

DRONY

PŘECEŇOVANÝ FENOMÉN, NEBO NÁSTROJ PRO VČASNOU DETEKCI KŮROVCE?

Jan Komárek

Kůrovec. Kontroverzní brouk, který dostal své popularitě po letošním jaru, kdy prošla médií celá řada zpráv o kůrovcové kalamitě. Kalamita, která zasáhla především severní Moravu, Slezsko a jižní Čechy, byla označována za přírodní katastrofu a lesní hospodáři žádali po státu zavedení zvláštních opatření. Lýkožrout smrkový neboli kůrovec je významným škůdcem, který dokáže působit nemalé škody na smrkových porostech a tím i nepřímo značně ovlivňovat ekonomiku lesního hospodářství. Pro boj s kůrovcem je velice přínosná včasná detekce napadených stromů a jejich co možná nejrychlejší následná asanace, která zabrání uzavření vývojového cyklu lýkožrouta. Monitoring napadených stromů se obvykle provádí terénními pochůzkami a vizuální kontrolou porostů, jejíž účinnost lze zvýšit metodami dálkového průzkumu Země, zejména bezpilotními leteckými systémy (drony). Ke včasné detekci napadených stromů se využívá změn vlastností stromu pozorovatelných v různých částech elektromagnetického spektra. Tyto změny je možné kvantifikovat jak pomocí relativně drahých profesionálních senzorů, tak i běžně dostupných digitálních fotoaparátů.

Zvýšená aktivita kůrovce způsobuje obrovské environmentální a ekonomické škody, proto je důležité včas identifikovat kůrovcem napadené stromy. Identifikace a monitoring stromů probíhá většinou terénními pochůzkami zkušeného lesního hospodáře, pro zvýšení účinnosti detekce je ale vhodné využít také technik dálkového průzkumu Země. Družicové snímky, které disponují obecně hrubším prostorovým rozlišením, lze využít pro stanovení dlouhodobé dynamiky vývoje napadeného porostu nebo pro predikci možného budoucího vývoje kůrovce v prostoru. Pro detailní identi-

fikaci napadených stromů je ale vhodnější využít předností bezpilotních systémů (především díky jejich flexibilitě). Ty jsou dnes používány pro nejrůznější vědecké i průmyslové aplikace, jejich pravý potenciál je však stále předmětem výzkumu.

PRINCIP DETEKCE NAPADENÉHO STROMU

Detekce napadení kůrovcem je založena na změně ve spektrálních vlastnostech stromu v průběhu času. Spektrální vlastností lze rozumět schopnost stromu odrazet dopadající záření v různých částech elektromagnetického spektra. Obyčejný kompaktní fotoaparát (stejně jako lidské oko) je schopen zaznamenávat záření v červené, zelené a modré složce spektra (známé jako RGB). Pokročilejší senzory jsou schopny snímat i ve vyšších vlnových délkách, zejména v blízkém infračerveném pásmu (NIR). Toto pásmo citlivě reaguje na změnu obsahu chlorofylu a je tak vhodné k hodnocení změn zdravotního stavu vegetace.

Cílem výzkumu týmu ČZU v Praze a Správy KRNAP bylo zjistit, do jaké míry lze identifikovat napadení jednotlivých stromů kůrovcem s využitím obyčejného upraveného kompaktního fotoaparátu se zvýšenou citlivostí právě v NIR zavěšeného na bezpilotním prostředku. Správa

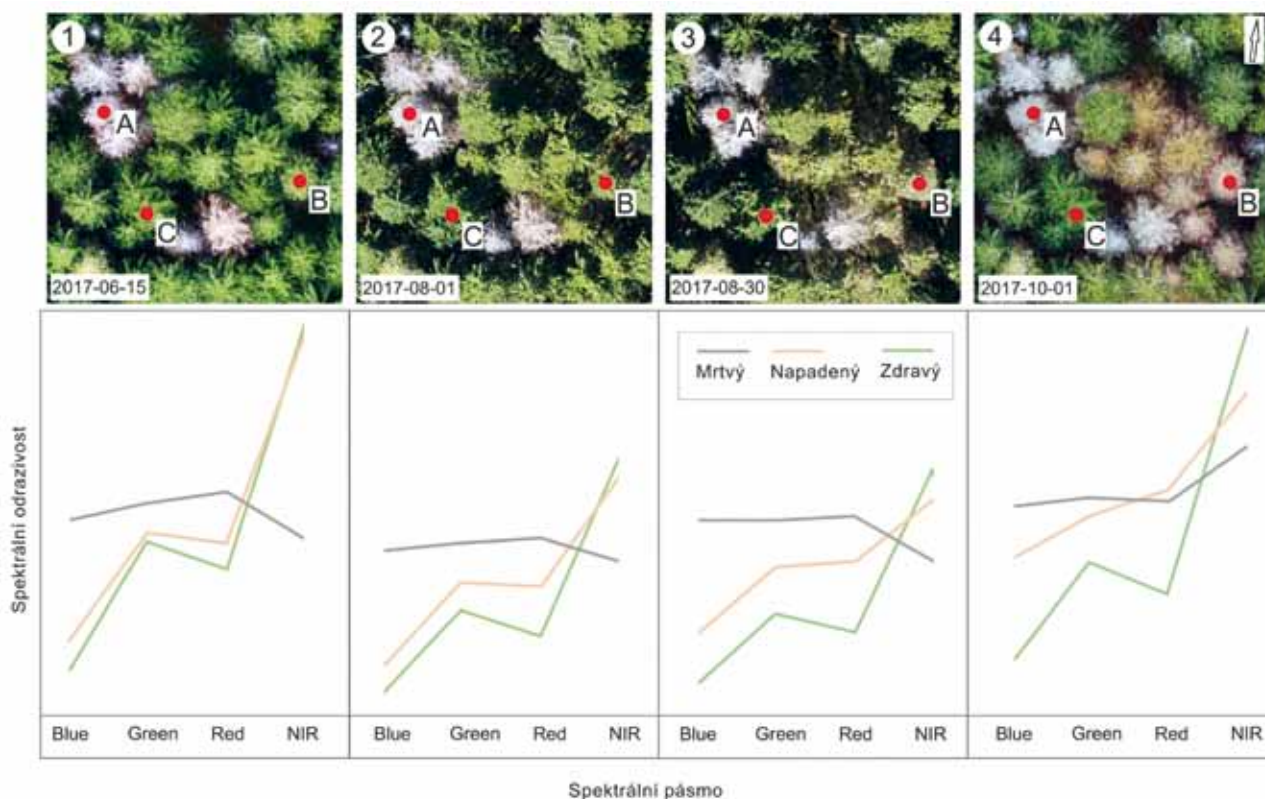
KRNAP takto snímkovala část porostu v bezzásahové zóně v nadmořské výšce cca 950 m n. m. (obr. 1), kde kůrovec zpravidla stihne dokončit jen jednu generaci svého vývoje a jeho vývoj je celkově pozdější a pomalejší než v nižších polohách. Bezzásahové zóny jsou totiž unikátními lokalitami pro pochopení dynamiky jeho šíření. Tato území jsou ponechána samovolnému vývoji a proti kůrovcovi ani jiným biotickým škodlivým činitelům se zde nezasahuje. Proto se nabízí možnost sledovat všechna vývojová stadia kůrovce a pozorovat reakci napadených stromů na vývoj podkorního hmyzu. Díky kombinaci bezzásahové lokality a nízkonákladového řešení jsme získali RGB a NIR snímky v odlišných fázích napadení: (a) zelená fáze (půlka června, počáteční fáze napadení); (b) zelená pokročilá fáze (začátek srpna, stadium larev); (c) žlutá fáze (konec srpna, dokončen vývoj nové generace) a (d) červená/šedá fáze (konec září, napadené stromy jsou kůrovcem již opuštěny).

VÝSLEDKY VÝZKUMU

Podářilo se nám tak získat unikátní časovou řadu snímků, která popisuje změny spektrálních vlastností napadených stromů ve čtyřech odlišných vývojových stadiích kůrovce. Analýzou obrazu jsme přesně



Obr. 1: Šikmý pohled do zájmové lokality.
Autor: Přemysl Janata, KRNAP.



Obr. 2: Spektrální vlastnosti stromů v jednotlivých fázích napadení kůrovcem. Stromy: A = mrtvý, B = napadený, C = zdravý. Napadený strom prochází: 1 = zelenou, 2 = zelenou pokročilou, 3 = žlutou, 4 = červenou/šedou fází napadení. Spektrální pásma Blue = modrá, Green = zelená, Red = červená, NIR = blízká infračervená část elektromagnetického spektra. Autor: řešitelský tým.



Obr. 3: Zaměřování vlíčovacích bodů pro vytvoření geometricky přesné ortofotomozaiky. Foto: Ondřej Lagner.

identifikovali jednotlivé koruny stromů v zapojeném porostu a rozborem spektrálních vlastností stromů napříč všemi snímky jsme vytvořili kompletní spektrální křivku napadeného stromu. Tím jsme de facto popsali probíhající změnu ve vlast-

nostech stromu od počátku napadení až po jeho odumření (obr. 2). Z výsledků je patrné, že spektrální změna napadeného stromu je pozorovatelná již krátce po jeho napadení. Výsledek nás tak přivádí k závěru, že lze včasné a plošně detekovat napadené stromy v porostech. Popsané změny ve spektrálních vlastnostech zdravých, napadených i odumřelých stromů jsou unikátní bázi znalostí, která slouží dalšímu bádání.

Závěrem lze tedy říci, že k detekci napadeného jedince mnohdy postačí i běžně dostupný digitální fotoaparát, který je upraven k vyšší citlivosti na infračervené spektrum. Na trhu ovšem existují profesionální řešení, která dokáží snímat i další složky spektra, a nabízí se tak využít těchto pokročilých senzorů pro zlepšení dosavadních výsledků. Potenciál těchto senzorů není ovšem zatím zcela objasněn, navíc profesionální zařízení často vyžaduje vysoké investiční náklady i zvýšené náklady a požadavky na uživatelskou obsluhu. Testování těchto řešení je dalším cílem našeho týmu, stejně tak testování metodiky na dalších územích, především hospodářských lesích. Jedině tak lze dosáhnout zo-

becnění našich závěrů a případného zavedení postupů do běžné lesnické praxe.

Pozn.: Poděkování patří Bedřichu Vašíčkovi, který letos na FLD ČZU obhájil diplomovou práci na toto téma a podpořil tak naši myšlenku pro dlouhodobý výzkum. Detekce a monitoring kůrovce je předmětem dlouhodobého výzkumu ve spolupráci Územního pracoviště KRMAP v Peci pod Sněžkou, Pracoviště informatiky a GIS Správy KRMAP, Katedry hospodářské úpravy lesů FLD ČZU a Katedry aplikované geoinformatiky a územního plánování FŽP ČZU. Pro projekt vznikla webová prezentace <http://kurovec.czu.cz>, kde jsou postupně zveřejňovány všechny dílčí výsledky, metodiky, literatura i fotogalerie. Článek vznikl za přispění Přemysla Janaty, Bedřicha Vašíčka, Petera Surového, Tomáše Kloučka a Petry Šímové.

Autor:

Ing. Jan Komárek
Katedra aplikované geoinformatiky
a územního plánování
FŽP ČZU v Praze
E-mail: komarekjan@fzp.czu.cz