B6. Mapování v precizním zemědělství – drony

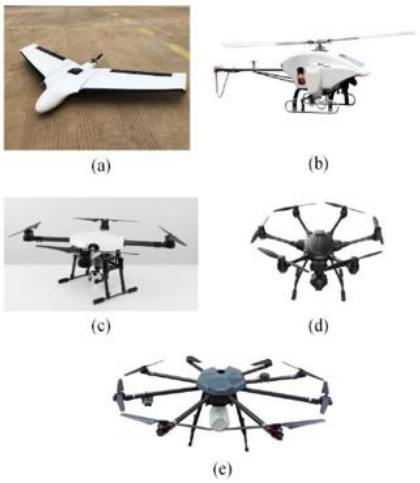
Drony jsou v posledních letech široce používány v zemědělství. Začlenění umělé inteligence (AI), senzorů, mikrokontrolerů a internetu věcí (IoT) do dronů pomáhá řešit problémy, kterým farmáři čelí, jako je např. sledování dobytka na pastvinách, sledování rozlehlých ploch obdělané půdy, potřebu postřiků plodin, sledování zdraví plodin apod.

Dron je zpravidla vybaven zařízením umožňujícím sledovat jeho aktuální polohu (GPS), vrtulemi, bezkomutátorovými (bezkartáčovými) motory, letovým ovladačem a elektronickým regulátorem rychlosti (ESC) a jeho let je řízen vysílačem a přijímačem rádiového kanálu.

Dron lze upravit podle našich potřeb instalací vhodného hardware s řídícími algoritmy. Potom může provádět požadované úkoly, jako je hloubková analýza stavu rostlin a půdy, 3D mapování zemědělské půdy, sledování distribuce pesticidů a hnojiv apod., což jsou velmi náročné pro ruční prací, zejména u velkých ploch tisíců hektarů půdy. Ve srovnání s dálkovým průzkumem pomocí satelitů poskytuje použití dronů v precizním zemědělství vyšší funkčnost a umožňuje i lepší spektrální a prostorové rozlišení.

Na trhu jsou v současnosti dostupné různé typy dronů, které lze v precizním zemědělství využít. Drony lze rozdělit do dvou základních skupin: a) drony s pevnými křídly a b) vícerotorové drony.

Dron s pevnými křídly se skládá z páru křídel, která pasivně generují vztlak, když se prolétá vzdušní vrstvou pod určitým úhlem. Vícerotorový dron využívá k pohybu rychlost a nasměrování vrtulí poháněných motory. Vícerotorové drony dále dělíme na jednorotorové, kvadrokoptéry, hexakoptéry a oktokoptéry. Ve srovnání s dronem s pevným křídlem má ale vícerotorový let nižší rychlost, uletí menší vzdálenost a vydrží menší dobu ve vzduchu, protože potřebuje obrovské množství energie k vytvoření vztlaku a pohybu v atmosféře.



a) Fixed wings, b) single motor, c) quadcopter, d) hexacopter, e) octocopter (Source 3)

Příklad: Parametry některých komerčních dronů používaných pro přesné zemědělství.

(Z: https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2017/)

Drone	Komerční dron vhodný pro mapování a monitoring plodin					
	Typ	Doba letu	Maximální rychlost	Maximální vzdálenost	Maximální výška	Kamera
DJI Phantom 4 RTK	Quadcopter	30 min	16 m/s	7 km	56 m	20 mp CMOS senzor (GSD to 5 cm)
Delair UX11	Fixed-Wing	52 min	15 m/s	47 km	122 ,	RGB, multispektrální kamera (GSD to 5 cm)
DJI Matrice 200	Quadcopter	38 min	22.5 m/s	8 km	–	Kamera se dodává zvlášť

Drone	Komerční dron vodný pro postřiky				
	Typ	Doba letu	Maximální rychlost	Maximální vzdálenost	Kapacita postřiku
DJI Agras T20	Hexacopter	15 min	6 1/min	3 km	20 l
DJI MG-1P	Octocopter	20 min	0.53 1/min	5 km	10 l
Hylio AG-122	Octocopter	15 min	4.3 1/min	2 km	22 l

Další výhodou použití dronů v precizním zemědělství je to, že díky jejich snadnému nasazení mohou zemědělci shromažďovat data o stavu polí soustavně a pravidelně, což jim poskytuje aktuální přehled o situaci a mohou řešit případné problémy dříve. než eskalují.

Jaké jsou nejdůležitější aplikace dronů v zemědělské praxi?

Postřik plodin. Mechanismus postřiku je pro zemědělce užitečný, protože jej lze efektivně využít pro optimální aplikaci zálivky, hnojiv a pesticidů. Pomocí dronu se zemědělci dostanou k půdě, která je buď příliš mokrá, nebo naopak suchá, či pro lidi nedostupná. Další výhodou aplikace dronů je snížení počtu pracovníků zapojených do operací postřiku pesticidy, což výrazně snižuje riziko chemické kontaminace. Také objem závlahy pomocí dronu je obvykle vyšší než u konvenčních pozemních postřikovačů, kde křehké plodiny mohou utrpět poškození, pokud je výška postřiku příliš nízká. Nevýhodou tohoto přístupu je ale omezená doba letu a množství kapaliny (obsah spreje), které dron unese. Systém drnového postřiku se obvykle skládá z postřikovací nádrže pro uložení kapaliny a trysky pro postřik. Tlakové čerpadlo se obvykle používá při postřiku pesticidy, ale ne při postřiku hnojivy.

Sledování plodin. Sledování stavu plodin, zejména během růstových fází, je pro zemědělce zásadní. Získané informace ovlivní rozhodování o včasných zásazích ze strany zemědělců pro zajištění optimálního výnosu na konci sezóny. Kamera hraje důležitou roli při poskytování požadovaných informací o stavu plodiny a široce používané kamery jsou digitální, termální a multispektrální. Termokamera vybavená infračerveným senzorem dokáže vytvořit tepelnou mapu, která obsahuje teplotní údaje plodiny.

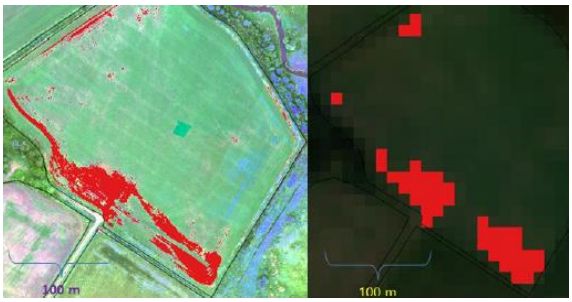
Příklad: Farmář může rychle získat celkový přehled o situaci na poli pouze pomocí ortomozaiky (ortofoto). Zemědělec může vědět, že na pozemku je plevel, ale vizuální analýza ortomozaiky může umožnit zjištění podrobnějších informací o problémech, jako je velikost zamoření. Zemědělec tak může na základě ortomozaiky plánovat možné úkoly ochrany rostlin a jejich načasování.

(www.ijetae.com)

Multispektrální fotografie. Digitální snímky z digitálního fotoaparátu mohou být zpracovány tak, aby se extrahovaly informace o barvě červená-zelená-modrá (RGB). Proti tomu *multispektrální fotoaparát* dokáže zachytit pomocí různých vlnových délek světla fotografie plodin a pro každou vlnovou délku světla vytvoří sady fotografií. Ty se potom spojí dohromady a vytvoří přesnou mozaiku. Po analýze snímků se zemědělci doporučí fyzická kontrola v dotčené oblasti.

Mapování a analýza půdy. Mapování a analýza půdy spolu úzce souvisejí: výsledky z leteckého mapování lze použít k další analýze stavu půdy a odhadu výnosu plodin. Mapování lze provádět ručně nebo automaticky pomocí dronu podle předem definované trasy. Po této trase jsou snímky země automaticky pořizovány palubní kamerou, které jsou později zpracovávány pomocí specifického softwaru.

Příklad: Rozdíl mezi detekcí dat z dronu a satelitů je vidět v analýze detekce anomálií. Cílem detekce anomálií je odhalit oblasti, které se na většině území nevyvíjejí stejným způsobem. Anomální oblasti (označené červeně) jsou v obou souborech dat dost podobné.
Datový soubor dronu (vlevo) ukázal více anomálií než datový soubor Sentinel (vpravo).



(www.ijetae.com)

Sledování hospodářských zvířat. Monitorování hospodářských zvířat pomocí dronů vzbudilo rovněž značnou pozornost farmářů. Snímky hospodářských zvířat na pastvě zachycené dronem lze analyzovat a sledovat jejich chování. Dlouhodobé sledování, které se v reálném čase přenáší do monitorovacích zařízení, umožní farmářům průběžně zasahovat, předvídat možné situace a jednat. Tento přístup je účinný zejména při sledování hospodářských zvířat na velkých plochách zemědělské půdě a také při sledování lidských pytláků.

Kolik stojí dron? Cena za komerční postřikovací dron se pohybuje od 1.500 EUR do více než 25.000 EUR. K ceně je třeba přidat náklady na pořízení monitorovací techniky a odpovídající SW vybavení. Celková cena tak může dosáhnout až 40.000 EUR.

Náklady kolem 40.000 EUR za dron se mohou jevit jako vysoké. Ale tyto komerčně úspěšné drony jsou robustní a odolné, takže budou poskytovat služby a úspory nákladů po mnoho let. Návratnost investice bude záviset na objemu agrobyznysu, počtu pracovních hodin, které dron stráví při obsluze plodin, na materiálech, se kterými dron ošetřuje plodiny, na frekvenci výsadby a postřiků. Když bude dron pracovat na větší ploše a delší dobu, bude to samozřejmě znamenat rychlejší návratnost investice.

Jak se drony využívají v různých oblastech zemědělské výroby (údaje z IJETAE Journal, 04, duben 2022):

	Aplikace dronů – využití				
	Postřiky	Monitoring	Analýza půdy	Chov zvířat	Pěstování
Doba letu	Vysoká	Vysoká	Vysoká	Vysoká	Vysoká
Výška	Střední	Vysoká	Vysoká	Vysoká	Střední
Vzdálenost	Vysoká	Vysoká	Vysoká	Vysoká	Vysoká
Kamera	Nízká	Vysoká	Vysoká	Vysoká	Nízká
Zatížení kg	Vysoká	Nízká	Nízká	Nízká	Střední

Neexistuje jednoduchá odpověď, do jakého typu dronů by farmáři měli zaměřit své investice. Existuje totiž mnoho faktorů, které je třeba předem prověřit. Jedním z klíčových faktorů je velikost polí, na kterých budou drony operovat. Farmáři, kteří vlastní malé až středně velké farmy by pravděpodobně měli investovat do multi – koptérových dronů, pro operace na velkých výměrách jsou vhodnější s drony s pevnými křídly. Drony s více koptérami mají své výhody – jsou obvykle levnější a snadněji se ovládají. Také se s nimi lépe manipuluje, což umožní farmářům provádět detailní inspekce rostlin s vysokým rozlišením z malých výšek. Drony s pevnými křídly nejsou schopny operovat v nízkých výškách.

Další výhodou dronů s více koptérami je, že ke vzletu a přistání potřebují pouze malou plochu, zatímco drony s pevnými křídly vyžadují mnohem větší plochu. Jednou z hlavních nevýhod multikoptér je kratší doba letu ve srovnání s drony s pevnými křídly.

Souhrn:

Dron je vybaven globálním polohovým systémem (GPS), vrtulemi, bezkomutátorovými motory, letovým regulátorem a elektronickým regulátorem rychlosti (ESC) a je řízen vysílačem a přijímačem rádiového kanálu. Drony lze rozdělit do dvou skupin: a) drony s pevným křídlem a b) vícerotorové drony. Drony, které jsou vybaveny multispektrálními nebo termokamerami, pomáhají identifikovat širokou škálu problémů souvisejících se zdravím rostlin a půdy. Mohou objevit časné příznaky napadení kultur škůdci, stresem a nemocemi, což umožní zemědělcům rychle jednat a zmírnit problémy dříve, než se stanou závažnými. Mechanismus dronového postřiku je velmi užitečný, protože jej lze efektivně aplikovat na zavlažování, hnojení a použití pesticidů. To umožňuje zemědělcům ošetřovat plochy půdy, která zamokřené, nebo jinak pro lidi nedostupné. Vyloučení lidí z operací postřiků pesticidy snižuje riziko chemické kontaminace. Mapování a analýza půdy úzce souvisí s analýzou stavu půdy a odhadem výnosu plodin. Mapování lze provádět ručně nebo automaticky pomocí dronu podle předem definované trasy. Po této trase jsou snímky země automaticky pořizovány palubní kamerou, které jsou později zpracovávány pomocí specifického softwaru. Průběžné sledování stavu plodin tak ovlivňuje rozhodování o včasných zásazích pro zajištění optimálního výnosu na konci sezóny. Sledování hospodářských zvířat pomocí dronů slouží ke stálému sledování chování hospodářských zvířat. Je velmi účinné zejména při sledování hospodářských zvířat na velkých plochách půdy a také při sledování lidských pytláků. Cena dronu s kamerami a dalším monitorovacím zařízením se pohybuje od 25.000 do 40.000 EUR.

***

Odkazy na relevantní zdroje:

1) Udit Debangshi: Drone -Applications in Agriculture, DOI: 10.5281/zenodo.5554734, DOI: 10.5281/zenodo.5554734

2) Roope NÄSI, Eija HONKAVAARA, at all. 2017 "Surveying the world of tomorrow - From digitalisation to augmented reality", Conference *FIG Working Week*, https://www.fig.net/resources/proceedings/fig_proceedings/fig2017/

3) International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering Website: www.ijetae.com (E-ISSN 2250-2459, Scopus Indexed, ISO 9001:2008, Volume 12, Issue 04, April 2022

4) Bakalářská práce:

https://is.muni.cz/th/o11d0/Vyuziti_nizkonakladovych_bezpilotnich_prostredku_pro_lokalni_mapovani.pdf

***

Klíčová slova:

dron
umělá inteligence
senzory
Internet věcí
vrtule
bezkomutátorové motory
letový ovladač
regulátor otáček (ESC)
vysílač a přijímač rádiového kanálu
dron s pevným křídlem
vícerotorový dron
multispektrální kamery
termokamery
postřiky
hnojiva
pesticidy
digitální fotoaparát
multispektrální kamera
orthomozaika