

POCHOTA PŘIJÍMAT TECHNOLOGIE PRECIZNÍHO ZEMĚDĚLSTVÍ (PŘÍPADOVÁ STUDIE ČESKÉ REPUBLIKY)

WILLINGNESS TO ADOPT TECHNOLOGIES OF PRECISION AGRICULTURE (CZECH REPUBLIC CASE STUDY)

PhDr. Drahomíra Kušová, Ph.D.¹, doc. Ing. Jan Těšitel, CSc.^{2,3}

¹Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, e-mail: dkusova@zf.jcu.cz

²AMBIS – vysoká škola a. s., Praha, e-mail: jan.tesitel@ambis.cz

³METCENAS o. p. s., Plzeň, e.mail: jan.tesitel@metcenas.cz

Klíčová slova:

precizní zemědělství, sociologický průzkum, Česká republika

Key words:

precision agriculture, sociological survey, Czech Republic

Abstrakt:

Základní myšlenkou precizního zemědělství je optimalizace výrobních vstupů (hnojiv, závlahové vody, atd.) pro dosažení požadovaných výnosů. Předpokládá se, že cílenější využití vstupů by zároveň mělo snižovat zátěž životního prostředí, včetně kvality podzemních vod. Mohlo by tak přispívat k řešení situace, kdy snaha o zabezpečení vysoké kvality zdrojů pitné vody musí být sladěna se zemědělským využíváním téhož území. Technologie precizního zemědělství existují, jejich praktické využití je však ovlivněno mnoha socioekonomickými a kulturními místně specifickými podmínkami. Tento příspěvek se snaží odpovědět na otázku, do jaké míry mohou být faktory jako tradice, celková hospodářská situace, ekonomická síla zemědělského podniku a osobnost zemědělce považovány za prediktory ochoty zemědělců tyto technologie využívat. Opírá se přitom o výsledky sociologického dotazníkového šetření, které proběhlo ve vybraných venkovských oblastech České republiky na počátku roku 2017.

Abstract:

The idea of precision agriculture is to optimize production inputs (fertilizers, irrigation water etc.) when trying to achieve desired harvest. More targeted use of inputs is expected to benefit for the environment as well, including quality of underground water. It can thus contribute to reconciling of a situation, where the need to sustain high quality of water resources has to be balanced with an agricultural use of the same territory. Technologies are available. Nevertheless, their practical adoption is influenced by many socio-economic and cultural factors, making any adoption site-specific. This paper tries to respond to the question to which extent factors such as tradition, overall economic situation, economic power of a farm and personality of a farmer can be considered predictors for willingness of a farmer to adopt precision agriculture technologies. It builds on results of a sociological questionnaire survey conducted in selected rural areas of the Czech Republic at the beginning of the year 2017.

Úvod

Růst lidské populace a zvyšování jejích nároků vytváří stále rostoucí tlak na přírodní zdroje. V tomto kontextu je často zmiňována pitná voda a potraviny, společně se zdroji energie. O prvních dvou lze předpokládat, že jsou geograficky vázané, v mnoha případech navíc jejich výskyt koinciduje. Krajiny tak současně plní dvě funkce – produkují se zde potraviny a zároveň slouží jako zdrojové oblasti pitné vody. Multiplicita funkcí však s sebou automaticky nese i multiplicitu zájmů, které je někdy nesnadné sladit. Jednotlivé způsoby využívání téhož prostoru si pak mohou konkurovat nebo být dokonce v konfliktu. Tržně orientované evropské zemědělství má stále tendenci maximalizovat výrobu a to cestou zvyšování intenzity vstupů (energie, živin a agrochemikálií obecně). Vyplavování nevyužitých živin může ale negativně ovlivnit kvalitu vodních zdrojů nacházejících se v daném území, a to jak zdrojů povrchové, tak podzemní vody. V situaci, kdy přechod na „low input“ zemědělství představuje jen marginální tendenci, se začínají hledat inovativní technologie, které by mohly přispět ke snížení škodlivých účinků agrochemikálií na kvalitu půdy a vody (např. Tey and Brindal, 2012).

Precizní zemědělství (PZ) je v tomto ohledu často označováno jako slibný směr vývoje. Jeho ústřední myšlenkou je racionalizovat aplikaci vstupů a to pomocí technologií, které jsou schopné tyto vstupy variabilním způsobem dávkovat tak, aby odpovídaly podmínkám lokality. Použití tohoto přístupu je zpravidla podporováno technologiemi GIS a IT (Lencés et al., 2014). Používání precizního zemědělství vede tedy ke snížení množství agrochemikálií distribuovaných v životním prostředí a jako takové by se mohlo stát také jedním ze základních pilířů efektivního zemědělství v situaci, kdy se předpokládá, že struktura zemědělské výroby, investice do ní, stejně tak jako převažující organizační formy výroby si ponechají svůj velkovýrobní charakter. Existují odhady, které předpokládají, že lze dosáhnout 20-60% úspory pesticidů a až 30% úspory hnojiv použitím technologií precizního zemědělství (TPZ) a to v závislosti na homogenitě pozemku (Rider et al., 2006). Tyto odhady, zdá se, potvrzují intuitivní myšlenku, že precizní zemědělství může snížit zatížení životního prostředí tím, že používá agrochemikálie pouze tam, kde jsou potřebné a tehdy, kdy jsou potřebné (Bongiovanni and Lowenberg-Deboer, 2004). Současně může uspokojit očekávání zvýšení efektivity výroby, a tím i její ziskovosti. V principu je to možné díky efektivnějšímu využívání externích vstupů do výroby, vyšším výnosům a selektivností sklizně (Chen et al., 2009). Celá tato úvaha je ovšem založena na předpokladu, že čisté úspory jsou vyšší než náklady způsobené buď zvýšením pracovní náročnosti nebo nutností investovat do specializovaného zařízení, vyvolané aplikací TPZ (Tey and Brindal, 2006). Je tedy zřejmé, že rozhodování o aplikaci může být považováno za komplexní aktivitu a že tudíž existuje řada faktorů, které, přímo nebo nepřímo, tyto rozhodovací procesy ovlivňují (Pierpaoli et. al., 2013). Faktory, na jejichž základě se zemědělci rozhodují o tom, zda budou či nebudou používat tyto technologie, se staly předmětem mnoha analytických studií, stejně jako studií přehledových. Obecně se dá říci, že studie zdůrazňují především socioekonomický aspekt precizního zemědělství tím, že jako prediktory analyzují takové proměnné, jakými jsou velikost farmy (zemědělského podniku), držba půdy, redukce nákladů, zvýšení příjmů, věk a stupeň vzdělání zemědělců.

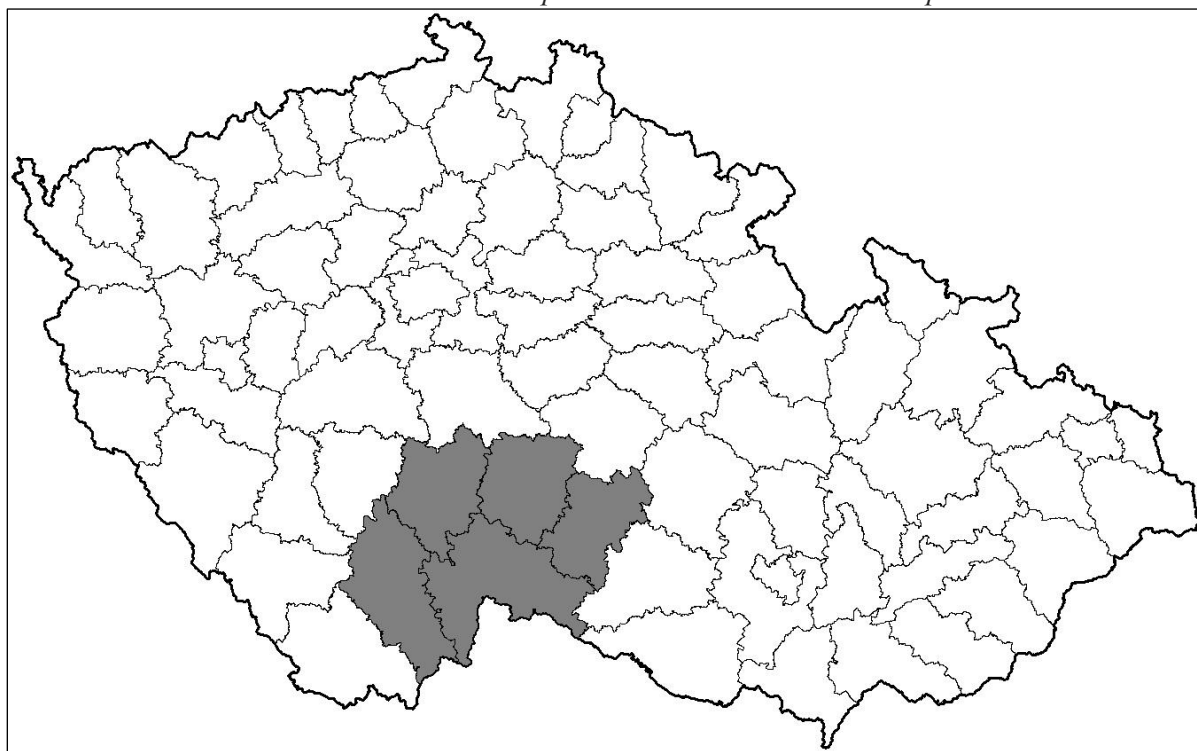
Ve výše uvedeném kontextu je cílem příspěvku přispět k probíhající diskusi a to na základě empirických výsledků získaných v rámci projektu FATIMA (<http://fatima-h2020.eu/>), který byl realizován v letech 2015-2018. Hlavním cílem projektu bylo vytvoření inovativních nástrojů, které pomáhají intenzivnímu zemědělství optimalizovat řízení vnějších vstupů (živin a vody), zvyšovat jeho produktivitu a zároveň chránit životní a sociální prostředí (Fučík a Lukas, 2016).

Z praktického hlediska se projekt soustředil jak na vývoj technologií precizního zemědělství¹, tak na jejich aplikaci ve vybraných pilotních lokalitách ve Španělsku, Itálii, Řecku, Rakousku, Francii, Turecku a České republice, které reprezentují hlavní evropské systémy intenzivní rostlinné výroby. V rámci tohoto projektu byl proveden i sociologický výzkum zaměřený na zjištění celkové sociálněekonomické situace v agrárním sektoru a na identifikaci faktorů, které by mohly ovlivňovat připravenost zemědělců a jejich ochotu tyto technologie prakticky používat. Článek stručně diskutuje vybrané výstupy získané v modelovém území v České republice.

Modelová oblast a použité metody

Modelové území zahrnovalo pět vybraných okresů nacházejících se v jižních Čechách a na Vysočině. Konkrétně se jednalo o okresy České Budějovice, Jindřichův Hradec, Pelhřimov, Jihlava a Tábor. Modelové území představovalo tedy typickou zemědělskou oblast, která zároveň sloužila jako zdrojové území pitné vody (*Obrázek 1*).

Obrázek 1: Schématická mapa modelového území v České republice



Základní soubor tvořily zemědělské subjekty, které fungovaly v zájmové oblasti a splňovaly podmínku, že podíl orné půdy tvoří alespoň 80% jejich celkové výměry. Výběrový soubor byl ze základního souboru odvozen kombinací kvótního a náhodného výběru, přičemž kvóty představovaly podíly subjektů v daném okrese na celkovém počtu subjektů. Tímto způsobem bylo vybráno výsledných 250 respondentů. Terénní sběr dat formou dotazníkového šetření, tematicky zaměřený na zjištění faktorů ovlivňujících ochotu a připravenost zemědělců přijmout TPZ, proběhl v období leden až březen 2017. Byl realizován pomocí tazatelů, studentů zemědělsky zaměřených středních a vysokých škol z dotčeného území. Použití tazatelů zajistilo relativně vysokou návratnost dotazníků (celkem 228). Dotazníkové šetření bylo následně doplněno o pět hloubkových rozhovorů s vybranými subjekty, které provedli samotní autoři.

¹ Konkrétně se jednalo o vytvoření aplikačních map s požadavky na vodu a hnojiva v on-line prostředí.

Kvantitativní údaje byly kódovány a analyzovány pomocí statistického softwaru SPSS, v. 24 a graficky vizualizovány. Údaje z rozhovorů byly zpracovány kvalitativně.

Výsledky a diskuse

Struktura výběrového souboru je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1: Základní parametry výběrového souboru (N = 228)

ÚROVEŇ PODNIKU				
kategorie podniku/farma	dlouhodobě hospodařící farma	nově zřízená farma	větší podnik	
	53%	8%	39%	
způsob hospodaření	konvenční	ekologické		
	96%	4%		
celková výměra	>50 ha	51 - 100 ha	101 - 1000 ha	1000 ha <
	9%	64%	14%	13%
podíl vlastní půdy na celkové výměře	>25%	26 - 50%	51 - 75%	75% <
	44%	30%	16%	10%
hodnocení současné situace z hlediska vhodnosti aplikace PA	dobrá situace	špatná situace	ani dobrá, ani špatná	
	35%	15%	50%	
ÚROVEŇ RESPONDENTA				
pohlaví	muž	žena		
	90%	10%		
věk	> 40 let	41 - 54 let	55 - 65 let	65 let <
	29%	51%	19%	1%
vzdělání	vyučen/stře doškolské zemědělské	stře doškolské/bakalářské	magisterské a vyšší	
	45%	17%	38%	
spokojenost s kvalitou života	nespokojen	neutrál	spokojen	zcela spokojen
	2%	10%	74%	14%
používání chytrých telefonů pro pracovní účely	ano	ne		
	72%	28%		
používání počítače pro pracovní účely	ano	ne		
	100%	0%		
používání internetu pro pracovní účely	ano	ne		
	100%	0%		

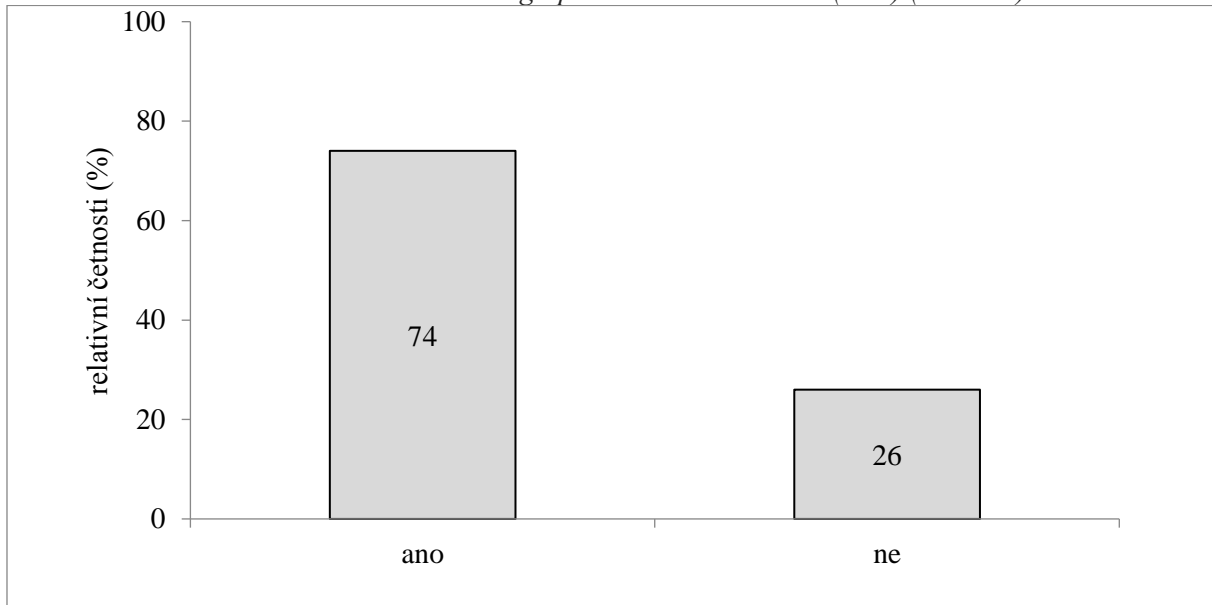
Zdroj: vlastní šetření

Na základě provedené analýzy prvního stupně bylo možné konstatovat, že výběrový soubor byl složen převážně z dlouhodobě fungujících rodinných farem a "velkých" společností zastoupených zpravidla zemědělskými družstvy vlastníků. Do vzorku se dostaly i akciové a obchodní společnosti, jejich podíl byl však marginální. Také nově založené rodinné farmy byly ve vzorku poměrně vzácné. Pokud jde o velikost, dominovaly podniky obhospodařující plochu od 50 do 100 hektarů. Téměř všechny, bez ohledu na velikost, provozovaly konvenční zemědělství. Většina podniků zařazených do vzorku se musela vyrovnat se situací, že podniká na pronajatých pozemcích. Současnou situaci viděli zemědělci relativně optimisticky nebo neutrálně. Typický vlastník farmy (nebo manažer zemědělské společnosti) může být považován za člověka ve středním věku, který absolvoval střední nebo vysokou školu, zaměřenou na

zemědělství. S kvalitou svého života je spokojen. Pracuje více méně rutinně s IT technologiemi a využívá je pro své podnikání.

Tři čtvrtiny respondentů již některé z technologií precizního zemědělství přijaly, jak je patrné z grafu 1. Vzorek však v tomto ohledu nebyl homogenní, jednou z třídících proměnných se ukázala být i velikost farmy (Tabulka 2).

Graf 1: Používání technologií precizního zemědělství (TPZ) (N = 228)



Zdroj: vlastní šetření

Tabulka 2: Vztah mezi aplikací TPZ a velikostí zemědělského podniku (standardizované reziduální odchylky, N = 228, p = 0,000 ..)

		Celková výměra orné půdy			
		< 50 ha	51-100 ha	101-1000 ha	1000 ha <
používání	ano	-5,8	1,5	0,1	2,6
	ne	5,8	-1,5	-0,1	-2,6

Zdroj: vlastní šetření

Legenda pro tabulky 2 až 4:

Hodnota standardizovaných reziduálních odchylek > 3 indikuje závislost mezi příslušnými hodnotami sloupcové a řádkové proměnné.

Statistika „p“, vyjadřuje pravděpodobnost, s jakou můžeme zamítnout nulovou hypotézu o náhodnosti rozdílů v rozložení hodnot zkoumaných proměnných (p < 0,05 - existuje „statisticky významný rozdíl“ v rozložení hodnot proměnných, p < 0,01 - existuje „statisticky vysoce významný rozdíl“ v rozložení hodnot proměnných, p > 0,05 – rozdíl v rozložení hodnot proměnných není „statisticky nevýznamný“).

Význam tohoto vztahu se projevil především na obou koncích velikostní škály – u malých a velkých podniku. Zdá se, že získané výsledky odkazují ke konceptu "úspor z rozsahu", který je důležitým hlediskem v úvahách o aplikaci inovativních technologií obecně. Předpokládá, že větší podniky jsou ochotnější tyto technologie aplikovat, neboť díky své ekonomické síle mají větší kapacitu absorbovat náklady a potenciální rizika. Rozsáhlá produkční základna jim zároveň umožňuje výhody spojené s aplikací inovativních technologií uplatňovat s daleko větším efektem. Proto se obecně předpokládá, že nové technologie budou spíše přijímány velkými firmami. Podle některých výzkumů jsou technologie precizního zemědělství zaměřené

na řízení výnosu ekonomicky výhodné až od výměry 250 ha (Walton et al., 2008), pokud se TPZ používají v boji proti plevelům a při řízení vstupů živin do půdy, hranice výhodnosti jejich aplikace je odhadována minimální výměrou 1500 ha (Robertson et al., 2012). Relativně velká variabilita ve výměře umožňující efektivní používání technologií precizního zemědělství se obvykle vysvětluje variabilitou místních podmínek, neboť prahová hodnota ekonomické efektivity závisí na výše zmíněném vzájemném vztahu mezi úsporami a dodatečnými náklady, který je významně determinován heterogenitou konkrétních pozemků (Lencés et al., 2014). V případě našeho vzorku se zdá, že minimální hranici efektivity tvořila výměra 1 000 ha obhospodařované orné půdy.

Tabulka 3: Vztah mezi aplikací TPZ a podílem pozemků vlastněných a pronajímaných (upravené standardizované odchylky, $N = 228$, $p = 0,00 \dots$)

		Podíl vlastní půdy na celkové výměře			
		< 25%	26-50%	51-75%	75% <
používání	ano	0,0	3,6	-1,5	-3,7
	ne	0,0	-3,6	1,5	3,7

Zdroj: vlastní šetření

Tabulka 4: Vztah mezi aplikací TPZ a věkem zemědělce (upravené standardizované odchylky, $N = 228$; $p = 0,00 \dots$)

		věk			
		< 40 let	40-54 let	55-65 let	65 let <
používání	ano	-0,3	-2,0	2,6	1,0
	ne	0,3	2,0	-2,6	-1,0

Zdroj: vlastní šetření

Vztah mezi přijetím TPZ a držbou půdy, vyjádřený poměrem vlastní a pronajaté půdy, lze na základě získaných výsledků obtížně interpretovat (Tabulka 3). V odborné literatuře se obecně předpokládá, že zemědělec se bude o půdu, kterou vlastní, starat lépe než o tu, kterou má jen pronajatou (Roberts et al., 2004). Z toho by se dalo odvodit, že čím větší je podíl vlastní půdy na celkové obhospodařované výměře, tím větší by měla být pravděpodobnost, že se bude snažit využívat technologie precizního zemědělství, které jsou ve svém principu šetrnější k půdě a k prostředí obecně (např. Roberts et al., 2002; Isgin et al., 2008). V našem případě však vztah neměl „očekávaný lineární průběh“. Významný pro-adoptivní postoj byl zjištěn v případě, kdy příslušný subjekt vlastnil polovinu obhospodařované půdy. Podíl 75% a více vlastní půdy byl však, pro nás překvapivě, spojen s více méně odmítavým postojem. Důvod této „nelinearity“ je stále nejasný a otevřený pro diskusi a další výzkum.

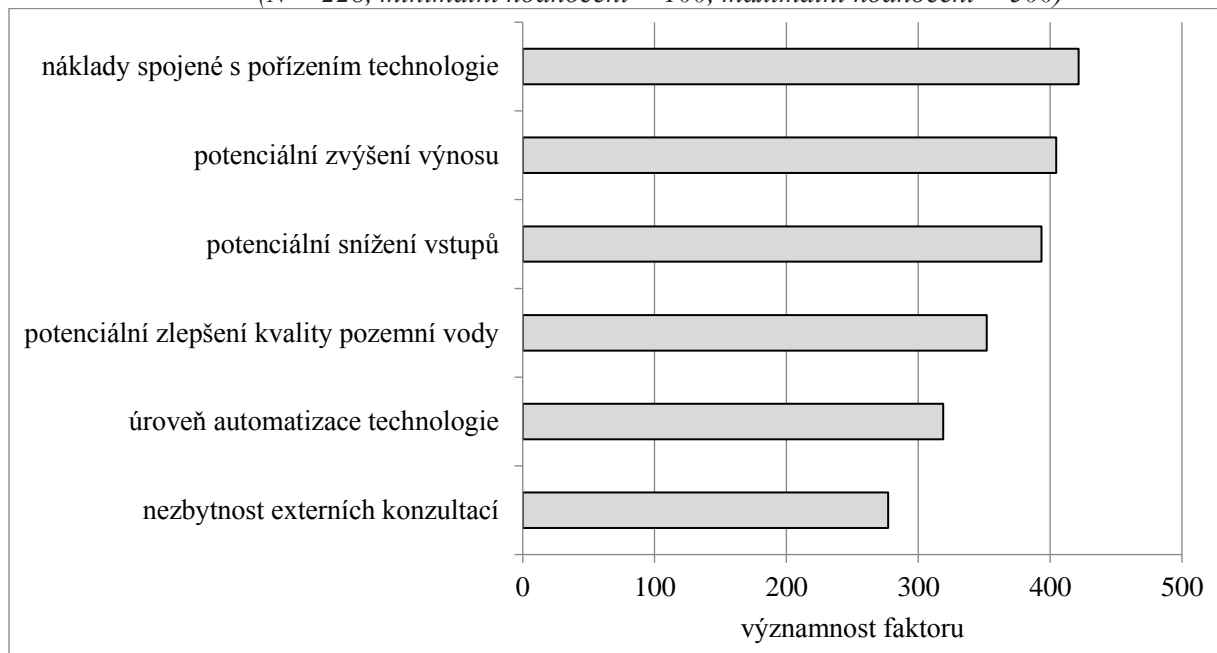
Věk je v literatuře pojímán ambivalentně. V některých studiích je chápán jako významný vysvětlující faktor, který má negativní vztah k přijímání nových technologií (Batte and van Buren, 1999). Bývá to vysvětlováno faktem, že starší zemědělci uvažují v kratším životním i plánovacím horizontu, což vede ke snížení motivace ke změnám obecně a tudíž i k menší ochotě aplikovat inovativní technologie. Často se uvádí i neochota starších zemědělců používat moderní výpočetní techniku (Roberts et al., 2004). V rámci téhož diskursu jsou pak mladí farmáři postulováni jako ti, kteří uvažují v delším horizontu a jsou více technologicky orientovaní, a tudíž jsou ochotnější k inovacím (Larson et al., 2008). Na druhé straně existují však studie, ve kterých byl věk identifikován jako pozitivní determinant (např. Isgin et al., 2008) nebo jako faktor, který je z hlediska přijetí TPZ nevýznamný (např. Daberkow and McBride, 2003; Robertson et al., 2012). V našem případě se ukázalo, že věk je významným pozitivním prediktorem adoptivního rozhodnutí s tím, že důležitou roli hraje věková skupina „55-60“ let (Tabulka 4). Jak už bylo řečeno výše, proměnná „věk“ je většinou používána jako

aproximace proměnné „otevřenost k novotám“, což implicitně předpokládá, že starší zemědělci jsou méně otevřeni novým technologiím, včetně IT. Zdá se však, že situace v České republice tomuto schématu neodpovídá. Jak je patrné z tabulky 1, většina z nich, bez ohledu na věk, používá ve své práci běžně chytré telefony, všichni pak používají počítače napojené na Internet. Tuto situaci lze vysvětlit mj. tím, že se státní správou musí komunikovat pomocí webového portálu Agronom². Věk bývá také často chápán jako aproximace proměnné „zkušenost“. Zemědělci se učí praxí. Větší zkušenosti pak zpravidla vedou k lepším praktickým znalostem o variabilitě místních polních podmínek (Khanna, 2001; Adhikari et al., 2009). Zkušenější zemědělci pak mohou pociťovat menší potřebu dodatečných informací poskytovaných novými technologiemi, což může vést k nižší míře jejich používání (Isgin et al., 2008). Učení a zkušenosti zvyšují vědomosti farmářů i o efektivnosti investic. Operují-li v tržní ekonomice, ziskovost používání TPZ může mít za následek zvýšení ochoty farmářů je používat (Daberkow and McBride, 2003).

Ekonomické úvahy se ukázaly být důležitým aspektem při přijímání rozhodnutí o aplikaci nových technologií, jak lze dokumentovat pořadím důležitosti faktorů, které byly brány v úvahu (Graf 2). Faktory jako „zlepšení kvality podzemních vod“, stejně tak jako dva faktory zohledňující technologické aspekty, lze nalézt v dolní části grafu s nižším celkovým bodovým skóre ve srovnání s faktory zdůrazňujícími ekonomické aspekty, které jsou vyjádřeny jako „investiční náklady“, „potenciál zvýšení výnosů“ a „snížení potřeby živin“.

² <http://www.aginfo.cz/joomla/index.php/programy/roslinna-vyroba/agronom?gclid=CJCPmMutQCFeoy0wodVgECtQ>.

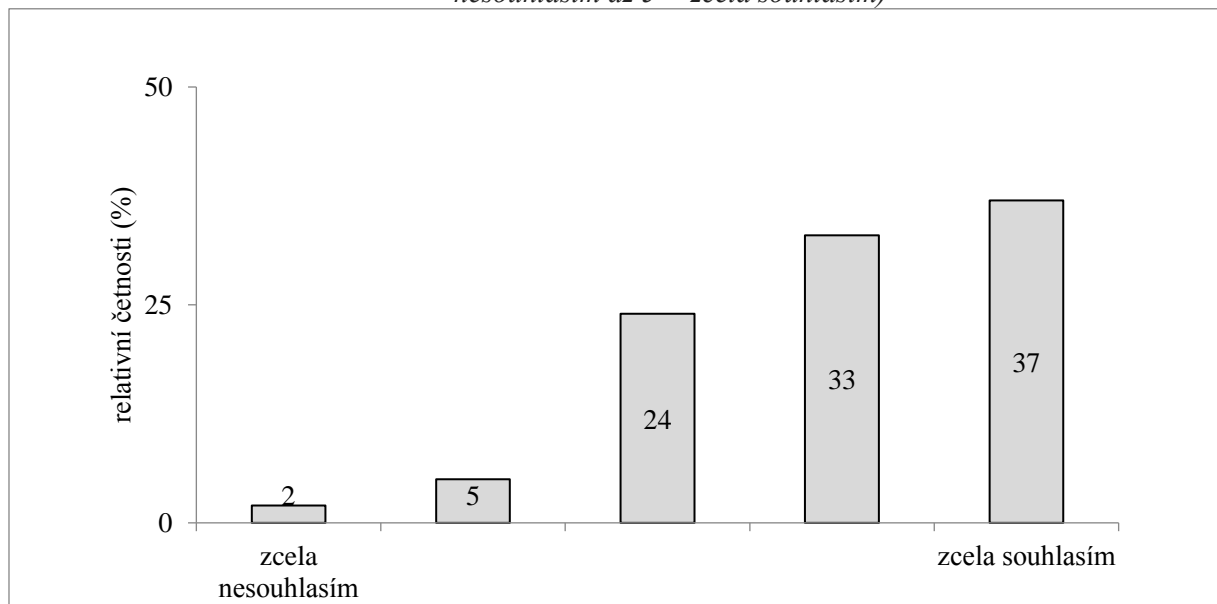
Graf 2: Význam faktorů zohledňovaných při rozhodování o použití technologií precizního zemědělství.
(N = 228, minimální hodnocení = 100, maximální hodnocení = 500)



Zdroj: vlastní šetření

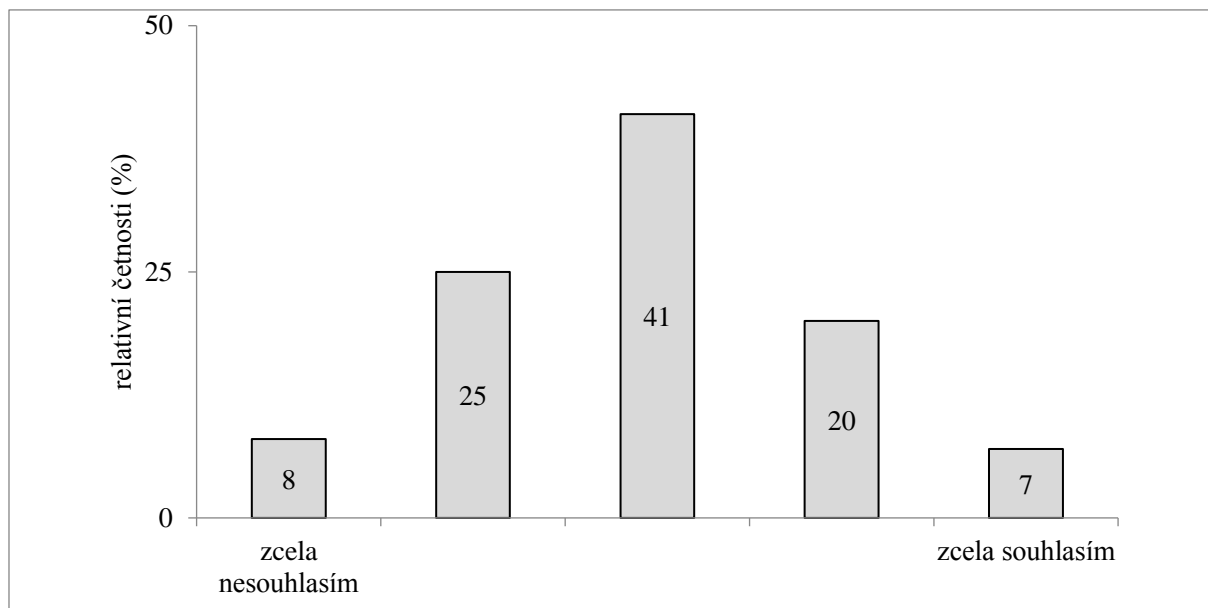
Vztah ke kvalitě životního prostředí, pokud jde o odpovědnost, může být dobře dokumentován sérií tří následujících grafů. Odrážejí postoje respondentů ke třem tvrzením o úloze zemědělství v péči o životní prostředí. Na tomto základě je možné odhadnout jejich reálné chování.

Graf 3: Postoj k tvrzení: "Zemědělci mají povinnost co nejvíce přispívat k ochraně přírody."
(N=228, míra souhlasu s tvrzením byla hodnocena na pětibodové stupnici: 1 = zcela nesouhlasím až 5 = zcela souhlasím)



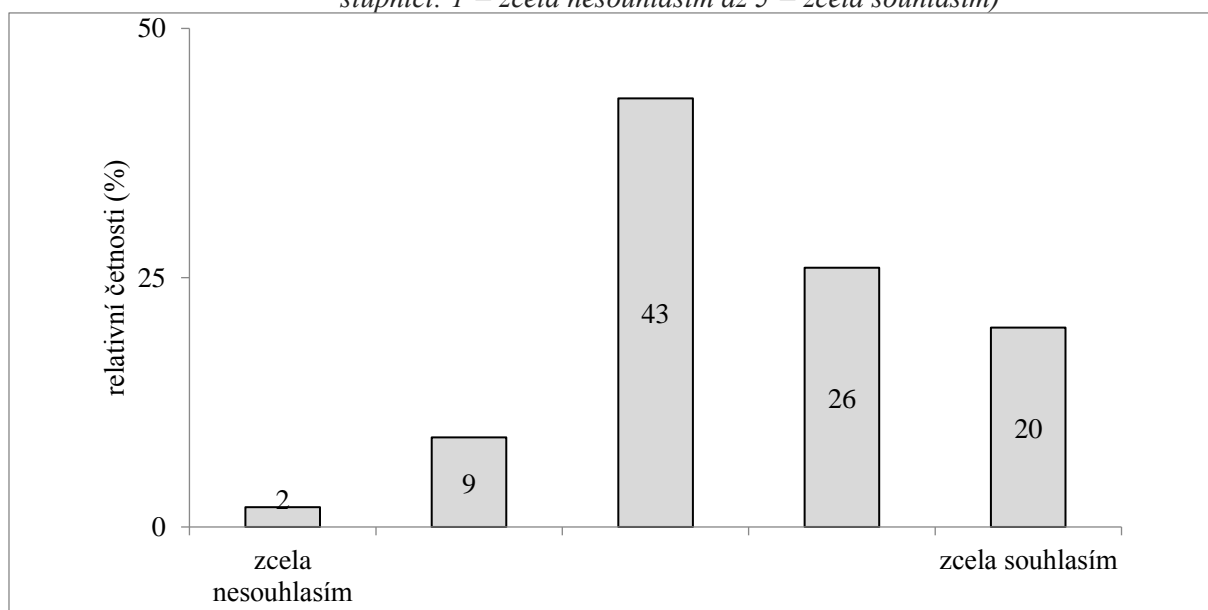
Zdroj: vlastní šetření

Graf 4: Postoj k tvrzení "Jsem ochoten přijmout opatření na ochranu přírody ve svém podniku, a to i na úkor výnosů." (N = 228, míra souhlasu s tvrzením byla hodnocena na pětibodové stupnici: 1 = zcela nesouhlasím až 5 = zcela souhlasím)



Zdroj: vlastní šetření

Graf 5: Postoj k tvrzení "Negativní vlivy zemědělství hospodaření na životní prostředí jsou nadhodnocovány." (N = 228, míra souhlasu s tvrzením byla hodnocena na pětibodové stupnici: 1 = zcela nesouhlasím až 5 = zcela souhlasím)



Zdroj: vlastní šetření

Na obecné úrovni respondenti souhlasili s tím, že zemědělství by mělo hrát roli správce krajiny (Graf 3), čímž se odkazovali k tradičnímu obrazu historicky připisovanému zemědělství, bez ohledu na jeho nedávný vývoj, který v mnoha případech vedl k tomu, že dnešní zemědělství má charakter průmyslové výroby. Avšak na otázku, zda přispívají ke zlepšení kvality životního prostředí prakticky, případně i na úkor ziskovosti výroby, projevíli mnohem váhavější postoj (Graf 4), který byl pravděpodobně podporován silným přesvědčením, že zemědělství je

nespravedlivě obviňováno z poškození životního prostředí (Graf 5), což je zpětně utvrzovalo v přesvědčení, že jsou "dobrymi správci" krajiny³.

Závěr

Na závěr lze souhrnně konstatovat, že technologie precizního zemědělství jsou v České republice používány poměrně hojně. Není přitom překvapivé, že v tržně řízené ekonomice jsou to ekonomické faktory, které výrazně dominují v procesu rozhodování o používání či nepoužívání těchto technologií. Faktory spojené s environmentálními aspekty aplikace PZ jsou samozřejmě také brány v úvahu, ale až jako druhé v pořadí. Je to zřejmě podpořeno vírou, že zemědělství životní prostředí a krajinu neovlivňuje v negativním slova smyslu. Důležitým faktorem, pozitivně korelovaným s rozhodnutím o používání technologií precizního zemědělství, je velikost obhospodařované plochy, která potenciálně přichází v úvahu pro jejich aplikaci. Kritickou hodnotou tohoto ukazatele byla v našem vzorku výměra 1000 ha, kterou je možné chápat jako hranici umožňující realizovat „úspory z rozsahu“. Analýza půdní držby, poskytla překvapivé výsledky, které je třeba podrobit dalším ušetření. Na rozdíl od některých studií se zdá, že vzdělání a znalost IT technologií se v našem vzorku neprojeví jako třídící proměnné. Vysoká úroveň zkušeností v používání IT technologií zřejmě souvisí s tím, že státní správa široce využívá platformu IT pro komunikaci se zemědělci.

Použité zdroje

ADHIKARI, A., MISHRA, A. K., CHINTAWAR, S. (2009): Adoption of technology and its impact on profitability of young and beginning farmers: A quantile regression approach. Paper presented at the *Southern Agricultural Economics Association Annual Meeting*, Georgia, USA.

BATTE, M., and VAN BUREN, F. (1999): Precision farming - Factors influencing profitability. *Proceedings of the Northern Ohio Crops Day Meeting, Wood County, OH, USA, 21. January 1999.*

BONGIOVANNI, R. and LOWENBERG-DEBOER, J. (2004): Precision Agriculture and Sustainability. *Precision Agriculture* (5): 359–387.

DABERKOW, S. G. and McBRIDE, W. D. (2003) Farm and operator characteristics affecting the awareness and adoption of precision agriculture technologies in the US. *Precision Agriculture*, 4(2): 163–177.

FUČÍK, P., LUKAS, V. (2016): Nový výzkumný projekt precizního zemědělství. *Zemědělská škola* 78 (7): 13. Dostupné on-line na: <http://www.zemedelskaskola.cz/rocnik-2015-16/zemedelska-skola-c-7-roc-78-2015-16>. Staženo dne 20. června 2018.

CHEN, W., BELL, R. W., BRENNAN, R. F., BOWDEN, J. W., DOBERMANN, A., RENGEL, Z., et al. (2009): Key crop nutrient management issues in the Western Australia grains industry: a review. *Australian Journal of Soil Research*, 47: 1–18.

³ I ti zemědělci, kteří hospodaří konvenčním způsobem, musí dodržovat ze zákona Standardy Dobrého Zemědělského Environmentálního Stavů půdy (DZES) a Nitrátovou směrnici, což je předpis EU (Směrnice Rady 91/676/EHS) O ochraně vod před znečištěním způsobeném dusičnany ze zemědělských zdrojů.

ISGIN, T., BILGIC, A., FORSTER, D. L., BATTE, M. T. (2008): Using count data models to determine the factors affecting farmers' quantity decisions of precision farming technology adoption. *Computers and Electronics in Agriculture*, 62: 231–242.

KHANNA, M. (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.

LARSON, J. A., ROBERTS, R. K., ENGLISH, B. C., LARKIN, S. L., MARRA, M. C., MARTIN, S. W. et al. (2008): Factors affecting farmer adoption of remotely sensed imagery for precision management in cotton production. *Precision Agriculture*, 9(4): 195–208.

LENCSEÉS, E., TAKÁCS, I., TAKÁCS-GYÖRGY, K. (2014): Farmers' Perception of Precision Farming Technology among Hungarian Farmers. *Sustainability*, 6: 8452-8465.

PIERPAOLI, E., CARLI, G., PIGNATTI, E., CANAVARI, M. (2013): Drivers of Precision Agriculture Technologies Adoption: A Literature Review. *Procedia Technology*, 8: 61–69.

RIDER, T. W., VOGEL, J. W., DILLE, J. A., DHUYVETTER, K. C., KASTENS, T. L. (2006): An economic evaluation of site-specific herbicide application. *Precision Agriculture*, 7: 379–392.

ROBERTS, R. K., ENGLISH, B. C., LARSON, J. A. (2002): Factors affecting the location of precision farming technology adoption in Tennessee. *Journal of Extension*, 40(1), Article 1RIB3. Dostupné on-line na <http://www.joe.org/joe/2002february/rb3.php>. Staženo dne 1. června 2018.

ROBERTS, R. K., ENGLISH, B. C., LARSON, J. A., COCHRAN, R. L., GOODMAN, W. R., LARKIN, S. L. et al. (2004): Adoption of site-specific information and variable-rate technologies in cotton precision farming. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 36(1): 143–158.

ROBERTSON, M. J., LLEWELLYN, R. S., MANDEL, R., LAWES, R., BRAMLEY, R. G. V., SWIFT, L. et al. (2012): Adoption of variable rate fertiliser application in the Australian grains industry: status, issues and prospects. *Precision Agriculture*, 13: 181–199.

TEY, Y. S. and BRINDAL, M. (2012): Factors influencing the adoption of precision agricultural technologies: a review for policy implications. *Precision Agriculture*, 13: 713–730.

WALTON, J. C., LAMBERT, D. M., ROBERTS, R. K., LARSON, J. A., ENGLISH, B. C., LARKIN, S. L. et al. (2008): Adoption and abandonment of precision soil sampling in cotton production. *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 33(3): 428–448.

Poděkování

Publikace byla finančně podporována v rámci projektu výzkumu a inovací programu Horizont 2020 v rámci grantové dohody č. 633945 projektem FArming Tools for External Nutrient Inputs and Water Management - FATIMA (2015-2018). Terénní sběr dat provedli studenti Zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, Vyšší odborné školy a Střední zemědělské školy v Táboře a České zemědělské akademie v Humpolci, kterým tímto děkujeme za spolupráci.