



APLIKÁCIA PRÍPRAVKOV NA OCHRANU RASTLÍN POMOCOU UAV: LEGISLATÍVNY RÁMEC, SLEDOVANÉ PARAMETRE A PRÍKLADY TESTOVANIA

Valéria Longauerová ▪ Andrej Kunca ▪ Juraj Galko ▪ Milan Zúbrik
Jozef Vakula ▪ Andrej Gubka ▪ Roman Leontovyč
Michal Lalík ▪ Miriam Maľová ▪ Katarína Sujová ▪ Slavomír Rell
Christo Nikolov ▪ Marcel Dubec

Longauerová, V., Kunca, A., Galko, J., Zúbrik, M., Vakula, J., Gubka, A., Leontovyč, R., Lalík, M., Maľová, M., Sujová, K., Rell, S., Nikolov, Ch., Dubec, M.: Application of plant protection products using UAVs: Legislative framework, monitored parameters, and testing examples. APOL, 2026, vol. 7, no. 1, p. 67–71.

Abstract: This paper analyses the technical and legislative aspects of using unmanned aerial systems (drones) for the application of plant protection products (PPPs), with a particular focus on forestry. The aim is to evaluate the transition from diagnostic monitoring to active interventions and to identify critical barriers hindering their practical integration. The primary legislative obstacle arises from Directive 2009/128/EC and Act No. 405/2011 Coll., which classify drones as aerial application equipment subject to a general ban under Section 31. The paper discusses the impact of technical parameters – specifically the downwash effect and ultra-low volume (ULV) technology – on treatment efficiency and drift risks. It also addresses the international activities of the OECD expert group and relevant Slovak research initiatives. In conclusion, the paper states that overcoming the current legislative vacuum depends on the standardization of risk assessment methodologies and scientific confirmation of operational safety.

Key words: plant protection; UAV; dron; legislative framework; monitored parameters

Úvod

Drony (UAV) sa v posledných rokoch stávajú čoraz efektívnejším, dostupnejším a perspektívnejším nástrojom v lesnom hospodárstve a najmä v ochrane lesa. Hoci ich využitie v lesníckej praxi bolo donedávna obmedzené, technológia rýchlo napreduje a v blízkej budúcnosti sa stanú bežným pomocníkom lesného hospodára.

Tradične sa drony v lesníctve uplatňovali najmä pri pasívnom získavaní dát a monitoringu porastov. Medzi už overené a využívané oblasti patrí lesnícke mapovanie, zisťovanie rozsahu veľkoplošných kalamít (veternej či lykožrútovej), vyhľadávanie roztrúsenej kalamity, lokalizácia lesných požiarov či kontrola pestovno-ťažbových prác a uhadzovania haluziny. Pomocou klasických RGB kamier je možné merať skladové zásoby dreva alebo početnosť sadeníc v škôlkach. Obrovským prínosom je nasadenie multispektrálnych a infračervených kamier, ktoré dokážu odhaliť fyziologický stres drevín (napríklad pri napadnutí podkôrnym hmyzom alebo suchom) ešte predtým, ako stromy viditeľne zmenia farbu či už v dospelých lesoch alebo vo veľkoškôlkach. Drony sa využívajú aj na hodnotenie zaburinenia porastov na plánovanie vyžínania, skenovanie mikroreliéfu pomocou LIDAR technológie, či dokonca na výsadbu vo forme „výsevu“ semien so substrátom a hnojivom.

Súčasný vývoj však posúva drony od čisto monitorovacích úloh k aktívnym zásahom v lesnom prostredí. Vďaka zvyšujúcej sa nosnosti (kde moderné hexakoptéry bez problémov uvezú 30 až 50 litrov postrekovej zmesi) sa ako vysoko efektívne riešenie ukazuje cieľená aplikácia prípravkov na ochranu rastlín (POR). Zostupný prúd vzduchu generovaný rotormi drona (tzv. *downwash* efekt) navyše pomáha vháňať aplikovanú látku priamo do korún alebo listovej plochy, čo rovnomerne distribuuje postrek priamo v cieľovom poraste.

Táto interakcia zvyšuje prienikovú penetračnú schopnosť a environmentálnu bezpečnosť, čo umožňuje bezpečnú prácu aj v blízkosti ochranných pásiem, kde je konvenčná letecká aplikácia neprípustná.

Týmto krokom sa lesníctvo posúva k precíznym ochranným zásahom, ktoré si však vyžadujú prísne sledovanie letových, meteorologických a fyzikálnych parametrov pre zabezpečenie maximálnej bezpečnosti a účinnosti.

Legislatívny rámec

Podľa smernice EÚ (č. 2009/128/ES) a slovenskej legislatívy (zákon č. 405/2011 Z. z. o rastlinolekárskej starostlivosti) sú letecké aplikácie prípravkov na ochranu rastlín (POR) zakázané. Keďže aplikácia dronmi (UAV) sa definuje ako letecká aplikácia, podlieha rovnakému zákazu. Výnimky je možné udeliť len vo výnimočných prípadoch za prísne stanovených podmienok.

Keďže súčasná Smernica 2009/128/ES vznikala v čase, kedy sa drony ešte masovo nevyužívali, táto technológia v nej ani vo vnútroštátnej vyhláške č. 490/2011 Z. z. nie je špecificky konkretizovaná. Návrhy na vyňatie určitých kategórií bezpilotných lietadiel zo zákazu (napr. v rámci stratégie EÚ Z farmy na stôl) boli predložené, no neskôr stiahnuté pre nedostatok ucelených vedeckých dát o bezpečnosti aplikácie.

Použitie dronov na postrekovanie sa z hľadiska civilného letectva (zákon č. 143/1998 Z. z.) považuje za letecké práce (kategória B). Pilot na diaľku musí disponovať príslušným povolením, registrovaným dronom na Dopravnom úrade SR, poistením, vypracovanou prevádzkovou príručkou a musí viesť letový denník. Pre aplikáciu prípravkov na účely výskumu a vývoja je navyše nevyhnutné povolenie podľa vyhlášky č. 485/2011 Z. z.

Riešenie tohto stavu si vyžaduje urgentnú technickú štandardizáciu parametrov aplikácie.

Legislatívny vývoj

Európska únia v rámci stratégie „Z farmy na stôl“ pôvodne iniciovala reformu, ktorá mala drony čiastočne vyňať spod plošného zákazu. Návrh nariadenia z júna 2022 v článkoch 20 a 21 definoval podmienky pre výnimky pri aplikácii dronmi (zohľadňujúc **technické špecifikácie, počasie, topografiu, dostupnosť ULV prípravkov, precízne poľnohospodárstvo, výcvik pilotov atď.**). Návrh však bol stiahnutý pre kritický nedostatok vedeckých dát o bezpečnosti a expozícii, čo potvrdzuje, že aplikácia POR dronmi je dnes primárne technickým a odborným problémom. Pre zavedenie technických požiadaviek do praxe je nevyhnutné realizovať tieto kroky:

1. Prispôbenie metodiky hodnotenia rizík (expozícia operátora a prostredia) cez terénny výskum.
2. Vytvorenie referenčného scenára pre schvaľovanie POR aplikovaných dronmi.
3. Implementácia samostatného modulu odborného vzdelávania pre obsluhu aplikačných dronov podľa § 32 zákona č. 405/2011 Z. z.

Medzinárodná aktivita a rola Slovenska

S cieľom urýchliť zber údajov vznikla pod pracovnou skupinou OECD pre pesticídy expertná skupina pre bezpilotné letecké systémy (**Drone/UASS Subgroup**), ktorej v rokoch 2021 – 2024 predsedalo Slovensko. Táto skupina koordinuje medzinárodný výskum a definuje špecifické riziká dronov (toxikológia, biologická účinnosť) v porovnaní s pozemným postrekom. Činnosť skupiny, na ktorej sa podieľajú experti z USA, Kanady, Brazílie, Austrálie, Japonska, Švajčiarska a vybraných krajín EÚ (vrátane SR), je rozdelená do 5 pracovných balíkov:

1. Modelovanie úletu (drift curve model – EK zvažuje jeho financovanie).
2. Klasifikácia UASS.
3. Manuál pre bezpečný výkon aplikácie POR dronmi.
4. Vypracovanie správ a návrhov.
5. Revízia a tvorba nových ISO noriem.

Situácia na Slovensku a v EÚ

Väčšina štátov EÚ (vrátane SR, Poľska, Francúzska, Španielska, Talianska, Holandska a ďalších) **rutinnú aplikáciu POR dronom neumožňuje**, pretože absentujú postupy na hodnotenie rizík. Výnimkou je Česká republika (povolené len granuláty na báze bioagens) a Nemecko (výnimočné povolenia v konkrétnych vinohradoch).

Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR aktívne presadzuje koordináciu technických a legislatívnych štandardov na úrovni EÚ a OECD. Na Slovensku doteraz prebehli len výskumné pokusy (podľa § 21 zákona č. 405/2011 Z. z.):

- Pokusný projekt s Národným lesníckym centrom a VSD, a. s., bol zameraný na elimináciu inváznych náletových drevín agáta bieleho (*Robinia pseudoacacia*) v ochrannom pásme elektroenergetických vedení. Odstraňovanie pomocou aplikácie selektívnych herbicídov prebiehala kontinuálne počas dvoch vegetačných sezón v rokoch 2022 a 2023, pričom v tomto období sa nerealizovali žiadne iné mechanické zásahy. Zvolený manažment vykazoval vysokú efektivitu, čo potvrdil monitoring v roku 2024, kedy došlo k úspešnej asanácii a mechanickému odstráneniu kompletne vyschnutých jedincov z cieľového územia.

Na základe získaných výsledkov boli identifikované kritické faktory, ktoré je pre elimináciu chybovosti nevyhnutné kontinuálne monitorovať a štandardizovať. Ide predovšetkým o priestorové limity stanovišťa (sklon terénu, zúžený manipulačný priestor pod vodičmi vysokého napätia, presah porastu), vonkajšie podmienky (poveternostné vplyvy, viditeľnosť) a humánny faktor v podobe dĺžky letovej praxe pilota dronu.



Obrázok 1. Stav pod elektrovodmi pred a po zásahu dronom.

Figure 1. Condition of the area under power lines before and after drone intervention.

- V novembri 2024 sa pod odborným dohľadom ÚKSÚP-u uskutočnili prvé experimentálne aplikácie granulovaných prípravkov pomocou bezpilotných leteckých prostriedkov (UAV).
- V roku 2026 Národné lesnícke centrum – Lesnícka ochranná služba (NLC – LOS) spustilo dve nadväzujúce pilotné schémy. V spolupráci so spoločnosťou ENTERRA, s. r. o., a Mestskými lesmi Brezno sa začalo testovanie UAV technológií pri chemickej regulácii burinných spoločenstiev v mladých lesných výsadbách. Súbežne prebieha v kooperácii s OZ Šariš projekt zameraný na elimináciu invázneho druhu krídlatka (*Fallopia* spp.). Kľúčovým aspektom pri selektívnej regulácii burín je precízna konfigurácia aplikačných parametrov operátorom, nakoľko sa na cieľových plochách nachádzajú vysadené sadenice aj prirodzené náletové dreviny. V počiatočnej fáze testovania (optimalizácia dávkovania, výšky a rýchlosti letu) boli sadenice manuálne prekryvané, čo predstavuje neštandardný metodický postup slúžiaci na kalibráciu systému. Z hľadiska biologickej účinnosti vykazoval letecký zásah preukázateľne vyššiu efektivitu v porovnaní s konvenčným súbežne realizovaným ručným postrekom. Nadväzujúca fáza výskumu sa zameria na

implementáciu systémov automatickej identifikácie sadeníc a integráciu technológie selektívneho zapínania a vypínania trysiek (tzv. *spot spraying*) v reálnom čase počas preletu nad cieľovým objektom.



Obrázok 2. Aplikácia herbicidu na buriny.

Figure 2. Drone application of herbicide to weeds.

Parametre hodnotené pri aplikácii POR dronmi

Pri posudzovaní úspešnosti, biologickej účinnosti a environmentálnej bezpečnosti aplikácie dronmi sa sleduje široká škála parametrov, ktoré boli navrhované aj v európskych regulačných rámcoch: Definovanie technických štandardov je nevyhnutným krokom k vytvoreniu bezpečného referenčného scenára, ktorý umožní liberalizáciu UAV aplikácií. Pre verifikáciu bezpečnosti v lesnom prostredí je potrebné monitorovať nasledujúce skupiny parametrov:

A. Technické parametre bezpilotného systému (UAS)

- **Typ a konfigurácia zariadenia:** Sleduje sa počet a veľkosť rotorov. Pre postreky sa spravidla využívajú viacrotorové drony (napr. hexakoptéry), u ktorých rotory generujú zostupný prúd vzduchu (*downwash* efekt). Tento prúd pomáha rovnomerne vháňať postrekovú zmes priamo do korún alebo listovej plochy porastu.
- **Nosnosť (užitočné zaťaženie) a šírka záberu:** Moderné aplikačné drony disponujú nádržami s objemom 20 až 50 litrov. Efektívna šírka záberu (postrekového ramena) sa priamo podieľa na plošnej výkonnosti (napr. šírka postreku 9 m umožňuje pokryť až 16 ha za letovú hodinu).
- **Rýchlosť letu a prevádzková výška:** Tieto faktory priamo ovplyvňujú dávkovanie a čas expozície na cieľovú plochu.
- **Dopad na prax:** Vyžaduje sa extrémne presná synchronizácia dávkovania s dynamikou letu, aby nedochádzalo k nerovnomernosti aplikácie pri zmenách rýchlosti.

B. Poveternostné a environmentálne podmienky

- **Rýchlosť vetra a teplota vzduchu:** Kritické parametre z hľadiska úletu postrekovej hmly (driftu). Limitné hodnoty sú dôležité pre zabránenie kontaminácie susedných (necieľových) biotopov a bezpečnosť obsluhy.

- **Topografia a sklon terénu:** Výrazný sklon terénu v lesnom prostredí sťažuje udržanie konštantnej výšky dronu nad porastom.
- **Viditeľnosť terénu a prekážky:** Prítomnosť nadzemných vedení, suchých stromov alebo znížená viditeľnosť limitujú manévrovací a bezpečný pracovný priestor.
- **Dopad na prax:** Výrazný sklon terénu bez pokročilých senzorov na sledovanie povrchu (*Terrain Following*) vedie k nehomogénemu pokrytiu a zvyšuje riziko kontaminácie susedných biotopov.

C. Biologické a aplikačné parametre

- **Charakteristika porastu:** Výška drevín, zápoj, presah porastu do ochranných pásiem (napr. pod elektrovodmi).
- **Koncentrácia a úlet postrekovej hmly:** Hodnotenie úletových kriviek (*drift curve models*) a aplikácia s ultranízkooobjemovým obsahom účinnej látky (ULV).
- **Dopad na prax:** ULV technológia vyžaduje maximálnu presnosť navigácie; pri nízkej rýchlosti alebo zaváhaní pilota hrozí akútne riziko fytotoxicity v dôsledku nadmernej koncentrácie účinnej látky na jednom mieste.

Humánnny faktor: Úroveň výškolenia a dĺžka praxe pilota.

Záver

Hoci sú drony vnímané ako perspektívna technológia, legislatívne sú stále klasifikované ako letecká aplikácia, ktorá je primárne zakázaná a povolená len vo výnimočných prípadoch. Hlavnou bariérou pre širšie využitie nie je len chýbajúca legislatívna úprava, ale najmä absencia vedeckých dát a technických štandardov potrebných na objektívne posúdenie bezpečnosti a rizík pre životné prostredie.

Podakovanie

Práca vznikla vďaka finančnej podpore v rámci projektov Lesnícka ochrannárska služba a projektu „PROMOLES“ – projekty financované z rozpočtovej kapitoly MPRV SR (prvok 08V0301). Táto publikácia vznikla aj vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Centrum excelentnosti lesnícko-drevárskeho komplexu LignoSilva; (kód ITMS: 313011S735) spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja. Štúdiá bola financovaná Európskou komisiou v rámci projektu LignoSilva [Grant Agreement #101059552] v rámci akcie Horizon Europe Teaming for Excellence.

Literatúra

Škarbová, B., 2026: Aktuálna legislatíva SR a EÚ upravujúca aplikáciu prípravkov na ochranu rastlín pomocou UAV a jej obmedzenia.

Galko, J., Kunca, A., Nikolov, Ch., Rell, S., Jurovic, M.: Practical use of drones in forest protection. APOL, 2019, vol. 1, no. 1, p. 28–33.

<https://www.zakonypreludi.sk/>

<https://eur-lex.europa.eu/>

ADRESA

Ing. Valéria Longauerová, PhD.

Národné lesnícke centrum – Sekcia pre vedu a výskum

T. G. Masaryka 2175/22

SK-960 01 Zvolen

e-mail: valeria.longauerova@nlcsk.org