Současně vede přehled o zaplaceném pachtovním a shrnuje a ukládá data ze satelitních snímků, účetních lejster nebo například z meteorologických pozorování (csas.cz, 2022).

Obrázek 3: Ukázka chytré mapy

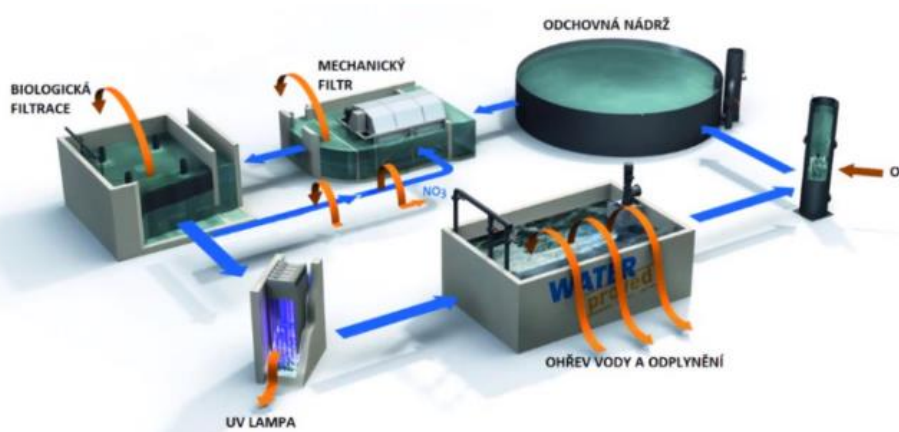


Zdroj: csas.cz (2022)

FishRAS

Dalším zajímavým projektem je studentský projekt FishRAS. Jedná se o studentský projekt České zemědělské univerzity, který na mezinárodní konferenci Startup World Cup & Summit zvítězil s futuristickým modelem chovu ryb v systému s uzavřeným koloběhem vody. Ryby se chovají v nádržích napojených na systém filtrů, které vodu průběžně čistí, udržují, okysličují a vrací zpět do nádrže. Výhodou tohoto zařízení, které je odborně nazýváno recirkulační akvakulturní systém, spočívá především v tom, že šetří vodu a díky tomu se dosahuje pouze 3 % ztráty. Zároveň je šetrný vůči životnímu prostředí. Zakladatelé start-upu proto vidí potenciál svého vynálezu v rozvojových programech pro země třetího světa (csas.cz, 2022).

Obrázek 4: Systém FishRAS



Zdroj: nastartujse.cz (2022)

Hydroponické farmy

Jedna z významných kapitol Precizního zemědělství jsou také hydroponické farmy. Mají podobu dnes již běžně dostupných domácích pěstebních boxů, kde stačí zasadit semínka a pomocí mobilní aplikace je spuštěn program pro různé typy rostlin, který napomáhá dohlížet na zdárný růst. Hydroponické farmy mohou mít podobu a velikost přepravních kontejnerů. Tyto kontejnery nabízejí sklizeň odpovídající produkci dvou akrové farmy. Oproti stejnému objemu rostlin pěstovaných na poli ovšem neuvolní ani desetinu skleníkových plynů a spotřebují o 90 % méně vody. Kontejnerové farmy mohou také zajišťovat výrobu potravin v oblastech postižených katastrofou. Dle některých studií mohou být tyto právě farmy v budoucnu součástí každého supermarketu, který si díky nim bude moci pěstovat vlastní ovoce a zeleninu.

V České republice se tento typ farmy nachází v Břeclavi v areálu chemičky Fosfa. Na ploše přibližně 60 metrů čtverečních rozdělené do pěti pater je pěstována zelenina. Farma byla vyvíjena tři roky, a všechny použité technologie jsou od českých dodavatelů, s výjimkou LED osvětlení, které dodala společnost Philips. Prozatím se jedná spíše o pokusnou laboratoř, kde se testuje nový byznysový model, ale zelenina zde vyprodukovaná, se již normálně prodává (csas.cz, 2022).

Obrázek 5: Hydroponická farma



Zdroj: csas.cz (2022)

CropX

Dalším možným příkladem je izraelský start-up CropX. V Izraeli byla vyvinuta technologie, která pomocí bezdrátových senzorů umístěných v půdě a cloudové analýzy dat dokáže nastavit dávkování vody každé jednotlivé rostlině. Díky tomu pak vznikají velké úspory, protože je spotřebována pouze třetina vody, která by byla spotřebována, kdyby se využívalo tradičního plošného kropení polí z rozstřikovačů (csas.cz, 2022).

Precizní systém ošetření půdy v produkci kukuřice

Tento aplikovaný výzkum, jehož poskytovatelem je Ministerstvo zemědělství, byl zahrnut do centrální evidence projektů a jeho cílem je vyvinout a ověřit technologii agrotechnických zásahů do půdy během pěstování kukuřice společně s návrhem a výrobou strojového vybavení, pomocí kterého bude možné dosáhnout účinné technologie nejen podporující hospodaření s vodou, ale i jako protierozní opatření. K dosažení cílů jsou využity prvky precizního zemědělství, kde se předpokládá aplikace přesného navádění pracovních těles (stroje) v porostu, tak aby bylo dosaženo maximálního požadovaného účinku. Ukončení řešení projektu je stanoveno k 31.12.2022 (isvavi.cz, 2022).

Smart Farming v českém chmelařství

Poskytovatelem tohoto projektu je Ministerstvo zemědělství. Cílem je využití nejnovějších poznatků a technologií v oblasti chmelařství. Projekt řeší komplexním způsobem problematiku chmelnic, jehož výsledkem by měla být optimalizace agrotechnických operací prováděných ve chmelnicích. Klíčová je úspora hnojiv a zavedení kroků napomáhajících k trvale udržitelnému hospodaření. Plánované ukončení projektu je k 31.12.2023 (isvavi.cz, 2022).

SMARTFIELD

Cílem tohoto projektu Ministerstva zemědělství je vyvinout, validovat a verifikovat automatický systém sběru a zpracování teplotních a vlhkostních dat mikroklimatu a půdy. Výstupem projektu má být komplexní senzor pro detekci teploty a vlhkosti vzduchu a současně i teploty a vlhkosti půdy fungující na principu Internetu věcí (IoT). Součástí projektu je také vytvoření komunikačního a vyhodnocovacího modulu dat pro koncové uživatele agrosektoru resp. státní správy. Datum ukončení výzkumu je stanoven na 31.12.2022 (isvavi.cz, 2022).

3 Cíl a metodika

Tato kapitola je věnována definování cíle diplomové práce a zároveň navržení metodického postupu diplomové práce. Metodická část práce je složena z jednotlivých na sobě závislých kroků, které jsou klíčově pro zpracování diplomové práce, a jejich obsah je konkrétně popsán.

3.1 Cíl práce

Hlavním cílem diplomové práce je zhodnocení využití konceptu Průmyslu 4.0 v zemědělských podnicích. Na základě získaných poznatků budou navržena možná doporučení či změny. Tento cíl byl rozčleněn na tři dílčí cíle.

Dílčí cíl 1: Zhodnocení precizního zemědělství v živočišné a rostlinné výrobě.

Průmysl 4.0 uplatňovaný v zemědělských podnicích je jinak označován jako „precizní“ průmysl. Z tohoto označení byl převzat pojem precizní zemědělství. V tomto dílčím cíli je precizní zemědělství konkrétně charakterizováno v živočišné i rostlinné výrobě.

Na základě prostudování literárních zdrojů a zhodnocení využívání precizního zemědělství v živočišné a rostlinné výrobě byla formulována první pracovní hypotéza:

- **Hypotéza 1:** Úroveň precizního zemědělství v podnicích v ČR je na průměrné úrovni.

Průmysl 4.0 a nové technologie jsou aplikovány zejména v automobilovém průmyslu a ve výrobě. V oblasti zemědělství má velký potenciál, avšak jeho úroveň bude pravděpodobně nižší, spíše na střední úrovni. Při vyhodnocení hypotézy byly analyzovány v zemědělských podnicích názory na nezapojení, cílevědomé zapojení a plánované zapojení do problematiky precizního zemědělství. Tyto názory byly porovnány s referenční hodnotou použité škály (průměrná hodnota = 3), která představuje průměrnou úroveň.

Dílčí cíl 2: Vymezení využívaných technologií a jejich aplikace v oblasti zemědělství.

Průmysl 4.0 přináší velké množství změn a neustále se posouvá vpřed. Podnikatelé mohou využít pestrou škálu technologií, které umožňují šetřit čas i peníze.

Tento cíl je věnován popisu novodobých technologií, které jsou uplatňovány v rostlinné a živočišné výrobě.

Na základě provedeného dotazníkového šetření byla formulována druhá pracovní hypotéza:

- **Hypotéza 2:** Technologie precizního zemědělství jsou využívány polovinou zemědělských podniků.

U jednotlivých technologií precizního zemědělství bylo zjišťováno, zda jejich výskyt využití v podnicích je běžně rozšířen (na průměrné úrovni). Statisticky byly hodnoceny četnosti využívání technologií precizního zemědělství. V případě, že byl výskyt odlišný, pak je podniky budou využívat ve větší, nebo menší míře.

Dílčí cíl 3: Návrh doporučení pro zemědělské podniky.

S využitím získaných dat budou podnikům navrhnutá možná doporučení.

3.2 Metodický postup

K naplnění cíle této diplomové práce byly stanoveny jednotlivé kroky. V následující části jsou jednotlivé kroky číselně označeny a jejich obsah popsán.

1. Prostudování odborné literatury.

Ke zpracování diplomové práce bylo zapotřebí nastudovat doporučenou odbornou literaturu a vytvořit si základního povědomí o tématu Průmyslu 4.0. Na základě tohoto zpracování bylo možné zpracovat teoretickou část, která byla zaměřena na koncept Průmyslu 4.0 obecně. Na obecnou charakteristiku bylo navázáno historií týkající se průmyslových revolucí. Následující podkapitola byla věnována preciznímu zemědělství, od jeho vzniku, až po nově zavedené technologie. Předposledním a zároveň důležitým krokem bylo vytvoření si obecného přehledu o základních složkách zemědělství a užívaných metodách hospodaření. Závěr literární rešerše byl věnován zmapování příkladů technologií vycházejících z konceptu Průmyslu 4.0. Tento krok navazuje na dílčí cíl 1.

2. Zpracování metodiky

Metodika práce byla zhotovena v souladu s cílem diplomové práce. Při zpracování metodiky byly stanoveny dílčí cíle práce, stanoveny pracovní hypotézy a popsán metodický postup s využitými metodami pro následné vyhodnocení dat.

3. Provedení analýzy současného stavu využívání Průmyslu 4.0 v zemědělství.

Tato část navazuje na dílčí cíl 1. Hodnocení současného stavu využívání Průmyslu 4.0 je součástí literárního přehledu. Dále byly v souladu s dílčím cílem 2 zmapovány používané technologie a projekty zemědělského charakteru Tato část vychází ze sekundárních zdrojů, jakými jsou např. publikace, uskutečněné projekty či články.

4. Provedení dotazníkového šetření.

Pro získání dat zaměřených na uplatňování konceptu Průmysl 4.0 v zemědělství byl vyhotoven dotazník prostřednictvím internetové platformy Google Forms. Tento krok navazuje na dílčí cíle 1 a 2.

5. Vyhodnocení dotazníkového šetření

Na základě získaných dat z dotazníkového šetření a informací získaných zmapováním prakticky využívaných technologií a uskutečněných projektů v zemědělských podnicích, byla vyhodnocena aktuální situace na českém trhu v oblasti Průmyslu 4.0 v zemědělství. Tento krok navazuje na dílčí cíl 2.

6. Navržení doporučení a změn.

Na základě odpovědí respondentů, statistického vyhodnocení pracovních hypotéz a zmapování využívaných technologií či projektů v zemědělských podnicích, byla navržena možná doporučení pro zemědělské podniky. Tento krok je klíčovým pro splnění dílčího cíle 3.

3.3 Použité metody

Pro získání dat a jejich následné vyhodnocení byly použity následující metody.

Dotazník

Dotazníkové šetření bylo provedeno prostřednictvím Google Forms.

Využitím této on-line internetové platformy byl vytvořen dotazník, který byl následně rozeslán na e-mailové adresy jednotlivých zemědělských podniků prostřednictvím internetového odkazu. Respondenty byly firmy zabývající se rostlinnou či živočišnou výrobou. Data byla získána od ledna do března roku 2022. Dotazník byl odeslán zhruba na 1500 e-mailových adres a celkový počet získaných odpovědí byl 131, což odpovídá návratnosti zhruba na úrovni 8,7 %. Z celkového počtu 131 dotazovaných podniků jsou hodnoceny výsledky týkající se využití precizního zemědělství. Dotazníkové otázky byly vyhotoveny na základě informací získaných prostřednictvím literatury či veřejně dostupných publikací.

Dotazník, který je součástí přílohy 1 je sestaven z 19 otázek. Výběr odpovědí je složen z možností stručných odpovědí na otázky, výběru z více možností, zaškrtačích políček či stupnice – mřížka výběru z možností. Otázky jsou povinné či nepovinné.

Jednotlivé otázky spadají pod 4 hlavní sekce:

1. sekce obsahuje základní informace o zemědělském podniku, kde jsou respondenti dotazováni na 7 otázek;
2. sekce je věnována preciznímu zemědělství a je složena ze 7 otázek;
3. sekce se zabývá novými technologiemi uplatňovanými v zemědělství, pod tuto sekci spadají 4 otázky;
4. sekce je zaměřena na samoříditelnou techniku, zde je k tomuto tématu 1 otázka.

Analýza – metoda vyhodnocení dotazníku

Odpovědi byly vyhodnoceny v programu ze skupiny Microsoft Office – Excel prostřednictvím grafů (obrázků) a tabulek. Ty sloužily pro větší přehlednost a srozumitelnější vyhodnocení odpovědí.

Studentův t-test

Mezi nejčastěji využívaný test pro vyhodnocení statistických hypotéz patří Studentův t-test, jedno-výběrový či dvou-výběrový. V případě 1. pracovní hypotézy bylo využito jednostranného jedno-výběrového t-testu, který porovnává střední hodnoty (μ) s konstantou ($H_0: \mu = \mu_0$). H_0 je nulová hypotéza, resp. tvrzení o neznámých vlastnostech rozdělení pravděpodobnosti sledované náhodné veličiny. Hypotéza je dále testována $H_0: \mu = \mu_0$ (konstanta).

K výpočtu je potřeba aritmetický průměr, rozptyl a p-hodnota (p-value), která představuje pravděpodobnost, že při H_0 by testová statistika T nabyla hodnoty vyšší z dat či hodnoty mimo interval $\langle -T, T \rangle$. Hladina testu je nejčastěji označována jako $\alpha = 0,05 = 5\%$. Jedná se o číslo z intervalu od 0 do 1 (resp. 100% - čím menší, tím lepší). Pokud je $p < \alpha$, tak platnost H_0 je velmi málo pravděpodobná, potom: zamítáme H_0 na hladině α a přijímáme alternativní hypotézu H_A . Pokud $p \geq \alpha$, neznamená to, že zamítáme H_A , ale pouze nezamítáme H_0 . Výsledek je tedy statisticky nevýznamný na hladině α (Budíková & kol, 2010).

Vzorec výpočtu testovacího kritéria T :

$$T = \frac{\bar{x} - \mu}{\sqrt{s^2/n}} \quad (1)$$

Obecné statistické hypotézy:

$H_0: \mu = \mu_0$ (konstanta)

$H_A: \mu \neq \mu_0$ (oboustranná alternativa; jednostranné: $\mu < \mu_0, \mu > \mu_0$)

Test dobré shody Chí-kvadrát

Tento test je používán k testování shody četností či k otestování shody rozdělení četností u znaků kvantitativních prostřednictvím porovnání distribuční funkce sledované spojité náhodné veličiny s distribuční funkcí normovaného normálního rozdělení. Chí-test dobré shody posuzuje rozdíl mezi skutečnými četnostmi výskytu hodnot a očekávanými, které odpovídají předpokládanému rozdělení pravděpodobností. Rozhoduje, zda je rozdíl mezi empirickými a teoretickými četnostmi náhodný a pochází z populace normálního rozdělení či z jiného. Pro naměřené četnosti $O_i, i = 1, 2, \dots, n$ a teoretické četnosti $e_i, i = 1, 2, \dots, n$ má statistika tvar:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(O_i - e_i)^2}{e_i} \sim \chi^2(n-1) \quad (2)$$

K výpočtu významných kladných a záporných rozdílů slouží tzv. standardizovaná Pearsonova residua, která mohou nabývat kladných i záporných hodnot a mají zhruba normované normální rozdělení (Budíková & kol, 2010).

Vzorec:

$$\varepsilon_i = \frac{(n_i - e_i)}{\sqrt{e_i}} \quad (3)$$

4 Výsledky práce

Praktická část této práce je věnována zjištění povědomí a zhodnocení využívání technologií Průmyslu 4.0 v zemědělských podnicích.

V této části je vyhodnoceno dotazníkové šetření zaměřené na zemědělské podniky, které poskytuje nezbytné informace pro další postup. Následuje zmapování a vyhledání sekundárních dat prostřednictvím veřejně dostupných informací týkající se využívaných technologií a uskutečněných projektů v praxi.

4.1 Vyhodnocení dotazníkové šetření

V této kapitole jsou zhodnoceny výsledky dotazníkového šetření. Obsahem jsou jednotlivé podkapitoly, které se skládají z vyhodnocení příslušných otázek. Dotazník je součástí přílohy 1.

4.1.1 Identifikace respondenta

První podkapitola byla věnována zjištění základních údajů o zemědělských podnicích. Skládá se celkem ze 7 otázek. V první otázce byli respondenti dotazováni na název podniku. Tento údaj nebyl povinný, a tak z celkového počtu 131 respondentů uvedlo jméno celkem 119 podniků. Následující otázka týkající se právní formy podnikání jednotlivých podniků opět nebyla povinná. Počet získaných odpovědí byl 126, z čehož největší počet tvořily společnosti s ručením omezeným (33 %). Dle tabulky 1 jsou druhou nejpočetnější skupinou akciové společnosti (31 %) a za nimi následují družstva, kterých bylo 21 % z celkové počtu dotazovaných. Nejmenší procento mají živnostníci (5 %).

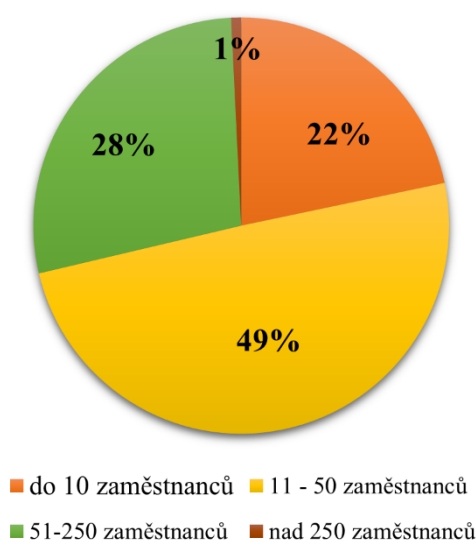
Tabulka 1: Právní forma podnikání

| Právní forma podnikání | | |
|-------------------------------|------------|--------------|
| Společnost s ručením omezeným | 42 | 33 % |
| Akciová společnost | 39 | 31 % |
| Družstvo | 26 | 21 % |
| Samostatný zemědělec | 10 | 8 % |
| Živnostník | 6 | 5 % |
| Neuvedeno | 3 | 2 % |
| Veřejná společnost | 0 | 0 % |
| Kapitálová společnost | 0 | 0 % |
| Celkem odpovědělo | 126 | 100 % |

Zdroj: vlastní zpracování

Ke zjištění velikosti podniků byli respondenti dotazováni na počet zaměstnanců. Otázka opět nebyla povinná a celkový počet nasbíraných odpovědí byl 129, z čehož největší procento (49 %) patří malým podnikům zaměstnávajících 11-50 zaměstnanců. Dále je z obrázku 6 patrné, že na druhém místě se umístily středně velké podniky, které zaměstnávají 51-250 zaměstnanců. Celkem 28 % podniků spadá do skupiny ještě menších firem a zaměstnává maximálně 10 lidí. Odpověď od firmy, která zaměstnává více jak 250 zaměstnanců se podařila získat pouze jednou.

Obrázek 6: Počet zaměstnanců v zemědělských podnicích



Zdroj: vlastní zpracování

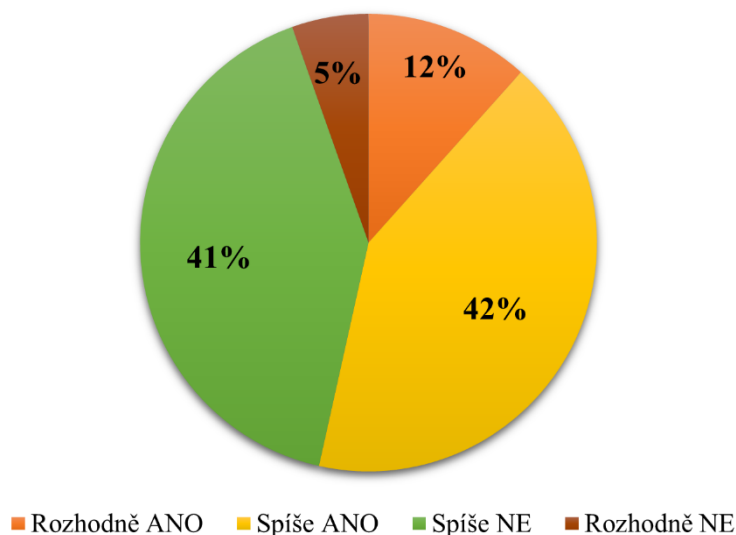
V rámci zhodnocení využití prvků precizního zemědělství byli respondenti dotazováni na to, zda by se zařadili do kategorie inovativních firem a případně, jak velké finanční prostředky vynakládají na výzkum, vývoj a inovace.

Z obrázku 7 je patrné, že odpověď „rozhodně ano“ zvolilo celkem 12 % respondentů, což odpovídá dohromady 15 podnikům. Druhou kladnou odpověď „spíše ano“ zvolilo celkem 54 podniků (42 %). Naopak 52 podniků (41 %) uvedlo, že se ve svých firmách inovacím ještě tolik nevěnují a 7 podniků (5 %) zvolilo odpověď „rozhodně ne“. Na tuto nepovinnou otázku odpovědělo 128 zemědělských podniků.

Cílem bylo zmapovat, zda mají firmy zájem inovovat své zaseté technologie a procesy výroby. Rozdíl mezi firmami, které mají strach z inovací a těmi, které již zavádění nové technologie, není až tak markantní.

Z uvedených odpovědí lze vyvodit, že celkem 54 % respondentů se přiklání k pozitivní odpovědi a inovacím se již ve svých podnicích věnují. Zbylých 46 % podniků zatím inovativním krokům nepřikládá tak velkou pozornost.

Obrázek 7: Zařazení zemědělských podniků do kategorie inovativních firem



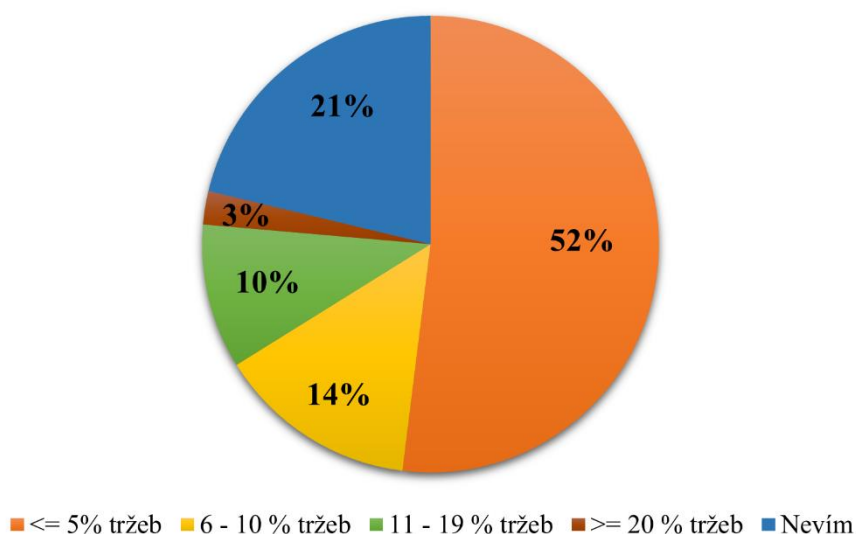
Zdroj: vlastní zpracování

V případě velikosti vynakládaných finančních prostředků na inovace plyne z obrázku 8, že největší zastoupené procento (52 %) patří 66 firmám, které na výzkum, vývoj a inovace vynakládají méně než 5 % svých veškerých tržeb. 27 podniků (21 %) si není vědoma přesné hodnoty vynakládaných financí a celkem 18 firem (14 %) obětuje 6-10 % tržeb.

Celkem 13 firem (10 %) uvedlo hodnotu 11-19 % tržeb a 3 dotazované podniky (3 %) věnují na výzkum, vývoj a inovace dokonce více jak 20 % tržeb.

Většina podniků tedy zatím neinvestuje zásadní částky do inovací, což může souviset s řadou vnitřních i vnějších faktorů. Jedním z nich může být např. nepropojení obchodních vztahů se zahraničními subjekty podnikající v zemědělské sféře. Jak plyne z výsledků jedné z dalších otázek dotazníkového šetření, z celkového počtu 131 subjektů není v žádné podobě součástí zahraniční firmy celkem 121 firem (92 %). Pouhých 10 podniků (8 %) uvedlo, že se zahraničím spolupracuje.

Obrázek 8: Velikost vynakládaných tržeb na výzkum, vývoj a inovace



Zdroj: vlastní zpracování

Závěr první podkapitoly byl věnován otázce týkající se zjištění hlavních charakteristických výrobků dotazovaného podniku. V otázce bylo možné zodpovědět pomocí zaškrtačích okének a odpovědi nebyly počtem zaškrtnutí omezeny. Živočišnou výrobu označilo celkem 97 a rostlinnou 109. Z této informace je patrné, že respondenty byly z větší části buďto podniky věnující se pouze výrobě rostlinného charakteru nebo se tyto podniky zabývají rostlinnou i živočišnou výrobou zároveň. Další častá odpověď byla např. přidružená průmyslová výroba nebo vykonávání služeb pro veřejnost, kam mohou být zařazeny opravárenské služby, poradenství, agroturistika a jiné.

4.1.2 Precizní zemědělství

Precizní zemědělství je způsob organizace výroby podporující zavádění nových technologií, známých též pod jménem „Průmysl 4.0“. Propojuje všechny dílčí části výroby, které jsou díky tomu schopny spolupracovat.

Tato stručná charakteristika je uvedena v úvodní části druhé sekce dotazníkové šetření a dotazník obsahuje 7 otázek zaměřeným na zjištění skutečné realizace principu precizního zemědělství v českých podnicích.

První otázka této podkapitoly se respondentů dotazuje, zda při svém podnikání uplatňují principy precizního zemědělství a v jaké fázi se aktuálně nacházejí. Odpověď bylo možné trojím způsobem na škále od 1 do 5, kde 1 zcela nevyhovuje tvrzení a 5 zcela vyhovuje.

Z obrázku 9 vyplývá, že se do problematiky precizního zemědělství zcela cílevědomě zapojilo celkem 27 % podniků. Dále 11 % firem toto tvrzení spíše vyhovuje a dá se tedy určit, že i tyto podniky se k novým precizním technologiím portfolia začínají přiklánět. V případě součtu procent, tedy kladnou odpověď označilo celkem 38 % zemědělských podniků, které se již do problematiky zapojily naplno či téměř úplně. Naopak naprostý nesouhlas s tvrzením potvrzujícím zapojení do problematiky precizního zemědělství vyjádřilo celkem 39 % podniků a 9 % zvolilo odpověď „spíše nevyhovuje“. Po součtu procent se dá konstatovat, že celkem 48 % podniků se zatím nezapojilo vůbec či velice mírně. Neutrální odpověď zvolilo 14 % respondentů.

Odpověď, která byla formulována jako „zatím jsme se nezapojili, ale budeme se v této oblasti angažovat“, zcela vyhovovala 12 % respondentů. Dále toto tvrzení spíše vyhovuje 6 % podniků a po součtu procent lze z těchto výsledků posoudit, že 18 % podniků zatím úplně plně nevyžívá potenciálu precizních technologií, ale toto téma nepovažují za naprosto neotevřené a do budoucna tyto technologie plánují využívat při své výrobě. Naopak 38 % podniků označilo hodnocení „zcela nevyhovuje“ a 21 % „spíše nevyhovuje“. Celkem 59 % podniků zatím úplně precizní zemědělství nevyužívá a ani to zatím spíše neplánuje. Dohromady 23 % podniků na toto tvrzení odpovědělo neutrálně.

Poslední možný výrok zněl následovně: „Do problematiky precizního zemědělství jsme se zatím cílevědomě nezapojili.“ Odpověď zcela vyhovovala 21 % podniků a spíše vyhovovala 6 %.

Z těchto výsledků plyne, že 27 % podniků se zatím cílevědomě vůbec nezapojilo či spíše nezapojilo. Na opačné straně 47 % podniků zvolilo odpověď zcela nevyhovuje a 14 % spíše nevyhovuje, což znamená, že v součtu 61 % podniků nesouhlasí s tvrzením, že by se zatím cílevědomě nezapojily a lze tedy konstatovat, že tyto podniky technologie precizního zemědělství uplatňují plně či je uplatňují v průměrném měřítku. Celkem 12 % firem zvolilo neutrální odpověď.

Obrázek 9: Aktuální situace uplatňování precizního zemědělství v zemědělských podnicích



Zdroj: vlastní zpracování

Opatření k úsporám zdrojů

V případě, že některé podniky uvedly, že se již zabývají zaváděním precizních technologií, byly následně dotazovány na oblasti, ve kterých vnímají největší rezervy pro jejich podnik. Rezervy ve smyslu nedostatků, tzn., takové oblasti, které potřebují zlepšit, a právě zavedení modernějších technologií by jim mohlo pomoci tyto rezervy částečně eliminovat.

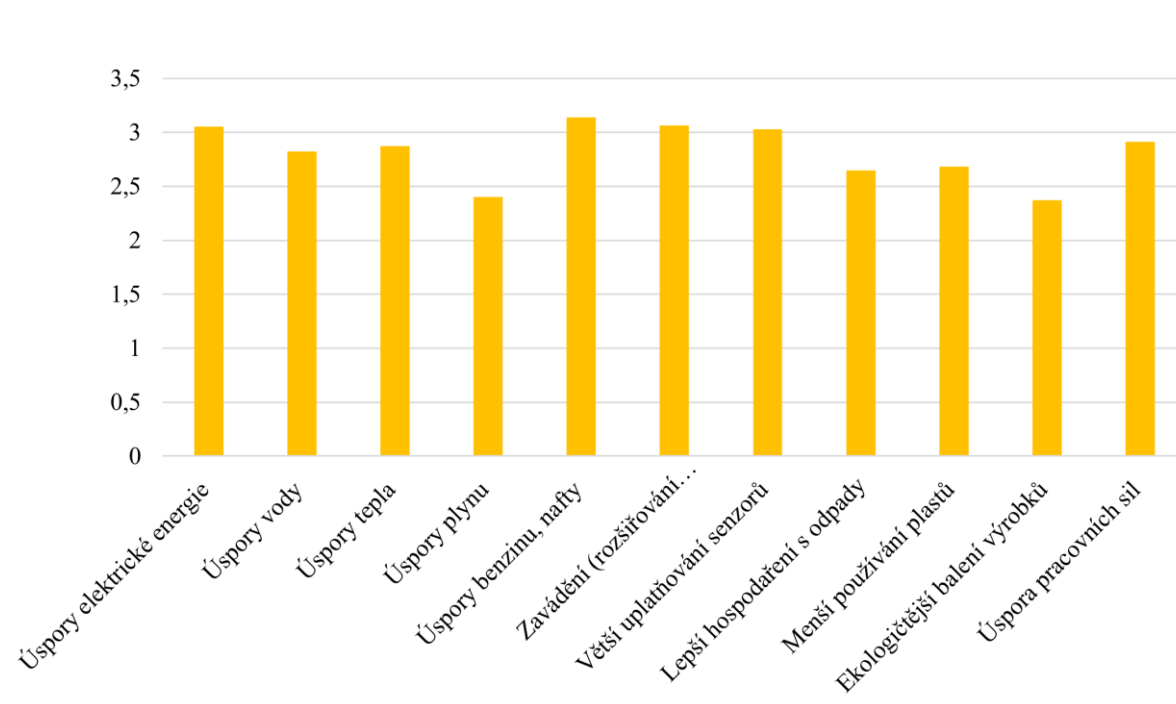
Odpověď bylo možné zvolit na škále od 1 do 5, kde 1 znamená žádné rezervy – v této oblasti je vše v pořádku a není potřeba nějak zásadně zasahovat. Odpověď 5 znamená největší rezervy – v této oblasti potřebují firmy větší zásah a využít potenciálu a přínosů novějších technologií.

Tato otázka byla koncipována jako mřížka z výběru možností a nebyla povinná. Počet respondentů se tedy měnil u každé z 11 uvedených oblastí.

Z tohoto důvodu bylo pro každou oblast vypočteno průměrné hodnocení z celkového počtu odpovědí zvlášť a následně zaneseno do obrázku.

Z výsledných dat a obrázku 10 vyplývá, že podniky uváděly jako stěžejní oblasti pro zlepšení – ve smyslu zavedení kvalitnějších úspornějších technologií např. úspory elektřiny, úspory benzínu a nafty, rezervy v zavádění digitalizace, větší uplatňování senzorů např. pro kontrolní činnosti či úspory pracovních sil. Naopak nepovažují za tolik nutné zasahovat v oblasti tvorby úspory plynu, v oblasti lepšího hospodaření s odpady či v oblasti ekologičtějších balení výrobků.

Obrázek 10: Oblasti podnikových rezerv



Zdroj: vlastní zpracování

Následovala otázka, která byla otevřeným dobrovolným dotazem. Respondent mohl stručně uvést příklad jiných rezerv v opatřeních týkajících se úspory zdrojů.

Odpovědělo celkem 9 podniků a jejich reakce vypadaly následovně:

- "Lepší péče o půdu, především minimalizace utužení půdy."
- "Nedostatek zájemců o práci"

- "Variabilní hnojení"
- "Logistická náročnost, dopravy výrobků zboží jak v rámci podniku, tak i ke konečnému spotřebiteli. U nás určitě precizní zemědělství ve vztahu řízení strojů traktoru pomocí GPS, zatím bohužel je pro nás finančně nedostupné."
- "Odchod od nafty k bioplynu jako paliva pro stroje"
- "Úspory osiv, pesticidů a hnojiv." - Tato odpověď byla uvedena dvakrát.
- "Rezervy v přejezdech techniky."
- "Změny v organizaci práce."

Opatření ke zlepšení práce a pracovního prostředí

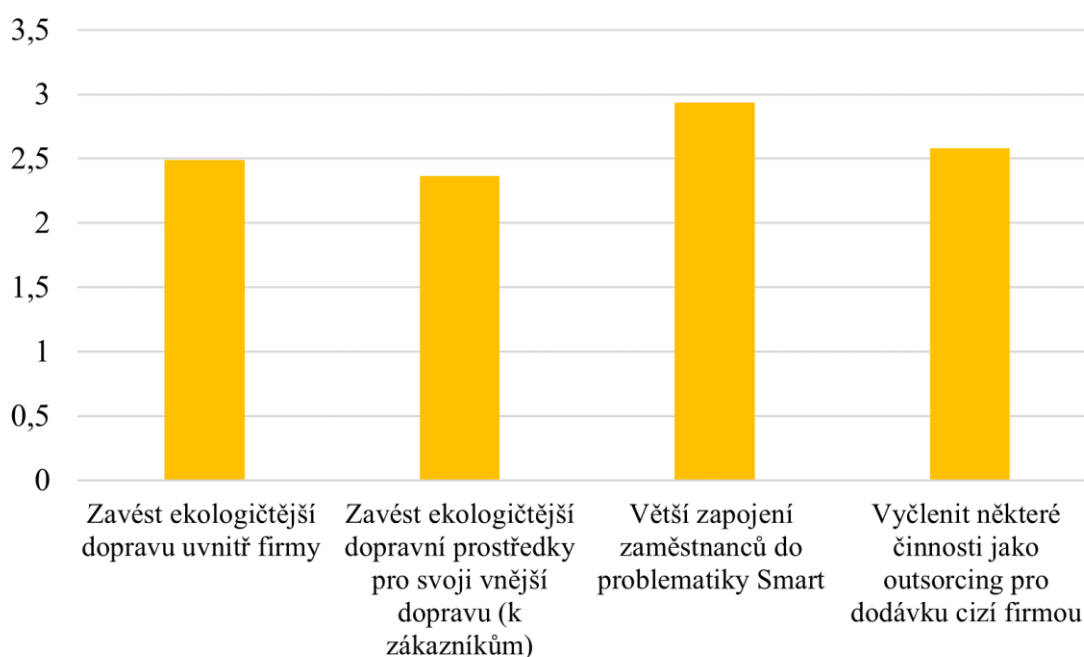
Tato část dotazníku byla zaměřena na opatření ke zlepšení práce a pracovního prostředí. Zde byl dotaz koncipován tak, aby bylo zjištěno, zda mají firmy nějaké rezervy či nedostatky týkající se zavádění nových technologií v souvislosti s pracovním výkonem. Odpověď bylo možné vybrat ze 4 variant na škále od 1 (žádné rezervy) do 5 (největší rezervy). I u této otázky byla reakce zcela dobrovolná, a tak se počet respondentů měnil u každé ze 4 možných odpovědí. Řešením byl opět výpočet průměrného hodnocení z celkového počtu odpovědí u každé z uvedených možností.

Z obrázku 11 je patrné, že všechny 4 nabízené možnosti odpovědí se na škále od 1 do 5 pohybují zhruba v polovině, tedy v průměru. Nejvíce dominantní rezervou je větší zapojení zaměstnanců do problematiky Smart, z čehož je možné vyvozovat, že v některých podnicích zaměstnanci např. nejsou ochotní přistupovat k modernizaci a učit se nové věci souvisejí s pracovním výkonem.

Téměř v úplné polovině se nachází odpověď týkající se vyčlenění některých činností jako outsourcing¹ pro dodávku cizí firmou. Firmy tedy v této problematice uvádí střední rezervy, tzn., že některé nemají problém s vyčleněním činností pro outsourcing a některé naopak problém vnímají a nejsou ochotny s jinými firmami spolupracovat. Na přesné hranici hodnocení 2,5 se nachází rezervy ve formě zavedení ekologičtější dopravy uvnitř firmy. Z výběru 4 možných odpovědí lze za nejméně stěžejní rezervu považovat zavedení ekologičtějších dopravních prostředků pro vnější dopravu směrem k zákazníkům. Z odpovědí lze vyvodit, že v této oblasti mají podniky nejmenší rezervy.

¹ Outsourcing neboli externí zajištění znamená vyčlenění služeb, činností, procesů nebo zdrojů mimo organizaci (podnikatel.cz, 2022).

Obrázek 11: Podnikové rezervy v souvislosti s pracovním výkonem



Zdroj: vlastní zpracování

I u této otázky následoval otevřený dobrovolný dotaz, kde mohl respondent stručně uvést příklad jiných rezerv v opatřeních týkajících se zlepšení práce a pracovního prostředí. Na otázku odpověděly 3 firmy:

- „Nejsou lidi na práci.“
- „Přechod k robotickému dojení – začínáme realizovat.“
- „Rezervy ve vzdělanosti řídicích pracovníků.“

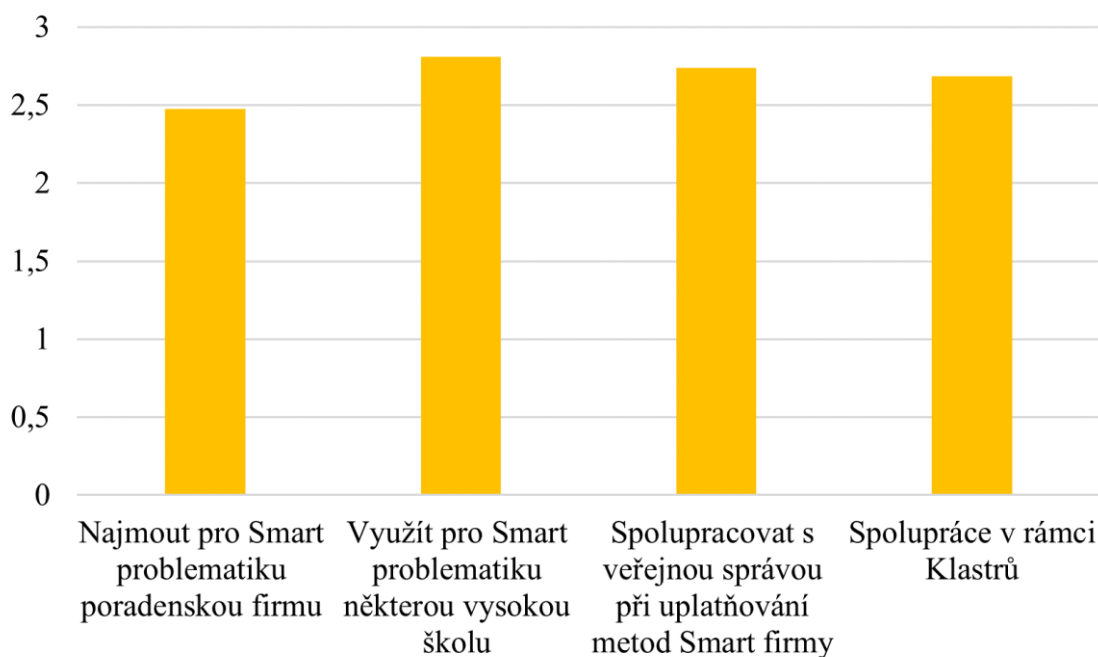
Opatření ke zlepšení spolupráce s jinými firmami

Posledním opatřením, kterému se dotazníkové šetření věnovalo, bylo v oblasti zlepšení spolupráce s jinými firmami. Výsledkem otázky mělo být zmapování situace ohledně rezerv podniků při zavádění nových technologií a spolupráce s jinými firmami. Rezervy jsou opět vnímány v negativním slova smyslu, tzn., že uvedené rezervy jsou pro respondenty stěžejními a vnímají, že mají v těchto oblastech určité nedostatky. Odpovědět bylo možné 4 různými způsoby na škále od 1 (žádné rezervy) do 5 (největší rezervy).

Z příloženého obrázku 12 je patrné, že všechny 4 možné odpovědi se opět pohybují zhruba v průměru.

Nejvyšší sloupec patří rezervě ve týkající se využití pro Smart problematiku vysokou školu. Zemědělské podniky tedy uvádí, že k zavedení Smart technologií je spíše náročné propojit své firmy se školami. Nad hranici hodnocení 2,5 se nachází odpověď týkající se spolupráce s veřejnou správou při uplatňování metod Smart firmy. Kooperace s veřejnou správou bývá často zdoluhavým procesem, a tak právě z tohoto důvodu to mohou podniky vnímat jako náročnější při zavádění nových technologií. Následuje odpověď „Spolupráce v rámci Klastřů²“. Zde se nacházíme téměř na hranici průměrného hodnocení. Na úplné hranici hodnocení 2,5 se nachází rezerva ve formě najmutí pro Smart problematiku poradenskou formu. Z tohoto výsledku je možné vyvodit, že právě tato odpověď se nejvíce blíží ke kladnému hodnocení – žádné rezervy a znamená tak, že najmutí poradenské firmy vnímají firmy jako nejméně náročné, pokud se snaží zlepšit spolupráci s jinými firmami při zavádění technologií precizního zemědělství.

Obrázek 12: Rezervy v opatření ke zlepšení spolupráce s jinými firmami



Zdroj: vlastní zpracování

² Klastř je soubor regionálně propojených společností (podnikatelů) a přidružených institucí a organizací – zejména institucí terciárního vzdělávání (vysokých škol, vyšších odborných škol) – jejichž vazby mají potenciál k upevnění a zvýšení jejich konkurenceschopnosti (businessinfo.cz, 2022).

V případě opatření ke zlepšení spolupráce s jinými firmami bylo opět možné vložit další příklady rezerv. Možnosti využily celkem 3 firmy, které uvádí tyto odpovědi:

- „Platební schopnost.“
- „Spolupráce s obcí na vytváření komunitní energetiky – ve fázi úvah.“
- „Opravdu spolupracovat a ne, jen jako.“

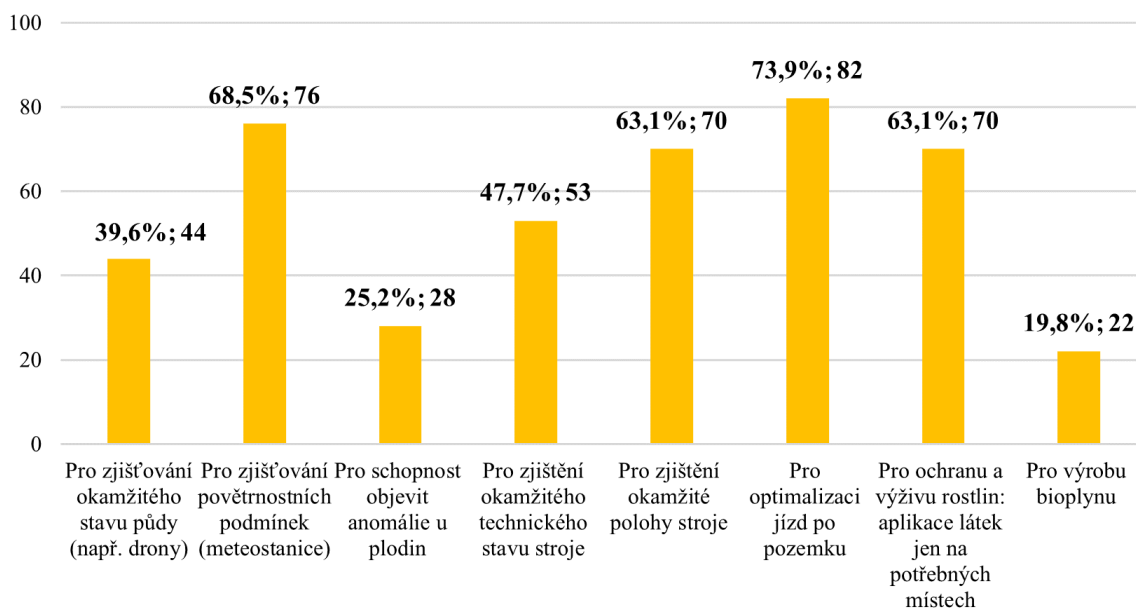
4.1.3 Nové technologie pro zemědělství

Třetí část dotazníku zjišťuje informace týkající se uplatňování nových technologií v zemědělských podnicích. Pod tuto sekci spadají celkem 4 otázky, které mapují především důvody využití technologie senzorů v rostlinné a živočišné výrobě.

První nepovinný dotaz podkapitoly o nových technologiích v zemědělství je zaměřen na zmapování důvodů uplatnění senzorů v rostlinné výrobě. Dotaz byl koncipován jako výběr z 8 možností pomocí zaškrťovacích políček, kdy 9. varianta dotazovanému umožňovala vložit jiný libovolný příklad, ale této možnosti nevyužil žádný z respondentů. Celkem odpovědělo 111 podniků, které volily různé možnosti využití technologie senzorů. Pro větší přehlednost byly jednotlivé výsledky vyjádřeny procentuálně se zaokrouhlením na jedno desetinné místo.

Z výsledného obrázku 13 je patrné, že senzory se v rostlinné výrobě primárně využívají k optimalizaci jízdy po pozemku, tato možnost byla označena celkem 82krát, což odpovídá 73,9 %. Dále celkem 76krát (68,5 %) podniky uvedly, že pro ně senzory slouží k zjištění povětrnostních podmínek a mají funkci meteostanice. Možnosti využití senzorů pro okamžitou polohu stroje a pro ochranu a výživu rostlin byla zvolena 70krát v obou případech, což odpovídá hodnotě 63,1 %. Méně častou možností byla funkce senzoru pro zjištění okamžitého technického stavu. Tato odpověď byla označena celkem 53krát od 111 respondentů a odpovídá 47,7 %. Následuje 28krát (25,2 %) označená možnost využití senzorů ke zjištění anomálie u plodin. Celkem 22 podniků (19,8 %) využívá senzory k výrobě bioplynu.

Obrázek 13: Důvody využití senzorů v rostlinné výrobě

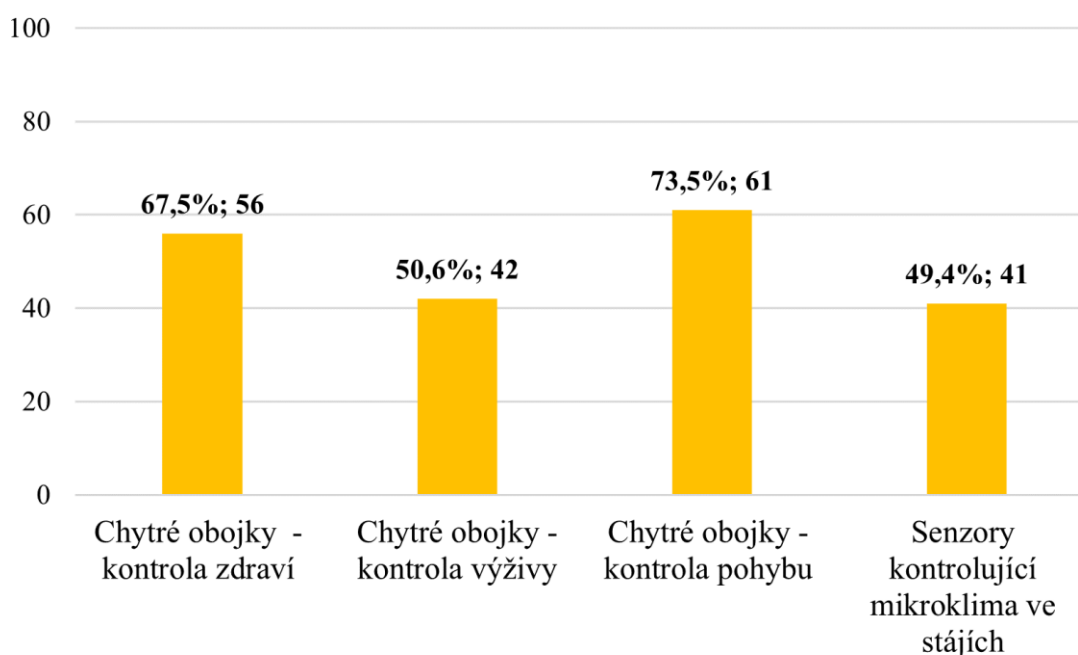


Zdroj: vlastní zpracování

Následující část dotazníku byla věnována zjištění účelu využívání senzorů v živočišné výrobě. Odpovědi mohly být zvoleny ze 4 variant, kdy opět 5. varianta dotazovanému umožňovala vložit jiný libovolný příklad, ale této možnosti nevyužil žádný podnik. Otázka byla nepovinná a celkový počet odpovědí byl 83.

Na obrázku 14 jsou ve formě sloupců znázorněny důvody využití senzorů v živočišné výrobě. Ty jsou dle odpovědí nejčastěji využívány ve formě chytrých obojků pro zvířata, jejichž funkcí je kontrola pohybu. Tato odpověď byla zvolena celkem 61krát (73,5 %). Druhou hojně označovanou odpovědí je využití senzorů, které jsou aplikovány do chytrých obojků informujících o zdraví zvířete. V tomto případě si možnost zvolilo celkem 56 podniků (67,5 %). Následují chytré obojky se senzory kontrolující výživu zvířat – 42krát (50,6 %) a celkem 41 podniků (49,4 %) označilo možnost využití senzorů, které jsou schopné kontrolovat mikroklima ve stájích.

Obrázek 14: Důvody využití senzorů v živočišné výrobě



Zdroj: vlastní zpracování

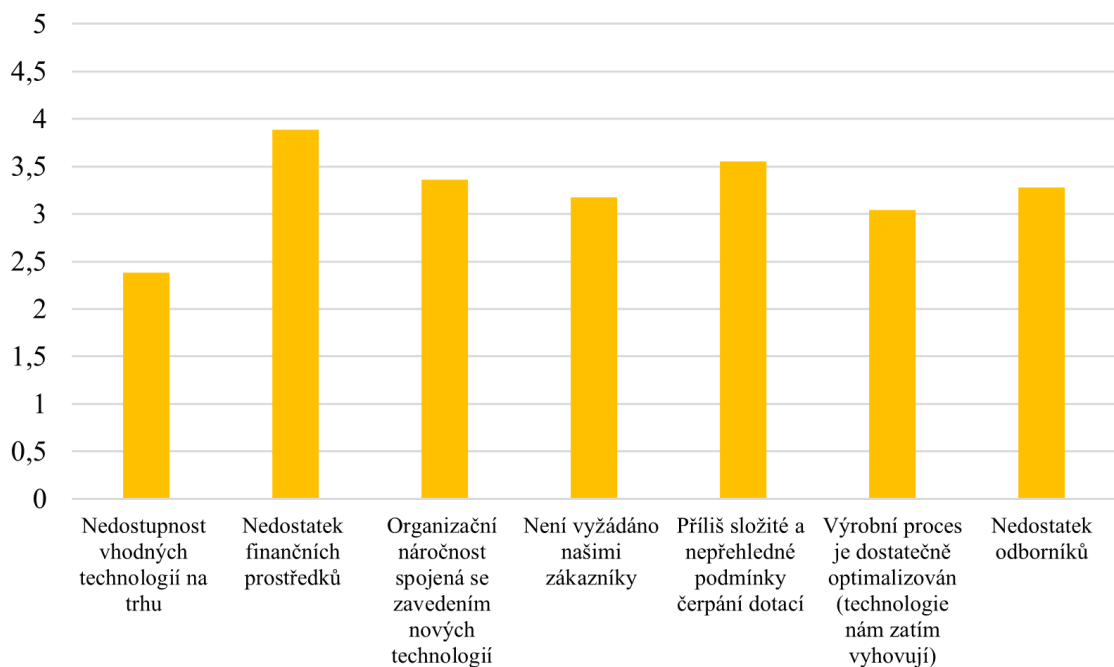
Předposlední otázka podkapitoly o nových zemědělských technologiích se respondentů dotazovala na bariéry při jejich zavádění. Dotaz byl koncipován jako mřížka z výběru možností a odpověď byla vyžadována v každém řádku. Celkem bylo na výběr ze 7 možností na škále od 1 do 5. Škála rozlišovala míru souhlasu s uvedeným tvrzením, kdy 1 znamená „naprosto nesouhlasím“ a 5 „naprosto souhlasím“. Počet respondentů se mírně lišil u každé z variant a z tohoto důvodu bylo pro každou z uvedených odpovědí vypočteno průměrné hodnocení zvlášť.

Dle obrázku 15 náleží nejvyšší sloupec odpovědi týkající se nedostatku finančních prostředků. Tato odpověď byla hodnocena známkou 3,8, což lze dle škály hodnotit jako odpovědi "spíše souhlasím" či "nevím" a lze tedy říct, že právě finanční prostředky jsou výraznou bariérou při zavádění nových technologií precizního zemědělství. Téměř na hranici hodnocení 3,5 se nachází bariéra přílišné složitosti a nepřehlednosti podmínek pro čerpání dotací. Zemědělské podniky se s touto bariérou spíše ztotožňují a systém čerpání dotací jim může částečně zkomplikovat zavedení nějaké nové technologie. Dále poměrně vysoké hodnocení (3,3) a tedy vyšší míra souhlasu je u tvrzení, které konstatuje organizační náročnost spojenou se zaváděním nových technologií. Bariéra pojmenována jako "nedostatek odborníků" byla na škále od 1 do 5 ohodnocena známkou 3,2 a téměř tak odpovídá hodnocení "nevím".

Odpověď konstatující, že nové technologie nejsou vyžadovány zákazníky byla ohodnocena na úrovni 3,1 a s tímto tvrzením podniky tedy buď velmi mírně souhlasí či jsou v odpovědi nerozhodní.

Na úplné hranici hodnocení 3 se umístila bariéra, která uvádí, že výrobní proces v podniku je dostatečně optimalizován a není potřeba zavádět nic nového. Nejnižší míra souhlasu, které lze dle škály umístit na pomezím mezi odpovědí "spíše souhlasím" či "nevím" je u bariéry týkající se nedostupnosti vhodných technologií na trhu, z čehož plyne, že vhodných technologií pro zemědělství je na trhu patrně dostatečné množství.

Obrázek 15: Bariéry vznikající při zavádění nových technologií v zemědělství



Zdroj: vlastní zpracování

Respondentům bylo umožněno uvést i jiné překážky při zavádění technologií precizního zemědělství a celkem 5 firem odpovídá následovně:

- „Legislativní podpora nebo omezení (energetický zákon).“
- „Neznalost požadavků našich zákazníků.“
- „Nekoncepční politika státu a její diskriminační podpora.“
- „Neochota vedoucích pracovníků.“
- „Stagnace trhu a cen.“

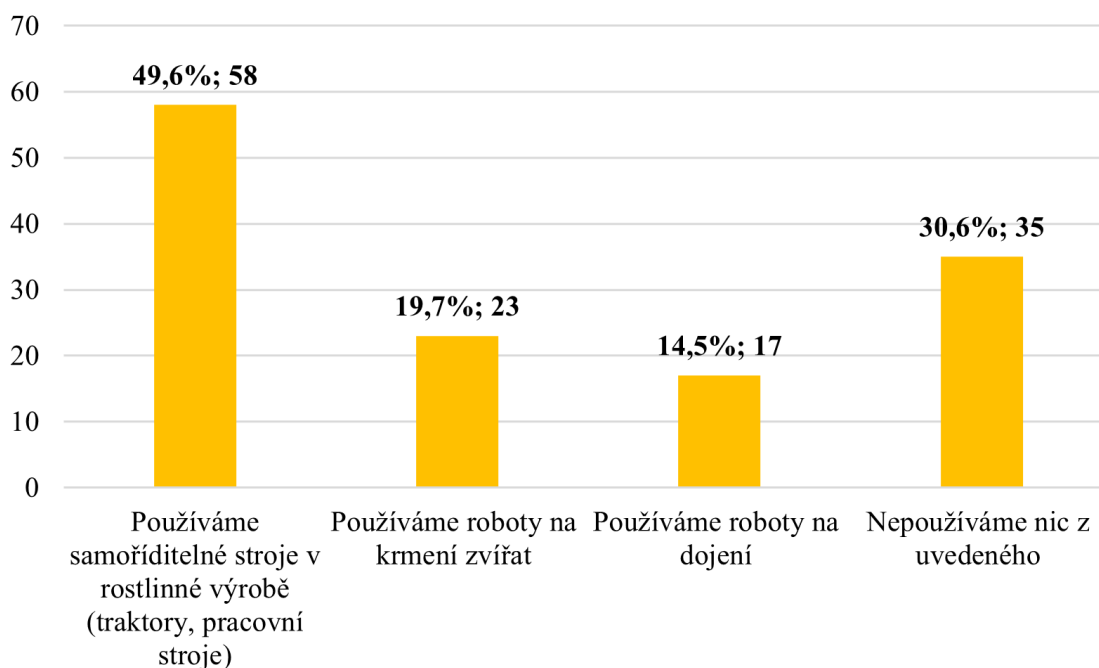
4.1.4 Samořiditelná mobilní technika

Poslední podkapitola je věnována zjištění využívání mobilní techniky v zemědělských podnicích. V této části dotazníku byla respondentům pokládána poslední otázka, která zjišťuje, zda podniky při své rostlinné a živočišné výrobě využívají mobilní techniku. Celkový počet odpovědí byl 117. Odpověď si bylo možné vybrat ze 3 variant či uvést jednu libovolnou. Pro větší přehlednost byly jednotlivé výsledky vyjádřeny procentuálně se zaokrouhlením na jedno desetinné místo.

Dle výsledných hodnot patrných z obrázku 16 celkem 58 podniků (49,6 %) využívá samořiditelné stroje v rostlinné výrobě. Následně dohromady 23 (19,7 %) zemědělců zaměřených na živočišnou výrobu používá roboty na krmení zvířat a 17 (14,5 %) firem při svém podnikání využívá dojící roboty. Celkem 35 (30,6 %) podniků uvedlo, že z možného výběru odpovědí nepoužívá nic.

Možnost otevřené odpovědi si zvolilo pár podniků, které při své práci používají např. přihrnovače krmiva, specializované přepravníky s řidičem pro přepravu kuřat či roboty k nahrnování píce. Jeden z respondentů uvedl, že se jejich podnik nachází ve fázi pořizování nových technologií, které poslouží k lepšímu hospodaření na poli i ve výrobě, uspoří čas a pracovníky a budou eliminovat chyby ve výrobních procesech. Dále také zmiňuje, že všechny tyto technologie jsou finančně náročné a v případě mikro podniku vyžaduje jejich nákup více času.

Obrázek 16: Využívaná samoříditelná mobilní technika v zemědělských podnicích



Zdroj: vlastní zpracování

4.2 Zhodnocení precizního zemědělství – technologie a projekty

4.2.1 Technologie

Z jednání o novém evropském dotačním období pro roky 2021-2027 vyplynulo, že rok 2022 by mohl být především pro farmáře přelomovým z hlediska čerpání dotací. V rámci hlavních pilířů jednání je digitalizace nejvýznamnějším z celého dotačního programu a nová vláda ČR ve svém programovém prohlášení konkrétně zmiňuje, že je v jejím zájmu zaměřit se na metody zavádění precizního zemědělství. Pod toto prohlášení jsou podepsány lídři koaličních stran a primárním cílem je omezení aplikací pesticidů, dusíkatých hnojiv a šetrné nakládání s půdou v rámci udržitelného rozvoje (prmyslovauatomatizace.com, 2022).

S rostoucí cenou pohonných hmot se zvyšuje poptávka telematických zařízení, což jsou zařízení schopna vykonávat kontinuální sběr provozních údajů, jejich ukládání a následné vyhodnocování. V praxi je díky tomu např. menší spotřeba paliva (utipa.info, 2022).

Velké klimatické změny zase vyžadují senzorická zařízení, který jsou pro většinu zemědělců nezbytnou součástí podnikání.

Senzory monitorují stav půdy, data z meteostanic, družic nebo GPS jednotky a společně tvoří inteligentní ekosystém, který šetří čas a zefektivňuje práci. V zemědělství je v posledních letech nedostatek lidské pracovní síly. Právě tyto chytré senzory jsou jedním z komponentů, který tento problém částečně dokážou řešit (prumyslovaautomaizace.com, 2022).

Drony

Základní myšlenkou precizního zemědělství je znalost heterogenity pozemku. Bezpilotní prostředky se speciálními senzory jsou ideálním prostředkem pro pravidelné mapování stavu půdy i plodin v krátkém čase s velkou přesností. Poskytují aktuální data bez nutnosti čekat na přelet družice či na vhodnou oblačnost. Výhodou je operativní nasazení i v nepříznivých podmínkách a mnohem nižší letové náklady. Nevýhodou je kratší letová doba, kdy při velké rozloze pozemku musí dron přistát pro výměnu pohonného akumulátoru. Některé drony mají zabudovanou termokamerou, která zjišťuje tzv. water stress index u rostlin. Primární funkcí všech zemědělských dronů je zmapování dané oblasti a potřebné informace aplikovat do řídicích jednotek samotných traktorů. Finančně náročnější drony jsou již schopny aplikovat potřebné zemědělské postřiky samostatně. Drony jsou využívány také při senoseči, kdy jsou zabudované termokamery schopné nalézt schovaná srnčata v polích. Srnčata jsou v poli jako svítící body na displeji, a tím se i výrazně sníží doba prohlídky jednotlivých polí. Drony disponují různým množstvím motorů, řídicím centrem letu, přijímačem signálu a baterií. Čím je dron výkonnější a nákladnější, tím více jednotlivých dílů obsahuje. Díky GPS navigaci je schopný návratu na místo vypuštění a poskytnout informace o výšce a rychlosti. Na spodní části každého ramena jsou umístěny senzory.

Obrázek 17: Dronem nalezená srnčata v poli



Zdroj: dronpro.cz (2022)

Jejich funkce spočívá v obkreslení dráhy letu, vyhýbání se překážkám a schopnost rozpoznat a sledovat pohybující se objekty. Technologie dronů také představuje obrovský potenciál pro geodety a profesionály v oblasti GIS (Geografické informační systémy). Mezi oblíbené výrobce patří DJI, RC, SYMA, Quad, Xiaomi, Yuneec a mnoho dalších (dronpro.cz, 2022).

Dron DJI Phantom 4 Multispectral

Tento dron je nejprodávanějším a nejvíce využívaným dronem pro efektivní a udržitelné zemědělství. Disponuje 6 kamerami schopnými v reálném čase odhalit veškeré potřebné informace. Další výhodou je pomocná pozemní stanice, díky které nevyžaduje internetové připojení či sluneční senzor, který upravuje snímání tak, aby světelné podmínky nezkazily kvalitu snímku. Během jednoho letu nasnímá cca 0,47 km² při výšce 180 m. Celkový dosah je 7000 m, maximální výška 6000 m, maximální rychlost 50 km/h a zorné pole 62,7°. Cena tohoto dronu se pohybuje okolo 240 tisíc Kč (dronpro.cz, 2022).

Obrázek 18: Dron DJI Phantom 4 Multispectral při práci



Zdroj: dronpro.cz (2022)

Dron DJI Agras T30

Tento typ dronu je podstatně nákladnějším a výkonnějším dronem. Jeho vysoká cena je důsledkem zabudovaných 8 sad ventilů a 16 trysek, které umožňují samostatný rovnoměrný postřik o velikosti 8 l/min. Celkem unese až 30 kg postřiků. Dále disponuje měřidlem, které hlídá hladinu tekutiny v nádrži a komunikuje s řídicí jednotkou, aby bylo spotřebováno co nejméně energie při doplňování. Dron dokáže ošetřit až 16 ha/hod, což je o 33 % než předchozí generace dronů.

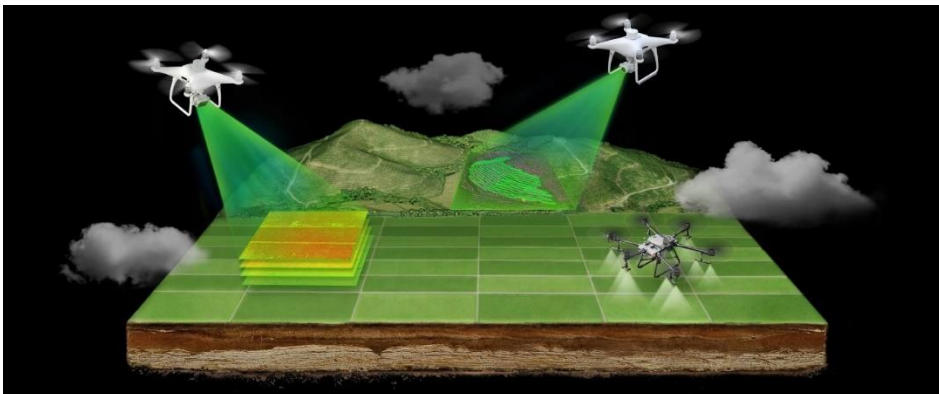
Výhodou tohoto dronu je také možnost spárování s aplikací Smart Agriculture a aplikovat tak veškeré potřebné tekutiny na předem naplánovaných místech a dodržovat úsporné dráhy letu. Jejich cena se pohybuje okolo 350 tisíc Kč (dronpro.cz, 2022).

Obrázek 19: Dron DJI Agras T30



Zdroj: dji.com (2022)

Obrázek 19: Příklad cloudového mapování zemědělského scénáře



Zdroj: dji.com (2022)

Samořiditelné stroje

Od 90. let 20. století je ve společnosti využíván GPS signál. Tuto technologii použili farmáři při sklizni a díky tomu byl okamžitě sledován výnos. Bylo zjištěno, že ačkoliv obdělávají půdu všude stejně, v jedné části pole je výnos pšenice podstatně vyšší než na jiných místech (ekonom.cz, 2019).

Postupně se technologie senzorů a všech inovací s nimi spojenými stávaly dostupnějšími a dnes napomáhají zlepšovat hospodaření, intenzivněji bojovat s přicházejícím suchem a se zhoršením kvality půdy. Jeden z největších výrobců zemědělské techniky je americký strojírenský koncern Deere & Company, známý pod obchodní značkou John Deere.

Pro precizní zemědělství je základem efektivní sbírání a využívání dat. Každý stroj je vybaven přijímači a displeji, které zajišťují hardwarovou infrastrukturu. Při práci je zároveň využit zemědělský portál John Deere Operations Center, který je prostředkem k ukládání dat a vizualizaci zemědělských a strojních informací. Portál umožňuje připojení ke všem strojům a polím z jednoho centrálního bodu. Zároveň umožňuje výměnu informací s prodejcem stroje, dodavateli a obchodními partnery.

Díky lokální dokumentaci a dat ze snímačů v reálném čase je vytvořen přesný předpis pro další práce na poli, je přesněji plánován rozpočet, snižují se náklady na hnojiva, výsev a chemické látky. Farmaření poté probíhá na konkrétních místech, která to v daný moment stoprocentně vyžadují (agroportal24h.cz, 2022).

Obrázek 20: Zemědělské přijímače



Zdroj: dji.com (2022)

Autonomní traktor John Deere

Plně autonomní stroj je postaven na koncepci již vyráběného traktoru John Deere 8R a je určen k velkosériové výrobě. Tento stroj byl koncernem John Deere představen na největším veletrhu spotřební elektroniky CES v roce 2022 a na trh bude uveden v druhé polovině tohoto roku.

Traktor je schopný zasévat, postřikovat či sklízet plodiny s přesností 2,5 cm. Dále svým uživatelům nabízí navigační GPS systém a 6 párů kamer, které detekují překážky. Traktor dokáže rozlišovat mezi plevelem a plodinami, a v případě nálezu plevele jej okamžitě odstraní. Nevýhodou moderních a chytrých traktorů je především vysoká cena. Běžný traktor se pohybuje okolo 11 milionů Kč. V případě autonomní verze je očekávána ještě vyšší cena. Cílem vývoje takového zařízení je reakce na stále se zvyšující poptávku po potravinách, klesající množství dostupné půdy či počet zemědělských pracovníků a zároveň snaha o snížení emisí (tvh.com, 2022).

Obrázek 21: Plně autonomní traktor John Deere



Zdroj: tvh.com (2022)

Robotizované dojení

Jeden z moderních postupů v chovatelství je robotizované dojení. Tento způsob je částečně založen na principech štihlé výroby a podobně jako v běžném průmyslu podléhá součinnosti několika nezbytných kroků. Systém je stále ještě v začátcích, a tak při praxi může docházet k problémům v rámci adaptace (agropress.cz, 2021).

Dojení probíhá zcela samoobslužně a robot je schopen vykonat všechny úkony, které za normální situace vykonává chovatel. Nejdříve je zvíře identifikováno pomocí robotického respondéru a následně vyhodnoceno, zda již uběhl předem nastavený interval od posledního dojení.

Pokud robot vyhodnotí, že tento čas již uplynul, dostane zvíře určené množství krmiva. Pomocí robotického ramene s mechanickými kartáčky jsou očištěny struky, pomocí laseru nasazeny dojící násadce a robot na základě získaného vzorku mléka vykoná preventivní vyšetření zvířete. Pokud jsou výsledky v pořádku, dochází k samotnému dojení. Po podojení každého zvířete jsou dojící násadce dezinfikovány a připraveny pro další použití. Významným výrobcem dojících robotů je např. společnost Lely, GEA či Farmtec. Cena se pohybuje okolo desítek a stovek tisíc a je odvozena od velikosti stáda a dostupných funkcí. Mezi výhody dojících robotů patří rychlá detekce kvality mléka, získávání důležitých informací, snížení pracovní síly, úspora místa a monitorování zvířat. Robotické dojení má ale zároveň své nevýhody, kterými je např. počáteční cena, lidská nedůvěra v robotická zařízení a riziko závad (agropress.cz, 2021).

V případě ekonomiky robotického dojení plyne ze studie dostupné na webových stránkách zemědělského portálu Agropress, že robotické dojení krav snižuje potřebu těžké lidské práce a jeho využití je ekonomicky výhodnějším spíše u menších stád krav. Zároveň je vyžadována vysoká úroveň managementu stáda, která je zlepšována díky propracovanějším postupům a komplexnímu vyhodnocování údajů. U větších stád je stále za perspektivnější považováno spíše využití jednotlivých moderních komponentů, které usnadňují práci. Do budoucna je předpokládán růst ceny lidské práce, ale zároveň zvyšování funkčnosti nově vyvinutých technologií. S jejich dostupností a množstvím na trhu by tak částečně mohly klesat ceny a chytré technologie by v živočišné výrobě mohly být stále častěji využívány (agropress.cz, 2021).

Obrázek 22: Robotické dojení stáda



Zdroj: feednavigator.com (2022)

Chytré obojky

K identifikaci zdravotních komplikací se stále častěji využívají chytré obojky a čipy, které sbírají potřebná data. Systém je plně kompatibilní s dojírnou a napomáhá při detekci říje. Zařízení je schopno informovat ošetřovatele cca 1 hodinu před blížícím porodem na mobilní telefon. Senzor na obojku snímá některé životní funkce zvířete, jako je např. přežvykování, doba stravování a pohybová aktivita. Pokud se tele začne chovat neobvykle a data z obojku se odchýlí od požadovaného stavu, farmář může s předstihem zareagovat a předejít větším zdravotním komplikacím. Zároveň je možné detekovat onemocnění až 4 dny před klinickými příznaky a ušetřit náklady za silnější medikaci a zlepšovat tak welfare zvířat i jejich průměrnou délku života. Ceny těchto obojků se pohybují okolo 700 Kč/ks (svetchytre.cz, 2020).

Obrázek 23: Chytré obojky využité v praxi



Zdroj: business.cz (2020)

4.2.2 Projekty precizního zemědělství

Smart Vineyard – chytrá vinice

Projekt chytrá vinice se zabývá propojením digitálních technologií, internetem věci a pěstováním vinné révy. Vinaři díky této technologii transformují svůj klasický způsob pěstování na modernější a využívají prvků precizního zemědělství. Data jsou sbírána prostřednictvím bezdrátových senzorů, satelitů a dronů. Cílem je neustálé měření a pozorování enviromentálních dat, optimalizace rostlinné produkci a minimalizace dopadu na životní prostředí (smartvineyard.com, 2022)

SAM Dimension

Tento německo-český projekt spočívá v propojení technologie dronu a samořízeného traktoru. Technologie je založena na vzájemné komunikaci mezi dronem s traktorem, kdy úkolem dronu je informovat o přesných intervalech postřiku rostlin. Pomocí dronu, jehož součástí je speciální sada kamer a umělé inteligence je identifikován plevel na poli a vytvořena plevelová mapa, podle které se farmář řídí. Cílem je vyhubit nežádoucí rostliny a ty zdravé nepoškodit. SAM Dimension startup se již testuje v Německu na celkové rozloze 500 hektarů a do budoucna plánuje vytvořit obchodní vztahy s výrobcí zemědělské techniky jako např. John Deere (samdimension.com, 2022).

Obrázek 24: Spolupráce dronu se zemědělským strojem



Zdroj: forbes.cz (2021)

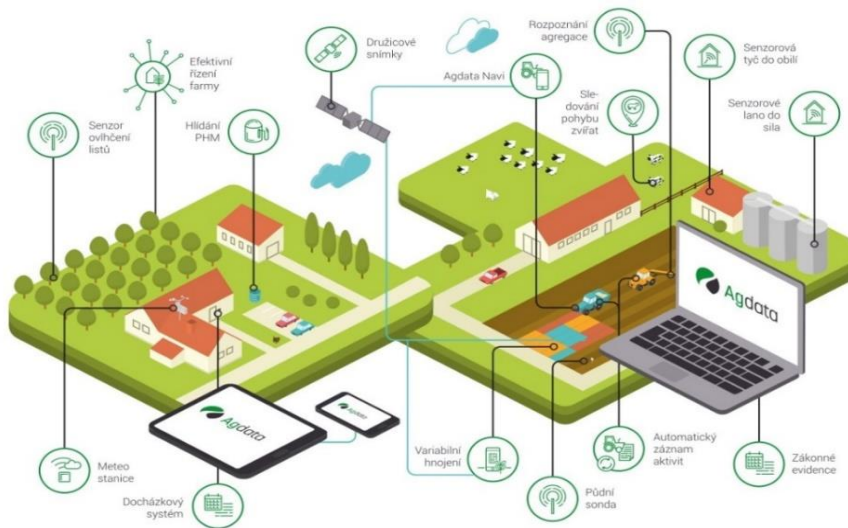
UTIPA

Uživatelsko – technologický index precizního zemědělství je komplexní systém pro mezinárodní komunitu lidí, kteří mají vztah k preciznímu zemědělství. Funguje na principu vzájemného poskytování dat. Cílem je zprostředkovat všechny znalosti a poznatky uživatelů technologií. Je založen na bodovém hodnocení vybraných technologií a metod precizního zemědělství z pohledu technologické vyspělosti a zároveň užitečnosti. Hodnotí tedy princip jednotlivých technologií, nikoliv konkrétní výrobce nebo produkty. Všechny potřebné informace jsou pro zájemce dostupné na webových stránkách (utipa.info, 2022).

Agdata a Workswell

Projekt Workswell je zaměřen na ochranu rostlin před nedostatkem vody. Takzvané „zemědělské“ sucho se významně liší od klasického meteorologického, hydrologického a socioekonomického sucha. Projekt Workswell je založen na systému termokamer umístěnými na dronech, které pomohou farmářům najít konkrétní místa, kde došlo k poklesu vláh, a bude nutné je cíleně zavlažovat. Firma Agdata přináší technologii ovlivňující celý proces řízení. Kvůli plísni způsobené vlhkostí, docházelo ke ztrátám až 20 % produkce. Díky několika typům čidel umístěných v silu je prostřednictvím komplexního cloudového systému hlášeno prokapávání vody a výkyvy vlhkosti. Za tímto projektem stojí bratři Jiří a Lukáš Musilovi, kteří využili své znalosti z IT a zkušenosti ze zemědělského oboru (startupjobs.cz, 2022).

Obrázek 23: Cloudový systém řízení procesu pěstování



Zdroj: startupjobs.cz (2022)

5 Diskuse

Diskuse je v první části věnována vymezení silných a slabých stránek využití technologií Průmyslu 4.0 v rostlinné a živočišné výrobě. Následují možné návrhy a doporučení pro zemědělské podniky a vyhodnocení pracovních hypotéz.

5.1 Silné stránky využití precizního zemědělství

Úspora financí, času i přírodních zdrojů

Hlavní myšlenka celého konceptu precizního zemědělství je založena na zajištění pozitivních přínosů pro jednotlivé zemědělské podniky a společnost obecně.

Farmáři i chovatelé při své práci usilují o zefektivnění výrobních procesů, aby neplýtvali penězi, uspořili čas a aby svým podnikáním zatěžovali životní prostředí co možná nejméně. Na základě veškerých informací, které byly během zpracování diplomové práce načerpány je možné se domnívat, že právě aplikace precizních technologií může podnikům pomoci uspořit náklady na práci. To také potvrzuje např. Keményová (2021), redaktorka Hospodářských novin a autorka článku týkajícího se inovací v zemědělských podnicích. Uvádí, že zemědělci díky technologiím precizního zemědělství uspoří přes polovinu nákladů na přípravky do postřikovačů. Tato informace vychází z výsledků projektu Starfos, který dle článku Hospodářských novin umožňuje diagnostikovat stav porostu zemědělských plodin pomocí senzorů přímo na postřikovači a z podkladových map a díky tomu pomůže upravit aplikační dávky podle potřeby rostlin. Keményová (2021) dále v článku přikládá výrok agronoma zemědělského družstva na Litomyšlsku: *„Při rozteči řádků 75 centimetrů se přípravek aplikuje pouze na třiceticentimetrový pásek. Znamená to úsporu 60 procent nákladů na přípravek.“*

Z hlediska úspory času a přírodních zdrojů jsou moderní technologie také vnímány jako přívětivé řešení. Dnešní doba nabízí pestrou škálu potravin rostlinného i živočišného původu. Potravinu nakupujeme pravidelně a často se ani nezamyslíme, co všechno stálo za tím, než mohly být uvedeny na trh. Spotřeba nejen potravin je poměrně vysoká a lidé jsou zvyklí na dostupnost všeho možného. Technologie precizního zemědělství jsou tomu uzpůsobeny a při zpracování napomáhají k úspoře času. Tím pádem není zpomalená produkce a podnik dodává své výrobky na trh včas a v pravidelných intervalech.

V článku redaktorky Kemenyové je přiložen krátký výrok majitele zemědělské firmy Agross ve středních Čechách, který uvádí: *Šetříme hlavně čas a životní prostředí. Konkrétně utužení půdy, protože stroje se pohybují organizovaně po ideálních trajektoriích. Tím uspoříme emise i čas. Potřebné látky aplikujeme jen na místech a v takovém množství, které je skutečně potřeba.*“

Společnost postupuje stále dopředu, a pokud chce být farmář či chovatel úspěšný ve své podnikatelské činnosti, jsou pro něj precizní technologie možným řešením. Na závěr článku Hospodářských novin je uvedena myšlenka Koordinátora Centra precizního zemědělství České zemědělské univerzity v Praze, který svým výrokem potvrzuje, že není jednodušší cesta, jak zlevnit zemědělskou produkci, a přitom vyhovět zvětšujících se tlakům ohledně ekologie, nastávajícího sucha, bezpečnosti a dostupnosti potravin.

Ekologičtější zemědělství a vyšší výnosy

Poslední roky často hovoříme o bioprodukci, udržitelných přístupech pro budoucnost a hospodaření v ekologickém režimu. Z rozhodnutí Evropské komise vyplývá, že do roku 2030 bude právě 25 % zemědělské půdy obhospodařováno více ekologicky. Evropská komise také predikuje zvýšení poptávky po biopotravinách. V případě rostlinné výroby jsou technologie precizního zemědělství vyvíjeny tak, aby při zpracování docházelo k šetrnějšímu obhospodařování půdy. Například Radová (2021), členka Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělství v Brně, uvádí, že součástí portfolia technologií precizního zemědělství jsou tzv. kultivační systémy, které odstraňují pouze plevel a jejich efektivita dosahuje až 80 % s nízkým procentem poškození pěstovaných rostlin. Ještě více využívané jsou robotické postřikovače, které aplikují herbicidy jen na skutečně nutných místech. Spotřeba přípravků se díky tomuto přístupu snižuje až o 90 %.

Dle dostupných dat získaných prostřednictvím internetových zdrojů je možné predikovat, že využití modernějších technologií může vést k vyšší výnosnosti podniků. Např. výkonný ředitel firmy Clever Farm, Vojtěch Malina, uvádí v článku pana redaktora Petříčka (2021), že data, která analyzovala výnosnost, skutečně dokazují, že aplikace precizních technologií má smysl. Konkrétně podotýká: „*U většiny polí se nám podařilo zvednout výnos až o deset procent.*“ Potenciál zvýšení výnosů vidí především u pšenice, kukuřice, řepky či sóji.

Technologie precizního zemědělství předchází velkému zatěžování půdy, ulehčují práci a zkvalitňují živočišnou produkci

Půda je jedním z nejdůležitějších přírodních zdrojů na světě. Zásobuje rostliny potřebnými živinami, poskytuje přírodní prostředí pro život živočichů a je důležitou součástí lidského života. Její údržba a péče je pro společnost klíčová. Dle Evropské komise vyplývá z návrhu společné zemědělské politiky (SZP), že právě péče o životní prostředí, opatření v oblasti změny klimatu, zachování krajiny a biodiverzity a ochrana kvality potravin a zdraví jsou hlavními cíli po roce 2020.

Z dostupných informací často vyplývá, že velkým problémem půdy je především její nadměrné zhutnění. Podle Zprávy o stavu životního prostředí v ČR, bylo v roce 2016 ohroženo zhutněním přes 33 % české zemědělské půdy. Článek publikovaný v rámci projektu Proměny českého zemědělství, který realizuje zpravodajství EurActiv a Economia s podporou Evropské komise přikládá rozhovor s Josefem Stehlíkem, předsedou Asociace soukromých zemědělců, který uvádí: *„Problém utužení půdy lze do určité míry řešit používáním lehčí zemědělské mechanizace, a také šetrnějším přístupem uživatelů půdy v podobě omezení přejezdů pozemků zemědělskou technikou.“* Dále je v článku zmíněn výrok Jany Sixtové, která konstatuje, že tento problém řeší zemědělci používáním speciálních pneumatik s proměnlivým tlakem nahuštěním, využíváním nových technologických postupů a optimalizací tras přejezdů po poli. Toto řešení lze považovat za přívětivé. Koncept technologií Průmyslu 4.0 využívá GPS systém, který farmářům umožňuje v případě dražších strojů, že nemusí být skutečně přítomni na poli či poskytuje veškeré informace o stavu půdy. V článku je také uvedeno, že zemědělci nejčastěji využívají GPS, dálkový průzkum země (DPZ) a geografický informační systém (GIS), aby získali maximální možné informace o stavu a kvalitě půdy a na základě získaných dat mohli aplikovat potřebné množství hnojiva, vody a živin (odboryinfo.cz, 2019).

Z výsledků dotazníkového šetření i na základě získaných informací prostřednictvím sekundárních zdrojů je patrné, že v rostlinné výrobě jsou technologie rozšířené o něco více. To ale neznamená, že v živočišné výrobě by žádné technologie dostupné nebyly. Např. z rozhovoru s ministrem zemědělství Zdeňkem Nekulou, jehož autorkou je Eliška Nová (2022), se dozvídáme, že v roce 2016 bylo docíleno kvalitnější mléčné produkce od krav, právě díky technologiím Průmyslu 4.0.

Senzorická zařízení a IoT

Část literární rešerše i dotazníkového šetření byla věnována systému senzorů. Průmysl 4.0 do oboru zemědělství implementuje senzory jak pro rostlinnou, tak i živočišnou výrobu. Senzory v zemědělství jsou považovány za velké pomocníky při různém druhu pracovníku výkonu. V rámci výsledků dotazníkové šetření podniky skutečně potvrdily, že senzory v rostlinné výrobě využívají především k optimalizaci jízdy po pozemku a v živočišné výrobě využívají senzory zabudované v obojcích, které dokážou kontrolovat pohyb a zdraví zvířat. Díky tomu pak podniky mají důležitá data o jejich produkci a tato data jim zároveň umožňují propojit vícero oborů. Zabudované senzory mají také drony, které jsou na trhu dostupné již ve vysoké kvalitě a jejich bezpilotní potenciál a virtuální inteligence by se dala zužít tím správným směrem. Tento názor potvrzuje také výrok Oliverové (2013), podle které by ještě větší rozšíření nabídky dronů značně pomohlo k získávání a propojování aktuálních dat. Dostupnost všech potřebných dat lze považovat za silnou stránku pro individuální podnikatele v oboru zemědělství a je představitelné, že v případě správného použití přispějí k efektivitě práce.

V souvislosti se senzory se také hovoří o tzv. IoT, neboli internetu věcí. Tato síť je schopná propojit několik objektů a umožňuje vzájemnou komunikaci strojů. Zjednodušeně se dá říct, že díky IoT si spolu stroje předávají zpětné vazby a mohou ušetřit spoustu práce i peněz. V rozhovoru Matyáše Vejskala (2020) se k této technologii vyjadřuje Adam Zlotý, zakladatel projektu CleverFarm, kterému jsem se v této práci také již věnovala. Zlotý konstatuje, že: „*IoT senzory v zemědělství šetří statisíce za každé špatné rozhodnutí.*“ V případě, že by zemědělský podnik chtěl na svá pole či do stájí umístit senzory, může se spojit s obchodníkem firmy CleverFarm a ten pro podnik připraví systém senzorů na míru. Není překvapením, že podniky se často obávají, aby na nové investici neprodělaly velké množství peněz. Kvůli tomu firma CleverFarm sbírá pravidelně data a v roce 2021 analyzovala celkem 27 podniků. Z výsledného šetření vyšlo, že podniky využívající technologii IoT dosahovaly úspory 500Kč/hektar při jedné aplikaci.

5.2 Slabé stránky využití precizního zemědělství

Finanční náročnost

V případě určení slabých stránek uplatňování Průmyslu 4.0 v zemědělských podnicích byly v rámci dotazníkového šetření i prostřednictvím sekundární analýzy dat za nejkritičtější činitel označovány finance. S novými technologiemi se pojí vysoké počáteční náklady a v případě dotazníkové otázky zjišťující největší bariéry při zavádění precizních technologií byl právě nedostatek finančních prostředků uváděn jako nejvýznamnější bariéra. Problém s financemi potvrzuje také např. Kašperová (2018) ve své diplomové práci, která se věnovala kvantitativní analýze faktorů ovlivňující osvojení precizního zemědělství v Česku a z výsledků jejího šetření vyplynula vysoká pořizovací cena jako největší problém.

Zemědělské podniky nemají dostatek financí nebo se bojí koupit něco, čemu zatím dostatečně nerozumí, je pochopitelné. Ale jsou možnosti, jak se správně rozhodnout o nejvíce užitečné technologiích podnikání. Jednou z variant je využití komplexního systému UTIPA. Tento uživatelsko-technologický index precizního zemědělství porovnává technologie na základě vypočteného indexu a sdílí názory a zkušenosti zemědělců, dodavatelů technologií a výzkumných pracovníků v oboru precizního zemědělství.

Nedostatečná návratnost u menších pozemků

Z hlediska návratnosti investice je zavedení technologií precizního zemědělství výhodnější pro větší podniky. V návaznosti na informace vycházející ze sekundárních dat a otevřených odpovědí v dotazníku, kde podniky uváděly, že precizní technologie jsou finančně náročné a v případě mikro podniku jejich nákup vyžaduje více času, lze usuzovat, že návratnost zejména u malých podniků může být často problematická. Dále např. dle výzkumu Kašperové (2018) bylo na základě dotazníkového šetření skutečně potvrzeno, že u menších farem je spíše příhodnější využít některé levnější technologie precizního zemědělství a investovat do průměrně nákladných technologií (GPS navigace). Další možností by pak mohlo být využití externích dodavatelů precizních technologií. V dotazníkovém šetření této práce část respondentů označila, že při svém podnikání poskytuje služby pro veřejnost, kam bychom právě tyto externí dodavatelské služby moderních technologií mohli zařadit.

Moderní technologie nemohou zcela nahradit člověka

Na základě zhodnocení technologií Průmyslu 4.0 v zemědělství v teoretické i praktické části lze usuzovat, že precizní technologie jsou více dostupné v rostlinné výrobě. To nemusí být vnímáno zásadně negativně, protože i přesto, že má robotizace řadu výhod, v případě živočišné výroby vyžaduje více času. Chov zvířat vyžaduje větší přítomnost člověka a všechny technologie musí projít důkladným testováním, než mohou být skutečně uvedeny na trh. Precizní technologie pro chov dobytka již existují, ale nezdají se být tak rozšířené, ověřené a na takové úrovni jako jsou technologie pro rostlinnou výrobu. Primárním aspektem je zachování zdraví zvířat a jejich celková spokojenost. Při vývoji nových technologií musí být důkladně dbáno na neškodnost konečného výrobku, než může být skutečně využit. Dle Bartoně a Štolcové (2019), kteří jsou členy Výzkumného ústavu živočišné výroby, se na trhu sice nachází technologie, které chovatelům přináší enormní množství dat, ale ta mohou být následně chybně interpretována, nevhodně využita či dokonce zcela ignorována. Problém je, že např. v případě chovu krav jsou data užitečná, ale není možné si jeden výsledek napasovat na celé stádo. To dokazuje, že robot člověka prozatím nemůže zcela nahradit a lidský selský rozum a přítomnost je pro zvířata důležitá. Bartoň a Štolcová (2019) dále zmiňují, že je vždy nutné, aby chovatel svá zvířata průběžně pozoroval a informace získané z uvedených technologií bral jako pomoc pro rychlé a efektivní zhodnocení situace.

Narušení soukromí a pokles zájemců o zaměstnání v zemědělském oboru a nedostatky v pracovní kvalifikaci

S robotizací se pojí řada výhod, ale přirozené také nevýhod. Jednou z nich je např. narušení soukromí. Zároveň může dojít ke ztrátě firemních a soukromých dat. S touto ztrátou jsou ve většině případů vzpjaty poruchy zařízení, hackerské útoky či nedostatečná kvalifikace některého ze zaměstnanců, který v daný moment ještě nemusí být plně proškolen na práci s novějšími technologiemi a softwary. Na základě otevřených odpovědí v dotazníku, u otázky mapující rezervy pro zavádění technologií precizního zemědělství, se jeden z podniků ohradil, že „nejsou lidi na práci“ a druhý, že v jejich podniku mají „rezervy ve vzdělanosti řídicích pracovníků.“ Tyto poznámky nejsou až tak překvapivé, protože nedostatečné množství zájemců o zemědělské obory je patrný hned z několika publikací. V rozhovoru Elišky Nové (2022), redaktorky portálu CzechCruch, uvádí ministr zemědělství Zdeněk Nekula, že lidé absolvující obor zemědělství často odcházejí jinam.

Tento jev je poměrně častý a mnoho studentů při rozhodování o vysoké škole hledí především na větší možnosti uplatnění a studium, které jim poskytne více možností výběru. Nekula zároveň zmiňuje, že ve společnosti nastupuje problém obměny generace a lidé pracující v zemědělství postupně odcházejí do důchodu. Také konstatuje, že zájem o studium v tomto oboru klesá a zemědělství bohužel nemá moc dobré PR, na čemž by chtěli do budoucna zapracovat. Co se týče problému nedostatečné kvalifikace, uvádí, že ministerstvo zemědělství úzce spolupracuje s Českou zemědělskou univerzitou, Mendelovou univerzitou v Brně, ale také se Zemědělskou fakultou na Jihočeské univerzitě. Tato spolupráce spočívá v podpoře IT a ovládání systémů na školách. Dále uvádí, že v zemědělství jsou zaměstnána zhruba jen 2 % osob v Česku a zaměstnanost se v tomto oboru dále snižuje. Tyto poznatky jsou tedy slabou stránkou uplatňování precizních technologií, ale nepředpokládá se, že by byly neřešitelné. Právě díky tomu, že obor bude neustále podporován a posouván kupředu, může dojít k většímu zájmu o práci v zemědělských podnicích.

5.3 Vyhodnocení hypotéz

Pracovní hypotéza 1: Úroveň precizního zemědělství v podnicích v ČR je na průměrné úrovni.

Odvození statistických hypotéz: $H_0: \mu = c$ proti $H_A: \mu < c$

Pro hodnocení první pracovní hypotézy byl použitý levostranný jedno-výběrový Studentův t-test, kterým byly testovány statistické hypotézy u otázek zaměřených na cílevědomé zapojení podniků, nezapojení podniků a plánované zapojení podniků do precizního zemědělství. Průměrné hodnoty odpovědí (μ) byly statisticky porovnány s referenční konstantou (průměrnou hodnotou na škále 1-5, tj. hodnotou 3). Hypotézy byly vyhodnoceny prostřednictvím p hodnoty pro jednostranný statistický test. V případě, že bylo možné zamítnout nulovou hypotézu H_0 na hladině významnosti 0,05 ($p < 0,05$), byla průměrná hodnota tvrzení signifikantně nižší než referenční hodnota. To znamená, že tvrzení dané otázky inklinovalo spíše k nižšímu hodnocení než průměr.

Z výsledků uvedených v tabulce 2 vyplývá, že zemědělské podniky statisticky významně hodnotí své nezapojení ($p < 0,001$) i plánované zapojení ($p < 0,001$) do principů precizního zemědělství. S tvrzeními tedy spíše nesouhlasí, neboť měla nízké hodnocení.

Naopak u tvrzení o zapojení do realizace projektů precizního zemědělství nebyla prokázána nižší než referenční hodnota ($p = 0,0809$). Zemědělské podniky principy precizního zemědělství aplikují. První pracovní hypotéza byla tedy potvrzena.

Míra zapojení a úroveň precizního zemědělství je na průměrné úrovni. Bylo zjištěno, že nezapojených podniků je spíše méně. Počet podniků, které realizují projekty precizního zemědělství je průměrný.

Tabulka 2: Vyhodnocení 1. pracovní hypotézy pomocí Studentova t -testu

| | t | p | Vyhodnocení |
|------------|---------|----------|-----------------|
| Zapojení | -1,4075 | 0,0809 | H_0 potvrzena |
| Nezapojení | -4,1068 | <0,0001* | H_0 zamítnuta |
| Plánované | -5,3341 | <0,0001* | H_0 zamítnuta |

Zdroj: vlastní zpracování

Pracovní hypotéza 2: Technologie precizního zemědělství jsou využívány polovinou zemědělských podniků.

Odvození statistických hypotéz: $H_0: n = c$ proti $H_1: n \neq c$

Pro hodnocení druhé pracovní hypotézy byl použitý Chí-kvadrát test dobré shody, kterým byly testovány statistické hypotézy pro jednotlivé technologie. Pozorované četnosti odpovědí (n_i) byly statisticky porovnány s relativními četnostmi (c_i). Pro teoretické očekávané četnosti bylo zvoleno shodné rozdělení odpovědí ano a ne (tj. v poměru 1/2). Hypotézy byly hodnoceny prostřednictvím p hodnot pro oboustranný statistický test. V případě, že bylo možné zamítnout nulovou hypotézu H_0 na hladině významnosti 0,05, byly pozorované relativní četnosti odlišné od teoretických. To znamená, že technologie byla využita ve více nebo méně než polovině sledovaných podniků.

Z výsledků uvedených v tabulce 3 je zřejmé, že u většiny technologií je míra jejich využívání odlišná od průměru (na základě p hodnot).

Hypotéza H_0 nebyla vyvrácena pro povětrnostní senzory ($p = 0,0665$), senzory pro ochranu a výživu rostlin ($p = 0,4317$), polohu stroje ($p = 0,9304$), chytré obojky pohybu ($p = 0,4317$) a chytré obojky zdraví ($p = 0,0969$).

Tyto technologie využívá zhruba polovina sledovaných zemědělských podniků. V případě, že byla H_0 u dané technologie zamítnuta, nás nicméně zajímá, zda je hodnota výrazně vyšší nebo výrazně nižší, oproti ostatním. K tomu lze využít veličinu standardizovaného rezidua (ε_i), která pro normované normální rozdělení udává zvýšené či snížené počty četností ($\approx \pm 1.96$). Statisticky významné vyšší využití technologií, než průměr bylo tedy zjištěno u mobilní techniky ($\varepsilon_i = 6.3634$). Velmi blízko této hodnotě byla pak optimalizace jízd ($\varepsilon_i = 1.9152$). Druhá hypotéza tedy byla potvrzena pro cca. polovinu technologií.

Celkově můžeme konstatovat, že zhruba polovinu sledovaných technologií (zejména senzory v rostlinné výrobě a chytré obojky v živočišné výrobě) využívá polovina zemědělských podniků. Výrazněji je pak většinou podniků používána mobilní technika.

Tabulka 3: Vyhodnocení 2. pracovní hypotézy pomocí Chí-kvadrátu dobré shody

| Technologie | χ^2 | p | ε_i | Vyhodnocení |
|-----------------------------|----------|---------|-----------------|-----------------|
| stav půdy (drony) | 14,1145 | 0.0002* | -2.6565 | H_0 vyvrácena |
| meteostanice (povětrnostní) | 3,3664 | 0.0665 | 1.2974 | H_0 potvrzena |
| ochrana a výživa rostlin | 0,6183 | 0.4317 | 0.5560 | H_0 potvrzena |
| anomálie u plodin | 42,9389 | 0.0000* | -4.6335 | H_0 vyvrácena |
| stav stroje | 4,7710 | 0.0289* | -1.5445 | H_0 vyvrácena |
| poloha stroje | 0,0076 | 0.9304 | 0.0618 | H_0 potvrzena |
| optimalizace jízd | 7,3359 | 0.0068* | 1.9152 | H_0 vyvrácena |
| chytré obojky výživa | 16,8626 | 0.0000* | -2.9037 | H_0 vyvrácena |
| chytré obojky pohyb | 0,6183 | 0.4317 | -0.5560 | H_0 potvrzena |
| chytré obojky zdraví | 2,7557 | 0.0969 | -1.1738 | H_0 potvrzena |
| senzory mikroklíma | 16,8626 | 0.0000* | -2.9037 | H_0 vyvrácena |
| roboty na krmení | 47,6412 | 0.0000* | -4.8806 | H_0 vyvrácena |
| mobilní technika | 80,9847 | 0.0000* | 6.3634 | H_0 vyvrácena |
| roboty na dojení | 71,8244 | 0.0000* | -5.9927 | H_0 vyvrácena |

Zdroj: vlastní zpracování

5.4 Návrhy a doporučení

V souladu s třetím dílčím cílem je tato kapitola věnována návrhům a doporučením na základě nasbíraných informací prostřednictvím dotazníkového šetření a sekundárních dat.

Dle dotazníkového šetření se inovacím již věnuje 54 % respondentů, zbylých 46 % prozatím ne. V případě, že by tyto podniky měly zájem zavádět nové technologie při své práci, může být doporučením např. propojení obchodních vztahů a navázání spolupráce s ostatními tuzemskými či zahraničními firmami. V otázce vynakládaných investic na vědu, výzkum a vývoj, bylo zjištěno, že více než polovina dotazovaných firem vynakládá méně než 5 % svých tržeb. Právě propojení obchodních vztahů by tyto investice mohlo postrčit a v konečném důsledku být velice přínosné.

Dále je patrné, že technologie precizního zemědělství české podniky skutečně využívají, jak potvrzuje dotaz mapující aktuální situaci uplatnění precizních technologií. Dle výsledku statistického vyhodnocení první pracovní hypotézy můžeme konstatovat, že v současnosti skutečně zemědělské podniky realizují principy precizního zemědělství, avšak míra jejich zapojení je průměrná. Znamená to, že mnoho podniků tyto principy již využívá, někteří zatím jen částečně a někteří vůbec. Proto lze v této souvislosti doporučit nezapojeným farmářům a chovatelům větší angažovanost a minimálně zvýšení povědomí o portfoliu dostupných technologií, protože tím mohou zefektivnit celý jejich výrobní proces.

V případě, že podniky již nové technologie zavádějí, vyskytují se samozřejmě i problémy. V oblasti rezerv při jejich zavádění a tvorby úspor vyšlo najevo, že v podnicích nastávají rezervy ve formě nedostatku pohonných hmot, v zavádění digitalizace a ve větším uplatňování senzorů. Tyto problematické faktory mohou být eliminovány např. investicí do zařízení, která jsou řízena GPS navigací a po pozemku se nepohybují zbytečně dlouho. Tím pádem mohou uspořit palivo. Dále např. investovat do bezpilotního letadla – dronu, který dokáže aplikovat pesticidy na potřebná místa díky zabudovaným senzorům a čidlům a ke svému pohybu palivo nepotřebuje vůbec. Respondenti poukazovali na problém se zaváděním digitalizace obecně a také na uplatňování senzorů. V tomto případě mohou podniky využít služby poradenských firem, které se touto problematikou zabývají a v případě dotazníkové otázky mapující rezervy při vzniku spolupráce s jinými firmami, bylo právě najmutí pro Smart problematiky poradenské firmy označeno za nejméně stěžejní – to znamená, že tyto firmy skutečně již existují a jejich potenciálu může být využito ve prospěch zemědělského podniku.

V této souvislosti lze vyzdvihnout např. server UTIPA, který shromažďuje všechny poznatky uživatelů různých technologií, či koncept společnosti CleverFarm (viz. kapitola 2.6.2).

V případě problémů nastupujících v souvislosti s pracovním výkonem by podniky mohly více proškolovat své zaměstnance a zároveň postupně, po malých krocích implementovat prvky precizního zemědělství. Přesvědčit velké množství zaměstnanců může být mnohdy opravdu náročné, ale pokud by to bylo provedeno nenásilnou formou a majitel firmy bude novým technologiím skutečně důvěřovat, mohl by se dostavit příznivý výsledek.

Výrazně kritickým činitelem při zavádění precizního zemědělství byly finance. Problém vysokých počátečních nákladů je samozřejmě pochopitelný a v situaci, kdy podnik nedisponuje dostatečnými finančními zdroji na koupi některé z technologií, může investovat pouze do nějakých z méně nákladných. Na trhu jsou dostupné např. senzory ve formě čidel v půdě, či dronů, které pravděpodobně nebudou mít takové funkce jako nákladnější technologie, ale svou prací pomohou a v konečném důsledku se může podniku podařit do budoucna navýšit produkci, mít větší ziskovost a tím pádem bude moci následně investovat do dalších technologií.

V souvislosti s konkrétními návrhy pro živočišnou výrobu, mohou podniky, které mají zájem se v precizních technologiích angažovat, aplikovat např. senzory kontrolující pohyb, zdravotní stav, výživu nebo mikroklima. Další možností jsou roboti uzpůsobené ke krmení zvířat. Jedná se o senzory, které jsou dle dotazníkového šetření v českých zemědělských podnicích nejčastěji využívané. Pro začátek jsou přívětivým řešením, a co se vymoženosti ještě novějších technologií týče, doporučila bych větší trpělivost, než budou důkladně otestovány všechny funkční vlastnosti, aby měli chovatelé jistotu, že pořizované technologie jsou skutečně nezávadné a neohroží zdraví zvířat.

6 Závěr

Cílem diplomové práce bylo zhodnocení využití Průmyslu 4.0 v zemědělských podnicích a pomocí provedené analýzy navrhnout možná doporučení pro zemědělské podniky. Výsledků bylo dosaženo na základě dotazníkového šetření a sekundárního sběru dat prostřednictvím literatury a veřejných publikací na webu.

Náplní prvního dílčího cíle bylo zhodnocení Průmyslu 4.0 v živočišné a rostlinné výrobě v zemědělských podnicích. Pro splnění prvního dílčího cíle byla nastudována odborná literatura, dostupné publikace a všechny převzaté informace byly následně shrnuty v literárním přehledu. V praktické části práce byly dále vymezeny konkrétní technologie a aplikované projekty. Obecně lze precizní zemědělství považovat za způsob obhospodařování půdy, který má potenciál optimalizovat výnosy, zvýšit zisky firem a zároveň snížit negativní dopady zemědělských činností na životní prostředí. To vše jsou podstatné motivační faktory, které hrají zásadní roli pro podniky při strategickém rozhodování o jeho dalším rozvoji. Co se týče samotného využití a uplatňování precizního zemědělství v podnicích, v souvislosti s vyhodnocením první pracovní hypotézy a dotazníkového šetření bylo potvrzeno, že jeho úroveň nabývá průměrných hodnot. Podniky již využívají tyto technologie a do konceptu jsou zapojeny, nicméně míra jejich zapojení je průměrná.

V rámci druhého dílčího cíle byly vymezeny využívané zemědělské technologie a projekty rostlinné i živočišné výroby. Koncept Průmyslu 4.0 byl zhodnocen v rámci dotazníkové šetření, kterého se zúčastnilo celkem 131 respondentů. Dle vyhodnocení dotazníku a druhé pracovní hypotézy bylo zjištěno, že k implementaci inovací do svých podniků se přiklání polovina podniků. V případě rostlinné výroby využívají senzory především pro optimalizaci jízdy po pozemku, výživu rostlin, aplikaci látek jen na potřebných místech či pro zjištění okamžitého stavu půdy pomocí dronů. V živočišné výrobě jsou využívány senzory na kontrolu pohybu, zdraví či výživy. Pouze pětina podniků používá roboty na krmení zvířat a sedmina využívá dojící roboty. Z toho lze usuzovat, že živočišné technologie na trhu k dispozici jsou, ale možná ne v takovém množství a kvalitě, v jaké by si chovatelé představovali. V čele celého portfolia precizních technologií stojí IoT, tedy internet věcí.

Pro splnění třetího dílčího cíle, tj. poskytnout návrhy a doporučení pro zemědělské podniky, bylo využito výsledků dotazníkového šetření společně se statistickým vyhodnocení hypotéz a informací týkající se prakticky aplikovaných technologií. Pro větší utřídění informací byly v části diskuse vymezeny slabé a silné stránky využití precizního zemědělství. V případě silných stránek lze podotknout, že precizní technologie napomáhají k úspoře financí, času i přírodních zdrojů. Zároveň přispívají k ekologičtějšímu zpracování. Slabými stránkami byla především finanční náročnost či nedostatečná návratnost u menších pozemků. Zároveň bylo upozorňováno na lidskou nedůvěru v robotická zařízení a poznámka, že moderní technologie a roboti nemohou zcela nahradit člověka, především v živočišné výrobě. Slabinou využití precizních technologií může být také neustále klesající počet zájemců o zemědělské obory a hrozba nedostatku kvalifikovaných zaměstnanců.

S ohledem na výsledky dotazníkového šetření, statistického vyhodnocení a sběru dat všech dostupných publikací, bych farmářům i chovatelům doporučila, aby se minimálně začali o dostupné technologie zajímat a vytvářeli si nějaké obecné povědomí. V případě problému s financemi investovali do méně nákladných technologií, jako jsou informační čidla do půdy, levnější drony nebo chytré obojky pro zvířata, které se na trhu pohybují okolo 700 Kč/ks. Podnikům, které mají strach a obavy z aplikování inovativních technologií, bych doporučila např. server UTIPA, který shromažďuje poznatky uživatelů precizních technologií či využít služeb jiných poradenských firem a zároveň vzít v úvahu propojení obchodních vztahů, na jehož základě by se mohly některé technologie sdílet.

I. Summary and Keywords

This Diploma 's thesis is focused on a new technology in agriculture which are provided by Industry 4.0. The aim of the thesis was to evaluate the use of Industry 4.0 in agricultural companies, its technologies, start-ups and projects. Then, based on the findings, devise recommendations.

Industry 4.0 is in Agriculture called as Precision Farming or Precision Agriculture. In general, Precision Agriculture is a farming management concept based upon observing, measuring and responding to field variability and aspects of animal rearing. It also has the potential to optimize yields, increase corporate profits and at the same time reduce the negative environmental impact of agricultural activities.

The first part of the thesis focuses on Industry 4.0 and competitiveness, as well as farming methods, technologies and projects which are implemented in plant and animal production.

The second part is focused on the real evaluation of the current situation in the Czech Republic through a questionnaire survey. Using a questionnaire completed by over a hundred respondents, we are given a detailed overview of using Precision Farming in agriculture companies. The last part uses the statistical method, public researches and defines strengths and weaknesses of using Smart technologies. Based on this evaluation proposes recommendations for agriculture companies those who already use Industry 4.0 technologies, or those, who are hesitant to use it for the time being.

Keywords: Industry 4.0, Agriculture, Precision Farming, Precision Agriculture, technologies

II. Seznam použitých zdrojů

- Bartoň, L. Štolcová, M. (2019). *Nástroje precizního zemědělství v chovech dojeného skotu*. Načteno z www.ctpz.cz: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/nastroje-precizniho-zemedelstvi-v-chovech-dojeneho-skotu-910>
- Bruckner, T., & Voříšek, J. (1998). *Outsourcing informačních systémů*. Praha: Ekopress
- Budíková, M., & kol. (2010). *Průvodce základními statistickými metodami*. Praha: Grada
- Fruhvirtová, E. (2022). *Žádné sci-fi, zemědělství 4.0 se stává realitou*. Načteno z www.zazijzemedelstvi.cz: <https://zazijzemedelstvi.cz/clanky/zadne-sci-fi-zemedelstvi-40-se-stava-realitou:18/>
- Gilchrist, A. (2016). *Industry 4.0: The Industrial Internet of Things*. Thailand: Bangken, Nonthaburi
- Greaver, M., F. (1999). *Strategic Outsourcing: A Structured Approach to Outsourcing Decisions and Initiatives*. New York: AMACOM
- Charakteristika zemědělství. (2011). *cit.vfu.cz*. Načteno z cit.vfu.cz: https://cit.vfu.cz/ivbp/wp-content/uploads/2011/07/Charakteristika_zemedelstvi.pdf
- Kašperová, M. (2018). *Precizní zemědělství v Česku: Kvantitativní analýza faktorů ovlivňujících jeho osvojení*. (Diplomová práce). Masarykova univerzita v Brně. Dostupné z: <https://is.muni.cz/th/p0e70/>
- Keményová, Z., (2021). *Češi inovují precizní zemědělství. Dokáže ušetřit přes polovinu nákladů na přípravky*. Načteno z www.archiv.hn.cz: <https://archiv.hn.cz/c1-66900370-cesi-inovuji-precizni-zemedelstvi-dokaze-usetrit-pres-polovinu-nakladu-na-pripravky#:~:text=Farm%C3%A1%C5%99i%20d%C3%ADky%20precizn%C3%ADmu%20zem%C4%9Bd%C4%9Blstv%C3%AD%20%C5%A1et%C5%99%C3%AD,kuku%C5%99ice%20takzvanou%20p%C3%A1skovou%20aplikaci%20herbicidu>.
- Mařík, V., & kol. (2016). *Průmysl 4.0, Výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press.
- Miketa, K. (2017). *Smart revoluce, budoucnost přichází právě teď*. Praha: Mladá fronta.

- Nová, E. (2022). *Na chytré zemědělství půjde až miliarda korun, říká ministr. Technologie pomůžou třeba s doживostí*. Načteno z www.cc.cz: <https://cc.cz/na-chytre-zemedelstvi-pujde-az-miliarda-korun-rika-ministr-technologie-pomuzou-treba-s-doživosti/>
- Novák, R. & Hrtúsová, T. (2018). *Precizní zemědělství v praxi*. Dostupné z: https://cdn0.erstegroup.com/content/dam/cz/csas/business_csas_cz/precizni-zemedelstvi/Precizni_zemedelstvi_v_praxi_2018_02.pdf
- Oliver, M., & kol. (2013). *Precision Agriculture for Sustainability and Environmental Protection*. London: Routledge
- Petříček, M. (2021). *Na chytré farmě se urodí víc. Startup radí zemědělcům, jak využívat data*. Načteno z www.idnes.cz: https://www.idnes.cz/ekonomika/domaci/farma-pole-zemedelstvi-data-technologie-startup-cleverfarm.A211012_202900_ekonomika_mato
- Radová, Š. (2021). *Současný trend v robotizaci ochrany rostlin*. Načteno z www.agromanual.cz: <https://www.agromanual.cz/cz/clanky/technologie/precizni-zemedelstvi/soucasny-trend-v-robotizaci-ochrany-rostlin>
- Redlichová, R. Bečvářová, V., & Vinohradský, K. (2014). *Vývoj ekologického zemědělství ČR v ekonomických souvislostech*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. Načteno: <https://orgprints.org/id/eprint/28494/1/V%C3%BDvoj%20ekologick%C3%A9ho%20zem%C4%9Bd%C4%9Blstv%C3%AD%20%C4%8CR.pdf>
- Schwab, K. (2016). *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland, Geneva: World Economic Forum
- Schwab, K. (2018). *Shaping the Fourth Industrial Revolution*. Cologny: World Economic Forum.
- Svatoš, M., & kol. (1999). *Ekonomika zemědělství a evropská integrace*. Praha: ČZU Praha
- Šimon, J., (2013). *Automatické doживící systémy a český trh*. Načteno z www.zemedelec.cz: <https://zemedelec.cz/automaticke-dojici-systemy-a-cesky-trh/>
- Tomek, G., & Vávrová, V. (2017). *Průmysl 4.0 aneb Nikdo sám nevyhraje*. Průhonice: Professional Publishing s.r.o.

Vejslál, M. (2020). *Senzory IoT*. Načteno z www.startupjobs.cz: <https://www.startupjobs.cz/newsroom/cleverfarm-senzory-iot-zemedelstvi>

www.agroportal24h.cz. (2022). *John Deere představil autonomní traktor – už letos zamíří do prodeje*. Načteno z: <https://www.agroportal24h.cz/clanky/john-deere-predstavil-autonomni-traktor-uz-letos-zamiri-do-prodeje>

www.agropress.cz. (2022). *9 klíčových otázek před umístěním dojícího robota do stáje*. Načteno z: www.agropress.cz: <https://www.agropress.cz/9-klicovych-otazek-pred-umistenim-dojiciho-roboty-do-staje/>

www.bezpilotne.cz. (2018). *Drony pro zemědělství*. Načteno z www.bezpilotne.cz: <https://bezpilotne.cz/reseni/drony-pro-zemedelstvi/>

www.businessinfo.cz. (2022). *Klastry*. Načteno z: www.businessinfo.cz: <https://www.businessinfo.cz/navody/klastry-pruvodce/>

www.csas.cz. (2022). *Precizní zemědělství v Česku. Tři vizionářské projekty*. Načteno z www.csas.cz: <https://www.csas.cz/cs/firmy/articles/precizni-zemedelstvi-v-cesku>

www.csas.cz. (2022). *Precizní zemědělství. Když je robot rolníkem*. Načteno z www.csas.cz: <https://www.csas.cz/cs/firmy/articles/precizni-zemedelstvi>

www.dronpro.cz. (2022). *Drony pro zemědělství*. Načteno z: www.dronpro.cz: https://dronpro.cz/drony/f_type.zemedelstvi_f

www.ekonom.cz. (2022). *Traktory bez řidiče budou na trhu dříve než autonomní auta*. Načteno z: www.ekonom.cz: <https://ekonom.cz/c1-66445840-traktory-bez-ridice-budou-na-trhu-drive-nez-autonomni-auta>

www.isvavi.cz. (2022). *Precizní systém ošetření půdy v produkci kukuřice*. Informační systém výzkumu, vývoje a inovací. Načteno z www.isvavi.cz: <https://www.isvavi.cz/>

www.isvavi.cz. (2022). *SMARTFIELD – Automatický systém sběru a zpracování teplotních a vlhkostních parametrů mikroklimatu a půdy pro podmínky precizního zemědělství v ČR na principu Internetu věcí (IoT)*. Informační systém výzkumu, vývoje a inovací. Načteno z www.isvavi.cz: <https://www.isvavi.cz/>

www.isvavi.cz. (2022). *Zajištění dlouhodobé konkurenceschopnosti českého chmelařství na základě implementace principů precizního zemědělství a technologií Smart Farming*. Informační systém výzkumu, vývoje a inovací. Načteno z www.isvavi.cz: <https://www.isvavi.cz/>

www.jamcopters.cz. (2022). *Precizní zemědělství*. Načteno z www.jamcopters.cz: <https://jamcopters.cz/industry/precizni-zemedelstvi>

www.mpo.cz. *Průmysl 4.0 má v Česku své místo*. Načteno z www.mpo.cz: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/zpracovatelsky-prumysl/prumysl-4-0-ma-v-cesku-sve-misto--176055/>

www.naschov.cz. (2019). *Precizní zemědělství v chovech zvířat*. Načteno z www.naschov.cz: <https://naschov.cz/precizni-zemedelstvi-v-chovech-zvirat/>

www.odbory.info. (2019). *Půda čelí degradaci, pomoci může precizní zemědělství*. Načteno z www.odbory.info: <https://www.odbory.info/obsah/779/puda-celi-degradaci-pomoci-muze-precizni-zemedelstvi/23925>

www.podnikatel.cz. (2022). *Jaké jsou pro podnikatele výhody a nevýhody outsourcingu*. Načteno z: www.podnikatel.cz: <https://www.podnikatel.cz/clanky/jake-jsou-pro-podnikatele-vyhody-a-nevyhody-outsourcingu-tady-je-prehled/nazory/>

www.prumyslovaautomatizace.com. (2022). *Blýská se na lepší časy*. Načteno z: www.prumyslovaautomatizace.cz: <https://www.prumyslovaautomatizace.com/nazor-digitalizace-zemedelstvi-v-roce-2022-blyska-se-na-lepsi-casy/>

www.samdimension.com. (2022). *About*. Načteno z www.samdimension.cz: <https://samdimension.com/>

www.smartvineyard.com. (2022). *Check out our new system*. Načteno z www.smartvineyard.com: <http://smartvineyard.com/>

www.startupjobs.cz. (2022). *Pozitivní příklady startupu, které přepisují samotnou definici zemědělství, aby porazily sucho*. Načteno z: www.startupjobs.cz: <https://www.startupjobs.cz/newsroom/Pozitivni-priklady-startupu-ktere-prepisuji-samotnou-definici-zemedelstvi-aby-porazily-sucho>

www.svetchytre.cz. (2022). *Krávy v Česku nosí víc chytrých technologií než lidé – farmáři do nich investují miliony*. Načteno z: www.svetchytre.cz:https://svetchytre.cz/a/pLXRZ/kravy-v-cesku-nosi-vic-chytrych-technologii-nez-lide-farmari-do-nich-investuji-miliony

www.tvh.com. (2022). *John deere reveals fully autonomous tractor*. Načteno z: www.tvh.com:https://www.tvh.com/en-xf/about-tvh/market-news/john-deere-reveals-fully-autonomous-tractor-at-ces-2022

www.utipa.info. (2022). *O indexu*. Načteno z www.utipainfo.cz:https://www.utipa.info/o-indexu

www.utipa.info. (2022). *Telematika u traktoru a dalších zemědělských strojů*. Načteno z: www.utipa.info:https://www.utipa.info/technologie/5/telematika-u-traktoru-a-dalsich-zemedelskych-stroju

www.wikijii.com. (2021). *Přesné zemědělství – Precision agriculture*. Načteno z www.wikijii.com:https://wikijii.com/wiki/Precision_agriculture#Robots

III. Seznam použitých obrázků a tabulek

Seznam obrázků:

| | |
|--|----|
| Obrázek 1: Dron při práci | 15 |
| Obrázek 2: Mapování úrody prostřednictvím technologií Průmyslu 4.0..... | 16 |
| Obrázek 3: Ukázka chytré mapy | 19 |
| Obrázek 4: Systém FishRAS | 19 |
| Obrázek 5: Hydroponická farma..... | 20 |
| Obrázek 6: Počet zaměstnanců v zemědělských podnicích..... | 28 |
| Obrázek 7: Zařazení zemědělských podniků do kategorie inovativních firem | 29 |
| Obrázek 8: Velikost vynakládaných tržeb na výzkum, vývoj a inovace | 30 |
| Obrázek 9: Aktuální situace uplatňování precizního zemědělství v zemědělských podnicích..... | 32 |
| Obrázek 10: Oblasti podnikových rezerv | 33 |
| Obrázek 11: Podnikové rezervy v souvislosti s pracovním výkonem | 35 |
| Obrázek 12: Rezervy v opatření ke zlepšení spolupráce s jinými firmami | 36 |
| Obrázek 13: Důvody využití senzorů v rostlinné výrobě | 38 |
| Obrázek 14: Důvody využití senzorů v živočišné výrobě | 39 |
| Obrázek 15: Bariéry vznikající při zavádění nových technologií v zemědělství | 40 |
| Obrázek 16: Využívaná samoříditelná mobilní technika v zemědělských podnicích | 42 |
| Obrázek 17: Dronem nalezená srnčata v poli | 43 |
| Obrázek 18: Dron DJI Phantom 4 Multispectral při práci..... | 44 |
| Obrázek 19: Příklad cloudového mapování zemědělského scénáře | 45 |
| Obrázek 20: Zemědělské příjímáče | 46 |
| Obrázek 21: Plně autonomní traktor John Deere..... | 47 |
| Obrázek 22: Robotické dojení stáda | 48 |
| Obrázek 23: Cloudový systém řízení procesu pěstování | 51 |

Seznam tabulek:

| | |
|---|----|
| Tabulka 1: Právní forma podnikání | 27 |
| Tabulka 2: Vyhodnocení 1. pracovní hypotézy pomocí Studentova t-testu..... | 59 |
| Tabulka 3: Vyhodnocení 2. pracovní hypotézy pomocí Chí-kvadrátu dobré shody | 60 |

IV. Seznam příloh

Příloha 1: Dotazník Průmysl 4.0 v zemědělství

V. Přílohy

Průmysl 4.0 v zemědělství

Dobrý den,

jmenuji se Ivona Švepešová a jsem studentka Ekonomické fakulty Jihočeské univerzity. V rámci svého navazujícího studia vypracovávám diplomovou práci na téma Průmysl 4.0 v zemědělství. Tato dotazníková akce slouží k výzkumným účelům ohledně nových technologií uplatňovaných v zemědělských podnicích a budu velice vděčná každému podniku za její vyplnění.

Základní údaje o zemědělském podniku

1. Název podniku.

2. Právní forma podnikání.
 - samostatný zemědělec
 - živnostník
 - v.s.
 - k.s.
 - s.r.o
 - a.s.
 - Jiná:

3. Počet zaměstnanců.
 - do 10
 - 11–50
 - 51–250
 - nad 250

4. Řadí se Vaše firma do kategorie inovativních firem?
 - rozhodně ano
 - spíše ano
 - spíše ne
 - rozhodně ne

5. Jak velké finanční prostředky vynakládáte na výzkum, vývoj a inovaci?

- ≤ 5 % tržeb
- 6-10 % tržeb
- 11-19%
- ≥ 20 % tržeb

6. Jste v jisté podobě součástí zahraniční firmy?

- Ano
- Ne

7. Uveďte hlavní charakteristické výrobky podniku:

- Vyrábíme biopotraviny (rostlinné)
- Vyrábíme biopotraviny (živočišné)
- Provozujeme rostlinnou výrobu
- Provozujeme živočišnou výrobu
- Provozujeme ovocnářství
- Provozujeme zelinářství
- Máme přidruženou průmyslovou výrobu
- Poskytujeme služby pro veřejnost
- Jiná:

2. Precizní zemědělství

Precizní zemědělství je způsob organizace výroby, podporující zavádění nových technologií, známých též pod jménem „Průmysl 4.0“. Propojuje všechny dílčí části výroby, které jsou díky tomu schopny spolupracovat.

8. Pokud jste začali princip Precizního zemědělství realizovat, uveďte, jak jste postoupili v přípravě rozhodujících technologických projektů. (1=zcela nevyhovuje, 5 = zcela vyhovuje).

| | Hodnocení: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Do problematiky Precizního zemědělství jsme se zatím cílevědomě nezapojili. | | | | | |
| 2. | Zatím jsme se nezapojili, ale budeme se v této oblasti angažovat. | | | | | |
| 3. | Do problematiky Precizního zemědělství jsme se již zapojili a řešíme aktuální problémy. | | | | | |

9. Opatření k úsporám zdrojů. Pokud jste se již zapojili do využívání nových technologií, ve které oblasti vidíte pro vaši firmu největší rezervy? (1= žádné rezervy, 5= největší rezervy)

| | Hodnocení: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|-----|--|---|---|---|---|---|
| 1. | Úspory elektrické energie. | | | | | |
| 2. | Úspory vody. | | | | | |
| 3. | Úspory tepla. | | | | | |
| 4. | Úspory plynu. | | | | | |
| 5. | Úspory benzínu, nafty. | | | | | |
| 6. | Zavádění (rozšiřování digitalizace). | | | | | |
| 7. | Větší uplatňování senzorů pro kontrolní činnost. | | | | | |
| 8. | Lepší hospodaření s odpady. | | | | | |
| 9. | Nižší používání plastů. | | | | | |
| 10. | Ekologičtější balení výrobků. | | | | | |
| 11. | Úspora pracovních sil. | | | | | |

10. Jiné rezervy v opatření k úsporám zdrojů? (uveďte)

11. Opatření ke zlepšení práce a pracovního prostředí. Pokud jste se již zapojili do využívání nových technologií, ve které oblasti vidíte pro vaši firmu největší rezervy? (1= žádné rezervy, 5= největší rezervy)

| | Hodnocení: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Zavést ekologičtější dopravu uvnitř firmy. | | | | | |
| 2. | Zavést ekologičtější dopravní prostředky pro svoji vnější dopravu (k zákazníkům). | | | | | |
| 3. | Větší zapojení zaměstnanců do problematiky Smart. | | | | | |
| 4. | Vyčlenit některé činnosti jako outsourcing pro dodávku cizí firmou. | | | | | |

12. Jiné rezervy opatření ke zlepšení práce a pracovního prostředí? (uveďte)

13. Opatření ke zlepšení spolupráce s jinými firmami. Pokud jste se již zapojili do využívání nových technologií, ve které oblasti vidíte pro vaši firmu největší rezervy? (1=žádné rezervy, 5=největší rezervy)

| | Hodnocení: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|----|---|---|---|---|---|---|
| 1. | Najmout pro Smart problematiku poradenskou firmu. | | | | | |
| 2. | Využít pro Smart problematiku některou vysokou školu. | | | | | |
| 3. | Spolupracovat s veřejnou správou při uplatňování metod Smart firmy. | | | | | |
| 4. | Spolupráce v rámci Klastřů. | | | | | |

14. Jiné rezervy v opatření ke zlepšení spolupráce s jinými firmami? (uveďte)

3. Nové technologie pro zemědělství

15. Využití senzorů v rostlinné výrobě.

- Pro zjišťování okamžitého stavu půdy (např. drony).
- Pro zjišťování povětrnostních podmínek (meteostanice).
- Pro schopnosti objevit anomálie u plodin.
- Pro zjištění okamžitého technického stavu stroje.
- Pro zjištění okamžité polohy stroje.
- Pro optimalizaci jízd po pozemku.
- Pro ochranu a výživu rostlin: aplikace jen na potřebných místech na pozemku.
- Výroba bioplynu.
- Jiná:

16. Využití senzorů v živočišné výrobě
- Chytré obojky pro zvířata, kontrolující jejich zdraví
 - Chytré obojky pro zvířata, kontrolující jejich výživu
 - Chytré obojky pro zvířata, kontrolující jejich pohyb
 - Sensory kontrolující mikroklima ve stájích
 - Jiná:

17. Které bariéry brání vaší organizaci v zavádění nových technologií? Uveďte míru souhlasu s tvrzeními od 1 (naprosto nesouhlasím) do 5 (naprosto souhlasím).

| Hodnocení: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. Nedostupnost vhodných technologií na trhu. | | | | | |
| 2. Nedostatek finančních prostředků a vysoké náklady na nákup. | | | | | |
| 3. Organizační náročnost spojená se zavedením nových technologií. | | | | | |
| 4. Není vyžadováno našimi zákazníky. | | | | | |
| 5. Příliš složité a nepřehledné podmínky čerpání dotací. | | | | | |
| 6. Výrobní proces je dostatečně optimalizován (technologie zatím vyhovují). | | | | | |
| 7. Nedostatek odborníků. | | | | | |

18. Jiné bariéry zavádění nových technologií? (uveďte)

4. Samořiditelná mobilní technika

19. Používáte mobilní techniku?

- Používáme samořiditelné stroje v rostlinné výrobě (traktory, pracovní stroje)
- Používáme roboty na krmení zvířat
- Používáme roboty na dojení
- Jiná: