

Česká zemědělská univerzita v Praze

Provozně ekonomická fakulta

Katedra obchodu a financí



Diplomová práce

**Koncept průmyslu 4.0. digitalizace, robotizace
v zemědělských podnicích**

Bc. Petra Dols

© 2021 ČZU v Praze

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Petra Dols, DiS.

Hospodářská politika a správa
Podnikání a administrativa

Název práce

Koncept Průmyslu 4.0. digitalizace, robotizace v zemědělských podnicích

Název anglicky

Industry concept 4.0. digitization, robotization in agricultural enterprises

Cíle práce

Deskripce nabídky prostředků digitalizace a robotizace pro MSP zemědělského sektoru, návrh implementace pro vybraný podnik a zhodnocení vlivu na jeho náklady a návratnost investic.

Metodika

Rešeršní část práce bude vypracována prostřednictvím deskripce dostupných literárních zdrojů. Dále bude proveden desk reseach dosavadních zdrojů v citačních databázích. V rámci vlastní části práce bude zkonstruován dotazník, resp. provedeno dotazníkové šetření u poskytovatelů prostředků digitalizace a robotizace. Metodou syntézy poznatků a komparací s podmínkami konkrétního podniku dojde k návrhu implementace prostředků digitalizace a robotizace. Protočty povedou je zhodnocení vlivu na náklady, resp. rentabilitu a návratnost investic.

Doporučený rozsah práce

60 stran

Klíčová slova

Digitalizace, Průmysl 4.0, robotizace, zemědělství.

Doporučené zdroje informací

BRYNJOLFSSON, E., McAFEE, A., Druhý věk strojů: práce, pokrok a prosperita v éře špičkových technologií.

Brno: Jan Melvil Publishing, Pod povrchem, 2015, ISBN 978-80-87270-71-4.

JUREČKA, V. *Mikroekonomie*. Praha: Grada Publishing, 2018. ISBN 978-80-271-0146-7.

Ministerstvo průmyslu a obchodu, Iniciativa Průmysl 4.0 [online] 2017 [cit. 2020-21-05] Dostupné z <https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64358/658713/priloha001.pdf>

SERGI, B., POPKOVA, E., BOGOVIZ, A. LITVINOVA, T., UNDERSTANDING INDUSTRY 4.0, UK: Emerald Publishing, 2019, ISBN: 978-1-78973-311-2

SCHWAB, K. The fourth industrial revolution, New York: Crown Business 2016, ISBN 978-1-5247-5886-8.

The Management Accountant, Industry 4.0: Overview, practices and role of management accountants, [online] 2019 [cit. 2020-21-05] Dostupné z <https://www.academia.edu/>

USTUNDAG, A., CEVIKAN, E. Industry 4.0: managing the digital transformation. New York: NY: Springer Berlin Heidelberg, 2017. ISBN 978-3319578699

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – PEF

Vedoucí práce

doc. Ing. Jana Hinke, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra obchodu a financí

Elektronicky schváleno dne 13. 10. 2020

prof. Ing. Luboš Smutka, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 10. 2020

Ing. Martin Pelikán, Ph.D.

Děkan

V Praze dne 31. 03. 2021

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Koncept průmyslu 4.0, digitalizace, robotizace v zemědělských podnicích" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu použitých zdrojů na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 31.03.2021

Petra Dols

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní docentce Ing. Janě Hinke, Ph.D., za odborné konzultace a rady v průběhu zpracování této diplomové práce.

Koncept průmyslu 4.0. digitalizace, robotizace v zemědělských podnicích

Abstrakt

Tato práce se zaměřuje na vysvětlení pojmu Průmyslu 4.0 s důrazem na Zemědělství 4.0 a popisu nových technologií, které lze uplatnit v zemědělských podnicích. Souhrnný výčet prostředků digitalizace a robotizace, které jsou k dispozici zemědělským firmám jsou aplikovány na konkrétní podnik, který je zaměřen na živočišnou a rostlinnou výrobu. V rámci posouzení současného stavu digitalizace a robotizace jsou navrženy konkrétní kroky ke zlepšení procesu v podniku a posouzení jejich vhodnosti, přínosu a návratnosti dané investice. Bylo provedeno dotazníkové šetření u poskytovatelů těchto technologií za účelem identifikovat nabídku prostředků digitalizace a robotizace pro zemědělský sektor, včetně souvislostí této nabídky.

Klíčová slova: Průmysl 4.0, Zemědělství 4.0, Automatizace, Robotizace, Digitalizace, Precizní zemědělství, IoT, Cloud, Big data.

Industry concept 4.0. digitization, robotization in agricultural enterprises

Abstract

This paper addresses the concept of Industry 4.0 with an emphasis on Agriculture in the Czech Republic. Investigating and describing new technologies that can be applied to agricultural enterprises by incorporating Industry 4.0 advancements. A variety of technologies including digitalization and robotization, which are currently available to agricultural companies, are applied to specific enterprises which focus on animal and plant production. As part of the paper I assessed the current state of digitalization and robotics in the Agricultural industry in the Czech Republic. Specific steps are proposed to improve the current process in the enterprises regarding their suitability, benefits and potential return on the investment of Industry 4.0 technologies. A survey was conducted with providers of Industry 4.0 technologies in order to identify opportunities for digitalization and robotics in the agricultural sector of the Czech Republic.

Keywords: Industry 4.0, Agriculture 4.0, Automatization, Robotization, Digitalization, IoT, Cloud, Big data, Smart farming.

Obsah

1. Úvod.....	11
2. Cíl práce a metodika	12
2.1 Cíl práce	12
2.2 Metodika práce.....	12
3. Teoretická východiska	14
3.1 Průmysl 4.0	14
3.1.1. Historie průmyslových revolucí.....	14
3.1.2. Technologické předpoklady Průmyslu 4.0	16
3.1.3. Národní iniciativy Průmyslu 4.0.....	21
3.1.4. Dopady průmyslu 4.0.....	25
3.2 Zemědělství 4.0	27
3.3 Trendy digitalizace a robotizace v praxi	30
4. Vlastní práce.....	35
4.1 Dotazníkové šetření.....	35
4.2 Aktuální stav využití prostředků digitalizace a robotizace ve vybrané organizaci	43
4.3 Návrh implementace prostředků digitalizace a robotizace	44
4.3.1 Automatické dojící technologie.....	45
4.3.2 Sensorová technika pro chov zvířat	48
4.3.3 Polní navigace - inteligentní GPS navigace	49
4.3.4. Nákup dronů	50
4.3.5 Senzory na kontrolu úrody půdy a meteostanice.....	51
4.3.6 Digitální software RPA, Cloud.....	52
4.4 Zhodnocení očekávaných přínosů	53
5. Výsledky a diskuse	57
6. Závěr.....	59
7. Seznam použitých zdrojů	60

Seznam obrázků

Obrázek 1 Časová osa průmyslových revolucí 1	15
Obrázek 2 Technologické pilíře Průmyslu 4.0	17
Obrázek 3 Mapa iniciativ evropských zemí reagujících na Průmysl 4.0.....	22
Obrázek 4 Pořadí podle indexu digitální ekonomiky a společnosti.....	24
Obrázek 5 Digitalizace v zemědělství	28
Obrázek 6 Využití RPA a CDA	31
Obrázek 7 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Pokud Vaši zákazníci nejsou ze sektoru zemědělství, tak z jakého důvodu?“	36
Obrázek 8 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Jaký druh služeb nabízíte pro zemědělské podniky?“	37
Obrázek 9 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Vaše nabízené produkty mají zemědělským podnikům pomoci především k?“	39
Obrázek 10 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Jaké jsou dle Vašich zkušeností překážky pro nákup na straně zákazníků (zemědělských podniků)?“	40
Obrázek 11 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Tvoří zemědělské podniky podstatnou část vaší klientely?“	41
Obrázek 12 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Největší podíl zákazníků ze sektoru zemědělství jsou?“	42
Obrázek 13 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Poptávka po digitalizaci a robotizaci v zemědělství za posledních 5 let?“	43
Obrázek 14 Sestavení multiboxu	45

Seznam tabulek

Tabulka 1 Ohrožení pracovních míst automatizací	26
Tabulka 2 Srovnání nákladů a tržeb pro ruční a automatické dojení.....	47
Tabulka 3 Pořízení dojícího robota.....	48
Tabulka 4 Pořízení sensorové techniky, IoT	49
Tabulka 5 Pořízení polní navigace.....	50
Tabulka 6 Pořízení dronů.....	51
Tabulka 7 Pořízení senzorů na kontrolu úrody půdy a meteostanice	52
Tabulka 8 Digitální automatizace procesů.....	53
Tabulka 9 Náklady a návratnost návrhů.....	55

Seznam použitých zkratk

B2B = Business to Business

CDA = Kognitivní automatizace dokumentů

IoT = Internet věcí

IT = Informační technologie

MPO = Ministerstvo průmyslu a obchodu

MSP = Malé a střední podniky

ROI = Návratnost investice

RPA= Robotická automatizace procesů

1. Úvod

V současnosti lze hovořit o probíhající čtvrté průmyslové revoluci, která je často spojována s pojmy jako digitalizace, automatizace a robotizace. Z podniků se stávají tzv. chytré továrny, které jsou schopné prostřednictvím nejnovějších technologií propojovat jednotlivé prvky podniku tak, aby fungovaly samostatně, bez zásahu člověka. Adaptace nových technologií umožňuje firmám zvyšovat jejich produktivitu, snižovat náklady a tím posilovat konkurenceschopnost.

Průmysl 4.0 se dotýká mnoha oborů, včetně zemědělství. To nezůstává pozadu a k digitálnímu pokroku dochází jak v rostlinné, tak živočišné produkci. V roce 2019 byl představen první komerčně dostupný autonomní polní robot a na obzoru jsou další technologie, které budou moci výrazně zefektivnit a zlevnit produkci a zkvalitnit výsledné výrobky.

Zemědělský průmysl čeká v příštích letech také mnoho globálních výzev, na které bude nezbytné reagovat. Mezi největší výzvy budoucnosti patří zvyšující se počet obyvatel a s tím spojený úbytek půdy. Bude potřeba produkovat potraviny rychleji, levněji a efektivněji. Mimo jiné lze očekávat i zvyšující se tlak zájmových skupin na ekologii a udržitelnost životního prostředí. A právě zavedení technologií čtvrté průmyslové revoluce může pomoci na tyto problémy efektivně reagovat.

Ačkoliv Průmysl 4.0 je stále ještě relativně vnímán jako nový pojem, začínají se již objevovat zmínky o páté průmyslové revoluci. Je zcela evidentní, že rychlý vývoj nelze zastavit a považují tak za důležité vzdělávat se v tomto oboru. V současné době není mnoho literatury v českém jazyce, které by se zaměřovala na problematiku digitalizace a robotizace v zemědělství a rozhodla jsem se tedy věnovat tomuto tématu v mé diplomové práci.

2. Cíl práce a metodika

2.1 Cíl práce

Hlavním cílem práce je navrhnout řešení v rámci implementace technologií digitalizace a robotizace pro konkrétní zemědělský podnik, s posouzením vlivu na náklady a návratnost investic pro tuto organizaci.

Hlavní cíl souvisí s těmito dílčími cíli:

- Za pomoci literární rešerše nabídnout přehled dostupných technologií Průmyslu 4.0 pro zemědělský sektor a jejich uplatnění v praxi.
- Provést dotazníkové šetření u poskytovatelů digitalizace a robotizace a identifikovat nabídku pro MSP zemědělského sektoru, získat data o cenách, technologiích, včetně příčinných souvislostí a prvků této nabídky
- Zhodnotit současnou situaci zkoumaného zemědělského podniku v rámci digitalizace a robotizace
- Shrnout metodiku pro zavádění nových technologií pro podniky v zemědělském sektoru

2.2 Metodika práce

Rešeršní část práce bude vypracována prostřednictvím deskripce dostupných literárních a online zdrojů. Bude také proveden desk research dosavadních zahraničních zdrojů v citačních databázích.

V této části práce bude obecně představen pojem Průmysl 4.0 včetně souvislostí s jeho vznikem a historií. Budou popsány základní technologické předpoklady a pilíře pro úspěšnou implementaci v rámci podnikání. Blíže bude popsán také pojem Zemědělství 4.0, který vychází a navazuje na Průmysl 4.0. Na závěr budou představeny trendy a novinky v oblasti digitalizace a robotizace pro zemědělské podniky.

V rámci vlastní části práce bude zkonstruován dotazník, resp. provedeno dotazníkové šetření u poskytovatelů prostředků digitalizace a robotizace. Průzkum bude proveden pomocí distribuce on-line elektronických dotazníků do společností, které působí na českém trhu v oblasti Průmyslu 4.0. Výběr oslovených respondentů je proveden na základě online vyhledávání klíčových slov jako „Robotizace“, „Digitalizace“ „Průmysl 4.0“ a Zemědělství 4.0“. Sběr dat probíhal v prvním čtvrtletí roku 2021 a dotazník byl odeslán do 40 firem, které nabízejí B2B služby a produkty spojené s digitalizací a robotizací na českém trhu. Z oslovených 40 poskytovatelů jich vyplnilo dotazník šestnáct.

V druhé části vlastní práce dojde k popisu podnikatelské činnosti podniku, dosahovaných tržeb v souvislosti s náklady a zhodnocení současného stavu v oblasti využívaných technologií. Pro tyto účely bude proveden desk research za pomoci interních zdrojů organizace, společně s veřejně dostupnými informacemi jako výroční zpráva a účetní závěrka.

Na základě získaných poznatků z dotazníkového průzkumu, bylo osloveno několik dodavatelů s žádostí o cenovou nabídku a zaslání odhadů možných úspor. Podle těchto poznatků bude v komparaci s podmínkami konkrétního podniku vytvořen návrh implementace prostředků digitalizace a robotizace. Propočty budou provedeny pro zhodnocení vlivu na náklady, resp. rentabilitu a návratnost investic. V závěrečné diskuzi práce bude metodou syntézy poznatků shrnuta metodika pro zavádění nových technologií obecně pro podniky v zemědělském sektoru.

3. Teoretická východiska

3.1 Průmysl 4.0

Pojem Průmysl 4.0 má široký význam a různí autoři jej interpretují v různých souvislostech. Nejčastěji bývá spojován s novými technologiemi, robotizací a digitalizací. (Lu, 2017)

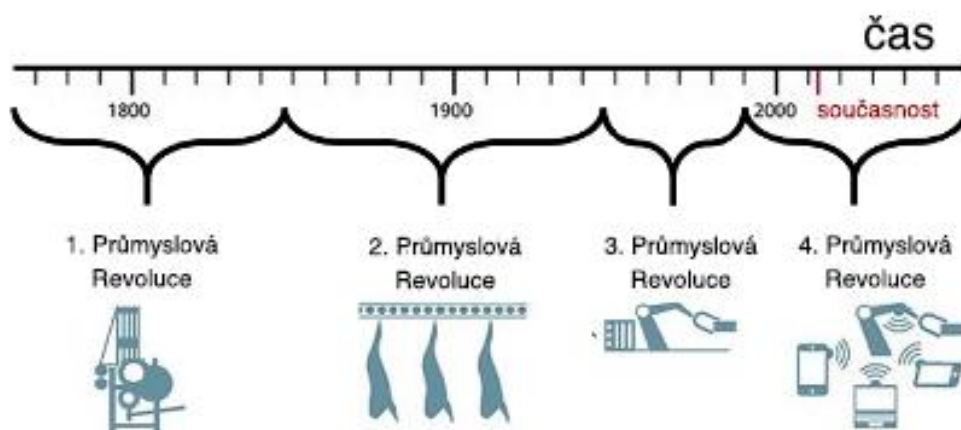
Základní myšlenkou konceptu Průmyslu 4.0 je vznik tzv. chytrých továren, kde rutinní a jednoduché lidské pracovní úkony budou nahrazeny moderními technologiemi a stroji. Velmi často se v této souvislosti hovoří o tzv. čtvrté průmyslové revoluci. Jde o kompletní digitalizaci, robotizaci a automatizaci, jejíž hlavním cílem je optimalizace výroby a posílení konkurenceschopnosti. (Industrial Internet Consortium, 2017)

Jako základní prvek těchto chytrých továren jsou využívány tzv. autonomní kyberneticko-fyzické systémy, které propojují svět fyzický a virtuální. Tyto systémy počítačově propojují stroje, dopravníky, výrobky, polotovary a personál do stejného komunikačního procesu. Ti jsou pak schopni spolu nezávisle a inteligentně komunikovat, analyzovat data a reagovat tak na potřebné změny v reálném čase. Jejich propojením do stejného komunikačního procesu dochází především k celkovému zefektivnění výroby. Výsledkem takovéto činnosti jsou tzv. inteligentní produkty, které budou zcela identifikovatelné a lokalizované přes historii až po aktuální stav. (Mařík a kol., 2016)

3.1.1. Historie průmyslových revolucí

Svět již byl svědkem několika průmyslových revolucí. Tyto revoluce s sebou vždy přinesly zefektivnění pracovních činností člověka a vedly tak ke zvýšení kvality života. Zajímavostí je fakt, že první tři z nich byly jako revoluce označeny až následně budoucími generacemi. V tomto má právě probíhající čtvrtá revoluce výjimku, jelikož ta byla identifikována jako revoluce již při svém vzniku. Znázornění všech dosavadních revolucí je na obrázku číslo 1.

Obrázek 1 Časová osa průmyslových revolucí 1



Zdroj: Zambon a kol., 2019

První průmyslová revoluce začala v Anglii v roce 1770. Na počátku této revoluce stál vynález mechanických výrobních systémů, které fungovaly na principu využití vody a páry. Tato revoluce vedla k výraznému nárůstu produktivity práce. Měla také pozitivní sociální dopady na společnost a celkově tak došlo ke zlepšení kvality života lidí. (Zambon a kol., 2019)

Ve druhé průmyslové revoluci je pára nahrazena elektřinou. Zavádějí se výrobní linky, které umožňují pásovou výrobu. K tomuto období se váže citát Henryho Forda, který se takto vyjádřil o FORD MODELU T své automobilky: „Zákazník může mít jakoukoliv barvu auta, jestliže to bude černá“. Tento výrok výstižně zachycuje zavedení hromadné pásové výroby bez možnosti úprav na míru pro zákazníka. (Puriwat a kol., 2020)

Třetí průmyslová revoluce zavádí automatizaci výroby za pomoci prvních počítačových technologií. Hlavním cílem se stává výroba a její automatizace. Výroba se stává více flexibilní s ohledem na přání zákazníků. Schází však pružnost reagovat na požadované množství produkce. (Puriwat a kol., 2020)

Čtvrtou průmyslovou revolucí právě prochází světový průmysl a podle odhadů by měla trvat ještě dalších minimálně 10-30 let. (Cejnarová, 2015) Odstartoval ji rozvoj

informačních a komunikačních technologií. V jejím jádru je chytrá automatizace, která využívá kyberneticko-fyzické systémy s decentralizovaným řízením a pokročilým připojením. Přejít na tyto kyberneticko-fyzické systémy umožňuje pružnou hromadnou výrobu a zároveň i flexibilitu s ohledem na množství produkce. (Puriwat a kol., 2020)

3.1.2. Technologické předpoklady Průmyslu 4.0

Pojem Průmysl 4.0 se často zjednodušuje a zaměňuje za pojem digitalizace. Digitalizace je ale pouze nezbytným nástrojem k uskutečnění myšlenek čtvrté průmyslové revoluce. V hlavní roli je především kybernetika, umělá inteligence a jejich propojení. V souvislosti s Průmyslem 4.0 se mluví o těchto technologických principech. (Smokvina, 2016)

- **Virtualizace:** každý prvek má svůj virtuální obraz neboli tzv. virtuální dvojče, dochází tak k propojení fyzických a virtuálními systémů.
- **Interoperabilita:** jedná se o schopnost virtuálních dvojčat komunikovat ve stejném jazyce pomocí internetu věcí a služeb.
- **Schopnost komunikace v reálném čase:** dochází k okamžité výměně dat podle aktuální potřeby pro rozhodování a řízení.
- **Decentralizace rozhodování:** každý prvek provádí samostatně takové rozhodování, ke kterému má kompetence. Výroba je tak řízena bez centrální rozhodovací jednotky.
- **Modularita a rekonfigurace:** každý systém má být maximálně modulární a schopen automaticky rozpoznat situaci a autonomně se přenastavit.

Budoucí vývoj Průmyslu 4.0 předpokládá především další technicko-technologický rozvoj. Některé technologie jsou již využívány, jiné stále nenaplnují svůj potenciál a čekají na další rozvoj. Boston Consulting Group (2015) uvádí devět základních technologických pilířů nezbytných pro implementaci Průmyslu 4.0 viz obrázek číslo 2.

Obrázek 2 Technologické pilíře Průmyslu 4.0



Zdroj: Boston Consulting Group (2015)

Big Data

Velké datové objemy (Big data) je označení pro obrovské množství souboru dat v rozsahu alespoň 10^{15} bytů, které nelze přijmout, uložit a zpracovat pomocí běžných hardwarových/softwareových přístrojů. (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016)

Pro sběr velkých dat jsou zapotřebí nejnovější technologie jako senzory, čidla, snímače či registrační prostředky, které budou zaznamenávat text, čísla, video či audio záznamy. Takto sesbírané záznamy je třeba následně zpracovat a vyhodnotit. To vše musí probíhat

v relativně krátkém čase tak, aby je bylo možné používat okamžitě pro řízení a rozhodování.

Praktická aplikace velkých dat slouží především k optimalizaci výroby. Big data jsou schopna poskytnout informace ohledně aktuální spotřebě energie, spotřeby materiálu, opotřebení či případných prostojů. Tím pomáhají snižovat náklady související s provozem a údržbou. Rychlejšímu pokroku k širšímu využívání velkých dat brání nedostatečný vědecký pokrok v oblastech informatiky a matematiky a chybějící odborníci v oblasti analýzy velkých dat. (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016)

Internet věcí (Internet of Things)

Internet věcí umožňuje propojit předměty, zařízení, produkty nebo ostatní věcné elementy s internetem pomocí bezdrátového připojení. Tato zařízení spolu utváří síť, která je schopna vzájemné komunikace a interakce bez zásahu člověka. Dochází tak k decentralizaci při ovládání, sledování a zajištění pokročilých služeb. IoT směřuje k formování chytrých továren, budov či dopravních prostředků, které mají senzory napojené na software.

Cloudy

Cloudové výpočty jsou založeny na principu poskytování služeb či programů, které jsou uloženy na internetovém serveru. Tuto službu nabízí uživatelům poskytovatel Cloudu pomocí internetu nebo datové sítě. Samotným cloudem se rozumí datové nebo výpočetní centrum, na kterém jsou data uložena.

Výhody Cloudu jsou mnohé. Uživatelé k nim mají časově a místně neomezený přístup pomocí svého vlastního webového připojení nebo softwarového klienta. Jsou také velmi flexibilní, jelikož lze měnit kapacitu či využívané služby dle aktuální potřeby. Samotný přechod na Cloud služby nevyžaduje velké počáteční investice. Výdaje jsou pouze za klientský software. (Bezpalec, 2015)

V budoucích letech lze očekávat rozšiřování cloudových služeb. Nejen z hlediska kapacity, ale také jejich funkčnosti a rozsahem poskytovaných služeb. Závažný problém ale představuje bezpečnost dat a jejich možné zneužití. Chybějící legislativa a standardy

představují podle Národní iniciativy Průmyslu 4.0 hrozbu, což by mohlo mít za následek zpomalení jejich vývoje. (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016)

Rozšířená realita

Rozšířená realita představuje označení pro technologie, které jsou schopny reálný obraz světa rozšířit o počítačem vytvořené digitální prvky. Může se jednat například o doplnění textu či grafických prvků. Doplňkovou informací může být i zvuk, který se využívá např. v navigačních systémech.

Význam rozšířené reality spočívá k vytvoření emočního zážitku v porovnání s ostatními médii, což pozitivně ovlivňuje vztah zákazníka ke značce. Rozšířená realita lze využít i pro umocnění zapamatovatelnosti pro reklamy jako snahu odlišit se od konkurence. (ČSOB Průvodce podnikáním, 2020)

Kybernetická bezpečnost

Kybernetické útoky jsou velkou hrozbou pro Průmysl 4.0. Jak bude vzrůstat závislost na kyberneticko-fyzických systémech, úměrně s tím poroste i požadavek na jejich spolehlivost a nepřetržitý běh. S postupující digitalizací vzroste také možný výčet potenciálních útoků a jejich rozsah. Zavedení kyberneticko-bezpečnostních standardů pro provoz systémů tedy bude nezbytností.

Simulace

Simulace jsou využívány pro zachycení dat v reálném čase, kde zrcadlí a zobrazují fyzický svět ve virtuálním modelu. Tento model může zahrnovat jak pracovníky, stroje, tak i produkty. Simulace má široká uplatnění. Nejdůležitější výhodou je získávání spolehlivých výsledků a zkrácení času při hledání nejefektivnějších postupů ve výrobě a službách. Simulace lze také využít při školení zaměstnanců, kteří si mohou vyzkoušet různé krizové scénáře tak, aby byli schopni reagovat efektivněji na možné problémy. (Mařík a kol., 2016)

Autonomní roboti

Jedná se o zařízení, která jsou naprogramována k efektivnímu a konzistentnímu výkonu náročných úkolů. To vše pouze s malým nebo žádným zásahem člověka. Autonomní technologie umožňuje robotům samostatně myslet, jednat a rozhodovat na dálku. Jejich využití v současné době je hlavně v hromadné výrobě, kde výrazně zvyšují produktivitu práce, např. v automobilových závodech. V budoucnu lze očekávat zařazení robotů pro opakující se, manuální úkony a pro úkony, které jsou pro zaměstnance vysoce rizikové. (Deloitte, 2017)

Nevýhoda robotů spočívá převážně ve vysoké prvotní pořizovací investici a obtížnosti odhadnout návratnost těchto investic. Pro firmy může být poměrně obtížné odhadnout cenu zavedení a provozování robotů ve srovnání s cenou práce zastávané zaměstnanci. Roboti však dokáží zkvalitnit výslednou produkci a celkově snížit množství potřebného personálu. (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016)

Systémové integrace

Průmysl 4.0 je založen na průmyslové integraci pomocí informačních technologií. Tato integrace má tři základní pilíře – horizontální, vertikální a integrace všech inženýrských procesů. (Mařík a kol., 2016)

Horizontální integrace propojuje všechny články dodavatelsko-odběratelského řetězce včetně distribuce a zákaznického servisu koncovému zákazníkovi. Informace a data sesbíraná napříč celého řetězce zvyšují flexibilitu, optimalizují výši zásob a snižují náklady. Aby celý proces fungoval, je zapotřebí vysoké dostupnosti vysokorychlostního internetu. (Mařík a kol., 2016)

Integrace inženýrských procesů je specifickou součástí horizontální integrace, která se zaměřuje na všechny procesy související s životním cyklem produktu. Znat potřebu a přání zákazníků je velmi cenná informace, která přináší konkurenční výhodu. Díky integraci inženýrských procesů bude možné propojit koncového uživatele s výrobcem a nabídnout mu vysoce personalizovaný produkt.

Vertikální integrací se rozumí informační provázanost uvnitř podniku. Veškeré informace jsou sdílené napříč podnikem a jeho řídicí strukturou. Big data jsou následně odeslána do Cloudu za účelem optimalizace výkonnosti systému. Tento mechanismus vytváří rámec pro vznik tzv. chytrých továren. (Mařík a kol., 2016)

Aditivní výroba

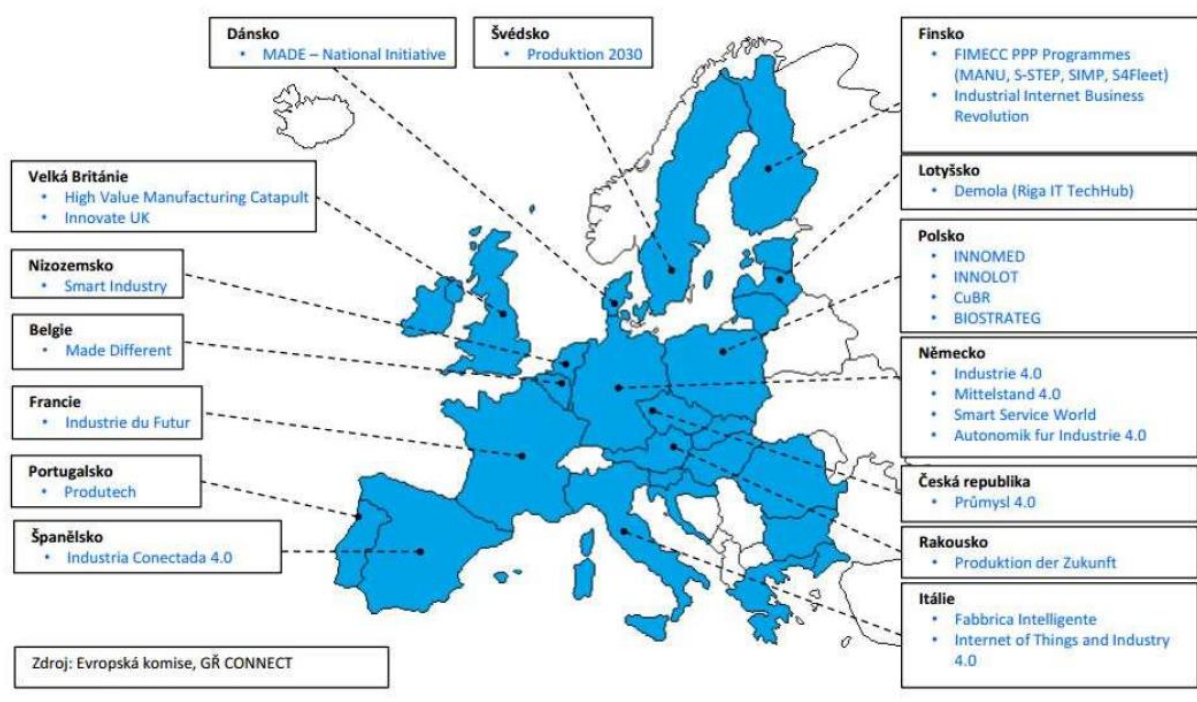
Aditivní výroba je nedílnou součástí změn v Průmyslu 4.0. Ačkoliv aditivní výroba je oficiální termín, běžně se používá název 3D tisk. Jedná se technologii, při kterém určené zařízení vytváří pomocí vhodného materiálu trojrozměrné objekty. Výhoda 3D tisku spočívá v možnosti rychlé změny výrobních postupů a tím zrychlení a zlevnění výroby. Výrazně také snižuje rizika odstávky výroby z důvodu poruchy.

3.1.3. Národní iniciativy Průmyslu 4.0

Název Průmysl 4.0 byl poprvé představen v roce 2011 na veletrhu v německém Hannoveru. O dva roky později zde byla oficiálně spuštěna národní iniciativa tzv. “Industrie 4.0“. Německo se tak stalo první zemí, která odstartovala národní iniciativy dalších zemí v reakci na probíhající 4. průmyslovou revoluci. V současné době iniciativy Průmyslu 4.0 již rozpracovala řada evropských zemí, viz obrázek č. 3. ČR má svoji vlastní Národní iniciativu Průmyslu 4.0 od roku 2016.

Globální expanze čtvrté průmyslové revoluce však není jen výsledkem vládních iniciativ a dohod. Přední průmyslové a poradenské firmy jako PwC, Accenture nebo McKinsley jsou taktéž zapojené a intenzivně podporují Průmysl 4.0.

Obrázek 3 Mapa iniciativ evropských zemí reagujících na Průmysl 4.0



Zdroj: Mařík a kol., 2016

Jeden z klíčových důvodů těchto iniciativ je snaha západoevropských ekonomik posílit svojí konkurenceschopnost. Postupující globalizace a rostoucí mzdové náklady zaznamenaly v roce 2008 pokles podílu na světové průmyslové produkci. (Wheeler, 2019)

Koncept 4.0 tak reaguje na potřebu zvrátit nebezpečný trend přemísťování podniků mimo Evropu, což má za následek prohlubující se pokles industrializace evropských vyspělých zemí. (Grabowska, 2020)

ČR kromě Iniciativy Průmyslu 4.0 zpracovala i další navazující strategie, které reagují na budoucí rozvoj digitalizace, robotizace a automatizace. V ČR zatím neexistuje ucelená digitální agenda s jednoznačným zastřešujícím orgánem. Systém strategických materiálů je roztržštěný a jejich činnosti jsou nekompatibilní. S pokračujícím vlivem Průmyslu 4.0 v ČR bude tedy třeba sjednotit digitální agendu pod jedno ministerstvo a upravit stávající legislativu tak, aby nedocházelo k brzdění inovací či přehlížení hrozeb spojených s postupnou digitalizací. (Mařík a kol., 2016)

Iniciativa Průmysl 4.0

V roce 2016 schválila vláda ČR „Iniciativu Průmysl 4.0“, která vznikla jako reakce na měnící se požadavky českého průmyslu. Hlavním cílem této publikace je připravit Českou republiku na technologické změny tak, aby neztratila svou konkurenceschopnost a ekonomickou atraktivitu. Dokument velmi detailně analyzuje výchozí stav průmyslu ČR, popisuje možné scénáře budoucího vývoje a navrhuje jejich vhodná opatření. Více jak dvou set stránkový dokument připravil kolektiv 80 odborníků pod vedením profesora Maříka za podpory resortu průmyslu a obchodu.

Materiál prezentuje klíčové technologické vybavení nezbytné pro vývoj Průmyslu 4.0, jako jsou Big data, kybernetika, datová úložiště a Cloudy, senzory a další. Hlavní částí jsou navrhovaná doporučení týkající se především investic a podpory aplikovaného výzkumu, budování datových a vysokorychlostních sítí v ČR a zajištění kybernetické bezpečnosti pomocí právních opatření. Iniciativa také upozorňuje na měnící se potřeby zaměstnavatelů na trhu práce a s tím spojená nutnost rekvalifikace spolu se vznikem nových studijních oborů.

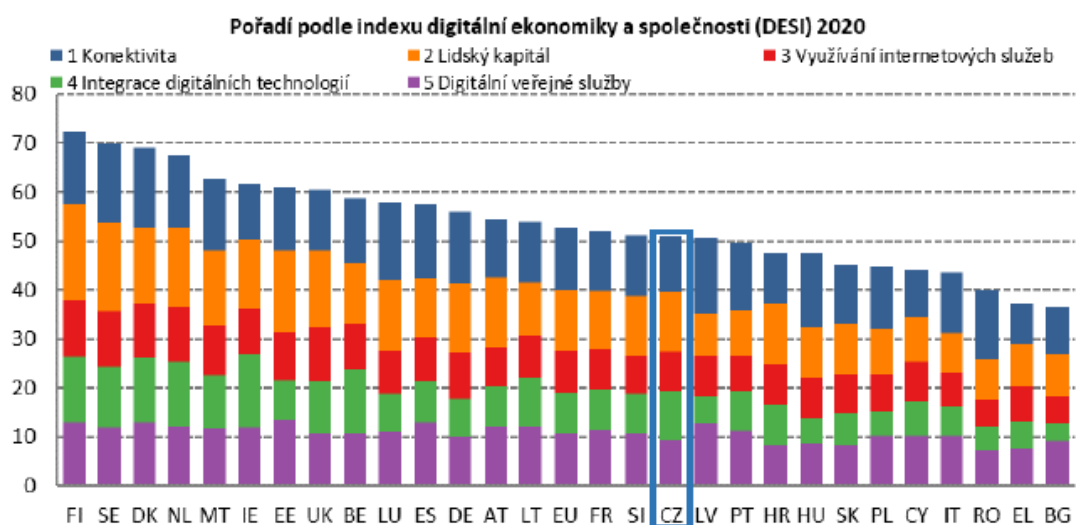
Digitalizace v ČR

Za prvopočátek vládních aktivit v oblasti digitalizace lze označit dokument „Digitální Česko, cesta k digitální ekonomice“ z roku 2013. Na ten pak navazoval „Akční plán pro rozvoj digitálního trhu“ aktualizovaný v roce 2016. Hlavními důvody pro vznik těchto dokumentů byla snaha o udržení tempa s evropskými trendy v oblasti digitalizace. (Veber a kol., 2018)

V rámci pokračující digitální transformace byla v roce 2018 představena také národní strategie digitalizace, tzv. „Digitální Česko“. Je souborem koncepcí a plánů pro zabezpečení prosperity v ČR v době digitální revoluce. Skládá se ze třech hlavních strategií – „Česko v digitální Evropě“, „Informační koncepce České republiky“ a „Koncepce Digitální ekonomika a společnost“. Tyto koncepce jsou vzájemně propojené a logicky na sebe navazují.

Česká republika již začala s implementací strategie Digitální Česko a v roce 2019 vynaložila ze státního rozpočtu 115 milionů Kč na opatření související s digitalizací. Evropská komise zařadila ČR z hlediska digitálního pokroku v oblasti digitální ekonomiky a společnosti na 17. místo mezi členskými státy EU. Polepšila si tak o dvě příčky v porovnání s rokem 2018 (DESI, 2020). Celkový přehled pořadí evropských zemí je zobrazen na obrázku 4.

Obrázek 4 Pořadí podle indexu digitální ekonomiky a společnosti



Zdroj: DESI, 2020

Národní strategie umělé inteligence

Ministerstvo průmyslu a obchodu představilo v roce 2019 Národní strategii pro rozvoj umělé inteligence (AI). Podobnou strategii již mají také vyspělé státy Evropy jako Německo, Francie nebo Velká Británie. Tato strategie má za cíl učinit z ČR modelovou evropskou zemi v oblasti průmyslu a zároveň významnou zemi v budování kybernetické bezpečnosti. Strategie se také zabývá etickými, právními, bezpečnostními a sociálními aspekty umělé inteligence. ČR se chystá podporovat výzkum, pomáhat průmyslu a podnikům s rozvojem v oblasti umělé inteligence. (DESI, 2020)

Práce 4.0.

Ministerstvo práce a sociálních věcí zpracovalo v roce 2017 Akční plán Práce 4.0. Tento plán se zabývá předpokládanými dopady digitalizace a kybernetizace na zaměstnanost. Značná pozornost je věnována otázkám vzdělávání, jež je nezbytným předpokladem pro osvojování si znalostí a dovedností nově žádaných na trhu práce. Na základě rozboru vybraných aspektů dopadu technologického vývoje na trh práce byla ke každé analyzované oblasti navržena široce pojatá opatření. (Iniciativa Průmysl 4.0, 2017)

3.1.4. Dopady průmyslu 4.0

Čtvrtá průmyslová revoluce bude mít obrovský dopad na globální ekonomiku. Schwab (2017) uvádí, že dopady budou tak rozsáhlé a mnohostranné, že bude obtížné určit a oddělit jeden konkrétní účinek od druhého. Budou mít dopad na ukazatele jako HDP, investice, spotřeba, zaměstnanost, inflace a mezinárodní obchod. Je ale příliš brzy na předpověď, jak se globální a místní ekonomiky vypořádají s důsledky Průmyslu 4.0. (Vrchota a kol., 2019)

Hlavním přínosem Průmyslu 4.0 je zvýšení výkonnosti ekonomik, především ve státech Evropy a Severní Ameriky. Očekává se také zastavení trendu přesunu firem do rozvojových zemí z důvodu nižších nákladů na provoz, jelikož levná pracovní síla bude nahrazena automatizací. (Petrillo a kol., 2018)

Další z nejzásadnějších vlivů Průmyslu 4.0 je dopad na trh práce a zaměstnanost. Nízko kvalifikovaná pracovní síla již nebude třeba, jelikož jejich pracovní pozice budou zrušeny v rámci automatizace a optimalizace procesů. Je odhadováno, že do roku 2025 vymizí v ČR zhruba 140 000 pracovních míst. (Hedvičáková, Svobodová, 2017).

Automatizace sníží potřebu pro kvalifikovanou sílu také v případech, kde je možné jejich práci algoritmizovat či standardizovat. Zánik určitých profesí či odvětví bude probíhat rychleji v zemích, které budou mít lepší podmínky pro zavádění technologických inovací. (Iniciativa Průmysl 4.0, 2016)

Podle studie Žilinské univerzity bylo zjištěno, že v zemích s relativně vysokou zaměstnaností v průmyslovém sektoru existuje také vysoký počet pracovních míst

ohrožených automatizací. Naopak státy s nízkou zaměstnaností v průmyslu budou nejméně zasaženy. ČR ovšem z tohoto trendu vybočuje, jelikož i přes vysokou zaměstnanost v průmyslu se odhadované riziko ztráty pracovních míst pohybuje jen okolo 15.5 % viz tabulka číslo 1. (Chinoracký a kol., 2019)

Tabulka 1 Ohrožení pracovních míst automatizací

Stát	Pracovní místa s vysokým rizikem automatizace (%)	Zaměstnanost v %		
		Zemědělství	Služby	Průmysl
Kanada	13.5	2.1	78.1	19.8
USA	10.2	1.5	79.7	18.8
Francie	16.4	3.1	75.6	21.3
Švédsko	8	2	78.8	19.2
Dánsko	10.7	2.5	78	19.5
Norsko	5.7	2.2	77.5	20.3
Španělsko	21.7	4.3	76	19.8
Velká Británie	11.7	1.1	80.1	18.9
Nizozemí	11.4	2.1	81.4	16.5
Polsko	19.8	12	57.5	30.5
Rakousko	16.6	4.6	69.5	25.9
Německo	18.4	1.5	70.8	27.8
Itálie	15.2	3.6	69.4	27.1
Česká Republika	15.5	3	59.5	37.5
Slovensko	33.6	3.3	60.9	35.8

Zdroj: Chinoracký, 2019

Průmysl 4.0 zároveň povede ke vzniku nových profesí, které vyžadují vyšší kvalifikaci pracovní síly. Zaměstnanci tak budou najímáni na práci, která je méně monotónní a fyzicky méně náročná. Digitalizace s sebou přinese také více možností práce na dálku. Pro mnohé profese se tak stane práce na dálku zcela běžnou praxí. (Mařík a kol. 2016)

Nové profese s sebou přinesou zvýšené požadavky na pracovní sílu. Nezbytná bude především počítačová gramotnost. Znalost IT technologií je však pouze část z dovedností, které budou upřednostňovány na trhu práce. Zaměstnavatelé budou dle World Economic Forum (2018) potřebovat především zaměstnance flexibilní, kreativní, iniciativní, originální a s kritickým myšlením. Cocet (2017) dále řadí proaktivní myšlení, emoční

inteligenci a tvořivost mezi nejvíce potřebné jemné dovednosti, tzv. „soft skills“. Nicméně namítá, že ani tyto dovednosti nezaručí zaměstnancům snadné adaptování se na změny, kterým budou čelit v rychle se měnícím prostředí Průmyslu 4.0.

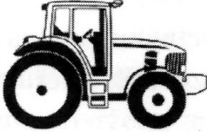
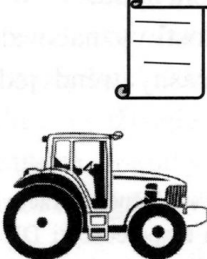
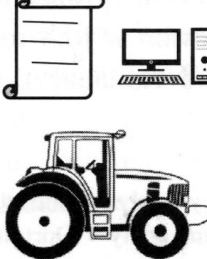
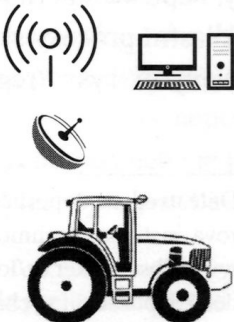
Vliv digitalizace a robotizace na pracovní trh bude pozvolný. Mařík (2016) podotýká, že české obyvatelstvo stárne, což bude mít v budoucnu za následek snížení dostupnosti pracovní síly. Technologický pokrok lze tedy chápat i jako pozitivní faktor, který sníží dostupnost pracovní síly způsobené nepříznivým demografickým vývojem. Toto obzvláště platí pro zemědělský sektor. Podle Pýchy (2018), předsedy Zemědělského svazu ČR, bylo v 2013 v předdůchodovém věku 13 % zaměstnanců, v roce 2016 jich bylo již 36 %. Ti však brzy odejdou do důchodu. (Svoboda, 2018)

Průmysl 4.0 bude mít také zásadní dopad na samotné firmy. Úspěšná implementace kybernetických systémů může firmě přinést zvýšení produktivity, konkurenceschopnosti a úsporu peněz a času. Naopak neochota k inovacím, velká kapitálová náročnost a neschopnost odhadnout návratnost investic patří k největším hrozbám pro firmy z hlediska jejich budoucí prosperity. (Petrillo a kol., 2018)

3.2 Zemědělství 4.0

S pojmem Zemědělství 4.0 souvisí pojem „precizní zemědělství“. To se začalo prvně objevovat již v 80. letech dvacátého století. Větší rozmach zaznamenalo až v letech devadesátých současně s rostoucím vývojem technologií, jako satelitní navigace, internet či výpočetní technika. Precizní zemědělství představuje moderní přístup k řízení zemědělství, který využívá špičkové technologie pro sledování a optimalizaci zemědělských výrobních procesů. Hlavním důvodem vzniku precizního zemědělství byla myšlenka individualizovaného a cíleného přístupu k pozemkům a rostlinám. Lze tedy konstatovat, že Zemědělství 4.0 je logické pokračování technologie precizního zemědělství (Kroulík, 2020). Postup digitalizace je zachyceno na obrázku 5 níže.

Obrázek 5 Digitalizace v zemědělství

Zemědělský stroj	Zemědělský stroj ■ inteligentní, zachycení a uchování dat	Zemědělský stroj ■ inteligentní, zachycení a uchování dat ■ propojení s řídicí jednotkou	Integrovaný zemědělský stroj ■ optimalizace sadby a setí ■ data o předpovědi počasí ■ prediktivní údržba ■ agrární informační systém
			

Zdroj: Veber a kol. 2018

Základem Zemědělství 4.0 je vytváření přidané hodnoty z dat získaných z podniku. Zemědělský podnik, obdobně jako průmyslový, vytváří velké množství Big dat a neobejde se bez jejich sběru, uchovávání pomocí Cloudu a následného vyhodnocování. (Veber a kol., 2018).

Tradiční rozhodování založené na zkušenostech farmářů bude nahrazeno algoritmy vycházejícími z naměřených dat. Místo fyzické obchůzky a kontroly pozemků bude několik zaměstnanců rozhodovat na základě pravidelného monitoringu z autonomních bezpilotních prostředků a dalších strojů, které pracují na úrovni jednotlivých rostlin, z kancelářského pracoviště. To vše s předpokladem velké úspory vstupů. Významný nárůst a především přijetí smart technologií, které integrují Big data, analytické nástroje, bezdrátovou komunikaci, vospělou techniku se předpokládá už do roku 2030 (The Boston Consulting Group, 2015).

Pro účinné zapojení těchto technik bude nezbytné, aby přední místa zaujaly technologie IoT. Internet věcí by měl umožnit převýšení pouhého zlepšení stávajících zemědělských

procesů. Je odhadováno, že s novými technickými možnostmi má internet větší potenciál zvýšit zemědělskou produktivitu do roku 2050 o 70 %. (Brant a kol., 2020)

Zásadní výzva v adopci Zemědělství 4.0 spočívá ve schopnosti zemědělců investovat a modernizovat své výrobní postupy. Často čelí napjaté ekonomické situaci s velmi omezenými možnostmi investovat do nových technologií a výrobních strojů (Khurape a kol., 2019). Znevýhodnění dopadá převážně na menší podniky. Ty obvykle obhospodařují menší pozemky a tudíž nemohou dosáhnout velké úspory z rozsahu a investovat tak do technologií, které jsou finančně náročné. (Trexima, 2018)

Hlavní výzvy adopce Zemědělství 4.0 se nachází v oblasti zpracování, uchovávání a vyhodnocování dat. Data získaná v rámci Zemědělství 4.0 mohou být sekundárně využita pro manažerské rozhodování a vyhodnocování nebo při vedení účetnictví. Díky digitalizaci dojde ke snížení administrativních nároků, které jsou kladeny na zemědělce. (Erste, 2016)

Budoucí biologické, sociální a hospodářské výzvy, hrozící nedostatek přírodních zdrojů a klimatické změny podtrhnou potřebu nových komplexních přístupů a inovací v zemědělství. (Cesta k digitální ekonomice, 2020)

Brant (2020) uvádí, že k překonání budoucích výzev budou třeba nejen nové technologie, ale také nový způsob myšlení. Inteligentní stroje a roboti tak mají vysoký potenciál. Společně se senzorovou technikou včetně GPS navigací a strojním viděním představují řešení pro zpracování půdy, stanovení stavu porostů nebo zralosti porostů po sklizeň.

3.3 Trendy digitalizace a robotizace v praxi

Robotika, automatizace a umělá inteligence se již několik let objevují v souvislosti s Průmyslem 4.0. Navazují na současný trend digitalizace a s ní související automatizací podnikových procesů. I když automatizace ve výrobě již desítky let probíhá, v současné době se dostává do popředí tzv. robotická automatizace procesů, případně robotizace procesů s prvky umělé inteligence. (Vaníček, 2020)

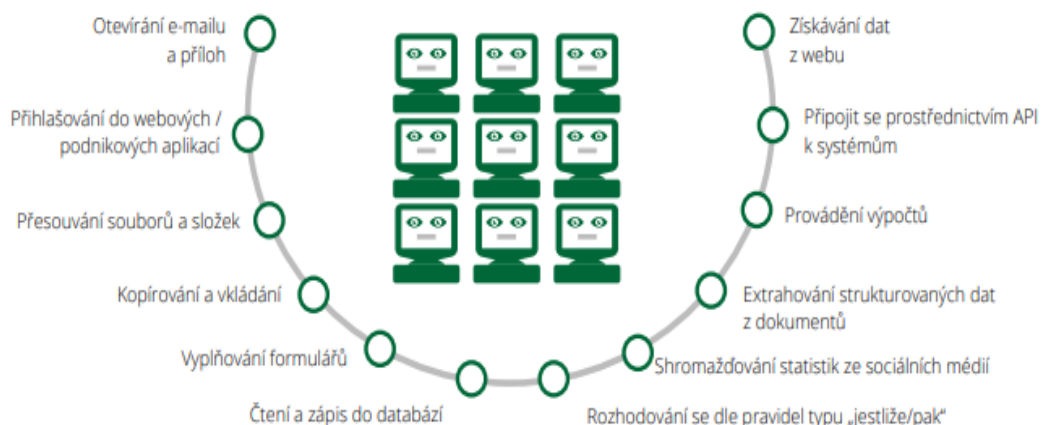
Robotická a kognitivní automatizace

Běžné administrativní úkony zabírají velké množství času a navíc jsou náchylné k lidským chybám. Základním důvodem k jejich zavádění je tedy zautomatizování zdoluhavého manuálního zadávání objemných dat. Důsledkem je přímé zlepšení výkonnosti a přesnosti provedené práce při současném snížení nákladů ve prospěch podnikové produktivity. (Kumar, 2020).

Robotická automatizace procesů (RPA) a Kognitivní automatizace dokumentů (CDA) v sobě spojují prvky umělé inteligence a robotiky. RPA lze využít především pro manuální operace s elektronickými daty. Nejlépe se hodí pro úkony a procesy, které se velmi často opakují a mají svá konkrétní pravidla bez množství výjimek. Technologie CDA je založena na porozumění informacím obsažených v dokumentech nebo v emailech. Využívá především schopnosti umělé inteligence rozpoznání a porozumění obsahu. Následně určí, jak s informacemi naložit.

Jak je patrné z obrázku číslo 6 níže, existuje řada činností, které lze v podniku nahradit využíváním robotické procesní automatizace a kognitivní automatizace. Firma pak řeší pouze výjimky či eskalace, zatímco naprostou většinu práce vykonávají roboti. Podle zkušeností společnosti Deloitte (2017), RPA je 15 krát výkonnější než zaměstnanci a nabízí potenciál pro 15–90 % snížení nákladů.

Obrázek 6 Využití RPA a CDA



Zdroj: „Robotics & cognitive automation: General overview,“ Deloitte Development LLC, 2017

Zdroj: Deloitte, 2017

Autonomní polní roboti

Digitalizace výrobních procesů zažívá velký pokrok v oblasti zemědělství. Revoluční změnu pro zemědělství může přinést digitální traktor. Ten díky sensorům umístěným v přední části může vyhodnotit potřebné informace a ty odeslat zpět do kabiny traktoru. Kabina situaci sama vyhodnotí a provede příslušné úkony, např. operativně nastaví potřebnou dávku hnojiva. (Veber a kol. 2018)

Významný krok v automatizaci představuje také výrazné rozšíření polních navigací. Pro zemědělství jsou použitelné především družicové navigační systémy. Tyto technologie pomáhají optimalizovat a zkrátit trasy a tím snížit spotřebu paliva. Od počátku 21. století je určování polohy pomocí GPS dostupné pro komerční zemědělské využití. Nyní se jedná o téměř standardní vybavení moderních traktorů. (Jørgensen, 2018)

Kroulík (2019) ovšem upozorňuje i na negativa spojená s využíváním autonomních polních robotů. Provoz velkých traktorů způsobuje poškozování půdní struktury. V případě menších traktorů klesá jejich výkonnost a je tedy zapotřebí jich nakoupit více. To se ovšem jeví jako ekonomicky neefektivní.

Automatizované systémy

Digitalizace výrobních procesů zažívá především velké pokroky v oblasti chovu zvířat. Rozšířené jsou již nyní autonomní komponenty i plně automatizované systémy. Pro dojení např. dojící roboti nebo krmící stroje. Využití těchto systémů lze dosáhnout nižších nákladů a vyšší produktivity až o 7 %. V budoucnu lze očekávat další rozšíření funkcí jako pravidelné krmení nebo čištění. (Erste, 2016)

V chovu zvířat pak nachází uplatnění i senzorová technika, která bude snímat proces krmení či dojení, monitorovat zdravotní stav samotných zvířat a povede k okamžité detekci v případě jakýchkoliv zdravotních komplikací. Senzory lze využít ale i na polích, kde dokážou změřit obsah vlhkosti nebo změřit teplotu půdy a okolního vzduch a určit optimální množství potřebné vody, hnojiv a požadavky na pesticidy. (The Management Accountant, 2019) Moderní senzory a monitorovací zařízení tak mohou nyní umožnit sledovat plodiny přesněji a často nepřetržitě. Aby byly senzory účinně zapojeny je nezbytné, aby přední místa zaujaly technologie IoT. (Brant a kol., 2020)

5G síť

Pátá generace mobilní komunikační sítě má zásadní vliv na oblast chytrého zemědělství. Rychlá oboustranná komunikace, kterou 5G síť nabízí, umožňuje okamžitou reakci na pokyny uživatelů. Síť nové generace 5G mohou být až stokrát rychlejší než jejich předchůdce 4G. Dokáží také pojmout mnohem více dat než jiné sítě. To povede ke snadnějšímu monitoringu, automatizaci a analýzy zemědělských a průmyslových operací. (Cesta k digitální ekonomice, 2020).

Přechod na 5G síť by umožnilo zemědělcům lépe sledovat polní podmínky a získat tak informace ohledně optimálního množství použití vody, hnojiva nebo pesticidů. Další využití 5G sítí v zemědělství je možnost sledování hospodářských zvířat, pilotování zemědělských dronů a řízení samojízdných traktorů. Výsledkem je zlepšení kvality a množství produkce a tím celkové zlepšení výnosnosti. (Wang, 2020)

Nutno podotknout, že 5G sítě jsou stále ne příliš využívanou technologií vzhledem k pokrytí, se kterým se začalo pouze ve vybraných městech v říjnu roku 2020. Je spíše tedy otázkou budoucnosti, kdy se budou moci naplno uplatnit v oblasti zemědělství.

Drony

Drony nepatří mezi nové technologie, mají však velký potenciál pro další rozšíření v zemědělském sektoru. Pomohou s řešením problémů spojených s pěstováním plodin, jako analýza půdy pomocí 3D map, se samotnou výsadbou, postřikem a zavlažováním plodin. V neposlední řadě jsou také schopné posoudit zdravotní nezávadnost pomocí infračerveného světla a varovat farmáře v případě, že je rostlina napadená chorobami. (Wyman, 2018)

Drony lze využívat i pro pořizování snímků. To probíhá pomocí multispektrální kamery, která zaznamená široké spektrum vlnových délek. Využívá se principu, že zdravé rostliny odráží světlo jiné vlnové délky než nemocné rostliny, nebo různě kvalitní půda odráží světlo odlišných vlnových délek. Takto pořízené snímky pomohou identifikovat poškození plodiny nebo jejich podvýživu. Výhodou je v konečném důsledku i větší šetrnost k životnímu prostředí. (Novák, 2018)

Aulbur (2019) uvádí, že pořizování snímků pomocí dronu lze doporučit spíše pro malé či středně velké pozemky. Pro velké pozemky je z hlediska nákladů výhodnější využívat satelitní snímky. Drony však mají svoji limitace. Patří mezi ně nepříznivé podmínky jako silná oblačnost nebo obtížný terén.

Blockchain

Blockchain je rozvíjející se digitální technologie proměňující internet v transakční síť. V zemědělství lze technologii blockchain využít pro snadnější přehled o dodávkách a kvalitě vyprodukovaných surovin. Díky zpětné dohledatelnosti a identifikaci procesů v pravý čas na správném místě se zvyšuje důvěryhodnost u spotřebitelů. (MPO, 2019)

4. Vlastní práce

4.1 Dotazníkové šetření

V rámci dotazníkového šetření byly položeny poskytovatelům digitalizace a robotizace následující otázky. Odpovědi na tyto otázky jsou níže analyzovány dle jejich pořadí v dotazníku.

Otázka: Jsou Vaši zákazníci ze sektoru zemědělství?

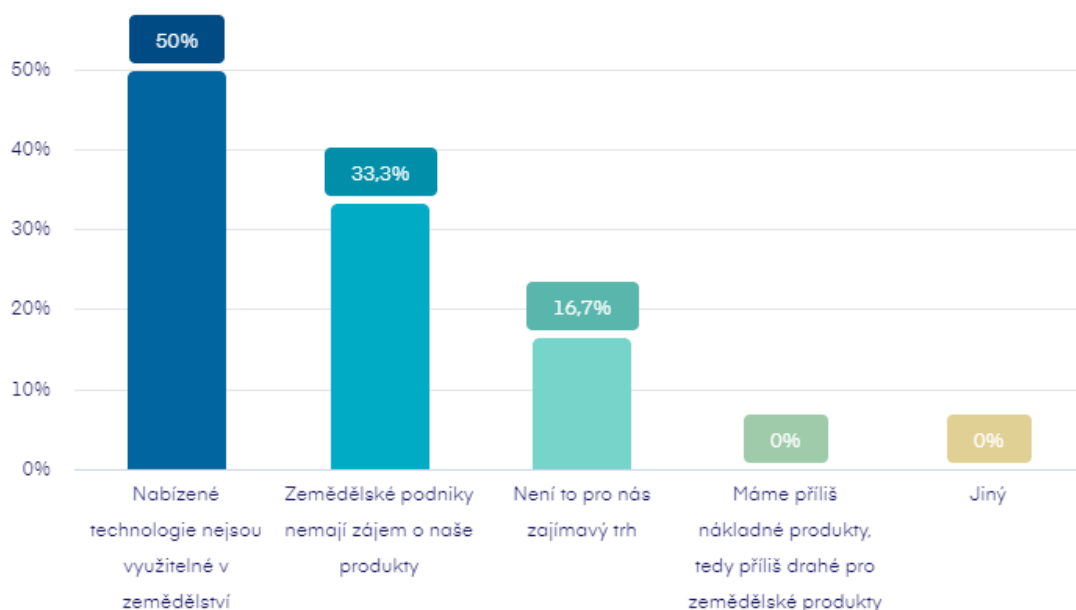
V první otázce bylo třeba vyčlenit dotazované, kteří mají zákazníky ze sektoru zemědělství. Právě na zemědělské podniky byl obsah dotazníku zaměřen, a proto bylo nutné v dalších otázkách pracovat s dotazovanými, kteří mají s tímto trhem zkušenosti.

Z vrácených dotazníků vyplývá, že 40 % oslovených poskytovatelů nespolupracuje se zemědělskými podniky. Jednalo se o poskytovatele, kteří nabízejí digitalizaci dat, IoT řešení, Cloud, automatizační systémy a průmyslové senzory. Většina oslovených (60 %) však odpověděla na otázku kladně.

Otázka: Pokud Vaši zákazníci nejsou ze sektoru zemědělství, tak z jakého důvodu?

Dotazovaní, kteří odpověděli negativně na předcházející otázku uvádějí nejčastěji jako hlavní důvod ten, že jejich nabízené technologie nejsou využitelné pro obor zemědělství. Toto se týká především poskytovatelů nabízející průmyslovou robotizaci a digitalizaci výrobního procesu, kteří jsou zaměřeni především na automobilový průmysl. V několika případech poskytovatelé uvedli, že o jejich služby nemají zemědělské podniky zájem, ačkoliv by je využívat mohly. Jednalo se o poskytovatele služeb v oblasti digitalizace dokumentů a správy dat a poskytovatele IoT a Cloudového úložiště. Mezi další důvod patří i nezájem poskytovatelů o zemědělský trh.

Obrázek 7 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Pokud Vaši zákazníci nejsou ze sektoru zemědělství, tak z jakého důvodu?“



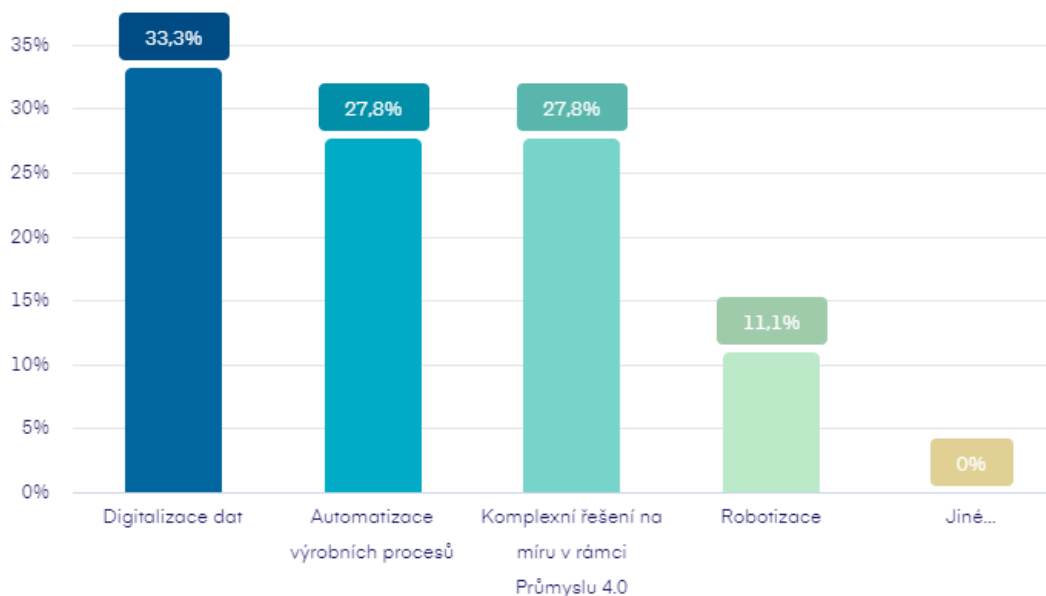
Zdroj: Vlastní zpracování, 2021

Další skupina otázek byla určena pouze pro poskytovatele, kteří mají zákazníky ze zemědělského sektoru.

Otázka: Jaký druh služeb nabízíte pro zemědělské podniky?

Nejvíce se na výzkumu podílelo respondentů nabízející digitalizaci dat. Výraznou měrou se podíleli i poskytovatelé nabízející komplexní řešení na míru a automatizaci výrobních procesů. Robotizace byla zastoupena nejméně. Důvodem je především menší počet poskytovatelů, kteří nabízejí robotiku v rámci Průmyslu 4.0. Pokud už ji nabízejí, většinou je to v rámci nějakého komplexního řešení.

Obrázek 8 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Jaký druh služeb nabízíte pro zemědělské podniky?“



Zdroj: Vlastní zpracování, 2021

Otázka: Jaký je nejčastěji poptávaný produkt pro zemědělský sektor nabízený vaším podnikem?

Tato otázka byl primárně zaměřena na identifikaci konkrétního druhu služeb či produktů, které organizace nabízí podnikům ze sektoru zemědělství. Tímto je možné identifikovat řešení digitalizace a robotizace, které zemědělské podniky nejčastěji poptávají, tedy pořizují si do svých organizací. Jednalo se o otázku otevřenou.

Z položené otázky nelze udělat jednoznačné závěry v procentuálním vyjádření, jelikož každý respondent uvádí jiný typ technologií. Zemědělské podniky nejčastěji poptávali následující technologie: Cloudové úložiště, automatizované systémy, navigace, informační systémy, digitalizace dat, IoT a digitální automatizace procesů, řídicí systémy, dojící technologie, senzory pro analýzu mléka, drony a polní navigace.

Otázka: Kolik stojí Vaše produkty, které nabízíte zemědělským podnikům?

V rámci páté otázky byla pozornost zaměřena na ceny produktů, které organizace nabízí zemědělským podnikům. Jednalo se o otevřenou otázku, kde respondent mohl specifikovat cenu, za jakou nabízí své produkty nebo služby.

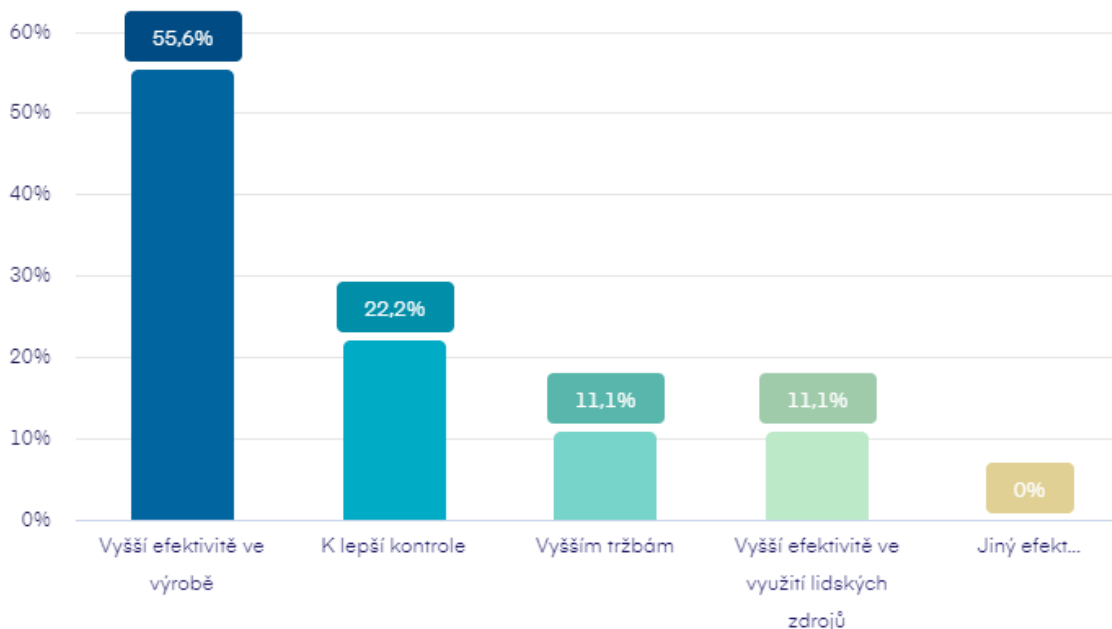
Sběr těchto údajů byl využit v rámci návrhu doporučení pro konkrétní podnik. Obecně lze říci, že mezi nejdražší technologie se řadí dojíací roboti. U této technologie se částky pohybují v milionech Kč. Naopak mezi nejlevnější technologie patří softwary sloužící k digitalizaci a poplatky za Cloudová úložiště. Ty se pohybují v cenové relaci od jednotek tisíců do několika desítek tisíců Kč.

Mnoho poskytovatelů uvádí, že přesnou cenu lze stanovit až dle požadavků a potřeb konkrétní společnosti a ceny se tak mohou poměrně výrazně lišit podle zvolených parametrů daného zemědělského podniku.

Otázka: Vaše nabízené produkty mají zemědělským podnikům pomoci především k:

Cílem šesté otázky bylo identifikovat nejdůležitější přínos prostředků digitalizace a robotizace. Podle odpovědí respondentů na tuto otázku pro zemědělské firmy vyplývá, že největší výhoda plyne z vyšší efektivity, a to podle poskytovatelů nabízejících automatizované systémy, senzory, robotiku a informační systémy. Vyšší tržby překvapivě nejsou podle většiny respondentů tím nejdůležitějším přínosem pro firmy, nicméně i tak jsou důležitým efektem. Vyšší efektivita ve využívání lidských zdrojů má pomoci firmám v případě digitalizace dat.

Obrázek 9 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Vaše nabízené produkty mají zemědělským podnikům pomoci především k?“

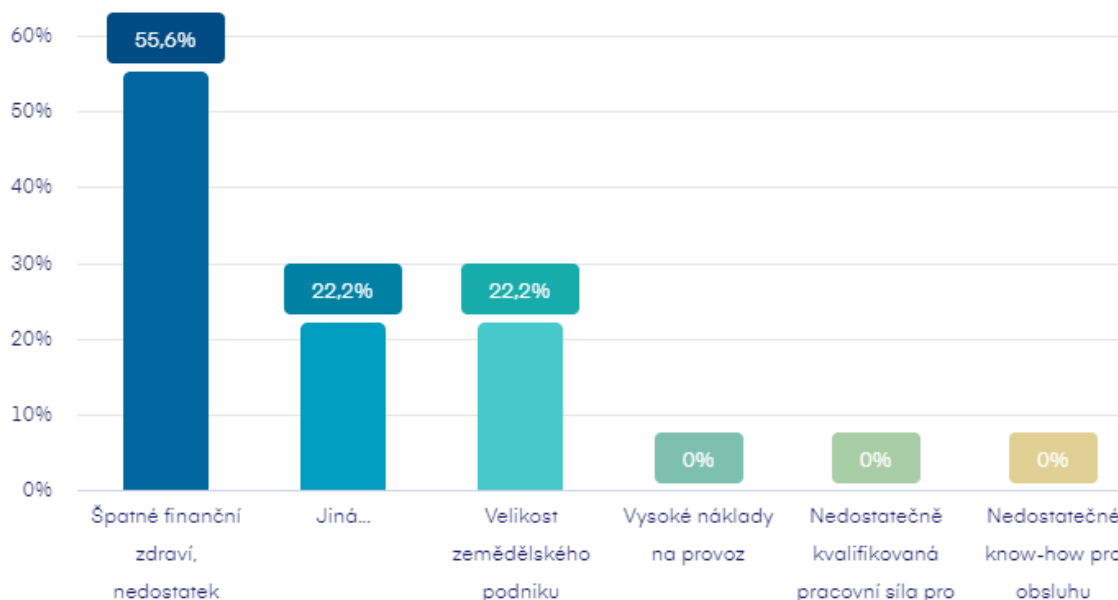


Zdroj: Vlastní zpracování, 2021

Otázka: Jaké jsou dle Vašich zkušeností překážky pro nákup na straně zákazníků (zemědělských podniků)?

Podle respondentů je největší překážkou pro zemědělské podniky jejich špatná finanční situace a tedy nemožnost investovat do nových technologií. Taktéž velikost zemědělského podniku je problémem, který brání především investicím do robotizace, které jsou drahé. Poskytovatelé často uvádí i jiné důvody, a to neochotu investovat do nových technologií nebo nedostatečné povědomí a informovanost o jejich možnostech. Na druhou stranu si poskytovatelé nemyslí, že by zemědělské podniky měly problém s nedostatečně kvalifikovanou pracovní silou nebo že by jim bránili vysoké náklady na provoz.

Obrázek 10 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Jaké jsou dle Vašich zkušeností překážky pro nákup na straně zákazníků (zemědělských podniků)?“

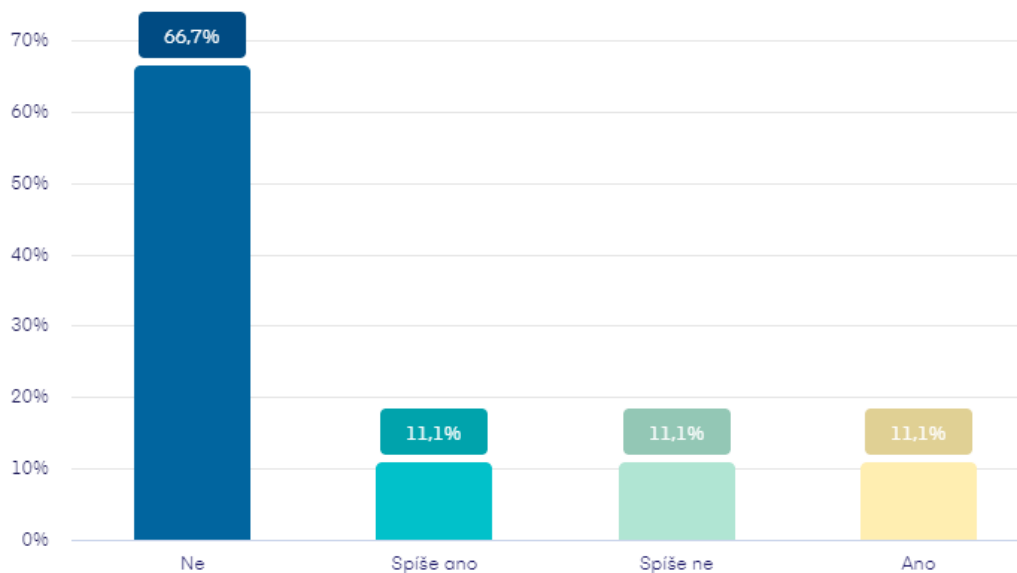


Zdroj: Vlastní zpracování, 2021

Otázka: Tvoří zemědělské podniky podstatnou část vaší klientely?

V této otázce byl identifikován význam zemědělského sektoru pro respondenta, tedy zda-li tvoří zákazníci ze zemědělství podstatnou část jejich klientely. Z tohoto šetření vyplývá, že zemědělský sektor z velké části není nejčastějším zákazníkem pro firmy poskytující prostředky digitalizace a robotizace. Na tuto otázku odpověděli kladně pouze poskytovatelé, kteří se přímo zaměřují na technologie precizního zemědělství.

Obrázek 11 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Tvoří zemědělské podniky podstatnou část vaší klientely?“

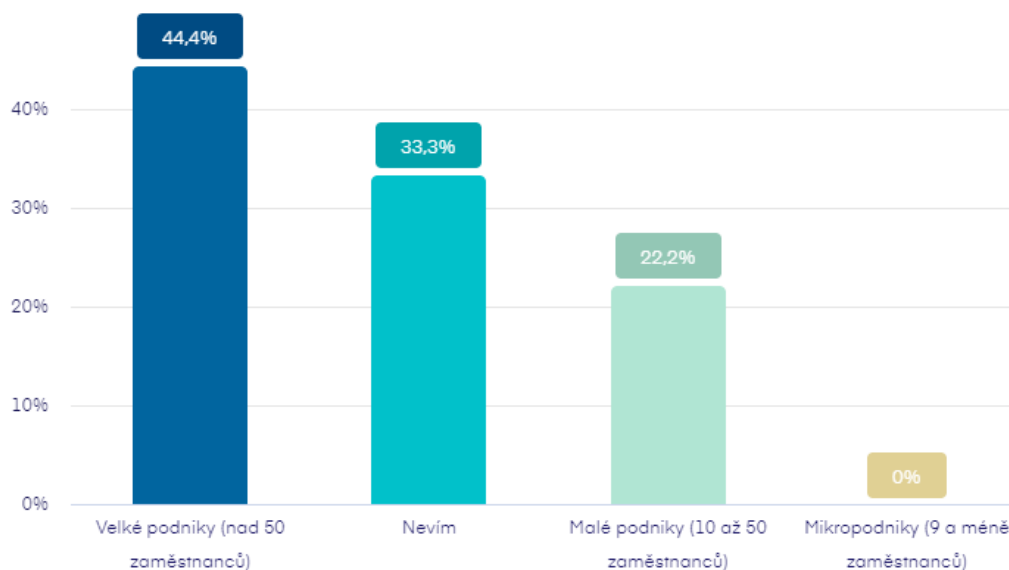


Zdroj: Vlastní zpracování, 2021

Otázka: Největší podíl zákazníků ze sektoru zemědělství jsou:

Cílem v rámci této otázky bylo identifikovat nejčastější velikost zemědělského podniku, s kterým respondent spolupracuje. Z výsledků je patrné, že zákazníci zabývající se o produkty a služby spojené s digitalizací a robotizací jsou spíše zástupci velkých podniků, o něco méně pak malé podniky. Mikropodniky o digitalizaci dle zjištění nejeví zájem. Nutno však podotknout, že ne vždy jsou poskytovatelé o velikosti podniku svých klientů informováni.

Obrázek 12 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Největší podíl zákazníků ze sektoru zemědělství jsou?“

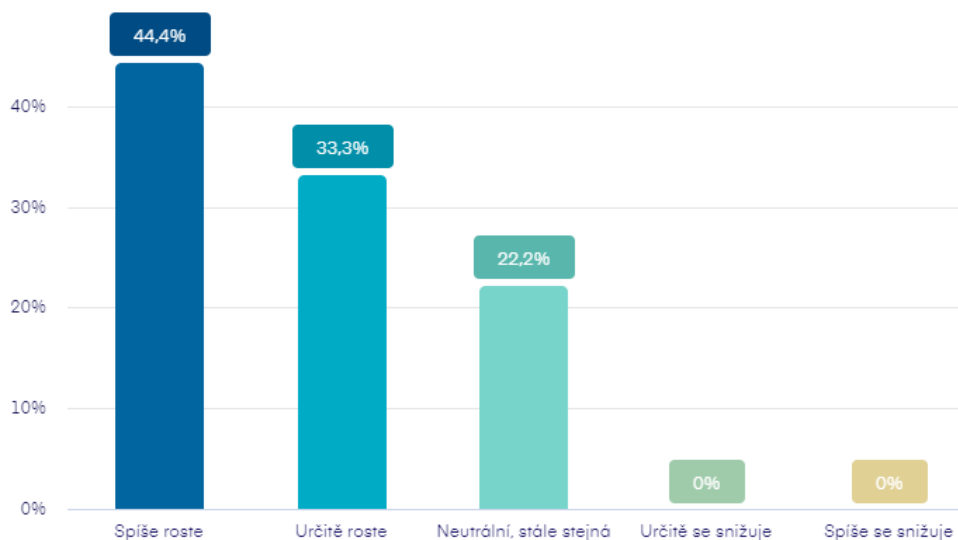


Zdroj: Vlastní zpracování, 2021

Otázka: Poptávka po digitalizaci a robotizaci v zemědělství za posledních 5 let:

Na závěr dotazníku byla položena otázka ohledně budoucí poptávky po robotizaci a digitalizaci. Většina poskytovatelů jednoznačně předpovídá v příštích pěti letech růst, buď mírný nebo výraznější. Zhruba 20 % poskytovatelů se domnívá, že v horizontu pěti let žádná velká změna nenastane a poptávka bude spíše stagnovat. Žádný z oslovených poskytovatelů však nepředpokládá, že by se poptávka po digitalizaci a robotizaci v nejbližších letech snižovala.

Obrázek 13 Procentuální vyhodnocení odpovědí na otázku „Poptávka po digitalizaci a robotizaci v zemědělství za posledních 5 let?“



Zdroj: Vlastní zpracování, 2021

4.2 Aktuální stav využití prostředků digitalizace a robotizace ve vybrané organizaci

Organizace XY je výrobní zemědělský podnik, který je zaměřen na kombinovanou výrobu tj. na klasickou rostlinnou a živočišnou výrobu.¹ Jde o akciovou společnost a řadí se do kategorie „Malá účetní jednotka“ dle §1b Zákona o Účetnictví. Od roku 1994 hospodaří na zemědělské půdě o rozloze 890 hektarů. Obhospodařované pozemky se rozkládají na třech katastrálních územích.

¹ Podnik si nepřál zveřejnit své jméno, je tedy využívána anonymní zkratka XY

Živočišná výroba je realizována prostřednictvím chovu černostrakatého holštýnského skotu, tj. konkrétně přes 200 dojnic. Skot se chová především pro produkci mléka. Mezi hlavní produkty v rámci rostlinné výroby patří pšenice, řepka a ječmen.

Organizace XY patří mezi úspěšné firmy, jelikož má stabilní pozici na trhu. V roce 2019 vygenerovala tržby z prodeje výrobků a služeb ve výši 32 320 tis. Kč, což bylo více, než v roce 2018 (tj. 30 367 tis. Kč). Navzdory tomu však nebyla schopna zvýšit svůj zisk, který ji poklesnul o zhruba polovinu oproti minulému roku. Důvodem jsou především zvyšující se provozní náklady. Tím, že se zaměřuje na kombinovanou výrobu, tak diverzifikuje svá rizika. Je pravidelně oceňována za dobré životní podmínky zvířat.

Z hlediska dosavadní úrovně digitalizace a robotizace v organizaci však nelze hovořit o příliš žádoucím stavu. V rámci živočišné výroby je využíván stájový robot, který se stará o krmení skotu. V rostlinné výrobě nepoužívá žádné senzory nebo GPS technologie. Organizace nemá definovanou strategii digitalizace a robotizace.

Zjištěné nedostatky ve společnosti XY:

- Sběr zemědělských dat a jejich vyhodnocování dat není v souladu s požadavky Průmyslu 4.0.
- Administrativní a výrobní úkony jsou vykonávány manuálně, což zvyšuje náklady na mzdy zaměstnanců.
- Firma je značně neefektivní v provozní oblasti a má neúměrně zvyšující se náklady v poměru k tržbám.
- Potýká se s nedostatkem personálu, například má nedostatek pracovníků v živočišné výrobě.

4.3 Návrh implementace prostředků digitalizace a robotizace

Pro podnik XY byly zvoleny nejdůležitější charakteristiky, které budou posuzovány v rámci návrhů. Patří mezi ně: snížení nákladů, snížení počtu manuálních operací a rychlá návratnost investice.

Pro implementaci prvků digitalizace a robotizace byly vybrány tyto následující možnosti:

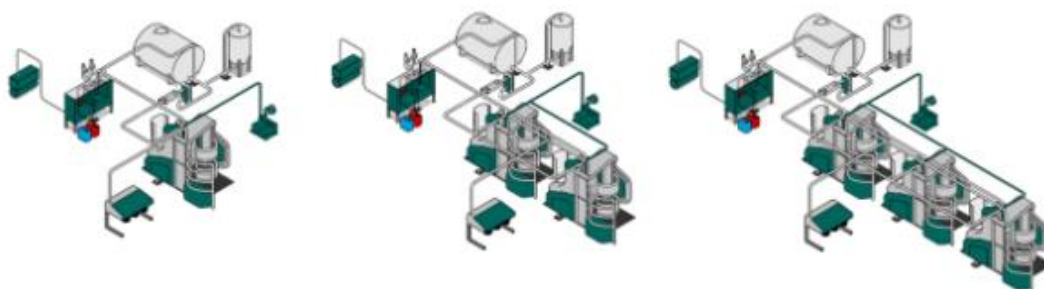
- Automatické dojící technologie
- Polní navigace - inteligentní GPS navigace
- Sensorová technika pro chov zvířat, IoT
- Využití dronů
- Sensory na kontrolu úrody půdy a meteorologie
- Digitální automatizace procesů, Cloud

Jednotlivé návrhy a doporučení jsou blíže rozepsané z hlediska jejich zdůvodnění, odhadu nákladů na pořízení, identifikace očekávaných efektů a přínosů, kalkulace či závěrečného doporučení.

4.3.1 Automatické dojící technologie

Jedna z hlavních činností organizace je chov skotu k produkci mléka. Dojící robot je ideální pro snížení mzdových nákladů, vyřešení problémů s nedostatkem personálu a zefektivnění provozu. V případě 200 dojnic by bylo vhodné uvažovat o nákupu víceboxového dojícího systému, který využívá 3D kameru. Tento systém byl vybrán pro svojí možnost obsluhovat více dojnic najednou a pro svojí vysokou variabilitu, díky které ho lze nastavit přesně podle dané potřeby podniku XY. Možnosti sestavení lze vidět na obrázku níže.

Obrázek 14 Sestavení multiboxu



Zdroj: Kamír & Co., 2021

Náklady na pořízení podobného zařízení jsou výrobcem, který poskytnul svoji cenovou nabídku, odhadnuté na 13 500 tis. Kč. Tato investice je pro organizaci velmi nákladná a nelze předpokládat její rychlou návratnost. Lze však díky této technologii výrazně ušetřit na mzdových nákladech.

Dle předpokladů podniku XY lze nahradit až čtyři pracovníky, kteří by vykonávali tuto práci manuálně. Při průměrné mzdě 25 000 Kč měsíčně pro pracovníka v živočišné výrobě lze ročně ušetřit až 1 200 tis. Kč.

Dojící robot je také schopen zajistit vyšší frekvenci dojení stáda a zvýšit tak produkci mléka. Podle studie, která se zabývala rozdílem mezi robotickým a manuálním dojením, lze dosáhnout zvýšení produkce mléka až o 12 %. (Aslam, 2014). Podle osloveného výrobce je tento odhad ale spíše optimistický a sám ho odhaduje průměrně na 8 %. V případě současné úrovně produkce mléka 1 560 tis. litrů lze nadojit o 1 684 litrů mléka navíc. Dá se tedy očekávat zvýšení tržeb o 1 029 tis Kč.² Kalkulace nákladů a tržeb jsou shrnuty v následující tabulce.

² Navýšení tržeb je kalkulováno z prodejní ceny mléka 8,3 Kč za litr společnosti XY

Tabulka 2 Srovnání nákladů a tržeb pro ruční a automatické dojení

Ruční vs automatické dojení	Ruční	Automatické
Náklad na pořízení v tis. Kč	0	13 500
Mzdové náklady v tis. Kč	1 500	300
Provozní náklady v tis. Kč	0	100
Produkce mléka v tis. litrech	1 560	1 684
Cena za litr v Kč	8,3	8,3
Předpokládané tržby z produkce	12 948 tis. Kč	13 977 tis. Kč

Vlastní zpracování, na základě interních zdrojů podniku XY, 2021

S ohledem na ušetřené mzdové náklady, zvýšení tržeb a navýšení provozních nákladů lze odhadnout, že podnik získá zavedením této technologie celkově 2 129 tis. Kč za rok. Návratnost této investice vychází tedy na zhruba 6 let. Životnost technologie se dle výrobce odhaduje na 10 až 15 let, podniku se tak investice vyplatí. Celkové benefity, které podle odhadu nákup přinese, jsou vyčíslené v tabulce číslo 3.

Tabulka 3 Pořízení dojícího robota

Automatické dojící technologie	v tis Kč
Náklad na pořízení	13 500
Očekávaná nákladová úspora za rok	1 100
Očekávané zvýšení produkce za rok	1 029
Celkový přínos investice za rok	2 129

Vlastní zpracování, 2021

4.3.2 Senzorová technika pro chov zvířat

Senzorová technika pro chov zvířat přináší řadu příležitostí pro zefektivnění chovu skotu v organizaci, a tedy se navrhuje i řešení pro využití digitalizace a robotizace v rámci živočišné výroby organizace XY.

Organizaci lze navrhnout rozšíření využití senzorů, aby došlo k lepšímu zajištění stabilních podmínek dle fyziologických potřeb jednotlivých živočišných druhů, kontrolu vlhkosti vzduchu a jeho proudění, kontrolu správného osvětlení, kontrolu intenzity hluku, úrovně prašnosti či koncentraci plynů. Veškerá data se automaticky evidují a prostřednictvím vyhodnocení se automaticky monitoruje stabilita a příznivost podmínek živočišného chovu. Podle cenové nabídky zasláné poskytovatelem, je částka pro podnik XY odhadnutá na 400 000 Kč. (Dodavatel A, 2021)

Od tohoto řešení se očekává zvýšení produktivity živočišné výroby, tedy růst tržeb. Dle zkušeností a odhadů poskytovatele s podniky, které chovají obdobný počet skotu, lze očekávat zvýšení nákladů až o 200 000 Kč za rok. Investice by měla dosáhnout návratnosti do dvou let. V úvahu přichází i určitá úspora práce personálu, protože některé z výstupů senzorů budou přispívat k úspoře času. Z tohoto důvodu lze organizaci doporučit realizaci tohoto návrhu.

V rámci sensorové techniky je ovšem nutné také myslet na vytvoření chytré sítě pomocí IoT, které s sebou přináší další náklady. Internet věcí propojí všechna zařízení tak, aby spolu komunikovala a vyměňovala si svá data. Pro organizaci XY lze doporučit technologii IoT postavenou na 4G síti, kde dochází k přerušovanému přenosu menších objemů dat. Díky ní lze všechna zařízení propojit jak ve venkovním prostředí, tak i uvnitř budov. Z dotazníkového šetření bylo zjištěno, že náklady na pořízení IoT bezdrátového modulu a příslušenství se pohybuje v částce 80 000 Kč.

Tabulka 4 Pořízení sensorové techniky, IoT

Senzorová technika pro chov zvířat	v Kč
Náklad na pořízení	480 000
Očekávaná úspora za rok	200 000

Vlastní zpracování, 2021

4.3.3 Polní navigace - inteligentní GPS navigace

Jako další by měla organizace XY uvažovat o pořízení systému polní navigace a inteligentního GPS systému, kdy se jedná o jeden ze základních prostředků digitalizace a robotizace v zemědělství, ale v organizaci není využíván.

Oslovený dodavatel poskytuje komplexní řešení inteligentní polní navigace a GPS systému. Toto řešení umožňuje plánování pohybu zemědělských strojů po pozemcích, včetně otáčení na souvratích, a to s přesností až 2 centimetry. Zemědělské stroje se vybavují systémem pro manuální řízení, kde obsluha sleduje pokyny na obrazovce, případně systémem asistovaného řízení, tj. na hřídel volantu vozidla je nasazen krokový elektromotor, který ovládá vozidlo prostřednictvím navigace namísto řidiče.

Náklady na pořízení tohoto zařízení ohodnotil dodavatel částkou 300 000 Kč. Celkovou úsporu lze kalkulovat jako rozdíl ve spotřebě pohonné hmoty a ušetřená mzda obsluhy. Dodavatel uvádí průměrné úspory nafty v případě 900 hektarů společnosti XY na 1 tis.

litru ročně, což v případě průměrné ceny nafty 30 Kč za litr je 30 000 Kč. (Dodavatel B, 2021).

V případě propuštění jednoho zaměstnance na dělnické pozici se jedná o roční úsporu na mzdových nákladech 270 000 Kč, jak vyplývá ze mzdových nákladů společnosti. (Interní zdroje společnosti XY, 2021). Na základě celkově vypočtené úspore lze očekávat, že dojde k návratnosti této investice za 1 rok. Z tohoto zároveň vyplývá, že je vhodné doporučit pořízení tohoto systému.

Tabulka 5 Pořízení polní navigace

Polní navigace - inteligentní GPS navigace	v Kč
Náklad na pořízení	300 000
Očekávaná úspora za rok	300 000

Vlastní zpracování, 2021

4.3.4. Nákup dronů

Organizace obhospodařuje poměrně rozsáhlou plochu, a proto může využít i drony a technologie, které analyzují data sesbíraná dronem. Tato data lze využít pro další zlepšování a zefektivňování činnosti organizace.

Z důvodu kalkulace přínosů a nákladů byl osloven potenciální dodavatel se žádostí o návrh individuálního systému využití dronů. Tento dodavatel organizaci XY nabízí multispektrální analýzu, která umožňuje hodnotit zdravotní stav rostlin, rozlišovat vegetační svahy, s využitím termokamery hodnotit, jestli mají rostliny dostatek vodních zdrojů. Dochází ke komplexnímu zmapování dané oblasti, analýze dat ve specializovaném programu a možnosti implementace těchto dat do dalších chytrých systémů – například řídicích jednotek traktorů apod. To umožňuje hnojení a postřiky realizovat dle aktuální potřeby. Zemědělcům se také šetří náklady na plošné zásahy. Drony lze například využívat i pro sledování zvířat v polích. Cenová nabídka osloveného dodavatele je 130 000 Kč. (Dodavatel C, 2021)

Dle informací od dodavatele, může tento systém generovat úsporu až 35 000 Kč za rok. Očekávaná návratnost dané investice jsou čtyři roky a proto je nutné zvažovat, jestli má být systém pořízen. Je možné, že je toto řešení vhodnější pro větší zemědělské podniky, které hospodaří ještě na rozsáhlejší ploše, než organizace XY. Nicméně, výše investice není příliš výrazná, vzhledem k tržbám a ziskovosti organizace, a proto lze tuto investici doporučit, i přes delší dobu návratnosti.

Tabulka 6 Pořízení dronů

Pořízení dronů	v Kč
Náklad na pořízení	130 000
Očekávaná úspora za rok	35 000

Vlastní zpracování, 2021

4.3.5 Senzory na kontrolu úrody půdy a meteostanice

Jako další lze navrhnout pořízení senzorů na kontrolu půdy. Organizace tato řešení aktuálně nevyužívá, i když mohou být přínosná a přinést zlepšení v rámci výkonnosti půdy. Řešení poskytovatele nabízející tento senzor umožňuje během pár desítek vteřin prostřednictvím webové a mobilní aplikace zjistit, co se děje na polích, aniž by tam musel jezdit některý ze zaměstnanců. To vytváří prostor pro efektivnější správu půdy.

Nabídka obdržená dodavatelem senzorů obsahuje řešení pro sběr dat (aplikace skladuje historická data, takže lze realizovat jejich komparaci v čase), ochranu úrody (sledováním aktuální výkonnosti lze půdu chránit před poškozením a negativními vlivy), predikce (řešení obsahuje i predikční model předpovídající výskyt chorob a škůdců dle naměřených dat). Náklady na pořízení komplexního systému je dodavatelem nabídnut za částku 180 000 Kč. Dodavatel zároveň odhadl úsporu nákladů, která činí 90 000 Kč za rok. Jedná se pouze o odhad, jelikož zjistit skutečnou úsporu nelze zjistit přesněji bez zkušebního provozu. (Dodavatel D, 2021).

Podnik XY může také uvažovat o nákupu senzoru, který dokáže upozornit na různé změny počasí v dané lokalitě. Změna počasí je často důvodem, který vede ke ztrátám v produkci, nebo k problémům s efektivní výrobou. Schopnost lepší předpovědi počasí umožní lepší plánování zemědělských aktivit. Organizace momentálně takové řešení nevyužívá, což není příznivé.

Meteostanice nabízí získání přehledu o meteorologických podmínkách, tj. teplotě, vlhkosti, atmosférickém tlaku, srážkovém úhrnu, větrných podmínkách. Data umožňují i předpověď počasí. V zemědělství tento systém slouží například pro rychlou identifikaci změn teploty – pokud dochází k náhlému zvýšení teploty při sklizni, tak hrozí přemnožení škůdců. Informace z meteostanice či předpověď počasí umožňuje rychlou reakci. Cena tohoto řešení je od 9 000 Kč, dle volně dostupné nabídky společnosti Crop Tech, která tento senzor nabízí. (CropTech, 2021)

Tabulka 7 Pořízení senzorů na kontrolu úrody půdy a meteostanice

Senzory na kontrolu úrody půdy a meteostanice	v Kč
Náklad na pořízení	189 000
Očekávaná úspora za rok	90 000

Vlastní zpracování, 2021

Investice přináší pozitivní vliv na zlepšení sledování výkonnosti zemědělské půdy. Doba návratnosti investice je vypočítána na 2 roky a lze tedy doporučit podniku XY využití a nákupu této možnosti.

4.3.6 Digitální software RPA, Cloud

V současnosti realizuje společnost XY řadu manuálních administrativních procesů napříč odděleními. Tyto manuální úkony je možné nahradit prostřednictvím digitálního softwarového robota, kterého lze využít např. pro zpracování docházky a mezd, reporting, párování faktur nebo pro interní formuláře. Na základě nabídky poskytovatele vyplývá, že

ji nabízí za částku přibližně 100 000 Kč za rok a lze s ním nahradit až 30 % mzdových nákladů u administrativních pracovních pozic. (Dodavatel E, 2021).

Používání daného softwaru vyžaduje také jednorázovou investici na zaškolení pracovníků v částce 20 000 Kč. Z interních údajů, které mi byly poskytnuty firmou vyplývá, že těmito činnostmi tráví zaměstnanci 480 hodin měsíčně, za průměrnou mzdu 185 Kč na hodinu. Měsíční mzdové náklady tedy tvoří 88 800 Kč a umožňují tak dosáhnout finanční úsporu pro zemědělskou organizaci v částce 26 640 Kč za měsíc.

Mezi další pozitivní efekty se řadí snížení chybovosti, protože automatický proces eliminuje riziko lidské chyby. Z finančního hlediska se počáteční investice vrátí za čtyři a půl měsíce. Investici do tohoto řešení lze organizaci XY doporučit.

Jak již bylo zmíněno, organizace XY neprovádí sběr potřebných zemědělských dat, které by ji umožnily sledovat aktuální stav a informace týkajících se zvířat. Data, která organizace bude generovat pomocí senzorů, potřebuje ukládat, spravovat a využívat je k dalšímu rozhodování. Cloudové úložiště je poskytovatelem nabízené za měsíční poplatek 3 000 Kč. Tato cena byla taktéž poskytnuta v rámci dotazníkového šetření.

Tabulka 8 Digitální automatizace procesů

Softwarový robot	v Kč
Náklad na pořízení za první rok	120 000
Očekávaná úspora za rok	319 680

Vlastní zpracování, 2021

4.4 Zhodnocení očekávaných přínosů

Největší úspory v rámci jednoho roku by mělo být dosaženo prostřednictvím pořízení nákupu dojícího robota. V případě využívání tohoto robota 15 let dle maximální životnosti, přinese podniku téměř 18,5 mil. Kč, za jinak neměnných podmínek. Je zde delší doba návratnosti, a proto závisí zejména na přístupu managementu k tomuto návrhu. Z dalších

doporučení pak lze očekávat nejvyšší úspory plynoucí z využití polní navigace, či senzorové techniky pro chov zvířat. V řadě případů však mají technologie i další nepřímé vlivy na finanční náklady, které lze jen složitě kalkulovat, ale jsou přínosem pro organizaci.

Z hlediska posouzení návratnosti se jeví jako nejvíce rentabilní investice do polní navigace a softwaru pro digitální automatizaci procesů. Naopak investice do dronů bude nejméně rentabilní. ROI pro všechny navrhované technologie jsou větší než 0 % a znamenají tak zhodnocení daných investic.

Ucelený přehled očekávaných přínosů, nákladů na pořízení a návratnost investice (ROI) shrnuje následující tabulka.

Tabulka 9 Náklady a návratnost návrhů

Technologie	Náklad na pořízení	Očekávaný přínos za 1 rok	ROI v %	Životnost
Automatické dojící technologie	13 500 000	2 129 000	136.6	15 let
Senzorová technika, IoT	480 000	200 000	108.3	5 let
Polní navigace	300 000	300 000	400	5 let
Drony	130 000	35 000	34.6	5 let
Senzory na kontrolu půdy	189 000	90 000	138.10	5 let
Softwarový robot, Cloud	123 000	319 680	198.8	5 let
Celkem	14 722 000	3 073 680		

Vlastní zpracování, 2021

Nelze opomenout ani synergický efekt těchto technologií, který může způsobit, že konečná úspora nákladů bude ještě na vyšší úrovni. Potvrzuje se skutečnost, že digitalizace a robotizace vytváří zemědělským organizacím řadu příležitostí pro zajištění jejich rozvoje. Lze souhlasit s názorem, že úspěšná implementace prostředků digitalizace a robotizace může vést ke zvýšení produktivity, konkurenceschopnosti, k úspoře nákladů či času.

Celkově mají všechny uvedené návrhy vést ke zlepšení živočišné a rostlinné výroby v organizaci. To se pozitivně projeví nejen na snižování nákladů, ale také na vyšší efektivitě, která by se měla projevit vyššími tržbami organizace. Do budoucna lze ještě organizaci doporučit, aby i nadále zkoumala a hledala cesty pro neustálé zlepšování její konkurenceschopnosti právě prostřednictvím prostředků digitalizace a robotizace.

Uvedená doporučení představují první systematictější iniciativu organizace k využití prostředků digitalizace a robotizace pro zemědělskou činnost. Pokud se skutečně podaří dosáhnout uvažované návratnosti, či tuto překonat, tak lze očekávat, že bude organizace v této oblasti investovat i nadále.

Podniku bych dále doporučila se připravit na očekávaný rozvoj 5G sítí v České republice. Jde o velmi moderní technologii, která ovlivní i sektor zemědělství tím, že zde vytvoří řadu příležitostí ke zlepšení prostřednictvím digitalizace a robotizace. Organizaci doporučuji, aby neustále sledovala trendy v této oblasti a realizovala kroky pro využití těchto příležitostí. To lze například sledováním zahraničních internetových zdrojů a případových studií, sledováním nabídky tuzemských dodavatelů apod. Lze předpokládat, že rozvoj této technologie vytvoří další příležitosti pro zvýšení ziskovosti a efektivity organizace.

Kroky, které podniku navrhuji, lze využít i v rámci jiných zemědělských podniků. Je třeba však posoudit několik proměnných, např. zaměření podniku, velikost stáda nebo výměru zemědělské plochy.

Při nákupu robota pro automatické dojení, je nutné zohlednit, kolik skotu podnik vlastní. Pro stáda do 80 kusů je vhodné využít monobox, naopak pro velká stáda bude vhodnější zařízení automatizované kruhové dojírny, která pojme až 400 krav. Benefity však zůstávají obdobné jako u multiboxu, který je doporučen pro podnik XY. V případě rostlinné výroby

taktéž závisí na velikosti obhospodařované plochy. Drony se spíše hodí pro pozemky, které nejsou natolik rozsáhlé, v opačném případě je lepší využít snímků ze satelitních družic.

Využívání vnitřních a vnějších senzorů, jsou ideálním řešením pro všechny podniky, které chtějí šetřit své náklady. Jsou také nezbytné pro vytvoření chytré sítě, která je základním prvkem Průmyslu 4.0. V rámci implementace je vhodné vybrat jednoho konkrétního poskytovatele a nechat si na míru vytvořit produkt, podle požadavků a potřeb podniku.

5. Výsledky a diskuse

Na trhu s prostředky digitalizace a robotizace působí mnoho poskytovatelů, kteří nabízejí různá řešení pro zemědělské podniky na českém trhu. Lze využít technologie jako Cloudová úložiště, IoT, RPA, senzorovou techniku, robotické technologie a automatizované systémy.

Aby implementace elementu Průmyslu 4.0 pro zemědělský podnik byla úspěšná, je třeba se zaměřit na několik faktorů. V první řadě hraje důležitou roli velikost a finanční možnosti podniku. Jak vyplynulo z dotazníkového šetření, velké podniky mají zájem o nové technologie více než podniky malé nebo mikropodniky. Často mají více disponibilních prostředků a rychleji dostanou svou investici zpět díky úsporám z rozsahu.

Neznamená to ale, že malé či středně velké podniky nejsou schopné investovat do digitalizace a robotizace. Musí ale velmi dobře zvažovat a vybírat takové technologie, které budou dostatečně efektivní a výkonné, aby přinášely potřebný ekonomický benefit. Z hlediska finanční dostupnosti se jeví jako nejvhodnější investice do IoT společně s nákupem senzorů, které budou provádět sběr a analýzu dat. Tato data pak budou následně ukládána na Cloudovém úložišti. Velmi oblíbené a široce nabízené jsou také produkty robotické automatizace dokumentů, které může využít jakýkoliv podnik, ne jen zemědělský. Dle poskytovatele výrazně šetří náklady a lze ho doporučit i pro menší firmy.

Dalším nezbytným faktorem pro úspěšnou implementaci je nutnost zajistit vzájemnou kompatibilitu jednotlivých technologií. Je proto vhodné vybírat takové poskytovatele, kteří dokážou navrhnout nějaké komplexní řešení. Jednotlivé technologie by měli umět spolu vzájemně komunikovat a autonomně se rozhodovat. Na českém trhu je velký počet poskytovatelů nabízejících robotizaci a digitalizaci a podniky by tak měli upřednostnit takového poskytovatele, který je schopen navrhnout řešení na míru podniku.

Technologie jako takové musí být vybírány dle konkrétních podmínek zemědělského podniku. Je třeba reagovat na to, zda-li podnik je zaměřen na živočišnou či rostlinnou výrobu a dle toho vybrat vhodné technologie. Roboti využívaní pro rostlinné zemědělství musí reagovat na mnoho faktorů jako jsou teplotní podmínky, srážková činnost, pěstované

plodiny nebo obtížný terén. Vhodné je zvážení použití dronů, které pomocí nastupujících 5G sítí pomohou firmám výrazným způsobem zefektivnit jejich produkci.

Mikro zemědělským podnikům zatím nelze doporučit investice do technologií, které jsou novinkou v oblasti robotiky a stojí tak velké množství finančních prostředků. Jedná se zejména o digitální traktory nebo jiné autonomní stroje či technologie. Naopak velkým zemědělským podnikům, kteří mají dostatek prostředků lze doporučit i investice do dražších technologií, jako jsou autonomní polní roboti nebo dojící technologie. Návratnost investice bývá sice delší, ale dokáží v souhrnu dosáhnout významných úspor na nákladech.

Technologie Průmyslu 4.0 mají jistě potenciál ke zlepšení zemědělských aktivit. Mimo pozitivního efektu snižování nákladů lze především dosáhnout výrazné zvýšení efektivity při výrobě. Robotizace a automatizace pomůže podnikům dosáhnout maximální kvality a množství produkce, což povede ke zvýšení zisku. Navíc bude mít podnik lepší přehled a kontrolu nad svými daty, které by měl umět vyhodnocovat a používat je k rozhodování. Aby technologie přinášela maximální přínos, je důležité, aby podniky zaměstnávaly kvalifikovanou pracovní sílu, která bude umět tyto nové technologie obsluhovat.

V příštích pěti letech lze očekávat nárůst poptávky po nových technologiích. Lze předpokládat, že to bude způsobené vyšší informovaností podniků o možnostech, které nové technologie přináší a také tím, že budou nové technologie více finančně i fyzicky dostupné.

6. Závěr

Tato diplomová práce se zabývala technologiemi digitalizace a robotice pro zemědělské podniky. Cílem této práce byl popis nabídky technologií pro zemědělský sektor a návrhnutí vhodných technologií pro vybraný zemědělský podnik.

V rámci zkoumaného podniku bylo zjištěno několik nedostatků současného stavu. Firma aktivně využívá pouze malé množství moderních technologií a nepracuje s daty. Potýká se s navyšováním nákladů a zavedení nových technologií představuje velký potenciál ke zlepšení efektivity. Ačkoliv se úspory zpravidla obtížně odhadují, nepopíratelně k šetření nákladů dochází. Nakoupením senzorové techniky, dronů, dojícího autonomního robota se bude jistě schopna produkovat více výrobků, a to za nižší náklady.

Uvedené návrhy mají potenciál stát se pro zkoumanou firmu doporučeními, jaké technologie mohou do budoucna implementovat a vyhnout se tak stagnaci, ve které se momentálně nachází. Konkurenční boj je nemilosrdný, a pokud chce podnik být nadále úspěšnou firmou, neměl by odkládat zavádění těchto technologií.

Na českém trhu existuje mnoho poskytovatelů nabízejících hmotné či nehmotné výrobky a služby Průmyslu 4.0. Tito poskytovatelé jsou schopni navrhnout komplexní řešení na míru pro potřeby daného podniku. Cenová relace, za kterou jsou schopné nabídnout komplexní řešení, je velmi široká a pohybuje od statisíců až po miliony Kč.

Přínos této diplomové práce spatřuji v uceleném přehledu nejčastějších technologií, které jsou momentálně na českém trhu firmám k dispozici a jejich posouzení z hlediska úspory nákladů a zlepšení výkonnosti pro zemědělský podnik.

7. Seznam použitých zdrojů

ASLAM, N.; a kol., 2014: *Journal of Animal Science and Technology 2014*, 56:13
<http://www.janimscitechnol.com/content/56/1/13>

AULBUR, W.; a kol., 2019: *Farming 4.0: How precision agriculture might save the world*, [online] ROLAND BERGER GMBH [cit 2020-10-12] Dostupné z:
https://www.rolandberger.com/publication_pdf

BOSTON CONSULTING GROUP, 2015: *Industry 4.0: the future of productivity and growth in manufacturing industries*, [online]. [cit 2020-08-15] Dostupné z: https://image-src.bcg.com/Images/Industry_40_Future_of_Productivity_April_2015_tcm9-61694.pdf

BEZPALEC, P., 2015: *Cloud Computing. Nové trendy v elektronických komunikacích*. [Online] České vysoké učení technické v Praze. [cit. 2020-08-13] Dostupné z:
<https://publi.cz/books/230/01.html>

BRANT, V.; KROULÍK; M., KRČEK, V. a kol., 2020: *Implementace principů precizního zemědělství do rostlinné výroby*. České Budějovice: Kurent, ISBN 978-80-87111-81-9.

CEJNAROVÁ, A., 2015: *Od 1. Revoluci ke 4.* [online]. [cit. 2020-08-05] Dostupné z:
https://www.technickytydenik.cz/rubriky/archiv-technik/od-1-prumyslove-revoluce-ke-4_32491.html

COCET C., G.B., BALGIU, B.A. and ZALESCHI, 2017: Assessment procedure for the soft skills requested by Industry 4.0. MATEC Web of Conferences, 121

ČSOB průvodce podnikáním, 2020: *Podnikáte v zemědělství? Využijte všechny možnosti digitalizace* [online]. [cit. 2020-09-01] Dostupné z:
<https://www.pruvodcepodnikanim.cz/clanek/digitalizace-zemedelstvi/>

CHINORACKÝ, R., TURSKÁ S., MADLEŇÁKOVÁ, L., 2019: *Does Industry 4.0 Have the Same Impact on Employment in the Sectors?* [online] Management. 14. 5-17.
10.26493/1854-4231.14.5-17.

DELOITTE, 2017: *Chytrá budoucnost: Proč robotika všechno mění?*. [Online]. [2020-08-22] Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/cz/Documents/strategy-operations/cfo-insights-why-robotics-changes-everything-cze.pdf>

DELOITTE, 2017: *Using autonomous robots to drive supply chain innovation*, [Online]. [cit. 2020-05-08] Dostupné z: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-supply-chain-of-the-autonomous-robots.pdf>

ERSTE, 2016. *Zemědělství 4.0*, [online]. [cit. 2020-08-28] Dostupné z: <https://www.investicniweb.cz/news-zemedelstvi-40-urcuje-digitalizace/>

EXPONDO, 2021 [online]. [cit. 2021-03-28]: Dostupné z: <https://www.expondo.cz/>

CHINORACKÝ, R, TURSKÁ, S., MADLENAKOVÁ, L., 2019: *Does Industry 4.0 Have the Same Impact on Employment in the Sectors?*. Management.

ČERVENÝ, K, 2016: *Průmyslová revoluce 4.0, 5.0, 6.0, 7.0*. [Online]. [cit. 2020-08-01] Dostupné z: https://www.technickytydenik.cz/rubriky/ekonomika-byznys/prumyslova-revoluce-4-0-5-0-6-0-nebo-7-0_35493.html

DESI, 2020: *Index digitální ekonomiky a společnosti*, [online]. [cit. 2020-07-25] Dostupné z: <https://www.cnews.cz/desi-2020-evropska-unie-cesko-digitalizace-report/>

DODAVATEL A. *Neveřejná obchodní nabídka dodavatele A*. 2021.

DODAVATEL B. *Neveřejná obchodní nabídka dodavatele B*. 2021.

DODAVATEL C. *Neveřejná obchodní nabídka dodavatele C*. 2021.

DODAVATEL D. *Neveřejná obchodní nabídka dodavatele D*. 2021.

DODAVATEL E. *Neveřejná obchodní nabídka dodavatele E*. 2021.

GRABOWSKA, S., 2020: *Smart Factories in the Age of Industry 4.0*. Management Systems in Production Engineering. 28. 90-96. 10.2478/mspe-2020-0014 Systems in Production Engineering.

HEDVIČÁKOVÁ, M. and SVOBODOVÁ, L. 2017: Labor market of the Czech Republic in the context of Industry 4.0 , Brno: Masarykova univerzita, Ekonomicko-správní fakulta, pp. 303-310

HEJLÍK, T, 2020: *Industry 4.0 vs. Kybernetická bezpečnost – máme se čeho obávat?* [Online]. [2020-08-02] Dostupné z:

<https://www.casopisczechindustry.cz/products/industry-4-0-vs-kyberneticka-bezpecnost-mame-se-ceho-obavat/>

Industrial Internet Consortium, 2017: *A Global Industry First*. [online]. [cit. 2020-09-05] Dostupné z: <https://www.iiconsortium.org/press-room/04-20-17.htm>

I-SCOOP, 2017: *Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide do Industry 4.0*, [online]. [cit. 2020-08-23] Dostupné z: <https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/>

JØRGENSEN, M.H., 2018: *Agricultural field production in an ‘industry 4.0’ concept*. *Agronomy Research*. vol. 16. 94-102. 10.15159/AR.18.007.

KAMÍR, 2021 [Multibox] [Online] Dostupné z: <https://www.kamir.cz/web/dojici-zarizeni/roboticke-dojeni/multibox>

KHURAPE, A., 2019: *INDUSTRY 4.0 IN AGRICULTURE FROM IoT ASPECTS*. 10.13140/RG.2.2.11883.18727.

KROULÍK, M., 2019: *Polní roboti a myšlenka robotického zemědělství* [online]. [cit. 2020-09-05] Dostupné z: <https://www.ctpz.cz/vyzkum/polni-roboti-a-myslenka-robotickeho-zemedelstvi-985>

KUMAR, S. a kol., 2020: *Robotic Process Automation*, 2582-5208.

LU, Y., 2017: *Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues*. *Journal of Industrial Information Integration*. 6. 10.1016/j.jii.2017.04.005

MAREŠOVÁ, P. a kol., 2018: *Consequences of Industry 4.0 in Business and Economics*. *Economies*. 6. 46. 10.3390/economies6030046.

MAŘÍK, V., 2016: *Průmysl 4.0: výzva pro Českou republiku*. Praha: Management Press, ISBN 978-80-7261-440-0.

MOSTYN, M. 2016: *Česká cesta Průmyslu 4.0: Úspora nákladů, vyšší produktivita práce, řešení nedostatku lidí*, [Online tisková zpráva]. Svaz průmyslu a dopravy, [cit. 2020-08-15] Dostupné z:

https://www.spcr.cz/images/TZ_SP_%C4%8CR_%C4%8Desk%C3%A1_cesta_Pr%C5%AFmyslu_4.0.pdf

MPO, 2019: Digitální Česko, [online], [cit. 2020-08-16] Dostupné online:

<https://www.digitalnicesko.cz/zakladni-informace/>

NOVÁK, R., 2018: *Precizní zemědělství v praxi*, [online]. [cit. 2021-01-28] dostupné z:

https://www.csas.cz/content/dam/cz/csas/business_csas_cz/precizni-zemedelstvi/Precizni_zemedelstvi_v_praxi_2018_02.pdf

Iniciativa Průmysl 4.0, 2016, [online], MPO [cit. 2020-08-28] dostupné z:

<https://www.mpo.cz/assets/dokumenty/53723/64494/659339/priloha001.pdf>

PETRILLO, A.; DE FELICE, F; CIOFFI, R.; ZOMPARELLI, F., 2018: *Fourth Industrial Revolution: Current Practices, Challenges, and Opportunities*. 10.5772/intechopen.72304.

PURIWAT, W.; & TRIPOPSAKUL, S.; 2020: *Preparing for Industry 4.0 – Will youths have enough essential skills?*, International Journal of Instruction. 13. 89-104. 10.29333/iji.2020.1337a.

SCHWAB, K., 2016: *The fourth industrial revolution*. Geneva, Switzerland: World Economic Forum, ISBN 978-1-5247-5886-8.

SMOKVINA, R., 2016: *Industrie 4.0.-primena interneta stvari u industriji*, Open Infotrend, Vol. 5, No.202, p. 30-34

SVOBODA, M., 2018: *Vliv digitalizace a robotizace na charakter práce a roli sociálního dialogu v zemědělství*, [online]. [cit. 2020-08-18] Dostupné z:

<https://www.odbory.info/obsah/5/vliv-digitalizace-robotizace-na-charakter-prace-rol-socialn/22081>

THE MANAGEMENT ACCOUNTANT, June 2019: The institute of costs accountants of India, VOL 54, No. 06, ISSN 0972-3528

VANÍČEK, D., 2020: *Robotická procesní automatizace (RPA)*, [online]. [cit. 2020-08-23] Dostupné z: [https://www.bdo.cz/cs-cz/publikace/digital/roboticka-procesni-automatizace-\(rpa\)](https://www.bdo.cz/cs-cz/publikace/digital/roboticka-procesni-automatizace-(rpa))

VEBER, J., 2018: *Digitalizace ekonomiky a společnosti: výhody, rizika, příležitosti*. Praha: Management Press, ISBN 978-80-7261-554-4.

VRCHOTA, J. ; PECH, M., 2019: *Readiness of Enterprises in Czech Republic to Implement Industry 4.0: Index of Industry 4.0. Applied Sciences*. 9. 5405. 10.3390/app9245405.

Výroční zpráva, Účetní závěrka a Interní poklady podniku Společnosti XY, 2020

WANG, F.. 2020: *Technology Related to Agricultural Transformation and Development based on 5G Technology*. Journal of Physics: Conference Series. 1574. 012015. 10.1088/1742-6596/1574/1/012015.

WORD ECONOMIC FORUM, 2018: *The Future of Jobs Report 2018*: [online]. [cit. 2020-07-26] Dostupné z: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2018.pdf

WHEELER, K., 2021: *How a 'segment of one' approach can help businesses connect with their customers*. [online]. [cit. 2020-09-23] Dostupné z: <https://www.fourthsource.com/general/how-a-segment-of-one-approach-can-help-businesses-connect-with-their-customers-23392>

WYMAN, O., 2018: *Agriculture 4.0: The Future of Farming Technology*, [online]. [cit. 2020-10-23], Dostupné z: <https://www.oliverwyman.com/content/dam/oliver-wyman/v2/publications/2018/February/Oliver-Wyman-Agriculture-4.0.pdf>

ZAMBON, I.; CECCHINI, M.; EGIDI, G.; SAPORITO, M.G.; Colantoni, Andrea, 2019: *"Revolution 4.0: Industry vs. Agriculture in a Future Development for SMEs"* Processes 7, no. 1: 36.

