

# Rychlý rozvoj „chytrého“ zemědělství

V zemědělství je, podobně jako v ostatních odvětvích ekonomiky, zřetelně patrná stále častější orientace na novou techniku a pracovní postupy. Specificky jde zejména o praktiky označované jako přesné hospodaření, řízený pojezd po pozemcích a propojené hospodaření, které se přitom v praxi často navzájem prolínají.

Fenoménem současné doby je rychlý pokrok směrem k tzv. chytrému zemědělství (*smart farming*), kdy farmáři stále častěji využívají nejnovější počítačovou techniku, pomáhající jim lépe uspokojovat celosvětově rostoucí poptávku po potravinách. Farmáři v současnosti mohou jednotlivě posoudit každý hektar pozemku, zvážit kvalitu půdy a stav rostlin v dané lokalitě a kvalifikovaně rozhodnout o dalším postupu. Údaje o stavu půdy, výnosech, spotřebě pohonných hmot či srážkových úhrnech a další údaje přímo z terénu mohou být dány do věcných i časových souvislostí a v nich podrobně analyzovány. Farmář si je může zobrazit na počítači, tabletu nebo chytrém telefonu a svou práci a tvorbu i využití zdrojů pak může přizpůsobit aktuálním podmínkám. Zemědělec tak může vidět v reálném čase všechno, co se na jeho pozemcích děje, a zná aktuální údaje o půdě, růstu a vegetativním stavu rostlin či o sklizni, což dosud nebylo možné. Počítačová technika ve spojení s automatizační technikou pomáhají farmářům dosahovat ekologickým a ekonomickým způsobem větší úrody při menší spotřebě zdrojů.

Odborníci vítají, že do vedení farem již nastupuje nová, oproti dřívějším dobám hodně odlišná generace počítačově vzdělaných manažerů, která se stává významnou hnací silou inovací v oboru. Důsledkem je, podobně jako v ostatních odvětvích ekonomiky, zřetelně patrná stále častější orientace na novou techniku a pracovní postupy. V zemědělství specificky jde např. o praktiky označované jako *presné hospodaření, řízený pojezd po pozemcích a propojené hospodaření*, které se v praxi často vzájemně prolínají [1], [2].

## Přesné hospodaření

Přesné hospodaření (*precision farming*) se řídí obecnou zásadou „provést pěstební zásah v pravý čas, na správném místě a se správnou intenzitou“ a opírá se o schopnost sbírat a účelně využívat podrobné údaje o půdě, geografii, dešťových srážkách, průběhu sklizně apod. Zemědělci o přesném hospodaření diskutují už dlouho, ale teprve v současnosti mají k dispozici nástroje, které umožňují

zásady přesného hospodaření efektivně používat, a to téměř ve všech agrotechnických procesech.

Pro přesné hospodaření jsou důležité především přesné a spolehlivé snímače, které umožňují snímat všechny důležité údaje tý-



Obr. 1. Sklízecí kombajn vybavený vyspělou softwarově řízenou automatizační technikou (foto: Fraunhofer IESE)

kající se půdy a relevantních plodin, výnosů, spotřeby zdrojů, počasí atd. Neméně důležitý je ale i inteligentní software, který dokáže velké objemy dat (tzv. *big data*) rychle a správně analyzovat, vyvodit z nich závěry a tyto také použít. Jedním z důležitých nástrojů pro zavedení přesného hospodaření do praxe jsou systémy družicové navigace (GPS apod.), které umožňují získat *on-line* informaci o pozici každého jednotlivého zemědělského stroje na pozemku. V kombinaci se snímači na zemědělských strojích je možné každou operaci provádět podle místních podmínek půdního nebo vegetačního prostředí i přizpůsobit některé zemědělské operace (hnojení, ochranné postřiky, zavlažování atd.) prostorové variabilitě obdělávaného pozemku.

V rostlinné produkci postupy přesného hospodaření farmáři umožňují dosáhnout větších výnosů při menších výdajích za osiva, ochranné postřiky, pesticidy a umělá hnojiva a sklídit úrodu z pole rychleji a s menšími ztrátami nebo poslat zemědělské stroje přednostně tam, kde jsou právě nejvíce třeba, popř. efektivněji plánovat jejich pohyb. Zde jsou nezanedbatelné i úspory pohonných

hmot a větší šetrnost k životnímu prostředí. Při současném nedostatku užitkové vody v mnoha regionech mohou další posun přinést např. přesnější zavlažovací systémy. Blíží se doba, kdy každá tryska zavlažovacího zařízení i každý prostředek využívaný k zavlažování budou individuálně nastaveny a ovládnuty s použitím tabletu nebo počítače prostřednictvím své vlastní adresy IP, což od základu změní způsob, jakým je voda při pěstování plodin dosud neekonomicky využívána.

## Řízení pojezdu zemědělských strojů

Jednou z cest ke zvýšení produktivity, snížením výrobních nákladů či zvýšením výnosů je použití systému řízení pojezdu zemědělských strojů po pozemcích (*Controlled Traffic Farming – CTF*). Účelem je zmenšit nežádoucí zhutňování zemědělské půdy způsobované samotnými farmáři tím, že opakovaně přejíždějí pozemek těžkými zemědělskými stroji v nahodilých směrech. Jelikož jsou zemědělské stroje stále těžší a těžší, proniká toto zhutnění hlouběji do půdního profilu a farmáři poslední musí na jeho odstranění vynakládat mnoho času a energie. Zhutnění půdy často zasahuje tak hluboko, že již není ekonomické ho odstraňovat. Zhutněním klesá schopnost půdy jímát vodu a zhoršují se pěstební podmínky pro všechny druhy zemědělských plodin.

Řízený pojezd v podstatě znamená omezení pohybu všech zemědělských strojů v nahodilých směrech a nutí je při opakovaných jízdách používat nejmenší možnou plochu trvale vymezených dopravních pruhů. Pro zavedení metody řízeného pojezdu jsou nezbytné autonomní zemědělské stroje vybavené autopilotem či automatickým řízením na dálku. Po celém světě jezdí již nyní mnozí farmáři po polích s dříve nedosažitelnou přesností. Autonomní řídicí systémy podporované systémem družicové navigace dokážou vést mohutné traktory a sklízecí kombajny po poli s až neuvěřitelnou přesností několika málo centimetrů.

Takovéto mimořádné přesnosti je dosaženo zásluhou systému korekcí RTK (*Real Time Kinematics*), který umožňuje zemědělské stroje s autopiloty automaticky vést po zadané trase s odchylkou v mezích  $\pm 2$  až  $\pm 5$  cm. Síť stanic RTK VRS (*RTK Virtual Reference Station*) je v současnosti dokonale funkční již na celém území České republiky. Přenos korekčního signálu do zemědělského

stroje je zajišťován internetovým připojením přes mobilní modem prostřednictvím služby GPRS nebo krátkovlnné vysílačky. Síť stanic RTK VRS je významným krokem při zavádění řízeného pojezdu zemědělských strojů po pozemcích v České republice se všemi jeho pozitivními důsledky pro ekonomiku rostlinné produkce i pro životní prostředí [3].

## Propojené zemědělství

Moderní zemědělské stroje, jako např. sklízecí kombajny, samohodné řezačky, podmiatače, kypřiče půdy, autonomní bezobslužné traktory apod., jsou v současnosti již z velké části vybaveny vyspělou softwarově řízenou automatizační technikou tak, aby zemědělce při sklizni a jiných úkonech co nejefektivněji podporovaly a urychlily je (obr. 1). Dosud však všechny zemědělské stroje pracují z převážně většiny samostatně, nezávisle jeden na druhém. Nyní vstupuje zemědělství do další fáze, ve které budou jednotlivé zemědělské stroje a zařízení, po vzoru projektu Industry 4.0 zaváděného v průmyslu, spolu propojeny, aby mohly navzájem komunikovat a aktivně spolupracovat, čímž výrazně vzroste jejich operativnost a výkonnost. Někdy je tato nová koncepce budoucího propojeného hospodaření (běžně *connected farming*) označována pojmem *Farming 4.0* [4].

Charakter budoucího propojeného zemědělství lze názorně ukázat popisem projektu digitalizace sklizně obilí, který vypracovala firma Claas, renomovaný německý výrobce zemědělských strojů, ve spolupráci s odborníky telekomunikační společnosti Deutscher Telecom [5].

Sklízecí kombajn je v evropských podmínkách používán jenom několik málo týdnů v roce. Při dobrých podmínkách vychází z moderního kombajnu 60 až 100 t vymláčeného obilného zrna za hodinu. Zásobník zrna na kombajnu je typicky každých 10 min plný a je nutné ho vyprázdnit. K tomu účelu jede paralelně s kombajnem traktor s přívěsem, do kterého je zrní v průběhu sklizně podle potřeby překládáno. Následně traktor odváží obilí do skladu. Tento postup se během sklizně stále opakuje, často po více než 14 h denně po sedm dní v týdnu. Za čtyři, při deštivém počasí za šest týdnů je sklizeň obilí zpravidla ukončena.

Podle projektu [5] jsou v zásobníku zrna na kombajnu namontovány snímače aktuálního stavu naplnění zásobníku a parametrů charakterizujících kvalitu sklizně – např. měrné množství a vlhkost zrna. Kombajn sám komunikuje prostřednictvím mobilní telefonní sítě přímo s autonomním, dálkově řízeným traktorem. Při naplnění zásobníku si kombajn traktor k sobě sám přivolá. Traktor s přívěsem na výzvu přijede co nejdříve ke kombajnu, který za jízdy zrní přeloží do přívěsu. Sklizeň tak může bez přerušení pokračovat, což farmáři ušetří čas i ještě hodně peněz za provoz kombajnu. Paralelně jsou okamžité údaje

o množství a kvalitě sklizně přenášeny do řídicího počítače (serveru) v dispečinku farmy. S použitím techniky vysokorychlostního internetu pro mobilní rádiové sítě LTE (*Long-Term Evolution*) lze do dispečinku ve vteřině přenést i velké objemy dat. V dispečinku data analyzují, upravují a vyhodnocují k mož-

posledy na veletrhu Embedded World 2015 v Norimberku [6].

Rychlý růst světové populace, neustálý tlak světového trhu na zvyšování produktivity a snižování výrobních nákladů a také omezená plocha i množství orné půdy vyžadují v zemědělství nové přístupy. K nasycen-



Obr. 2. Autonomní dálkově řízený traktor vybavený inteligentním softwarem ve veletržní expozici Fraunhoferova ústavu pro experimentální softwarové inženýrství IESE (foto: Fraunhofer IESE)

nému využití při úpravách budoucí strategie i současné taktiky při sklizni, řízení ukládání zrna do sila, jeho dalšího prodeje atd. Průběžné výsledky sklizně pak mají na svých tabletech k dispozici i řidiči všech strojů a vozidel zapojených do sklizně. Mimoto do řídicího počítače vstupují aktuální údaje o počasí, takže při blížícím se dešti je možné operativně změnit taktiku sklizně. Řídicí systém k tomu dodává vlastní návrhy, jak při změnách podmínek dosáhnout optimálního výnosu sklizně, které předkládá obsluze všech relevantních strojů a vozidel. Nová taktika tak může znít např.: „Ihned začněte pracovat s maximální možnou rychlostí, namísto snahy o minimální spotřebu pohonných hmot.“

## Závěr

Software je již delší dobu hnací silou inovací i v zemědělské technice. Obor softwarového inženýrství zde vidí své budoucí úkoly zejména v účinném propojení objektů reálného světa s digitálními službami, snímači a autonomně se pohybujícími zemědělskými stroji a zařízeními. Systematicky se této problematice věnuje Fraunhoferův ústav pro experimentální softwarové inženýrství IESE (*Institut für Experimentelles Software Engineering*) v Kaiserslauternu, Německo, který v poslední době vypracoval nové postupy a koncepce, jež by měly přispět k většímu zabezpečení propojených systémů a k lepší ochraně přenášovaných dat (obr. 2). Výsledky své práce prezentovali pracovníci ústavu na

světa při požadavcích narůstající světové populace na množství a kvalitu potravin se světová produkce potravin musí během příštích třiceti let zdvojnásobit. Zavedení počítačové a automatizační techniky v zemědělství je proto celosvětovým tématem budoucnosti s enormním potenciálem růstu.

## Literatura:

- [1] BENEŠ, P.: *Moderní cestou ke zvýšení výnosů* [on-line]. [cit. 16. 6. 2015]. Dostupné na: <http://mechanizacaweb.cz/moderni-cestou-ke-zvyse-ni-vynosu/>.
- [2] *Ernten via Satellit*. Die Zeit, 2014, No. 4 [on-line]. [cit. 16. 6. 2015]. Dostupné na: [www.zeit.de/2014/04/landwirtschaft-technisierung-nachhaltigkeit](http://www.zeit.de/2014/04/landwirtschaft-technisierung-nachhaltigkeit).
- [3] *Traktory jezdí samy s chirurgickou přesností*. Asociace soukromého zemědělství v ČR, 2009 [on-line]. [cit. 16. 6. 2015]. Dostupné na: [www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/](http://www.asz.cz/cs/zpravy-z-tisku/).
- [4] *CeBIT 2013: Smart Farming – Software macht das Ernten Clever*. Pressemitteilung Fraunhofer IESE, 19. 2. 2013.
- [5] *Farming 4.0 – IT in agriculture; Claas and Deutsche Telekom at CeBIT 2014*. Press Release, Claas group, March 2014 [on-line]. [cit. 16. 6. 2015]. Dostupné na: <http://donar.messe.de/exhibitor/cebit/2014/N114809/farming-4-0-it-in-agriculture-eng-296910.pdf>.
- [6] *Fraunhofer IESE Provides Decision Support at Embedded World*. Presseinformation Fraunhofer IESE, 18. 2. 2015.

Ing. Karel Kabeš