

Výrobci dronů na veletrhu Agritechnica 2019

Článek představuje současný technický stav využití dronů v zemědělství, shrnuje možnosti z hlediska využití, konstrukce nebo pohonů a upozorňuje také na technická a legislativní omezení, která je třeba překonat.

Na veletrhu Agritechnica, který je největší světovou výstavou zemědělských strojů a zařízení, byly představeny také nové typy dronů pro použití v mnoha oblastech zemědělství. Veletrh se uskutečnil od 12. do 16. listopadu 2019. Koná se jednou za dva roky, další ročník je tedy plánován až na rok 2021.

Celkem 2 820 vystavovatelů z 53 zemí předvedlo pokročilé a digitálně řízené zemědělské stroje zajišťující orbu, seti, ochranu plodin, sklizeň a dopravu do skladů a sil. Výstava, konference i soutěže zemědělských simulátorů přilákaly téměř 450 000 návštěvníků, kteří se nechali inspirovat inovacemi zemědělských strojů ve 24 halách hannoverského výstaviště i na venkovní ploše.

Přestože pozemní robotické zemědělské stroje nabízely desítky výrobců, ty létající, dálkově řízené nebo automatické zemědělské drony byly představovány v relativně menším počtu převážně specializovanými výrobci. Zajímavou výjimkou byla společnost John Deere, výrobce traktorů a kombajnů, která se spojila s výrobcem pokročilých dronů, firmou Urban Air Mobility Volocopter. Představili svůj první velký dron přizpůsobený pro použití v zemědělství. Demonstrační model VoloDrone vybavený postřikovačem na ochranu plodin byl vystaven v technologické zóně *Future* v hale 13. Dron s potenciálním užitečným zatížením až 200 kg dokáže pokrýt velkou plochu, navíc díky pokročilé navigační elektronice i za obtížných provozních podmínek.

Firma John Deere přinesla do projektu znalosti o potřebách zemědělců a firma Urban Air Mobility Volocopter, která má zkušenosti z vývoje létajících taxi a dodávkových dronů, vytvořila technický základ dronu VoloDrone.

Obě společnosti vidí pro použití dronů VoloDrone v zemědělství velký potenciál. Jeho schopnosti sahají od přepravních letů v obtížně přístupných oblastech po zvýšenou účinnost postřiku plodin nebo osevu polí. Vývoj tohoto demonstrátoru je prvním krokem ke komerčnímu použití. Během letošního roku by dron měl získat potřebné certifikáty pro letový provoz.

VoloDrone je poháněn osmnácti rotory umístěnými na nosné konstrukci o průměru 9,2 m (obr. 1). Je vybaven plně elektrickým pohonem využívajícím vyměnitelné lithium-iontové baterie. Jedno nabití baterie umožňuje dobu letu až 30 min a VoloDrone lze ovládat na dálku nebo automaticky podél předem naprogramované trasy.



Obr. 1. Ukázkový prototyp dronu VoloDrone vybavený postřikovačem na ochranu plodin (foto: John Deere, video: https://youtu.be/SKmjzPkf_sQ)

Rám dronu je vybaven flexibilním standardizovaným systémem pro připevnění užitečného zatížení. Znamená to, že v závislosti na použití lze na rám namontovat různá zařízení. Pro postřik plodin je dron vybaven dvěma nádržemi, čerpadlem a sřikací tyčí.

Rychlost pokrytí plochy postřikem při letu nízko nad terénem je 6 ha/h. Navíc se ve srovnání s postřikovačem taženým traktorem zlepšuje přesnost a kvalita postřiku. Díky tomu je VoloDrone udržitelnou, přesnou a nákladově efektivní alternativou k traktorům i v

tulníkům. Vzhledem k velké flexibilitě systému a navigaci GPS jsou také možné selektivnější úpravy plochy, specifické pro náročné uživatele – např. selektivní ošetření jen těch ploch, kde se vyskytl škůdce nebo choroba.

Hybridní drony

Na veletrhu se rovněž představila evropská start-upová společnost Drone4Agro, založená roku 2015 v Nizozemsku, která pracuje na různých konstrukcích dronů pro zemědělství, určených pro úlohy, jako jsou postřik, hnojení, seti atd. Společnost vyrábí drony pro užitečné zatížení 5 až 80 kg. V minulých letech získala podporu EU pro nové projekty v rámci projektu EFRO 2014–2020 v oblasti Nizozemsko východ. Program z Evropského fondu pro regionální rozvoj (EFRO), v němž je jedním z cílů vývoj nových technologií pro zemědělství, dotuje inteligentní a udržitelné projekty v oblastech Overijssel a Gelderland.

V programu byl vyvinut prototyp tyčového dronu, který umožní široký záběr při postřiku umístěním většího počtu nádrží a trysek na jeden letoun (obr. 2). Společnost si klade za cíl vyrábět plně certifikovaný 150kg dron – „létající traktor“. V její nabídce jsou vlastní konstrukce na nové platformě, která na rozdíl od jiných proprietárních designů je v šířkách od 3 do 9 m, vybavených osmi až 24 rotory rozmístěnými po celé šířce tyčové konstrukce. Stroje různých velikostí mohou nést užitečné zatížení od 15 do 80 kg (tab. 1). To uživatelům dovoluje přizpůsobit dron tak, aby vyhovoval jejich specifickým záměrům – od ošetřování vinic až po aplikace postřiků na poli. Současně společnost nabízí možnost instalovat zařízení pro různé způsoby postřiku, od velmi jemných kapiček mlhy z rotačních rozprašovačů až po běžné tlakové trysky. Vývojový tým společnosti se skládá z leteckých inženýrů, softwarových inženýrů, strojního inženýra a zemědělského inženýra.

Tab. 1. Drony od firmy Drones4Agro jsou dodávány ve čtyřech variantách

Rozpětí (m)	3,0	4,5	6,0	9,0
Délka (m)	1,9			
Výška (m)	1			
Náklad (kg)	15	25	40	80
Počet motorů	8	12	16	24
Hmotnost bez nákladu (kg)	15	25	40	80
Průměr vrtule (m)	0,75			
Materiál vrtule	plast s uhlíkovými vlákny			
Obsah nádrže (l)	15	25	40	80
Materiál nádrže	polyamid			
Baterie	Li-Ion			
Doba letu (min)	20			
Hmotnost baterií (kg)	8,3	12,5	16,7	25,0

Na jaře 2020 tým společnosti Drone4Agro oznámil, že bude spolupracovat s výrobcem motorů, společností Loweheiser, na vývoji prodloužení doletu pro nový tyčový dron. Firma společně pracují na efektivním řešení pro dron s nosností až 80 kg. Navrhované řešení spočívá v instalaci benzinového motoru, který doplní dosavadní baterie. Dvoutaktní motor je spojený s elektrickým generátorem, který dobíjí baterie pohánějící elektromotory jednotlivých rotorů. Výměna baterií pro jejich dobíjení je tak nahrazena jednoduchým doplňováním paliva do palivové nádrže, které se provádí pouze každých pět letů. Doba zastavení pro doplnění postřikové kapaliny se tak zkrátí na několik sekund.

Vývojový tým společnosti má za sebou již výrobu menších dronů v klasické konfiguraci. Koncept nového dronu společnosti dovoluje zpracovat konkrétní požadavky zákazníků s ohledem na instalaci aplikačních zařízení pro postřik, seti nebo hnojení a dodat tak uživateli kompletní systém zahrnující manuální nebo automatické řízení dronu, navigační systémy a systémy pro údržbu.



Obr. 2. Létající traktor – tyčový dron od firmy Drones4Agro při zkušebním letu (foto: Drones4Agro)

ců, stejně jako generovat navigační mapy pro vedení autonomního provozu dronů na vybraných pozemcích. Lze tak provádět postřik agrochemikáliemi nebo rozmetání hnojiva jen v oblastech, kde je to třeba. Použije-li se například postřik fungicidem pouze na postiženou oblast, může se používání chemických prostředků snížit až o 30 %.

Další dron, který firma XAG představila, byl Xplanet se čtyřmi rotory a užitečným zatížením 20 kg. Pro postřikovou kapalinu má

až 16 ha/h. Rychlost postřiku je až 4,8 l/min. Kapalinu lze aplikovat osmi tryskami napájenými čtyřmi čerpadly. Trysky v závislosti na typu a velikosti vytvářejí kapičky o velikosti 130 až 265 μm . Jsou namontovány na ramelech pod rotory a umožňují dosáhnout pracovní šířky od 4 do 6,5 m ve výšce 1,5 až 3 m nad plodinou. Průtoky jsou měřeny elektromagnetickým průtokoměrem. Modulární konstrukce usnadňuje výměnu nádrže na kapalinu a baterie, což pomáhá zkrátit dobu potřebnou k doplnění a zvýšit provozní účinnost.

Cíle přesného zemědělství a využití dronů

Přesné zemědělství usiluje o využití nové techniky ke zvýšení výnosů a ziskovosti plodin při současném snížení úrovně tradičních vstupů potřebných k pěstování plodin (půda, voda, hnojiva, herbicidy a insekticidy).

Například navigace GPS na traktorech umožňují zemědělcům pěstovat plodiny efektivněji a obdělávat pole s větší přesností, což šetří čas a palivo. Pole lze vyrovnat oráním řízeným laserovými nivelačními přístroji, což znamená, že vodu je možné využít efektivněji a s menším odtokem z polí do místních potoků a řek. Výsledek může být přínosem pro zemědělce, ale velký význam má i pro udržitelnější zemědělství a zlepšení dostupnosti potravin.

Co se týče leteckého ošetření polí s použitím dronů, je hodně co zlepšovat: např. zvy-

Společnost XAG debutovala na veletrhu Agritechnica 2019

Firma XAG, jedna z největších čínských společností vyrábějících drony, poprvé představila své inteligentní řešení pro zemědělství mezinárodnímu publiku právě na veletrhu Agritechnica 2019. Mezi vystavovateli vynikla kombinací různých zemědělských technologií, od atomizačního postřiku po rozmetání hnojiv. Umožňuje tak pomocí dronů realizovat množství různých úloh: postřik plodin, přímé seti obilí nebo rýže, seti řepky rozmetáním osiva, obnovu travních porostů, ochranu lesů i krmení ryb v rybních sádkách.

Na veletrhu debutovala firma XAG v pavilonu Precision Farming Technology představením plně autonomních dronů vybavených senzory pro monitorování farem, včetně specializovaných dronů, jako je XMission, vhodných zejména pro tvorbu map, nebo konceptu Agriculture Internet of Things, který umožní řídit skupinu dronů z jednoho řídicího stanoviště.

Integrované řešení pro zemědělství od firmy XAG se nazývá XAG Smart Agriculture Solutions a zahrnuje digitalizaci, automatizaci a využití umělé inteligence. Na základě map polí nebo luk s vysokým rozlišením, shromážděných pomocí dronů Xmission, může aplikace XAG Artificial Intelligence identifikovat okraje pole a překážky na něm, lokalizovat ovocné stromy a rozpoznávat nemoci plodin, přítomnost plevelů nebo škůd-

nádrž o objemu 16 l a je vybaven rotačními rozprašovacími tryskami umístěnými pod rotory, přičemž trysky vytvářejí kapky postřiku o velikosti 85 až 550 μm . Je rovněž opatřen regulací průtoku podle rychlosti letu a systémem pro automatické doplňování postřikové kapaliny. V rychlém režimu při aplikačním



Obr. 3. Čínský dron Xplanet nad polem řepky (foto: XAG; video: <https://youtu.be/3Pe9MokHtQs>)

množství 12 l/ha a rychlosti letu 7 m/s zabere najednou šířku 7 m a pracuje rychlostí až 18 ha/h při pokrytí pěti kapiček na centimetr čtvereční. Režim „jemný postřik“ vytváří pás kapek široký 4,5 m a při stejné dávce pokryje porost patnácti kapičkami na čtvereční centimetr.

Postřikový dron DJI

Podobné drony nabídla také společnost DJI, která je dalším předním čínským výrobcem dronů. Na veletrhu předvedla nejnovější šestirotorový zemědělský dron Agras T16 (obr. 4). Ten je vybaven rychlovýměnou 16l nádrží a dosahuje pracovní rychlosti

šovat účinnost aplikace podle stavu porostu (vyhodnoceného metodami umělé inteligence) a rovnoměrnost pokrytí nebo omezit nechtěný snos postřiku. Současné modelování snosu, většinou navržené pro postřik z letadel, nebere v úvahu skutečnost, že drony jsou běžně vybaveny čtyřmi až osmi rotory. To zavádí do proudění vzduchu kolem dronů obrovské komplikace, protože rotory se otáčejí opačným směrem a různými rychlostmi a s různými úhly otáčení. Současné se snos umocní pohybem dronu vzduchem a jakýmkoliv bočním větrem (obr. 5).

Expert na simulaci postřiku Tom Wolf vysvětluje, že současné komerčně dostupné modely používané k hodnocení vzdušné-

ho driftu (snosu), AgDISP a AgDRIFT, dosud nejsou schopné simulovat postřik pomocí dronů. „Ovšem po zadání jemnějších postřiků do modelů pro konvenční postřikové vrtulníky s posádkou můžeme vidět, že ochranné zóny jsou větší než u konvenčního postřiku, a při využití dronů budou ještě mnohem větší,“ doplňuje. „Postřiky pomocí dronů by měly být prováděny pouze se zajištěnou kvalitou postřiku a za podmínek, kde je riziko snosu postřiku přijatelné,“ dodává.

V USA se vědci nedávno zabývali schopností existujících algoritmů modelování snosu postřiku předpovídat snos a depozici postřiků u volně létajících dronů. K tomu zkombinovali dva modely postřiku, které v současnosti používají regulační orgány povolující letecký postřik v USA: CHARM, osvědčený model proudění vzduchu pro vrtulníky, a AgDISP, model aplikace kapalných hnojiv postřikem. Před prezentací závěrů je však třeba zdůraznit, že studie nebyla určena k posuzování, zda jsou drony vhodné pro postřik, ale zda jsou existující modely vhodné pro simulaci šíření postřiku pod drony.

První závěr: simulace potvrdila, že blízkost země, velká rychlost letu nebo příležitostný boční vítr mohou způsobit, že se postřik bude vznášet i nad dronem, což způsobí značný úlet vzduchem.

Druhý závěr: potenciální složitost proudění okolo dronu, tj. důsledek pohybu listů rotoru, způsobuje neurčité aerodynamické chování. Zvláště důležité je porozumět vzoru a chování při interakci několika rotorů a schopnosti zvířit již deponované kapky postřiku, což je účinek, který u vrtulníků plné velikosti neexistuje vzhledem k jejich větším výškám nad terénem, letovým rychlostem a polohám postřikovacího ramena.

„Je zřejmé, že k úplnému pochopení podmínek, za kterých drony budou vykazovat větší či menší snos, bude vyžadovat dlouhodobý výzkum. Některé hodnoty snosu a depozice po větru v modelech CHARM a AgDISP jsou skutečně velmi vysoké,“ komentuje Wolf.

Využití velkých databází při provozu zemědělského podniku

Jedna rozvíjející se oblast přesného zemědělství zahrnuje sledování a analýzu dat souvisejících s počasím, půdou, škůdci nebo hydrologickými podmínkami konkrétní zemědělské usedlosti, statku či farmy.

Ačkoliv autonomní drony nejsou v současné době v Evropě povolené a pro jiné, s velkou nosností existují přísná omezení, zvažují se předpisy, které by jejich použití v zemědělství umožnily, a budou-li schvále-

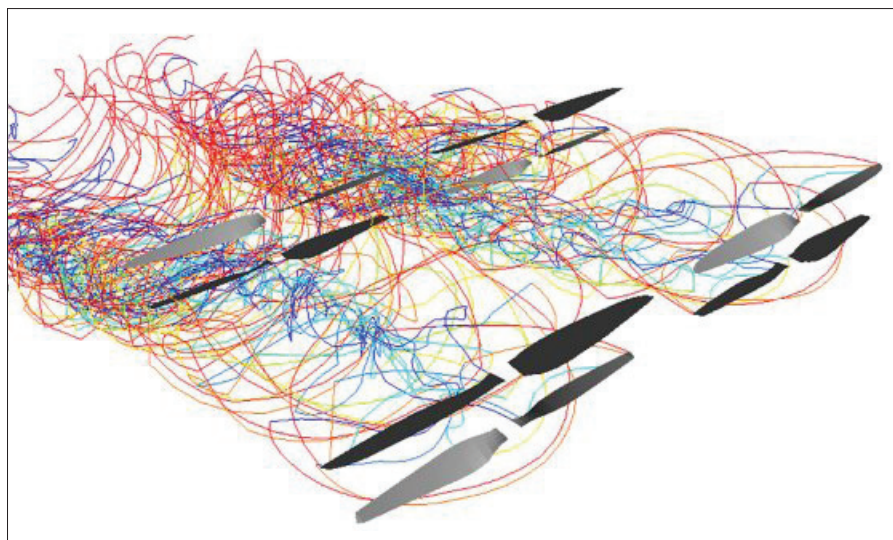
ny, předpokládá se, že drony budou v zemědělství velkou výhodou. Postřik nebo práškování z letadel jsou drahé a mají určitá zjevná rizika, když letadla létají pouhé 3 m nad zemí rychlostí přes 250 km/h. Drony naproti tomu představují zlomek ceny moderního letadla a pro pilota nepředstavují žádné riziko. Jestliže dron spadne, je pravděpodobné,



Obr. 4. Šestirotorový zemědělský dron Agras T16 v letu (foto: DJI)

že se to stane nad otevřeným polem, a ne nad obydlenou oblastí.

Kromě postřiku plodin budou drony moci pořizovat časté snímky stavu plodin, aby hospodáři mohli sledovat zdraví rostlin, aniž by vyslali rostlinolékaře na pole. To by umožnilo kontrovanější a přesnější aplikaci fungicidů



Obr. 5. Počítačová simulace šíření kapek postřiku pod dronem

a insekticidů. Například Japonsko již začalo používat drony k postřikování rýžových polí.

Ve srovnání s jinými metodami leteckého průzkumu drony generují přesnější a častější údaje o stavu plodin. Ty se používají mnoha způsoby ke zlepšení výkonu provozu zemědělského podniku.

Pro průzkum polí o velikosti menší než 50 ha jsou drony levnější než dohled letadly s posádkou nebo satelitní zobrazování.

Převratný vodíkový pohon dronů

Baterie nejsou jediným pohonným zdrojem dronů. Velké drony s pevnými křídly nebo rotory často používají letecký petrolej,

a dosahují proto doby letu, která se neměří v minutách, ale v hodinách.

Oproti tomu se nyní staví nejnovější zdroj pro pohon malých dronů, a to je vodík. Vývoj palivových článků, které by splňovaly náročné podmínky pro pohon dronu, tedy malou hmotnost a velkou efektivitu, má za sebou desítky let komerčně neúspěšných pokusů. Je jasné, že uspět mohou pouze společnosti s obrovskými finančními prostředky a ochotou vložit je do technického vývoje. Takovou podmínku splňuje korejská společnost Doosan.

Proto také nové drony její dceřině společnosti Doosan Mobility Innovation (DMI) získaly na veletrhu CES 2020 (Las Vegas, USA, 7. až 10. ledna 2020) cenu CES Innovation Awards.

Drony s vodíkovými palivovými články Doosan se skládají z miniaturizovaného a lehkého systému palivových článků s polymerovou elektrolytovou membránou PEMFC (*Proton-Exchange Membrane Fuel Cells*).

Dron s palivovými články Doosan DS30 získal cenu Best of Innovation Award v kategorii Drones & Unmanned Systems. Powerpack DP30, který tento dron využívá a který obsahuje mobilní vodíkové palivové články, rovněž získal cenu Hoonoree v kategorii dr-

žitelnosti, ekologického designu a inteligentního využití energie. Dron společnosti Doosan na vodíkové palivové články významně rozšiřuje využití dronů tím, že prodlužuje dobu letu: zatímco drony napájené z baterií mohou létat pouze 20 až 30 min na jedno nabití, vodíkový dron vydrží více než 2 h letu.

Díky tomu mohou drony poháněné vodíkovými palivovými články obhospodařovat rozsáhlá pole během jednoho letu. Používání vodíkových dronů může také zlepšit bezpečnost pracovníků a předcházet nehodám při jejich použití pro letecké skenování výškových budov, lomů, mostů a dalších těžce přístupných prostor.

Petr V. Liška