

## **B8 Autonomní vozidla a roboti v zemědělství**

### **Autonomní stroje v zemědělské výrobě**

*Autonomní stroje* – robotika, automatizace a monitorovací systémy (RAS – robotics, automation, sensing systems) plní zadané úkoly bez lidského zásahu. Využití autonomních polních robotů vede ke zvýšení produktivity, zlepšení kvality produktů, služeb a zvýšení bezpečnosti práce při operacích na polích. Nové inovativní technologie, které jsou jádrem precizního zemědělství, změny zásadně provádění technologických operací v zemědělské výrobě. Odhaduje se, že jejich plná aplikace zvýší produktivitu 10krát rychleji než dnes a 300krát rychleji, než tomu bylo během období první průmyslové revoluce.

V rámci zemí EU se moderní technologie podporují, protože jejich význam pro konkurenceschopnost a udržitelnost je nezpochybnitelný. Proto členské státy rozvíjejí své národní strategie a vize (cestovní mapy), které povedou k postupnému zavádění těchto technologií do zemědělské praxe.

Vzhledem k rychlému rozvoji a pokroku nových technologií je v zemědělském sektoru nedostatek kvalifikované pracovní síly. V zemědělských podnicích ubývá standardně vzdělaných pracovníků. Jedním z důležitých cílů tedy bude zvyšování kvalifikace pracovní síly. Pokud by došlo ke změně kvalifikace některých pracovníků a jejich přizpůsobení se novým pracovním místům v precizním zemědělství, úbytek pracovní síly v zemědělství by se zastavil.

### **Autonomní traktory a autonomní secí roboty**

*Autonomní traktory* a secí roboty jsou v současnosti prvními zástupci robotických strojů, se kterými se již můžeme setkat v praxi. Představují cesty, jakými autonomní technologie změny postupně zemědělskou výrobu. Cílem traktorů bez řidiče je zbavit zemědělce 8 – 12 hodinových směn strávených za volantem traktoru. Umožňují farmářům převzít plnou kontrolu nad vozidlem prostřednictvím aplikace v telefonu nebo počítači. Farmář může pomocí chytré aplikace umístit traktor do libovolného místa na poli, projet pole různými směry, otočit se, vrátit se a manévrovat kolem překážek.

Termín *plně autonomní* znamená, že farmář může dopravit traktor na pole a nakonfigurovat jej pro autonomní provoz pomocí mobilní aplikace, potom spustit stroj a sledoval jeho provoz když se pohybuje po poli. Mezi tím může farmář vykonávat jiné úkoly. Farmář musí být přítomen pouze na doplnění paliva do traktoru nebo v situaci, kdy je třeba reagovat na neočekávanou situaci, kdy stroj nemůže překonat neočekávanou překážku.

### **Jak fungují autonomní traktory?**

V současné době se většina autonomních traktorů naviguje pomocí signálů z několika mobilních vysílačů rozmístěných po poli, které vysílají a přijímají zpět laserové signály. Mobilní vysílače jsou doprovázeny 150 MHz radiostanicemi pro řešení problémů s přímou viditelností. Traktory ovládají místo řidičů na dálku lidé – kontroloři. Kontroloři jsou muži, nebo i ženy, kteří dohlížejí na traktory, aniž by v nich seděli. Ovladače mohou dohlížet na více traktorů na více polích – a to z jednoho místa.

Jiná používaná metoda plně autonomní technologie traktorů odesílá příkazy pomocí elektrického systému zabudovaného v traktoru nebo v podobném zemědělském zařízení. Automatizační SW řídí dráhu vozidla a případně i činnost dalšího připojeného zařízení pomocí souřadnic GPS a rádiové zpětné vazby. Rádiový přijímač a palubní počítač se obecně používají k přijímání příkazů ze vzdálené řídicí stanice a k jejich převodu na příkazy vozidlu, jako je

řízení, zrychlení, brzdění, ovládání převodovky a ovládání připojeného nářadí. Technologie senzorů zlepšují bezpečnost tím, že detekují a reagují na nepředvídané překážky. Ať už se jedná o zapomenutý kus vybavení, zvíře nebo zbytky odpadu, když je zjištěna anomálie, traktor se zastaví a pošle farmáři oznámení.

### Autonomní traktory John Deere

V roce 2022 představil John Deere „plně autonomní traktor Model 8“, který je připraven pro sériovou výrobu. Naváděcí systém GPS pomáhá při vytváření geofence, aby byl traktor v kurzu s přesností na palec. Traktor je také vybaven šesti páry stereo kamer pro 360stupňovou detekci překážek a pro výpočet vzdáleností. Obrazy z kamer jsou směrovány hlubokou neuronovou sítí přes dva GPU Nvidia Jetson, které pomáhají klasifikovat každý pixel během 100 milisekund a určit, zda má stroj pokračovat nebo zastavit kvůli překážce..



Autonomous tractor John Deere 8.  
From: <https://www.deere.com/en/index.html>

Autonomní traktor neustále kontroluje svou polohu vůči hraničním pozemku a zajišťuje, že jede tam, kam má určeno jet. Přitom jeho jízda po plánované trase je uskutečněna s přesností *menší než 2,5 cm*.

John Deere uvedl tři důvody pro vývoj autonomního traktoru: a) řešení nedostatku pracovních sil ve venkovských oblastech, b) zefektivnění farmaření a c) uvolnění času farmáře na důležitější věci, než je sedění dlouhé hodiny za volantem.

Autonomní traktory jsou jen dalším krokem v high-tech zemědělství. Autonomní zařízení budou automatizovat nejen funkci jízdy, ale každé rozhodnutí, který by operátor učinil, např. jako je nastavení hloubky nástroje pro zpracování půdy nebo objetí stroje kolem překážky.

Existují ale překážky, které nedovolí využívat automatizované stroje mnoha farmářům – a to jsou vysoké pořizovací náklady. Firma John Deere nezveřejňuje informace o tom, kolik budou tyto traktory stát, ale odborníci z oboru běžně odhadují čísla přesahující 500 000 dolarů.

Pro ty, kteří by se těšili na brzké spatření autonomního traktoru „John Deere 8“ na evropských polích, je však třeba dodat důležitou informaci: *prodej plně autonomního traktoru John Deere z modelové řady 8R bude zahájen již letos (2022), zatím však bude omezen pouze na oblast USA*.

Nejznámější světoví výrobci autonomních technologií pro zemědělství

John Deere: John Deere měl významný vliv na vývoj technologií automatizovaného zemědělství. Začátkem roku 2008 společnost Deere and Company uvedla na trh svůj produkt „ITEC Pro guidance product“, automatizovaný systém založený na technologii globálního určování polohy, který automatizuje pohybové funkce vozidla včetně koncových zatáček. Na základě satelitních signálů sleduje traktor předem naprogramovanou trasu prostřednictvím elektronické mapy. Tyto Spojení map a GPS slouží lidským operátorům k ovládnutí traktoru, pokud se vyskytne u GPS signálů problém s pronikáním do budov nebo hustou vegetací.

**Autonomous Tractor Corporation:** V lednu 2012 založil Terry Anderson společnost s názvem Autonomous Tractor Corporation (ATC) se sídlem v Severní Dakotě. ATC vyrobila „tahač bez řidiče SPIRIT“. Anderson předpokládal, že traktory budou stále větší a dražší, zatímco se jejich kvalita nezlepšuje. Proto Anderson testoval poloviční modely svého automatizovaného designu traktoru ve svém druhém domově v Texasu.

**Fendt:** Fendt, součást korporace AGCO, také vyvíjí traktor bez řidiče. V roce 2011, v Hannoveru na výstavě Agritechnica, představila společnost Fendt svůj model traktoru bez řidiče s názvem GuideConnect. GuideConnect je traktor naprogramovaný tak, aby se přesně pohyboval podle jízdy jiného traktoru. Traktor řízený operátorem manévruje přes pole nebo mezi plodinami a je následován traktorem bez řidiče. GuideConnect je připojen pomocí satelitní navigace a rádia k traktoru řízenému živým operátorem.

**Case IH:** Case IH je společnost, která vznikla sloučením J.I. Case Company a International Harvester. Společnost nyní působí pod CNH Global, ale traktory jsou stále označeny Case IH. Traktory bez řidiče vyráběné společností Case IH jsou označovány jako „autonomie pod dohledem“. Za traktorem řízeným člověkem následuje autonomní strojní zařízení, které kopíruje řízení a rychlost předchozího traktoru. Existuje první řidič, ale autonomní technologie je přítomna v druhém traktoru prostřednictvím komunikace „vozidlo-vozidlo“. V roce 2016 Case představil svůj nejnovější autonomní koncept, lanový řádkový traktor na obdělávání plodin z jeho předchozího modelu Magnum, který by mohl fungovat autonomně.



Weeding can, used in Denmark, France, and Germany

**Sabanto Inc.,** se sídlem v Chicagu, má široký záběr ve výrobě zemědělských strojů až po zpracování velkých datových souborů. Firma se stala vítězem v 19. ročníku programu Chicago Innovation Awards.

Sabanto pracuje jako špičková společnost Farming-as-a-Service, která provádí operace na polích s řádkovými plodinami pomocí malých, nákladově efektivních, autonomních strojů. Sabanto nabízí farmářům autonomní farmářské služby od roku 2019.2019.

**Naïo** je v Evropě lídrem na trhu zemědělských robotů na plení plevelů. Firma byla založena v roce 2011. Komerčně dostupné odplevelovací roboty od Naïo fungují na různých kontinentech. Např. robot FarmDroid kombinuje setí a plení v jednom zemědělském robotu, který zůstává na poli během růstu. Farmwise v USA, provozuje seriózní flotilu zemědělských robotů s rozpoznatelnými oranžovými traktory. Další klíčové příklady pro odplevelovací roboty: FarmDroid, česání setí a plení v jednom zemědělském robotu, který zůstává na poli během růstu. Agointelli Robotti společně s Kvernelandem vyrábí „secí stroje Optima“.



Tillage robots used in the Netherland, Denmark, France, and Germany  
<https://www.ducksized.com/>

## Další autonomní stroje – příklady

Autonomní traktory nejsou jedinými zástupci high-tech inovací, které tradiční výrobci zemědělské techniky plánují uvést na trh.

*Zemědělské roboty* snižují zatěžování půdy během setí. Za prvé, stroj má tendenci být menší a váží méně. Za druhé, typický dobře řízený zemědělský robot jezdí pouze po trasách, kde nerostou, nebo se neplánuje růst žádné produkční rostliny, a to na principu nejkratší cesty. Např. zemědělský robot pro setí je naprogramován tak, aby na poli ujel co nejméně metrů a s menší hmotností. Často na základě GPS a ideálně i na souvrati.

Pletí lze provádět v *řádcích cibule i mezi nimi*. Na poli robot sleduje každou rostlinu cibule, aby kolem ní vytvořil „bezpečnostní okraj“.

Ostatní předměty, které jsou detekovány jako plevel, budou mechanicky odstraněny, pokud se nacházejí mimo bezpečnostní zónu. Robot je schopen pracovat rychlostí až 1 km za hodinu, zpracuje tisíce a tisíce řádků za směnu.

Při porovnání doby potřebných operací na zpracování půdy s dobou potřebnou na plení může být celkový čas strávený zpracováním půdy nižší. V závislosti na okolnostech však může být snazší automatizovat zpracování půdy pomocí zemědělských robotů nebo upgradovací sady umístěných na traktoru. Za normálních podmínek může být úkol zpracování půdy velmi snadno proveditelný robotem.

Na příklad při práci s robotem při sklizni cibule se ukazuje, že téměř žádná cibule není poškozena. Mezitím se zároveň odstraňuje většina plevelu.

Dalším autonomním robotem je *postřikový systém* „See&Spray Select“, ve kterém řada kamer s počítačovým zpracováním obrazu dokáže rozpoznat plevel od plodin a může postřikovat herbicidy přímo na plevel.



Aigro UP

Farming Revolution weeding-as-a-service



Farmdroid | FD20



Naïo | Oz

Sowing robots, used in Denmark, France, Germany



Naïo | Oz



Agrobotelli | Robotti

Weeding robots, used in Switzerland, France, Germany, The Netherlands



Naïo | Dino



Carré | Anatis



AgXeed HSS



AutoAgri | IC



GoTrack | Tractor upgrade



EcoRobotix | Evo

Spraying robots, used in Switzerland, France, Poland, The Netherlands

<https://www.ducksized.com/>

## Nedostatky, se kterými se setkáváme při používání autonomních zařízení

Pro stroje různých výrobců bude velmi důležité, aby spolu dobře komunikovaly. Ve výzkumu bude nutné najít SW prostředky, pomocí kterých budou stroje od různých výrobců schopny vzájemně komunikovat a integrovat se tak, jak to farmář potřebuje.

Omezení v naprosté nezávislosti stroje na člověku vidí výrobci v legislativních opatřeních provozu na veřejných komunikacích. Zde se autonomní stroj nemůže pohybovat nezávisle na řidiči.

Je tedy pravděpodobné, že autonomní řízení bude využíváno pouze v provozu na zemědělské půdě.

Farmář by pak odvezl svůj traktor na pole, přivezl nářadí a případně další traktory, pak vše zapojoval do autonomního a kooperativního režimu – a zatímco stroje budou pracovat na poli, mohl by například úrodu vozit po silnici.

Autonomní vozidla – traktory a roboty – jsou považovány za kontroverzní z hlediska bezpečnosti a přijetí širokou veřejností. Vozidlo, které jezdí bez řidiče, může lidi znervózňovat. Traktory mají senzory, které je zastaví, pokud zaznamenají předměty v cestě, jako jsou lidé a zvířata, ale „nikdo neví, co se může stát“.

## Budoucnost autonomních strojů a robotů v příštích 20 letech

Jaký vývoj v oblasti aplikace autonomních strojů můžeme očekávat v příštích 20 letech?

Vývoj v oblasti autonomních strojů je obrovský a pokud se svět bude vyvíjet v míru a vzájemném porozumění, tyto technologie změní svět, ve kterém nyní žijeme. V tabulce jsou uvedeny zásadní změny, které můžeme očekávat a na které se můžeme těšit.

Horizont (k roku 2022)	0-5 let	5-10 let	10-20 let
<b>Výroba v malých a středních zemědělských podnicích a zahradnictví</b>	<p>2-3 víceúlohové autonomní systémy lze změnit drobnými manuálními a softwarovými zásahy.</p> <p>Roboti pracující paralelně s lidmi, se učí pomocí manuálního vedení od začátečních operací až po finální operace.</p> <p>Vylepšené snímací systémy pro hodnocení kvality sklizené plodiny.</p> <p>Sledování plodin pomocí chytrých senzorů.</p> <p>Automatizované základní technologie setí, sklizně a následné úpravy půdy.</p> <p>Asistovaný výběr plodiny při sklizni.</p>	<p>Úkolově adaptabilní autonomní stroje pouze pomocí jednoduchých softwarových zásahů pokrývají všechny úkoly.</p> <p>Lidé pracující s roboty, aby dokončili úkol a navzájem si pomáhali.</p>	<p>Autonomní stroje RAS chytře interpretují požadovaný úkol a sami se přizpůsobí požadované sadě nástrojů.</p> <p>Lidští pomocní roboti, kteří dokážou interpretovat potřeby člověka pro konkrétní úkol.</p> <p>Roboti učící se úkoly – ukaž a řekni – nevyžadují tedy žádné programování.</p> <p>Plně automatizovaná výsadba plodin, sklizeň a údržba půdy bez pesticidů.</p> <p>Lze očekávat vznik SMS kooperací, které budou společně sdílet drahé technologie.</p>

	Automatizovaný postřik a kontrola plevelů.		Kooperace zvýší výměru obhospodařované půdy.
<b>Chov hospodářských zvířat</b>	Sledování užítkovosti hospodářských zvířat v reálném čase. Inteligentní sledování nemocí a špatného stavu hospodářských zvířat.	Automatizace logistiky stáda založená na výkonnosti každého jedince ze sledovaného stáda hospodářských zvířat. Vylepšená automatizace dojírní na základě dat ze senzorů v reálném čase. Automatizované systémy údržby stájí - čištění. Asistenční dojící systémy. Asistované stříhání ovcí.	Úplná dostupnost a servis automatizovaných dojícních systémů. Automatické stříhání ovcí. Logistika a monitoring farmy. Nové požadavky na kvalifikaci farmáře. Hands free management zvířat.
<b>Potraviny</b>	Poloautomatické zpracování masa. Poloautomatické zpracování rybích výrobků. Poloautomatické zpracování pekařského zboží.	Plně autonomní zpracování masa jen s minimální lidskou pomocí – člověk neprovádí bourání masa.. Plně autonomní zpracování ryb, koryšů a pekařských výrobků..	Plně automatizované zpracování masa pouze s dohledem závodu.
<b>Pastviny</b>	Asistované systémy sledování pastvin. Efektivnější údržba pastvy – chytrá aplikace hnojiv.	Monitorovací systémy farmy UAV* a UGV** – vzdálená procházka farmou. Poloautomatická údržba a správa pastvin.  *unmanned aerial vehicle **unmanned ground vehicle	Plně automatizovaný monitoring farmy. Plně automatizovaná údržba pastvin.

Adaptováno z: [www.nzras.org.nz](http://www.nzras.org.nz) and Agriculture 2021, 11, 216. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030216>

## Jaké problémy můžeme očekávat v budoucnu?

Síťová konektivita a mobilní pokrytí na farmách jsou omezené, bylo by nutné je posílit.

Zaměstnanci potřebují motivaci k získání nové rekvalifikace, aby byli schopni pracovat s novými specifickými technologiemi.

Najít a udržet jedince s takovými specializovanými dovednostmi je v oblasti zemědělství obtížné kvůli nízké zaměstnanecké základně, nižším ziskům a v konečném důsledku nižším rozpočtům na platy.

Najímání vzdělaných přistěhovalců by mělo společnosti pomoci vytvářet nové produkty a vstupovat na nové exportní trhy.

Někteří zaměstnanci budou muset být převedeni do rolí, které stroje nezvládnou, jako je řízení lidí, uplatňování odborných znalostí a komunikace.

V důsledku toho, pokud nebude prováděno *zvyšování kvalifikace* nebo rekvalifikace na tyto role, bude přebytek méně kvalifikované pracovní síly.

Ke zmírnění tohoto potenciálního nárůstu nekvalifikovaných pracovníků bude třeba účinný program zvyšování kvalifikace a rekvalifikace zaměstnanců.

Pro drobné zemědělce budou automatizované technické prostředky finančně nedostupné. Lze očekávat, že se budou vzájemně spojovat a spolupracovat při sdílení technologií, které budou lépe využity, že vzniknou družstva. To by následně mohlo vést k postupnému zvyšování velikosti zemědělských podniků, což je ale v rozporu s koncepcí zemědělské politiky EU.

## **Souhrn**

Robotické, automatizační a snímací systémy provádějí úkoly bez lidského zásahu. Využití autonomních traktorů a robotů povede ke zvýšení produktivity, zlepšení kvality výrobků, služeb a zvýšení bezpečnosti práce při operacích na polích. V rámci zemí EU jsou podporovány rozvíjející se nové technologie, členské státy vypracovávají národní strategie a vize (cestovní mapy), vedoucí k postupnému zavádění těchto technologií do zemědělské praxe.

Technologie plně autonomních traktorů zahrnuje použití elektrického systému instalovaného v traktoru nebo zemědělském zařízení k odesílání a přijímání příkazů, využívá určování polohy GPS a rádiovou zpětnou vazbu, vše pod správou automatizačního softwaru. Technologie senzorů zlepšují bezpečnost tím, že detekují a reagují na nepředvídané překážky.

Nedostatky, na které narážíme: stroje různých výrobců spolu nevědí komunikovat. Omezení v naprosté nezávislosti stroje na osobě vidí výrobci v legislativě provozu na veřejných komunikacích. Zde se autonomní stroj nemůže pohybovat nezávisle na řidiči. Pro malé farmáře budou automatizované technické prostředky finančně nedostupné, mohli by spolupracovat na sdílení technologií, které budou lépe využitelné. Větší družstva by měla vést ke zvýšení velikosti zemědělských podniků, což je v rozporu s koncepcí zemědělské politiky EU.

Nedostatky, se kterými se setkáváme: stroje různých výrobců spolu neumí komunikovat. Omezení v naprosté nezávislosti stroje na osobě vidí výrobci v legislativě provozu na veřejných komunikacích: zde se autonomní stroj nemůže pohybovat nezávisle na řidiči. Pro malé farmáře budou automatizované technické prostředky finančně nedostupné, mohli by spolupracovat na sdílení technologií, které tak budou lépe využitelné. Větší družstva by mohla vést ke zvýšení velikosti zemědělských podniků, což je v rozporu s koncepcí zemědělské politiky EU.

Autonomní vozidla – traktory a roboty – nejsou přijímána širší veřejností z hlediska bezpečnosti. Vozidlo, které by jezdilo bez řidiče, může některé lidi znervózňovat.

Jedním z důležitých cílů zavádění autonomních strojů do zemědělské výroby je zvyšování kvalifikace pracovní síly.

\*\*\*

## **Odkazy na relevantní témata:**

Friedrich Rübcke von Veltheim \* and Heinke Heise 2022 „German Farmers’ Attitudes on Adopting Autonomous Field Robots: An Empirical Survey“, <https://www.mdpi.com/journal/agriculture>

Vrchota, J.; Pech, M.; Švepešová, I. Precision Agriculture Technologies for Crop and Livestock Production in the Czech Republic. *Agriculture* 2022, 12, 1080. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081080>

[https://www.idnes.cz/technet/pc-mac/autonomni-traktor-john-deer-r8-umela-inteligence-strojove-uceni.A220106\\_085514\\_hardware\\_nyv](https://www.idnes.cz/technet/pc-mac/autonomni-traktor-john-deer-r8-umela-inteligence-strojove-uceni.A220106_085514_hardware_nyv), <https://www.mdpi.com/journal/agriculture>  
[https://youtu.be/MwC\\_Hzm5Z9s](https://youtu.be/MwC_Hzm5Z9s)

<https://www.deere.co.uk/en/agriculture/future-of-farming/>

<https://www.therobotreport.com/are-farmers-ready-for-autonomous-tractors/>

<https://asirobots.com/farming/>

\*\*\*

### **Key words**

*autonomní stroje*

*autonomní traktor*

*plně autonomní*

*zemědělský robot*

*postřikový systém*

*zvyšování kvalifikace*