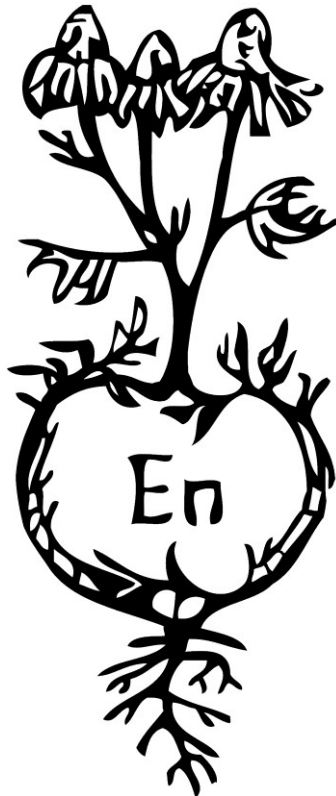


Masarykova univerzita
Fakulta sociálních studií
Katedra environmentálních studií



**Precizní zemědělství v Česku: Kvantitativní
analýza faktorů ovlivňujících jeho osvojení**

Diplomová práce

Bc. Michaela Kašperová

Vedoucí práce: PhDr. Jan Krajhanzl, Ph.D.

Brno 2018

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně a všechny použité zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

V Brně, 28. 4. 2018

.....

Michaela Kašperová

Děkuji všem těm, kteří mi při psaní práce pomohli.

*Děkuji všem těm, kteří dennodenně obhospodařují půdu,
abych se mohla nakrmit já a 7,6 miliardy dalších obyvatel Země.*

Anotace

Precizní zemědělství pomáhá zemědělcům spravovat variabilitu půdy a porostu na jejich pozemcích. Má přitom potenciál optimalizovat výnos, zvýšit zisk a zároveň snížit negativní dopad zemědělské činnosti na životní prostředí. Tato studie čerpá z teorie difuze inovací. Testuje proto vnímání atributů precizního zemědělství spolu s charakterem zemědělských subjektů k získání vhledu do šíření precizního zemědělství. Výsledky logistické analýzy (N=167) ukazují, že prediktor s největším pozitivním dopadem na osvojení precizního zemědělství jsou vnímané dostupné zdroje, velikost obdělávané plochy a vnímaná snadnost použití technologie. Tato práce představuje výchozí bod pro další zkoumání osvojení technologií precizního zemědělství v České republice.

Klíčová slova: precizní zemědělství – difuze inovací – atributy inovace – binární logistická regrese – dotazníkové šetření – charakter zemědělského subjektu

Annotation

Precision agriculture helps farmers to manage soil and crop variability within a field. It has potential to optimize yield and increase profitability while reducing the negative impact on the environment. This study draws on diffusion of innovation theory. Therefore perceptions of attributes of precision agriculture are tested together with farm characteristics to gain insight into aspects of adoption. The results of a logistic regression analysis (N=167) show that predictors with main positive influence on the adoption of precision farming are perceived available resources, farm size and perceived ease of use of precision agriculture technologies. This study represents starting point for further investigation of adoption of precision agriculture technologies in Czech Republic.

Keywords: Precision Agriculture – Diffusion of Innovations – Attributes of Innovation - Binary Logistic Regression – Survey – Farm Characteristic

Obsah

1. ÚVOD	7
2. TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1. Difuze inovací	9
2.1.1. Model rozhodovacího procesu o inovaci.....	10
2.1.2. Atributy inovací.....	14
2.1.3. Kategorie osvojitelů.....	18
2.1.4. Sítě a role názorových vůdců	21
2.1.5. Slabiny ověřování teorie	22
2.1.6. Shrnutí.....	24
2.2. Precizní zemědělství	27
2.2.1. Povaha precizního zemědělství	27
2.2.2. Přínosy precizního zemědělství	30
2.2.3. Zápory a rizika precizního zemědělství	34
2.2.4. Shrnutí.....	35
2.3. Výzkumy precizního zemědělství	37
2.3.1. Míra osvojení	37
2.3.2. Faktory spojené s osvojením	39
2.3.3. Velikost a lokace farmy	41
2.3.4. Vnímané bariéry a benefity	44
2.3.5. Intermezzo – České zemědělství.....	51
2.3.6. Shrnutí.....	53
3. EMPIRICKÁ ČÁST	55
3.1. Metodologie	55
3.1.1. Předmět a cíl výzkumu.....	55
3.1.2. Výzkumné otázky a hypotézy	56
3.1.3. Metody měření proměnných	58
3.1.4. Sběr dat	60

3.2. Výsledky	61
3.2.1. Popis vzorku.....	61
3.2.2. Pearsonův chí-kvadrát test.....	66
3.2.3. Faktorová analýza atributů a reliabilita škál.....	67
3.2.4. Test shody dvou průměrů	69
3.2.5. Logistická regrese.....	72
3.2.6. Závěry testování.....	74
3.3. Diskuze	75
3.3.1. Čím větší, tím preciznější.....	75
3.3.2. Finance jako kritický činitel	76
3.3.3. Atributy jako problematické prediktory	77
3.3.4. Posloupnost osvojování	79
3.3.5. Implikace pro budoucnost.....	80
4. ZÁVĚR	82
SEZNAM SCHÉMÁT A TABULEK	84
JMENNÝ INDEX	86
BIBLIOGRAFIE	86
PŘÍLOHY	100

Rozsah základního textu práce včetně poznámek, bez anotace, obsahu práce, jmenného rejstříku a bibliografie je 21 169 slov.

1. ÚVOD

Neduhem konvenčního zemědělství je, že s půdou na poli nakládá, jako by byla stejná – stejně živěná, zavlažená, ohrožená erozí... Aplikuje pak na ni stejné množství semen, hnojiv, pesticidů, které však rostliny nedokážou využít stejně. Voda pak agrochemikálie odnáší pryč a znečišťuje řeky. Nejen na tento neduh odpovídá precizní zemědělství, o kterém je tato práce.

Precizní zemědělství je celistvý přístup k řízení farmy, který moderními technologiemi sbírá a vyhodnocuje data o obhospodařované půdě. Na jejich základě pak dělá opatření ve správnou dobu, na správném místě, správnou dávkou, čímž šetří zemědělci náklady a snižuje negativní dopady na životní prostředí.

Přestože se precizní zemědělství skloňuje stále častěji, mnohdy v souvislosti s čtvrtou průmyslovou revolucí a mluví se o něm jako o zemědělství budoucnosti, celosvětově se šíří pomaleji, než se doufalo a odhadovalo v 90. letech. Tehdy zažilo rozmach. Otázkou je, proč zemědělci přijímají tento management pomalu, když má mít tak evidentní výhody? Na otázku by měla odpovědět moje diplomová práce.

Mou ambicí zároveň je přinést vůbec první vhled do situace precizního zemědělství v Česku. Debaty, které se u nás vedou, jsou spíše technického rázu. Pořádají se semináře, které účastníky s managementem seznamují, a exhibice s ukázkami strojů. Méně se hovoří o výhodách a nevýhodách, ještě méně o tom, co si o precizním zemědělství myslí samotní zemědělci – znají ho? Rozumějí mu? Chtějí ho?

Jedna z nejvýznamnějších teorií, která vysvětluje, jak se ve společnosti šíří nové technologie a postupy, je difuze inovací (Rogers 2003). Plyne z ní, že šíření inovací není jednoduchý přenos, který by závisel například na množství peněz investovaných do informační kampaně nebo na tom, že novinka přinese jedinci jasné ekonomické výhody. Její autor Everett Rogers doložil, že jde ve skutečnosti o proces, ve kterém významnou roli hraje souhra řady vedlejších faktorů včetně samotné povahy inovace.

Při zodpovídání otázek o precizním zemědělství proto budu vycházet jednak z difuze inovací, jednak z dosavadních zahraničních studií, které na téma šíření precizního zemědělství existují. Hlavní výzkumné cíle práce jsou:

- zmapovat studie věnující se šíření precizního zemědělství ve světě,
- doplnit dosavadní výzkumy vlastní studií šíření precizního zemědělství v Česku.

V teoretické části nejdříve představuji teorii difuze inovací, která práci teoreticky ukotvuje. Poté se věnuji povaze, kladům a záporům precizního zemědělství. Důraz kladu na nejnovější poznatky v oboru, protože se technologie rok od roku posunují. Stěžejní třetí kapitola pak shrnuje dosavadní studie a popisuje strukturu českého zemědělství. V empirické části získané poznatky uplatňuji ve vlastním výzkumu. Jeho metodologické aspekty podrobně rozebírám v kapitole 3.1.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Difuze inovací

Teoretickým hledáčkem, kterým budeme zkoumat precizní zemědělství, je teorie šíření inovací.¹ Nejdříve se proto podívejme na to, o čem pojednává, na její ústřední koncepty a jakým vývojem prošla.² Kapitola rovněž zdůrazní její slabá místa a revize, které podstoupila.

Kořeny difuze inovací tkví v poznatku sociologa Everetta Rogerse, který si povšiml, že i tak vzdálené výzkumy prevence přenosu viru HIV v San Franciscu nebo či zavádění vodovodních řádů v Egyptě, přinášejí podobné poznatky o tom, jak se inovace populacemi šíří. Rogers na základě vlastních výzkumů zemědělských inovací a sumarizací studií z jiných oblastí, jako je zdravotnictví, komunikace, marketing, vzdělávání či antropologie, došel k závěru, že „difuze inovací je univerzální proces sociální změny“ (2003, s. XVI) a vystavěl na něm teorii difuze inovací, kterou poprvé publikoval roku 1962.

Teorie se rychle rozšířila. V prvních letech se výzkumníci soustředili na průmyslové technologie v zemědělství, zdravotnictví a vzdělávání. Postupně se pozornost přesunula do oblasti služeb a ke studiu inovací v tzv. rozvojových zemích. Díky multidisciplinarnosti obohatily teorii vhledy jiných disciplín. Například geografie přinesla poznatky o územním šíření inovací, zatímco komunikační teorie objasnily, jaký vliv na jejich přijetí mají různé typy médií (Sandra Nutley et al. 2002, s. 15).

V environmentální oblasti, která nás zajímá nejvíce, dnes stojí v popředí výzkumy ekologického zemědělství (např. Kaufmann et al. 2011; Allaire et al. 2015; Banjara 2016), energeticky úsporných opatření (např. Franceschinis et al. 2017; Lee a Huh 2017) a řešení klimatické změny (např. Long et al. 2016). Jak

¹ Známa také jako difuze inovací. V zahraniční literatuře označovaná *diffusion of innovation*, případně *innovation adoption*.

² V kapitole jsou zmíněny jen ta témata, která jsou nezbytná pro další části práce. Co se týče nezmíněných témat (například inovace v organizacích, jak inovace vznikají nebo následky inovací), odkazují čtenáře k Rogersově knize (2003).

však uvidíme v závěru kapitoly, stovky a tisíce³ dosud provedených studií nedávají mnoho jednoznačných odpovědí a trpí nevhodně zvolenými metodami výzkumu (Tornatzky a Klein 1982).

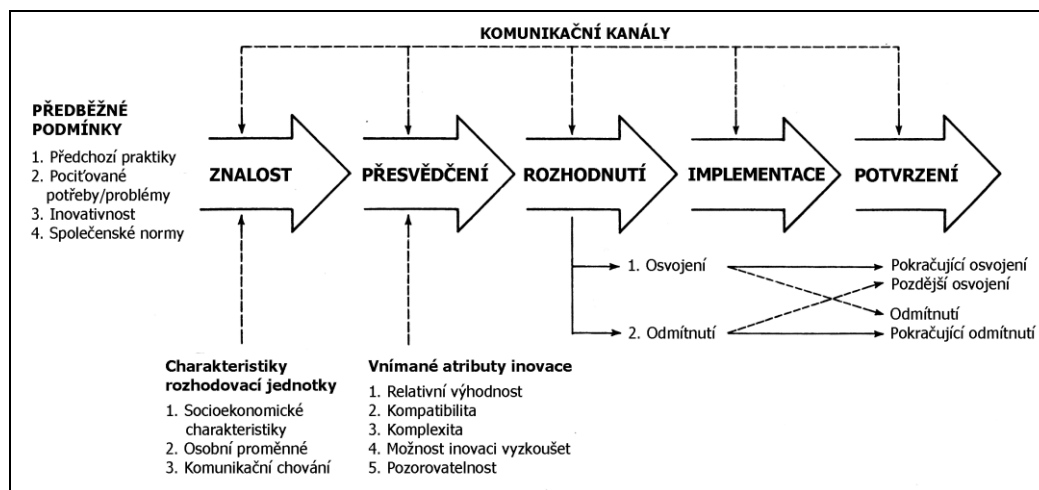
2.1.1. Model rozhodovacího procesu o inovaci

Rogers definuje difuzi inovací jako „proces, během kterého je inovace komunikována kanály v průběhu času mezi určitými členy společenského systému“ (Rogers 2003, s. 5). Z definice můžeme odvodit ústřední činitele, kteří stojí za nerovnoměrným šířením inovací: charakter inovace, komunikace a dynamika procesu daná společenským rámcem.

Ještě než se přesuneme na vyšší úroveň, zůstaňme na úrovni jednotlivce. Prvním Rogersovým poznatkem je **model rozhodovacího procesu o inovaci** (*Innovation-decision Process*), z něhož plyne, že rozhodnutí přijmout nějakou novinku není jednorázovou událostí, ale procesem. Každá z fází přitom staví před potenciálního osvojitele specifické překážky.⁴ Jedinec si klade jiné otázky a informace vyhledává z odlišných zdrojů, jak znázorňuje schéma 1.

Schéma 1

Pět fází difuzního procesu (Rogers 2003).



³ Například Wolfe (1994) našel pro období 1989-1994 6024 článků publikovaných na téma inovace v organizacích. Nutley (2002) jich na stejné téma pro období 1990-2002 našel 14600.

⁴ Potenciálním osvojitelem může být jedinec, ale i skupina, organizace nebo stát. Protože jsou předmětem mého zájmu jednotliví zemědělci mající farmu ve správě, budu se v dalších kapitolách vztahovat k nim.

Znalost (Knowledge)

Rozhodovací proces začíná, jakmile se jedinec dozví o inovaci a získává povědomí o tom, jak funguje. Rogers rozlišuje znalosti na samotné povědomí, že inovace existuje (*Awareness-knowledge*), jak se prakticky používá (*How-to knowledge*) a na jakých principech funguje (*Principle knowledge*) (Rogers 2003). Klíčové otázky proto jsou CO, JAK a PROČ. Přestože je tématem práce precizní zemědělství, ilustrujme rozhodovací proces na lépe známém příkladu ekologického zemědělství.

Ví-li například zemědělec, že se v ekologickém zemědělství hnojí organickými hnojivými (*How-to knowledge*), nemusí nutně znát biologii rostlin (*Principle Knowledge*). Rogers však upozorňuje, že v takové situaci je „nebezpečí nesprávného použití nové ideje vyšší a může vést až k jejímu odmítnutí“ (Rogers 2003, s. 173). Pravděpodobnost osvojení je proto nejvyšší, ovládá-li člověk všechny tři typy znalostí.

V tzv. rozvinutých zemích jsou v této fázi neúčinnější masová média typu televize, noviny či knihy. To, že inovace koluje v médiích, však ještě neznamená, že ji člověk vnímá. Rogers vysvětluje, že informace mohou být „neviditelné“, pokud nekorespondují s potřebami daného člověka. Někdy sice mohou v člověku potřebu vyvolat, častější je ale opačná posloupnost – po pocíťované potřebě následuje vnímavost k informacím (Rogers 2003). Jedním z vysvětlení je přirozená tendence člověka vnímat informace selektivně a upřednostňovat ty, které jsou v souladu s jeho postoji a chováním (Klapper 1960; Festinger 1962).

Přesvědčení (Persvasion)

Následně si k inovaci jedinec buduje příznivý, nebo nepříznivý postoj. Zatímco předešlá fáze byla spíše kognitivní, tato je afektivní. Jedinec zvažuje, jestli by mohl být potenciálním uživatelem. Nehledá už obecné informace, ale ty, které se vztahují přímo k němu. Ptá se: „Jaké má inovace výhody a nevýhody pro MĚ?“ Masová média jsou v této fázi příliš obecně zaměřená, jedinec proto pátrá po hodnocení a zkušenostech ve svém nejbližším okolí, často u tzv. **názorových vůdců** (*Opinion Leaders*) (Fell et al. 2009), o kterých bude ještě řeč.

Demonstrujme princip na situaci, kdy za zemědělcem přichází prodejce osiv pro ekologické zemědělství a přesvědčuje ho, že právě tato semena jsou pro něj ta pravá. Zemědělec však obchodníka nepovažuje za důvěryhodný zdroj a větší náklonnost k ekologickému zemědělství získá pravděpodobně teprve poté, co mu blízký přítel či uznávaný soused řekne, že jsou semena opravdu dobrá a osvědčila se mu (Abrahamse a Steg 2013, s. 1774).

Rozhodnutí (*Decision*)

Ve třetí fázi se jedinec rozhoduje, zda inovaci přijme a využije v praxi, nebo ji odmítne.⁵ Přestože si k inovaci v předcházející etapě vybudoval kladný postoj, neznamená to, že se podle něj začne také chovat. Jak dokládá kupříkladu teorie plánovaného chování, postoje nemusí s chováním pokaždé korespondovat, protože do hry vstupuje, jakými prostředky jedinec disponuje a jak obtížná se mu změna chování jeví (Ajzen 1985). Rozhodování mu může ulehčit, pokud vidí inovaci v praxi a může si ji vyzkoušet.⁶

Za příklad si tentokrát vezměme skutečné iowské farmáře, kterým ve 40. letech firma darovala pytlík semen hybridní kukuřice, kterou mohli zasít na část pozemku a mít tak přímou zkušenost s jejím pěstováním a výnosy, což jejich rozhodování značně podnítilo (Ryan a Gross 1943). Rogers došel k závěru, že nové inovace zkouší hlavně první osvojitelé a pozdější osvojitelé je zavádějí bez vyzkoušení. Hybridní kukuřici ale ve vzpomínaném případě testovali hojně i pozdější osvojitelé. Zkoušky však přesto prováděli na větší rozloze (Ryan a Gross 1943, s. 663).

Implementace (*Implementation*)

Zpravidla ihned po rozhodnutí zavádí jedinec inovaci do praxe, a proto jej zajímá, kde inovaci získá, jak se zcela prakticky používá, případně jak se vypořádat s neočekávanými problémy. Nadále tedy hledá informace, přičemž velmi nápomocní mohou být v této fázi tzv. **aktéři změny** (*Change Agents*). Jsou to například učitelé, poradci, terénní pracovníci, obchodníci, tedy lidé, kteří zprostředko-

⁵ Rogers rozlišuje dva typy odmítnutí. Aktivní odmítnutí následuje poté, co jedinec zvažoval osvojení. Pasivním odmítnutím je, pokud jedinec o osvojení ani neuvažoval.

⁶ Jak uvidíme dále v kapitole o atributech, ne všechny inovace tuto možnost mají.

vávají kontakt mezi zdrojem inovace (např. vývojovou laboratoří) a jejími (potenciálními) uživateli. Šíření inovace usnadňují tím, že překlenují sociální propast mezi odborníky a laickou veřejností, kteří se od sebe liší postavením ve společnosti i slovníkem (Long et al. 2016, s. 16).

Aby mohl ekologický zemědělec začít, musí nakoupit adekvátní osiva, ošetřující přípravky a vybavení. Radikálnější než nákup materiálů je ale změnit způsob hospodaření – změnit řízení zemědělského podniku, načasování jednotlivých opatření a v důsledku i vlastní uvažování. Neví-li si rady, kontaktuje proto raději lokálního distributora či zemědělského poradce, než ředitele firmy, úředníka nebo vědce, kteří mluví jiným žargonem a jsou mu sociálně vzdálení.

Potvrzení (*Confirmation*)

Ani po implementaci nepřestává jedinec hledat informace. Model je proto zakončen potvrzovací fází, během které si jedinec odpovídá na otázku, zda udělal správné rozhodnutí. Z psychologického hlediska ho k tomu vede snaha vyhnout se kognitivní disonanci nebo ji alespoň zmírnit (Festinger 1962).

Ačkoli náš hypotetický zemědělec úspěšně pěstuje biozeleninu, stále se setkává s alternativními managementy, s nimiž ten svůj srovnává. Protože už ale rozhodnutí udělal, bude klást větší váhu informacím, které jeho rozhodnutí schvalují (Festinger 1962). Přesto se může stát, že ekologické zemědělství nenaplní jeho očekávání nebo se seznámí se způsobem hospodaření, který bude považovat za lepší. V takovém případě ekologické zemědělství odmítne a rozhodovací proces ukončí.

Rozšíření modelu

Některé výzkumy obohatily rozhodovací proces o dodatečné stupně. Například Cooper a Zmud (1990) přidávají fázi **rutinizace**, během které inovace přestává být vnímána jako nová, a **infúze**, fáze plného využívání potenciálu inovace. Jejich poznatky ale vzešly z posuzování změn v organizacích a zůstává nepotvrzené, jsou-li relevantní i pro rozhodování jednotlivců.

V praxi se uplatňují i jiné rozhodovací modely. Rozšířený je hlavně **model fází změny** (*Stages of Change*) (Prochaska et al. 1992).⁷ S difuzí inovací sdílí důraz na procesuální stránku rozhodování. Jeho předností je, že se využívá k přehledné segmentaci populace a k měření intervencí na základě toho, o kolik fází se jedinec posunul. Rogersův rozhodovací proces je oproti němu hůře klasifikovatelný (Horník 2004, s. 147).

Shrňme, že jedinec se rozhoduje o inovaci postupně. Jeho průchod fázemi ovlivňují předchozí podmínky (jako je předešlá praxe či dostupnost inovace) a jeho charakter (jako je důvěřivost, společenskost apod.). Dopad mají také vnímané atributy inovací, dostupnost a využívání komunikačních kanálů a aktivita aktérů změny a názorových vůdců, kteří inovaci propagují (viz následující kapitoly).

2.1.2. Atributy inovací

Rozhodovací proces říká, JAK je inovace osvojována nebo odmítána, nevysvětluje však, PROČ je jedna inovace přijata, zatímco jiná nikoli. To objasňují tzv. **atributy inovací**. Jsou to výhody a nevýhody, příležitosti a bariéry, které člověk inovaci připisuje. Jak uvidíme níže, může jich být celá řada, přičemž Rogers definoval tyto:

Relativní výhodnost (*Relative Advantage*)

Relativní výhodnost je odvozována od benefitů, které nová inovace přinese. Ty mohou být jak peněžní (např. pořizovací cena), tak nepeněžní v podobě prestiže a oblíbenosti, ušetřeného času a námahy nebo snížení rizik.⁸

Kompatibilita (*Compatibility*)

Podle Rogerse je to „míra, do které je inovace vnímána, že je v souladu s existujícími hodnotami, minulými zkušenostmi a potřebami potenciálních osvojitelů“ (Rogers 2003, s. 15). Když se jedinec ptá, zda se bude muset učit

⁷ Nazývaný také transteoretický model (*Transtheoretical Model*). Jednotlivé fáze jsou: prekontemplace, kontemplace, příprava, akce, udržení a terminace. Stupňovány jsou podle připravenosti člověka chování změnit (Prochaska et al. 1992).

⁸ Obzvlášť v modelech neoklasické ekonomie se má za to, že tento faktor, maximalizace zisku, je určující pro jedincovo rozhodování. Vzpomeňme *homo economicus*. Jak ale tvrdí Colman, motivy „mohou být komplexní od přínosů pro třetí stranu, z politických a náboženských důvodů nebo mohou odrážet jiné pohyby než uspokojení osobní spotřeby“ (1994, s. 304).

nové postupy, nebo jen změni nástroj nebo hodnotí, zda je novinka v souladu s jeho postoji, tak hodnotí kompatibilitu.

Komplexita (*Complexity*)

Zatímco předešlé dva atributy zvyšují pravděpodobnost osvojení, třetí atribut má opačný vliv, protože označuje složitost inovace. Čím náročnější je inovaci porozumět a používat ji, tím hůře se šíří. Nutnost učit se novým postupům, obzvláště jsou-li technicky náročné, je pro řadu lidí značnou překážkou.

Možnost inovaci vyzkoušet (*Trialability*)

Zejména první uživatelé inovací oceňují čtvrtý atribut, a to, zda je možné inovaci vyzkoušet v menším měřítku, aniž by se jedinec zavázal k plnému využití. Strach z neúspěchu je bariérou, která je vyšší pro první osvojitele než pro ty pozdější. Povaha některých inovací neumožňuje, aby byly vyzkoušeny. Jen stěží si lze představit, že by si jedinec na zkoušku instaloval solární panely nebo systém pro opětovné využití šedé vody, které vyžadují značnou prvotní investici a hrubý zásah do stavby. Vidět fungující inovaci u sousedů, přátel nebo na ukázkových akcích může tento nedostatek vyvažovat (Kapoor et al. 2014a, s. 142).

Pozorovatelnost (*Observability*)

Posledním atributem je pozorovatelnost, neboli to, jak je „výsledek inovace viditelný pro ostatní“ (Rogers 2003, s. 16). Když jedinec vidí, že jeho okolí o inovaci mluví, vlastní ji nebo ji používá, začíná o ní také uvažovat.⁹ Ukázkovým příkladem je rapidní šíření mobilních telefonů a obecně módních trendů. Naopak ty inovace, které nejsou vidět (např. prevence šíření HIV), se šíří značně pomalu (Rogers 2002).

Subjektivní versus objektivní hodnocení atributů

Popsané atributy někdy svádí k tomu, hodnotit je objektivně (např. podle ceny levné/drahé). To je ale chyba, protože klíčové je, jak atributy vnímá daný jedinec. Přesto se již v minulosti objevil názor Downse a Mohra (1976) rozdělovat

⁹ Vysvětlení hledíme v sociálních normách a tendenci lidí být s nimi v souladu. Vidíme-li něco u ostatních, přicházíme do styku s tzv. deskriptivními normami, které indukují, co je ve společnosti běžné a uznávané (Cialdini et al. 1991).

atributy na primární (tj. objektivní, bez ohledu na okolnosti neměnné, jednou dané) a sekundární (tj. subjektivní, lišící se podle vnímání jedince). V praxi pak Tornatzky a Klein (1982) a Kapoor et al. (2014b) zjistili, že někteří výzkumníci využívají k měření atributů názor expertů z oboru, sekundární data (jako je pořizovací cena nebo velikost), případně vlastní úsudek odvozený z literatury. Podle zmíněných autorů je to ale nesprávný přístup, který nedokáže postihnout vnímání jednotlivce. Přestože lze „inovace měřit ‚objektivně‘, význam objektivním měřítek je subjektivní“ s ohledem na poznávací rámec a zvnitřněný systém hodnot (Tornatzky a Klein 1982, s. 28). Jako příklad uvádí pořizovací cenu. Přestože je jednou daná, vnímají ji lidé s rozdílnými příjmy či postoji k penězům odlišně.

Na to navazuje otázka, jestli je tím pádem každá inovace místně/případově specifická a nedá se z jednoho měření odvodit, jak se bude šířit dál ona nebo ji podobné? To by znamenalo, že difuze inovací nepřináší nic užitečného. Tornatzky a Klein ale tvrdí, že v relativně kulturně homogenním prostředí lze výsledky měření využít k předpovědi, jak bude inovace přijímána (1982, s. 41). Ke stejnému závěru dochází i Nutley et al. (2002), kteří tvrdí, že platnost obecných konceptů lze potvrdit, nezobecnitelné však mohou být konkrétní závěry.

Atributy nad Rogersův rámec

Suma atributů není vyčerpána pěti zmíněnými. Rogers je odvodil z analyzovaných publikací, v poslední edici své knihy ale doporučil jít za jejich rámec a rozšířit je (Rogers 2003, s. 219). Například metaanalýza z 80. let přidala k pěti Rogersovým atributům 25 dalších, nejhojněji studovaných (Tornatzky a Klein 1982). Po nich Moore a Benbasat dodali ještě tři zcela nové: image, dobrovolnost (*Voluntariness of Use*) a prokazatelnost výsledku (*Result Demonstrability*) (1991).¹⁰

Veškeré atributy následně shrnula vůbec nejnovější studie Kapoor et al. (2014a) soustředící se na solární panely. Z 33 atributů vybrala na základě literatury 14, které shledala jako nejvíce argumentačně a empiricky podložené. Nad rámec pěti

¹⁰ Image je daná tím, jak inovace zvyšuje jedinci sociální status. Dobrovolnost definují jako míru, do níž je přijetí inovace vnímané jako rozhodnutí svobodné vůle. Prokazatelnost – jak hmatatelné či jak snadno popsatelné jsou benefity a dopady inovace (Moore a Benbasat 1991, s. 195, 203).

Rogersových to jsou: cena, riziko, snadnost používání, image, viditelnost, dobrovolnost, prokazatelnost výsledku, sociální schválení a komunikativnost (Kapoor et al. 2014a, s. 141). Z nich pak vytvořili rámec pro výzkum „zelených“ inovací. Ačkoli autoři zkoumali šíření solárních panelů, tvrdí, že „rámec není omezen na domácí solární vybavení, ale může snadno sedět na jakoukoli zelenou inovaci“ (Kapoor et al. 2014a, s. 152). Nutno poznamenat, že toto tvrzení neobhajují. Na druhou stranu jsou jimi zvolené atributy tak obecné, že není důvod myslet si opak.

Predikční schopnost atributů

Všech pět zmíněných atributů dokáže podle Rogerse nejlépe předpovědět míru osvojení inovace.¹¹ S tím se však částečně rozcházejí dvě metaanalýzy (Tornatzky a Klein 1982; Kapoor et al. 2014b), které jako statisticky významné shledaly jen tři z pěti atributů – relativní výhodnost, kompatibilitu, komplexitu. Naopak vliv pozorovatelnosti a možnosti inovaci vyzkoušet vyšel jako statisticky nevýznamný.

K výsledkům je ale potřeba přistupovat s obezřetností. Jednak při analýze nebyla brána v potaz povaha inovace. Přehled hodnocených studií ani jedna z prací neobsahuje, dá se ale předpokládat, že mohly být dohromady analyzovány i tak odlišné situace, jako je šíření mobilních telefonů a preventivních programů proti zneužívání drog, jejichž pozorovatelnost je zcela odlišná. „Inovace, které jsou jasně definované, mohou být přesně replikovány, se v adopci velmi liší od inovací, které jsou nejasné a těžko hodnotitelné“ (Nelson et al. 2004, s. 682).

Jednak výpovědní hodnotu snižuje i přílišná obecnost atributů, před kterou varují sami autoři jedné z metaanalýz (Kapoor et al. 2014b, s. 88). Například relativní výhodnost je široký koncept, který pod sebou může zahrnovat: ziskovost, nízké pořizovací náklady, snížení diskomfortu, sociální prestiž, ušetřené peníze nebo čas, dobu návratnosti a jiné. Hodnocené studie mezi nimi buď nedělaly rozdíly, nebo dělaly, ale přesto je nakonec statisticky shrnuly jako jednu proměnnou.

¹¹ Rogers dokonce uvádí, že dokáže vysvětlit 49-87 % rozptylu v míře osvojení (1995, s. 206). Nedá se však dohledat, na základě jakých dat a jakou metodou k číslům došel, berme to proto spíše s rezervou.

Proto se „v případě kompatibility musíme ptát na kompatibilitu s čím; v případě relativní výhodnosti, výhodnosti k čemu“ (Kapoor et al. 2014b, s. 88).

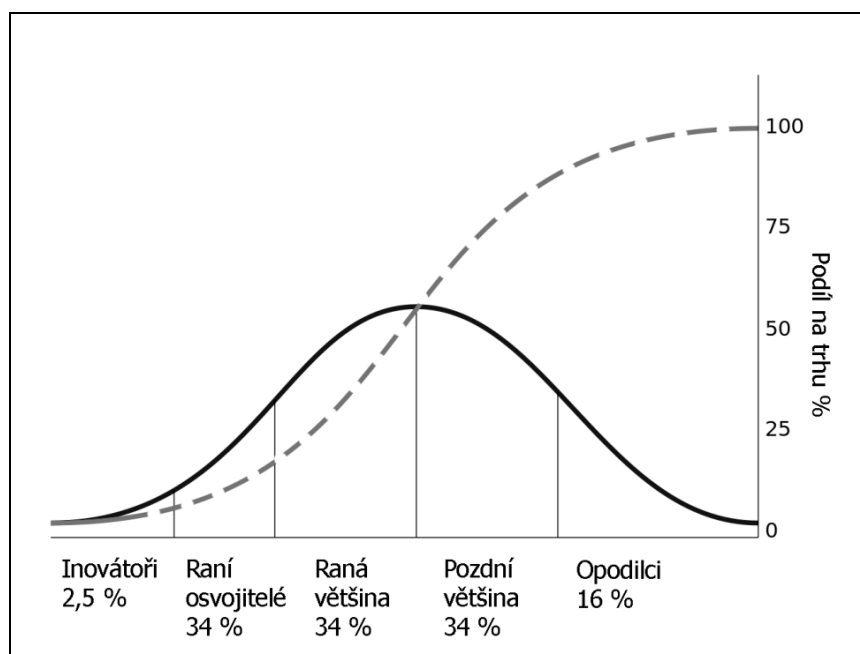
A na závěr – bylo by chybou nabýt dojmu, že vnímání atributů je neměnné. Například s tím, jak si inovaci osvojuje více lidí a snižuje se její pořizovací cena, tak roste její relativní výhodnost a sociální prestiž naopak klesá (Rogers 2003, s. 230).¹² Otázka, jak měřit a studovat atributy, se proto o to více komplikuje.

2.1.3. Kategorie osvojitelů

Prozatím víme, že se jedinci rozhodují o inovaci na základě subjektivního vnímání jejích atributů. Protože se lidé liší socioekonomickým zázemím, mají jiné postoje a potřeby a hodnotí inovace jinak, vyúsťuje to v situaci, že jedni inovaci přijmou velmi záhy, zatímco jiní váhají. Slovy Rogerse se lidé liší **inovativností**. Ta je dána tím, jak „jedinec přijímá nové myšlenky dříve nežli ostatní členové systému“ (Rogers 2003, s. 22). Z mikroúrovně jedince se tak přesouváme na makroúroveň komunikace mezi jedinci navzájem.

Schéma 2

Kumulativní s-křivka míry osvojení inovace (přerušovaná čára) a rozložení osvojitelů v čase (plná) (Rogers 2003).



¹² Zvýhodňovat inovaci nemusí jen snižující se cena. Nejmarkantnější je to u komunikačních technologií. Pro majitele jediného telefonu na světě je jeho relativní výhodnost nulová, protože nemá, komu by zavolał.

„Difuze je zpočátku pomalá, protože existuje málo osvojitelů, kteří by mohli inovaci propagovat dál“ (Rossman 2012, s. 5). Nicméně proces se postupně zintenzivňuje s tím, jak stále více lidí inovaci přijímá a šíří ji mezi ty, kteří se pro ni ještě nerozhodli. Roli hraje i to, že se s rostoucím počtem uživatelů snižuje nejistota a pocíťovaná rizika (Läpple a Rensburg 2011). Na konci se rychlost opět snižuje, „protože již zbývá jen málo potenciálních osvojitelů“ (Rossman 2012, s. 5). Zakreslíme-li do grafu, jak počet osvojitelů kumulativně roste, je výsledkem křivka tvaru S viditelná výše na schématu 2.¹³ Zakreslíme-li naopak do grafu, kolik jedinců si inovaci osvojilo v jednotlivých časových úsecích, bude výsledkem Gaussova křivka. Hlavní otázkou výzkumů inovativnosti je, co mají společné ti, kteří se o inovaci rozhodnou ve stejné fázi? Rogers podle míry inovativnosti vytvořil kategorie, které popsal takto:¹⁴

Inovátoři (*Innovators*)

Inovátoři si osvojují novinku jako první. Jsou to odvážlivci ochotní jít do rizika, mnohdy díky přístupu ke zdrojům, kterými dokážou kompenzovat ztráty v případě neúspěchu. Jsou schopní čelit překážkám i nejistotě. Okolí je často považuje za podivíny, jejich sociální relevance je nízká a v komunitě stojí stranou. Mají však kosmopolitní charakter a druží se s lidmi ze vzdálených míst (Diederer et al. 2003, s. 46). Právě v tom tkví jejich klíčová role: inovace z vnějšku přenášet na lokální úroveň (*Gatekeeping*).

Raní osvojitelé (*Early Adopters*)

Nejdůležitější segment vůbec. Oproti inovátorům jsou vrostlí do lokální úrovně, mají vysoký sociální status a ctí sociální normy. Svým okolím jsou považováni za názorové vůdce, jsou oblíbení, uznávaní a vyhledávaní jako důvěryhodné zdroje informací (Jeřábek 2003). V difuzním procesu mají důležitou úlohu vyzkoušet inovaci a své zkušenosti předat ostatním. Prakticky tak rozhodují o budoucím (ne)rozšíření inovace. Zpravidla v době, kdy inovaci přijímá tato

¹³ Existují alternativní výklady, proč má křivka tvar S. Například že každý jedinec má jinak nastavenou prahovou hodnotu nebo že křivka sleduje distribuci peněz ve společnosti, případně že vychází z lidské potřeby imitovat druhé. Přehledně je shrnují Meade a Islam (2006, s. 535–536).

¹⁴ Není-li uvedeno jinak, vycházím v popisu z Rogersovy knihy (2003).

skupina, bývá dosaženo tzv. kritické masy – bodu, po kterém probíhá další šíření inovace víceméně samo bez zásahů zvenčí (Rogers 2003, s. 274).¹⁵

Raná většina (*Early Majority*)

Předešlý segment vnesl do procesu novou dynamiku. To, co bylo dříve novinkou či výstředností se stává normou (Hoffmann 2007b). Na to reaguje třetí segment – raná většina, která přijímá inovaci těsně před tím, než ji přijme průměrný jedinec populace. Raná většina jde ráda s dobou, i ona má relativně vysoký sociální status, ale obvykle nepatří mezi názorové vůdce.

Pozdní většina (*Late Majority*)

Pozdní většina si osvojuje inovaci těsně po nasycení poloviny populace. Jsou to opatrní skeptici, kteří se rozhodnou až tehdy, jsou-li společenské normy zcela na straně inovace. Neradi vyčnívají z davu a do pohybu je dává buď tlak blízkých, nebo ekonomická nutnost.

Opozdilci (*Laggards*)

Opozdilci si inovaci osvojují jako poslední. Jsou to tradicionalisté velmi skeptičtí ke změně a novotám. Důvodem otálení mohou být krom nezájmu a strachu i nízké finanční prostředky, kvůli kterým vyčkávají na stoprocentní prověření její spolehlivosti.

Tato segmentace však neznamená, že bychom mohli říci: „tento člověk je vždy inovátor, tento je vždy opozdilec“. Inovace se liší a s nimi i jejich typičtí inovátoři, kteří mohou být naopak opozdilci v případě jiných novinek (De Marez a Verleye 2004, s. 36). Ukázkovým příkladem je sám Rogers. Když studoval zemědělce, jeden z nich nový management odmítal a věnoval se tomu, co bychom dnes označili za ekologické zemědělství. Tehdy jej Rogers označil za opozdilce, ale v jiném kontextu by figuroval jako inovátor (Rogers 2003).

¹⁵ Kritické masy bývá dosaženo, přijme-li inovaci 10-20 % populace (Rogers 2003, s. 274).

Charakterizování segmentů

Detailní rozdělení na pět segmentů není ve výzkumech časté. Setkat se můžeme spíše s prostým rozdělením na osvojitele a neosvojitele (např. D'Emden et al. 2006; Arkesteijn a Oerlemans 2005; Lencsés et al. 2014; Paustian a Theuvsen 2016), případně s verzí dělicí osvojitele na rané a pozdní (např. Barham et al. 2004; Läßle 2010; Noppers et al. 2015). Literatura naopak nabízí relativně bohaté popisy segmentů, jako například Fell et al. (2009, s. 33): „dřívější osvojitelé se neliší od pozdějších osvojitelů věkem, mají ale více let formálního vzdělání, jsou pravděpodobněji gramotní a mají vyšší sociální status, vyšší míru sociální mobility (...) dřívější osvojitelé mají větší empatii, jsou méně dogmatictí, lépe se dokážou vypořádat s abstrakcí, jsou racionálnější, inteligentnější, nakloněnější ke změně, schopnější vypořádat se s nejistotou a rizikem, mají kladnější postoj k vědě“.

Pasáž pochází z teoretické části studie a pravděpodobně shrnuje poznatky z literatury, která ale není citována a pasáž budí dojem všeobecné platnosti. To je podle mě chybný přístup, obzvlášť pokud jsou skupiny srovnávány z hlediska sociodemografických charakteristik. Ve věku, pohlaví, velikosti rodiny nebo etnicitě se totiž inovace jedna od druhé liší. To ilustruje Rigby a Cáceres (2001, s. 309), kteří zkoumali ekologické zemědělce a píšou, že ekologičtí zemědělci od konvenčních lišili tím, že byli „(i) v přechodu na ekologické zemědělství značně motivováni neekonomickými faktory, a (ii) byli odlišní demograficky, ekonomickou situací a postoji“. Podobně vyznívá srovnání Ryana a Grosse (1943, s. 705), kteří zjistili, že první farmáři využívající hybridní kukuřici měli velké farmy, zatímco ekologičtí zemědělci zpravidla začínají na farmách malých (Padel 2001, s. 48). Adekvátnější by proto bylo prezentovat segmenty vždy v kontextu, ve kterém se k závěrům došlo.

2.1.4. Síť a role názorových vůdců

Ústřední roli hraje v difuzním procesu mezilidská komunikace, kterou Rogers definuje jako obousměrný proces předávání informací (2003). Přestože převládá v počátcích difuze jednosměrná komunikace masovými médii, prim poté hraje vzájemná výměna informací mezi jednotlivci. Teorie si zde vypůjčuje poznatky

Granovettera (1995) o síle slabých vazeb¹⁶ a koncept homofilních a heterofilních jedinců (Brown a Reingen 1987).

Homofilní komunikace probíhá mezi lidmi s podobnými postoji, zájmy, socioekonomickým statusem, vzděláním či potřebami. Lidé jsou naladěni na stejnou vlnu a více si tak důvěřují. Naopak heterofilní komunikace se odehrává mezi lidmi s rozdílnými postoji, zájmy, charakterem. Lidé mají přirozeně tendenci bavit se častěji se sebou podobnými, to však v difuzním procesu představuje překážku, neboť vzájemná interakce členů sdílejících stejné názory a zájmy zřídka přináší nové informace. Ty do skupin vnáší právě heterofilní komunikace – kontakt s jinou sociální skupinou. „Jsou to převážně slabé vazby, jež přinesou informace do systému, a jakmile se tak stane, informace se v nich budou šířit hlavně pomocí silných vazeb,“ shrnuje Weenig (1993) dynamiku difuzního procesu a Locock et al. (2001, s. 753) jej doplňují s důrazem na názorové vůdce, že „čím blíže se projekt dostává k fázi praktického uplatnění, ponesou pravděpodobněji větší váhu názorové vůdci“. Názorové vůdci tak dávají věci „do pohybu“.

Vzhledem k tendenci digitalizovat a spojovat geograficky vzdálené je na místě otázka, jakou roli v šíření inovací hrají sociální sítě na internetu a komunikace na dálku. Komunikace tváří v tvář zůstává pro tok informací a přesvědčování pravděpodobně nadále klíčová, což dokládá zpráva z prostředí firmy Google (Cowgill et al. 2009). Největší vliv na názory určitého zaměstnance měli totiž lidé sedící s ním u stolu, sestupně méně spolupracovníci z jiného patra, vedlejší budovy a jiné pobočky.

2.1.5. Slabiny ověřování teorie

Dosavadní výklad může vzbuzovat dojem, že difuze inovací je konzistentní a potvrzenou teorií. Stejný dojem budí i Rogersova kniha, která koncepty vykládá přímočaře a obsahuje 88 zobecněných tvrzení typu „Ranější osvojitelé jsou empatictější nežli pozdější osvojitelé“ (Rogers 2003, s. 298). Někteří autoři takovému zobecnění oponují. Wolfe v revizi literatury na téma inovativnosti organizací dokonce říká, že jedině, na čem se výzkumníci shodnou, je, že se ne-

¹⁶ Granovetter v publikaci „Getting a job“ prokázal, že „slabé“ kontakty se známými a přáteli přátel jsou pro úspěšné nalezení práce důležitější nežli „silné“ vazby s nejbližší rodinou, partnery a kamarády (1995).

shodnou (1994, s. 405). Přestože sám Rogers několikrát zdůrazňuje, že je difuze inovací komplexní a místně, časově i tematicky specifickým jevem, zůstává 88 zobecněných tvrzení i v posledním vydání jeho knihy a dojem jednoznačnosti přetrvává (Hoffmann 2007a).

Zásadnějším nedostatkem jsou nevhodně zvolené metody ověřování teorie. Na to reagovali Tornatzky a Klein (1982) vypracováním zásad ideální inovační studie, které by výzkumy měly sledovat, pokud chtějí přispět k celkovému poznání.

Studie by neměly být pouze retrospektivní, ale měly by predikovat. Například Kapoor et al. (2014b, s. 85) ještě v letech 1996-2011 našli 76 % retrospektivních studií. Problém neleží ani tak v tom, že není rozvíjena predikční schopnost teorie, ale v možném zkreslení dat. Pro respondenty nemusí být snadné vzpomenout si na dobu, kdy se pro inovaci rozhodli nebo v jakém sledu ji zaváděli. Čím více času od události uplynulo, tím je schopnost horší. A i když si lidé vzpomenu a jsou dokonce silně přesvědčeni, že je jejich vzpomínka správná a přesná, kupříkladu výzkum událostí z 11. září 2001 prokázal, že se lidé mýlili (Sharot 2013, s. 116). Sociální psychologie navíc přesvědčivě dokládá, že lidé hodnotí minulé události pokřiveně. Když člověk udělá rozhodnutí, má poté tendenci hodnotit ho kladněji než alternativní možnost, kterou zavrhl (Tavris a Aronson 2007; Gálik 2012, s. 51). K tomu „je obtížné rozpoznat, zda postoje vyjádřené v době sběru dat byly takové v době přijetí (a tak mohly být významným faktorem při rozhodování), nebo zda se časem vyvíjely (a tak nejsou pro rozhodnutí o přijetí relevantní)“ (Burton et al. 2003, s. 32).

Výzkumy by měly zkoumat nejen fázi rozhodnutí, ale také fázi implementace. Ačkoli se jedinec rozhodne inovaci přijmout, nemusí ke skutečnému uplatnění dojít. V praxi může například čelit nepředvídatelným těžkostem, které ho odradí. Proto „operacionalizovat inovaci rozsahem implementace blíže zachycuje rozdílné chování, které chceme vysvětlit“ (Downs a Mohr 1976, s. 706). Přitom jen 7 % studií z let 1996-2011 splňovalo tento požadavek. Zbýlých 93 % se zaměřovalo pouze na fázi rozhodnutí (Kapoor et al. 2014b, s. 78).

Autoři se rovněž přimlouvají k **využívání takových nástrojů, které jsou reliabilní, mají značnou statistickou sílu a dají se v praxi opakovat.** Za relevantní

nástroje považují šetření, sekundární analýzu dat a experiment. Naopak teoretické práce a dílčí kvalitativní případové studie nedoporučují. Tento bod vědci víceméně naplňují. Zhruba 57 % využívalo kvantitativní metody sběru dat (Kapoor et al. 2014b, s. 78–79).¹⁷

Pokud budou výzkumy zohledňovat popsané zásady, budou výsledky snadněji srovnatelné a zobecnitelné, tvrdí autoři (Tornatzky a Klein 1982). Objevují se však i poukazy na to, že difuze inovací je místně-specifický přístup, ve kterém hraje roli náhoda. „Šíření inovace závisí na specifických podmínkách konkrétní situace. Úplně stejný faktor může mít v různých kontextech zcela jiný význam a možná také úplně jiný účinek“ (Hoffmann 2007b, s. 6). Difuze může být zastavena v zárodku, pokud si ji například osvojí „nesprávný“ zemědělec nebo pozitivní dopad inovace nebude zřetelný. Dá se však oponovat, že čím větší množství kvalitních výzkumů bude provedeno, tím zřejmější bude, které faktory sledovat přednostně. V konečném důsledku tak Hoffmanova námitka hovoří k výzkumníkům, aby při interpretaci výsledků zvažovali i roli náhody a místních specifik. Samotnou teorii však nevyvrací.

2.1.6. Shrnutí

Kapitola představila, jak teorie šíření inovací Everetta Rogerse vysvětluje, proč se nové technologie a myšlenky šíří společnostmi nerovnoměrně. Mezi hlavní faktory patří: charakteristika potenciálních osvojitelů, mezilidská komunikace a sociální dynamika, charakter inovace a vliv vnějších faktorů, jako je aktivita aktérů změny a názorových vůdců.

Důležitým poznatkem je, že rozhodování není jednorázovou událostí, ale procesem, který se dělí na pět fází: znalost, přesvědčení, rozhodnutí, implementace a potvrzení. Každý potenciální osvojitel s ohledem na své výchozí podmínky a charakter prochází fázemi jinak – jinou rychlostí, důvěřuje jiným informačním zdrojům, používá jiné komunikační kanály. Z empirie však plyne několik společných bodů. V první fázi znalosti jsou pro jedince důležitější masová média

¹⁷ 11 % využívalo kvalitativní metody. Zbýlá procenta připadají na využití kvalitativních i kvantitativních metod (1,4 %) a pouhé využití teorie bez analýzy vlastních dat (cca 30 %).

a obecné informace o tom, co inovace je a jak funguje. Ve fázi přesvědčení se do popředí naopak dostává osobní komunikace, která dovoluje jedinci zvážit, zda je inovace vhodná právě pro něj. Ve fázi implementace pak pátrá hlavně po návodech a praktických radách, jak inovaci používat. Pokud jedinec není s inovací spokojený nebo objevil jinou, může být pomyslně celý proces „ukončen“ tím, že jedinec o inovaci ztratí zájem a odmítne ji.

Jak jedinci inovace posuzují a proč jsou jedny úspěšnější než jiné? To vysvětlují atributy inovací neboli charakteristiky, které jedinci inovacím připisují. Pět hlavních atributů je: relativní výhodnost, kompatibilita, komplexita, možnost inovaci vyzkoušet a pozorovatelnost. Z empirických výzkumů vzešlo ještě několik desítek dalších. Přestože dvě velké analýzy (Tornatzky a Klein 1982; Kapoor et al. 2014b) zjistily, že jedinec nejvíce dá na relativní výhodnost, kompatibilitu a komplexitu, byla zpochybněna metodologická správnost jejich analýzy. Navzdory těmto poznatkům je proto záhodno pokračovat ve výzkumu i těch atributů, které se v jejich analýze ukázaly jako statisticky nevýznamné. Nápomocný může být výzkumný rámec Kapoor et al. (2014a).

Sociální rovina vstupuje do teorie spolu s kategorizací osvojitelů na základě inovativnosti, neboli toho, jak rychle lidé osvojují inovaci oproti ostatním. Rogers identifikoval pět skupin, které se liší převládajícím charakterem i rolí v difuzním procesu: inovátoři, ranní osvojitelé, raná většina, pozdní většina a opozdilci. Rozložení skupin odpovídá normálnímu rozložení v populaci a podíváme-li se na rychlost, s jakou se inovace společností šíří, charakteristické je pomalé šíření v počátku následované rapidním vzestupem zakončené opětovným poklesem rychlosti.

Ačkoli bylo řečeno, že nejdůležitějším segmentem jsou ranní osvojitelé, ve skutečnosti zastává každý segment zásadní roli, bez které by šíření inovace nebylo úspěšné. Bez inovátorů by se inovace nedostala ani do povědomí lidí. Bez zkušeností a vlivu raných osvojitelů by inovace nezískala věrohodnost důležitou pro zbytek populace. Bez rané většiny by se inovace nestala normou, a proto by si ji neosvojila pozdní většina ani opozdilci, a nedošlo by tak k naplnění potenciálu, který inovace má.

Závěrem byly zmíněny slabé stránky teorie, mezi něž patří hlavně využití nesprávných výzkumných metod, jež nedovoluje studie adekvátně srovnávat. Přestože existují tisíce studií na různá témata a často se zdá, že je difuze inovací jasně ohraničenou a potvrzenou teorií, opak je pravdou. Využité metody dovolují potvrdit platnost pouze obecných tvrzení, nikoli však konkrétností. Budoucí výzkumy by proto měly stavět na zásadách ideálního výzkumu vypracovaných Tornatzky a Kleinem (1982) a být obezřetné vůči lokálním specifikám inovací, jež studují.

2.2. Precizní zemědělství

Viděli jsme, že začít používat inovaci je komplexní proces o několika krocích, kterému předchází hledání informací a zvažování kladů a záporů. Tato kapitola má nastínit, co je to precizní zemědělství,¹⁸ a vykreslit, o čem zemědělec skutečně uvažuje, když uvažuje o precizním zemědělství. Jaké klady a zápory porovnává? Jaké možnosti se mu naskýtají? Jak složité pro něj mohou být a co pro to musí udělat? Popsána proto bude povaha precizního zemědělství, z níž se dá rámcově vyvozovat, jak moc se zemědělci vyplatí a jak je pro něj nové a složité.

2.2.1. Povaha precizního zemědělství

Nejzmiňovanější charakteristikou precizního zemědělství je, dělat pěstitelská opatření „ve správnou dobu, správnou dávkou, na správném místě“ (Neudert et al. 2015, s. 7). V zemědělství totiž dosud převládá přístup, že se s jednotlivými plochami nakládá jako s homogenními celky. Jako by byly stejně úrodné, stejně zavlažované, stejně napadané škůdci. Aplikuje se na ně proto stejné množství hnojiv či herbicidů, což ve výsledku vede nejen k jejich vysoké a vzrůstající spotřebě,¹⁹ ale především značné zátěži na životní prostředí. Za podstatné považují, že se tato negativa neodráží ve větším výnosu (ČSÚ 2014).

Na to reaguje precizní zemědělství, které se snaží „dát do souladu druh a výši vstupů se skutečnými potřebami plodiny na malých plochách v rámci pozemku“ (Neudert et al. 2015, s. 7). Jinými slovy rozdělit pole na menší homogennější plochy a dávat jim jen tolik, kolik skutečně potřebují. To je nemyslitelné bez podkladových dat. Řada definic precizního zemědělství proto zdůrazňuje, že se jedná o systém řízení, který využívá pokročilých technologií pro sběr informací s cílem opřít rozhodování zemědělců o patřičná data. To vše s úmyslem zvýšit finanční zisky, chránit životní prostředí a přispět k udržitelnosti zemědělství (Bongiovanni a Lowenberg-DeBoer 2004, s. 361; USDA 2007; Stoorvogel, et al. 2016, s. 39).

¹⁸ V angličtině *precision agriculture*. K nalezení i pod názvy: *farming by soil*, *soil specific crop management*, *site specific farming*, *farming by computer*, *farming by satellite* nebo *hightech sustainable agriculture*.

¹⁹ Zatímco v roce 1995 byla spotřeba kombinovaného průmyslového hnojiva NPK 82,8 kg/ha zemědělské půdy, v roce to bylo 92,6 kg/ha a v roce 2015 již 137,1 kg/ha. Nutno ale podotknout, že v roce 1986 byla spotřeba 232,1 kg/ha (MŽP 2015).

Ač technologicky pokročilé, není precizní zemědělství z hlediska principu ničím novým. Zemědělci jej uplatňovali odpradáva. Dennodenní kontakt s relativně malými obhospodařovanými plochami jim dal nezbytné poznatky o tom, kde se pěstování daří, a kde naopak rostliny strádají (Neudert et al. 2015, s. 7). Zvyšující se počet lidí, společenské změny a technologický pokrok však vedly ke ztrátě těchto poznatků nebo nemožnosti je uplatnit (Zhang et al. 2002, s. 114). Stalo se prakticky nedosažitelné na velkých scelených polích hospodařit variabilně. Levné a dostupné agrochemikálie nemotivovaly zemědělce dávkami šetřit a časová náročnost výběrového hospodaření zase nešla dohromady s mechanizací a intenzifikací. Navzdory těmto trendům se dá očekávat, že jej malorolníci v tzv. rozvojových zemích aplikují stále (Tey et al. 2016, s. 188).

Jak v praxi precizní zemědělství vypadá?²⁰ Zemědělec musí v první řadě zjistit, v jakém stavu se obhospodařované plochy nacházejí. To se zpravidla dělá analýzou půdních vzorků, analýzou topografie místa, dálkovým snímáním z letadel či družic, monitorováním výnosu, případně na základě zkušeností zemědělce (Stoorvogel, et al. 2016).

Nepostradatelná je v tomto kroku sensorová technika napojená na globální navigační satelitní systém, nejčastěji na GPS. Sensory dokáží například analýzou spektra určit, jak je porost zásobený živinami a vláhou. Dále jak je porost hustý, půda utužená či kolik organické hmoty obsahuje včetně úrovně pH, jež růst rostlin značně ovlivňuje (Neudert et al. 2015, s. 35–52).

Všem získaným datům jsou přiřazovány zeměpisné souřadnice. Bezplatně je možné určit polohu v řádech metrů. Další zpřesnění polohy na desítky až jednotky centimetrů umožňuje placený korekční signál (např. pozemní referenční stanice [tzv. DGPS] nebo mobilní virtuální referenční systém) (Kumhála 2002).

Data jsou následně ukládána do geografických informačních systémů a kompilována do map. Nejčastěji využívané jsou mapy výnosu, mapy zásobe-

²⁰ Smyslem následujícího textu není vyčerpávající popis technologických možností a produktů, ale rámcové nastínění principů, praktických kroků a k tomu využívaných strojů, procesů a služeb. Odbornou technologickou rovinu bohatě pokrývá česká publikace Neuderta a Lukase (2015), čtenářsky vstřícnější je však kniha „Soil-specific farming“ (Lal a Stewart 2016).

nosti živinami, případně pohybu strojů na poli (tzv. telematika). Kombinací několika mapových vrstev lze dojít i k určení sklonu svahu, a vypočítat tak odtok vody, ohroženost erozí nebo identifikovat místa, kde se voda akumuluje (Zhang 2016, s. 84–98). V některých případech se dá krok vytváření map přeskočit, a to tak, že zemědělec použije stroj, který v reálném čase měří, analyzuje a aplikaci ihned upravuje (Stone a Raun 2016).²¹ K dosažení přesnějších výsledků je ale zpravidla zapotřebí více informací, nejlépe za delší časové období, proto odborníci upřednostňují vytváření aplikačních map (Kroulík 2012).

Zemědělec do aplikačních map zanáší patřičná pěstitelská opatření například o hnojení, ochraně rostlin, setí nebo zpracování půdy. Pomocí stroje, který dokáže takové mapy číst, pak opatření uplatňuje v praxi: stroj naváděný přes GPS sleduje mapu a na základě z ní získaných dat neustále upravuje dávku osiva, hnojiv či herbicidů. Ve stejnou chvíli se řidiči ukazuje na monitoru jeho aktuální poloha, případně je upozorňován, pokud se vychyluje z trasy nebo se blíží překážka. Aktuálně nejpokročilejší systémy dokonce řídí stroj samy s tím, že řidič je ani nemusí na koncích řádků otáčet (Štursa 2017).

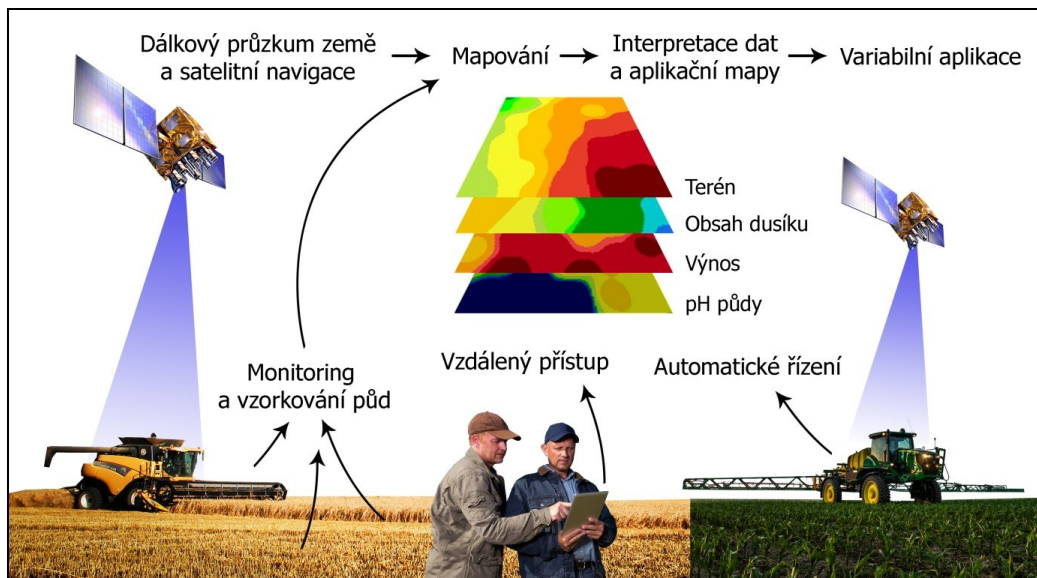
Podobnou technologií je automatické ovládání sekcí, které v místech křížení řádků postupně vypíná jednotlivé trysky. Aplikace je tak přesnější, bez překrytí nebo vynechávek. Tato technologie může být doplněna o variabilní aplikaci zmíněnou v předchozím odstavci, používá se ale často sama o sobě a spočívá v prosté přesnější aplikaci bez překrývání.

Práce se dá tedy shrnout do tří kroků: **analýza pole**, **vytvoření mapy a uplatnění mapových dat v praxi** (zjednodušeně viz schéma 3). Zemědělec může využít vlastního koupeného zařízení a celým procesem projít sám. Poměrně časté však je, že si zemědělec na tuto práci najímá externí firmy. Kupříkladu první česká firma nabízející od roku 1997 služby precizního zemědělství komerčně nabízí jak zapůjčení speciálních strojů či vytvoření a diagnostiku map, tak kompletní servis (MJM Litovel 2017).

²¹ Někdy nazávaný jako variabilní aplikace online. Mezi nejčastější komerční systémy patří senzory Yara, CropSpec nebo Isaria.

Schéma 3

Znázornění hlavních částí precizního zemědělství



2.2.2. Přínosy precizního zemědělství

Z pohledu zemědělce nejsou centrem zájmu ani tak popsané stroje a postupy, jako spíš benefity, které mu mohou přinést. Následuje proto nastínění ekonomických, environmentálních a jiných přínosů precizního zemědělství, které v rozšířené verzi shrnuje tabulka č. 1.

Tabulka 1

Souhrn pozitiv a negativ precizního zemědělství

POZITIVA	NEGATIVA
Vyšší zisk Vyšší výnos Lepší kvalita produkce Pevnější rozhodovací jistota Transparentnost produkce Snížení spotřeby pohonných hmot Snížení únavy řidiče Snížení přehnojování Snížení úniku dusíku Snížení množství reziduí Snížení spotřeby surovin a energie při výrobě agrochemikálií a pohonných hmot (nepřímě)	Vysoké pořizovací náklady Náklady na údržbu techniky Náklady na proškolení obsluhy Nároky na odbornou zdatnost Nárůst času věnovaného managementu

Ekonomické benefity

Jak ještě uvidíme, zemědělce k preciznímu zemědělství táhne hlavně ekonomický zisk. Precizní zemědělství logicky zvyšuje profit, protože snižuje množství

vstupů (paliva, semen, hnojiv, agrochemikálií) (Knight et al. 2009, s. 6), a pokud preciznější management zvýší výnosy nebo zlepší kvalitu plodin, mělo by se to v zisku odrazit o to víc (Neudert et al. 2015, s. 14–17).

Otázka profitu však není ve skutečnosti tak jednoznačná. Úspory na vstupech nedokážou vždy vyvážit vysoké pořizovací a provozní náklady. Například z 11 studií ziskovosti, které přezkoumali Lowenberg-DeBoer a Boehlje (1996), pouze dvě uvádějí, že je precizní zemědělství potenciálně ziskové. Čtyři uvádějí smíšené výsledky a v pěti studiích vyšel precizní management ztrátově. Upozorňují ale, že studie pokrývaly roky 1991 až 1994 – dobu, kterou lze označit za první fázi komercializace precizního zemědělství (Mulla a Khosla 2016). Negativní výsledky proto nutně odrážejí tehdejší vysoké pořizovací náklady. Jiná studie zase revidovala 234 výzkumů publikovaných mezi lety 1998 a 2005 a zjistila, že v 68 % případů byla některá z technologií zisková (Griffin a Lowenberg-DeBoer 2005). Výstupy ale variovaly podle použité technologie a plodiny. Například jako ziskovou variabilní aplikaci dusíku reportovalo pro kukuřici 72 % výzkumů, ale pro pšenici jen 20 % (Griffin a Lowenberg-DeBoer 2005, s. 30).

Jak se technologie vyvíjela a její cena klesala, již v novém tisíciletí se častěji objevují studie dokládající ziskovost. Například Koch et al. (2004) prokázali, že variabilní aplikací dusíku ušetřili v přepočtu 400 až 650 Kč/ha. Čeští autoři v nedávné době dospěli pro optimalizovanou dávku hnojiv a pesticidů k podobným výsledkům, k zisku ve výši 300 až 500 Kč/ha (Lukas a Neudert 2016, s. 42–45). Shockley et al. (2012) zase ušetřili využitím automaticky naváděných variabilních postřikovačů v přepočtu 800 Kč/ha.

Částky jsou přesto stále orientační. Z vysokých fixních nákladů na provoz precizního zemědělství plyne, že se vyplatí jen pro část podniků. Podle některých výzkumníků jsou precizní technologie ziskové pouze nad 250 hektarů obdělávané plochy (Székely et al. 2000 in Lencsés et al. 2014), dánské ekonomické modely zase doporučují minimálně 500 hektarů (Pedersen 2003) a podle Britů je pro nejnižší možné investice nutná hranice 80 hektarů, pro nejvyšší investice pak alespoň 300 hektarů (Godwin et al. 2002).

Když odhlédneme od těchto experimentálních prací a modelů a zeptáme se na ziskovost samotných zemědělců, tak například v německém výzkumu polovina farmářů uvedla, že „mohou mít z precizního zemědělství zisk“, nedokázali však určit, v jaké výši (Reichardt a Jürgens 2009, s. 84).

Dá se tedy říci, že precizní zemědělství dospělo do fáze, kdy má potenciál zisku. Jeho výše je však relativní s ohledem na řadu faktorů, jako jsou přírodní podmínky, použitá technologie, výkupní ceny plodin či velikost farmy.

Environmentální benefity

Zásadním benefitem precizního zemědělství je snížení úniku dusíku v podobě nitrátu do nižších vrstev půdního profilu a zvýšení jeho využití rostlinami (Neudert et al. 2015, s. 18–22). Nyní převažující zemědělskou praxí je, že se plodiny hnojí stejnou dávkou. Plodiny sice na dodaný dusík reagují dobře, dokáží ho však využít jen v omezeném množství (Khosla et al. 2002).²² Přebytečný dusík, který se v mnohdy ochuzené půdě nemá kde uchytit, proto prosakuje níže, kde znečišťuje podzemní vodu a eutrofizuje vodní toky a nádrže.

Selektivní dávkování dusíku v precizním zemědělství jeho úniky snižuje, jak dokazuje několik desítek výzkumů analyzovaných Bongiovannim a Lowenberg-DeBoerem (2004). Kvůli odběru dusíku rostlinami, mineralizačnímu procesu a jeho průsaku závislému na půdních a klimatických podmínkách (Pedersen et al. 2004) se však množství liší od ušetření 2,24 až 4,48 kg/ha po 29 až 60 kg/ha (Bongiovanni a Lowenberg-DeBoer 2004).

Navzdory intuitivnímu tušení nemusí ale vždy selektivní dávkování dusíku vést k snížení jeho celkového aplikovaného množství. Může jej být použito paradoxně více. Protože je ale aplikován s ohledem na stav a potřeby rostlin, dokážou jej čerpat efektivněji, a snížit tak smyv a průsaky (Bongiovanni a Lowenberg-DeBoer 2004).

Dalším benefitem je nižší aplikace herbicidů, a to zhruba o 60 až 80 % podle použité technologie (Mulla a Khosla 2016, s. 12). Podobně vysokých čísel dosá-

²² Kupříkladu zrniny dokáží využít dusík jen z 33 % (nejnižší zjištěný údaj) (Raun a Johnson 1999), případně až z 50 % (nejvyšší zjištěný údaj) (Baligar et al. 2001).

hl i experimentální výzkum z Německa (Timmermann et al. 2003). Oproti jednotné dávce se jim podařilo ušetřit variabilním dávkováním 54 % herbicidů. Autoři dále reportují podobné studie, které uvádějí snížení herbicidů o 47 až 80 % pro obilniny a 42 % pro kukuřici (Timmermann et al. 2003). Pozitivním důsledkem je jak snížení kontaminace reziduí chemických přípravků, tak snížení pravděpodobnosti, že si rostliny na látky vybudují rezistenci (Bongiovanni a Lowenberg-DeBoer 2004).

Teoretické práce dále uvádějí jako klad snížení spotřeby pohonných hmot (Pedersen 2003). Satelitní navigace umožňuje pohybovat se na poli efektivněji a předcházet opakovanému přejíždění či naopak vynechávání částí pozemků (Shockley et al. 2011). Neudert a Lukas zmiňují, že v německém projektu Pre-Agro rozrůzněným zpracováním půdy snížili spotřebu nafty z 24 na 10,6 l/ha (Neudert et al. 2015, s. 19). Nemalejších druhotných úspor energie a přírodních zdrojů je dosaženo rovněž ve výrobě hnojiv, herbicidů a pohonných hmot (Neudert et al. 2015, s. 18–22).

Ostatní benefity

Literatura dále zmiňuje obtížně spočitatelné klady. V popředí stojí pevnější rozhodovací jistota zemědělce, který se může opřít o celou řadu dat. Jednotlivé procesy navíc může do jisté míry automatizovat a ušetřit si čas a námahu (Shockley et al. 2011, s. 62). Avšak spíše než by měl zemědělec více času, mění se skladba jeho pracovní doby a nově stráví více času manažerskými úkony v kanceláři a dokumentací, než prací na poli (Möbius 2012 in OECD 2016).

Tato změna může některé zemědělce odrazovat. Ilustrativní je výpověď farmáře o narůstajícím podílu technologií ve výrobě a jeho dopadu na komunitu: „Začneme-li se všichni posuzovat na základě toho, kolik jsme toho každý podzim vyprodukovali, nebude to kultura, která mě na farmaření přitahuje“ (Carolan 2017, s. 145).

Se vzrůstajícím důrazem na dodržování environmentálních a jiných směrnic je výhodou precizního zemědělství rovněž značnější transparentnost výroby (Bongiovanni a Lowenberg-DeBoer 2004). Rozsáhlé množství uchovávaných dat může rovněž sloužit k lepší kontrole a jako dokumentace pro sporné případy

u soudu (Neudert et al. 2015, s. 13). A pokud budou data sdílena napříč společnostmi, osobně ke kladům přidávám i posun ve vědeckém poznání.²³

2.2.3. Zápory a rizika precizního zemědělství

Precizní management je v první řadě nákladný management. Nákladná je jak koupě zařízení, tak jeho údržba a zavedení, které je spojené s dodatečnými náklady na proškolení obsluhy. Kromě jednorázových výdajů (např. na GPS přijímač nebo variabilní aplikátor) je potřeba i pravidelné hrazení mapování půdy, zpřesnění GPS signálu nebo servisu strojů (Neudert et al. 2015, s. 15).

Důsledkem je, že se precizní zemědělství omezuje zpravidla na velké podniky. Podle Daberkow et al. (1998, s. 154) je navíc preferováno na vysoce produktivních půdách nebo pro vysoce výnosné plodiny. Pokud je na úrodné půdě výnos plodin různý v různých částech pozemku, dokáže precizní management rychleji vyrovnat rozdíly a dosáhnout ekonomického zisku. Environmentální zisk je naopak dosažitelnější při hospodaření na méně úrodné půdě (Khanna 2001). Komplexní pozitivní vliv precizního managementu je proto, minimálně prozatím, značně omezen.

Tento fakt však výzkumníci zpravidla nerozvádí. Většina z nich zmiňuje pouze klady a limitům se vyhýbá. Jednou z výjimek je Peter Groffman (1997), který upozorňuje na ekologické limity, se kterými se precizní zemědělství nemůže vypořádat, protože pramení ze samotné podstaty zemědělské praxe. Jeho hlavní výtka míří ke ztrátám dusíku. I když precizní zemědělství jeho ztráty snižuje, nedokáže omezit vyplavování před výsevem a při sklizni, kdy je půda holá, bez vegetace, která by živiny odčerpávala. Podobné je to s orbou, která narušuje povrch, vystavuje ho erozi a stimuluje mineralizaci. Ztráty jsou opět vysoké hlavně na podzim, kdy není půda pokrytá vegetací (Groffman 1997, s. 54). Tímto neduhem ale trpí většina zemědělské praxe a pravděpodobně jediný management, který se s tímto dokáže částečně vyrovnávat, je ekologické zemědělství a některá protierozní opatření (Šarapatka a Urban 2006).

²³ Pionýrským projektem nově dostupným i v Česku je portál UTIPA (<https://www.utipa.info/>) srovnávající jednotlivé technologie podle zkušeností, jež vyplnili ostatní.

Na stejné omezení upozorňuje rovněž José Delgado (2016). Podle něj studie jasně prokazují, že dosavadní pojetí precizního managementu „není dostatečné pro minimalizaci úniku dusíku, obzvláště pokud jde o konvenční systém s vysokou mírou odběru zbytků plodin“ (Delgado 2016, s. 103). Navrhuje proto doplnit čtyři principy precizního zemědělství zaměřené na produkci (dělat opatření ve správný čas, na správném místě, správným prostředkem a správnou dávkou) o tři principy „precizního ochránářství“ – dělat správné opatření, vhodnou metodou, ve správném měřítku (Delgado 2016, s. 104). V praxi by to například znamenalo vytvářet mapy nejen měřením obsahu živin, ale i analýzou eroze. Takto identifikovaná rizika by pak měla být omezována správným umístěným zatravněných pásů, minimem orby, ponecháním posklizňových zbytků nebo přesným umístěním nárazníkových zón (Berry et al. 2003). Takový management je ale stále téměř nerozšířený, pokusně zaváděný spíše mezi maloročníky v tzv. rozvojových zemích (Twomlow et al. 2008).

2.2.4. Shrnutí

Precizní zemědělství je systém, jehož cílem je optimalizovat práce na poli tak, aby se za současného zvýšení produkce snížila zátěž na životní prostředí. Hlavním principem je dělat správná pěstitelská opatření na správném místě, ve správnou dobu takovou měrou či dávkou, jakou právě plodina potřebuje.

Zemědělec v praxi nejdříve sbírá data o obdělávané půdě (obsah živin, pH, výnosnost apod.), a to odběrem půdních vzorků, monitorováním výnosu nebo z existujících dat a zkušeností. Údaje pak zanáší do map, z nichž jsou vyvozovány samotným zemědělcem nebo najatým poradcem pěstitelská opatření (plán setby, hnojení, orby apod.). Nakonec přicházejí na řadu stroje, jež dokáží s takovými mapami pracovat a pěstitelská opatření aplikovat v praxi (stroje s variabilním dávkováním osiva, agrochemikálií apod.).

Hlavní využívané technologie jsou: globální navigační satelitní systém, senzorní technika, dálkový průzkum země, geografický informační systém a stroje pro variabilní zpracování půdy a stroje umožňující variabilní aplikaci.

Precizní zemědělství oproti konvenční praxi přináší zlepšení, a to jak ekonomická, tak environmentální a manažerská. Předně má potenciál zvýšit zisk a výnos.

Ukottvuje pěstitelská rozhodnutí patřičnými daty, automatizuje některé práce, případně snižuje nároky kladené na obsluhu strojů. Z environmentálního hlediska je zcela zásadní, že dokáže zvýšit efektivitu příjmu dusíku plodinami a snížit tak jeho vyplavování do podzemních vod. Rovněž snižuje spotřebu hnojiv, herbicidů, pesticidů i pohonných hmot.

Není však zatím jasné či dokonce dosažitelné, aby byly tyto přínosy přesně kvantifikovány. Dopad precizního managementu je relativní a závisí na použitých technologiích, přírodních podmínkách i charakteristikách farmy, z čehož plyne, že pro některé farmy je precizní zemědělství ztrátové. Krom nejistých výsledků jsou dalšími stinnými stránkami vysoké pořizovací a provozní náklady, časová náročnost a nutnost disponovat značnými odbornými znalostmi a dovednostmi. Zápolem je rovněž to, že ze své povahy se nedokáže precizní zemědělství vyrovnat s úniky dusíku zcela. Někteří vědci proto navrhuji spojit precizní zemědělství s tzv. precizním ochranářstvím.

2.3. Výzkumy precizního zemědělství

Po teoretickém představení difuze inovací a precizního zemědělství se bude následující kapitola zabývat výzkumy osvojování precizního zemědělství. Na konci by mělo být zřejmé, jak odpovídají studie jiných autorů na výzkumné otázky této práce. Pro zopakování nás zajímá, jak se ve společnosti šíří precizní zemědělství? Jak jej zemědělci vnímají? A jaké faktory mohou šíření urychlit?

Jádrem kapitoly je 21 studií, které byly shledány relevantními, protože se zabývaly šířením precizního zemědělství. Jejich přehled uvádí tabulka 3 na konci kapitoly. Překvapivým zjištěním bylo, že většina z nich difuzi inovací zmiňuje jako svůj teoretický opěrný bod, načež s ní ale komplexně nepracují. Oproti mému očekávání se proto nesečkáme například s výzkumem dynamiky šíření precizního zemědělství v delším časovém horizontu. Nebo se studií rozhodovacího procesu nebo role názorových vůdců. A až na jednu výjimku (Batte a Arnholt 2003) jsem nenarazila ani na kvalitativní výzkum, který by pracoval přímo se zemědělci a do hloubky zjišťoval, jak k preciznímu zemědělství přistupovali.

2.3.1. Míra osvojení

Máme-li určit aktuální rozšíření precizního zemědělství, je omezené. Evidenci o využívání precizních technologií jednotlivé státy vyjma Ameriky²⁴ sice nevedou, přesto lze ze střípků studií vyvodit, že zemědělci osvojují precizní zemědělství jen pozvolna, pomaleji, než se očekávalo a odhadovalo v 90. letech (Pedersen et al. 2004; Fountas et al. 2005; Reichardt et al. 2009). Ještě v roce 1998 neslyšelo v USA o precizním zemědělství 70 % zemědělců (Daberkow a McBride 2003, s. 168). Dnes je to o poznání méně, což dokládá fakt, že v roce 2009 v USA pod precizní management spadalo 72 % obdělávané půdy s kukuřicí, 70 % s pšenicí nebo 28 % s bavlnou (USDA 2015).

V ostatních částech světa se míra osvojení pohybuje níže, mezi 10 a 30 % s ohledem na typ produkce a osvojenou technologii (např. Robertson et al. 2012; Lambert et al. 2015; Paustian a Theuvsen 2016). Omezuje se však na státy

²⁴ O sběr se stará United States Department of Agriculture. K dispozici jsou, byť omezená, data od roku 1997 na stránkách <https://data.ers.usda.gov/reports.aspx?ID=17883>.

s rozvinutou ekonomikou a velkoplošným zemědělstvím, jako je Austrálie, Kanada, Velká Británie či Německo (Tey et al. 2016, s. 187). Například podle rozsáhlého německého šetření využívalo v roce 2001 některou z technik precizního zemědělství 6,65 % respondentů, zatímco o šest let později to bylo jen o několik procent více – 9,33 % (Reichardt et al. 2009, s. 529). Na tomto čísle se shoduje i třicet německých odborníků z oboru. Když se jich Kutter et al. (2011, s. 6) ptali, nakolik je management v Německu rozšířený, souhlasně odhadovali, že méně než 10 %. Podobná čísla reportují rovněž Maďaři, a to 11 % (Lencsés et al. 2014, s. 8457). Skutečné číslo v tomto případě však bude nejspíše nižší, neboť dotazníky vyplňovali účastníci zemědělské exhibice, kde lze očekávat vyšší koncentraci zemědělců nakloněných novinkám.

Prostá procentuální hodnota osvojení však o skutečném stavu precizního zemědělství mnoho neříká. Jsou do ní totiž započítáni všichni bez ohledu na používanou technologii, účel či rozsah. Stojí tak vedle sebe farmář vlastníci kombajnů s GPS přijímačem a farmář, který pracuje s celým spektrem precizních technologií. Když toto vezmeme v potaz, které technologie jsou nejrozšířenější?

Technologie, se kterými zemědělci zpravidla začínají a jsou nejrozšířenější, je monitorování výnosu a vytváření půdních map z půdních vzorků (Lambert et al. 2015, s. 333), popřípadě ještě využití GPS k navigaci a vytváření map (Reichardt a Jürgens 2009, s. 75). Naopak velmi málo rozšířené je variabilní dávkování hnojiv a pesticidů (Reichardt a Jürgens 2009, s. 85; OECD 2016).

Pro představu američtí producenti kukuřice v roce 2010 monitorovali výnos na 61 % obdělávané půdy. Na polovině této rozlohy použili data k vytvoření mapy výnosnosti. Z celkové plochy pak bylo 20 % ošetřeno variabilní dávkou hnojiv a jen 5 % variabilní dávkou pesticidů (USDA 2015). Vzorec je podobný i pro ostatní plodiny a podobnou posloupnost uvádí i Robertson et al. (2012, s. 186) nebo průzkum mezi dánskými aktivními uživateli precizního zemědělství (Pedersen et al. 2004). 90 % z nich využívalo výnosové mapování, 78 % odebíralo půdní vzorky a 63 % variabilně dávkovalo hnojiva (Pedersen et al. 2004, s. 4). Z environmentálního hlediska je to přitom právě variabilní dávkování hnojiv a herbicidů, jenž přináší hlavní přínos oproti zaběhnuté konvenční praxi, jak o tom pojednávala předešlá kapitola 2.2.2.

Menší rozšíření variabilního dávkování vykládají vědci různě. Krom vysokých pořizovacích nákladů je to i fakt, že někteří zemědělci využívají monitorování výnosu jen k dokumentačním účelům (Reichardt a Jürgens 2009, s. 84). Například 30 % australských producentů, kteří monitorovali výnos, z něj nevytvářelo mapy (Robertson et al. 2012, s. 191). V Maďarsku zase GPS využívalo 12 % zemědělců, ale pouze k navigaci na poli, nikoli k místně specifickým opatřením (Lencsés et al. 2014, s. 8457).

Druhým důvodem je samotná povaha variabilního dávkování. Pokud zemědělec nevlastní stroj měřící a dávkující současně, nedá se v praxi využít dřív, než má zemědělec nasbírány podkladová data. V rozhovorech to uvádělo 18 z 23 zemědělců, kteří zároveň zmiňovali, že sběr dat trvá tři až šest let (Reichardt a Jürgens 2009, s. 530). Rovněž v dotazníku Fountas et al. (2005, s. 137) zemědělci nejčastěji uváděli, že jejich plánem do budoucna je právě zavedení variabilního hnojení, vápnění a setí.

2.3.2. Faktory spojené s osvojením

Přesuňme se nyní k faktorům, které jsou pozitivně spjaty s osvojením precizního zemědělství (přehled dosud studovaných faktorů uvádí tabulka č. 2 s tím, že u více než jednou studovaných je uvedena i práce a její závěr).

Vůbec první, kdo se tímto zabývali, byli Američané Daberkow a McBride (1998). Centrem jejich zájmu bylo, jaké sociodemografické faktory a jaké typy farem uplatňují precizní zemědělství častěji. Jejich práce se řadí k mnoha dalším (kupř. Napier et al. 2000; Khanna 2001; Daberkow a McBride 2003; Paustian a Theuvsen 2016), které zkoumají jednak charakteristiky zemědělců (jako je věk, úroveň vzdělání, roky praxe...), jednak jejich farmy (jako je velikost, umístění, pěstované plodiny...). Odpovídají tedy na to, jak se v těchto proměnných liší osvojitelé od těch, kteří precizní zemědělství nevyužívají nebo o něm pouze uvažují. Projděme nyní základní studované faktory:

Tabulka 2

Souhrn dosud studovaných faktorů a jejich vlivu na osvojení precizního zemědělství

Proměnná	Signifikantní výsledek	Nesignifikantní výsledek
Věk	Daberkow a McBride 1998 Lencsés et al. 2014 Lambert et al. 2015 Watcharaanantapong et al. 2014 Baumgart-Getz et al. 2012	Reichardt a Jürgens 2009 Daberkow a McBride 2003 Robertson et al. 2012 Aubert et al. 2012 Hudson a Hite 2003 Paustian a Theuvsen 2016
Vzdělání	Reichardt a Jürgens 2009 Robertson et al. 2012 Reichardt et al. 2009 Pierpaoli et al. 2013 Aubert et al. 2012 Adrian et al. 2005	Daberkow a McBride 1998 Daberkow a McBride 2003
PC skills a využívání IT technologií	Reichardt a Jürgens 2009 Daberkow a McBride 2003 Watcharaanantapong et al. 2014 Pierpaoli et al. 2013 Daberkow a McBride 1998	
Velikost farmy	Reichardt a Jürgens 2009 Reichardt et al. 2009 Paustian a Theuvsen 2016 Fountas et al. 2005 Pierpaoli et al. 2013 Lencsés et al. 2014 Lambert et al. 2015 Pedersen et al. 2004 Robertson et al. 2012 Daberkow a McBride 2003 Baumgart-Getz et al. 2012 Daberkow a McBride 1998 Adrian et al. 2005	Aubert et al. 2012 Napier et al. 2000 Khanna 2001
Environmentální postoje	Napier et al. 2000 Watcharaanantapong et al. 2014 Baumgart-Getz et al. 2012	
Lokace	Robertson et al. 2012 Daberkow a McBride 2003 Watcharaanantapong et al. 2014 Pierpaoli et al. 2013 Paustian a Theuvsen 2016 Lambert et al. 2015 Daberkow a McBride 1998 Khanna 2001	
Využití služeb zem. poradců	Daberkow a McBride 1998 Robertson et al. 2012 Baumgart-Getz et al. 2012	
Snadnost použití	Adrian et al. 2005 Aubert et al. 2012	
Užitečnost	Aubert et al. 2012	Adrian et al. 2005
Další alespoň jednou studované proměnné: Typ produkce, kvalita půdy, výnos, držba půdy, poměr dluhu k aktivům, ziskovost farmy, zemědělec na plný úvazek, off-farm zaměstnanost, averze k rizikům, roky praxe, inovativnost, vzdálenost od lokálního prodejce hnojiv, nátlak na rozvoj.		

2.3.3. Velikost a lokace farmy

Nejvíce daty podpořeným závěrem je, že farmy s precizním managementem jsou větší než farmy bez něj. Průměrná velikost farem osvojitelů se v různých zemích lišila – v Dánsku 422 ha (Fountas et al. 2005), Americe 790 ha (Fountas et al. 2005), Maďarsku 300 ha (Lencsés et al. 2014). Až na výjimky se však vždy jednalo o farmy větší než státní průměr (Pedersen et al. 2004, s. 3). Kupříkladu v Německu byly průměrné precizní farmy větší než 250 ha, přitom tehdejší německý průměr byl 50 ha (Reichardt a Jürgens 2009, s. 78).

Nejčastějším vysvětlením je dostupnost zdrojů, neboť bez ohledu na to, jak farmář precizní zemědělství vnímá, vstupuje do hry prostá skutečnost, zda na něj má prostředky (Aubert et al. 2012, s. 517). Větší farmy se navíc lépe vyrovnávají s riziky (Tey a Brindal 2012, s. 723) a častěji plánují a investují do nových technologií (Pierpaoli et al. 2013, s. 66). Doprovodným faktorem je podle Kutter et al. (2011, s. 10–11) i to, že velké farmy využívají jiné komunikační strategie než menší farmy. „Velké farmy si mohou dovolit profesionální poradce. (...) Mají zdroje na to účastnit se pilotních projektů, a mohou proto těžit z nejnovějších poznatků“ (Kutter et al. 2011, s. 11).

Vliv velikosti můžeme pozorovat i na rozmístění precizních farem v rámci státu. V Německu jich nejvíce nalezneme v jeho východní části, a to proto, že zde je průměrná velikost farem 120 ha (Reichardt a Jürgens 2009, s. 79) daná dřívější zemědělskou politikou, která preferovala scelování pozemků podobně, jako se to dělo v Československu (Zeman 2013). Zároveň ale Reichardt a Jürgens (2009, s. 91) zaznamenali vzrůstající zájem o precizní technologie i směrem na západ mezi farmáři působícími na menších farmách s velikostí 100 až 200 ha. Právě ti totiž signifikantně častěji uvažovali o zavedení precizního zemědělství, zatímco farmáři z farem do 100 ha nikoli.

Příklad dopadu historického dědictví na dnešní rozmístění farem v Německu je však spíše výjimkou. Častěji je důvodem pro nestejnorodé rozmístění farem v rámci státu prostý fakt rozdílných přírodních poměrů (Tey a Brindal 2012, s. 723). Odlišný reliéf, úrodnost půdy či srážky vedou k tomu, že jen některé oblasti jsou vhodné k zemědělství. I proto může umístění farmy v určitém regio-

nu zvýšit pravděpodobnost osvojení (Daberkow a McBride 2003; Robertson et al. 2012; Pierpaoli et al. 2013; Lambert et al. 2015; Paustian a Theuvsen 2016).

Věk a praxe zemědělce

K preciznímu zemědělství se uchylují mladší zemědělci (např. Daberkow a McBride 1998; Baumgart-Getz et al. 2012; Lencsés et al. 2014; Watcharaananatpong et al. 2014; Lambert et al. 2015). Vliv věku je vysvětlován tím, že starší farmáři mají kratší plánovací horizont, slabší potřebu se měnit, a proto již nezkoušejí nové technologie tolik, jako to dělají mladší farmáři s dlouhou kariérou vyhlídkou (Roberts et al. 2004 in Tey a Brindal 2012, s. 722). Na druhé straně však stojí podobné množství studií, které věk neshledaly jako signifikantní faktor (např. Hudson a Hite 2003; Reichardt a Jürgens 2009; Robertson et al. 2012; Aubert et al. 2012; Paustian a Theuvsen 2016).

Domnívám se, že vzhled do této nekonzistence může vnést další faktor, a to praxe. Paustian a Theuvsen (2016, s. 9) zjistili, že signifikantně více precizně hospodařili „lépe vzdělaní, zkušenější farmáři“ s 16letou praxí na jedné straně a „mladí ICT znalí farmářští nástupci“ s méně než 5letou praxí na straně druhé. Khanna (2001, s. 41) vysvětluje, že s přibývajícím zkušenostmi, a tedy i věkem, se zkracuje časový horizont pro dosažení benefitů a vzrůstá neochota vystavovat se rizikům. Zároveň ale mohou nabyté zkušenosti vést k hlubší znalosti místní variability, a tedy i šanci, že zemědělec ocení přínosy precizního managementu. Tey a Brindal (2012, s. 722) tato vysvětlení ale rozporují s tím, že hluboká znalost místa může ve farmářích naopak vyvolávat dojem, že již vědí dost a podpůrné informace z precizního zemědělství nepotřebují,

Vzdělání a dovednosti

Vliv vzdělání na osvojení precizního zemědělství ilustruje výzkum Reichardt a Jürgens (2009). Rozdělili respondenty na uživatele precizního zemědělství, na informované, kteří jej však neuplatňují, a neinformované, kteří o něm ani nevěděli. Zatímco mezi uživateli bylo 45 % s vysokoškolským diplomem, ve druhé skupině to bylo 38 % a ve skupině neinformovaných dokonce jen 7 % (Reichardt a Jürgens 2009, s. 80–81). Silný vliv vzdělání potvrdily i další studie (Reichardt et al. 2009; Robertson et al. 2012; Aubert et al. 2012; Pierpaoli et al. 2013).

Autoři argumentují, že se jednak od 90. let precizní zemědělství dostává do vysokoškolských osnov, jednak se tam lidé spíše seznámí s informačními technologiemi (2009, s. 81). Ostatně umět zacházet s počítačem je dalším sledovaným faktorem, který se pozitivně pojí s osvojením (Daberkow a McBride 2003; Reichardt a Jürgens 2009; Pierpaoli et al. 2013). Například Watcharaanantapong et al. (2014, s. 440) zjistili, že pokud farmář používal pro management farmy počítač, uspíšilo to osvojení vybraných technologií o téměř jeden rok.

Zemědělci však na management nebývají sami. Časté je najímání placených konzultantů a externích firem, kteří se o náročnou práci starají (Daberkow a McBride 1998; Pedersen et al. 2004). Jak totiž ještě uvidíme, čas strávený zaváděním precizního zemědělství a nejistota při interpretaci dat jsou významné překážky (Reichardt et al. 2009; Robertson et al. 2012).

Za zmínku stojí výzkum Watcharaanantapong et al. (2014), který zjišťoval, s jakými faktory se pojí dřívější osvojení tří technologií: půdního vzorkování, monitoringu výnosu a leteckého snímání. Na studovaném vzorku 1880 amerických bavlnářů zjistili, že pokud si zemědělec najímal poradce, uspíšila to o více než půl roku osvojení půdního vzorkování, ale zpomalilo o půl roku osvojení leteckého snímání. Autoři příčinu vidí v tom, že půdní vzorkování se na trh dostalo dříve než letecké snímání. Poradci proto v nabídce upřednostňovali půdní vzorkování, do kterého již investovali čas a peníze (Watcharaanantapong et al. 2014, s. 442).²⁵

Využití služeb placených konzultantů proto zvyšuje pravděpodobnost osvojení precizního zemědělství jako celku (Robertson et al. 2012, s. 190; Baumgart-Getz et al. 2012, s. 22), zaměříme-li se ale na jednotlivé technologie, některé mohou být naopak pozdrženy (Watcharaanantapong et al. 2014).

Environmentální znepokojení

Výzkum Watcharaanantapong et al. (2014) stojí za zmínku i proto, že je jeden z mála, v němž se jako signifikantní ukázal faktor spojený s environmentálním

²⁵ Teoretická vsuvka: zemědělství poradci tady figuruji jako tzv. aktéři změny (viz kapitola 2.1.1), kteří rovněž do difuzního procesu inovace zasahují.

postojem. Dřívější osvojení všech technologií se pojilo pouze se dvěma faktory, a to s předešlým osvojením nějaké jiné precizní technologie, nebo s přesvědčením, že precizní zemědělství povede k zlepšení kvality životního prostředí. Ti, kteří toto přesvědčení měli, uvedli do praxe půdní vzorkování o 1,38 roku dříve, monitoring výnosu o 0,68 roku dříve a letecké snímání o 0,52 roku dříve (Watcharaanantapong et al. 2014, s. 442). Všechny ostatní faktory (věk, vzdělání, poradci) se ukázaly jako signifikantní jen pro jednu technologii, ne však pro ostatní.

Výzkum Napier et al. (2000) se rovněž zaměřil na načasování osvojení, tentokrát však ne na to, které se již událo, ale které by se mělo teprve stát. 1011 farmářů ze tří amerických regionů se proto ptali, zda v následujících pěti letech plánují využít „precizní zemědělství“.²⁶ Z 13 studovaných proměnných bylo signifikantních 12, avšak s tím, že pouze dva faktory byly významné ve všech třech státech současně. Byl to příjem farmy a důležitost informací o ochraně životního prostředí pro rozhodování zemědělce. Napier et al. (2000, s. 140) proto doporučují, aby se difuzní programy soustředily na vysokopříjmové farmy a do popředí kladli informace o benefitech v oblasti životního prostředí.

Naopak faktor, který významný nebyl, byla překvapivě rozloha obdělávané půdy. Ve stínu již zmíněných výzkumů je to překvapivý závěr. Autoři spekulují, že farmáři bez ohledu na svou velikost vnímají precizní zemědělství jako užitečné a rádi by jej uvedli v budoucnu do praxe. Případně že mladí zemědělci nadšení pro precizní zemědělství prozatím obdělávají jen málo půdy, ale precizní zemědělství chtějí využívat, jakmile si jej budou moci dovolit (Napier et al. 2000, s. 141).

2.3.4. Vnímané bariéry a benefity

Přesuňme se nyní k tomu, jak zemědělci precizní zemědělství vnímají. Řada studií, o kterých referovala předešlá kapitola, totiž nevěnovaly pozornost dalším faktorům důležitým pro rozhodování – hodnotám a postojům. Výzkumníci (Batte

²⁶ Na precizní zemědělství se přitom autoři ptali jako na celek bez toho, aby rozlišili výsledky podle jednotlivých technologií. Tento nedostatek se objevuje především v raných pracích, například v Daberkow a McBride (1998).

a Arnholt 2003; Reichardt et al. 2009; Kutter et al. 2011; Robertson et al. 2012; Napier et al. 2000) proto začali zjišťovat, jak zemědělci precizní management vnímají – jaké mají motivace pro (ne)osvojení, jaké benefity a bariéry si s ním pojí a jaké problémy je trápí.

Bariéry a benefity lze vnímat jako analogii k „atributům inovace“, o kterých byla řeč v kapitole 2.1.2 Připomeňme, že velmi dobře se rozšiřují inovace, které přinášejí evidentní výhody oproti stávající praxi, nejsou příliš složité a nevyžadují velké změny. Dále ty, které se dají vyzkoušet v menším rozsahu a jsou dobře viditelné pro ostatní.

Relativní výhodnost

Hlavní výhodou precizního zemědělství je podle zemědělců očekávaný zisk (Batte a Arnholt 2003; Pierpaoli et al. 2013; Aubert et al. 2012) a prohloubení znalostí o pozemcích (Reichardt a Jürgens 2009). Protože Reichardt a Jürgens respondenty rozlišovali podle délky užívání precizních technologií, mohli získat poznatek o tom, že v začátcích chtěli jejich respondenti znát lépe svá pole a zjednodušit dokumentaci. S přibývajícím zkušenostmi a znalostmi však u nich vzrůstala ambice snížit náklady a zvýšit zisk (Reichardt a Jürgens 2009, s. 84).

Jak si zemědělci zisk vykládají, není známo. Šest případových studií Batte a Arnholt (2003) však poukazuje na to, že nemusí být jen okamžitý, jak by se dalo očekávat. Farmáři totiž pozitivně hodnotili možné budoucí zisky dané lepším postavením farmy na trhu. Nejspíše i proto v precizním zemědělství pokračovali navzdory tomu, že jen dva dosahovali okamžitého zisku a čtyři nikoli (Batte a Arnholt 2003, s. 147). Zde však mohlo dojít ke zkreslení, neboť jedním z kritérií pro zařazení zemědělce do výzkumu bylo, aby byl inovativní, s výbornými manažerskými schopnostmi. Nadšení pro precizní zemědělství navzdory ekonomickému nezdaru se dá proto dle mého názoru vysvětlit i entuziasmem zúčastněných. Případně dalšími důvody, že pozitivně hodnotili nižší riziko, možnost experimentovat a lépe se rozhodovat (Batte a Arnholt 2003, s. 135).

Zajímavým poznatkem je, že uživatelé precizního zemědělství vnímají výhody precizního zemědělství jinak než ti, kteří jeho zavedení teprve plánují. Pro uživa-

tele byl zisk z 11 výhod až na šestém místě za změnou výnosu, organizace práce nebo pracovní doby. Naopak pro „plánovače“ byl na prvním místě (Lencsés et al. 2014, s. 8459). To může být dáno jak rozdílnou zkušeností skupin, ale i tím, že uživatelé se mohou spíše řadit k tzv. inovátorům, kteří na zisk pohlížejí jinak než ranní osvojitelé, kam by se nejspíše řadili „plánovači“.

Komplexita

Složitost precizního zemědělství je jeho stinnou stránkou. Protože systém vyžaduje značnou úroveň odbornosti, je většina farmářů využívajících tyto technologie „pohřbena jejich komplexitou. Často ji nevyužívají efektivně,“ uvádí Reichardt et al. (2009, s. 526).

Zemědělci mohou mít jednak problém s ovládním přístrojů díky nízké technické zdatnosti (Pierpaoli et al. 2013), jednak s interpretací dat. Nejistota s definováním zón byla druhou nejčastěji zmiňovanou překážkou pro australské producenty zrnin (Robertson et al. 2012, s. 188). A kupříkladu 55 % německých zemědělců analyzuje data sama, přičemž odborníci z oboru potvrdili, že zemědělci mají těžkosti jak s definováním zón, protože se data rok od roku mění, ale i s rozhodnutím, jak nakonec plochy ošetřit (Reichardt et al. 2009, s. 86). Není totiž výjimkou, že opatření vhodné pro suchý rok může mít neutrální dopad v běžném roce a škodlivý v roce deštivém (Stoorvogel, et al. 2016, s. 66).

Čím víc toho ale farmáři o precizním zemědělství vědí, tím jim připadá snazší (Aubert et al. 2012, s. 515) a po překonání počátečních obtíží by většina zemědělců doporučila precizní zemědělství ostatním (Reichardt et al. 2009, s. 543). Pozitivní trend naznačuje i výzkum Fountas et al. (2005, s. 133), z něhož plyne, že Američané z nejmladší skupiny 20–29 let považovali nedostatek technických dovedností za problém jen v 17 % případů, zatímco pro věkovou skupinu 50–59 let to byl problém až v 63 % případů. Domnívám se, že se dá očekávat, že pro nastupující generaci farmářů již nebude složitost precizního zemědělství takovým problémem.

Kompatibilita

Nekompatibilita precizního zemědělství je rovněž jeho slabým článkem. Jedná se však hlavně o nekompatibilitu technického rázu. Předně je hlavní bariérou zónování (44 %) a variabilního dávkování (64 %) prostý fakt, že zemědělci nevlastní patřičné stroje (Robertson et al. 2012, s. 188). Pokud je však vlastní, potýkají se mnohdy s technickými problémy, neboť stroje od různých výrobců spolu nebývají kompatibilní (Reichardt a Jürgens 2009; Reichardt et al. 2009; Kutter et al. 2011).²⁷ Chybějící podpora ze strany výrobců problém prohlubuje (Batte a Arnholt 2003, s. 132), což vede mimo jiné k tomu, že inovaci zemědělci vnímají jako méně užitečnou a ztrácí o ni zájem (Aubert et al. 2012, s. 516).

Zemědělci nelibě hodnotí i značné časové nároky precizního managementu (Reichardt et al. 2009; Reichardt a Jürgens 2009). Za „žrouta času“ jej označilo 74 % Dánů a 69 % Američanů (Fountas et al. 2005, s. 132). Z výzkumu Lencsés et al. (2014) však vyvozují, že na rozhodování to nemusí mít velký dopad. Autoři rozdělili respondenty na ty, kteří jej užívají, a na ty, kteří o něm uvažují. Ukázalo se, že ti, kteří o něm zatím jen uvažovali, časové nároky precizního zemědělství podceňovali – to, že si precizní management vyžádá změnu pracovních sil a času, uváděli až na 9. a 10. místě (z 11 možných). Naopak aktivní uživatelé je umístili vysoko – na 3. a 4. místo (Lencsés et al. 2014, s. 8459).

Vnímaná užitečnost a snadnost použití

Specifické jsou práce (Adrian et al. 2005; Aubert et al. 2012; Pierpaoli et al. 2013), které teoreticky vycházejí z Technology Acceptance Model a zkoumají vliv jeho dvou ústředních konceptů na osvojení – vnímanou užitečnost precizního zemědělství a vnímanou snadnost jeho použití. Protože oba koncepty i model jako celek mají blízko k difuzi inovací, jsou i tyto studie relevantní a zařazují je do souhrnu.

První prací je Adrian et al. (2005), kteří zkoumají vliv čtyř konceptů – vnímané užitečnosti (dané vnímanou kvalitou, produktivitou a efektivností precizního

²⁷ To je problém v Německu (Reichardt a Jürgens 2009) a Dánsku (Fountas et al. 2005), kde zemědělci často nakupují vybavení od různých výrobců. Oproti tomu Američtí farmáři kupují zpravidla výrobky jedné značky (Reichardt a Jürgens 2009).

zemědělství oproti stávající praxi), vnímané snadnosti použití (dané přesvědčením, že technologie není náročná na fyzickou a mentální práci), sebejistoty (měřenu mírou, do jaké respondent ovládá počítače) a vnímaných potenciálních benefitů (přesvědčení, že benefity budou větší než náklady).

Od 85 účastníků vzdělávacího semináře zjišťovali, jaké technologie používají, nebo je plánují v následujícím roce zavést. Zjistili, že vnímaná užitečnost ani vnímaná snadnost použití neměly přímý vliv na záměr precizní zemědělství osvojit. Nicméně čím snadnější se precizní management zemědělci zdál, tím více potenciálních benefitů si s ním spojoval a o to větší byla pravděpodobnost osvojení. Vůbec největší přímý vliv na osvojení ale měla sebejistota zemědělců (2005, s. 265–266). Autoři proto doporučují podporovat sebevědomí producentů například ukázkami zemědělské techniky (2005, s. 268).

Rovněž Aubert et al. (2012) staví na Technology Acceptance Model. Krom vnímané užitečnosti a vnímané snadnosti použití ještě zkoumají dobrovolnost, komunikovatelnost a možnost precizní zemědělství vyzkoušet včetně sociodemografických proměnných.

Oproti předcházející studii pracovali s více respondenty, 438 zemědělců z provincie Quebec, a došli k jiným závěrům. A to že na osvojení měla přímý signifikantní vliv jak užitečnost, tak snadnost použití. Vnímanou snadnost použití z 60 % ovlivňovaly čtyři faktory (znalost PA technologie, kompatibilita, kvalita podpory a vědomosti zaměstnanců). Vnímanou užitečnost pak ze 45 % ovlivňovala kompatibilita, informovanost a relativní výhodnost (Aubert et al. 2012, s. 515–516).

Autoři rozdílné výsledky oproti Adrian et al. (2005) nediskutují, příčinou ale může být, že zatímco Adrian et al. (2005) se ptali na *záměr* osvojit precizní zemědělství, Aubert et al. (2012) zkoumali *aktuální stav* a rozdíl mezi osvojiteli a neosvojiteli. Dá se očekávat, že osvojitelům bude precizní zemědělství připadat snazší, protože s ním již mají zkušenosti. Pozitivně může být ovlivněna i vnímaná užitečnost, neboť jakmile se člověk pro něco rozhodne, má to podvědomě tendenci hodnotit kladněji než to, co zamítl (Gálik 2012, s. 51).

Překvapivým zjištěním bylo, že podle těch, kteří precizní zemědělství nepoužívali, se dá precizní management snadno vyzkoušet. Naopak uživatelé považovali vyzkoušení za těžké. To podle autorů znamená, že neosvojitelé mají o precizním zemědělství nesprávné mínění. „Systémový charakter inovace ji dělá náročnou na vyzkoušení,“ tvrdí s tím, že „jednotlivé stroje mohou být otestovány, zkušenost s inovativním charakterem precizního zemědělství ale nezískáme použitím pouze jedné jeho části“ (Aubert et al. 2012, s. 516).

Na osvojení měla naopak negativní vliv, že do precizního zemědělství není zemědělec tlačěn vnějšími okolnostmi, ale rozhodnutí je čistě dobrovolné. Rozšířit precizní zemědělství by proto podle autorů mohly adekvátní regulace typu povinnost reportovat přesnou aplikaci agrochemikálií (Aubert et al. 2012, s. 516). Podobný názor sdílí i Khanna (2001), která doporučuje cílit na farmáře s méně kvalitními půdami, kteří nemají motivaci dobrovolně precizní zemědělství zavádět, protože se jim ekonomicky nevyplácí.

Tabulka 3: Souhrn výzkumů použitých v rešerši

Autoři a rok vydání	Země	Cílová skupina	Velikost vzorku	Forma výzkumu	Analýza dat
Reichardt a Jürgens (2009)	Německo	Zemědělci na polních dnech	6183	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Kontingenční analýza
Paustian a Theuvsen (2016)	Německo	Zemědělci	227	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Logistická regrese
Robertson et al. (2012)	Austrálie	Zemědělci pěstující zrniny	1376	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Logistická regrese
Reichardt et al. (2009)	Německo	Zemědělci	8241	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Chí kvadrát test, ANOVA
Tey a Brindal (2012)	-	Studie retrospektivně zkoumající precizní zemědělství	10	Teoretická práce, metaanalýza	-
Daberkow a McBride (2003)	USA	Zemědělci	8429	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Logistická regrese
Kutter et al. (2011)	Něm., ČR, Nizozemí, Řecko	Odborníci na precizní zemědělství	47	Kvalitativní, polostrukturovaný rozhovor	-
Watcharaanantaponget al. (2014)	USA	Zemědělci pěstující bavlnu	1088	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Tobit regrese
Fountas et al. (2005)	USA, Dánsko	Osvojitelé precizního zemědělství	198	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Chí kvadrát test
Napier et al. (2000)	USA	Zemědělci	1011	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Diskriminační analýza
Batte a Arnholt (2003)	USA	Osvojitelé precizního zemědělství	6	Kvalitativní, polostrukturovaný rozhovor	-
Carolan et al. (2017)	USA	Zemědělci, promotéři precizního zemědělství	51	Kvalitativní, polostrukturovaný rozhovor	-
Pierpaoli et al. (2013)	-	Studie retrospektivně zkoumající precizní zem.	19	Teoretická, metaanalýza	-
Lencsés et al. (2014)	Maďarsko	Zemědělci na polních dnech	72	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Kontingenční analýza, ANOVA
Adrian et al. (2005)	USA	Zemědělci na vzdělávacím kurzu	85	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Structural equation model
Aubert et al. (2012)	Kanada	Zemědělci	438	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	PLS regrese
Daberkow a McBride (1998)	USA	Zemědělci pěstující kukuřici	950	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Logistická regrese
Lambert et al. (2001)	USA	Zemědělci pěstující bavlnu	1812	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Logistická regrese
Pedersen et al. (2004)	Dánsko	Osvojitelé precizního zemědělství, poradci, odborníci	141 + 69	Kvantitativní, rozhovory, focus group	Lineární regrese, Chí kvadrát test
Hudson a Hite (2002)	USA	Zemědělci s farmami nad 100 ha	423	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Faktorová analýza
Khanna (2001)	USA	Zemědělci	650	Kvantitativní, strukturovaný dotazník	Logistická regrese

2.3.5. Intermezzo – České zemědělství

Nezodpovězená zůstává otázka, jak je precizní zemědělství známo a uplatňováno v České republice. Kvůli omezeným datům pojednává tato odbočka také o struktuře českého zemědělství, z níž se dá alespoň rámcově vyvozovat, jak „úrodnou půdu“ zde precizní zemědělství nachází.

Precizní zemědělství v Česku

Pokud je mi známo, výzkum zaměřený na osvojování precizního zemědělství dosud v Česku provedený nebyl. Výjimkou je snad jen nedávný průzkum AG-RIS 2017 – Informační a komunikační technologie v zemědělství ČR.²⁸ Ten se zaměřoval na používání informačních technologií českými zemědělci a jejich hlavní zdroje informací, obsahoval ale také dvě okrajové otázky týkající se precizního zemědělství.²⁹ Poněkud nepochopitelně ale chyběla otázka, zda a jaké technologie zemědělec využívá. Výsledky navíc zatím nebyly publikovány.

Druhou výjimkou je pak výzkum Kutter et al. (2011), jehož součástí bylo i několik rozhovorů s odborníky z Česka. Protože se ale zabýval komunikací a kooperací zemědělců obecně, nedozvíme se z něj o České republice nic bližšího. Narazit se dá pouze na několik kusých informací. Konkrétně že v Česku a Německu jsou adopční vzorce podobné a významnou roli sehrávají dodavatelé či poskytovatelé služeb. „V České republice si již mnoho farem pořídilo vlastní vybavení precizního zemědělství a začalo pracovat jako dodavatel pro ostatní“ (Kutter et al. 2011, s. 13). Vyvozují proto, že v blízké budoucnosti budou dodavatelé „hrát rozhodující roli v rozšiřování precizního zemědělství v Německu, České republice a Dánsku“ (Kutter et al. 2011, s. 13). A dále že jsou v těchto zemích „spokojení uživatelé precizního zemědělství, zemědělské technologické firmy a soukromí poradci nejdůležitějšími propagátory místně specifického zemědělství“ (Kutter et al. 2011, s. 14).

Význačnou institucí v Česku je Centrum precizního zemědělství při České zemědělské univerzitě Praze. Jedná se o výzkumné pracoviště s cílem koordinovat

²⁸ V době psaní práce je dotazník dostupný na: <https://pruzkum.agris.cz/dotaznik.pdf>

²⁹ Otázky byly „Jaké jsou podle Vás přínosy precizního zemědělství?“ a „Jaké jsou překážky rozvoje precizního zemědělství?“

vývoj precizního zemědělství a jeho zavádění do praxe. Kromě zajišťování komunikace mezi výzkumníky a lidmi z praxe se věnuje výzkumné a vzdělávací činnosti, především v oblasti agrobiologie. Výzkum sociálních hledisek chybí.

Dále na českém trhu působí několik firem nabízejících stroje a služby precizního zemědělství. Nejstarší je MJM Litovel, která uvádí, že její systém PREFARM[®] je využíván „na výměře několik stovek tisíc hektarů nejen v Česku, ale i okolních státech“ (MJM Litovel 2017, s. 24). Dalšími firmami nabízejícími kompletní spektrum precizních technologií jsou například Leading Farmers CZ a AGRI-PRECISION. Z rozhovoru s jednatelem poslední jmenované firmy vyplynulo, že nejčastěji zemědělci poptávají monitoring strojů a jejich navigaci a typickým zákazníkem jsou velké zemědělské subjekty. V začátcích je naopak variabilní aplikace.

Struktura českého zemědělství

V České republice hospodařilo v roce 2016 26 tisíc zemědělských subjektů, a to na ploše téměř 3,5 milionu hektarů (ČSÚ 2017). Oproti roku 2000 byl zaznamenán mírný pokles zemědělských subjektů a změnila se jejich skladba (ČSÚ 2012a). Nejvíce ubývají družstva, méně fyzické osoby, roste počet společností s ručením omezeným a akciových společností.

České zemědělství má dvě specifika. Prvním je průměrná velikost zemědělského subjektu, která v roce 2016 činila 130 ha (ČSÚ 2017). Fyzické osoby průměrně hospodařily na 44 ha, právnické na 774 ha. Unijní průměr je přitom jen 16,1 ha (Eurostat 2015). Pro srovnání druhé největší plochy v unii obhospodařovali Britové – 94 ha. Američtí farmáři ve stejném roce hospodařili na 173 ha (USDA 2017).

Neudert et al. (2015) tento často kritizovaný fakt považují za výhodu. Velké pozemky a geologicky pestrý terén vedou k vysoké variabilitě pozemků a zvýšení potenciálu pro precizní zemědělství.

Druhým specifikem Česka je vysoký podíl právnických osob. S 13,5 % jsme v EU po Francii druhí. Průměr v EU je přitom 3 % (Mácová 2014).

Čtyři nejrozšířenější plodiny jsou pšenice, ječmen, kukuřice na siláž a řepka, které v roce 2012 zaujímaly 73,2 % celkové plochy a nadále se rozšiřují, čímž se snižuje druhová pestrost pěstovaných plodin (ČSÚ 2012b). Narůstají hlavně plochy kukuřice a řepky, ubývá ječmene, brambor, žita či máku.

Znatelný je odliv pracujících. Za období 2000–2016 se počet pracujících v zemědělství snížil o 18,1 %, především však v živočišné výrobě útlumem chovů. Odliv se týká téměř úplně právnických osob, kde ubylo 41 % pravidelných zaměstnanců, z čehož plyne, že firmy častěji využívají kratších pracovních úvazků a sezónních pracovníků (ČSÚ 2017).

Dalším problémem je stárnutí zemědělské populace. Setrvale se mezi lety 2000 a 2015 snižoval podíl pracovníků mladé generace 15–29 let (z 22,8 % na 11,2 %) i střední generace 30–44 let (z 63,7 % na 46,1 %). Lidé se z nich přelévají do kategorie 45–59 let, kde byl zaznamenán nárůst z 13,5 % na 42,3 % (ÚZEI 2015).

Relevantní jsou i informace o vybavenosti farem počítači. V roce 2013 používala počítač pro potřeby podniku téměř polovina zemědělských subjektů – 47 %. Téměř 80,9 % připadalo na právnické osoby, 42,8 % na fyzické. Oproti roku 2000 jde o více než dvojnásobný nárůst.

2.3.6. Shrnutí

Sumarizujeme-li výsledky 21 výzkumů provedených od roku 1998 do 2017, jak by vypadal typický osvojitel precizního zemědělství? Viděli bychom mladšího zemědělce, který spravuje velkou, několikasethektarovou farmu, která se vyznačuje úrodnou půdou a nachází se v USA, Kanadě nebo Austrálii. K preciznímu managementu ho táhla hlavně vidina vyššího zisku, který by upevnil jeho místo na trhu. Dnes oceňuje i to, že zná lépe svá pole a zjednodušila se dokumentace.

Přestože má tento farmář za sebou vysokou školu, že bez potíží ovládá počítač a v oblibě má i jiné technické novinky, s řízením farmy mu pomáhá placený poradce. Ten mu radí hlavně s tím, jak precizní zemědělství implementovat a maximálně ho využít.

Z opatrnosti či nedostatku peněz prozatím na farmě používá stroje, které monitorují výnos jednotlivých plodin a které může navigovat na poli pomocí GPS. K variabilnímu dávkování hnojiv a herbicidů se nežene. Jednak na něj stále nemá dostatek dat, jednak si není jistý ziskem a chybí mu patřičné stroje.

Má-li zhodnotit dosavadní zkušenosti s precizním zemědělstvím, nejvíce ho trápí časová náročnost managementu a nekompatibilita strojů různých značek. Navzdory tomu mu přechod k preciznímu zemědělství přinesl mírný zisk a na otázku, zda by doporučil management ostatním, odpovídá „ano“.

Z výzkumů vyplynulo i několik faktorů, které se buď neukázaly jako významné, nebo vycházely rozporuplně. Nejasná je hlavně otázka věku. Podle některých měl přibývajícím věkem na osvojení negativní vliv, podle jiných vliv vůbec neměl. Málo probádaný je i vliv environmentálních postojů.

Posoudíme-li poznatky se situací v Česku, má zde precizní zemědělství úrodnou půdu hlavně díky členitému terénu a existenci několikasethektarových farem. Navíc se zde trh s precizním zbožím a službami rozvíjí od roku 1997 s tím, že dnešní nabízená paleta zahrnuje celé spektrum strojů pro precizní management. Výzkum jeho rozšíření však dosud nebyl proveden.

Trefnou otázkou na závěr je zamyšlení Tey a Brindal (2012, s. 727). Tvrdí, že existuje mnoho farem, které přesně odpovídají popisu typického osvojitele precizního zemědělství, a přesto o precizním zemědělství ani neuvažovali. Značí to podle nich mezeru v poznání, kterou je třeba vyplnit.

3. EMPIRICKÁ ČÁST

3.1. Metodologie

Osvětlili jsme, jak Rogersova teorie difuze inovací vysvětluje průnik novinek do praxe. Představili jsme precizní zemědělství a shrnuli výzkumy, které se zabývaly jeho osvojováním zemědělci. Následující část je o výzkumu, který na dosud řečené reaguje. Je vysvětlen cíl výzkumu, jeho design a smysl použitých výzkumných nástrojů. Následuje popis výzkumného vzorku a analýza dat. Závěr je věnován výsledkům a jejich diskusi.

3.1.1. Předmět a cíl výzkumu

Doposud byly nejčastěji zkoumány v otázce precizního zemědělství dvě roviny. První rovinou jsou faktory signifikantně se pojící s osvojením precizního zemědělství. Výzkumy ukazují, že charakter farmy a jejího majitele či manažera má na rozhodnutí podstatný vliv. Poznatky jsou v této oblasti dostupné pro Austrálii (Robertson et al. 2012), USA (Daberkow a McBride 1998; 2003), Německo (Paustian a Theuvsen 2016) či Dánsko (Pedersen et al. 2004), pro Českou republiku chybí.

Druhou rovinou jsou benefity a bariéry, které si se zavedením precizního managementu zemědělci poji. Zjišťovány zpravidla byly přímou otevřenou otázkou (Reichardt a Jürgens 2009) či konzultací s odborníky na zemědělskou techniku (Kutter et al. 2011). Až na jednu práci (Aubert et al. 2012) přitom nebylo k měření využito atributů inovace, jak je popsal Everett Rogers (viz kapitola 2.1.2). Silou atributů přitom je, že mohou charakterizovat inovaci celistvě a lze z nich odvodit, jaký celkový obraz o precizním zemědělství zemědělci mají. Ten je důležitý pro další šíření inovace, protože jsou to právě její první uživatelé, kteří mají na další šíření vliv.

Smyslem mého výzkumu proto je prozkoumat vztah mezi vnímanými atributy precizního zemědělství a jeho osvojením. K tomu využívám kvantitativní výzkum realizovaný prostřednictvím dotazníkového šetření.

Z hlediska cíle výzkumu (i jeho smyslu pro praxi) by větší výpovědní hodnotu měla longitudinální studie, která by hodnotila vývoj farem a jejich postupné (ne)osvojování precizního managementu. Vnesla by vřelý pohled do procesu osvojování precizního zemědělství a toho, jak se spolu s ním mění i vnímání jeho atributů. S ohledem na časové a organizační možnosti tento výzkumný design nevolím.

3.1.2. Výzkumné otázky a hypotézy

Ústřední výzkumná otázka zní: **Jaká je vazba charakteru zemědělského subjektu a jeho vnímání atributů precizního zemědělství na osvojení tohoto managementu?**

Specifické výzkumné otázky a hypotézy zní: ***1. Jaký je vztah mezi charakterem zemědělského subjektu a jeho osvojením tohoto managementu?***

Charakter zemědělského subjektu je dán jeho provozními charakteristikami – umístěním, právní formou podnikání, typem výroby, obdělávanou plochou, počtem a typem strojů, počtem zaměstnanců, ziskovostí apod. Průzkumy ukázaly, že některé se významně pojí s osvojením precizního zemědělství, jak ukázala tabulka 2. Rozhodla jsem se prozkoumat vliv těch prokázaných a nejčastěji studovaných, a to: *obdělávané plochy, typu výroby, využití služeb zemědělských poradců, zprostředkování služeb*. Dodávám ještě *právní subjektivitu*, která v Česku může sehrávat specifickou roli.

Naopak nezkoumám vliv *věku, vzdělání a praxe*, přestože tyto faktory byly studovány vůbec nejčastěji. Rozhodla jsem se je do výzkumu nezařadit kvůli specifčnosti českého zemědělství s velkým podílem právnických osob. Zmíněné faktory bychom mohli snadno měřit u soukromých zemědělců, kteří rozhodují o směřování svého podnikání sami. Hůře je lze měřit u právnických osob, kde o směřování rozhodují valné hromady a představenstva.³⁰ Nahradila jsem je proto *inovativností zemědělského subjektu*, jež je vhodná i pro právnické osoby.

³⁰ Řešením by mohlo být měřit průměrný věk nebo vzdělání celého představenstva. Logisticky je to ale náročné.

Protože pořizovací náklady na precizní technologie nejsou zanedbatelné, zjišťují rovněž finanční situaci zemědělských subjektů. Některé výzkumy ji hodnotily ziskovostí farmy nebo mírou zadluženosti (viz Tey a Brindal 2012, s. 723). Jako přesnější se však zdají *vnímané zdroje*, tedy ne objem peněz se kterými podnik disponuje, ale to, zda jejich majitelé své zdroje považují za dostatečné (viz Aurbert et al. 2012).

- H1A: Na osvojení precizního zemědělství má vliv právní subjektivita.
- H1B: Na osvojení precizního zemědělství má vliv typ výroby.
- H1C: Na osvojení precizního zemědělství má vliv využití služeb zemědělských poradců.
- H1E: Na osvojení precizního zemědělství má vliv velikost obdělávané plochy
- H1F: Na osvojení precizního zemědělství má vliv to, zda subjekt zprostředkovává služby.
- H1G: Na osvojení precizního zemědělství má vliv inovativnost zemědělského subjektu.
- H1H: Na osvojení precizního zemědělství má vliv, jak zemědělský subjekt vnímá své zdroje.

2. Jaký je vztah mezi hodnocením atributů precizního zemědělství zemědělskými subjekty a jejich osvojení tohoto managementu?

Na základě teorie difuze inovací očekávám, že atributy precizního zemědělství budou lépe hodnotiti jeho osvojitelé nežli neosvojitelé a formuluji tyto hypotézy:

- H2A: Osvojitelé precizního zemědělství budou jeho kompatibilitu hodnotit lépe než neosvojitelé.
- H2B: Osvojitelé precizního zemědělství budou jeho relativní výhodnost hodnotit lépe než neosvojitelé.
- H2C Osvojitelé precizního zemědělství budou jeho snadnost použití hodnotit lépe než neosvojitelé.
- H2D Osvojitelé precizního zemědělství budou jeho podporu hodnotit lépe než neosvojitelé.
- H2E Osvojitelé precizního zemědělství budou jeho viditelnost hodnotit lépe než neosvojitelé.

3.1.3. Metody měření proměnných

Formou měření je dotazník (viz příloha 2 na straně 104). Ten se skládá ze tří částí, které měří závisle proměnnou „osvojení precizního zemědělství“ a nezávisle proměnné „charakter zemědělského subjektu“ a „vnímané atributy precizního zemědělství“.

Osvojení precizního zemědělství

První část zjišťuje, zda a jaké technologie zemědělský subjekt využívá. Opírám se částečně o dotazníkové schéma, které publikovali Reichardt a Jürgens (2009, s. 76). Odpovědi na otázky, zda respondenti precizní zemědělství znají, používají a mají v plánu používat v dalších třech letech, mi dovolí respondenty rozdělit do tří skupin, které pojmenovávám: osvojitelé, znalci a neosvojitelé.³¹ Respondenti, kteří odpovědí, že precizní zemědělství používají, jsou navíc vyzváni k výběru těch technologií, které používají.

Charakter zemědělského subjektu

Tato část zjišťuje základní parametry zemědělského subjektu, a to jeho *právní subjektivitu* (fyzická/právní osoba), velikost *obhospodařované zemědělské plochy*, *typ výroby* (rostlinná/živočišná/smíšená), zda *zprostředkovává zemědělské služby* a *využívá služeb zemědělských poradců*.

Krom toho je část doplněna o dvě škály přebrané od Aubert et al. (2012). První zjišťuje míru inovativnosti zemědělského subjektu škálou nazvanou *operátorova inovativnost*, která má pět položek a jejíž Cronbachovo alfa bylo v původním výzkumu 0,83. Druhá škála *vnímané zdroje* o čtyřech položkách s Cronbachovým alfa 0,81 zjišťuje, v jaké finanční situaci se subjekt nachází.

Škály jsem přeložila do češtiny a mírně upravila formulaci. Původní položky měly formu tvrzení v první osobě, například „*Rád experimentuji s novými způsoby práce.*“ Mými respondenty však mají být i právnické osoby, proto jsem položky upravila na způsob „*Rádi experimentujeme s novými způsoby práce.*“

³¹ Osvojitelé (precizní zemědělství znají a používají), Znalci (precizní zemědělství nepoužívají, ale ví, o co jde), Neosvojitelé (precizní zemědělství neznají a ani ho nepoužívají).

Položky, které se zobrazovaly v náhodném pořadí, respondenti hodnotili na pěti-bodové škále Likertova typu (1= rozhodně nesouhlasím až 5= rozhodně souhlasím). Čím vyššího skóru podnik dosáhne, tím ho považují za inovativnější a že tím více vnímá, že si precizní technologie může dovolit.

Vnímané atributy precizního zemědělství

Pro měření této proměnné využívám dotazník publikovaný Aubert et al. (2012), protože znění položek upravili pro měření precizního zemědělství. Autoři vycházejí ze staršího dotazníku *Perceived Characteristics of Innovation*, který pro měření atributů inovace vypracovali v 90. letech Moore a Banbasat (1991). Ti jej otestovali³² a doporučili „s mírnými úpravami“ pro studium dalších inovací, a proto ho považují za vhodný nástroj.

Upravený dotazník Aubert et al. (2012) má 33 položek, které v 9 škálách měří koncepty: *kompatibilita*, *snadnost použití*, *relativní výhodnost*, *možnost vyzkoušení*, *viditelnost* (tedy Rogersem definované koncepty) a dále *informace* (vnímání dostupnosti, kvality a hodnoty informací, které precizní technologie produkuje), *komunikovatelnost* (míra, do jaké jsou výsledky inovace viditelné pro ostatní potenciální osvojitele), *vnímaná užitečnost* (míra, do jaké se inovace jeví jako prospěšná), *kvalita podpory* (zachycuje vnímání dostupnosti, rychlosti a kvality podpory poskytované pro precizní technologie) a *dobrovolnost* (míra, do jaké je osvojení inovace vnímáno jako dobrovolné rozhodnutí). Škály mají různý počet položek, které mají formu tvrzení a respondent na pětibodové škále Likertova typu hodnotí, jakou měrou s ním souhlasí (1= rozhodně nesouhlasím až 5= rozhodně souhlasím). Cronbachovo alfa škál se pohybovalo v rozmezí 0,56 až 0,89. Pro vlastní výzkum jsem rozhodla tři škály vyřadit:

- *Komunikovatelnost*, protože měla nejslabší vnitřní konzistenci (Cronbachovo alfa 0,56).
- *Dobrovolnost*, protože měla jednak druhou nejslabší vnitřní konzistenci (Cronbachovo alfa 0,60), jednak měřila rys, který zemědělci ve studiích nezmiňovali, a považují jej proto za nerelevantní.

³² Dotazník vyvíjeli na případu osobního počítače. Více o jejich metodě viz Moore a Banbasat (1991, s. 198–201).

- *Vnímanou užitečností*, protože svou definicí se značně překrývá s *relativní výhodností* (míra, do které je inovace lepší než stávající praxe), která už v dotazníku zahrnutá je.

Jejich odstraněním se dotazník zkrátil na 21 položek. Nejnižší vnitřní konzistenci měla nově škála *kvalita podpory* – Cronbachovo alfa 0,79, což je nad doporučovanou hodnotou 0,7.

Na tuto část dotazníku odpovídali pouze ti respondenti, kteří v první otázce odpověděli, že precizní zemědělství znají.³³ Otázky se respondentům zobrazovaly v náhodném pořadí.

3.1.4. Sběr dat

Sběr dat probíhal formou online dotazníku, který byl vytvořený na www.vyplnto.cz a byl přístupný pouze lidem, kteří na něj obdrželi přímý odkaz. Cílovou skupinou výzkumu byly zemědělské subjekty hospodařící na území České republiky. Těch bylo v roce 2016 registrováno 26 tisíc (ČSÚ 2017). Jelikož neexistuje jejich veřejně přístupná databáze s kontakty, využila jsem k šíření dotazníku zemědělská zájmová sdružení (např. Agrární komora ČR, Společnost mladých agrárníků ČR, Asociace soukromých zemědělců, Českomoravský svaz zemědělských podnikatelů, Svaz ekologických zemědělců a Zemědělský svaz ČR) a firmy prodávající široké spektrum zemědělské techniky včetně technologií pro precizní zemědělství.

Všem jsem rozeslala odkaz na dotazník spolu s průvodním dopisem a instrukcí, aby ho přeposlali svým členům a zákazníkům. Respondenti tedy byli vybráni tzv. příležitostným výběrem. Protože jsem neměla kontrolu nad faktickým rozesláním dotazníku, nemohu určit, kolik potenciálních respondentů výzvu obdrželo.

Dotazník byl dostupný od 22. 1. 2018 do 28. 2. 2018. Vyplnilo ho 170 respondentů. Návratnost, daná poměrem dokončených dotazníků vůči jejich zobrazení, byla 42,3 %. Při čištění dat jsem vyřadila tři respondenty, protože nespádali do

³³ Nedává totiž smysl, aby někdo, kdo slyší pojem „precizní zemědělství“ poprvé, hodnotil kupříkladu jeho výhodnost.

cílové skupiny – uvedli totiž, že zprostředkovávají zemědělské služby, ale vlastní výrobě se nevěnují. Konečný počet respondentů klesl na 167.

3.2. Výsledky

3.2.1. Popis vzorku

Znalost a osvojení precizního zemědělství

Do analýzy vstoupilo 167 respondentů, které jsem v prvním kroku rozdělila do skupin podle toho, zda precizní zemědělství znají a zda ho mají v plánu v následujících třech letech zavádět. Výsledky zobrazuje tabulka 4. Z ní je patrné zejména, že:

- třetina respondentů precizní zemědělství vůbec nezná,
- že v plánech zavádět precizní zemědělství se respondenti výrazně liší. Ti, kteří ho už používají, mají zpravidla (76 %) v plánu v tom pokračovat. To nesdílí ti, kteří precizní zemědělství nepoužívají. Ti uvažují o využití technologie jen v 23 % případů.

Tabulka 4

Rozdělení respondentů v odpovědi na otázku „Používáte některou z technologií precizního zemědělství (PZ)?“

	Četnost		
	absolutní (relativní %)		
Ne, PZ neznám	46	(28 %)	
Ne, PZ však znám	62	(37%)	→ z nich má v plánu využít technologii PZ v následujících třech letech: 14 (23 %)
Ano	59	(35 %)	→ z nich má v plánu využít technologii PZ v následujících třech letech: 45 (76 %)
Celkem	167	(100 %)	

Právní subjektivita

Většina respondentů hospodařila jako fyzické osoby. Procentuálním zastoupením se vzorek blíží rozložení české zemědělské populace. Fyzické osoby představovaly 85 % vzorku, přičemž český průměr je 89 %. Právnických osob bylo 15 %, přičemž český průměr je 11 %. Z tabulky je zřejmé, že procentuálně více osvojitelů najdeme mezi právníckými osobami.

Tabulka 5

Právní subjektivita respondentů

	<i>Používáte některou z technologií precizního zemědělství?</i>			Celkem (N)
	Ano	Ne, PZ však znám	Ne, PZ neznám	
Fyzická osoba	41 (29 %)	57 (40 %)	44 (31 %)	142 (100 %)
Právnícká osoba	18 (72 %)	5 (20 %)	2 (8 %)	25 (100 %)

Poznámka. % zastoupení respondentů v kategorii fyzické osoby 85 %, právnické osoby 15 %.

Obhospodařovaná zemědělská plocha

Respondenti v dotazníku přesným číslem uvedli, jak velké plochy obhospodařují. Rozpětí bylo značné, od 1 po 10 000 hektarů. Pokud výměry zprůměrujeme (viz tabulka 6) a porovnáme s českým průměrem, zjistíme, že se vzorek odchyluje od české zemědělské populace. Zatímco čeští zemědělci průměrně hospodaří na pozemcích o velikosti 130 ha (ČSÚ 2017), vzorek obhospodařuje průměrně 342 ha. Nic na tom nezmění ani, když průměry vypočítáme zvlášť pro fyzické a právnické osoby, velké podniky zůstanou nadreprezentovány. Průměrná obhospodařovaná plocha fyzickými osobami je 153,5 ha (český průměr je 44 ha), právnickými osobami 1485,1 ha (český průměr 774 ha).

Tabulka 6

Míry střední hodnoty proměnné: Obhospodařovaná zemědělská půda

Počet respondentů	Průměr	Medián	Std. odchylka
167	342 ha	100 ha	905 ha

Pokud respondenty rozdělíme do kategorií podle velikosti (viz tabulka 7), zjistíme, že precizní zemědělství využívají spíše velké subjekty (nad 500 ha). Naopak respondenti hospodařící na menších pozemcích (do 500 ha) nejčastěji uváděli, že precizní zemědělství neznají.

Tabulka 7

Osvojení precizního zemědělství vzhledem k velikosti obhospodařované půdy

	<i>Používáte některou z technologií precizního zemědělství?</i>			
	Ano	Ne, PZ však znám	Ne, PZ neznám	Celkem
Obhospodařovaná zem. půda				
0-100 ha	12 (20 %)	42 (68 %)	33 (72 %)	87 (52 %)
101-500 ha	29 (50 %)	15 (24 %)	12 (26 %)	56 (34 %)
nad 501 ha	18 (30 %)	5 (8 %)	1 (2 %)	24 (14 %)
Celkem	59 (100%)	62 (100 %)	46 (100 %)	167 (100 %)

Typ výroby a zprostředkování služeb

97 respondentů se věnuje výrobě smíšené, 53 rostlinné a 17 živočišné (viz tabulka 8). Sledovat tento údaj je důležité hlavně proto, že precizní technologie nacházejí uplatnění hlavně při pěstování plodin, méně při chovu zvířat. To dokazuje i výzkumný vzorek: jen 1 ze 17 zemědělských subjektů, kteří se soustředí na živočišnou výrobu, používal precizní zemědělství. 7 precizní zemědělství znalo, ale nepoužívalo a zbývajících 9 ho ani neznalo.

Tabulka 8

Osvojení precizního zemědělství vzhledem k typu výroby

	<i>Používáte některou z technologií precizního zemědělství (PZ)?</i>			
	Ano	Ne, PZ však znám	Ne, PZ neznám	Celkem
Typ výroby				
Rostlinná	30 (51 %)	17 (28 %)	6 (13 %)	53 (32 %)
Živočišná	1 (2 %)	7 (11 %)	9 (20 %)	17 (10 %)
Smíšená	28 (47 %)	38 (61 %)	31 (62 %)	97 (58 %)
Celkem	59 (100%)	62 (100 %)	46 (100 %)	167 (100 %)

Respondentů jsem se také ptala, jestli zprostředkovávají zemědělské služby jiným zemědělcům (tabulka 9). Čtvrtina odpověděla „ano“, přičemž největší procentuální zastoupení měli v kategorii osvojitelů (46 %).

Tabulka 9

Osvojení precizního zemědělství vzhledem k nabízení zemědělských služeb

	<i>Používáte některou z technologií precizního zemědělství?</i>			
	Ano	Ne, PZ však znám	Ne, PZ neznám	Celkem
Nabízíte také zemědělské služby?				
Ne	39 (32 %)	47 (38 %)	37 (30 %)	123 (100 %)
Ano	20 (46 %)	15 (34 %)	9 (20 %)	44 (100 %)

Poznámka. % zastoupení odpovědi Ano= 26 %, Ne= 123.

Využití zemědělských poradců

Služeb zemědělských poradců využívá polovina respondentů (tabulka 10). Odpovědi se napříč skupinami výrazně neliší. Pouze osvojitelé precizního zemědělství poradce spíše využívají, než nevyžívají.

Tabulka 10

Osvojení precizního zemědělství vzhledem k využití služeb zemědělských poradců

	<i>Používáte některou z technologií precizního zemědělství (PZ)?</i>			
	Ano	Ne, PZ však znám	Ne, PZ neznám	Celkem
Využíváte služeb zemědělských poradců?				
Ne	22 (37%)	37 (60 %)	27 (59 %)	86 (51 %)
Ano	37 (62 %)	25 (40 %)	19 (41 %)	81 (49 %)
Celkem	59 (100%)	62 (100 %)	46 (100 %)	167 (100 %)

Technologie

Respondenti, kteří odpověděli, že precizní zemědělství používají, byli vyzváni, aby z nabízeného seznamu vybrali všechny technologie, které používají. Výsledky zobrazuje tabulka 11. Nejpoužívanější technologie jsou ty, které usnadňují řízení a navigaci strojů. Méně jsou využívány technologie, které předpokládají vyšší finanční vklad nebo komplexní přístup (páskové zpracování půdy, řízená

doprava po pozemcích). Nad rámec tabulky doplním, že 42 respondentů využívala kombinaci dvou a více technologií. Naopak pouze jednu z deseti nabízených technologií vybralo 17 respondentům, nejčastěji „Automatické ovládání sekcí“.

Tabulka 11

Nejpoužívanější technologie precizního zemědělství³⁴

Technologie	Výskytů odpovědi	
	N	Procent
Automatické ovládání sekcí	43	29,7%
Asistované řízení pojezdu strojů	31	21,4%
Placený korekční signál	21	14,5%
Variabilní aplikace podle aplikačních map	14	9,7%
Sběr dat při sklizni	11	7,6%
Sběr dat z provozu strojů	9	6,2%
Variabilní aplikace online	7	4,8%
Páskové zpracování půdy	4	2,8%
Sběr dat o utužení půdy	3	2,1%
Řízená doprava po pozemcích	2	1,4%
Celkem	145	100,0%

Poznámka. Odpovídalo 59 respondentů.

Překážky zavedení precizního zemědělství

Respondenti mohli na závěr dotazníku vlastními slovy odpovědět na otázku „*Co vám chybí, abyste využívali technologie precizního zemědělství?*“ Možnosti využilo 131 respondentů, z nichž někteří uvedli jen jeden důvod (např. „*peníze*“), jiní více (např. „*Chybějí peníze na moderní stroje a zařízení, málo hektarů, málo peněz a času taky málo. Na obživu musíme mít přidruženou výrobu.*“). Odpovědi se opakovaly natolik, že jsem je shrnula do tabulky 12.

³⁴ Vysvětlení povahy technologií hledejte v kapitole 2.2.1 na straně 25..

Tabulka 12

Nejčastější odpovědi na otázku „Co vám chybí, abyste využívali technologie precizního zemědělství?“

Důvod	Počet výskytů
Finance	80
Plochy	13
Informace	12
Personál	7
Čas	5
Jiná odpověď	25

3.2.2. Pearsonův chí-kvadrát test

V předchozí kapitole jsme viděli, že mezi osvojiteli a neosvojiteli existují rozdíly a lze vysledovat i určité trendy. Nyní nás zajímá, zda jsou rozdíly mezi skupinami natolik velké, abychom mohli zamítnout nulovou hypotézu a očekávat, že rozdíly nejsou jen dílem náhody, ale můžeme je nalézt i v základním souboru.

K tomu využívám *Pearsonův chí-kvadrát test*, který srovnává pozorované četnosti s těmi, které lze očekávat za platnosti nulové hypotézy (Acton a Miller 2009, s. 144). Jinými slovy není-li mezi dvěma proměnnými vztah, můžeme očekávat určité četnosti ovlivněné náhodou. Chí-kvadrát tyto očekávané četnosti srovnává s četností, kterou jsme skutečně zjistili.

Důležitým předpokladem, který musíme před výpočtem ověřit, je, že alespoň 80 % buněk tabulky má očekávanou četnost větší než 5 a 100 % buněk ji má větší než 2. V opačném případě by mohlo dojít ke zkreslení.

Je-li výsledek chí-kvadrátu statisticky významný na námi určené hladině významnosti (v mém případě volím hladinu $p = 0,05$), zamítneme nulovou hypotézu a poté zjišťujeme, jednak jak spolu proměnné souvisí, jednak jak silná je mezi nimi asociace (*effect size*). Z koeficientů, které sílu asociace měří, volím *Cramerovo V*. To se využívá pro nominální proměnné, z nichž má jedna proměnná tři a více kategorií. Při interpretaci síly asociace se držím úzu, že 0,1 poukazuje na malou sílu účinku, 0,3 střední a 0,5 velkou (Cohen 1988, s. 227).

Následující tabulka 13 shrnuje výsledky chí-kvadrát testu pro všechny nominální proměnné. Před testem jsem ověřila, že data splňují předpoklady chí-kvadrátu. Signifikantní výsledky značí, že skupiny osvojitelů se liší ve velikosti obdělávané plochy, právní subjektivitě, typu výroby a využívání služeb zemědělských poradců. Naopak se neliší v tom, zda zprostředkovávají služby. Nejsilnější naměřený vztah je v případě vlivu velikosti ($V = 0,35$) a právní subjektivity ($V = 0,33$).

Z kontingenčních tabulek, prezentovaných v předchozí kapitole, můžeme shrnout, že do skupiny osvojitelů patřily spíše právnické osoby, hospodařící na pozemcích větších 100, spíše však 500 ha, které využívají služeb zemědělských poradců a nevěnují se pouze živočišné výrobě. Naopak do skupiny těch, kteří precizní zemědělství ani neznají, se řadily fyzické osoby, hospodařící na pozemcích do 100 ha, které nevyužívají služeb zemědělských poradců.

Tabulka 13

Výsledky Pearsonova chí-kvadrát testu (χ^2) a Cramerovo V

	χ^2	df	V
Vliv velikosti obdělávané plochy	41,58***	4	0,35
Vliv právní subjektivity	17,59***	2	0,33
Vliv typu výroby	22,39***	4	0,26
Vliv zemědělských poradců	7,38*	2	0,21
Vliv nabízení služeb	2,97	2	-

Poznámka. Df = stupně volnosti, N=167.

* $p < 0,05$, ** $p < 0,01$, *** $p < 0,001$.

3.2.3. Faktorová analýza atributů a reliabilita škál

Před další analýzou jsem provedla faktorovou analýzu. Ke kroku jsem přistoupila jednak, abych zkontrolovala, zdali položky dotazníku spadají pod uvažované koncepty, jednak na upozornění autorů původní verze dotazníku, že škály *kompatibilita* a *relativní výhodnost* mohou být propojené. Moore a Banbasat (1991, s. 208) totiž při finálním testování dotazníku zjistili, že zmíněné škály silně korelují. Když ale jejich respondenti měli položky třídit do logicky souvisejících skupin, jasně škály rozdělovali a chápali je jako koncepčně odlišné. Autoři proto ponechali škály rozdělené a doporučili věc prozkoumat.

Moje faktorová analýza poukázala na stejný problém – z předpokládaných pěti faktorů vytvořila čtyři, přičemž pod jeden sloučila výše uvedené škály (viz vyznačení v tabulce 14). Při řešení této situace se držím postupu Moora a Benbasata (1991) – škály ponechávám oddělené, a to proto, že zemědělci, se kterými jsem dotazník konzultovala, položky spadající pod kompatibilitu a relativní výhodnost vnímali jako oddělené.

Z tabulky je dále patrné, že některé položky sytí více faktorů. Ve všech případech ale není faktorová zátěž vysoká natolik, abychom proměnné upravovali.

Tabulka 14

Rotovaná matice komponentů

	Komponent			
	1	2	3	4
Kompatibilita 1	,708		,311	
Kompatibilita 2	,619			
Kompatibilita 3	,675			
Snadnost použití 2				,787
Snadnost použití 3				,794
Relativní výhodnost 1	,735	,332		
Relativní výhodnost 2	,854			
Relativní výhodnost 3	,655	,348		
Relativní výhodnost 4	,843			
Relativní výhodnost 5	,719			
Viditelnost 1		,760		
Viditelnost 2		,759		
Viditelnost 3		,647		
Viditelnost 4		,761		
Podpora 2			,762	
Podpora 3	,326		,762	

Poznámka. Metoda extrakce: Analýza hlavních komponentů, metoda rotaxe: Vari-max s Kaiser Normalization.

Souběžně s faktorovou analýzou jsem posuzovala reliabilitu škál z hlediska jejich vnitřní konzistence pomocí Cronbachovo alfa. V porovnání s originálním dotazníkem vycházela reliabilita spíše nižší (viz tabulka 15), což dávám za vinu českému překladu. Tři škály nedosáhly na všeobecně doporučovanou hranici 0,7. Přistoupila jsem proto k úpravě:

Ve škále *Snadnost použití* snižovala reliabilitu položka „*Jasně rozumím tomu, jak se technologie precizního zemědělství používají*“. Přestože se po jejím odstranění reliabilita zvýšila jen o setinu, odstranila jsem ji. Z faktorové analýzy totiž vyplynulo, že položka sytila stejnou měrou dva faktory a nedalo se určit, ke kterému náleží.

V případě škály *Podpora* byla problematická zejména položka „*Je lehké získat podporu v oblasti precizního zemědělství*“. Protože se po jejím odstranění reliabilita přiblížila k hodnotě 0,7, i ji jsem vyřadila.

Ve škále *Inovativnost* snižovala reliabilitu reverzně kódovaná položka „*Nové stroje a pracovní postupy zavádíme, až když je úspěšně vyzkouší ostatní*“. Po jejím odstranění se reliabilita škály zvýšila na 0,67.

Tabulka 15

Výsledné Cronbachovo alfa (CA) škál

Škála	Původní		Počet položek po úpravě	CA po úpravě	CA zdrojového dotazníku ^a
	počet položek	CA			
Relativní výhodnost	5	0,87			0,81
Viditelnost	4	0,77			0,86
Vnímané zdroje	4	0,76			0,81
Kompatibilita	3	0,74			0,86
Inovativnost	4	0,64	3	0,67	0,83
Podpora	3	0,60	2	0,69	0,79
Snadnost použití	3	0,55	2	0,56	0,84

^a Adrian et al. (2005)

3.2.4. Test shody dvou průměrů

K zodpovězení zbývajících hypotéz je potřeba zjistit, zda jednotlivé skupiny osvojitelů hodnotí atributy, vlastní zdroje a inovativnost rozdílně. To, co budeme srovnávat, jsou součtové indexy škál. Protože v mém případě vycházejí

z pětibodové Likertovy škály, a nejsou z podstaty normálně rozloženy, volím neparametrické testy³⁵ Mann-Whitneyův a Kruskal-Wallisův.

Oba jsou to pořadové testy, které pracují s pořadím naměřených hodnot a srovnávají mediány skupin. Mann-Whitneyův test srovnává jen dvě skupiny, Kruskalův-Wallisův srovnává více skupin naráz, nedokáže ale říci, které se od sebe liší. Proto je po něm potřeba ještě srovnat skupiny vzájemně opět pomocí Mann-Whitneyova testu (Field 2013, s. 213–249).

Tabulka 16 shrnuje naměřené střední hodnoty skupin osvojitelů. Připomenu, že zatímco inovativnost a dostupné zdroje hodnotili všichni respondenti, atributy precizního zemědělství hodnotili jen ti, kteří pojem „precizní zemědělství“ znali. Z tabulky je zřejmé, že osvojitelé precizního zemědělství hodnotili jeho aspekty na Likertově škále vždy výše než znalci a neosvojitelé. Přistupme ale k analýze toho, jsou-li rozdíly statisticky významné.

Tabulka 16

Střední hodnoty škál rozdělené podle skupin

	Průměr			Medián		
	Osvojitelé	Znalci	Neosvojitelé	Osvojitelé	Znalci	Neosvojitelé
Kompatibilita	3,84	3,33		4,00	3,33	
Snadnost použití	3,61	3,20		4,00	3,00	
Rel. výhodnost	3,93	3,45		4,00	3,40	
Viditelnost	3,45	2,94		3,50	3,00	
Podpora	3,16	3,05		3,00	3,00	
Vnímané zdroje	3,44	2,81	2,56	3,50	3,00	2,50
Inovativnost	3,85	3,60	3,59	4,00	3,60	3,60

Tabulka 17 shrnuje výsledky Mann-Whitneyova testu pro atributy. Vyjma vnímané podpory hodnotí osvojitelé a znalci všechny atributy statisticky významně odlišně. Osvojitelé precizního zemědělství hodnotili jeho kompatibilitu, snadnost použití, relativní výhodnost i viditelnost signifikantně lépe nežli znalci. Pouze podporu v oblasti precizního zemědělství hodnotily obě skupiny stejně.

³⁵ Ty jsou sice statisticky slabší oproti parametrickým testům, jako je t-test nebo ANOVA, jsou ale v mém případě pravděpodobně jedinou vhodnou volbou.

Tabulka 17

Výsledky Mann-Whitneyova testu pro atributy precizního zemědělství

	KOMPA_FIN	Easy_FIN_2	ADVAN_FIN	VISIB_FIN	Supp_FIN_2
Mann-Whitney U	1072***	1292**	1061***	1225**	1691
Wilcoxon W	3025	3246	3014	3178	364
Z	-3,962	-2,850	-3,998	-3,147	-,733
<i>R (effect size)</i>	0,36	0,26	0,36	0,29	0,06

Poznámka. N=121.

Hladina významnosti, oboustranná hypotéza, **p < 0,01, ***p < 0,001.

Kruskalův-Wallisův test vyšel statisticky významný jak pro inovativnost [H(2)=7,1, p=0,029], tak pro vnímané zdroje [H(2)=33,23, p=0,000]. Zamítám proto nulovou hypotézu, že se respondenti v těchto faktorech neliší.

Výsledky následného párového srovnání skupin pomocí Mann-Whitneyova testu shrnují tabulky 18 a 19.³⁶ Test ukázal, že v inovativnosti se jednotlivé skupiny statisticky významně nelišily. Zato výrazně rozdílně skupiny hodnotily své dostupné zdroje. Nejvíce se od sebe liší osvojitelé od neosvojitelů, síla účinku je střední až silná (R = 0,48). Rovněž osvojitelé hodnotí své zdroje výrazně lépe nežli znalci, síla účinku je střední (R = 0,40). Naopak znalci a neosvojitelé své zdroje hodnotí podobně.

Tabulka 18

Výsledky Mann-Whitneyova testu pro inovativnost skupin zemědělských subjektů

	Osvojitelé a znalci (N = 121)	Znalci a neosvojitelé (N = 108)	Osvojitelé a neosvojitelé (N = 105)
Mann-Whitney U	1337	1396	1057
Wilcoxon W	3290	2477	2138
Z	-2,565	-0,188	-1,949
<i>R (effect size)</i>	-	-	-

Poznámka. N = počet respondentů.

Hladina významnosti, oboustranná hypotéza, po korekci *p < 0,016, **p < 0,003.

³⁶ Vzhledem k tomu, že při násobném statistickém testování stoupá pravděpodobnost získání falešně pozitivního výsledku, provádí se tzv. Bonferroniho procedura – zvolená hladina významnosti (v mém případě 0,05) se vydělí počtem párových srovnání (v mém případě 3). Nulovou hypotézu poté můžeme zamítnout jen tehdy, přesáhne-li statistický test tuto hranici, která je v mém případě $p < 0,016$ (Mareš et al. 2015, s. 238).

Tabulka 19

Výsledky Mann-Whitneyova testu pro vnímané zdroje skupinami zemědělských subjektů

	Osvojitelé a znalci (N = 121)	Znalci a neosvojitelé (N = 108)	Osvojitelé a neosvojitelé (N = 105)
Mann-Whitney U	984**	1183	542**
Wilcoxon W	2936	2264	1623
Z	-4,413	-1,519	-5,290
R (effect size)	0,40	-	0,48

Poznámka. N = počet respondentů.

Hladina významnosti, oboustranná hypotéza, po korekci * $p < 0,016$, ** $p < 0,003$.

3.2.5. Logistická regrese

Zjistili jsme, ve kterých proměnných se liší osvojitelé od těch, kteří precizní zemědělství nepoužívají. Nyní binární logistickou regresí zjišťuji, které proměnné (či jejich kombinace) dokážou nejlépe předpovědět, že si subjekt osvojí precizní zemědělství. Oproti běžnější lineární regresi se logistická regrese používá tehdy, kdy zjišťujeme vliv na závisle proměnnou, která je binární (Field 2013, s. 760). V mém případě je to osvojení (1), či neosvojení precizního zemědělství (0).

Logistická regrese jednak umožňuje poznat, jaký efekt mají na studovanou proměnnou dané prediktory, jednak dokáže říci, jak se při změně hodnot prediktorů změní šance, že nastane jeden ze dvou stavů.

Data vstupující do logistické regrese musí splňovat určité předpoklady (Field 2013, s. 768), z nichž zmíním požadavek na velikost vzorku. Obecně se doporučuje, aby na jeden prediktor, který vstupuje do modelu, spadalo minimálně 20 respondentů (Ploeg et al. 2014).

Při budování modelu se držím postupu, který doporučují Hosmer et al. (2013):

- 1) Nejdříve testuji všechny proměnné zvlášť a vyřazuji ty, jejichž Wald statistika není signifikantní na hladině 0,25 (Wald statistika vypovídá o tom, zda daná proměnná modelu něco přináší, nebo ne (podobně jako T-test v lineární regresi)).
- 2) Poté všechny ponechané proměnné testuji společně a vylučuji ty, které nedosáhly na hladinu 0,05.

- 3) Ve třetím kroku srovnávám odhadované parametry vzniklého modelu s původním modelem. Do modelu případně vracím ty proměnné, které výrazně změnily koeficienty jiných proměnných (a to odhadem o 15-20 %).
- 4) Na závěr do modelu opět přidávám všechny proměnné vyřazené v prvním kroku. Smyslem je najít ty, které sice samy o sobě signifikantní nejsou, ale v kombinaci s ostatními ano.

Uvedeným postupem jsem došla k modelu, jehož parametry uvádí tabulka 20. Před provedením regrese jsem prověřila, že data splňují předpoklady pro logistickou regresi.

Tabulka 20

Shrnutí logistické regrese pro proměnné predikující osvojení precizního zemědělství českými zemědělskými subjekty (N= 121)

	B	S.E.	Wald	df	Poměr šancí
Velikost					
0-100 ha	ref	ref.	19,092	2	
101-500 ha	1,788	,506	12,510	1	5,978***
nad 501 ha	2,679	,704	14,469	1	14,570***
Vnímané zdroje	,908	,339	7,168	1	2,480**
Snadnost použití	,843	,304	7,692	1	2,323**
Konstanta	-6,974	1,554	20,152	1	,001

Model $X^2 = 49,34$ ($p < 0,000$)

Nagelkerkeovo $R^2 = 0,447$

Poznámka. Závisle proměnná je kódována jako osvojení (1) a neosvojení (0) precizního zemědělství, prediktory Vnímané zdroje a Snadnost použití vycházejí z hodnocení na škále 1= rozhodně nesouhlasím až 5= rozhodně souhlasím.

Hladina významnosti * $p < .05$. ** $p < .01$. *** $p < .001$.

Test dobré shody modelu indikovaný hodnotou chí-kvadrátu 49,34 a $p < 0,000$ značí, že přidání prediktorů do modelu zlepšuje jeho funkčnost oproti nulovému modelu. Model správně zařadil 95 respondentů ze 121, jeho klasifikační úspěšnost je tedy 78,5 %. To je výrazně více než 51,2 %, které úspěšně zařadil nulový model. Uspokojivá je i schopnost modelu, vysvětlit 45 % variance závisle proměnné (Nagelkerkeovo $R^2=0,447$).

Výsledky ukazují, že prediktory vnímané zdroje, velikost obdělávané plochy a vnímaná snadnost použití se ukázaly jako signifikantní ($p < .001$). Pokud zemědělský subjekt hospodaří na plochách 101-500 ha, je šestkrát větší šance, že bude využívat precizní zemědělství, než pokud by hospodařil na plochách do 100 hektarů. V případě ploch větších než 501 ha je šance dokonce 14krát vyšší. Výsledky pro vnímané zdroje a snadnost použití se podobají: pokud zemědělský subjekt změní své hodnocení těchto proměnných o jeden stupeň, zdvojnásobí se zvýší jeho šance na osvojení precizního zemědělství.

3.2.6. Závěry testování

Pro přehlednost v následující tabulce 21 uvádím podpořené a nepodpořené hypotézy:

Tabulka 21

Výsledky testování hypotéz

Hypotéza	Podpořena
Charakter zemědělského subjektu	
H1A Právní subjektivita → Osvojení	Ano
H1B Typ výroby → Osvojení	Ano
H1C Využití služeb zemědělských poradců → Osvojení	Ano
H1E Velikost obdělávané plochy → Osvojení	Ano
H1F Zprostředkování zemědělských služeb → Osvojení	Ne
H1G Inovativnost podniku → Osvojení	Ne
H1H Zdroje → Osvojení	Ano
Atributy precizního zemědělství	
H2A Kompatibilita → Osvojení	Ano
H2B Relativní výhodnost → Osvojení	Ano
H2C Snadnost použití → Osvojení	Ano
H2D Podpora → Osvojení	Ne
H2E Viditelnost → Osvojení	Ano

3.3. Diskuze

Cílem výzkumu bylo zjistit, jaký má na osvojení precizního zemědělství vliv charakter zemědělského podniku a to, jak precizní zemědělství vnímá. Tento výzkum byl pravděpodobně první svého druhu v České republice. Na úvod proto musím upozornit, že výzkumný soubor, který jsem analyzovala, není pro českou zemědělskou populaci reprezentativní. Věnuji se proto převážně diskusi o vztahu mezi zkoumanými faktory, pro které není reprezentativita podmínkou, a naopak se vyvaruji stavu precizního zemědělství v Česku, které na svůj výzkum teprve čeká.

3.3.1. Čím větší, tím preciznější

Ne každý zemědělský podnik má příhodné podmínky pro osvojení precizního zemědělství. Stejně jako jiné inovace, i ono nachází úrodnou půdu jen mezi některými typy potenciálních osvojitelů. Ze zkoumané skupiny charakteristických rysů výzkum prokázal, že mezi osvojitele najdeme pravděpodobněji velký zemědělský subjekt (zpravidla nad 500 hektarů), který podniká jako právnická osoba, využívá služeb placených poradců, svou finanční situaci vnímá dobře a nezaměřuje se na živočišnou výrobu.

Není to ani překvapivé, ani v rozporu se zahraničními výzkumy (viz tabulka 2 na straně 40). Velikost byla nejsilnější faktor, který se s osvojením precizního zemědělství pojil. Druhým byla právní subjektivita, která jde v České republice ruku v ruce s velikostí – velké pozemky nad 500 hektarů u nás obdělávají zpravidla právnické osoby. Hospodařit na tak velkých plochách si vynucuje dělbu práce. Výzkum v tomto směru skutečně prokázal vazbu na využívání služeb zemědělských poradců, přestože byla jen slabá.

Precizní zemědělství naopak nenachází úrodnou půdu u těch zemědělců, kteří mají jen živočišnou výrobu. Pochopitelně. Precizní technologie pro chov dobytka sice existují,³⁷ jsou ale méně rozšířené. Mezi dalšími dvěma typy výroby, rost-

³⁷ Pro zájemce doporučuji hledat pojem „Precision Livestock Farming“.

linné a živočišné, už výzkum žádnou vazbu neprokázal. Ani to není v rozporu s jinými výzkumy (Daberkow a McBride 2003).

Překvapivé naopak je, že se neprokázala vazba na to, jestli zemědělský subjekt zprostředkovává zemědělské služby. Existenci vazby jsem očekávala zaprvé proto, že Kutter et al. (2011) předpověděli, že poskytovatelé služeb budou v Německu a Česku hrát významnou roli. Tvrdí, že „v České republice si už hodně farem nakoupilo vlastní stroje pro precizní zemědělství a začalo pracovat jako dodavatelé pro ostatní.“ Zadruhé proto, že návratnost investice do precizních technologií může být rychlejší, pokud zemědělec své stroje nabídne ostatním (spíše menším podnikům) a ti zase kvůli technologické náročnosti raději přenechají některé kroky dodavatelům.

Navzdry očekávání se neprokázala ani vazba na inovativnost zemědělského subjektu. Přestože osvojitelé hodnotili svou inovativnost průměrně výše než neosvojitelé, rozdíl nebyl statisticky významný. Vazbu na inovativnost přitom dříve potvrdil Aubert et al. (2012), ač ji hodnotil jako slabou. Rozdíl přičítám kroku, kdy jsem položky přeformulovala, aby byly pochopitelné i pro právnické osoby (viz kapitola 3.1.3). To mohlo vést ke snížení reliability škály oproti původnímu dotazníku a ke zhoršení schopnosti měřit danou vlastnost.

3.3.2. Finance jako kritický činitel

V souladu s Aubert et al. (2012) se potvrdilo, že na osvojení má vůbec nejsilnější vliv dostupnost zdrojů, tedy do jaké míry jedinec věří, že má potřebné zdroje k zavedení precizního zemědělství. V logistické analýze, byl-li tento faktor analyzován samostatně, dokázal vysvětlit 26 % variance proměnné a zvýšit správnou klasifikaci respondentů z 65 % na 74 %.

Finance se tak zdají být pro zavedení precizního zemědělství zásadní, jak potvrzují i Baumgart-Getz (2012, s. 23) závěrem, že „kapitál je nejlepším prediktorem osvojení“ nebo studie Reichardt et al. (2009) a Robertson et al. (2012), jejichž respondenti vysokou pořizovací cenu strojů uváděli jako hlavní bariéru osvojení.

Taktéž respondenti v tomto výzkumu na otázku „*Co vám chybí, abyste využívali technologie precizního zemědělství?*“ odpovídali lakonicky: „prachy“, „kapitál“,

„PENÍŽE“ nebo „many“... Finance jako hlavní překážku uvedla polovina respondentů.

Někteří si přitom byli vědomi, že jejich farma je pro precizní zemědělství zkrátka malá a návratnost investice by byla v nedohlednu. Jeden z respondentů si proto myslí, že „je třeba hledat způsoby, jak tyto technologie více zpřístupnit i malým farmám“. To pravděpodobně ale nepůjde cestou nákupu nových strojů, ale spíše tím, že si malé podniky budou najímat externí dodavatele (viz výše) nebo uplatní užší paletu levnějších technologií (GPS navigace).

3.3.3. Atributy jako problematické prediktory

Dosud jsem diskutovala závěry, které se týkaly charakteru zemědělského subjektu. Přejděme nyní k těm, které souvisí s atributy precizního zemědělství. Atributy jsou výhody a nevýhody, příležitosti a bariéry, které člověk inovaci připisuje a které podle Rogerse dokážou velmi dobře vysvětlit, proč jsou některé inovace přijaty a jiné nikoli (Rogers 2003).

Výzkum ukázal, že osvojitelé precizního zemědělství hodnotili zkoumané atributy (s výjimkou atributu „podpora“) lépe nežli neosvojitelé. Mám-li to shrnout, tak osvojitelům precizní zemědělství připadalo více v souladu s jejich stylem práce (kompatibilita), efektivnější, kvalitnější, rychlejší (relativní výhodnost), snazší na obsluhu (snadnost použití) a častěji na vlastní oči viděli ty, kteří ho již používají (viditelnost). Například na sousedním pozemku nebo zemědělském veletrhu. Vliv kompatibility a relativní výhodnosti byl střední, účinek viditelnosti a snadnosti použití malý až střední.

Zde narážím na limit zvoleného designu výzkumu – není jasné, jestli osvojitelé hodnotí lépe precizní zemědělství proto, že ho používají, nebo začali precizní zemědělství používat, protože ho hodnotili lépe. Stejný problém se objevil v práci Aubert et al. (2012) a zdá se řešitelný jen jinou zvolenou závisle proměnou. Tu použili ve výzkumu Adrian et al. (2005), kteří se neptali na aktuální stav, ale u zemědělců zjišťovali jejich záměr osvojit si precizní zemědělství. Zkreslení by mohla eliminovat i longitudinální studie, která by sledovala hodnocení atributů a jeho proměnu v čase, poté co zemědělec začal precizního zemědělství používat.

Hlubší prozkoumání by si navíc žádaly atributy kompatibilita a relativní výhodnost. Ty totiž faktorová analýza sloučila pod jeden faktor, ačkoli se má jednat o dva koncepty. Podotýkám, že s touto komplikací se při konstrukci dotazníku setkali i Moore a Banbasat (1991). Příčinou může být, že je mezi aspekty příčinný vztah nebo je respondenti zkrátka vidí stejně. Je totiž nepravděpodobné, aby zemědělec považoval precizní zemědělství za něco lepšího, pokud by nebylo v souladu (kompatibilní) s jeho zkušenostmi a potřebami.

Z logistické analýzy plyne ještě jedno podstatné zjištění – atributy nejsou v porovnání s velikostí zemědělského subjektu a jeho zdroji těmi nejlepšími prediktory. Pokud jsem atributy zahrnuje do logistické analýzy samostatně, dokázaly vysvětlit zhruba 8-11 % variance závisle proměnné. A pokud byla do závěrečného modelu k prediktorům zdroje a velikost přidána snadnost použití, byl model sice signifikantně lepší, ale jeho schopnost vysvětlit varianci závisle proměnné se zvýšil jen o 6 %.

Za spíše nižší důležitosti atributů, než jsem na základě literatury očekávala, může stát chyba v měření proměnných. Překlad a mírná reformulace otázek se mohla odrazit v nižší reliabilitě a horší vypovídací schopnosti. Při přípravě dotazníku jsem se pokoušela vyvážit množství zkoumaných atributů a délku dotazníku, proto jsem jednak zvolila jeho kratší verzi (s tím, že při analýze se některé škály zkrátily jen na dvě položky), jednak jsem některé atributy zkoumané v Aubert et al. (2012) úplně vyřadila kvůli nízké reliabilitě (dobrovolnost, komunikovatelnost), nebo proto, že je zemědělci považovali za nerelevantní a matoucí (možnost vyzkoušení a opět dobrovolnost). Tím jsem mohla zhoršit kvalitu měření proměnných a snížit jejich vypovídací schopnost. Pokud by někdo uvažoval zkoumat skrze atributy precizní zemědělství, doporučuji zaměřit více pozornosti na reliabilitu dotazníku.

Jiným vysvětlením může být prostý fakt, že v případě precizního zemědělství jsou směrodatné objektivní podmínky, ve kterých se zemědělský subjekt pohybuje.

3.3.4. Posloupnost osvojování

Zaměřme se ještě na samo používání precizních technologií. Data ukazují, že nejrozšířenější je automatické ovládání sekcí a asistované řízení. Díky nim se zemědělci pohybují na pozemcích přesněji a nedochází k vynechávkám a překryvům. Méně osvojitelů pak GPS signál ještě zpřesňuje pomocí placené korekce a pohybuje se tak na pozemcích s ještě větší přesností na jednotky centimetrů. Tyto technologie jsou na obsluhu spíše snadné, díky omezeným překryvům dokážou výrazně snížit nadužívání agrochemikálií a zemědělci s nimi zpravidla začínají (Reichardt a Jürgens 2009).

Méně rozšířené jsou stroje, které dokážou za provozu upravovat dávku agrochemikálií a dávat tak rostlinám právě tolik, kolik potřebují, a technologie sbírající data o výnosu a provozu strojů, které jsou nezbytné pro dlouhodobé využívání plné potenciálu precizního zemědělství. Vůbec nejméně rozšířené jsou komplexní technologie typu páskového zpracování půdy a řízené dopravy po pozemcích. Ty kladou na provozovatele vysoké požadavky, je proto logické, že se k nim zemědělci dopracovávají spíše postupně a nejsou (zatím) tak rozšířené.

Zajímavé a výrazné zjištění je, pokud zemědělský podnik precizní zemědělství používá, chce v tom ve většině případů pokračovat. To může znamenat, buď že je počáteční investice zavázala k rozšiřování technologií nebo že jsou zemědělci zkrátka s precizním zemědělstvím spokojeni a oplatilo se jim. Přikláním se spíše k druhé interpretaci. A to proto, že i v sousedním Německu „po překonání počátečních obtíží by většina zemědělců doporučila precizní zemědělství ostatním“ (Reichardt et al. 2009, s. 543). Rychlost zavádění dalších technologií se opět nespíš váže na finanční situaci podniku. I těmto „spokojeným osvojitelům“ totiž scházejí finance jako kupříkladu zemědělcí, který píše: „Další technologie precizního zemědělství jsou pro nás finančně náročné, proto je zavádíme postupně.“

Moji domněnku o spokojenosti podporuje druhý údaj, že ti, kteří precizní zemědělství zatím nepoužívají, ho naopak zavést ve většině případů nechtějí. Jinými slovy, pokud zemědělec precizní zemědělství nepoužívá, spíše se do něj nehrne hlavně kvůli nedostatku financí. Jakmile ale s jeho používáním začne, je zpravi-

dla spokojen a navzdory pokračujícímu nedostatku peněz chce paletu precizních technologií rozšiřovat.

Relativně častou překážkou zavádění precizního zemědělství byl překvapivě nedostatek informací. Respondenti opakovaně uváděli, že buď precizní zemědělství ani neznají, nebo neznají jeho účinnost, dopady a chybí jim viditelné výsledky z praxe.

Oproti jiným studiím (Pedersen et al. 2004; Fountas et al. 2005; nebo Reichardt a Jürgens 2009) naopak ani jeden respondent nevedl jako překážku nekompatibilitu strojů – tedy situaci, kdy zařízení různých značek nedokáže pospolu správně fungovat. Může to znamenat, že problém kompatibility je už vyřešen nebo to není tak palčivý problém jako finance nebo na něj respondenti zatím nenarazili. Předpokládám, že firmy zabývající se prodejem techniky mají o tomto aspektu přesný přehled.

3.3.5. Implikace pro budoucnost

Geometrická přesnost vyrovnaných řádků může evokovat něco nepřírozeného, nepřirodního. Příroda sama neroste v geometrické mřížce. Když se ale na věc podíváme pragmaticky, tak už pouhá přesnost na centimetry může udělat velký rozdíl v množství použitých agrochemikálií a snížit tak negativní dopad zemědělství na životní prostředí.

Pokud se budou i nadále zpřísnovat environmentální standardy na ochranu půd, vod či zvířat, je precizní zemědělství nástrojem, jak dát státu do rukou účinný nástroj kontroly jejich dodržování, a zemědělcům pomoci udržet míru byrokracie na uzdě. Řadu procesů lze totiž zautomatizovat. Zemědělci zároveň mohou zpřesnit svá rozhodnutí díky ještě většímu vhladu do stavu jejich hospodářství.

Jak ukázaly některé případy ze zahraničí, ne vždy je ale plný potenciál technologií využitý. Úspěšný vývoj proto klade nároky na všechny zainteresované. Nízké povědomí o precizním zemědělství mohou účinně snižovat zemědělství poradci a výrobci, kteří jsou se zemědělci přímo v kontaktu. Žádoucí jsou exhibice strojů a případové studie. Na jejich příkladu lze snadno srozumitelně vysvětlit klady a zápory precizního zemědělství a ulehčit zemědělcům rozhodování.

Protože je nepříznivá finanční situace hlavní překážkou zavedení precizního zemědělství, leží úkol také na státu, který ji může řešit plošně. O prostředcích, jak toho dosáhnout, ale nebudu z neznalosti věci spekulovat.

Hlubší porozumění šíření precizního zemědělství a především pak specifikům Česka by mohla zajistit reprezentativní studie, nejlépe pokud by propojila poznatky všech zainteresovaných stran: zemědělců, výrobců a prodejců, státu, zemědělských poradců. Část by přitom mohla být suplována sekundární analýzou dat, které každým dnem firmy zabývající se precizním zemědělství shromažďují. Sama jsem o této možnosti uvažovala, ale narazila jsem buď na neochotu informace sdílet ze strachu před ztrátou konkurenceschopnosti, nebo tím, že data nebyla k dispozici ve snadno dostupné formě.

Jak jsem doufám srozumitelně ukázala, precizní zemědělství má nakročeno zmírnit tenzi mezi pragmatickou potřebou zemědělců dosahovat zisku, společenskou potřebou bezpečné produkce potravin a existenční potřebou chránit životní prostředí. Úplným závěrem se domnívám, že právě proto je s precizním zemědělstvím do budoucna potřeba počítat.

4. Závěr

Precizní zemědělství, způsob obhospodařování půdy, má potenciál optimalizovat výnos, zvýšit zisk a zároveň snížit negativní dopad zemědělské činnosti na životní prostředí. V úvodu práce jsem proto položila otázku, proč zemědělci přijímají precizní zemědělství pomalu, když má mít tak evidentní výhody? Cílem práce bylo objasnit, jaké faktory se s osvojením pojí.

Teorie difuze inovací od Everetta Rogerse vnáší první vhled do šíření inovací obecně. V první kapitole jsem popsala, jak tato teorie vysvětluje, co stojí za tím, že se některé inovace šíří společnostmi nerovnoměrně. Příčinu vidí v charakteristice potenciálních osvojitelů, charakteru inovace jako takové a v dynamice mezilidské komunikace. Lépe se podle ní šíří inovace, které překonávají stávající praxi, jsou snadné na pochopení a obsluhu, nevyžadují velké změny a jsou dobře viditelné pro ostatní.

Základní exkurz do precizního zemědělství nabídla druhá kapitola. Popsala, co zemědělec v praxi dělá a v čem se mění fungování farmy. Literaturou jsem doložila ekonomické a environmentální klady včetně záporů a rizik.

Teoretickou část zakončila kapitola shrnující rešerši jednadvaceti výzkumů, které se týkaly šíření precizního zemědělství. V hrubých obrysech jsem popsala typického osvojitele precizního zemědělství a pojmenovala jeho hlavní motivace a bariéry osvojení. Osvojitel precizního zemědělství je ve zkratce zpravidla mladší zemědělec, který spravuje velkou farmu, rozumí si s počítači a táhne ho vidi na vyššího zisku. Plného potenciálu precizního zemědělství zatím nevyužívá, trápí ho nekompatibilita strojů různých značek a to, že nemá dost času.

Na základě nabytých poznatků jsem poté provedla výzkum, který popisuje empirická část. Dotazníkové šetření určené českým zemědělským subjektům vyplnilo na začátku roku 2018 167 respondentů. Analýza potvrdila, že s osvojením precizního zemědělství se nejvíce pojí velikost obdělávané plochy a to, zda subjekt vnímá svou finanční situaci jako dobrou. Silná vazba byla prokázána i na právnické osobě, slabší pak na typ výroby a využívání služeb zemědělských poradců. Oproti očekávání nebyla potvrzená vazba na inovativnost subjektu a to, jestli

zprostředkovává služby. Nečekaná se ukázala také role atributů inovace – jejich vztah k osvojení precizního zemědělství je spíše slabý. Logistickou analýzou jsem v závěru dospěla ke třem proměnným, které nejlépe předikovaly, že zemědělský subjekt spadá po osvojitele. – vnímané zdroje, velikost obdělávané plochy a snadnost použití.

Seznam schémat a tabulek

Schéma 1: Pět fází difuzního procesu (Rogers 2003).....	10
Schéma 2: Kumulativní s-křivka míry osvojení inovace (přerušovaná čára) a rozložení osvojitelů v čase (plná) (Rogers 2003).....	18
Schéma 3: Znázornění hlavních částí precizního zemědělství.....	30
Tabulka 1: Souhrn pozitiv a negativ precizního zemědělství.....	30
Tabulka 2: Souhrn dosud studovaných faktorů a jejich vlivu na osvojení precizního zemědělství.....	40
Tabulka 3: Souhrn výzkumů použitých v rešerši.....	50
Tabulka 4: Rozdělení respondentů v odpovědi na otázku „Používáte některou z technologií precizního zemědělství (PZ)?“.....	61
Tabulka 5: Právní subjektivita respondentů.....	62
Tabulka 6: Míry střední hodnoty proměnné: Obhospodařovaná zemědělská půda.....	62
Tabulka 7: Osvojení precizního zemědělství vzhledem k velikosti obhospodařované půdy.....	63
Tabulka 8: Osvojení precizního zemědělství vzhledem k typu výroby.....	63
Tabulka 9: Osvojení precizního zemědělství vzhledem k nabízení zemědělských služeb.....	64
Tabulka 10: Osvojení precizního zemědělství vzhledem k využití služeb zemědělských poradců.....	64
Tabulka 11: Nejpoužívanější technologie precizního zemědělství.....	65
Tabulka 12: Nejčastější odpovědi na otázku „Co vám chybí, abyste využívali technologie precizního zemědělství?“.....	66
Tabulka 13: Výsledky Pearsonova chí-kvadrát testu (χ^2) a Cramerovo V.....	67
Tabulka 14: Rotovaná matice komponentů.....	68
Tabulka 15: Výsledné Cronbachovo alfa (CA) škál.....	69
Tabulka 16: Střední hodnoty škál rozdělené podle skupin.....	70
Tabulka 17: Výsledky Mann-Whitneyova testu pro atributy precizního zemědělství.....	71

Tabulka 18: Výsledky Mann-Whitneyova testu pro inovativnost skupin zemědělských subjektů.....	71
Tabulka 19: Výsledky Mann-Whitneyova testu pro vnímané zdroje skupinami zemědělských subjektů.....	72
Tabulka 20: Shrnutí logistické regrese pro proměnné predikující osvojení precizního zemědělství českými zemědělskými subjekty (N= 121).....	73
Tabulka 21: Výsledky testování hypotéz.....	74

Jmenný index

A

Abrahamse, Wokje.....	12
Adrian, Anne Mims.....	47, 48, 77
Ajzen, Icek.....	12
Allaire, Gilles.....	9
Arkesteijn, Karlijn.....	21
Arnholt, Michael W.	37, 45, 47
Aronson, Elliot.....	23
Aubert, Benoit A....	41, 42, 45, 46, 47, 48, 49, 55, 58, 59, 76, 77, 78

B

Baligar, V. C.....	32
Banjara, Raj Kumar.....	9
Barham, Bradford L.	21
Batte, Marvin T.	37, 45, 47
Baumgart-Getz, Adam.....	42, 43, 76
Benbasat, Izak.....	16, 59, 67, 78
Berry, Joseph K.....	35
Boehlje, Michael.....	31
Bongiovanni, Rodolfo.....	27, 32, 33
Brindal, Mark.....	41, 42, 54, 57
Brown, Jacqueline J.	22
Burton, Michael.....	23

C

Cáceres, Daniel.....	21
Carolan, Michael.....	33
Cialdini, Robert.....	15
Colman, David.....	14
Cooper, Randolph B.....	13
Cowgill, Bo.....	22

D

Daberkow, Stan G... 34, 37, 39, 42, 43, 44, 55, 76	
De Marez, Lieven.....	20

Delgado, J. A.....	35
D'Emden, Francis H.....	21
Diederer, Paul.....	19
Downs, George W.	15, 23

F

Fell, D.....	11, 21
Festinger, Leon.....	11, 13
Fountas S.	37, 39, 41, 46, 47, 80
Franceschinis, Cristiano.....	9

G

Gálík, Stanislav.....	23, 48
Godwin, R J.	31
Granovetter, Mark.....	22
Griffin, Terry.....	31
Groffman, Peter.....	34
Gross, Neal C.....	12, 21

H

Hite, Diane.....	42
Hoffmann, Volker.....	20, 23, 24
Hornik, Robert.....	14
Hudson, Darren.....	42
Huh, Sung-Yoon.....	9

I

Islam, Towhidul.....	19
----------------------	----

J

Jeřábek, Hynek.....	19
Jürgens, C... 32, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 47, 55, 58, 79, 80	

K

Kapoor, Kawaljeet Kaur 15, 16, 17, 18, 23, 24, 25	
---	--

Kaufmann, Peter.....9
 Khanna, Madhu 34, 39, 42, 49
 Khosla, Raj..... 31, 32
 Klapper, Joseph T..... 11
 Klein, Katherine J. 10, 16, 17, 23, 24, 25, 26
 Knight, Brad.....31
 Koch, B.31
 Kroulík, Milan 29
 Kumhála, František 28
 Kutter, T. 38, 41, 45, 47, 51, 55, 76

L

Lal, Rattan 28
 Lambert, Dayton M.....37, 38, 42
 Läpple, Doris..... 19, 21
 Lee, Chul-Yong..... 9
 Lencsés, Enikő 21, 31, 38, 39, 41, 42, 46, 47
 Locock, Louise 22
 Long, Thomas 9, 13
 Lowenberg-DeBoer, Jess..... 27, 31, 32, 33
 Lukas, Vojtěch28, 31, 33

M

Mácová, Marcela..... 52
 McBride, William D. 37, 39, 42, 43, 44, 55, 76
 Meade, Nigel 19
 Mohr, Lawrence B..... 15, 23
 Moore, Gary C. 16, 59, 67, 78
 Mulla, David 31, 32

N

Napier, T. L.39, 44, 45
 Nelson, Richard R..... 17
 Neudert, Lubomír 27, 28, 31, 32, 33, 34, 52
 Noppers, Ernst H..... 21
 Nutley, Sandra.....9, 10, 16

O

Oerlemans, Leon 21

P

Padel, Susanne 21
 Paustian, Margid.....21, 37, 39, 42, 55
 Pedersen, Søren Marcus ... 31, 32, 33, 37, 38, 41,
 43, 55, 80
 Pierpaoli, Emanuele 41, 42, 43, 45, 46, 47
 Prochaska, James O. 14

R

Raun, William R. 29
 Reichardt, M.... 32, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 45, 46,
 47, 55, 58, 76, 79, 80
 Reingen, Peter H..... 22
 Rensburg, Tom Van..... 19
 Rigby, Dan 21
 Roberts, David 42
 Robertson, M. J.....37, 38, 39, 42, 43, 45, 46, 47,
 55, 76
 Rogers, Everett .. 7, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 18, 19,
 20, 21, 22, 24, 25, 55, 59, 77
 Rossman, Gabriel..... 19
 Ryen, Bryce..... 12, 21

S

Sharot, Tali 23
 Shockley, Jordan M..... 31, 33
 Steg, Linda..... 12
 Stewart, B. A..... 28
 Stone, Marvin L..... 29
 Stoorvogel,, Jetse J.....27, 28, 46
 Székely, C. 31

Š

Šarapatka, Bořivoj..... 34
 Štursa, Vašek 29

T

Tavris, Carol..... 23
 Tey, Yeong Sheng..... 28, 38, 41, 42, 54, 57

Theuvsen, Ludwig.....	21, 37, 39, 42, 55
Timmermann, C.....	33
Tornatzky, Louis G.	10, 16, 17, 23, 24, 25, 26
Twomlow, Steve.....	35

U

Urban, Jiří	34
-------------------	----

V

Verleye, Gino	20
---------------------	----

W

Watcharaanantapong, Pattarawan	42, 43
Weenig, Mieneke	22
Wolfe, Richard A.	10, 22

Z

Zeman, Karel	41
Zhang, Qin.....	28, 29
Zmud, Robert W.....	13

Bibliografie

ABRAHAMSE, Wokje a Linda STEG, 2013. Social influence approaches to encourage resource conservation: a meta-analysis. *Global environmental change*. **23**(6), 1773–1785.

ACTON, Ciaran a Robert MILLER, 2009. *SPSS statistics for social scientists*. 2. ed. Basingstoke, Hampshire: Palgrave Macmillan. ISBN 978-0-230-20993-0.

ADRIAN, Anne Mims, Shannon H. NORWOOD a Paul L. MASK, 2005. Producers' perceptions and attitudes toward precision agriculture technologies. *Computers and Electronics in Agriculture* [online]. **48**(3), 256–271. ISSN 01681699. Dostupné z: doi:10.1016/j.compag.2005.04.004

AJZEN, Icek, 1985. From intentions to actions: A theory of planned behavior. In: *Action control*. B.m.: Springer, s. 11–39.

ALLAIRE, Gilles, Thomas POMÉON, Elise MAIGNÉ, Eric CAHUZAC, Michel SIMIONI a Yann DESJEUX, 2015. Territorial analysis of the diffusion of organic farming in France: Between heterogeneity and spatial dependence. *Ecological Indicators* [online]. **59**, 70–81. ISSN 1470160X. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolind.2015.03.009

ARKESTEIJN, Karlijn a Leon OERLEMANS, 2005. The early adoption of green power by Dutch households: An empirical exploration of factors influencing the early adoption of green electricity for domestic purposes. *Energy Policy*. **33**(2), 183–196.

AUBERT, Benoit A., Andreas SCHROEDER a Jonathan GRIMAUDDO, 2012. IT as enabler of sustainable farming: An empirical analysis of farmers' adoption decision of precision agriculture technology. *Decision Support Systems* [online]. **54**(1), 510–520. ISSN 01679236. Dostupné z: doi:10.1016/j.dss.2012.07.002

BALIGAR, V. C., N. K. FAGERIA a ZL HE, 2001. Nutrient use efficiency in plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. **32**(7–8), 921–950.

BANJARA, Raj K., 2016. Implication of Diffusion Model in The Process of Adoption & Practices of Organic Farming in Nepal. *Global Journal of Agricultural Research*. **4**(4), 17–28.

BARHAM, Bradford L., Jeremy D. FOLTZ, Douglas JACKSON-SMITH a Sunung MOON, 2004. The dynamics of agricultural biotechnology adoption: Lessons from series rBST use in Wisconsin, 1994–2001. *American Journal of Agricultural Economics*. **86**(1), 61–72.

BATTE, Marvin T. a Michael W. ARNHOLT, 2003. Precision farming adoption and use in Ohio: case studies of six leading-edge adopters. *Computers and Electronics in Agriculture* [online]. **38**(2), 125–139. ISSN 0168-1699. Dostupné z: doi:10.1016/S0168-1699(02)00143-6

- BAUMGART-GETZ, Adam, Linda Stalker PROKOPY a Kristin FLORESS, 2012. Why farmers adopt best management practice in the United States: A meta-analysis of the adoption literature. *Journal of Environmental Management* [online]. **96**(1), 17–25. ISSN 03014797. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvman.2011.10.006
- BERRY, Joseph K., J. A. DELGADO, Rajiv KHOSLA a F. J. PIERCE, 2003. Precision conservation for environmental sustainability. *Journal of Soil and Water Conservation*. **58**(6), 332–339.
- BONGIOVANNI, Rodolfo a Jess LOWENBERG-DEBOER, 2004. Precision agriculture and sustainability. *Precision agriculture*. **5**(4), 359–387.
- BROWN, Jacqueline J. a Peter H. REINGEN, 1987. Social Ties and Word-of-Mouth Referral Behavior. *Journal of Consumer Research* [online]. **14**(3), 350. ISSN 0093-5301, 1537-5277. Dostupné z: doi:10.1086/209118
- BURTON, Michael, Dan RIGBY a Trevor YOUNG, 2003. Modelling the adoption of organic horticultural technology in the UK using duration analysis. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. **47**(1), 29–54.
- CAROLAN, Michael, 2017. Publicising Food: Big Data, Precision Agriculture, and Co-Experimental Techniques of Addition. *Sociologia Ruralis*. **57**(2), 135–154.
- CIALDINI, Robert B., Carl A. KALLGREN a Raymond R. RENO, 1991. A Focus Theory of Normative Conduct: A Theoretical Refinement and Reevaluation of the Role of Norms in Human Behavior. In: *Advances in Experimental Social Psychology* [online]. B.m.: Elsevier, s. 201–234 [vid. 2017-04-27]. ISBN 978-0-12-015224-7. Dostupné z: doi:10.1016/S0065-2601(08)60330-5
- COHEN, Jacob, 1988. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. 2nd ed. Hillsdale, N.J: L. Erlbaum Associates. ISBN 978-0-8058-0283-2.
- COLMAN, David, 1994. Ethics and externalities: agricultural stewardship and other behaviour: presidential address. *Journal of Agricultural Economics* [online]. **45**(3), 299–311. ISSN 0021857X, 14779552. Dostupné z: doi:10.1111/j.1477-9552.1994.tb00405.x
- COOPER, Randolph B. a Robert W. ZMUD, 1990. Information technology implementation research: a technological diffusion approach. *Management science*. **36**(2), 123–139.
- COWGILL, Bo, Justin WOLFERS a Eric ZITZEWITZ, 2009. Using Prediction Markets to Track Information Flows: Evidence from Google. In: *AMMA*. s. 3.
- ČSÚ, 2012a. *Agrocensus 2010 - Strukturální šetření v zemědělství a metody zemědělské výroby (analytické vyhodnocení) - 2010* [online]. 2012. B.m.: Český statistický úřad. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/agrocensus-2010-strukturalni-setreni-v-zemedelstvi-a-metody-zemedelske-vyroby-analyticke-vyhodnoceni-2010-vxwb0aj0yt>

ČSÚ, 2012b. Vývoj osevních ploch a první odhad sklizně - 2012. *Český statistický úřad* [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/cris/vyvoj-osevnych-ploch-a-prvni-odhad-sklizne-2012-16z8ngrkon>

ČSÚ, 2014. Definitivní údaje o sklizni zemědělských plodin - 2015. *Český statistický úřad* [online]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/definitivni-udaje-o-sklizni-zemedelskych-plodin-2015>

ČSÚ, 2017. *Strukturální šetření v zemědělství – 2016* [online]. 2017. B.m.: Český statistický úřad. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/strukturalni-setreni-v-zemedelstvi-analyticke-vyhodnoceni-2013#>

DABERKOW, Stan G. a William D. MCBRIDE, 1998. Socioeconomic profiles of early adopters of precision agriculture technologies. *Journal of Agribusiness*. **16**, 151–168.

DABERKOW, Stan G. a William D. MCBRIDE, 2003. Farm and Operator Characteristics Affecting the Awareness and Adoption of Precision Agriculture Technologies in the US. *Precision Agriculture* [online]. **4**(2), 163–177. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1023/A:1024557205871

DE MAREZ, Lieven a Gino VERLEYE, 2004. Innovation diffusion: The need for more accurate consumer insight. Illustration of the PSAP scale as a segmentation instrument. *Journal of Targeting, Measurement and Analysis for Marketing*. **13**(1), 32–49.

DELGADO, J. A., 2016. 4 Rs Are Not Enough: We Need 7 Rs for Nutrient Management and Conservation to Increase Nutrient Use Efficiency and Reduce Off-Site Transport of Nutrients. In: Rattan LAL a B. A STEWART, ed. *Soil-specific farming: precision agriculture* [online]. Boca Raton: Taylor & Francis Group [vid. 2017-06-07]. ISBN 978-1-4822-4534-9.

D'EMDEN, Francis H., Rick S. LLEWELLYN a Michael P. BURTON, 2006. Adoption of conservation tillage in Australian cropping regions: an application of duration analysis. *Technological Forecasting and Social Change*. **73**(6), 630–647.

DIEDEREN, Paul, Hans VAN MEIJL, Arjan WOLTERS, Katarzyna BIJAK a OTHERS, 2003. Innovation adoption in agriculture: innovators, early adopters and laggards. *Cahiers d'économie et sociologie rurales*. **67**(1), 30–50.

DOWNS, George W. a Lawrence B. MOHR, 1976. Conceptual issues in the study of innovation. *Administrative Science Quarterly*. 700–714.

EUROSTAT, 2015. Farm structure statistics. *Eurostat Statistics Explained* [online]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Farm_structure_statistics#The_size_of_agricultural_holdings

FELL, D., A. AUSTIN, E. KIVINEN a C. WILKINS, 2009. *The diffusion of environmental behaviours; the role of influential individuals in social networks*. Defra, London: Department for Environment, Food and Rural Affairs.

FESTINGER, Leon, 1962. Cognitive Dissonance. *Scientific American* [online]. **207**(4), 93–106. ISSN 0036-8733. Dostupné z: doi:10.1038/scientificamerican1062-93

FIELD, Andy P., 2013. *Discovering statistics using IBM SPSS statistics*. 4th edition. Los Angeles: Sage. ISBN 978-1-4462-4917-8.

FOUNTAS, S., S. BLACKMORE, D. ESS, S. HAWKINS, G. BLUMHOFF, J. LOWENBERG-DEBOER a C. G. SORENSEN, 2005. Farmer Experience with Precision Agriculture in Denmark and the US Eastern Corn Belt. *Precision Agriculture* [online]. **6**(2), 121–141. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-004-1030-z

FRANCESCHINIS, Cristiano, Mara THIENE, Riccardo SCARPA, John ROSE, Michele MORETTO a Raffaele CAVALLI, 2017. Adoption of renewable heating systems: An empirical test of the diffusion of innovation theory. *Energy* [online]. **125**, 313–326. ISSN 03605442. Dostupné z: doi:10.1016/j.energy.2017.02.060

GÁLIK, Stanislav, 2012. *Psychologie přesvědčování*. Praha: Grada. ISBN 978-80-247-4247-2.

GODWIN, R. J., R. EARL, J. C. TAYLOR, G. A. WOOD, R. I. BRADLEY, J. P. WELSH, T. RICHARDS, B. S. BLACKMORE, M. J. CARVER, S. KNIGHT a OTHERS, 2002. *Precision Farming of Cereals Crops, a five-year experiment to develop management guideline*. B.m.: Home Grown Cereals Authority.

GRANOVETTER, Mark, 1995. *Getting a job: A study of contacts and careers*. B.m.: University of Chicago Press.

GRIFFIN, Terry a J LOWENBERG-DEBOER, 2005. Worldwide adoption and profitability of precision agriculture Implications for Brazil. *Revista de Politica Agricola*. **14**(4), 20–37.

GROFFMAN, Peter, 1997. Ecological Constraints on Precision Agriculture. In: J. V. LAKE, Gregory BOCK a Jamie GOODE, ed. *Precision Agriculture: Spatial and Temporal Variability of Environmental Quality*. Chichester, New York: Wiley, Ciba Foundation symposium, 210. ISBN 978-0-471-97455-0.

HOFFMANN, Volker, 2007a. Book Review: Five editions (1962-2003) of Everett ROGERS: Diffusion of Innovations. *Knowledge and Innovation Management*. 64.

HOFFMANN, Volker, 2007b. The diffusion of innovations – the Hohenheim concept. *Knowledge and Innovation Management*. 87.

HORNIK, Robert, 2004. Some Reflections on Diffusion Theory and the Role of Everett Rogers. *Journal of Health Communication* [online]. **9**(sup1), 143–148. ISSN 1081-0730, 1087-0415. Dostupné z: doi:10.1080/1081070490271610

HOSMER, David W., Stanley LEMESHOW a Rodney X. STURDIVANT, 2013. *Applied logistic regression*. B.m.: John Wiley & Sons.

HUDSON, Darren a Diane HITE, 2003. Producer willingness to pay for precision application technology: Implications for government and the technology industry. *Canadian Journal of Agricultural Economics/Revue canadienne d'agroéconomie*. **51**(1), 39–53.

JERÁBEK, Hynek, 2003. Měření názorového vůdcovství v českých sociologických výzkumech. *Sociologický časopis/Czech sociological review*. **39**(5), 687–706. ISSN 2336-128x.

KAPOOR, Kawaljeet Kaur, Yogesh K. DWIVEDI a Michael D. WILLIAMS, 2014a. Examining consumer acceptance of green innovations using innovation characteristics: A conceptual approach. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development* [online]. **13**(2), 135–160. ISSN 14742748, 20400551. Dostupné z: doi:10.1386/tmsd.13.2.135_1

KAPOOR, Kawaljeet Kaur, Yogesh K. DWIVEDI a Michael D. WILLIAMS, 2014b. Rogers' Innovation Adoption Attributes: A Systematic Review and Synthesis of Existing Research. *Information Systems Management* [online]. **31**(1), 74–91. ISSN 1058-0530, 1934-8703. Dostupné z: doi:10.1080/10580530.2014.854103

KAUFMANN, Peter, Romualdas ZEMECKIS, Virgilius SKULSKIS, Emilija KAIRYTE a Sigrid STAGL, 2011. The Diffusion of Organic Farming in Lithuania. *Journal of Sustainable Agriculture* [online]. **35**(5), 522–549. ISSN 1044-0046, 1540-7578. Dostupné z: doi:10.1080/10440046.2011.579838

KHANNA, Madhu, 2001. Sequential adoption of site-specific technologies and its implications for nitrogen productivity: A double selectivity model. *American Journal of Agricultural Economics*. **83**(1), 35–51.

KHOSLA, Raj, K. FLEMING, J. A. DELGADO, T. M. SHAVER a D. G. WESTFALL, 2002. Use of site-specific management zones to improve nitrogen management for precision agriculture. *Journal of Soil and Water Conservation*. **57**(6), 513–518.

KLAPPER, Joseph T., 1960. *The Effects of Mass Communication*. Glencoe (Illinois): Free Press. ISBN 978-0-02-917380-0.

KNIGHT, Brad, Bill MALCOLM a OTHERS, 2009. A whole-farm investment analysis of some precision agriculture technologies. *Australian Farm Business Management Journal*. **6**(1), 41.

KOCH, B., R. KHOSLA, W. M. FRASIER, D. G. WESTFALL a D. INMAN, 2004. Economic Feasibility of Variable-Rate Nitrogen Application Utilizing Si-

te-Specific Management Zones. *Agronomy Journal* [online]. **96**(6), 1572. ISSN 1435-0645. Dostupné z: doi:10.2134/agronj2004.1572

KROULÍK, Milan, 2012. Senzory pro měření půdních vlastností. *Zemědělec* [online]. Dostupné z: <http://zemedelec.cz/senzory-pro-mereni-pudnich-vlastnosti/>

KUMHÁLA, František, 2002. Mapování výnosů u sklízecích mlátiček jako součást precizního zemědělství. *Mechanizace zemědělství*.

KUTTER, T., S. TIEMANN, R. SIEBERT a S. FOUNTAS, 2011. The role of communication and co-operation in the adoption of precision farming. *Precision Agriculture* [online]. **12**(1), 2–17. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-009-9150-0

LAL, Rattan a B. A STEWART, ed., 2016. *Soil-specific farming: precision agriculture* [online]. Boca Raton: Taylor & Francis Group [vid. 2017-06-07]. ISBN 978-1-4822-4534-9.

LAMBERT, Dayton M., Krishna P. PAUDEL, James A. LARSON a OTHERS, 2015. Bundled Adoption of Precision Agriculture Technologies by Cotton Producers. *Journal of agricultural and resource economics*. **40**(2), 325–345.

LÄPPLE, Doris, 2010. Adoption and Abandonment of Organic Farming: An Empirical Investigation of the Irish Drystock Sector: Adoption and Abandonment of Organic Farming. *Journal of Agricultural Economics* [online]. **61**(3), 697–714. ISSN 0021857X. Dostupné z: doi:10.1111/j.1477-9552.2010.00260.x

LÄPPLE, Doris a Tom Van RENSBURG, 2011. Adoption of organic farming: Are there differences between early and late adoption? *Ecological Economics* [online]. **70**(7), 1406–1414. ISSN 09218009. Dostupné z: doi:10.1016/j.ecolecon.2011.03.002

LEE, Chul-Yong a Sung-Yoon HUH, 2017. Forecasting the diffusion of renewable electricity considering the impact of policy and oil prices: The case of South Korea. *Applied Energy* [online]. **197**, 29–39. ISSN 03062619. Dostupné z: doi:10.1016/j.apenergy.2017.03.124

LENCSEÉS, Enikő, István TAKÁCS a Katalin TAKÁCS-GYÖRGY, 2014. Farmers' Perception of Precision Farming Technology among Hungarian Farmers. *Sustainability* [online]. **6**(12), 8452–8465. ISSN 2071-1050. Dostupné z: doi:10.3390/su6128452

LOCOCK, Louise, Sue DOPSON, David CHAMBERS a John GABBAY, 2001. Understanding the role of opinion leaders in improving clinical effectiveness. *Social science & medicine*. **53**(6), 745–757.

LONG, Thomas, Vincent BLOK a Ingrid CONINX, 2016. Barriers to the adoption and diffusion of technological innovations for climate-smart agriculture in Europe: evidence from the Netherlands, France, Switzerland and Italy. *Journal*

of *Cleaner Production* [online]. **112**, 9–21. ISSN 09596526. Dostupné z: doi:10.1016/j.jclepro.2015.06.044

LOWENBERG-DEBOER, Jess a Michael BOEHLJE, 1996. Revolution, evolution or dead-end: economic perspectives on precision agriculture. In: *Proc. 3rd Intl. Conf. Precision Agriculture: Precision Agriculture*. s. 923–944.

LUKAS, Vojtěch a Lubomír NEUDERT, 2016. *Senzorové měření porostů zemědělských plodin pro variabilní aplikaci hnojiv a pesticidů: Certifikovaná metodika pro praxi*. Brno: Mendelova univerzita v Brně. ISBN 978-80-7509-460-5.

MÁCOVÁ, Marcela, 2014. V čem je české zemědělství jiné? *Statistika&My* [online]. Dostupné z: <http://www.statistikaamy.cz/2014/07/v-čem-je-ceske-zemedelstvi-jine/>

MAREŠ, Petr, Ladislav RABUŠIC a Petr SOUKUP, 2015. *Analýza sociálněvědních dat (nejen) v SPSS*. ISBN 978-80-210-6362-4.

MEADE, Nigel a Towhidul ISLAM, 2006. Modelling and forecasting the diffusion of innovation – A 25-year review. *International Journal of Forecasting* [online]. **22**(3), 519–545. ISSN 01692070. Dostupné z: doi:10.1016/j.ijforecast.2006.01.005

MJM LITOVEL, 2017. *PREFARM® - komplexní systém precizního zemědělství* [online]. Dostupné z: <http://www.mjm.cz/prefarm>

MOORE, Gary C. a Izak BENBASAT, 1991. Development of an instrument to measure the perceptions of adopting an information technology innovation. *Information systems research*. **2**(3), 192–222.

MULLA, David a Raj KHOSLA, 2016. Historical Evolution and Recent Advances in Precision Farming. In: Rattan LAL a B. A STEWART, ed. *Soil-specific farming: precision agriculture* [online]. Boca Raton: Taylor & Francis Group [vid. 2017-06-07]. ISBN 978-1-4822-4534-9.

MŽP, 2015. *Statistická ročenka životního prostředí 2015*. B.m.: Ministerstvo životního prostředí. ISBN 978-80-87770-27-6.

NAPIER, T. L., J. ROBINSON a M. TUCKER, 2000. Adoption of precision farming within three Midwest watersheds. *Journal of Soil and Water Conservation*. **55**(2), 135–141. ISSN 0022-4561, 1941-3300.

NELSON, Richard R., Alexander PETERHANSL a Bhaven SAMPAT, 2004. Why and how innovations get adopted: a tale of four models. *Industrial and Corporate Change*. **13**(5), 679–699.

NEUDERT, Lubomír, Vojtěch LUKAS, MENDELOVA UNIVERZITA a AGRONOMICKÁ FAKULTA, 2015. *Precizní zemědělství: technologie a metody v rostlinné produkci*. Mendelova univerzita: Brno. ISBN 978-80-7509-311-0.

NOPPERS, Ernst H., Kees KEIZER, Marija BOCKARJOVA a Linda STEG, 2015. The adoption of sustainable innovations: The role of instrumental, environmental, and symbolic attributes for earlier and later adopters. *Journal of Environmental Psychology* [online]. **44**, 74–84. ISSN 02724944. Dostupné z: doi:10.1016/j.jenvp.2015.09.002

OECD, 2016. Is precision agriculture the start of a new revolution? In: *Farm Management Practices to Foster Green Growth*. Paris: OECD Publishing, s. 137–159.

PADEL, Susanne, 2001. Conversion to organic farming: a typical example of the diffusion of an innovation? *Sociologia ruralis*. **41**(1), 40–61.

PAUSTIAN, Margit a Ludwig THEUVSEN, 2016. Adoption of precision agriculture technologies by German crop farmers. *Precision Agriculture* [online]. [vid. 2017-07-14]. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-016-9482-5

PEDERSEN, Søren Marcus, 2003. *Precision farming: Technology Assessment of Variable Rate Treatment in Cereals*. Lyngby. Ph. D. Thesis. Technical University of Denmark.

PEDERSEN, Søren Marcus, Spyros FOUNTAS, BS BLACKMORE, Morten GYLLING a Jørgen Lindgaard PEDERSEN, 2004. Adoption and perspectives of precision farming in Denmark. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B-Soil & Plant Science*. **54**(1), 2–8.

PIERPAOLI, Emanuele, Giacomo CARLI, Erika PIGNATTI a Maurizio CANAVARI, 2013. Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review. *Procedia Technology* [online]. **8**, 61–69. ISSN 22120173. Dostupné z: doi:10.1016/j.protcy.2013.11.010

PLOEG, van der Tjeerd, Peter C AUSTIN a Ewout W STEYERBERG, 2014. Modern modelling techniques are data hungry: a simulation study for predicting dichotomous endpoints. *BMC Medical Research Methodology* [online]. **14**(1) [vid. 2018-04-02]. ISSN 1471-2288. Dostupné z: doi:10.1186/1471-2288-14-137

PROCHASKA, James O., Carlo C. DICLEMENTE a John C. NORCROSS, 1992. In search of how people change: Applications to addictive behaviors. *American psychologist*. **47**(9), 1102.

RAUN, William R. a G. V. JOHNSON, 1999. Improving nitrogen use efficiency for cereal production. *Agronomy Journal*. (91), 357–363.

REICHARDT, M. a C. JÜRGENS, 2009. Adoption and future perspective of precision farming in Germany: results of several surveys among different agricultural target groups. *Precision Agriculture* [online]. **10**(1), 73–94. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-008-9101-1

REICHARDT, M., C. JÜRGENS, U. KLÖBLE, J. HÜTER a K. MOSER, 2009. Dissemination of precision farming in Germany: acceptance, adoption, obstacles,

knowledge transfer and training activities. *Precision Agriculture* [online]. **10**(6), 525–545. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-009-9112-6

RIGBY, Dan a Daniel CÁCERES, 2001. Organic farming and the sustainability of agricultural systems. *Agricultural systems*. **68**(1), 21–40.

ROBERTSON, M. J., R. S. LLEWELLYN, R. MANDEL, R. LAWES, R. G. V. BRAMLEY, L. SWIFT, N. METZ a C. O'CALLAGHAN, 2012. Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. *Precision Agriculture* [online]. **13**(2), 181–199. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-011-9236-3

ROGERS, Everett M., 1995. *Diffusion of innovations*. 4th ed. New York: Free Press. ISBN 978-0-02-874074-4.

ROGERS, Everett M., 2002. Diffusion of preventive innovations. *Addictive behaviors*. **27**(6), 989–993.

ROGERS, Everett M., 2003. *Diffusion of innovations*. 5th ed. New York: Free Press. ISBN 978-0-7432-2209-9.

ROSSMAN, Gabriel, 2012. *Climbing the charts: what radio airplay tells us about the diffusion of innovation*. Princeton: Princeton University Press. ISBN 978-0-691-14873-1.

RYAN, Bryce a Neal C. GROSS, 1943. The diffusion of hybrid seed corn in two Iowa communities. *Rural sociology*. **8**(1), 15.

SANDRA NUTLEY, Huw DAVIES a Isabel WALTER, 2002. Conceptual synthesis 1: learning from the diffusion of innovations. *St Andrews: Research Unit for Research Utilisation, Department of Management, University of St Andrews*.

SHAROT, Tali, 2013. *Iluze optimismu, aneb, Iracionalita pozitivního myšlení*. Praha: Dybbuk. ISBN 978-80-7438-082-2.

SHOCKLEY, Jordan M., Carl R. DILLON, Tim STOMBAUGH a Scott SHEARER, 2012. Whole farm analysis of automatic section control for agricultural machinery. *Precision Agriculture* [online]. **13**(4), 411–420. ISSN 1385-2256, 1573-1618. doi:10.1007/s11119-011-9256-z

SHOCKLEY, Jordan M., Carl R. DILLON a Timothy S. STOMBAUGH, 2011. A whole farm analysis of the influence of auto-steer navigation on net returns, risk, and production practices. *Journal of Agricultural and Applied Economics*. **43**(1), 57–75.

STONE, Marvin L. a William R. RAUN, 2016. Sensing Technology for Precision Crop Farming. In: Qin ZHANG, ed. *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC. ISBN 978-1-4822-5108-1.

STOORVOGEL, Jetse J., Lammert KOOISTRA a Johan BOUMA, 2016. Managing Soil Variability at Different Spatial Scales as a Basis for Precision Agriculture. In: Rattan LAL a B. A STEWART, ed. *Soil-specific farming: precision agriculture* [online]. Boca Raton: Taylor & Francis Group [vid. 2017-06-07]. ISBN 978-1-4822-4534-9.

ŠARAPATKA, Bořivoj a Jiří URBAN, 2006. *Ekologické zemědělství v praxi*. Šumperk: PRO-BIO.

ŠTURSA, Vašek, 2017. Opět dokonalejší precizní zemědělství. *Biro*.

TAVRIS, Carol a Elliot ARONSON, 2007. *Mistakes were made (but not by me): why we justify foolish beliefs, bad decisions, and hurtful acts*. 1st ed. Orlando, Fla: Harcourt. ISBN 978-0-15-101098-1.

TEY, Yeong Sheng a Mark BRINDAL, 2012. Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precision Agriculture* [online]. **13**(6), 713–730. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-012-9273-6

TEY, Yeong Sheng, Mark BRINDAL a Chin Ding LIM, 2016. Use of Variable Rate Application in Soil Fertility Management by Small Farmers: Status, Issues, and Prospects. In: Rattan LAL a B. A STEWART, ed. *Soil-specific farming: precision agriculture* [online]. Boca Raton: Taylor & Francis Group, s. 185–196 [vid. 2017-06-07]. ISBN 978-1-4822-4534-9.

TIMMERMANN, C., Roland GERHARDS a W. KÜHBAUCH, 2003. The economic impact of site-specific weed control. *Precision Agriculture*. **4**(3), 249–260.

TORNATZKY, Louis G. a Katherine J. KLEIN, 1982. Innovation characteristics and innovation adoption-implementation: A meta-analysis of findings. *IEEE Transactions on engineering management*. (1), 28–45.

TWOMLOW, Steve, Lewis HOVE, Walter MUPANGWA, Patricia MASIKATI a Nester MASHINGAIDZE, 2008. Precision conservation agriculture for vulnerable farmers in low-potential zones.

USDA, 2007. *Precision agriculture: NRCS support for emerging technologie*. Washington, DC: United States Department of Agriculture. Agronomy Technical Note No. 1.

USDA, 2015. *Tailored Reports: Crop Production Practices*. 2015. B.m.: Agricultural Resource Management Survey (ARMS), United States Department of Agriculture.

USDA, 2017. *Tailored Reports: Farm Structure and Finance*. 2017. B.m.: Agricultural Resource Management Survey (ARMS), United States Department of Agriculture.

ÚZEI, 2015. *Zpráva o stavu zemědělství ČR za rok 2015* [online]. 2015. B.m.: Ministerstvo zemědělství. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/481729/ZZ15_V4.pdf

WATCHARAANANTAPONG, Pattarawan, Roland K. ROBERTS, Dayton M. LAMBERT, James A. LARSON, Margarita VELANDIA, Burton C. ENGLISH, Roderick M. REJESUS a Chenggang WANG, 2014. Timing of precision agriculture technology adoption in US cotton production. *Precision Agriculture* [online]. **15**(4), 427–446. ISSN 1385-2256, 1573-1618. Dostupné z: doi:10.1007/s11119-013-9338-1

WEENIG, Mieneke, 1993. The Strength of Weak and Strong Communication Ties in a Community Information Program. *Journal of Applied Social Psychology*. **23**(20), 1712–1731.

WOLFE, Richard A., 1994. Organizational innovation: Review, critique and suggested research directions. *Journal of management studies*. **31**(3), 405–431.

ZEMAN, Karel, 2013. *Vývoj vlastnictví k půdě a souvisejících procesů na území ČR od roku 1918 do současné doby*. Praha: Vysoká škola ekonomická v Praze. ISBN 978-80-245-1915-9.

ZHANG, Naiqian, Maohua WANG a Ning WANG, 2002. Precision agriculture—a worldwide overview. *Computers and electronics in agriculture*. **36**(2), 113–132.

ZHANG, Qin, ed., 2016. *Precision agriculture technology for crop farming*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, LLC. ISBN 978-1-4822-5108-1.

Přílohy

Příloha 1: Použité škály a jejich překlady.....	101
Příloha 2: Znění dotazníku.....	104

Příloha 1: Použité škály a jejich překlady

Compatibility

Using precision agriculture technologies is compatible with most aspects of my work. (Machinery etc.)

Using precision agriculture technologies fits my work style.

Using precision agriculture technologies fits well with the way I like to work.

Ease of use

I clearly understand how to use precision agriculture technologies.

Learning to operate precision agriculture technologies systems is easy for me.

It is not easy for me to become skillful in using precision agriculture technologies.

Visibility

I have seen what other farmers do using precision agriculture technologies.

I have not seen many other farmers using precision agriculture technologies.

It is easy for me to observe other farmers using precision agriculture technologies.

I have had plenty of opportunity to see precision agriculture technologies being used.

Kompatibilita

Po všech stránkách je používání technologií precizního zemědělství v souladu s naší prací.

Používání technologií precizního zemědělství zapadá do našeho stylu práce.

Myslím, že metody precizního zemědělství jdou dohromady se způsobem, jak rádi pracujeme.

Snadnost použití

Jasně rozumím tomu, jak se technologie precizního zemědělství používají.

Naučit se obsluhovat technologie precizního zemědělství je pro nás snadné.

Pracovat s technologiemi precizního zemědělství je těžké.

Viditelnost

V našem okolí používají jiní zemědělci precizní technologie.

Neviděl jsem zemědělce, kteří by technologie precizního zemědělství používali.

Je snadné vidět jiné zemědělce, jak technologie precizního zemědělství používají.

Měli jsme hodně příležitostí vidět technologie precizního zemědělství v akci.

Quality of Support

It is easy to get support for precision agriculture technologies.

The people providing support for precision agriculture technologies have the required knowledge to answer my questions.

I feel that the people providing support for precision agriculture technologies work in my best interest.

Perceived resources

I have the resources, opportunities and knowledge for using precision agriculture technologies.

I would be able to use precision agriculture technologies if I wanted to.

I have access to the resources I would need for using precision agriculture technologies.

Operator's innovativeness

My Organization is usually one of the last of its kind to change to a new method of operation.

My Organization is reluctant to adopt new was of doing things until other organizations have used them successfully.

My Organization is very inventive.

Kvalita podpory

Je lehké získat podporu v oblasti precizního zemědělství.

Lidé, kteří nabízejí technologie precizního zemědělství, mají dostatečné znalosti odpovédět na naše otázky.

Mám pocit, že lidé nabízející podporu v oblasti precizního zemědělství jednají v mém nejlepším zájmu.

Vnímané zdroje

Máme zdroje, příležitosti a znalosti, abychom používali technologie precizního zemědělství.

Pokud bychom chtěli, byli bychom schopní využívat technologie precizního zemědělství.

Máme přístup ke zdrojům, které by byly potřeba pro používání technologií precizního zemědělství.

Inovativnost

Většinou jsme jedni z posledních, kteří mění způsoby práce.

Nové stroje a pracovní postupy zavádíme, až když je úspěšně vyzkouší ostatní.

Pracovní postupy se u nás zdokonalují často.

My organization like to experiment with new ways of doing things. Snažíme se hledat nové způsoby, jak dělat naši práci.

My Organization is skeptical of new ideas. K novým zemědělským strojům a metodám hospodaření přistupujeme skepticky.

Relative Advantage

Relativní výhodnost

Using a PWS enables me to accomplish tasks more quickly. Práci dokončíme rychleji s technologiemi precizního zemědělství.

Using a PWS improves the quality of work I do. Naše práce bude kvalitnější, když použijeme technologie precizního zemědělství.

Using a PWS makes it easier to do my job. S použitím technologií precizního zemědělství je naše práce snadnější.

Using a PWS enhances my effectiveness on the job. Práci odvedeme efektivněji, pokud použijeme technologie precizního zemědělství.

Using a PWS gives me greater control over my work. Technologie precizního zemědělství nám dávají větší jistotu v práci, kterou děláme.

Příloha 2: Znění dotazníku

Vážení respondenti,

děkuji za Váš čas a zájem. Následující dotazník je **stěžejní částí mé diplomové práce** a týká se nových technologií v zemědělství. Jeho zodpovězením **přispějete k všeobecnému poznání** o šíření inovací v zemědělství.

Otázky, jejichž vyplnění zabere **maximálně 15 minut**, se týkají technologií, které používáte, a Vašeho názoru na ně. Abych získala relevantní data, ptám se i na obecný charakter podniku, který zastupujete. Dotazník je anonymní, proto odpovídejte bez obav pravdivě.

Souhrnná data budu po ukončení sběru analyzovat a nejpozději půl roku nato bych měla zjištění publikovat ve své magisterské práci.

Pokud budete chtít vědět více k tématu nebo ho komentovat, neváhejte napsat mi na email: kasperova.michaela@mail.muni.cz.

Předem děkuji za zkušenosti, které se mnou budete sdílet.

Bc. Michaela Kašperová

studentka Masarykovy univerzity v Brně

1. Používáte některou z technologií precizního zemědělství?

- NE, ale pojem precizní zemědělství ZNÁM
- Ano (*poznámka: při volbě této odpovědi přeskočil respondent na otázku č. 3*)
- NE, pojem precizní zemědělství NEZNÁM (*poznámka: při volbě této odpovědi přeskočil respondent na otázku č. 7*)

2. Plánujete začít využívat některou technologii precizního zemědělství v následujících třech letech? (*poznámka: po této otázce přeskočil respondent na otázku č. 5*)

- Ano
- Ne

3. Zatrhněte všechny technologie, které používáte:

- Automatické ovládání sekcí (na postřikovači, secím stroji nebo rozmeta-dle)
- Asistované řízení pojezdu strojů
- Placený korekční signál (DGPS, SF2, RTK, Omnistar a další)
- Variabilní aplikace podle aplikačních map (na základě půdních vzorků, dat ze satelitů či dronů)
- Sběr dat při sklizni (výnosoměry)
- Sběr dat z provozu strojů (telematika, monitoring)

- Variabilní aplikace online (senzory Yara, CropSpec, Isaria a další)
- Páskové zpracování půdy (Strip-till)
- Sběr dat o utužení půdy
- Řízená doprava po pozemcích (CTF)
- Jiné, uveďte: _____

4. Plánujete začít využívat další technologie precizního zemědělství v následujících třech letech?

- Ano
- Ne

5. Vnímání technologií precizního zemědělství (1. část ze 2)

(1 = rozhodně nesouhlasím; 2 = spíše nesouhlasím; 3 = ani souhlasím, ani nesouhlasím;

4 = spíše souhlasím; 5 = rozhodně souhlasím)

- Po všech stránkách je používání technologií precizního zemědělství v souladu s naší prací
- Používání technologií precizního zemědělství zapadá do našeho stylu práce
- Myslím, že metody precizního zemědělství jdou dohromady se způsobem, jak rádi pracujeme
- Jasně rozumím tomu, jak se technologie precizního zemědělství používají
- Naučit se obsluhovat technologie precizního zemědělství je pro nás snadné
- Pracovat s technologiemi precizního zemědělství je těžké

6. Vnímání technologií precizního zemědělství (2. část ze 2)

(1 = rozhodně nesouhlasím; 2 = spíše nesouhlasím; 3 = ani souhlasím, ani nesouhlasím;

4 = spíše souhlasím; 5 = rozhodně souhlasím)

- Práci dokončíme rychleji s technologiemi precizního zemědělství
- Naše práce bude kvalitnější, když použijeme technologie precizního zemědělství
- S použitím technologií precizního zemědělství je naše práce snadnější
- Práci odvedeme efektivněji, pokud použijeme technologie precizního zemědělství
- Technologie precizního zemědělství nám dávají větší jistotu v práci, kterou děláme
- V našem okolí používají jiní zemědělci precizní technologie
- Neviděl jsem zemědělce, kteří by technologie precizního zemědělství používali
- Je snadné vidět jiné zemědělce, jak technologie precizního zemědělství používají
- Měli jsme hodně příležitostí vidět technologie precizního zemědělství v akci
- Je lehké získat podporu v oblasti precizního zemědělství

- Lidé, kteří nabízejí technologie precizního zemědělství, mají dostatečné znalosti odpovědět na naše otázky
- Mám pocit, že lidé nabízející podporu v oblasti precizního zemědělství jednají v mém nejlepším zájmu

7. Právní forma podnikání.

Nyní ještě potřebuji vědět více o Vás či podniku, který reprezentujete. Připomínám, že dotazník je anonymní, a proto odpovídejte bez obav pravdivě.

Vyberte:

- Jsem soukromý zemědělec
- Odpovídám za družstvo
- Odpovídám za společnost s ručením omezeným
- Odpovídám za akciovou společnost
- Odpovídám za firmu nabízející služby

8. Na jakou výrobu se zaměřujete?

- Rostlinnou
- Živočišnou
- Smíšenou
- Nabízíme také služby

9. Na jak velké ploše zemědělské půdy hospodaříte?

- _____ ha

11. Využíváte služeb zemědělských poradců?

- Ano
- Ne

12. Charakter a finanční situace zemědělského podniku

Jste téměř na konci.

Zemědělské podniky reagují na novinky rozdílně a liší se v možnostech a schopnostech je zavádět. Zhodnoťte prosím, do jaké míry s danými výroky souhlasíte, a odpovídají situaci Vašeho podniku.

(1 = rozhodně nesouhlasím; 2 = spíše nesouhlasím; 3 = ani souhlasím, ani nesouhlasím;

4 = spíše souhlasím; 5 = rozhodně souhlasím)

- Máme zdroje, příležitosti a znalosti, abychom používali technologie precizního zemědělství
- Pokud bychom chtěli, byli bychom schopní využívat technologie precizního zemědělství
- Máme přístup ke zdrojům, které by byly potřeba pro používání technologií precizního zemědělství

- Neexistují překážky, které by stály v cestě našemu využití technologií precizního zemědělství
- Náš zemědělský podnik je velmi inovativní
- Většinou jsme jedni z posledních, kteří mění způsoby práce
- Nové stroje a pracovní postupy zavádíme, až když je úspěšně vyzkouší ostatní
- Pracovní postupy se u nás zdokonalují často
- Snažíme se hledat nové způsoby, jak dělat naši práci
- K novým zemědělským strojům a metodám hospodaření přistupujeme skepticky

13. Toto je poslední otázka a je nepovinná. Co vám chybí, abyste využívali technologie precizního zemědělství?

- _____

Právě jste dokončili dotazník a já Vám za to **DĚKUJI**.

Co teď? Dotazník poběží do konce února. Data pak zpracuji a závěry publikuji v červnu ve své magisterské práci. Pokud si ji chcete přečíst, napište mi na email *kasperova.michaela@mail.muni.cz*.

Do předmětu stačí napsat "CHCI POSLAT VÝSLEDKY VÝZKUMU". Jakmile bude práce hotová, ozvu se.

Ještě jednou děkuji za Váš čas a především zkušenosti, o které jste se právě se mnou podělili.

Bc. Michaela Kašperová
studentka Masarykovy univerzity v Brně