

## Zkušenosti s prvním nasazením polních robotů v ČR

V loňském roce se po území České republiky pohybovaly dva polní roboty typu Agrobotelli Robotti, model 2020, které jako první zahájily éru komerčního nasazení autonomních strojů v rostlinné výrobě. V režii společnosti Leading Farmers CZ, a.s., která je dovezla, prováděly setí a plečkování na běžných zemědělských podnicích s cílem prakticky ověřit jejich provozuschopnost a získat další zkušenosti pro nasazení této převratné zemědělské technologie. Přinášíme tak první poznatky z autonomní praxe na polích.

### Krátké představení

Na úvod představení robotů. Agrobotelli Robotti jsou první komerčně dostupné autonomní polní nosiče náradí dánské provenience, na jejichž ověřování v praxi se podílela společnost Leading Farmers CZ, a.s. u nás v ČR. Stroj sestává z dvou postranních „gondol“, v nichž jsou umístěny dva dieselové motory, každý o výkonu 55,4 kW/75 k. Dále jsou v gondolách umístěna hydraulická čerpadla, nádrže na kapaliny a veškerá elektronika. Gondoly jsou spojeny nosnou troubou, na níž je ve středu umístěn klasický tříbodový hydraulický závěs, vývodový hřídel a vyvedeny hydraulické okruhy. Gondoly a nosná trouba tvoří rám stroje, na němž jsou umístěna čtyři pojezdová kola hnaná pomocí hydromotorů. Přední kola zajišťují zatáčení stroje. Spojovací nosná trouba je vybavena otočným čepem, aby se oba podvozky mohly přizpůsobovat nerovnostem terénu. Pojezdová rychlost byla prozatím omezena na 5 km/h.

Autonomie stroje je vlastním vývojem společnosti Agrobotelli. Jako řídicí signál jsou využívány dostupné GNSS systémy a jako korekce síť RTK VRS přijímaná pomocí GPRS modemu. Jako uživatelské rozhraní byl výrobcem naprogramován vlastní software pro PC nebo tablet. V softwaru proběhne po zadání hranic pozemku, parametrů pracovního náradí a aplikované dávky nebo výsevku automaticky výpočet optimální pojezdové linie robotu. Samotné ovládání robotu a některé změny v nastavení lze provádět přímo na dotykovém displeji umístěném v zadní části levé gondoly stroje.

Z hlediska bezpečnosti je robot Robotti vybaven několika úrovněmi zabezpečení. Jednak je to možnost stroj kdykoliv zastavit na dálku pomocí tabletu nebo obyčejného smartphonu. Pak je to klasický geofencing, kdy stroj nemůže vyjet z předem vyznačené oblasti (pozemku), přičemž například známé překážky na poli (sloupy elektrického vedení, skruže apod.) jsou předem zaznamenány v plánu pojezdu a robot se jim vyhýbá. Dále je stroj vybaven LIDARem, který neustále skenuje prostor před robotem. V přední části stroje je také tlakový nárazník, na jehož i nepatrný dotyk robot reaguje okamžitým zastavením na místě, jak jsme se sami přesvědčili. Jeho pojistkou jsou pak ještě bezpečnostní tlačítka umístěná po obvodu stroje, která lze v případě nebezpečí manuálně stisknout (stroj při jeho nízké pojezdové rychlosti lze snadno dosáhnout).

Do tříbodového závěsu robotu lze implementovat jakýkoliv nesený pracovní stroj, který vyhovuje šířce mezery mezi motorovými gondolami a splňuje max. hmotnost pro zdvih, v našem případě 750 kg. Pro provozní nasazení robotů v ČR jsme měli k dispozici dva přesné secí stroje Monosem NC se šesti výsevními jednotkami a záběrem 2,7 m, které laskavě zapůjčila společnost Moreau Agri, spol. s r.o. Ta také zapůjčila plečku. Další plečka, pro robot nasazený v Zemědělském družstvu Dolní Újezd, byla vyrobena a zapůjčena společností P&L, spol. s r.o. a šlo vlastně o první pracovní stroj vyrobený speciálně pro polní robot Agrobotelli Robotti! Pro plné využití obou robotů společnost Leading Farmers CZ, a.s. na své náklady pořídila ještě secí stroj Kverneland Monopill v provedení e-drive s elektrickým pohonem, rovněž se šesti výsevními jednotkami.

## Transport na pozemek

Prvním praktickým problémem, který jsme museli v souvislosti s nasazením autonomních polních robotů řešit, je doprava na pozemek. Roboty zatím nesmí na veřejné pozemní komunikace. Zkoušeli jsme robota nakládat jeřábem na podval na slámu, což je ale vzhledem k flexibilní konstrukci rámu robotu náročné na úvaz a vyvážení ve čtyřech bodech. Nakonec jsme transport elegantně vyřešili nákupem podvalu do tříbodového závěsu traktoru, který byl původně určen pro převážení ovocnářských beden nebo slámy a je vybaven hydraulicky ovládanou zadní nápravou, takže ložnou plochu lze spustit na zem a robot na ni snadno najede. Se sklopenými zavlačovacími segmenty nebyl problém robot převážet i s připojeným secím strojem.

## Plánování linií

Pro plánování pojezdů autonomního robotu vytvořila společnost Agointelli vlastní prostředí, do něhož se vstupuje přes internetový prohlížeč. Každý autonomní robot má přidělen svůj uživatelský účet. V uživatelském softwaru můžete částečně měnit nastavení parametrů robotu, ale zejména si tam můžete (musíte) uložit nastavení jednotlivých typů pracovního nářadí, které chcete k robotu připojovat. Vytvoření samotné pojezdové linie je automatické. Uživatel může ovlivnit místo, na němž robot vstoupí na pozemek, ale hlavně je do softwaru potřeba importovat hranice pozemku. Ty můžete získat tak, že robotem manuálně objedete pozemek, což je ovšem krajně nepraktické a neefektivní. Druhou možností je použít hranice pozemku vytvořené jiným strojem s RTK navigačním systémem, což už na řadě zemědělských podniků mají. Třetí možností je pak stáhnout hranice pozemku z LPIS, což jsme na některých místech využívali i my. Vzhledem k nepřesnostem map v LPIS, vyplývajících z technologie jejich získání, je však potřeba nechat si dostatečnou rezervu od skutečného kraje pozemku, aby robot někde nevyjel z pole, přestože by dodržel nastavené hranice. Prakticky jsme to pak řešili tak, že vynechané okraje přijel dosít klasický traktor. Mohli bychom je samozřejmě zasít robotem pomocí manuálního ovládání, to však není zcela praktické.

Pokud se na pozemku vyskytují překážky (sloupy, skruže atd.), je samozřejmě potřeba je mít předem zmapované a opět je implementovat do plánovacího softwaru. Ten pak s nimi počítá a pojezdovou linii robotu naplňuje s ohledem na překážky. Kromě samotné pojezdové linie uživatelská aplikace vygeneruje též odhadovaný čas práce na zadaném poli. Co bude do budoucna určitě možné zlepšit, bude plánování přestávek pro tankování a při propojení na informační systém secích strojů také např. plánování doplnění osiva, což by zefektivnilo organizaci práce. Samotný uživatelský software je již nyní poměrně přátelský. Samozřejmě najdou se chybičky, nebo spíše nelogičnosti, které jsme odhalili při používání v praktickém provozu a pro vývojáře nebude problém je odstranit.

## Připojení pracovního nářadí

Připojení pracovního nářadí k robotu bylo relativně jednoduché a nevybočovalo z běžných postupů připojování na klasický traktor. Samozřejmě postup vyžaduje zpočátku cvik obsluhy, protože nacouvání na nářadí a zaháknutí do ramen hydrauliky se musí provádět manuálně pomocí dálkového ovládání. Ale to je pouze otázka praxe. Museli jsme na začátku pouze přizpůsobit hydraulické hadice a elektrické rozvody. Náročnější bylo snad jen připojení secího stroje Monosem NC na vývodový hřídel, protože jde o podtlakový výsev, který vyžaduje pohon vývěvy. Vývodový hřídel robotu je poháněn hydromotorem, takže náročné to bylo pro nás, nikoliv však pro dílenské pracovníky, kteří

nám pomáhali. V případě elektrického secího stroje Kverneland Monopill, bylo vše úplně bez problémů. Zvedání obou secích strojů na souvrati a spouštění a vypínání výsevu zvládal robot bravurně dle nastavených parametrů. S výrobcem jsme pouze řešili, že spouštění secího stroje na zem by mělo probíhat za mírné dopředné rychlosti, protože spouštění při zastavení na začátku lýchvy, jak to bylo zařízeno, může způsobit za vlhčího počasí ucpávání secích botek, kdy by se v nich mohla hromadit hlína při jejich vtlačení do půdy. To by v podstatě měla být pouze záležitost řídicího softwaru a tedy řešitelná věc.

Roboty jsme rovněž osadili osvětlením, které zatím není výrobcem dodáváno. Počítali jsme s testováním při noční práci a je potřeba, aby byl robot kvůli bezpečnosti osvětlen a rovněž při doplňování osiva nebo paliva to bez příslušného osvětlení nejde.

### **Samotný provoz**

Praktické uvedení autonomních polních robotů Agroboti v České republice jsme chtěli zahájit na jaře roku 2020 setím cukrové řepy. Měli jsme dovést 5 robotů o různých, málo odlišných, šířkách záběrů, přizpůsobených zejména požadavkům na rozteč vysévaných řádků, aby pak pojezdová kola robotu jela mimo zaseté řádky. Vše však zkomplikovala počínající pandemie, takže jsme nakonec od výrobce dostali pouze dva stroje a setí cukrovky jsme těsně nestihli. Začínali jsme tedy setím kukuřice v dubnu 2020 jednak v Polabí u Městce Králové a druhý robot působil v Bohuňovicích na Hané. Od začátku jsme byli připraveni na setí nepřetržitě bez přestávky, tedy i přes noc, abychom otestovali provozní spolehlivost stroje. Z toho jsme nakonec byli nadšeni, protože stroj nezklamal a vždy celý pozemek, které jsme volili o výměře 20 až 30 ha, zasel pouze se zastávkami pro doplnění osiva nebo paliva. Co nejdelší jízda nonstop je jednou z devíz autonomních robotů a tuto schopnost Agroboti bez výjimky potvrdil.

Záměrně jsme hledali pokud možno rovná a dlouhá úzká pole, což se nám ne ve všech případech podařilo, ale testovat musíme na všem, co je k dispozici. Nechtěli jsme prozatím pole s velkým převýšením, neboť jedním z problémů robota je jeho zapadání nebo zahrabávání v měkkém podkladu. Přestože testovaná verze robotů Agroboti byla již vybavena většími pneumatikami o průměru 76 cm a šířce 26,4 cm, projevilo se občas při setí určité vlnkování v linii a poměrně hluboké koleje, přestože celková hmotnost stroje je jen cca 3000 kg. To se projevilo zejména na dobře připraveném pozemku s hluboko „nadělanou“ zemí, kde se pod měkkým ložem ukrývaly rýhy po hlubším zpracování nebo dokonce propadliny. Do těch se pak malá kola stroje propadala a při vyjíždění musel systém neustále vyrovnávat pohyb stroje. Dalším problémem jsou pak močály, které nelze vždy předvídat a z nichž se stroj díky své konstrukci hůře dostává (malá kola, jízda „na šířku“). V takovém případě robot ihned posílá operátorovi zprávu o zastavení. Naopak konstrukce s dvěma motory po stranách a nářadím uprostřed skýtá velmi nízké těžiště stroje a tím je vhodný i na svažité pozemky.

Dlouhé pozemky jsme chtěli z důvodu logického předpokladu, že časté otáčky na souvrati budou snižovat výkonnost stroje. Skutečně souvraťová otáčka trvá několik desítek sekund, takže velký počet otáček může výkonnost omezit velmi citelně. Ale jak je psáno výše, ne všechny pozemky jsou takové a na řadě je tedy pak plánovací software s optimalizací pojezdových linií.

Co se týče samotného pohybu stroje po pozemku a jeho navádění, měli jsme zpočátku určité problémy s navazováním na další jízdu, pokud došlo k manuálnímu zastavení stroje uprostřed linie nebo k zastavení, které provedl bezpečnostní systém při detekci nějaké překážky. Stroj se pak např. snažil zahajovat celou operaci znovu od začátku apod. To byla striktně softwarová záležitost a je

potřeba říci, že centrála výrobce v Dánsku s námi byla neustále ve spojení a byla schopna na dálku okamžitě softwarové problémy řešit a díky internetu ihned software stroje aktualizovat. Taková podpora je velmi důležitá a spoustu drobností, které si vývojář za oknem své kanceláře neuvědomí, jsme byli schopni odhalit teprve při nasazení v praxi. Nota bene při nasazení na pozemcích o výměře několika desítek hektarů, s nimiž se Robotti setkali teprve u nás. Fungovalo to.

## **Robotti fungují**

Když jsme pak pokročili k srpnovému setí řepky, lze říci, že robotické setí bylo úžasným zážitkem. Robotti pracovali nepřetržitě a již bez větších problémů. Zejména v noci je úžasné sledovat v dálce osvětlený robot, jak se blíží k souvratí, čekáte, jestli se otočí. Ano otočil se. A pak se zase přibližuje zpět k vám. Je to skvělá práce, účastnit se něčeho takového. Na druhou stranu, když všechno funguje, je to svým způsobem nuda. Desítky hodin jen sledujete, jak robot jezdí tam a zpět. Je pravda, že jsme se zatím neodvážili nechat roboty na poli zcela o samotě, asi to ani není v současnosti možné. Nicméně ověřili jsme už nyní, že by to šlo, že robot pole zaseje či vyplečkuje a pak se poslušně vrátí do výchozího bodu a oznámí SMS zprávou, že je hotovo. Operátor bude moci v blízké budoucnosti teprve v této chvíli vyjet z domu a o robota se postarat.

Zkušenosti s plečkováním byly rovněž vcelku dobré. Chvilí sice trvá vyladění roztečí plečích nožů na optimální vzdálenost od rostlin, ale to je spíše záležitost toho, jak přesně a čím byl porost zaset. Pokud byl porost zaset stejným robotem, neměl by nastat žádný problém. My jsme však plečkovali i kukuřici, která byla vyseta klasickým traktorem s RTK autopilotem, z něhož jsme přebírali naváděcí linii. Tady jsme se přesvědčili, že je potřeba vědět, zda obsluha traktoru neudělala při setí nějakou chybu, která se neprojevila v záznamu výsevni linie, např. nezasel-li část pole manuálně. Protože v tu chvíli o skutečném posunu řádku robot nemůže vědět a může najednou začít celkově posunutou řádky vyorávat. Návrh opáření výrobcí pak zněl, že roboty by měly být vybaveny kamerou, která by neustále porovnávala správnost řádků kulturní plodiny s naváděcí linií nebo by dokonce v řádkových plodinách mohlo navádění probíhat podle kamer a nikoliv podle GNSS.

Pro zajímavost, ale nakonec velmi prakticky, jsme z robotem Robotti zkusili agregovat také půdní mobilní testovací platformu Veris MSP3, která automaticky vytváří velmi podrobné mapy půdních parametrů pH, KVK, obsah organické hmoty a zrnitosti. Výsledkem je zjištění, že automatické polní roboty se pro tuto práci hodí bez výhrad jako velmi efektivní použití.

## **Závěr**

Celkově autonomní polní roboti Agroboti Robotti v roce 2020 v České republice zaseti nebo vyplečkovali 250 ha polních ploch. Zdá se to málo, ale je to největší roboticky zpracovaná plocha minimálně na evropské úrovni. Výkonnost se pohybovala kolem 1 ha za hodinu a byla ovlivněna zejména tvarem pozemku a počtem otáček na souvratích. Jakmile bude po dostatečném ověření prototypů výrobcem povolena maximální rychlost na 8 až 10 km/h, dostaneme se na běžnou pojezdovou rychlost při setí. Další zvýšení výkonu už pak bude možné efektivnějším režimem otáčení na souvratích a dále zvětšením záběru a tedy určitými změnami v konstrukci stroje.

Na základě zkušenosti prvního roku skutečného provozu, můžeme potvrdit, že polní roboty Agroboti Robotti jsou připraveny k praktickému nasazení v zemědělských podnicích. Samozřejmě na začátku si je budou pořizovat tzv. inovátoři, tedy zemědělci, kteří mají zájem jako první zavést nové technologie a nebojí se je adaptovat na své podmínky, chtějí pro ně hledat a připravovat co

nejefektivnější formy nasazení a za pomoci technické podpory výrobce se učit roboty ovládat a plánovat jim pojezdové linie. Je to důležité, protože tito zemědělci se částečně podílí na dalším zlepšování nové technologie a hlavně jejímu zjednodušení a zpřístupnění široké praxi.

V tuto chvíli bude nejvýhodnější nasazení robotů Agrobotelli v těchto operacích:

- přesné setí širokořádkových plodin (kukuřice, cukrovka, řepka na 45 cm, slunečnice, zelenina apod.)
- plečkování širokořádkových plodin jako částečná náhrada chemické ochrany
- kombinace plečkování a proužkového postřiku v širokořádkových plodinách
- setí strniskových meziplodin
- sázení a plečkování jahod
- skenování půdních parametrů platformou Veris MSP3

Komplexněji pak spatřujeme prvotní nasazení robotů Agrobotelli především v zelinářské výrobě, kde je dostačující záběr kolem 3 m a většinou jde o nižší výměry. Dále pak u větších pěstitelů cukrové řepy, která je stále intenzivní plodinou závislou na přesné mechanizaci a vzhledem k požadavkům na omezení chemické ochrany by roboty mohly řešit její náhradu přesným plečkováním. Robotická éra v Českém zemědělství může naplno začít.

Poděkování patří všem kolegům a zemědělcům, kteří se na prvním komerčním nasazení polních autonomních robotů v ČR podíleli.

Ing. Václav Jirka a kol. Leading Farmers CZ, a.s., foto autor



AGROINTELLI

**Obrazová příloha**



Obr. 1 Agrointelli Robotti model 2020 - autonomní polní robot o výkonu 150 HP



Obr. 2 Agregace se secím strojem Monosem NC



Obr. 3 Agregace se secím strojem Kverneland Monopill e-drive



Obr. 4 Agregace s mobilní půdní testovací platformou Veris MSP3





Obr. 5 Agregace s plečkou od P&L, spol. s r.o.



Obr. 6 Nakládání jeřábem se příliš neosvědčilo



Obr. 7 Transport na pole byl vyřešen podvaľem s hydraulickou zadní nápravou



Obr. 8 Unikátní snímek, kdy nejmodernější autonomní technologii přepravuje klasika



Obr. 9 Setí kukuřice 17. 4. 2020



Obr. 10 Setí kukuřice 17. 4. 2020



Obr. 11 Setí kukuřice 17. 4. 2020



Obr. 12 Setí kukuřice 17. 4. 2020





Obr. 13 Vzcházející kukuřice zasetá robotem o měsíc později 14. 5. 2020



Obr. 14 Plečkování kukuřice, kterou však zasel běžný traktor 3. 6. 2020



Obr. 15 Plnění secího stroje osivem řepky 10. 8. 2020



Obr. 16 Setí řepky na Trutnovsku 10. 8. 2020



Obr. 17 Nezbytná kontrola výsevu



Obr. 18 Setí řepky na Svitavsku 20. 8. 2020



Obr. 19 Setí řepky na Svitavsku 20. 8. 2020



Obr. 20 Setí řepky na Svitavsku 20. 8. 2020





Obr. 21 Vzešlá řepka zasetá robotem na Svitavsku 2. 12. 2020



Obr. 22 Obdobné cedule na polích se stanou součástí zemědělství