

# Roboty v zemědělství

Zemědělství se v mnoha státech světa potýká s celou řadou nových problémů. Ty vznikají mimo jiné i v souvislosti se společenskými změnami, rostoucím počtem obyvatel (v celosvětovém měřítku) a změnami jejich stravovacích a spotřebitelských návyků. Výsledkem je zvýšení nároků na produkci potravin a snižování množství pracovních sil v zemědělství, které se na produkci potravin podílejí. Jednou z možností, jak tyto disproporce eliminovat, je zavádění moderních technologií do zemědělské výroby, včetně uplatnění robotů.

**Klíčová slova:** polní roboty, moderní technologie, zemědělská technika, dojící roboty, budoucnost zemědělství

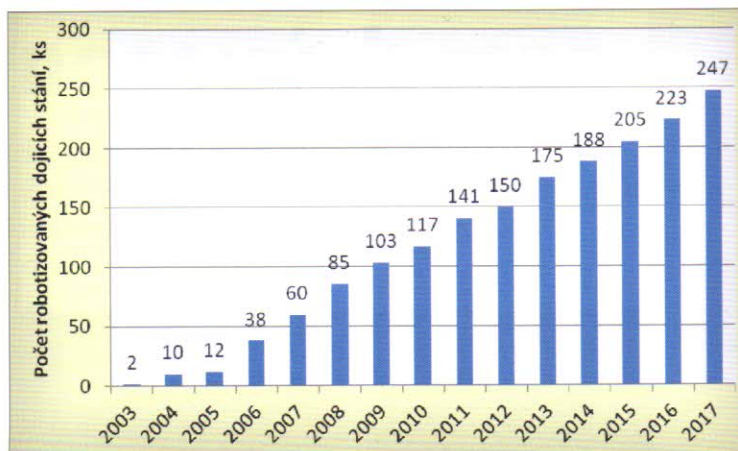
*Agriculture in a lot of countries faces a whole host of new challenges. These arise, among other things, in connection with social change, the increasing number of people (worldwide) and changes in their eating and consumption habits. The result is an increase in food production requirements and a reduction of agricultural workforce amount involved in food production. One way to eliminate these disproportions is to implement the modern technologies into agricultural production, including the use of robots.*

**Keywords:** field robots, modern technology, agricultural engineering, milking robots, the future of agriculture

V obecném povědomí je zemědělství v důsledku nedostatku relevantních informací vnímáno jako konzervativní obor lidské činnosti. V rozporu s touto představou je nutno vnímat fakt, že oblast zemědělství je v celosvětovém měřítku oborem, který se v posledních desetiletích naopak velmi dynamicky vyvíjí. Důvody jsou zejména geopolitické a společenské. S růstem populace je na zemědělství vyvíjen stále větší tlak na zvýšení produkce potravin. Na druhé straně dochází plíživě ke snižování kvality základního výrobního prostředku – půdy, a celý řetězec produkce a využívání potravin je zatížen vysokým podílem ztrát (v rámci zemědělské výroby, skladování, zpracování i konzumace).

## Globální aspekty využívání robotů v zemědělství

Celosvětově lze bohužel stěží předpokládat, že by se klima planety změnilo v dohledné době výrazně ve prospěch zemědělské činnosti, nebo ustaly ozbrojené konflikty, drancování životního prostředí atd. Z uvedených faktů jednoznačně vyplývá, že jedinou možností, jak vylepšit, nebo alespoň zachovat současnou bilanci produkce a spotřeby potravin, je zefektivnění stávajících postupů jejich výroby. Vedle zvýšení výnosů polních plodin, zvýšení efektivity chovu hospodářských zvířat nebo implementace efektivnějších prostředků na ochranu rostlin, zlepšení zdravotního stavu a výživy je významnou možností zavádění nových technologií. Nadějným směrem se zdá být zavádění robotů a robotických prvků do zemědělské výroby i následného zpracování produktů. V úvodu našeho článku považujeme za vhodné pokusit se upřesnit význam slova robot. Podle Wikipedie je robot stroj pracující s určitou mírou samostatnosti, vykonávající určené úkoly, a to předepsaným způsobem a při různých mírách potřeby interakce s okolním světem a se zadavatelem. Robot je schopen své okolí vnímat pomocí senzorů, reagovat na něj, zasahovat do něj, případně si o něm vytvářet vlastní představu, model. Vnímáním světa nejenže může poznávat svět samotný, ale může také vyhodnocovat svůj vliv na něj a využívat tak zpětnou vazbu. Podle této definice je význam slova robot v následujícím textu i pojat. Proces implementace robotů v sobě skrývá mnoho aspektů, které se v průběhu času postupně mění. Téměř každý z čtenářů Mechanizace zemědělství si pamatuje, že poměrně v nedávné době byly úvahy o uplatnění robotů v zemědělské výrobě téměř na úrovni sci-fi. V kontextu doby byl tento názor pochopitelný. Cena robota (případně, jeho vývoj), cena používaných komponent, oprav, servisu, úzký sortiment použitelných senzorů, jejich omezené technické parametry,



Vývoj počtu instalací robotizovaných dojících stání v ČR v letech 2003 - 2017 (zdroj: [www.vuzt.cz](http://www.vuzt.cz))

try, to vše společně s dalšími okolnostmi byly pádné důvody, proč se roboty v zemědělství nevyužívaly a míra jejich nasazení byla omezená i v „bohatších“ oborech (automobilový průmysl, strojírenství, medicína atd.).

Pozitivní vliv na umožnění průniku robotických technologií do zemědělské výroby mělo zlevnění komponent i funkčních celků. Jejich větší dostupnost umožnila rozvoj výzkumu a vývoje na akademické úrovni a postupný vývoj pilotních projektů využití v praxi.

Tlak na zvýšení efektivity zemědělské výroby spolu s citelným nedostatkem vhodných pracovních sil v ekonomicky vyspělých zemích je v současnosti hlavním faktorem pro zvyšování podílu automatizace a robotizace výroby. Z toho plyne zvýšený počet příležitostí na všech stupních výrobních řetězců včetně výzkumu, vývoje, výroby a obchodu.

## Roboty v zemědělství ČR

V zemědělství České republiky se roboty primárně uplatňují v provozech s vysokými nároky na množství práce a vysokým využitím v průběhu roku. To znamená zejména v živočišné výrobě, kde nalézají uplatnění při operacích spojených s péčí o hospodářská zvířata. Například využití dojících robotů na českých farmách neustále roste od prvních pilotních programů v roce 2003. Významnou roli



Robot Lely Juno 150 určený pro příhrnování krmiva





**Roboty se zcela jistě uplatní i v klasické polní výrobě**

v tomto ohledu hraje neustálé zdokonalování jednotlivých prvků dojíacích robotů, zlepšování jejich užitečných vlastností a provozní spolehlivosti celého systému. Podle údajů z roku 2017 bylo na českých farmách nainstalováno 247 dojíacích robotů. Pro velké farmy je toto řešení často nejen výhodné z ekonomického pohledu, ale i z důvodů provozních a personálních.

Z technického hlediska představuje dojení roboty značný pokrok. Z procesního hlediska je přínosem řízení procesu dojení, které probíhá samostatně pro každý struk podle průtoku mléka dané čtvrti včetně měření konduktivity, počtu somatických buněk a barevného spektra mléka s možností automatické separace anomálního

mléka, což je u konvenčních dojíren technicky stěží dosažitelné. Program řízení stáda může využít velké množství údajů o dojíacích získaných robotem a umožňuje tak zcela nové přístupy. Informace získané z naměřených dat mohou významně přispět ke zlepšení dílčích ukazatelů chovu a mohou tak eliminovat případné zvýšení výrobních nákladů díky vyšším odpisům. Rada farem, která pořídila technologii v začátcích jejího pronikání na český trh, je již ve výrazně příznivější situaci, kdy se do nákladů na výrobu mléka již odpisy z dojíacích robotů nepromítají a získaly tak konkurenční výhodu. Další, v praxi již použí-

vaný způsob využití robotů v živočišné výrobě, je v oblasti krmení a hygieny stáje. V ČR se v praxi uplatňují zejména roboty určené k přihmování krmiva, případně odklizení chlévkové mrvy a kejdy. Na trhu jsou k dispozici i robotické krmné vozy, případně celé automatizované krmicí systémy.

V oblasti rostlinné výroby se v praxi momentálně uplatňují dílčí systémy na úkor kompletních samojízdných autonomních strojů. Tento trend kopíruje příklad Německa, kde v roce 2016 používalo podle průzkumů některý z prvků precizního zemědělství více než polovina farmářů, ale roboty byly provozovány pouze u 5 % respondentů. Důvodů je několik. Důležitá jsou legislativní omezení týkající se například provozu na veřejných komunikacích nebo provozu bezpilotních letounů (dronů). Dalším důležitým aspektem je relativně nízká výtíženost většiny strojů pro rostlinnou výrobu v průběhu roku a od toho se odvíjející zvýšené měrné náklady na provoz zařízení.

V praxi se zvyšuje podíl podniků využívajících v rámci systému precizního zemědělství navigační systémy s využitím korekčních stanic pro přesnou navigaci strojů při pracovních operacích. Technické řešení přesné navigace (s využitím autopilota) je v praxi realizováno několika způsoby. Samojízdné zemědělské stroje novějšího data výroby mohou být vybaveny

přípravou na montáž autopilota z výroby. V takovém případě je možné stroj „pouze dovybavit“ autopilotem. V případě, že stroj není z výroby připraven na montáž autopilota, je možné instalovat na stroj přídavné ovládací prvky řízení. Tím může být například montáž systému ventilů do hydraulického obvodu řízení nebo jednodušší instalace volantu s elektronickým pohonem.

Pro navigaci přípojných strojů je užíváno několik systémů využívajících například řiditelné oje nebo řiditelné nápravy. Univerzálnější systémy navigace jsou založeny na principu posuvného rámu nebo posuvné lišty v závěsu traktoru. Systémy umožňují tvorbu výnosových map, monitoring vlastností půdy nebo porostů a na základě jejich výsledků regulaci dávky osiva nebo aplikaci hnojiv či pesticidů. Implementaci jednotlivých prvků i systému jako celku nabízí v současné době v ČR řada firem (jejich počet rovněž roste). Vývojovou, testovací a konzultační činnost nabízí několik výzkumných pracovišť, mezi nimi i VÚZT, který je otevřen spolupráci s provozní praxí.

### **Trendy uplatnění robotů ve světě**

Podle současného vývoje lze předpokládat, že v budoucnu bude efektivně nasazovat roboty v provezech s vyšší koncentrací výrobních prostředků a vysokým podílem nasazení v průběhu roku. Typicky se jedná o provozy živočišné výroby. V oblasti rostlinné výroby lze rozšiřování robotů předpokládat nejprve například ve skle-



**Využití satelitního navádění techniky je dnes běžnou součástí zemědělské praxe**





John Deere má v nabídce automatické navádění plečky pomocí řízení polohy ramen tříbodového závěsu

nících, nebo při pěstování speciálních plodin, zeleniny atd.

Příkladem robota určeného k aplikaci přípravků pro výživu a ochranu rostlin ve skleníku je robot firmy CMW nebo robot Spray Robot S55 od firmy Holland Green Machine. Pro sklizeň jahod pěstovaných na pěškových stolech se vyrábí sklizňový robot firmy Agrobot ze Španělska.

Pro manipulaci s nádobami v uzavřeném prostoru (skleník, hala) je v praxi již využíván robot.

Technologie pro inteligentní aplikaci herbicidů na konkrétní rostliny plevelu na základě rozlišení od pěstované plodiny pomocí vyhodnocení snímaného obrazu je vyráběna společností Blue river. Zařízení je uplatňováno primárně v porostech bavlny.

Vývojem univerzální robotické platformy pro pěstování zeleniny se zabývá australské konsorcium složené z Centra robotizace, univerzitních pracovišť a pěstitelů sdružených v organizaci AusVeg. Robot je na solární pohon a jeho využití je plánováno univerzálně při kultivaci, ochraně a sklizni zeleniny.

V oblasti agroekologie naznačuje trend robotů firmy norské firmy Adigo určených k měření emisí z půdy. Na základě získaných výsledků lze navrhnout systém optimalizovaného hnojení, zejména dusíkem.

Vývoj a technické možnosti robotů se stále zdokonalují, ale zřejmé je, že pouze technické řešení není zárukou úspěchu na trhu. Základních předpokladů, které musejí být splněny aby

došlo k rozšíření robotů do zemědělství je několik. Investice musí být efektivní, nebo alespoň ušlechtlá po finanční stránce, Nasazení robota musí být akceptovatelné v sociální rovině. Zařízení musí být dostatečně výkonné a dlouhodobě funkční v provozních podmínkách. Práce s robotem musí být uživatelsky komfortní. Na příkladu dojíždících robotů je zřejmé, že jsou na trhu úspěšné právě proto, že se jim výše uvedené podmínky podařilo splnit.

### Budoucnost robotů v zemědělství

Výhledových scénářů vývoje uplatnění robotů v zemědělské praxi je celá řada, přes přehnaně optimistické až po velmi opatrné. Škarohlídům, kteří před několika lety tvrdili, že k uplatnění robotů v zemědělství nikdy ne-



V blízké budoucnosti se dočkáme i traktorů pracujících bez řidiče

může dojít, již prokazatelně odzvonilo a je zřejmé, že budoucí vývoj bude fatálně ovlivněn skutečností, které mají se zemědělstvím na první pohled pramálo společného.

Příkladem rekapitulace a prognózy rozvoje zemědělských robotů v Evropě na několik nejbližších let je studie „Quo vadis, agricola?“ vypracovaná na základě šetření mezi německými farmáři v roce 2016. Z výsledků studie je zřejmé, že němečtí farmáři jsou připraveni v nejbližších letech investovat do moderních technologií včetně robotů, ovšem v omezené míře a logicky s ohledem na vývoj situace v zemědělství. Výsledky šetření ukazují, že přibližně polovina respondentů již používá systémy typu, smart farming, ten však momentálně nemá smysl pro všechny zemědělce. Ze šetření vyplynulo, že přínosy, smart technologií se

zvětšují s velikostí obhospodařované plochy, což v nejbližší budoucnosti avizuje výhodu pro značnou část českých podniků.

### Závěr

Mám rád historii. Speciálně tu zemědělskou. Důvodem není pouze jednoduchá krása a elegance historických strojů, ale i obecná pravda, že v historii je nutné hledat poučení pro budoucnost.

A právě proto hodnotím robotiku v zemědělství jako velmi perspektivní obor s obrovským potenciálem, pro který je ale nutno vyvarovat se v historickém kontextu nadměrných očekávání. Průmysl 4.0, zemědělství 4.0 a všechny další smart záležitosti jsou hlášány a propagovány velmi intenzivně. Já jsem přesvědčen, že i přes nepochybně dynamický nástup moderních technologií bude ještě pár století platit „za vším hledej člověka“ a že i „chytré technologie“ bude možné využívat chytře, ale bohužel také velmi hloupě. Společně doufejme, že těch hloupých bude co nejméně.

ing. Jiří Souček, Ph.D.,  
Ing. Antonín Machálek, CSc.,  
Česká technologická platforma pro  
zemědělství  
Výzkumný ústav zemědělské  
techniky, v. v. i.



Tento samojízdný krmený vůz Strautmann VertiMix 1701SF používá 3D laserový scanner a umí pracovat zcela bez řidiče

V textu byly použity poznatky získané v rámci řešení projektu Dlouhodobého koncepčního rozvoje organizace VÚZT, v. v. i., č. RO0618