

## Zkušenosti s využitím Akustického monitoringu pro sledování druhového zastoupení a početnosti lesních druhů sov

Ivo HERTL

hertl@atlas.cz

### Úvod

Od roku 1995 probíhá na východním Bítešsku mapování rozšíření sov s cílem sběru informací pro realizaci ochranných opatření. V letech 1995-2008 monitoring probíhal na ploše 40 km<sup>2</sup>, s využitím terénních kontrol na liniovém transektu, s občasnou hlasovou provokací. Od roku 2009 byl terénní průzkum nahrazen využitím metody Akustického monitoringu (Savický 2009). Pořízeny byly 4 kusy záznamníků Olympus DS-50 a s jejich pomocí bylo sledované území rozšířeno na 100 km<sup>2</sup>.

Cílem této práce je představit dosažitelné výsledky Akustického monitoringu a stanovit podmínky pro jeho efektivní využití při monitoringu lesních druhů sov, aplikovatelné v oblasti ochrany přírody. Diskutováno je také dílčí srovnání s terénním průzkumem liniovou metodou s občasnou hlasovou provokací. Doporučení uvedená v této práci vychází ze zkušeností získaných po čtyři sezóny (2009-2012).

### Metodika

Monitorované území s rozlohou přibližně 100 km<sup>2</sup> se nachází na rozhraní krajů Jihomoravského a Vysočiny, mezi Velkou Bíteší [ZR], Veverskou Bítýškou [BO] a Zastávkou u Brna [BO] v nadmořských výškách od 250 m (údolí Bílého potoka nad Veverskou Bítýškou) do 540 m (Černé lesy nad Zálesnou Zhoří). Lesy jsou zastoupeny 62 %, pole 30 % a lidská sídla 8 %. Intenzivně hospodářsky využívané lesy jsou tvořené především smrkovou monokulturou, místy věkově a prostorově členitou. Na strmých svazích údolí Bílého potoka a Bobravy lze nalézt staré listnaté lesy. Ve výše položených oblastech se ostrůvkovitě vyskytují bučiny. Hluboce zařezané údolí Bílého potoka a jeho okolí byly v roce 1992 vyhlášeny přírodním parkem.

Akustický monitoring byl ke sledování využit v letech 2009-2012. Použita byla čtveřice záznamníků Olympus DS-50, které v předem nastaveném časovém období nepřetržitě pořizovaly zvukové nahrávky. Jejich vyhodnocení bylo prováděno v programu AMSrv (autor Jan Savický), který zajišťuje automatizovaný převod minutových úseků zvukového záznamu na časovou závislost kmitočtového spektra (spektrogram) programem Adobe Soundbooth. Ve spektrogramech lze snadno vizuálně nalézt a identifikovat hlasy ptáků bez nutnosti poslechu samotného několikahodinového záznamu. Program AMSrv dále umožňuje poslech konkrétních úseků záznamu, tvorbu poznámek spřažených s nahrávkou a pořízení zvukových výřezů. Po získání zkušeností byla jedna noc na jednom stanovišti vyhodnocena přibližně za 20 minut.

Akustický monitoring probíhal metodou dvou kontrol se vzájemným odstupem 3 až 4 týdnů, přičemž nejprve byly nahrávky pořízeny vždy v nižších nadmořských výškách. Nahrávací stanoviště byla umístěna uvnitř větších lesních celků, jejich poloha byla zvolena podle porostních map na <http://geoportál2.uhul.cz>, především dle profilu terénu a stáří porostů. Při výběru konkrétních stanovišť byla preferována ta s dostatečným rozhledem do okolí. Sousední záznamníky byly vzdáleny 800-1500 m od sebe. Umístění stanovišť se od sebe meziročně nelišilo.

Nahrávací noci byly výhradně bez dešťových srážek a s větrem do 2,5 m/s, což se jeví jako limitující pro kvalitní záznam. Očekávané intenzity srážek a rychlost větru byly zjišťovány z předpovědi počasí na serveru <http://pocasi.idnes.cz> platné pro dané území. Záznamníky byly umístovány především na tenké kmínky jehličnanů do výšky 1,5-2 m, nahrávání bylo zahájeno

hodinu před západem slunce a končilo 2 hodiny po jeho východu. V letech 2009-2011 byly záznamníky na stanoviště rozmístřovány večer a snímány hned v ranních hodinách následujícího dne. V roce 2012 bylo zvoleno pracovní schéma s jednou návštěvou terénu denně, kdy první odpoledne je proveden roznos záznamníků a druhé odpoledne sběr, výměna baterií, zkopírování dat do přenosného počítače a přemístění záznamníků na další místa. Toto schéma lze snadněji využít při běžném zaměstnání.

V roce 2012 byl dokoupen jeden záznamník Olympus DM-650, umožňující záznam po dvě sousední nahrávací období. Instalován byl vždy na jedno ze stanovišť po skončení standardního nahrávání, což umožnilo ve výsledku třídní záznam. Pro tento záznam bylo vybráno stanoviště s potenciálem zaznamenat větší počet sov, nejlépe svah údolí s dalekým rozhledem, přičemž při výměně záznamníků nedošlo ke změně umístění a orientace. Díky tomuto postupu nedošlo ke změně dříve používané metodiky a získaná data jsou plně kompatibilní s těmi z let 2009-2011.

Dále byl nezávisle prováděn terénní průzkum liniovou metodou s občasnou hlasovou provokací. Jeho cílem bylo odhalit případné okrsky nezjištěné Akustickým monitoringem. V terénu byly stráveny 2 hodiny po soumraku. Hlas kulíška nejmenšího, sýce rousného a puštíka obecného byl přehráván s následujícími omezeními: (1) na dříve zjištěných a potenciálních stanovištích sýce nebyl přehráván hlas puštíka; (2) při zaznamenaném pobytu puštíka nebyl pouštěn hlas sýce a kulíška; (3) hlas kulíška byl přehráván pouze v období soumraku a stmívání. Transekt byl vždy veden tak, aby provokace nemohly jakkoli ovlivnit nahrávací stanoviště Akustického monitoringu (vzdálenost k nejbližšímu nahrávacímu stanovišti min. 3 km).

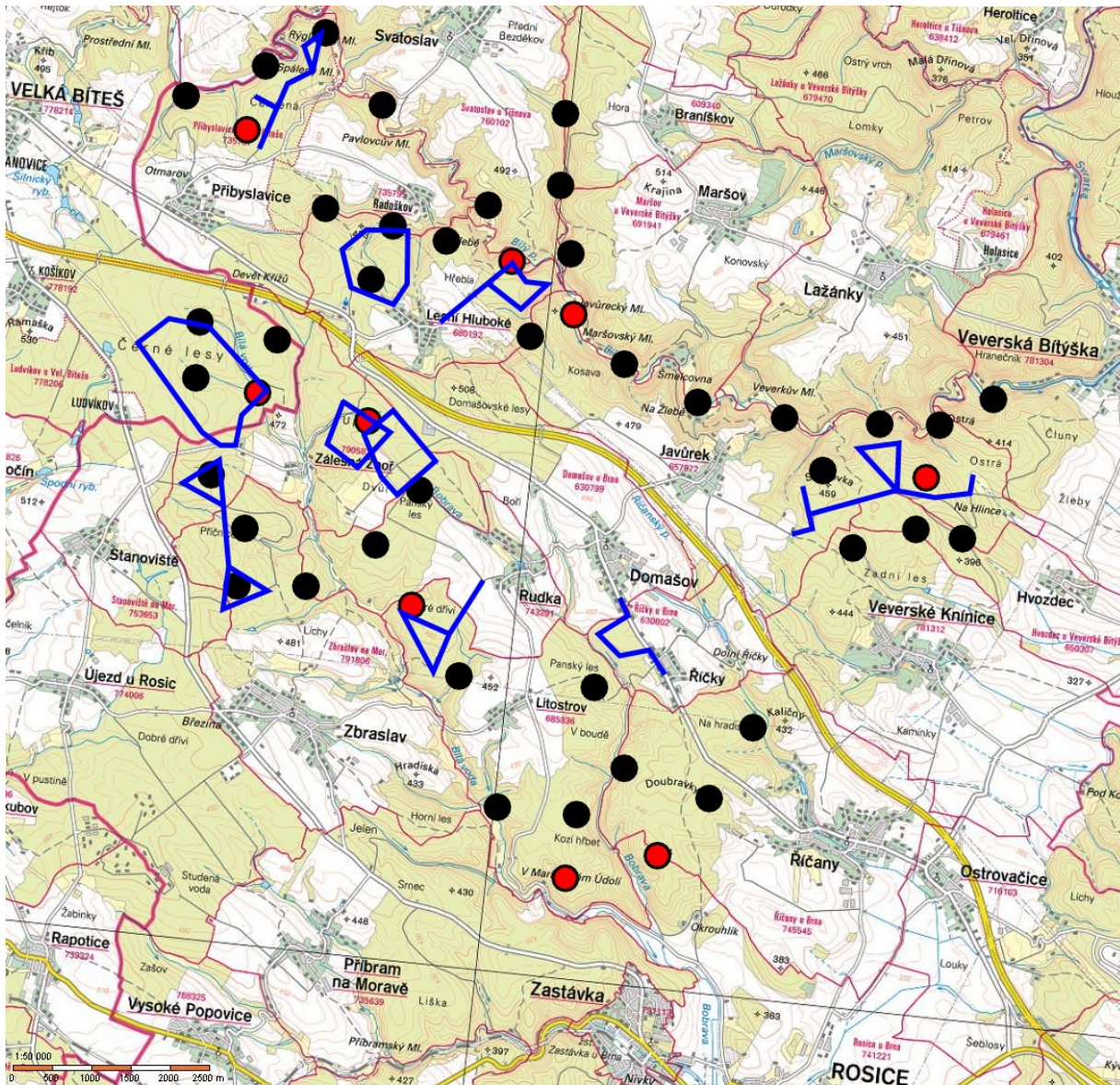
## Výsledky a doporučení

K rovnoměrnému pokrytí sledovaného území bylo zvoleno 48 stanovišť (Obr. 1). Vícedenní záznam byl v roce 2012 proveden na 9 stanovištích, terénní průzkum liniovou metodou v průběhu 10 večerů. Charakteristika terénních kontrol v roce 2012 je uvedena v Tab. 1. Meteorologická data pocházejí z amatérské meteorologické stanice umístěné uprostřed sledované oblasti v obci Domašov (GPS: 49°14'38"N; 16°20'41"E - <http://pocasidomasov.cz>).

Tab. 1: Časový rozvrh provedených kontrol a teplotní charakteristika jednotlivých nocí

	1. kontrola		2. kontrola		dvoudenní záznam			transekt
	datum	teplota*	datum	teplota*	datum	tepl. 1*	tepl. 2*	datum
Říčky, Okrouhlík	17.2.	2;1;1	14.3.	4;3;3	18.-19.2.	3;0;1	1;-1;-1	-
Litostrov	18.2.	3;0;1	13.3.	5;5;4	14.-15.3.	4;3;3	5;1;-1	21.3.
Javůrek, Knínické lesy	19.2.	1;-1;-1	16.3.	10;4;1	20.-21.2.	-1;-4;-7	0;-1;0	17.3.
Ostrá	20.2.	-1;-4;-7	17.3.	11;5;4	-	-	-	-
Javůrek, Šmelcovna	21.2.	0;-1;0	21.3.	11;7;5	22.-23.2.	2;-1;-1	3;3;4	-
Rudka	22.2.	2;-1;-1	15.3.	5;1;-1	16.-17.3.	10;4;1	11;5;4	23.2.
Lesní Hluboké	27.2.	1;0;-1	20.3.	7;3;1	21.-22.3.	11;7;5	12;7;6	28.3.
Přibyslavice	29.2.	7;6;6	22.3.	12;7;6	23.-24.3.	12;8;7	12;8;7	1.3.
Svatoslav	1.3.	8;7;6	23.3.	12;8;7	-	-	-	-
Zhořské lesy	2.3.	5;2;-1	28.3.	13;10;8	3.-4.3.	3;-1;-1	3;-1;-3	5.3.
9 Křížů	3.3.	3;-1;-1	26.3.	9;4;2	27.-28.3.	12;8;6	13;10;8	27.2., 4., 7.3.
Příčnice	5.3.	3;-3;-4	27.3.	12;8;6	-	-	-	13.3.

\* teplota ve °C v době západu slunce, o půlnoci a v době východu slunce



Obr. 1: Rozmístění nahrávacích stanic Akustického monitoringu a vedení transektů (kruhem vyznačena stanoviště opakovaných jednodenních kontrol, červeně zvýrazněna stanoviště s prodlouženou dobou nahrávání, modrou linií vyznačeny transekty).

Na sledovaném území byla v letech 2009-2012 zjištěna přítomnost 7 druhů sov. Nejčetněji byl zaznamenán puščík obecný (*Strix aluco*), u kterého bylo zjištěno až 40 domovských okrsků. Druhým nejčetněji zaznamenaným druhem byl kulíšek nejmenší (*Glaucidium passerinum*) s pěti až šesti okrsky, následoval výr velký (*Bubo bubo*) se čtyřmi nalezenými okrsky a sýc rousný (*Aegolius funereus*) se dvěma až čtyřmi zjištěnými okrsky. Mimo tyto druhy sov byl na dvou stanovištích zaznamenán kalous ušatý (*Asio otus*), jehož početnost je podhodnocena vzhledem k jeho preferenci stanovišť na okraji lesa. Na třech stanovištích byla v roce 2009 zjištěna přítomnost sýčka obecného (*Athene noctua*), pravděpodobně šlo o potulku jednoho ptáka, který se pohyboval na větším území a na vhodných stanovištích se sporadicky ozýval. V jednom případě byla zaznamenána pravděpodobně potulka sovy pálené (*Tyto alba*), která byla zaznamenána v noci 22.2.2012 s přiměřeným časovým odstupem postupně na třech stanovištích.

Je-li vzat jednodenní Akustický monitoring se dvěma kontrolami s odstupem 3-4 týdnů jako referenční, bylo ve srovnání s dvoudenním monitoringem a liniovou mapovací metodou v roce 2012 dosaženo následujících výsledků.

Při nahrávání po dvě sousední noci byl zjištěn navíc jeden pár výra. Jednalo se o první nahrávací noc v sezóně a šlo zřejmě o nástup hlasové aktivity sov při postupném oteplování. Samec z tohoto páru byl později zaznamenán z dalšího stanoviště. V místech s vyšší hustotou ptáků byla při použití dvoudenního záznamu několikrát zjištěna vyšší početnost. Zaznamenáni byli ovšem vzdálení ptáci na hranicích svých okrsků, kteří byli při opakovaném jednodenním monitoringu zjištěni ze sousedních stanovišť. Přínos nahrávání po dvě sousední noci nebyl zjištěn (Tab. 2).

Tab. 2: Srovnání výsledků dvoudenního monitoringu (2D) s opakovaným jednodenním (1D)

		stanoviště**								
		3	11	17	39	50	59	71	78	85
1D*	výr velký	0;0	0;0	0;0	0;0	0;0	0;0	♂♀;♂	♂;0	0;0
	kulíšek nejmenší	0;0	♂;0	0;0	0;0	0;0	0;0	2♂♀; ♂♀	0;0	0;0
	sýc rousný	0;0	0;0	0;0	1;1	0;0	0;0	0;0	♂;♂	0;0
	puštík obecný	3♂2♀; ♂♀	3♂; ♂♀	2♂♀; 2♂♀	0;0	3♂2♀; 2♂♀	♂♀;0	2♂♀; 2♂♀	0;♂	♂;0
2D	výr velký	♂♀	0	0	0	♂	0	♂	0	0
	kulíšek nejmenší	0	♂	0	0	0	♂	3♂	0	0
	sýc rousný	0	0	0	♂	0	0	0	♂	0
	puštík obecný	4♂2♀	5♂2♀	♂♀	0	3♂♀	2♂♀	3♂2♀	1	0

\* údaje z první; druhé kontroly, \*\* pořadí opakovaného jednodenního Akustického monitoringu

Tab. 3: Srovnání výsledků zjištěných liniíovou metodou (LM) s občasnou hlasovou provokací a opakovaným jednodenním Akustickým monitoringem (1D)

		datum									
		23.2.	27.2.	1.3.	4.3.	5.3.	7.3.	13.3.	17.3.	21.3.	28.3.
LM	výr velký	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	kulíšek nejmenší	0	♂♀	0	♂♀	0	0	♀	0	0	2♂♀
	sýc rousný	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	puštík obecný	2♂♀	1	0	♂♀	0	0	0	4♂3♀	♂	3♂2♀
		stanoviště*									
		23 24	44	30 31 32	42 43	37 38 39	21 44	45 46 48	10 11 13	5	25 26 27
1D**	výr velký	0;0	0;0	♂;♂	0;0	0;0	0;0	0;0	♂;0	♂;0	♂♀;♂
	kulíšek nejmenší	0;0	0;0	0;0	♂♀;♂	0;0	0;0	♂;0	♂;0	0;0	3♂2♀; 2♂♀
	sýc rousný	0;0	0;0	♂;♂	0;0	1;1	0;0	2♂;♂	0;0	0;0	0;0
	puštík obecný	2♂♀; 3♂2♀	♂;0	0;♂♀	2♂♀; ♂♀	0;0	♂;♂	1;♂	6♂3♀; 4♂3♀	2♂♀;0	3♂2♀; 4♂2♀

\* pořadí opakovaného jednodenního Akustického monitoringu, \*\* údaje z první; druhé kontroly

Při terénním průzkumu liniovou metodou s hlasovou provokací také nebyly zjištěny další druhy nebo jiné okrsky. Jediným novým záznamem bylo zaslechnutí páru kulíšků poblíž vhodné hnízdní dutiny. S hnízděním na tomto stanovišti ovšem zřejmě nesouviselo, protože přítomnost kulíšků zde nebyla zaznamenána jak při další terénní kontrole, tak při čtyřech nočních záznamech v okolí. Intenzivní reakce na provokaci znesnadňuje určení rozmístění okrsků a počtu ozývajících se ptáků vzhledem k jejich častým přeletům. Na druhou stranu přináší větší pravděpodobnost odhalení přítomnosti páru, kdy se častěji, alespoň na chvíli, ozve i samice. V terénu byly stráveny dvě hodiny po soumraku, tedy čas srovnatelný s dobou potřebnou pro vyhodnocení nahrávek z daného území. Efektivitu Akustického monitoringu prokazuje skutečnost, že na území současně sledovaném akustickým monitoringem a průzkumem na liniovém transektu nebylo 50 % okrsků ( $N=30$ ) při terénním průzkumu (Tab. 3) nalezeno. Při Akustickém monitoringu nebyly zaznamenány hlasy sov, které nelze druhově určit, naopak při terénních kontrolách byl ve dvou případech zaznamenán přelet neurčeného druhu sovy. Akustický monitoring se tedy jeví být efektivnější metodou.

Na základě získaných zkušeností lze formulovat následující podmínky pro efektivní využití Akustického monitoringu v praxi.

Počet záznamníků – jako hraniční poměr mezi počtem záznamníků a rozlohou sledovaného území lze v případě podrobného mapování všech lesních druhů sov dle získaných zkušeností uvést 5 kusů na 100 km<sup>2</sup>. V tomto případě je potřeba mapování věnovat velké úsilí, využít každou vhodnou noc.

Hustota nahrávacích stanovišť a jejich rozmístění – pro podrobné mapování lesních druhů sov se jako vhodné jeví území s průměrnou velikostí 1 km<sup>2</sup>/stanoviště. Tato velikost umožňuje spolehlivě nalézt všechny okrsky a získat podklady usnadňující dohledání jednotlivých hnízd. Rozmístění nahrávacích stanovišť by mělo respektovat konkrétní profil terénu, v rovinných zalesněných partiích musí být hustší, v oblastech údolí může být řidší. Záznamníky je zde vhodné umísťovat na horní hranu svahů. Nejkratší vzdálenost doslechu dosahuje kulíšek, který na druhou stranu často mění oznamovací stanoviště a proto je i při vzdálenosti sousedních stanovišť 800-1500 m stále dostatečně zastižitelný.

Časové rozložení kontrol – díky existujícím databázím terénních pozorování (například AVIF <http://birds.cz/avif>) je vhodné využít aktuální informace a monitoring zahájit v období nárůstu počtu zveřejněných pozorování. Přitom je potřeba respektovat rozdíly v nadmořské výšce jednotlivých území. Vzhledem k proměnlivosti únorového a březnového počasí lze počítat s využitím zhruba 1/2 až 2/3 nocí. Jak ukazují výsledky z let 2009-2012, období vysoké intenzity současných hlasových projevů uvedených čtyř druhů sov trvá maximálně 30 dní (tedy 15-20 využitelných nocí). Následně hlasová aktivita ustává, především u kompletních párů a dále se intenzivně ozývají především nespárovaní ptáci.

Počet kontrol – vhodný způsob nahrávání je stanoven vzhledem k rozloze sledovaného území (například 100 km<sup>2</sup>), velikosti území postihnutého jedním záznamníkem (např. 1 km<sup>2</sup>) a počtu záznamníků (např. 5). Stanovíme počet potřebných nahrávacích nocí, dle uvedeného příkladu  $(100/1)/5 = 20$ . Jeho srovnáním s odhadem počtu využitelných nocí zvolíme způsob záznamu, v uvedeném případě jednodenní nahrávání. Pokud bychom za stejné situace disponovali 10 záznamníky, tj.  $(100/1)/10 = 10$  nahrávacích nocí, můžeme zvolit dvoudenní nahrávací cyklus nebo dvě kontroly po jedné noci. Užitečnější se přitom ukazuje využití dvou nezávislých kontrol, které podají doplňkové informace o průběhu tvorby páru a průběhu hnízdění v daném území. V tomto případě také může být věnována menší pozornost správnému okamžiku pro zahájení nahrávání, protože se snadněji využije období intenzivního toku sov.

## Diskuze

Pořízení nahrávek hlasů v terénu a jejich následné počítačové vyhodnocení je v ornitologickém výzkumu aplikováno již řadu let. Jeho rozšíření umožnila především zvyšující se kapacita akumulčních zdrojů elektrické energie a snižující se spotřeba nahrávacích zařízení a současně pokrok v oblasti zpracování signálu. V praxi existuje několik základních metod (Brandes 2008), jednou z nichž je automatizované dlouhodobé nahrávání hlasů všesměrovým mikrofonem, zaznamenávajícím hlasy z určité oblasti kolem nahrávacího stanoviště. Cílem takového výzkumu bývá především nalezení konkrétního druhu, odlišení jedinců (Terry et al. 2005) a následně odhad početnosti populací (Dawson & Efford 2009). Existují také techniky klasifikace a automatizované identifikace hlasu konkrétního druhu v nahrávce (Kogan & Margoliash 1998, Tyagi et al. 2006, Heller & Pinezich 2008). Vhodnost sledování ptačího společenstva prostřednictvím nahrávek hlasu je u sov umocněna sníženou schopností vizuální detekce soumravně a v noci žijících ptáků a nižší intenzitou okolních hlasů ostatních živočichů.

V roce 2009 byla představena metoda akustického průzkumu prostřednictvím cenově dostupných, programovatelných a dostatečně citlivých diktafonů firmy Olympus (Savický 2009). Čtveřice záznamníků DS-50 byla pořízena pro účely mapování sov na východním Bítešsku, s cílem nahradit časově náročnou liniovou metodu s občasnou hlasovou provokací a umožnit rozšíření sledovaného území na celé území Přírodního parku Údolí Bílého potoka a sousedící části údolí Bobravy (Bílé vody) od pramene po Rosice. Toto území tvoří krajinný celek s vyšší mírou zalesnění, proto bylo mapování cíleno na lesní druhy sov: výra velkého, puštíka obecného, kulíška nejmenšího a sýce rousného. Hnízdní výskyt kulíška a sýce nebyl v oblasti v letech 1995-2008 prokázán, zaslechnuty byly pouze výjimečné hlasové projevy sýce v předjarním období a pozorován kulíšek v listopadu 2006.

V letech 2009-2011 byly získány praktické zkušenosti s využitím Akustického monitoringu, který byl předběžně vyhodnocen jako velice efektivní s předpokladem vyšší zjistitelnosti jednotlivých druhů a jedinců ve srovnání s dříve používanou liniovou metodou s občasnou hlasovou provokací. Byly provedeny experimenty s různou vzdáleností sousedních nahrávacích stanovišť a konkrétním umístěním záznamníků. V průběhu monitoringu vyvstala otázka stálosti hlasových projevů sov a současně vhodnosti jednodenního nebo vícedenního záznamu, případně opakování kontrol s určitým časovým odstupem. Z tohoto důvodu byl v roce 2012 pořízen jeden záznamník novějšího modelu DM-650, umožňující záznam po dvě celá nahrávací období.

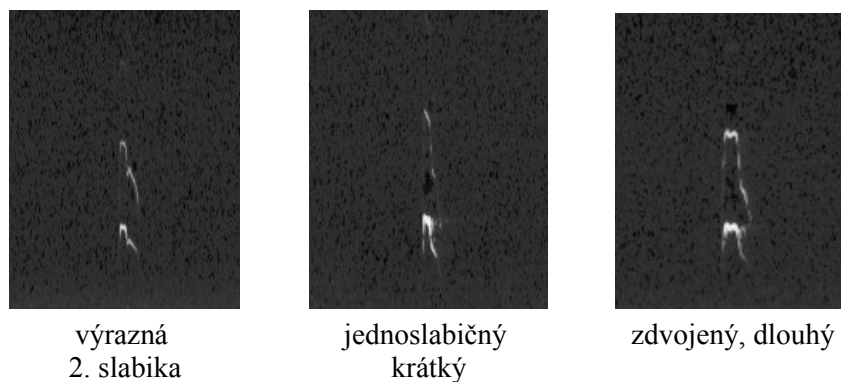
Existence stereofonního záznamu hlasů umožňuje rozlišit směr jednotlivých volajících ptáků. V principu existují dva postupy, jak odlišit jednoho od více přítomných. Tím jednodušším je zjištění současně volajících ptáků zaznamenaných na jednom nahrávacím stanovišti. Druhou možností je zaznamenání současně volajících ptáků na sousedních stanovištích. Pokud se hlasy přímo neliší frekvencí nebo svým charakterem, je obvykle možné najít určitou odchylku v jednom hlase a zkontrolovat, zda se tato ve stejném období nachází i v druhé nahrávce. Často se stane, že ve stejnou dobu hlas na jedné nahrávce utichne a na druhé se objeví, nebo se ve stejnou dobu změni proporce hlasitostí na sousedních stanovištích. To nasvědčuje přítomnosti pouze jednoho jedince a jeho přesunu. Důležitá je pravidelná synchronizace času na všech záznamnících.

Pro identifikaci jedinců je potřeba využít hlasy s co nejvyšší variabilitou mezi jednotlivými ptáky a současně s co nejnižší dlouhodobou odlišností u jedinců. Získané výsledky potvrzují, že stálost teritoriálního (oznamovacího) hlasu jednotlivých ptáků je za přibližně stejných podmínek (především bez vzrušení) vysoká (Terry et al. 2005). Proto lze hlas konkrétního jedince určit v nahrávkách pořízených různé noci i v různých sezónách. Tato neinvazivní metoda se jeví být zajímavou alternativou ke kroužkování. Na tomto místě je nutné ovšem podotknout, že k prokazatelným výsledkům by vedlo nezávislé rozlišení prostřednictvím kroužkování nebo radiové telemetrie.

V průběhu let 2009-2012 bylo pořízeno a vyhodnoceno zhruba 5000 hodin nahrávek. V následujících odstavcích jsou rozebrány získané výsledky z hlediska jednotlivých druhů.

Výr velký – monitoring tohoto druhu je snadnější v prostředí s přítomností skalnatých míst vhodných pro hnízdění. Jsou-li nahrávací místa umístěna v jejich blízkosti, získáme nejprve představu o přítomnosti ptáků. Možnému hnízdění nasvědčuje zaznamenání toku a zejména hlasů při páření. V průběhu hnízdění se potom výři ozývají často pouze při setmění a jde přitom někdy jen o několik zahoukání. Přichází ovšem z místa v blízkosti hnízdiště, pravděpodobně s výhledem na samotné hnízdo. Naopak celonoční hlasové projevy patří obvykle nespárovanému samci.

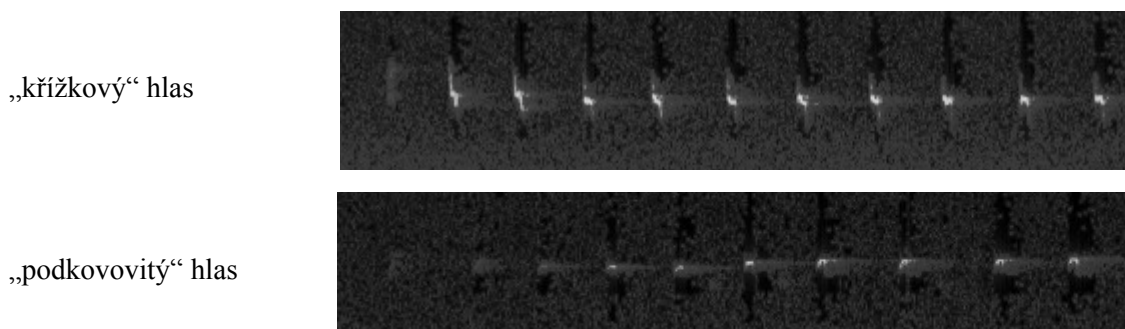
Odlišení a určení samců se v programu AMSrv jeví jako snadné, především podle tvaru druhé slabiky ve spektrogramu. U některých je výrazná, u jiných nepatrná (Obr. 2). Kvantitativně a statisticky vyhodnotitelné je rozpoznání při existenci vzorových záznamů jednotlivých samců prostřednictvím korelačních metod, nebo na základě detailní analýzy (Lengagne 2001).



Obr. 2: Odlišnosti hlasu samců výra velkého zaznamenané v prostředí AMSrv

Kulíšek nejmenší – ačkoli intenzita hlasu kulíška není velká, zjištění okrsku je s Akustickým monitoringem poměrně snadné. Samci často přeletují, přitom v odlehlých místech okrsku nepískají každodenně. V místech styku více okrsků se naopak ozývají pravidelně, přitom ranní hlasová aktivita výrazně převyšuje tu večerní.

Odlišení ptáků v programu AMSrv je možné podle charakteru hlasu. Ve spektrogramech je snadno odlišitelná křížková a podkovovitá forma (Obr. 3). Také výška hlasu (frekvence) je charakteristická. Kvantitativně a statisticky je jednotlivé samce možné odlišit především podle středního kmitočtu, délky slabiky a intervalu mezi sousedními slabikami (Galeotti et al. 1993). Spontánní hlasové projevy samice jsou málo časté a krátké, často reaguje na přítomnost druhého samce. Současně volající ptáci se v přednesu obvykle střídají (doplňují).



Obr. 3: Odlišnosti hlasu samců kulíška nejmenšího zaznamenané v prostředí AMSrv

Kulišci často sdílí prostředí s výrem, se kterým se ozývají současně. Naopak zahoukání sýce nebo hlas puštíka přednes kuliška obvykle okamžitě ukončuje. V místech se současným výskytem puštíka jsou hlasové projevy redukovány striktně na krátké období za soumraku a rozednění, zřejmě proto v nižších polohách kulišek často uniká pozornosti.

Sýc rousný – monitoring sýců představuje problém především v době pokročilého hnízdění. U nespárovaných samců je obvykle zaznamenáno celonoční houkání s jen několika přestávkami. Na druhé straně poblíž obsazeného hnízda můžeme zaslechnout pouze kontaktní hlas nebo několik zahoukání v průběhu celé noci. Zřejmě proto hnízdění sýců často unikají pozornosti.

Z hlediska odlišení sousedních samců není možné využít rozdíly v počtu slabik jednotlivých zahoukání ani v délce mezer. Oba parametry se u stejného ptáka v průběhu noci mění. Jedince se stejnou výškou hlasu lze potom zjistit pouze pokud se ozývají současně. Zaznamenání hlasu sýce a puštíka v průběhu noci na jednom nahrávacím stanovišti je výjimečné.

Pušťík obecný – četnost hlasových projevů v domovském okrsku a odlišnosti hlasu různých ptáků působí monitoring tohoto druhu snadným i přes jeho relativně vysokou početnost. Rozpoznání jedinců v prostředí AMSrv je poměrně snadné podle charakteru hlasu. Typické rysy hlasu jednotlivých samců se navíc jeví jako stálé a lze je využít pro mezisezónní porovnání. Pro kvantitativní a statistické srovnání bylo navrženo několik parametrů, měřených v jednotlivých zahoukáních (Galeotti & Pavan 2001, Appleby & Redpath 1997). Vzhledem k vysoké hustotě osídlení v porovnání s ostatními druhy sov je možné přesněji určit počet a hranice okrsků na základě zákresu do mapy, kdy nejprve zaznamenáme místa blízkých hlasových projevů včetně charakteru hlasu. Následně k nim přiřazujeme odpovídající vzdálenější (slabší) pozorování a ve výsledku odhadneme střed okrsku (Obr. 4). V průběhu jara intenzita hlasových projevů klesá a u hnízdících ptáků se v době hnízdění omezuje na několik zahoukání při stmívání a těsně před začátkem rozednění.



Obr. 4: Výřez okrskové mapy puštíka obecného

Poznatky a zkušenosti získané při monitoringu lesních druhů sov na východním Bítešsku ukazují vysoký potenciál využití Akustického monitoringu pro sledování společenstva těchto ptáků. Ve srovnání s běžně využívanou liniovou metodou s občasnou provokací byla zjištěna přítomnost většího množství jedinců i druhů a bylo nalezeno větší množství domovských okrsků. Podobných výsledků bylo dosaženo také při důkladném srovnání Akustického monitoringu sov a terénního průzkumu bodovou metodou v prostředí Jihlavských vrchů (Tejkal 2010). Efektivitu počítačového vyhodnocení dlouhodobých nahrávek z terénu pro hodnocení ptačích populací potvrzují i zahraniční studie (Hutto & Stutzman 2009, Bardeli et al. 2010 aj.).



Přestože počítačové vyhodnocení v programu AMSrv není automatizované, je po nabytí zkušeností dostatečně rychlé a nenáročné pro běžného uživatele počítače. Neopomenutelnou výhodou této metody je trvalá existence hlasových záznamů, vhodná pro opakované vyhodnocení a to nejen pouze z hlediska sov. Při ukončení nahrávání po rozednění, jsou získané záznamy vhodné pro vyhodnocení přítomnosti řady dalších druhů ptáků. Kromě zjištění druhového zastoupení a odhadu početnosti jednotlivých druhů, umožňuje vyhodnocení nahrávek prostřednictvím spektrogramů v programu AMSrv odlišení a určení jednotlivých samců a to i mezi sezónami. Tyto informace poskytnou při srovnání s běžnými metodami terénního mapování doplňkové informace o změnách na konkrétním území. Nevýhodou v této oblasti je možnost rozlišení pouze samců vzhledem k omezené hlasové aktivitě samic.

## Poděkování

Práce byla v roce 2012 podpořena Malým členským grantem České společnosti ornitologické. Dále bych chtěl poděkovat kolegyni Daně Rymešové za podněty a připomínky, které přispěly ke vzniku tohoto příspěvku. Věnováno památce Jana Savického (†2011), zakladatele Akustického monitoringu a autora programové sady AMSrv.

## Seznam citované literatury

- Appleby B.M. & Redpath S.M. 1997: Variation in the male territorial hoot of the Tawny Owl *Strix aluco* in three English populations. *Ibis* 139: 152-158.
- Bardeli R., Wolff D., Kurth F., Koch M., Tauchert K.H. & Frommolt K.H. 2010: Detecting bird sounds in a complex acoustic environment and application to bioacoustic monitoring. *Pattern Recognition Letters* 31: 1524–1534.
- Brandes T.S. 2008: Automated sound recording and analysis techniques for bird surveys and conservation. *Bird Conservation International* 18: S163–S173.
- Dawson D.K. & Efford M.G. 2009: Bird population density estimated from acoustic signals. *Journal of Applied Ecology* 46: 1201–1209.
- Galeotti P., Paladin M. & Pavan G. 1993: Individually distinct hooting in male Pygmy Owls *Glaucidium passerinum*: a multivariate approach. *Ornis Scandinavica* 24: 15-20.
- Galeotti P. & Pavan G. 2001: Individual recognition of male Tawny owls (*Strix aluco*) using spectrograms of their territorial calls. *Ethology Ecology & Evolution* 3: 113-126.
- Heller J.R. & Pinezich J.D. 2008: Automatic recognition of harmonic bird sounds using a frequency track extraction algorithm. *Journal of Acoustical Society of America* 124: 1830-1837.
- Hutto R.L. & Stutzman R.J. 2009: Humans versus autonomous recording units: a comparison of point-count results. *Journal of Field Ornithology* 80: 387–398.
- Kogan J.A. & Margoliash D. 1998: Automated recognition of bird song elements from continuous recordings using dynamic time warping and hidden Markov models: A comparative study. *Journal of the Acoustical Society of America* 103: 2185-2196.
- Lengagne T. 2001: Temporal stability in the individual features in the calls of Eagle Owls (*Bubo bubo*). *Behaviour* 138, 1407-1419.
- Savický J. 2009: Akustický monitoring ptáků. <http://www.cso.cz/am.html>. Citováno 5.4.2012.
- Tejkal M. 2010: Využití akustických metod při monitoringu sov (Strigiformes) v lesních ekosystémech. Diplomová práce. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Terry A.M.R., Peake T.M. & McGregor P.K. 2005: The role of vocal individuality in conservation. *Frontiers in Zoology* 2: 10-25.
- Tyagi H., Hegde R.M., Murthy R.H.A. & Prabhakar A. 2006: Automatic identification of bird calls using spectral ensemble average voiceprints. In: *Proceedings of the 14th European signal processing conference, Florence, Italy 2006*: 1–5.