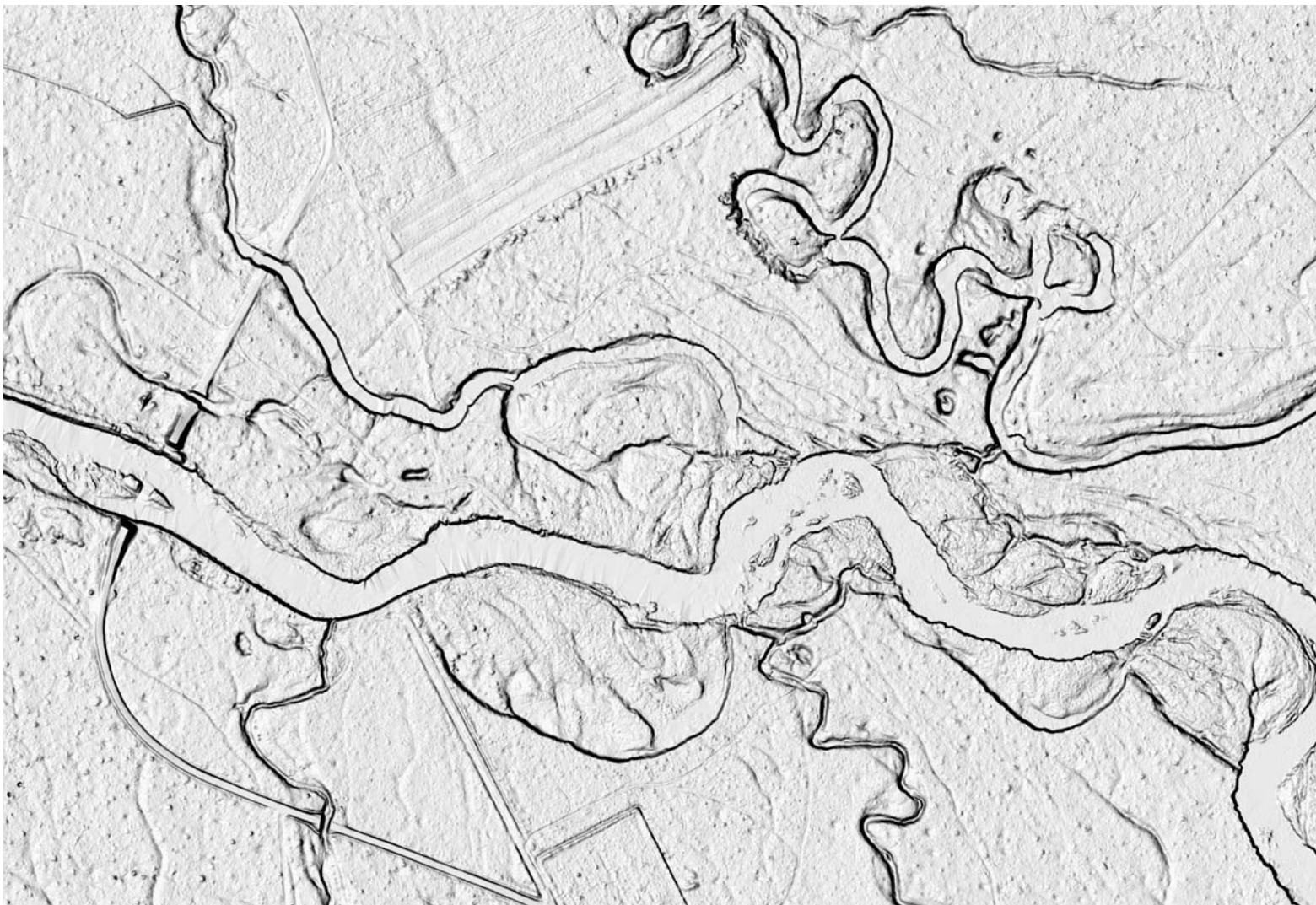


Management komárů v CHKO Litovelské Pomoraví

Jan Brus

Mokřady patří mezi nejvýznamnější, ale současně i světově nejohroženější ekosystémy. Podílejí se na koloběhu vody v přírodě, udržují vodu v krajině, příznivě ovlivňují podnebí velkým výparem, pohlcují nadbytečný oxid uhličitý z ovzduší a poskytují stanoviště pro řadu chráněných a významných druhů ryb, ptáků a bezobratlých¹. Význam mokřadů je tedy i ve zmírňování klimatických změn a povodní. V neposlední řadě jsou mokřady významnými centry biodiverzity – jsou biotopem specifických spole-

čenstev a jinde se nevyskytujících nebo vzácných druhů rostlin, živočichů, hub a mikroorganismů. Mezi mokřady mezinárodního významu v České republice patří také CHKO Litovelské Pomoraví, kdy je lokalita významná zejména díky přirozeně meandrující řece Moravě. Nedílnou součástí území jsou i početné populace komárů, které k danému biotopu lužních lesů neodmyslitelně patří². Cestu k nalezení rovnováhy při řešení kalamitních stavů komárů zde řeší projekt MOSPREMA.



Obr 1 Část 3D modelu území vizualizovaný pomocí stínovaného reliéfu. Datový podklad PRIMIS, © Univerzita Palackého v Olomouci

Ojedinělá říční delta

Řeka Morava se všemi projevy recentní činnosti vytváří v komplexu lužních lesů s enklávami luk ojedinělou vnitrozemskou říční deltu. V inundačním území je množství trvalých i periodických vodních ploch a mokřadů převážně slatinného typu. Vysoká diverzita krajinných prvků podmiňuje výskyt řady vzácných rostlinných i živočišných druhů a jejich společenstev. Komáři zde tvoří základní stavební kámen potravního řetězce, na který je navázána celá řada živočichů včetně obojživelníků, ryb a ptáků. Na lokalitě jsou nejčastěji zastoupeny z jarních druhů *Ochlerotatus cantans*, *O. cataphylla* a *O. communis*, z letních pak *O. sticticus*, *Aedes vexans* a zřídka též *Culex pipiens*.

Při zvýšení hladin místních toků je však lužní les postupně zaplavován přes systém kanálů (smoh) a voda se mnohdy dostává až na louky a pole v okolí extravilánu. Samotný lužní les a takto zaplavená území tvoří ideální lůžniště pro komáry, a periodicky, v závislosti na počasí, dochází k jejich přemnožení. Zásadním problémem jsou zejména dospělci, kteří výrazně pronikají i do přilehlých okolních obcí. Tato situace především v letních měsících negativně ovlivňuje nejen kvalitu života, ale i možnost trávení volného času ve volném prostoru. Velkým problémem jsou tedy letní rozlivy, kdy komár absolvuje celý vývojový cyklus za velmi krátkou dobu (při vhodné teplotě



Komáří larvy. Foto Jiří Nevima

např. 7–10 dní). Právě vzhledem k množství obcí a obyvatel žijících v okolí CHKO dochází vlivem přemnožení komárů k nutným hygienickým opatřením a tlakům na plošnou aplikaci především larvicidních přípravků i do jednotlivých zón CHKO. Profesionální regulace komárů tak při zachování všech právních podmínek ochrany

přírody představuje základní a často jediný předpoklad rozvoje regionu jako oblasti pro volnočasové aktivity a rekreaci v blízkosti města.

Potřebný je vyvážený přístup

Nicméně navzdory politickým snahám věnovaným ochraně mokřadů se současně evropské politiky detailně nezabývají potřebou vyváženého přístupu k managementu stavů komárů, aby se zmírnily negativní vlivy na zdraví obyvatel, jejich kvalitu života a současně byly zajištěny cíle pro ochranu mokřadů. V rámci celé Evropy tak lze nalézt rozdílné přístupy především k otázce zásahů do chráněných území a plošné aplikace biocidních přípravků. Jedním z nejčastěji aplikovaných biocidních přípravků je larvicid Vectobac, který obsahuje bakterii *Bacillus thuringiensis israelensis* (Bti). Ta se v mnoha zemích používá jako biologický larvicid k hubení dvoukřídlého hmyzu podřádu Nematocera (dlouhoroží), zejména komárů a muchniček. Obecně se uznává, že Bti je cíleně specifický a účinný, s nízkým potenciálem vzniku rezistence u cílových druhů. Nicméně i když může mít Bti pouze



Obr 2 Postřikovací dron DJI. Archiv Univerzity Palackého v Olomouci

1 WALICZKY, Zoltan, *et al.* Important Bird and Biodiversity Areas (IBAs): their impact on conservation policy, advocacy and action. Bird Conservation International, 2019, 29.2: 199–215.

2 ČUPA, Petr. Lužní les v nivě Moravy a Dyje: Floodplain forests the Morava and Dyje rivers. [Břeclav]: Biosférická rezervace Dolní Morava. 2009, ISBN 978-80-254-5753-5.



Obr 3 Fotografie senzorového setu instalovaného v tůni. Foto Jan Brus

minimální přímé účinky na necílové organismy (NTO), může být potenciálně spojen s domino- vými účinky na potravní řetězce a další vlastnosti ekosystému, včetně jeho fungování a biologické rozmanitosti. Důkazy z předchozích výzkumů se různí, přičemž některé z nich neprokázaly žádné nepřímé účinky na biologickou rozmanitost a vlastnosti na úrovni ekosystému, jiné však naznačují, že takové účinky možné jsou.

Bti vytváří krystalické agregáty obsahující mnohočetné toxiny, které narušují střevní stěnu organismů, které mají v trávicím traktu zásadité prostředí, což je typické právě pro *Nematocera*³. V současné době se Bti komerčně vyrábí v různých formách a používá se celosvětově. Bti obvykle způsobuje 90–100% mortalitu larev cílových organismů, přičemž přímé dopady na jiné vodní a suchozemské druhy jsou obecně omezené nebo žádné⁴, zejména ve srovnání s alternativními chemickými prostředky⁵. Necílovými organismy, které vykazují určitou citlivost vůči Bti, jsou stejně jako komáři nejčastěji zástupci řádu Diptera. Zejména pakomáři (*Chironomidae*)

mohou být k aplikaci Bti citliví⁶, přestože v dávkách více než desetkrát vyšších, než jsou dávky doporučené pro regulaci komárů⁷. Proto je nutné během aplikace látku precizně dávkovat s ohledem na parametry vody a specifika dané oblasti. Například snížení biomasy dospělých komárů o 90–100 % po aplikaci Bti může odstranit důležitý zdroj potravy pro suchozemské organismy. Důkazy z dlouhodobější studie skutečně naznačují, že snížení biomasy komárů a pakomárů z mokřadů ošetřených Bti mění potravu ptáků, což následně snižuje jejich úspěšnost rozmnožování⁸. Pro účinný management komárů je tedy nutné zvažovat celou řadu proměnných a nalézt efektivní opatření, která by umožňovala všem zainteresovaným stranám přijmout účinné, a především ekologicky vhodné přístupy. V České republice nejsou integrované přístupy k managementu komárů běžné, a neexistuje ani komplexní dlouhodobá managementová strategie kontrolující stavy komárů ve vztahu k ochraně přírody. V zahraničí se této problematice věnují dlouhodoběji a je možné tyto přístupy nalézt. Nicméně se i v rámci Evropy jedná spíše

o lokálně specifické projekty a iniciativy. Za vzorové státy lze považovat Švédsko, Německo nebo Rakousko. Je nutné poznamenat, že managementová strategie se odvíjí od velikosti území ochrany. Na menších územích není z ekonomického hlediska výhodné používat vrtulníky nebo letadla, operativnější je používat drony nebo pozemní ošetření. Vše je také závislé na samotném území, kdy největší překážkou bývají stromy nebo nepropustná vegetace.

Projekt MOSPREMA

V oblasti Litovelského Pomoraví od roku 2013 funguje spolupráce obcí, které podepsaly Smlouvu o spolupráci při likvidaci komárů. Spolupráce spočívá ve vzájemné informovanosti, předávání informací a tvorbě jednotné strategie při řešení kalamitních stavů. Tato spolupráce byla v roce 2017 rozšířena v rámci projektu „Multiplatformní systém pro identifikaci a správu komářích lůhnišť“, kdy vzniklo řešení pro monitoring a správu tůní, které tvoří významné lůhniště komárů. Zkušenosti a snaha o komplexní přístup

3 POOPATHI, Subbiah; ABIDHA, S. Medium for the Production of Biopesticides (*Bacillus sphaericus* and *Bacillus thuringiensis* subsp. *israelensis*) in Mosquito Control. *Journal of Economic Entomology*, 2009, 102.4: 1423–1430.

4 SCHÄFER, Martina L.; LUNDSTRÖM, Jan O. Efficiency of Bti-based floodwater mosquito control in Sweden—four examples. *Journal of the European Mosquito Control Association*, 2014, 32: 1–8.

5 MARINA, Carlos F., *et al.* Efficacy and non-target impact of spinosad, Bti and temephos larvicides for control of *Anopheles* spp. in an endemic malaria region of southern Mexico. *Parasites & Vectors*, 2014, 7.1: 1–10.

6 ALLGEIER, Stefanie; KÄSTEL, Anna; BRÜHL, Carsten A. Adverse effects of mosquito control using *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis*: reduced chironomid abundances in mesocosm, semi-field and field studies. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 2019, 169: 786–796.

7 LIBER, Karsten; SCHMUDE, Kurt L.; RAU, Daniel M. Toxicity of *Bacillus thuringiensis* var. *israelensis* to chironomids in pond mesocosms. *Ecotoxicology*, 1998, 7.6: 343–354.

POULIN, Brigitte; LEFEBVRE, Gaetan; PAZ, Leire. Red flag for green spray: adverse trophic effects of Bti on breeding birds. *Journal of Applied Ecology*, 2010, 47.4: 884–889.

vedly k realizaci komplexního projektu „MOSPREMA Predikce a management kalamitních stavů komárů pro zachování biodiverzity v lužních lesích“, který je podpořen prostřednictvím Norských fondů (www.mosprema.upol.cz). Podstatou projektu je pomocí moderních geoinformačních metod a nejnovějších vědeckých poznatků vytvořit a ověřit nové postupy pro integrovaný management území s cílem minimalizovat každoročně se opakující kalamitní stavy komárů, se zvláštním zřetelem na zachování biodiverzity v CHKO Litovelské Pomoraví a jeho bezprostředního okolí. Projekt je rozdělen do několika pracovních balíčků, které zahrnují jednotlivé fáze budování integrovaného managementu. Základním stavebním kamenem celého projektu jsou získaná data, která umožňují provádět detailní prostorové analýzy. Výchozí datovou sadou je digitální model reliéfu a povrchu, který byl získán leteckým laserovým skenováním a doplněn skenováním laserem z dronu. Byli jsme schopni získat velmi podrobná data a vytvořit model s rozlišením až 20 cm na pixel celého území (Obr. 1). Tato data jsou velmi cenná z pohledu možnosti využití pokročilých algoritmů pro detekci tůní a hydrologické analýzy. Pro doplnění informací využíváme ortofoto snímky oblasti včetně snímků v pásmu NIR.

V terénu se tak pracovníci měst a obcí nyní zaměřují pouze na monitoring aktuálního stavu líhnutí

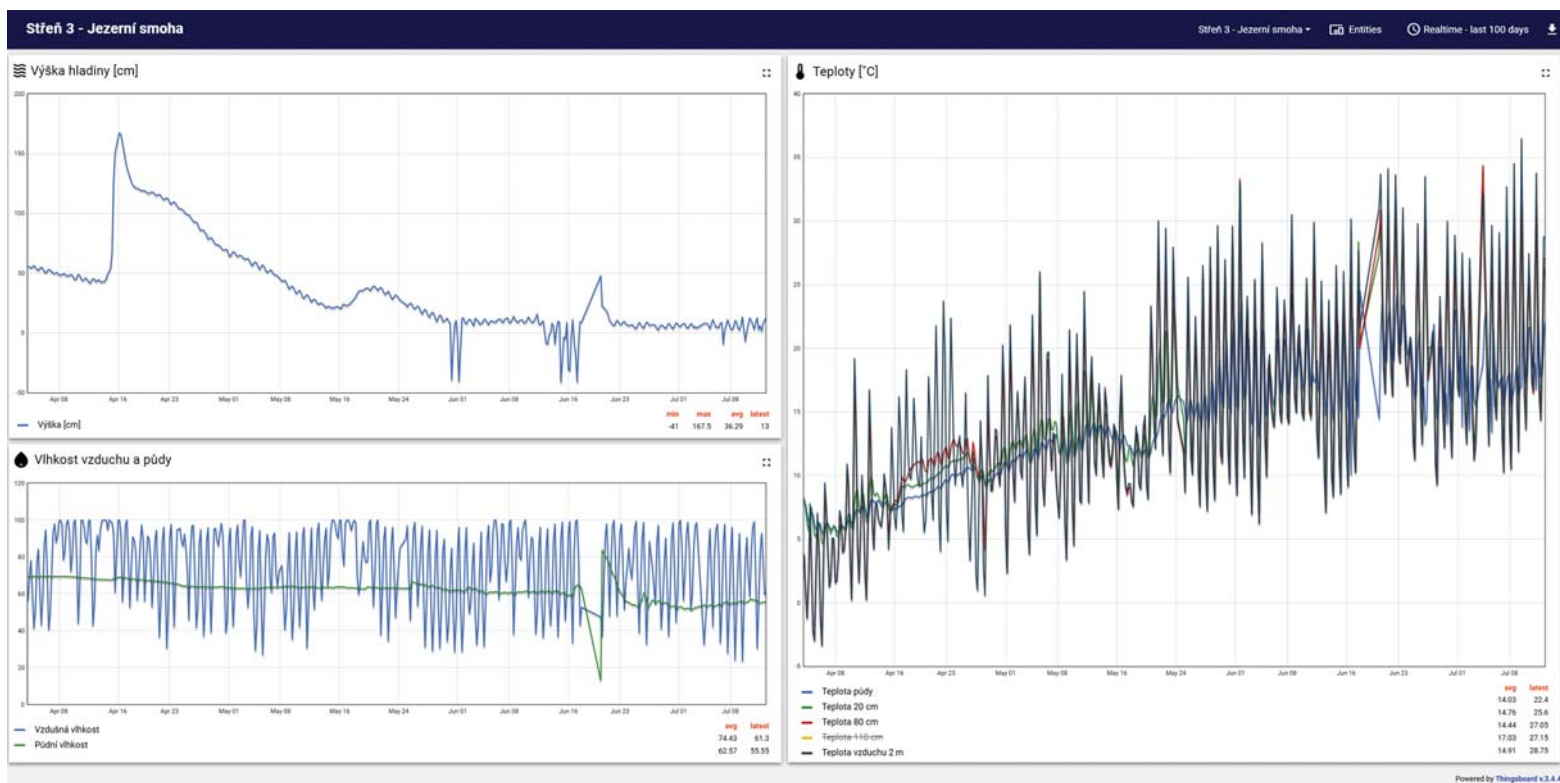
a početnosti komárů, kdy jim v tom nově pomáhá mobilní aplikace. Kromě možnosti navigace v terénu a zakreslování nových líhnišť je aplikace primárně určena k aktualizaci stavu jednotlivých tůní. Toto sledování pomůže identifikovat místa s vysokou koncentrací komářích larev a zjistit, zda je nutné v tůních kvůli riziku přemnožení komárů aplikovat larvicid, který cíleně hubí pouze jejich larvy. Snahou je eliminovat použití tohoto přípravku na minimum. Pracovníci během monitoringu do aplikace zadávají počty larev ve stanoveném objemu vody, zapisují údaje o poměru vývojových stádií larev a mnoho dalších parametrů včetně fotografií. Jako nejdůležitější údaj je považována expertní informace o nutnosti provést postřik. Všechny informace od pracovníků monitoringu jsou ihned po měření nahrávány na server a následně vizualizovány v podobě mapové aplikace. Zástupci obcí takto mohou být informováni o stavu jednotlivých tůní a mnohem lépe plánovat a koordinovat aplikaci přípravku, který lze aplikovat i postřikem z dronů (Obr. 2).

Jako autonomní prvek celého systému slouží senzorové sady instalované ve vybraných tůních (Obr. 3), které městům a obcím umožňují získávat informace například o teplotě vody, vzduchu či okolní půdy. Teplota vody patří mezi důležité ukazatele, které mají vliv na vývoj larev. Primárním sledovaným parametrem je informace o aktuálním zaplavení jednotlivých tůní, kterou

získáváme pomocí dat z ultrazvukového čidla. Veškeré informace jsou přehledně vykreslovány pomocí dashboardů (Obr. 4) s možností zobrazování historických údajů. Pracovníci samospráv, kteří mají monitoring tůní na starost, se pomocí následné vizualizace údajů z jednotlivých čidel ve webovém prostředí mohou v koordinaci s terénními pracovníky kvalifikovaně rozhodovat o případném postřiku a zda provádět monitoring.

Vzniká model predikující vývoj komářích populace

Senzorové sady budou v tůních Litovelského Pomoraví autonomně pracovat po dobu několika let bez nutnosti lidské obsluhy. Získané údaje v kombinaci s informacemi o skutečném líhnutí larev a distribuci a denzitě komářích vajíček následně pomohou odborníkům vytvořit základ pro model predikující vývoj populace komárů. V kombinaci s údaji o počasí a daty ze senzorů by měl být budovaný model schopen predikovat i budoucí vývoj zaplavení jednotlivých tůní a nutnost zásahu. Veškeré snahy všech zainteresovaných stran v rámci projektu MOSPREMA cílí na optimalizaci a minimalizaci zásahů nutných pro zvládnutí kalamitních stavů komárů v CHKO Litovelské Pomoraví a jeho okolí. Moderní technologie tak mohou výrazně ulehčit práci jednotlivých pracovníků a napomoci nalézt rovnováhu v tomto křehkém ekosystému. ■



Obr 4 Dashboard pro vizualizaci údajů z čidel. Archiv Univerzity Palackého v Olomouci