

POTENCIÁL DRONŮ PRO DETEKCI STROMŮ NAPADENÝCH KŮROVCEM

TOMÁŠ KLOUČEK, JAN KOMÁREK

Mgr. Ing. TOMÁŠ KLOUČEK, Ph. D. Působí na Fakultě životního prostředí ČZU jako odborný asistent. Je součástí výzkumné skupiny zaměřené na využitelnost dálkového průzkumu Země v aplikované ekologii. Jeho současné výzkumné aktivity jsou spojeny se studiem časoprostorové dynamiky šíření lýkožrouta smrkového v lesních porostech a obecně se studiem změny krajinného pokryvu.

Ing. JAN KOMÁREK, Ph. D. Působí jako pedagogicko-vědecký pracovník na Katedře aplikované geoinformatiky a územního plánování na Fakultě životního prostředí ČZU v Praze. Zajímá se o aplikaci GIS a dat dálkového průzkumu Země pro hodnocení krajinného pokryvu a odvozených environmentálních modelování, především využitelnosti a efektivity bezpilotních systémů pro studium a hodnocení krajiny.

Probíhající změna klimatu se projevuje mimo jiné i disturbancemi lesních ekosystémů, zvláště významná jsou narušení porostů způsobená hmyzem. Minimálně po letošním roce asi každý slyšel o kůrovci, resp. o kůrovcové kalamitě, která likvidovala především severní Moravu a Slezsko. Onen skloňovaný kůrovec – lýkožrout smrkový je významným hospodářským škůdcem obzvláště ve starších stejnověkých smrkových porostech, kde dokáže působit obrovské ekologické a ekonomické škody. Sledování vývoje kůrovcové aktivity je jednou z podmínek umožňujících včasná lesnická opatření zamezujících jeho šíření. Ideálním řešením pro monitoring kůrovce, a zejména včasnou detekci, je dálkový průzkum Země, obzvláště bezpilotní letecké systémy (drony). Ty jsou dnes používány pro nejrůznější vědecké i průmyslové aplikace a jsou vhodné i pro detekování napadených stromů. Princip našeho výzkumu je založen na detekci změn ve spektrální odrazivosti stromů pomocí upraveného digitálního fotoaparátu. Lýkožrout smrkový (dále jako kůrovec) napadá především ležící stromy nebo oslabené stojící jedince. Za normálních okolností strom dokáže napadení odolávat, nicméně v případě přemnožení kůrovce přestává autoregulační schopnost stromu postačovat a dochází k napadení zdravých stromů. Rojení kůrovce může navíc za příznivých podmínek probíhat i několikrát za sezónu.

Kombinace těchto faktorů má za následek tzv. kůrovcovou kalamitu, tedy stav, kdy lesní porost není schopen odolávat útokům kůrovce a dochází k masivnímu napadení stromů, a tím k jejich velkoplošnému odumírání. Nejeefektivnější ochranou proti takovým událostem je prevence, tedy např. výsadba smíšených porostů a podpora přirozených funkcí lesního ekosystému. V případě hospodářského lesa je ale často v praxi kladen důraz spíše na ekonomickou složku hospodaření, nežli na zohledňování environmentálních požadavků. Zvýšená aktivita kůrovce způsobuje obrovské škody, pro jejichž zmírnění je nezbytně nutné včas identifikovat kůrovcem napadené stromy v porostu. Identifikace stromů většinou probíhá standardním způsobem, tedy pochůzkami lesního hospodáře v porostu a s využitím jeho odborných znalostí a zkušeností dochází k nalezení napadených stromů. Mnohdy však bývá včasné odhalení napadených stromů obtížné, a to zejména v počáteční fázi napadení, kdy je koruna stromů stále zelená. Zřetelné vizuální projevy napadení jsou vidět většinou, až když je vývoj nové generace kůrovce téměř dokončen, nebo nová generace strom opouští. Informace o aktuální četnosti, resp. intenzitě napadení jsou také často získávány s využitím lapáků a lapačů, které jsou zpravidla využívány jako přímá obranná opatření zamezující šíření škůdce v porostu.



Ilustrace bezpilotního systému vybaveného multispektrální kamerou. Foto Michal Hnátek

Bezzásahové zóny národních parků, kde je zcela omezena hospodářská činnost, jsou unikátními lokalitami a pro pochopení dynamiky šíření škůdce velmi důležitými ekosystémy. Význam těchto prostředí roste s potřebou porozumění prostorové a časové dynamiky hmyzích disturbancí, které nejsou ještě zcela popsány a pochopeny. Vzhledem k tomu, že tyto porosty jsou zanechány samovolnému vývoji, a tudíž se zde proti kůrovci ani jiným biotickým škodlivým činitelům nezasahuje, nabízí se možnost sledovat všechna vývojová stadia kůrovce a pozorovat reakci napadených stromů na jeho vývoj. Tyto bezzásahové porosty se často nacházejí v nepřístupném a vertikálně členitém terénu, kde musí navíc sběr terénních dat probíhat neinvazivně. Nabízí se proto využití distančních metod dálkového průzkumu Země, které lze aplikovat hned v několika měřítcích. Tradiční techniky dálkového průzkumu Země využívají družicové systémy s prostorovým rozlišením v řádu jednotek, častěji desítek metrů. Vzhledem k četnosti snímání jsou ideální k dlouhodobému monitoringu šíření škůdce v prostoru, resp. studiu časoprostorové dynamiky. V současnosti populární bezpilotní systémy (drony, Obr. 1) jsou alternativou k tradičním přístupům a jsou ceněny obzvláště kvůli vysokému prostorovému rozlišení a časové variabilitě. S jejich využitím lze provádět analýzy na úrovni konkrétních stromů a jednoznačně tak identifikovat napadené jedince.



Detail zájmové lokality, pohled do porostu s kůrovcovým okem. Foto Michal Hnátek

Základním principem technik dálkového průzkumu Země je sledování spektrálních vlastností objektů, tedy hodnot odrazivosti v různých částech elektromagnetického záření, převážně optického spektra. Běžný digitální fotoaparát snímá ve třech částech spektra - modrém, zeleném a červeném. Úpravou kamery lze snímat navíc i v blízkém infra-červeném spektru, které je obzvláště vhodné k pozorování vegetace a je citlivé na její změny. S využitím těchto nízkonákladových řešení máme k dispozici čtyři zdroje informací pro detekci napadených jedinců. S využitím obou typů kamer provedla Správa KRNP snímání části porostu v bezzásahové zóně v nadmořské výšce cca 950 m n. m. (Obr. 2), kde kůrovec zpravidla stihne dokončit jednu generaci

svého vývoje. Podařilo se tak získat unikátní časovou řadu snímků, která popisuje změny spektrálních vlastností napadených stromů ve čtyřech různých obdobích - vývojových fázích kůrovce. S využitím pokročilých technik analýzy obrazu došlo k přesné polo-automatizované identifikaci jednotlivých korun stromů v zapojeném porostu (Obr. 3). Důkladným sledováním spektrálních vlastností infikovaných stromů se podařilo vytvořit kompletní spektrální křivku, tedy popsat probíhající změnu ve vlastnostech infikovaného stromu od počátku napadení až po jeho odumření. Výsledky dokazují, že spektrální změnu lze identifikovat i s využitím obyčejných kamer a není tak nezbytně nutné využít velmi drahých profesionálních přístrojů, které jsou koncovým uživatelům navíc finančně i uživatelsky nedostupné. I když lze na základě dosažených výsledků konstatovat detekovatelnost napadených stromů pomocí obyčejných kamer se zvýšenou citlivostí v blízkém infračerveném pásmu, a to dostatečně brzy pro provedení vhodného lesnického zásahu, pro velmi včasnou detekci se nabízí jejich nahrazení pokročilejšími technologiemi (například profesionálními multispektrálními nebo hyperspektrálními kamerami). Jejich skutečný potenciál je však předmětem našeho dalšího výzkumu. Navíc ukáže až čas, zdali jsou bezpilotní letecké systémy využitelné pro běžnou lesnickou praxi v hospodářských lesích.



Detail zájmové lokality, orto-rectifikovaná mozaika v rozlišení 3 cm. Autorem je řešitelský tým.

Detekce a monitoring kůrovce je předmětem dlouhodobého výzkumu ve spolupráci Správy KRNP, Katedry hospodářské úpravy lesů FLD ČZU a Katedry aplikované geoinformatiky a územního plánování FŽP ČZU. Rádi bychom poděkovali Přemkovi Janatovi (KRNP), Bedřichu Vašíčkovi (KRNP) a Peterovi Surovému (FLD ČZU) za neustále probíhající spolupráci. Poděkování patří i Václavu Jansovi (KRNP) za ochotu a příslib další spolupráce a Ondřeji Lagnerovi za vytrvalou terénní práci. Pro projekt vznikla webová prezentace <http://kurovec.czu.cz>.