

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA
KATEDRA EKOLOGIE A ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



**Akustický monitoring a sezónní distribuce chřástala
polního (*Crex crex*) na lokalitě Orlické Záhory**

Diplomová práce

Kamil Hromádka

Studijní obor:
Ochrana a tvorba životního prostředí

Vedoucí práce: RNDr. Václav Pavel, Ph.D.

Olomouc 2014

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora: Kamil Hromádka

Název práce: Akustický monitoring a sezónní distribuce chřástala polního (*Crex crex*)
na lokalitě Orlické Záhoří

Typ práce: diplomová práce

Pracoviště: Katedra ekologie a životního prostředí

Vedoucí práce: RNDr. Václav Pavel, Ph.D.

Rok obhajoby práce: 2014

Abstrakt:

Práce se zabývá problematikou akustického monitoringu chřástala polního (*Crex crex*) provedeného v roce 2012 v oblasti Orlického Záhoří. Předchozí studie prokázaly, že je možné chřástaly podle hlasu odlišovat. Je tak možné zpřesnit výsledky běžného monitoringu a získat více informací o pohybu ptáků na lokalitě. Během hnízdní sezóny bylo provedeno devět nočních kontrol s pořízením 47 nahrávek volajících samců. V případě teritorií se ukazuje, že pouze 60 % párových kombinací nahrávek řazených do teritorií patřilo stejnému jedinci. Celkem bylo stanoveno 7 teritorií jednoho jedince a bylo odlišeno 6 stop pohybu jedinců na lokalitě. Odhadovaný minimální počet jedinců vyskytujících se v sezóně na lokalitě byl 14 – 16 a je o třetinu vyšší než maximální počet zjištěných volajících ptáků v jedné noci. Metoda může být dobře použita k přesnějšímu stanovení teritorií a kontrole pohybu jednotlivých samců.

Klíčová slova: Chřástal polní, *Crex crex*, monitoring, početnost, hlasová individualita, teritoria

Počet stran: 31

Počet příloh: 9

Jazyk: český

Bibliographical identification:

Author`s first name and surname: Kamil Hromádka

Title: Acoustic monitoring and seasonal distribution of the Corncrake (*Crex crex*) in the locality of Orlické Záhvoří

Type of thesis: master thesis

Department: Department of Ecology & Environmental Sciences

Supervisor: RNDr. Václav Pavel, Ph.D.

Year of presentation: 2014

Abstract:

Our study deals with acoustic monitoring of a Corncrake (*Crex crex*), conducted in 2012 in Orlické Záhvoří. Previous studies confirmed the possibility of individual recognition by different parameters of the Corncrake call. This special method can be used to refine results of the standard monitoring. Due to acoustic analyses we are able to obtain much more information about the movement of birds in the studied area. During one breeding season nine night inspections were performed and 47 recordings of calling males were acquired. Recordings from territories show that only 60 % of pairwise combinations recorded in the territory of a calling male could be assigned to the same individual. Altogether, 7 territories were set for one individual and six tracks were distinguished at an area. Estimated minimum number of individuals occurring during the season at the locality is 14 to 16. It is higher by one third than the maximum number of calling birds identified during one night. The method can be used well to determine more accurately the territories and to discover the movement of certain individual males.

Keywords: Corncrake, *Crex crex*, monitoring, abundance, vocal individuality, territories

Number of pages: 31

Number of appendices: 9

Language: Czech

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze s použitím citované literatury a pod vedením svého školitele RNDr. Václava Pavla, Ph.D.

V Hradci Králové, 14. prosince 2014

Kamil Hromádka

Obsah

Seznam tabulek.....	vii
Seznam obrázků.....	vii
Poděkování	viii
Úvod	1
Chrástal polní, vývoj populací.....	1
Individuální hlasová variabilita	2
Akustický monitoring.....	3
Cíle práce.....	5
Charakteristika lokality.....	6
Metodika a materiál	8
Sběr dat	8
Popis hlasu.....	9
Zpracování dat	9
Analýza dat.....	11
Výsledky.....	13
Noci	14
Teritoria	14
Odlišení konkrétních jedinců.....	16
Srovnání s běžným monitoringem.....	21
Diskuse	22
Určení jedinců pomocí individuální hlasové variability.....	22
Skupina nahrávek z jedné noci	23
Skupina nahrávek z teritorií.....	24
Stopa jedince a počet jedinců v průběhu sezóny	25
Srovnání monitoringu, význam pro ochranu přírody	26
Závěr.....	27
Literatura	28
Přílohy	31
Seznam příloh.....	31

Seznam tabulek

Tab. 1: Počet nahrávek hlasů získaných v roce 2012 a párových kombinací.	13
Tab. 2: Počet nahrávek hlasů ve skupině „noci“, a párových kombinací.....	14
Tab. 3: Zastoupení párových kombinací hodnocených jako stejný pták ve sk. „noci“..	14
Tab. 4: Teritoria stanovená výběrem nahrávek do vzdálenosti 250 m.....	15
Tab. 5: Teritoria stanovená výběrem nahrávek do 250 m a počet párových kombinací přesahující kritické hodnoty r.	15
Tab. 6: Zastoupení pár. kombinací hodnocených jako stejný pták ve sk. „teritoria“.....	16
Tab. 7: Uznaná teritoria při kritické hodnotě $r \geq 0,9$	16
Tab. 8: Vytyčené pravděpodobné stopy jednotlivých jedinců.	17

Seznam obrázků

Obr. 1: Ortofotomapa s vyznačením zájmové oblasti a ptačí oblasti.	7
Obr. 2: Mapa půdních bloků – zemědělských pozemků na českém území.....	7
Obr. 3: Sonogram hlasu chřástala polního.	10
Obr. 4: Rozložení četností hodnot r párových kombinací.....	13
Obr. 5: Rozložení četností hodnot r párových kombinací nahrávek u dvou sítí podobností (sít' „c“ vs sít' „d“).	17
Obr. 6: Přehled sítí párových podobností na lokalitě Orlické Záhoří.....	18
Obr. 7: Stopa č. 4 s uvedením data pořízení nahrávek..	18
Obr. 8: Stopa č. 1 s uvedením data pořízení nahrávek..	19
Obr. 9: Stopa č. 3 (a) a stopa č. 5 (b) s uvedením data pořízení nahrávek..	19
Obr. 10: Stopa č. 6 s uvedením data pořízení nahrávek.	20
Obr. 11: Stopa č. 2 s uvedením data pořízení nahrávek.	20

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval rodině za podporu. Dále všem přátelům a zvláště lidem, kteří kolem stanice v Orlickém Záhoří tvoří zázemí, bez kterého by tato práce nemohla vzniknout. Rovněž děkuji Michału Budkovi za jeho vstřícný přístup a cenné rady při zpracování dat a Václavu Pavlovi za vedení celé práce.

V Hradci Králové, 14. prosince 2014

Úvod

Chřástal polní, vývoj populací

Chřástal polní je nenápadný pták s délkou těla asi 27 – 30 cm a délkou křídla 130 – 150 mm. Je řazen mezi ostatní chřástaly do čeledi Rallidae. Má poměrně krátký zobák a celkovým vzhledem může připomínat koroptvi, ale je štíhlejší. Svrchu je tmavě žíhaný, na hlavě a prsou tmavě šedý. Výrazným prvkem zvláště při letu jsou jasně hnědé křídelní krovky. Jeho výrazný dvouslabičný hlas „crex crex“ je nezaměnitelný. Samice jsou zbarveny podobně jako samci, ale neozývají se. (Snow & Perrins 1998) Pozorovat chřástala polního je téměř nemožné. Obývá husté luční porosty, zejména vlhké louky, výjimečně i polní biotopy (Šťastný *et al.* 2006). Po skončení hnízdní sezóny ptáci ještě zůstávají na lokalitě až do konce léta. V tomto období pelichají a zjištění jejich přítomnosti již běžně není možné (Schäffer & Koffijberg 2006).

Chřástal polní je druhem hnízdícím v celé Evropě a dále směrem na východ až k Bajkalskému jezeru. Na zimoviště odlétá až do jihovýchodní Afriky. Jeho početnost v Evropě podléhala v minulosti značným změnám. Dosud nejvýznamnější byl pokles populací v letech 1970 až 1990 kdy na mnoha místech především v západní Evropě došlo k jeho vymizení (Hagemeyer & Blair 1997). V České republice (ČR) došlo k vymizení především v nížinných oblastech, kde byl do té doby popisován jako hojný (Šťastný *et al.* 2006). V Orlických horách byl průběh početnosti chřástalů podobný, v současnosti je popisován jako hojný (Hromádka *et al.* 2005) Tento pokles je přičítán především změnám v zemědělství, nástupu moderní techniky a úpravám postupů hospodaření na loukách (Green & Stowe 1993). Nejvýznamnější roli v poklesu populací pravděpodobně měla časná a rychlá seč moderními žacími stroji v době, kdy mláďata ještě nebyla schopna včas utéct (Tyler *et al.* 1998). Těžištěm výskytu chřástala polního jsou nyní v České republice nadmořské výšky okolo 400 – 500 m n. m. (Šťastný *et al.* 2006). V současné době ve všech státech Evropy populace opět vzrostly nebo se stabilizovaly a současný stav je odhadován na 1,3 až 2 miliony hnízdicích párů. Z toho více než polovina je v evropské části Ruska (BirdLife International 2012). Současná česká populace je odhadována na 1500 – 1700 párů což představuje výrazný vzestup oproti 200 – 400 párům v roce 1989 (Šťastný *et al.* 2006).

Vlivem těchto populačních výkyvů je chřástalovi věnována také vysoká pozornost ze strany ochrany přírody. Je řazen do Červeného seznamu Mezinárodního

svazu ochrany přírody (IUCN). Ačkoli nově bylo jeho zařazení v důsledku stabilizace populace překlasifikováno na málo dotčený „Least Concern“ (BirdLife International 2012). V Evropské unii je chřástal stále prioritním druhem, je zařazen do Přílohy I Směrnice o ptácích. V ČR je pro něj vyhlášeno 10 ptačích oblastí a je řazen do kategorie zákonné ochrany „silně ohrožený“ (Hora *et al.* 2010). I přes současnou stabilizaci populace je však nutná zvýšená péče ochrany přírody a kvalitní monitoring populace pro včasné odhalení jejího ohrožení (Schäffer & Green 2001).

Individuální hlasová variabilita

Chřástal polní je známý svým typickým hlasitým voláním, kterým samec obhajuje teritorium a láká samici. Hlas je složen z opakujícího se dvouslabičného „crex crex“. Hlasový projev je také obvykle jediný možný způsob, jak přítomnost tohoto ptáka na lokalitě potvrdit. Samec volá v době hnízdní sezóny především v noci. V případě, že je přítomna v teritoriu samice, jeho hlasová aktivita klesá a období páření trvá přibližně týden. Samec po snesení snůšky lokalitu opouští a hledá nové teritorium. Chřástal je polygamní a hnízdění probíhá až dvakrát za sezónu (Schäffer & Koffijberg 2006).

První možné charakteristiky individuální hlasové variability chřástala polního popisuje May (1994). Peake *et al.* (1998) prokázal stálost individuální hlasové variability v sezóně při měření času mezi jednotlivými pulsy (tzv. „puls-to-puls duration“, zkráceně PPD). Po přidání dalších charakteristik jako počet pulsů, délka slabiky, dokázal správně přiřadit téměř 100% všech nahrávek k jednotlivým jedincům. Pozdější studie však ukazuje, že tyto přidané charakteristiky se mohou během sezóny změnit (Osiejuk *et al.* 2004). Přínosem pro zpřesnění by mohla být jiná charakteristika hlasu. Například analýza frekvencí formantů ukazuje u chřástala polního na velký potenciál při využití pro individuální odlišení jedinců (Budka & Osiejuk 2013).

Podmínkou pro správnou identifikaci jedinců je, aby variabilita měřených proměnných v hlasu jedince byla menší než variabilita hlasu mezi jedinci. Rovněž je důležité rozlišovat mezi odlišením jedinců (discrimination) a identifikací jedinců (identification). V případě odlišení jedinců se jedná o rozlišení, zda jde o jednoho nebo dva jedince a jedinci se musí lišit alespoň v jednom parametru v daném čase. Vysoká stabilita měřeného parametru v čase tu není nezbytná. Oproti tomu identifikace umožňuje zjistit konkrétního jedince a je nutné, aby parametry nesoucí informaci byly co nejvíce stabilní v čase. V případě chřástala polního můžeme na základě dosud

známých parametrů pracovat pouze s odlišením jedinců během sezóny. (Mikkelsen *et al.* 2013).

Akustický monitoring

Individuální odlišení jedinců podle hlasového projevu je neinvazivní metodou, která může přinést cenné informace, aniž by docházelo k manipulaci s jedincem. Tato výhoda vyniká zvláště u ohrožených živočichů s malým počtem jedinců nebo u živočichů velmi citlivých na vyrušování. Nabízí se jako vhodná také u ptáků aktivních v noci nebo žijících v hustých porostech, kde klasické značení ptáků není efektivní. Další značnou výhodou je časová úspora při terénní práci a v mnoha případech také úspora finanční, zvláště oproti metodám telemetrie (Terry *et al.* 2005).

Využití potenciálu individuální hlasové variability ale limituje ve větším rozvoji řada dalších faktorů. Terry *at al.* (2005) je shrnují takto: 1) stanovení rozsahu a stability v individuální variabilitě hlasu vyžaduje nejprve intenzivní studium s označenými jedinci. 2) Toto studium vyžaduje dobré znalosti analýzy hlasů a kvalitní vybavení pro nahrávání a následný rozbor. 3) Můžeme sledovat pouze hlasově aktivní část populace, často tak můžeme sledovat pouze samce. Závislost ale může být také na věku, ročním období, sociálním postavení a podobně. A to je třeba otestovat. 4) Vždy zde bude jistá míra nejistoty, protože se zde vyskytují přirozené odchylky a hlas je obvykle součástí širšího komunikačního systému. Pro efektivní využití hlasu jako nástroje pro ochranu přírody je třeba zvážit celou řadu kritérií. Analýza není smysluplná u všech druhů, ale jen tam, kde jsou splněny nejdůležitější předpoklady.

Metodu lze dobře použít pro mapování teritorií, jejich velikosti nebo habitatové preference. Své uplatnění našla např. u druhů jako je sluka lesní (*Scolopax rusticola*), kde problém u běžného monitoringu představují někteří jedinci ozývající se jen zřídka a tím pak dochází k podhodnocení výsledku (Hoodles *et al.* 2008). Dobré odlišení jedinců je možné u lelka lesního (*Caprimulgus europaeus*) a to i meziročně (Rebbeck *et al.* 2001). Individuální odlišení jedinců bylo zjištěno také u potáplice severní (*Gavia artica*), zde je ovšem značným limitem nepředvídatelnost volání (Gilbert & McGregor 1994). U výrečka malého (*Otus scops*) bylo akustickým monitoringem zjištěno velké meziroční střídání jedinců na teritoriích (Galeotti & Sacchi 2001). Předpokládá se, že individuální variabilita hlasu bude obsažena u většiny druhů. Míra variability, náročnost jejího měření a hodnocení se však mezi jednotlivými druhy značně liší.

Peake & Mc Gregor (2001) použili metodu rozpoznání individuální hlasové variability ke srovnání výsledků s běžným monitoringem hnízdních okrsků chřástala polního. Z jejich závěrů vyplynula zjištění, že je možné, že závěry z předchozích studií jsou zkreslené. Ptáci dříve označení vysílačkou vokalizují totiž více, než ptáci sledovaní v této studii. Pravděpodobně je to proto, že ptáci s vysílačkou byli odchyceni na reprodukovanou nahrávku a jednalo se o agresivnější, tudíž aktivnější jedince. Druhým poznatkem je, že ptáci v prostředí chudém na vhodný biotop přeletují na větší vzdálenosti než v bohatším prostředí. Je zde tedy reálné riziko, že takoví ptáci mohou způsobit nadhodnocení dat z monitoringu. Mikkelsen *et al.* (2013) používá metodu rozpoznání individuální hlasové variability k vyhledání potenciálních dálkových přeletů mezi dvěma vzdálenými populacemi. Dalšími studiemi věnujícími se praktickému využití hlasové variability pro ochranu přírody u chřástala však není mnoho.

Nejvýznačnějšími limity použití individuální hlasové variability pro ochranu přírody jsou v A) její stabilitě v čase. Tu je těžké nezávisle prokázat a v mnoha případech se částečně mění v závislosti na různých faktorech například i se změnou lokality. Jiným vážným limitem je B) monitoring samic. U většiny druhů ptáků (včetně chřástala polního) se samice neozývají a tak se často k odhadu velikosti populace používá pouze počet volajících samců. Pro sledování vývoje populací je však právě počet samic podstatný. V některých případech lze použít nepřímou metodu pro jejich zjištění, založenou na důkladné znalosti etologie druhu. U chřástala polního by to mohlo být období, kdy se samec páří se samicí a kdy omezuje volání. (Peake *et al.* 1998, Terry *et al.* 2005).

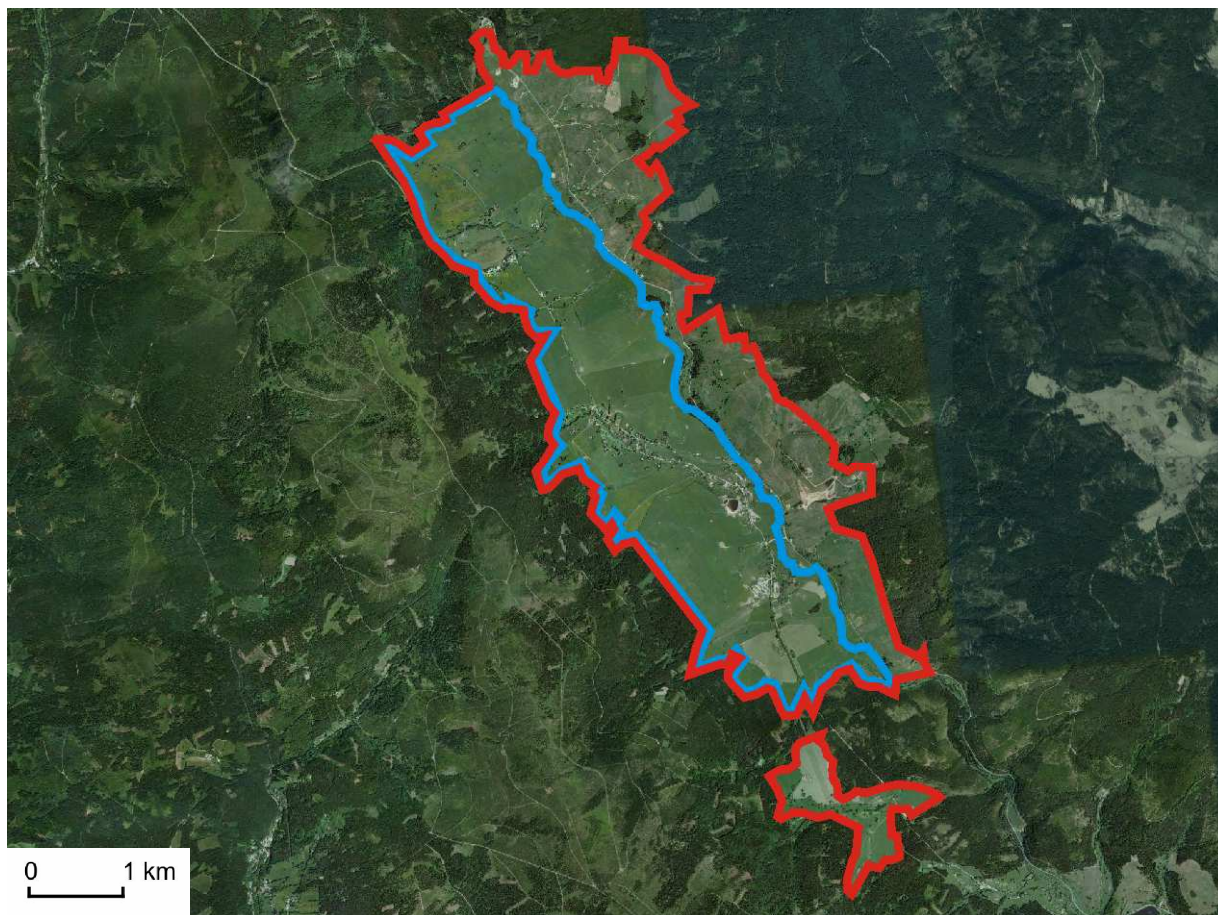
Cíle práce

Hlavními cíli této práce bylo:

1. Provést akustický monitoring chřástala polního podle metodiky v dosud provedených studiích.
2. Přispět ke zpřesnění pravidelně prováděného monitoringu v Ptačí oblasti Orlické Záhoří.
3. Zjistit přesuny a početnost ptáků na lokalitě v průběhu sezóny.
4. Zhodnotit možné využití této metody.

Charakteristika lokality

Sledovaná oblast se nachází v Orlických horách, na severovýchodě Čech, v Královéhradeckém kraji, kolem obce Orlické Záhoří (50°16,7' N, 16°28,40' E). Jsou to plochy luk a pastvin při horním toku řeky Divoké Orlice. Území je rozděleno státní hranicí na českou (západní) a polskou (východní) část. Přírodním vymezením lokality je hranice lesa po obvodu celé oblasti. V jižní části je součástí sledovaného území i navazující oblast luk kolem obce Černá Voda. Oblast se nachází v nadmořské výšce 650 až 770 m n. m. a patří do klimatické oblasti chladné, vlhké, CH4 (Mackovčín & Sedláček 2002). Rozloha celé sledované oblasti je 16,072 km². Na většině ploch jsou louky protkány rozptýlenou zástavbou a skupinami stromů. V 70. letech 20. století proběhly v české části území rozsáhlé pozemkové úpravy, s cílem odvodnit louky a vytvořit velké plochy zemědělské půdy. Zásahy v krajině razantně snížili pestrost a početnost rostlinných i živočišných druhů. Od 90. let došlo k přeměně orné půdy na trvalé travní porosty a k extenzivnímu hospodaření na většině území. V současné době dožívají odvodňovací systémy a na mnoha místech se samovolně obnovují malé mokřadní louky. V polské části území nedošlo k pozemkovým úpravám, ale velká část pozemků zůstala dlouhodobě neobhospodařována či byla zalesněna. Na mnoha místech vzniká také nová výstavba domů. Pro chřástala polního je důležitá především niva řeky. Česká strana má pro sledovaný druh mnohem větší význam, vyskytuje se zde většina volajících ptáků. V tomto místě byla pro chřástala polního vyhlášena v roce 2004 Ptačí oblast Orlické Záhoří na ploše 903,9 ha (Hora *et al.* 2010). Česká část území je také součástí CHKO Orlické hory a nachází se zde dvě maloplošná zvláště chráněná území (PR Bedřichovka a PR Trčkovská louka) především s botanickým zaměřením.



Obr. 1: Ortofotomapa s vyznačením zájmové oblasti (červeně) a Ptačí oblasti Orlické Záhoří (modře).



Obr. 2: Mapa půdních bloků – zemědělských pozemků na českém území. Podklad je použit u dalších mapových výstupů a zahrnuje nejčastější výskyt volajících ptáků v oblasti. Modře vyznačena Ptačí oblast Orlické Záhoří.

Metodika a materiál

Sběr dat

Akustický monitoring chřástala polního jsem prováděl v hnízdním období 2012 v celé sledované oblasti Orlického Záhoří. Celkem jsem provedl devět kontrol lokality od poloviny května po konec června. Desátá kontrola na začátku července byla již z hlediska volajících ptáků negativní. Kontroly jsem prováděl za klidného počasí bez větru nebo deště. Při každé kontrole jsem se snažil zjistit všechny volající ptáky v oblasti a pořídít záznamy jejich volání. S kontrolou jsem začínal hodinu po setmění, tj. asi v 22:30 a končil jsem nejpozději při rozednění, asi po čtvrté hodině ranní. Takto jsem zaznamenal 47 nahrávek použitých pro analýzu individuální hlasové variability. Pro přesuny jsem používal automobil. Místo pořízení nahrávky bylo vždy zaznamenáno pomocí GPS Magellan Triton 2000. Ke každému volajícímu ptáku jsem se přiblížil na vzdálenost přibližně 10 m. Záznam hlasu byl pořízen profesionálním kazetovým nahrávacím zařízením Marantz PMD 222 a směrovým mikrofonom Sennheiser ME66. Nahrávky byly pořizovány ideálně v délce záznamu alespoň 5 minut (nejkratší nahrávka měla 1 minutu). Zaznamenány byly okolnosti pořízení nahrávky (čas, přítomnost jiných samců, počasí, rušivé zvuky apod.).

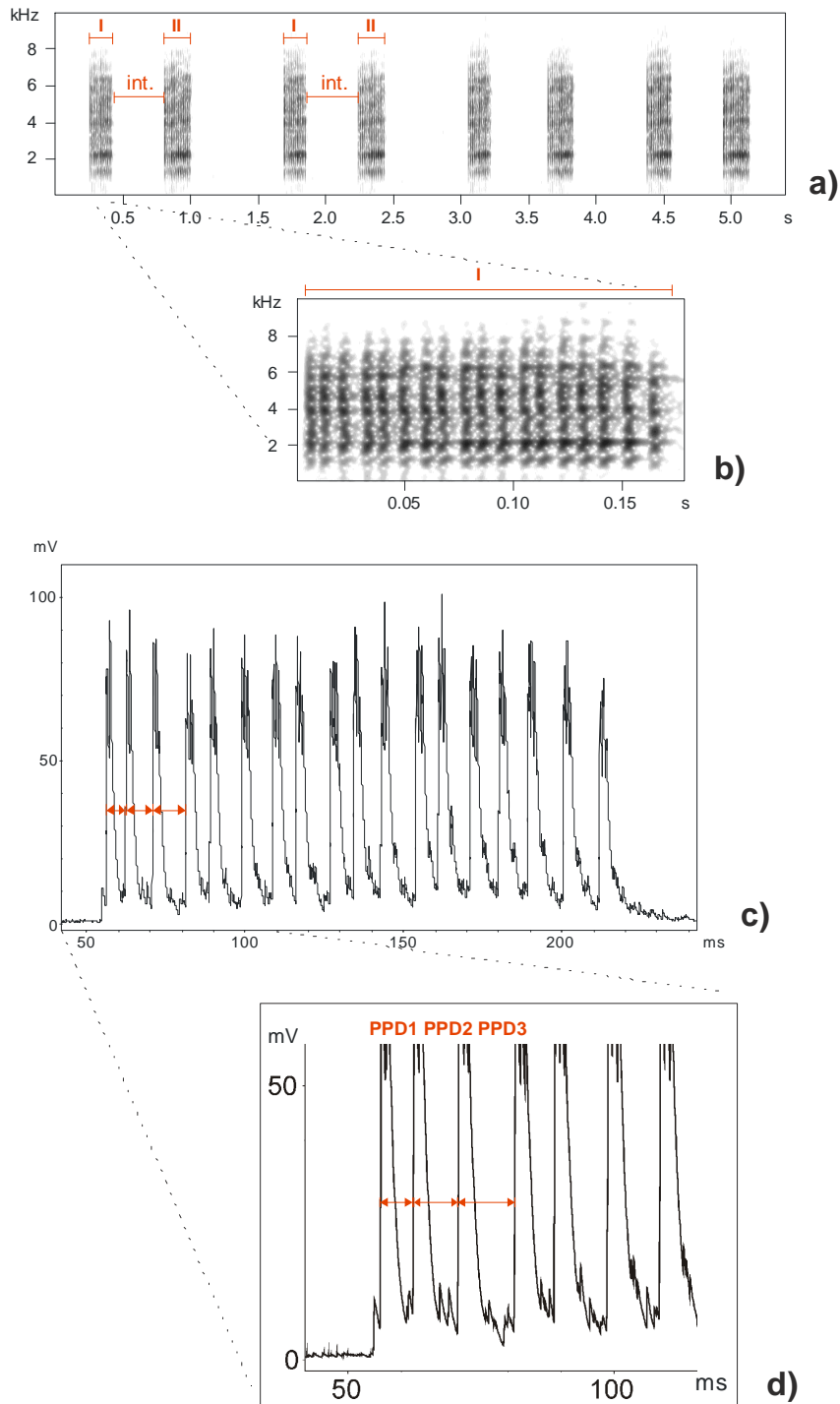
Na území ptačí oblasti provádí každoroční monitoring mapovací metodou amatérští ornitologové uskupení pod místní ornitologickou stanicí Orlické Záhoří a pracovníci AOPK ČR. Data z tohoto monitoringu jsem použil pro porovnání s výsledky z akustického monitoringu. Kontroly při této mapovací metodě probíhaly po celou dobu hnízdní sezóny od května do července. Byly prováděny vyhledáním volajících ptáků v celé oblasti nejméně jednou týdně a s průběžným zaznamenáváním i náhodných pozorování. Záznamy o volajících ptácích byly ve formě přibližného zákresu slyšeného chřástala zaznamenávány do map. Všechny záznamy byly v závěru překresleny do jedné mapy a z ní vyhodnocena tzv. hnízdiště chřástala. Za hnízdiště bylo považováno místo, kde byl zaznamenán volající pták opakovaně pod dobu více než 5 dnů ve vzdálenosti do 300 m (Bibby *et al.* 2000).

Popis hlasu

Hlas chřástala se skládá z opakujících se dvouslabičných volání, označovaných jako slabika I a slabika II. Každá tato slabika se skládá z několika pulsů, obvykle 14 - 22 (Peake *et al.* 1998) . Délka jednoho takového pulsu bývá 3 – 5 ms a mezera mezi nimi (interval) 4 – 8ms (Mikkelsen *et al.* 2013). Čas od začátku jednoho pulsu až po začátek pulsu druhého (tj. čas pulsu plus čas intervalu) je označován jako „pulse-to-pulse duration“ zkráceně PPD (Peake *et al.* 1998, obr. 3). Právě PPD jsem použil pro identifikaci jedince. Na základě předchozích studií je známo, že PPD je na rozdíl od ostatních parametrů hlasu charakteristikou, která je během sezóny. relativně stabilní (Osiejuk *et al.* 2004).

Zpracování dat

Všechny nahrávky jsem nejdříve digitalizoval (frekvence 44 kHz a sampling rate 16 bitů) do bezztrátového formátu WAV. Měření hlasového projevu jsem provedl v programu Avisoft SASLab Pro, verze 5.1. Z každé nahrávky jsem odstranil nízkofrekvenční šum pomocí „FIR Time Domain Filter“ s funkcí „high-pass filter“ (0,5 kHz, výjimečně 1 kHz). Pro měření jsem použil funkci „Puls Train Analysis“ s nastavením „Rectification + exponential decay“ pro rozpoznání „Envelope“ a s měřením intervalu. Při každém měření jsem začínal s následujícími hodnotami nastavení, které odpovídaly správné detekci pulsů u většiny nahrávek: „time constant“ = 1 ms, „threshold“ = 0,02 V, „hysteresis“ = 10 dB, „start/end threshold“ = - 8 dB. V případě silnější nahrávky bylo nutné hodnoty „threshold“ a „hysteresis“ mírně zvýšit, aby byly všechny pulsy správně detekovány. Správnou detekci všech pulsů jsem vizuálně kontroloval u každé jednotlivé slabiky. Samotné změření PPD poté provedl program automaticky. Měřil jsem 10 volání (20 slabik) z každé ze 47 pořízených nahrávek v dostatečné kvalitě, bez rušivého šumu.



Obr. 3: Sonogram hlasu chřástala polního ukazuje **a)** sekvenci jeho typického volání s vyznačením obou slabik (I a II) a intervalu (int.), **b)** detail slabiky I se znatelnou strukturou pulsů, **c)** vykreslení pulsů ve slabice I a **d)** detail pulsů s vyznačením prvních třech PPD (červenými šipkami).

Analýza dat

Pro analýzu jsem vybral z nahrávky vždy 10 slabik I. Počet PPD byl stanoven nejvyšším počtem PPD shodným pro všechny slabiky I všech nahrávek (tedy daným slabikou I s nejnižším počtem pulsů), sníženým o jeden PPD. Pro slabiku I to bylo v tomto případě 13 PPD. Pro každou nahrávku jsem z těchto dat počítal míru korelace (vnitrohlasovou podobnost) pomocí Pearsonova korelačního koeficientu (r). Tedy míru lineární závislosti jedné slabiky na druhé (Hendl 2006). Některé slabiky mohou někdy vykazovat nežádoucí odchylky, které je možné odhalit podle míry vnitrohlasové podobnosti. U nahrávek, které vykazovaly nízkou hodnotu vnitrohlasové podobnosti jsem vyhledal jiný úsek hlasu ze stejné nahrávky a provedl nové měření stejným způsobem. Tím jsem eliminoval náhodná zkreslení v hlasu. Nejnižší získaná hodnota u všech kombinací vnitrohlasových podobností Pearsonova korelačního koeficientu pak byla ze všech nahrávek v rozsahu $r = 0,803$ až $0,987$.

Pro zjištění podobnosti jednotlivých nahrávek jsem použil průměrné hodnoty pro každou jednotlivou PPD v dané nahrávce. Všech 47 nahrávek dává 1081 párových kombinací, které byly porovnány Pearsonovým korelačním koeficientem. Jako základní kritickou hodnotu pro stanovení, zda nahrávky patří ke stejnému jedinci jsem použil nejnižší zjištěnou vnitrohlasovou podobnost ($r = 0,8$) podobně jako Peake *et al.* (1998). Nahrávky s vyšší hodnotou r než $0,8$ by mohly být považovány za stejného ptáka. Pro snazší orientaci a přesnější hodnocení jsem sledoval ještě další tři kritické hodnoty: $r = 0,9$ jako přísnější základní kritickou hodnotu, $r = 0,95$ jako doporučenou pro vyhledávání delších přesunů ptáků (Mikkelsen *et al.* 2013) a $r = 0,98$ poukazující na případy nejvyšší podobnosti.

Při daných kritických hodnotách jsem hodnotil nahrávky ve dvou různých skupinách. Ve skupině „noci“ jsou hodnoceny všechny nahrávky pořízené na různých místech během jedné noci. Jelikož v jednom případě byla během jedné noci pořízena jen jedna nahrávka, nebyla do skupiny zařazena a je zde tedy analyzováno celkem 46 nahrávek. U této skupiny je předpoklad, že nahrávky pocházejí vždy od různých jedinců, kteří dané noci volali na různých stanovištích. Pokud pomineme málo pravděpodobnou možnost, že se pták během noci přemístil a zároveň byl opět nahrán, tak tato skupina může naznačit množství párových kombinací chybně hodnocených jako stejný jedinec při daných kritických hodnotách. A tedy i s jakou mírou se zde vyskytují ptáci s podobným hlasovým projevem.

Do skupiny „teritoria“ jsem zařadil nahrávky nejprve podle kritéria, kdy alespoň dvě nahrávky z celé sezóny jsou ve vzdálenosti maximálně 250 m (Peake & McGregor 2001), a v případě, že v tomto okruhu je pár nahrávek ze stejné noci, bylo toto teritorium rozděleno na dvě menší. Nahrávky byly zařazené celkem do 10 teritorií podle místa jejich nahrání. Pro následné rozhodnutí, zda je teritorium reálně od jednoho jedince jsem použil kritickou hodnotu $r \geq 0,9$. U této skupiny může být předpoklad, že nahrávky pořízené opakovaně na stejném stanovišti budou patřit stejnému ptáku. Je však zjištěno, že ptáci mohou navštěvovat sousední teritoria (Šklíba & Fuchs 2004). Tato skupina tak ukazuje množství případů ve kterých byly párové kombinace uznány, že patří stejnému jedinci v teritoriu při daných kritických hodnotách.

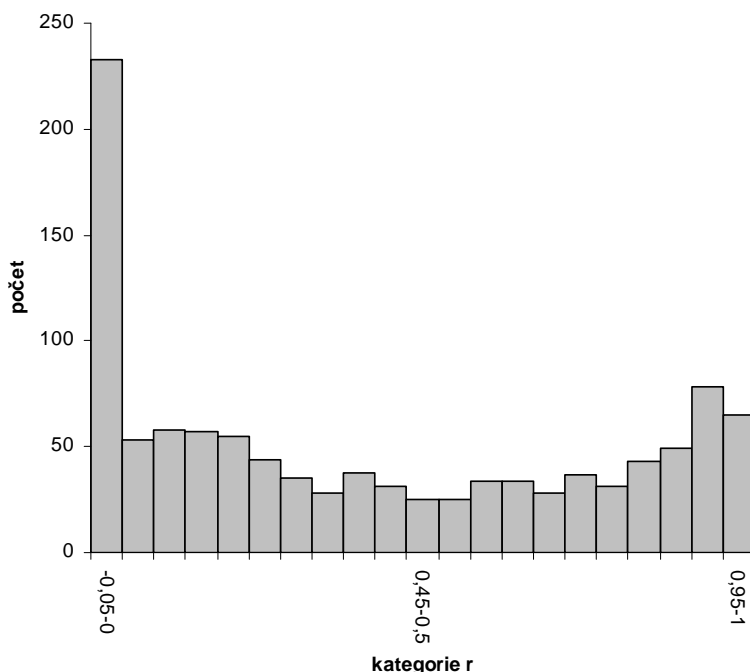
Pro odlišení konkrétních jedinců jsem použil všechny párové kombinace s hodnotou $r \geq 0,9$ a vynesl je do mapy pomocí geografického informačního systému, programem QGIS verze 2.2. Vyhledal jsem vzájemně nejvíce provázané nahrávky a rozřadil je do odlišených skupin tzv. sítí. Každá tato síť reprezentuje nahrávky s podobným hlasovým projevem, lišící se od hlasového projevu v sítích ostatních. V každé síti jsem se pokusil nalézt záznamy patřící s největší pravděpodobností k jednomu jedinci. Vzhledem ke kolísání míry vzájemné podobnosti a k časté provázanosti podobností s jinými nahrávkami nebylo v několika případech možné nahrávky přidělit jednomu jedinci. Při posuzování zda nahrávka náleží nebo nenáleží konkrétnímu jedinci jsem postupoval podle následujících kritérií: a) párová kombinace s nejvyšší hodnotou r je upřednostněna, b) párové kombinace pořízené ve stejnou noc jsou zamítnuté a c) zamítnuté jsou párové kombinace z jiných nocí, ale s tou samou nahrávkou, pokud vycházejí z jedné stopy. Jedna takto popsaná stopa, je předpokládanou maximální možnou stopou jednoho jedince. Nelze zde vyloučit náhodnou podobnost s jiným jedincem a tak sloučení dvou jedinců v jednu stopu. Celkový počet jedinců vyskytujících se v sezoně v jedné síti byl stanoven podle počtu stop jedinců a pokud nebylo možné stanovit stopu, tak podle maximálního počtu nahrávek ze stejné noci. Celkový součet jedinců v sítích je odhadem minimálního počtu jedinců (volajících ptáků) pohybujících se na lokalitě v sezoně.

Výsledky

V devíti kontrolách jsem pořídil 47 nahrávek hlasu chřástala. Nejvíce jsem zaznamenal během jediné noci (2. - 3. 6. 2012) devět nahrávek na různých stanovištích. Rozložení hodnot podobnosti všech párových kombinací ($n = 1081$) je uvedeno na obr. 4. Počet párových kombinací přesahující přes základní kritickou hodnotu podobnosti pro stanovení stejného jedince ($r \geq 0,8$), byl 235 (22%) ze všech párových kombinací. Při kritické hodnotě $r \geq 0,9$ použité pro hodnocení v této práci je to 143 (13%) ze všech párových kombinací. Přísnější kritéria použitá pro další hodnocení jsou uvedena v tabulce 1.

Tab. 1: Počet nahrávek hlasů získaných v roce 2012, párových kombinací a přehled jejich hodnot r . Tučně uvedena data nad kritickou hodnotu použitou v této práci, všechny tyto hodnoty jsou podrobně uvedeny v příloze 8 a 9.

nahrávky (n)	párových kombinací (n)	rozsah r		přesah kritické hodnoty r (počet pár. komb.)			
		min.	max.	$\geq 0,8$ (n)	$\geq 0,9$ (n)	$\geq 0,95$ (n)	$\geq 0,98$ (n)
47	1081	-0,322	0,997	235	143	65	21
				22%	13%	6%	2%



Obr. 4: Rozložení četností hodnot r párových kombinací v kategoriích po 0,05. Vlevo páry s nízkou podobností vpravo páry s vysokou podobností.

Noci

Skupina „noci“ srovnává mezi sebou nahrávky pořízené během jedné noci na různých stanovištích. Celkem je to 8 nocí, přičemž jedna noc nebyla zařazena, protože zahrnuje pouze jednu nahrávku. Ve všech nocích dohromady (ale hodnocených zvlášť) je 46 nahrávek a v součtu 123 párových kombinací (tab. 2). Při kritické hodnotě $r \geq 0,8$ bylo za podobné respektive za stejné považováno 24 (20 %) párových kombinací a i při přísném hodnocení $r \geq 0,98$ byla 1 (1 %) kombinace, která byla považována za stejného jedince (tab. 3).

Tab. 2: Počet nahrávek hlasů ve skupině „noci“, přehled hodnot r párových kombinací. Datum uváděno pro začátek noci. Tučně jsou uvedeny počty párových kombinací hodnocených jako stejný jedinec pro kritickou hodnotu r používanou v této práci.

datum	nahrávky (n)	párových kombinací (n)	rozsah r		přesah kritické hodnoty r (počet párů)			
			min.	max.	$\geq 0,8$ (n)	$\geq 0,9$ (n)	$\geq 0,95$ (n)	$\geq 0,98$ (n)
16.5.	3	3	-0,129	0,274	0	0	0	0
25.5.	5	10	-0,195	0,904	1	1	0	0
2.6.	9	36	-0,217	0,963	4	2	2	0
8.6.	8	28	-0,113	0,971	4	3	2	0
9.6.	5	10	-0,322	0,967	4	2	1	0
15.6.	6	15	-0,028	0,984	4	3	1	1
22.6.	6	15	-0,263	0,880	4	0	0	0
28.6.	4	6	0,706	0,958	3	3	1	0

Tab. 3: Zastoupení párových kombinací nahrávek hodnocených jako stejný pták v součtu všech nocí při přesahu daných kritických hodnot r . Vyjadřuje zároveň zastoupení (pravděpodobně) chybně hodnocených párových kombinací u hlasově velmi podobných jedinců.

kritická hodnota r	počet párů
$\geq 0,8$	24 (20 %)
$\geq 0,9$	14 (11 %)
$\geq 0,95$	7 (6 %)
$\geq 0,98$	1 (1 %)

Teritoria

Skupina „teritoria“ hodnotí vůči sobě nahrávky na základě geografické blízkosti pořízených záznamů. Teritorií vybraných podle vzdálenosti nahrávek do 250 m bylo celkem 10 (tab. 4 a 5). Počet dnů od první po poslední nahrávku v teritoriu do 250 m byl v rozsahu 6 – 37 dnů, medián 17 dnů. Rozsah maximálních vzdáleností nahrávek v teritoriích byl 3 – 206 m, medián 83 m. Pro uznání za teritorium jednoho jedince

splňovalo podmínku alespoň jedné párové kombinace $r \geq 0,9$ celkem 7 teritorií (tab. 7, příloha 2 a 7). To zahrnuje 35 párových kombinací (60%) z původních 58 kombinací. Rozsah je od 81% až po 28% párových kombinací hodnocených jako stejný jedinec v teritoriu u mírného až nejpřísnějšího hodnocení (tab. 6). Tři původní teritoria (do 250 m, označení č. 8, 9, 10) nebyla uznána za teritorium (tab. 4 a 5). Celkem bylo z teritorií, při kritické hodnotě $r \geq 0,9$ vyřazeno 10 nahrávek z 35 původních v základním výběru do 250 m. Tak došlo také ke změně charakteristik teritoria. Zde můžeme říci, že se jedná již o charakteristiku teritoria pravděpodobně jednoho jedince. Počet dnů od první do poslední nahrávky se snížil na 6 – 23 dnů, medián 14 dnů. Rozsah maximálních vzdáleností klesl na 3 – 66 m, medián 32 m (tab. 7).

Tab. 4: Teritoria stanovená výběrem nahrávek do vzdálenosti 250 m. Počet dnů je počtem dnů od první do poslední nahrávky v teritoriu.

číslo teritoria	nahrávky (n)	párových kombinací (n)	rozsah vzdáleností (m)			počet dnů
			min.	medián	max.	
1	3	3	5	32	34	14
2	2	1			37	14
3	2	1			3	6
4	5	10	13	34	66	30
5	6	15	2	20	134	37
6	6	15	11	62	134	37
7	5	10	7	14	206	20
8	2	1			189	7
9	2	1			99	34
10	2	1			4	7

Tab. 5: Teritoria stanovená výběrem nahrávek do 250 m a počet párových kombinací přesahující kritické hodnoty r . Tučně jsou uvedeny počty párových kombinací pro uznaná teritoria.

číslo teritoria	rozsah r		přesah kritické hodnoty r (počet pár. komb.)			
	min.	max.	$\geq 0,8$ (n)	$\geq 0,9$ (n)	$\geq 0,95$ (n)	$\geq 0,98$ (n)
1	0,812	0,992	3	1	1	1
2	0,963	0,963	1	1	1	0
3	0,949	0,949	1	1	0	0
4	0,516	0,996	7	5	2	2
5	0,909	0,997	15	15	10	10
6	0,580	0,993	12	9	6	2
7	0,370	0,997	6	3	1	1
8	0,871	0,871	1	0	0	0
9	-0,061	-0,061	0	0	0	0
10	0,815	0,815	1	0	0	0

Tab. 6: Zastoupení párových kombinací hodnocených jako stejný pták v součtu všech teritorií při přesahu jednotlivých kritických hodnot r .

kritická hodnota r	počet párů
$\geq 0,8$	47 (81%)
$\geq 0,9$	35 (60%)
$\geq 0,95$	21 (36%)
$\geq 0,98$	16 (28%)

Tab. 7: Uznaná teritoria při kritické hodnotě $r \geq 0,9$. Charakteristika teritorií.

číslo teritoria	číslo stopy	nahrávky (n)	párových kombinací (n)	rozsah vzdáleností (m)			počet dnů
				min.	median	max.	
1	6	2	1			32	8
2	1	2	1			3	6
3		2	1			37	14
4	4	4	5	13	50	66	23
5	3	6	15	2	11	22	20
6	5	6	9	11	36	72	17
7	2	3	3	7	9	14	7

U výsledných 7 teritorií můžeme nalézt vzájemnou provázanost, podobnost $r \geq 0,9$. U jedné dvojice teritorií (teritoria č. 5 a 7) je podobnost přímo mezi nahrávkami patřícími do teritoria. Jedná se pravděpodobně o dva jedince s podobným hlasovým projevem (příloha 3). U dalších tří dvojic teritorií je vazba na dané teritorium nepřímá - buď k nahrávce vyřazené z teritoria (teritoria 4 a 2, 7 a 3), nebo k nahrávce s nejnižšími podobnostmi v daném teritoriu (teritorium 6 a 1). Jde tedy zřejmě o 3 ptáky, kteří nejdříve navštívili cizí teritorium a poté se usadili jinde (příloha 3, 5, 6).

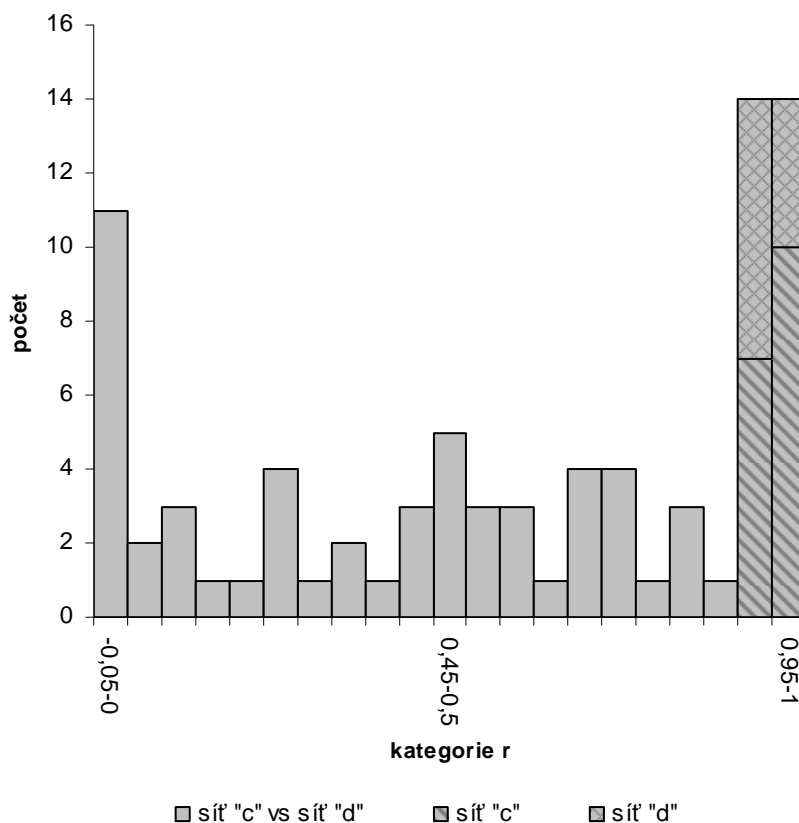
Odlíšení konkrétních jedinců

Po prohledání podobností všech párových kombinací ($r \geq 0,9$), vznikly 4 od sebe zřetelně odlíšené sítě (označené a, b, c, d) vzájemně podobných párových kombinací (obr. 5 a 6). Síť „a“: zahrnuje 3 teritoria a minimálně 4 jedince. V jednom bodě (nahrávce č. 20) navazuje na síť „b“. Síť „b“: zahrnuje jedno teritorium. Nahrávky od více ptáků jsou tu vzájemně hodně podobné. Odhadováno je minimálně 4 až 5 jedinců. Ve dvou bodech je zde návaznost na jiné síť (nahrávka č. 20 síť „a“, nahrávka č. 48 síť „d“). Síť „c“: zahrnuje dvě teritoria a 2 až 3 jedince. Nenavazuje na jinou síť v žádném bodě. Síť „d“: Zahrnuje jedno domácí teritorium a jedno jen jako navštívené. Jsou zde minimálně 2 jedinci. Jeden bod je společný s jinou sítí (nahrávka č. 48, síť „b“)

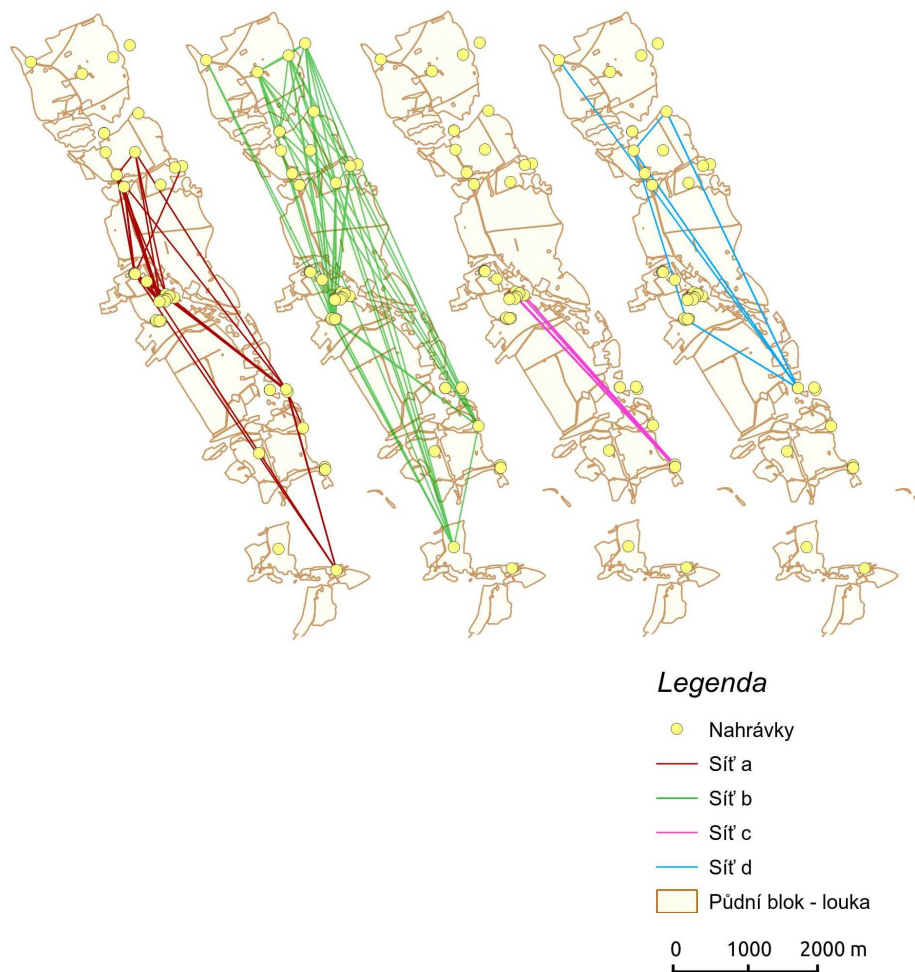
Každá tato síť zahrnuje podobný hlasový projev několika jedinců, jejichž vzájemné odlišení je problematické. Přesto je možné některé stopy přesunů konkrétních jedinců v rámci celé sezóny vyčíst. Celkem bylo vyhodnoceno 6 stop minimálně od 6 až 7 jedinců. Viz tabulka 8, obr. 7 až 11). Mimo sítě zůstaly dvě nahrávky (č. 18 a 31) které nemají dostatečnou podobnost s jinými nahrávkami. Považují je za 2 samostatné jedince. Celkem můžeme na základě analýzy hlasu při použití kritické hodnoty $r \geq 0,9$ odhadnout výskyt minimálně 14 až 16 jedinců a 7 teritorií během celé sezóny ve sledované oblasti Orlického Záhoří.

Tab. 8: Vytyčené pravděpodobné stopy jednotlivých jedinců, jejich charakteristika.

číslo stopy	počet nahrávek	domovské teritorium č.	navštívené teritorium č.	datum	počet dnů	počet jedinců
1	4 (5)	2	4	19.5. - 28.6	40	1
2	5	7		25.5. - 15.6.	21	1
3	5 (6)	5		(16.5.) 2.6. - 22.6.	37	1
4	4	4		16.5. - 15.6	30	1 - 2
5	5	6		2.6. - 22.6.	20	1
6	3 (4)	1	6	16.5. - 8.6.	23	1



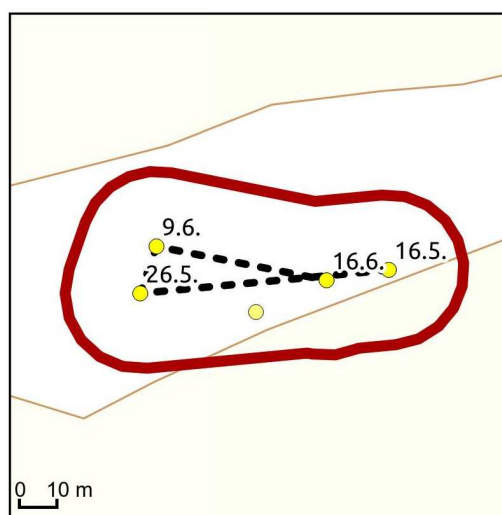
Obr. 5: Rozložení četností hodnot r párových kombinací nahrávek u dvou sítí podobností (síť „c“ vs síť „d“). Kategorie jsou po 0,05. Vlevo jsou odlišné páry nahrávek vpravo jsou podobné páry ze dvou sítí.



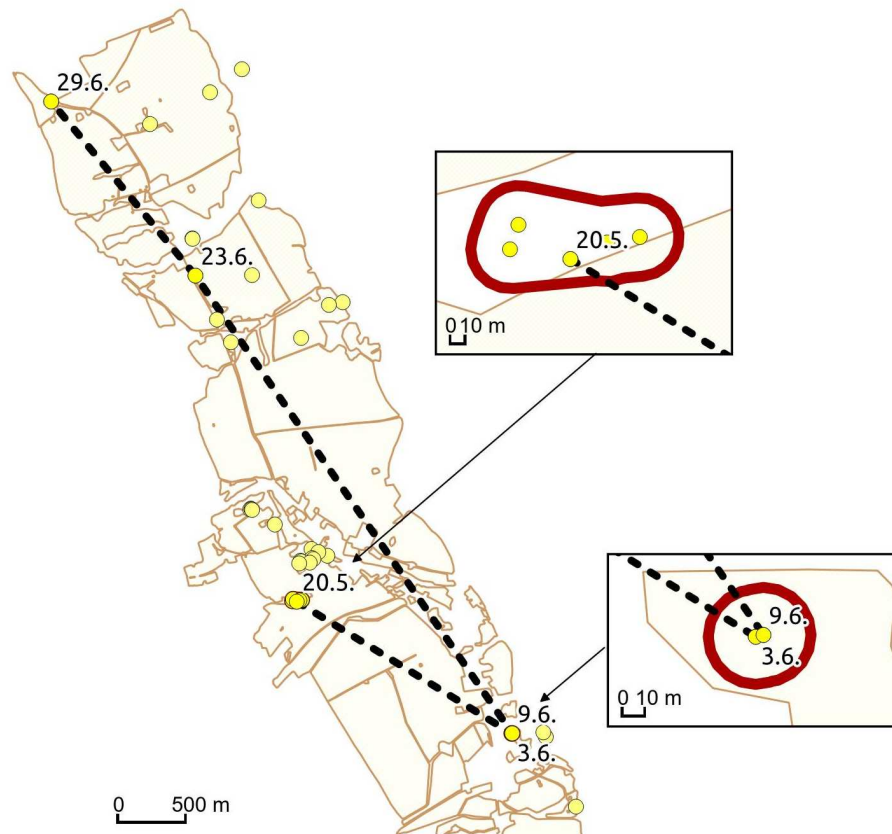
Obr. 6: Přehled sítí párových podobností na lokalitě Orlické Záhoří.

Legenda

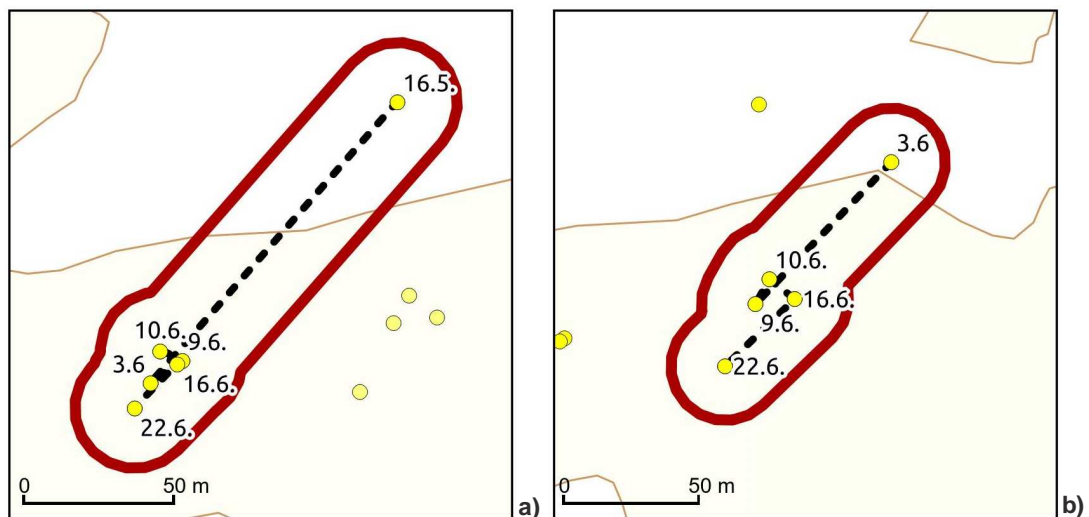
- Nahrávky
- Stopa
- Teritorium
- Půdní blok - louka



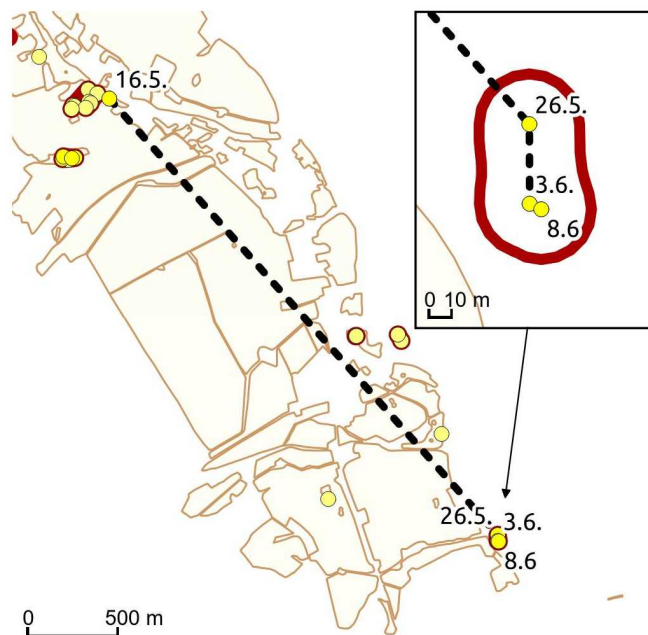
Obr. 7: Stopa č. 4 s uvedením data pořízení nahrávek v teritoriu č.4. Vzájemné podobnosti viz příloha 7.



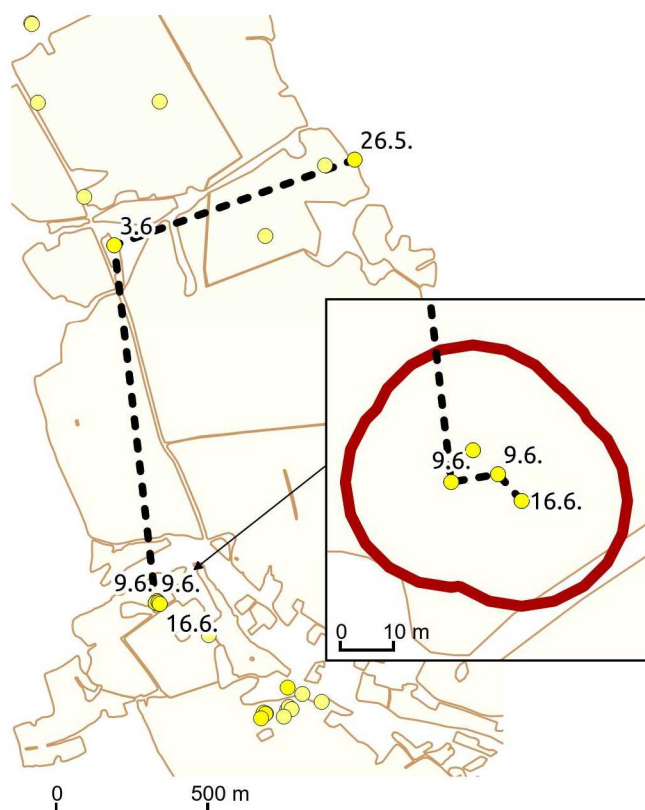
Obr. 8: Stopa č. 1 s uvedením data pořízení nahrávek. Vzájemné podobnosti viz příloha 6. Legenda viz obr. 7.



Obr. 9: Stopa č. 3, teritorium č. 5 (a) a stopa č. 5, teritorium 6 (b) s uvedením data pořízení nahrávek. Vzájemné podobnosti viz příloha 7. Legenda viz obr. 7.



Obr. 10: Stopa č. 6 s uvedením data pořízení nahrávek. Vzájemné podobnosti viz příloha 5. Legenda viz obr. 7.



Obr. 11: Stopa č. 2 s uvedením data pořízení nahrávek. Vzájemné podobnosti viz příloha 3. Legenda viz obr. 7.

Srovnání s běžným monitoringem

Při monitoringu prováděném místní ornitologickou stanicí v Orlickém Záhoří bylo zaznamenáno 71 záznamů volajícího chřástala a stanoveno 9 tzv. hnízdišť na území ptačí oblasti (viz metodika a obr. 1). Nahrávek bylo pořízeno o 24 méně ($n = 47$) a z jejich analýzy bylo stanoveno 7 teritorií. Celkem 6 teritorií bylo v ptačí oblasti, jedno teritorium se nacházelo na polské straně území, mimo ptačí oblast. Všechny 6 teritorií se překrývalo s hnízdišti stanovenými z monitoringu. Jedno hnízdiště bylo na základě analýzy nahrávek zpochybněno, tři nahrávky z tohoto místa patří různým jedincům (nahrávky č. 09, 45, 46, příloha 1 a 2). Zbývající hnízdiště byla mapovací metodou stanovena na lokalitách odkud se nepodařilo získat dostatek nahrávek z akustického monitoringu pro jejich ověření.

Diskuse

Určení jedinců pomocí individuální hlasové variability

K identifikaci jedinců a sledování pohybu ptáků po lokalitě jsem použil metodu rozpoznávání jedinců podle individuální hlasové variability. Alternativou jsou tradiční metody: kroužkování nebo telemetrie. Obě tyto metody mají zásadní nevýhodu v nutnosti odchycení jedince, což je časově náročné a u některých jedinců prakticky neproveditelné. Rovněž samotná manipulace s ptákem může jeho následné chování ovlivnit. To i z etických důvodů prakticky vyřazuje metodu kroužkování pro sledování ptáka v rámci sezóny, vyžadovala by opakované odchvy. V případě telemetrie musíme zohlednit také finanční náročnost spojenou se ztrátou vysílačů. Naopak cennou výhodou obou metod je prokazatelnost výsledků. Výhody analýzy hlasové variability tak staví především na nevýhodách předchozích dvou metod. Pro pořízení záznamu hlasu nemusíme ptáky chytat, tím je metoda velmi šetrná ke studovanému jedinci (Terry *et al.* 2005). Výhodou je časová nenáročnost, potřebujeme jen několik minut pro záznam hlasu. V jednu noc tak bylo možné zaznamenat všechny ptáky v oblasti. Nevýhodou je naopak sama podstata této metody, tedy přirozená variabilita hlasu, její omezená stálost v čase a možnost překryvu u dvou nebo více jedinců. To nelze nijak významně eliminovat použitím sofistikovanějších statistických metod (Mikkelsen *et al.* 2013). Nikdy tak nemůžeme výsledky považovat za plně prokazatelné. Je nutné posuzovat je velmi opatrně, některé skutečné přesuny jedinců nemusí být uznány a naopak v případě podobných jedinců mohou výsledky ukázat přesuny, které ve skutečnosti neproběhly. To souvisí s problematikou stanovení kritické hodnoty Pearsonova korelačního koeficientu (r) pro uznání nahrávek pro jednoho jedince. Rozložení četností hodnot r párových kombinací (obr. 4) podobně jako u (Mikkelsen *et al.* 2013) nemá jednoznačné rozdělení podobných a odlišných párových kombinací. Nelze tak maximálně eliminovat chybné identifikace a zároveň maximalizovat přijetí správných identifikací (Peake *et al.* 1998) Míra spolehlivosti odlišení jedince se u jednotlivých druhů ptáků liší, často se však pohybuje okolo 90%. Například 84% u kulíška nejmenšího (*Glaucidium passerinum*) popisuje Galeotti *et al.* (1993), nebo u výra velkého (*Bubo bubo*) je to dokonce 98% (Grava *et al.* 2008). S přibývajícím počtem jedinců se ale také zvyšuje možnost výskytu jednoho či více ptáků s velmi podobným hlasovým projevem. (Xia *et al.* 2012) Tím je metoda použitelná pouze pro hodnocení menších skupin jedinců.

K analýze individuální hlasové variability jsem použil pouze slabiku I. Ačkoli se nabízí možnost přidání i druhé slabiky a tím teoreticky zpřesnění výsledku, předchozí studie významné zpřesnění nepotvrdila (Mikkelsen *et al.* 2013). Použití 10 slabik z hlasu by dle předchozích studií mělo být dostatečné, větší množství slabik již nepřináší významné zpřesnění (Rek & Osiejuk 2011). Ke zpřesnění by mohlo napomocť zařazení jiných parametrů hlasu do analýzy. Peake *et al.* (1998) tak přidáním dalších parametrů (počet pulsů, délka intervalu) dosáhl u chřástala polního 100% správných odlišení jedinců. Ovšem později Osiejuk *et al.* (2004) zjistil, že tyto parametry se v sezóně mohou změnit. Co by mohlo být dalším doplňujícím parametrem však stále není dostatečně prostudovaná problematika a i výsledky této studie naznačují, že přidání zpřesňujícího parametru je potřebné pro lepší využití metody.

Skupina nahrávek z jedné noci

Ve skupině, kde byly porovnány podobnosti nahrávek pořízené v jednu noc je možné posoudit jaké množství ptáků s podobným hlasovým projevem se zde vyskytlo. To je důležité i pro odhad s jakou chybou se můžeme setkat u jednotlivých kritických hodnot. Pro hodnotu $r \geq 0,9$ bylo chybně hodnoceno 11 % párových kombinací jako stejný jedinec (tab. 3). Samo zaznamenání času nahrávky a výskytu okolních ptáků pomůže s následným hodnocením pohybu jedinců (Terry *et al.* 2005). Například mezi teritorii 5 a 7 je poměrně silná podobnost všech jejich nahrávek (příloha 3). Zároveň však je zde několikrát zaznamenáno, že nahrávky pocházejí ze stejné noci a pořízeny jsou obvykle krátce po sobě. V tomto případě se tedy jedná evidentně o dva jedince s velmi podobným hlasovým projevem. Druhým příkladem mohou být nahrávky č. 45, 46 a 47 z poslední noci (příloha 4). Zde je opět poměrně silná podobnost a nahrávky jsou pořízeny krátce po sobě. Nejedná se ani o ptáky z případu výše, podobnost je nízká a přísluší do jiných sítí (sít' „a“ , sít' „b“) viz příloha 3 a 4. V síti „b“ se však nachází ještě jedna trojice nahrávek z dřívější noci (č. 33, 37, 38) a je tak možné, že množství vzájemných podobností je zde způsobeno právě pobytem pouze těchto tří ptáků na lokalitě.

Předpoklad, že se pták během noci nepřesunul, a nebyl tedy opakovaně nahrán, je podpořen terénními záznamy při nahrávání o okolních samcích, rovněž byly nahrávány nejbližší stanoviště ptáků krátce po sobě i to eliminuje riziko že by se jednalo o stejného jedince. Je však známo, že samci sousední teritoria navštěvují. Avšak jedná

se především o návštěvy během denní doby, navíc ptáci se v cizím teritoriu téměř neozývají (Šklíba & Fuchs 2004). Přesun na větší vzdálenost, navíc do míst kontrolovaných při nahrávání, je velmi málo pravděpodobný.

Skupina nahrávek z teritorií

Vzdálenost registrací ptáků do 250 m je často užívána pro stanovení teritoria na základě studií ukazujících, že se volající samci obvykle drží v tomto okruhu. Je však známo, že ptáci se mohou posunout i na větší vzdálenost (Stowe & Hudson 1988). To u klasických monitoringů může způsobit, že místo jednoho teritoria započítáme dvě. Zvláště u populací s větší hustotou samců může nastávat situace, kdy registrace ptáků na sebe navazují a není snadné stanovit hranice teritoria a jejich počet. Tyto situace může metoda rozpoznání individuální hlasové variability poměrně dobře řešit (Peake & McGregor 2001). Příkladem jsou dvě blízká teritoria č. 5 a 6, která jsou od sebe jasně odlišena podle hlasové podobnosti (příloha 7). Oproti monitoringu provedenému lidmi z ornitologické stanice, bylo zaznamenáno méně teritorií. Toto bylo způsobeno především díky častějším náhodným kontrolám při mapovací metodě oproti nahrávání nahrávek při akustickém monitoringu. Při týdenních intervalech tak nebylo zachyceno dostatečné množství nahrávek pro posouzení stanovišť, která pak mapovací metodou byla hodnocena jako „hnízdiště“. Týdenní interval se tak jeví jako příliš dlouhý. Chrástal volá přibližně 80% noci (Stowe & Hudson 1988) a pokud jej při druhé kontrole náhodou nezaznamenáme, může hnízdění teoreticky proběhnout aniž bychom jej zachytili. Pokud pták obsadil stanoviště již před první kontrolou v třetí kontrole již mohl přestat volat z důvodu založení snůšky (Peake *et al.* 1998, Schäffer & Koffijberg 2006). To je teoreticky až 20 dní s pouze jedním záznamem při týdenních intervalech. Lze tedy doporučit častější interval nahrávání přesto, že to značně zvyšuje náročnost metody.

Ve dvou (nahrávky č. 13, a 04) až třech (nahrávka č. 19) případech u třech teritorií (č. 1, 4, 7, přílohy 1 až 7) bylo zaznamenáno vystřídání, resp. návštěva jiného jedince v teritoriu. Vzhledem k tomu, že pták aktivně volal, domnívám se, že mohlo jít o pokusy obsadit a obhájit teritorium původního samce. V teritoriu č. 4 bychom v závislosti na míře podobnosti (resp. kritické hodnotě) mohli rozlišit až tři různé jedince obhajující toto teritorium. Prvním jsou nahrávky č. 03 a 08, mezi nimiž je jiný jedinec č. 04 a pozdější nahrávky č. 23 a 38 které však nejsou zcela jasně odlišené. Pro kritickou hodnotu $r \geq 0,9$ bylo uznáno za stejného ptáka 60 % ze všech původních 58

kombinací pro teritoria. To znamená, že 40 % záznamů pořízených v teritoriu by pak při běžném monitoringu patřilo ve skutečnosti jiným jedincům. Dale (2001) uvádí, že v některých populacích může být výrazný nedostatek samic. Lze se pro to domnívat, že podobné „souboje“ či „návštěvy“ pak mohou být poměrně časté.

Stopa jedince a počet jedinců v průběhu sezóny

Chrástalové mohou přeletovat na velké vzdálenosti, z kroužkování jsou známy i několikasetkilometrové přelety v rámci hnízdní sezóny (Cepák *et al.* 2008). Není známo o jak častý jev se jedná, přesto můžeme předpokládat, že se část jedinců na lokalitě vymění. Analýzou hlasové variability nedokážeme rozpoznat všechny jedince na lokalitě dostatečně přesně, její využití je v tomto ohledu problematické, i tak může ale některé aspekty naznačit, zvláště, když nemáme možnost využít jiné metody. Z pořízených dat se podařilo stanovit 6 stop, které představují pravděpodobně jednoho jedince a jeho pohyb po lokalitě. Je však třeba mít na paměti, že nelze vyloučit výskyt podobného jedince a tedy spojení stopy dvou ptáků v jednu. S poměrně velkou jistotou ale můžeme říci, že se jedná o minimálně 6 různých jedinců a jejich odhadované možné pobyty v lokalitě. Ve třech případech (stopa č. 3, 4, 5, tab. 8, obr. 7 a 9) se jedná o teritoria a následnou stopu jedince nemáme, což by ale mohlo znamenat, že pták lokalitu po hnízdění opustil. Ve dvou případech (stopa č. 2 a 6, tab. 8, obr. 10 a 11) pták nejprve volal na jiném místě a až posléze se usadil v teritoriu. Jen v jednom případě (stopa č. 1, tab. 8, obr. 8) předpokládám, že se pták nejprve pokusil získat cizí teritorium, posléze založil vlastní teritorium a následně ještě volal v severní části lokality až do konce sezóny. Jen o dvou až třech jedincích můžeme říci, že se zde jen krátce zastavili (nahrávky č. 11, 18, 31). U ostatních nahrávek není možné rozpoznat jedince a při odhadu jejich počtu vycházím z počtu jedinců nahraných v jednu noc. Výsledný odhadovaný počet 14 až 16 jedinců je tak předpokládaný minimální počet volajících samců, kteří na lokalitě volali v celé sezóně. Oproti maximálnímu zjištěnému počtu jedinců v jednu noc (10 volajících ptáků, data ornitologické stanice) při monitoringu je to téměř o jednu třetinu více. K podobnému výsledku bychom došli při srovnání s tzv. hnízdišti z monitoringu ($n = 9$), pak bychom mohli předpokládat, že jedna třetina ptáků se po lokalitě pohybuje jen krátce nebo bez stálého teritoria. To je blízko odhadům Peake & McGregora (2001), kteří zjistili až 30% podhodnocení při klasické metodě monitoringu.

Srovnání monitoringu, význam pro ochranu přírody

Metoda rozpoznání individuální hlasové variability může dobře posloužit ke zpřesnění výsledku běžného monitoringu nebo odhadu pohybu jedinců na lokalitě. I přes svoji značnou nepřesnost, přináší v několika ohledech a při opatrném hodnocení cenné informace. Metoda individuální hlasové variability se shoduje v porovnání s metodou pro stanovení hnízdiště ve stanovených teritoriích, resp. hnízdištích a pro jednotlivá teritoria přináší další zpřesnění informací o výskytu konkrétního jedince v teritoriu. Takové informace mohou být užitečné pro nepřímé odhady o hnízdění či přítomnosti samic (Terry *et al.* 2005). Zjištěné informace o přesunech jedinců mohou také dobře posloužit při studiu biotopových preferencí. Například snaha jedince nejprve získat teritorium v mokřině a až následně založení teritoria v běžné louce. Studie srovnávající běžný monitoring a analýzu individuální hlasové variability na malé ploše upozorňuje na možné podhodnocení výsledků běžného monitoringu především kvůli „vystřídání“ se ptáků (Peake & McGregor 2001). Oproti tomu studie na velké ploše naopak varuje před nadhodnocením výsledků běžného monitoringu spojené s přelety ptáků mezi lokalitami a možností dvojího započítání (Mikkelsen *et al.* 2012). Dosud bylo provedeno poměrně málo studií zkoumajících praktickou aplikaci této metody u chřástala polního. Její nepřesnost je možná stále limitem pro širší použití, avšak důležitější informace je schopna poskytnout. Zpracování dat z akustického monitoringu také stále ještě vyžaduje poměrně dobrou znalost problematiky a je časově náročnější. Probíhající studie hlasu naznačují že zpřesnění metody hlasové identifikace jedinců není vyloučeno (Budka & Osiejuk 2013). Další studium a testování možností hlasové individuální identifikace u chřástala polního může v kontextu s jeho ekologií přinést velmi cenné informace a metody pro ochranu přírody.

Závěr

Práce uvádí výsledky akustického monitoringu chřástala polního v Orlickém Záhoří. Volající samci byli opakovaně nahráváni po celou dobu hnízdní sezóny, celkem v devíti kontrolách. V pořízených nahrávkách bylo měřeno počátečních 13 PPD pro 10 slabik I. Celkem bylo hodnoceno 1081 párových kombinací nahrávek. Párové kombinace byly hodnoceny ve dvou skupinách. První byla skupina tzv. „noci“ a porovnávala nahrávky pořízené během jedné noci na různých místech. V případě správného přiřazení podobností by nevykazovala žádné párové kombinace hodnocené jako stejný jedinec. Při kritické hodnotě stanovené pro tuto práci však bylo 11 % párových kombinací nahrávek všech nocí hodnoceno jako stejný jedinec. Druhá skupina, tzv. „teritoria“ potvrdila 7 teritorií, které byly obhajovány jedním jedincem a zároveň odhalila tři ptáky, kteří pronikli na teritorium jiného jedince. Kratší doba mezi pořizováním nahrávek by mohla vést k prokázání více teritorií. Zároveň ukazuje, že 40 % záznamů řazených do teritoria při běžném monitoringu může ve skutečnosti patřit jinému jedinci. Při porovnání všech nahrávek byly odlišeny čtyři skupiny tzv. sítě, párových podobností nahrávek, které jsou si navzájem velmi podobné a přitom zahrnují několik jedinců. I tak bylo možné za pomoci dalších informací odlišit 6 tzv. stop ukazujících předpokládaný pohyb šesti jedinců na lokalitě. Na základě analýzy individuální hlasové variability bylo na lokalitě nalezeno minimálně 14 až 16 jedinců v průběhu celé sezóny. To je o jednu třetinu více, než maximální počet volajících ptáků, který je používán běžným monitoringem. Metoda rozpoznání individuální hlasové variability může být dobrým zpřesňujícím doplňkem již existujících monitoringů. Může poskytnout důležitá data o velikosti teritorií nebo preferenci biotopů. Vzhledem k výskytu jedinců s velmi podobným hlasovým projevem, nemůže, v této podobě, sloužit pro přesnou identifikaci jedince. Její využití pro ochranu přírody je omezené, avšak v některých ohledech, jako neinvazivní metody, těžko nahraditelné. Další studium hlasových projevů chřástala může vést v budoucnu ke zpřesnění a lepší interpretaci.

Literatura

- Bibby C. J., Burgess N. D., Hill D. A. & Mustoe S. 2000: Bird Census Techniques. Academic Press, London.
- BirdLife International 2012: *Crex crex*, The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3. Dostupné z www.iucnredlist.org. Navštíveno: 5. 12. 2014.
- Budka M., Osiejuk T.S. 2013: Formant frequencies are acoustic cues to caller discrimination and are a weak indicator of the body size of Corncrake. *Ethology* 119: 960–969.
- Cepák, J. *et al.* (eds) 2008. Atlas migrace ptáků České a Slovenské republiky. Aventinum, Praha.
- Dale S., 2001: Female-biased dispersal, low female recruitment, unpaired males, and the extinction of small and isolated bird populations. *Oikos* 92: 344–356.
- 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. & Sacchi R. 2001: Turnover of territorial scops owl *Otus scops* as estimated by spectrographic analysis of male hoots. *Journal of Avian Biology* 32: 256–262.
- Gilbert G. & McGregor P. K. 1994: Vocal individuality as a census tool: Practical considerations illustrated by a study of two rare species. *Journal of Field Ornithology* 65: 335–348.
- Grava T., Mathevon N., Place E. & Balluet P. 2008: Individual acoustic monitoring of the European Eagle Owl *Bubo bubo*. *Ibis* 150(2), 279–287.
- Green R. E. & Stowe T. J. 1993: The decline of the Corncrake *Crex crex* in Britain and Ireland in relation to habitat change. *Journal of Applied Ecology* 30: 689–695.
- Hagemeijer E. J. M. & Blair M. J. (eds.) 1997: The EBCC Atlas of European Breeding Birds: Their Distribution and Abundance. T & A. D. Poyser, London.
- Hendl J. 2006: Přehled statistických metod zpracování dat. Portál, Praha
- Hoodless A. N., Inglis J. G., Doucet J-P & Aebischer N. J. 2008: Vocal individuality in the roding calls of Woodcock *Scolopax rusticola* and their use to validate a survey method. *Ibis* 150: 80–89.
- Hora J., Brinke T., Vojtěchovská E., Hanzal V., Kučera Z., (eds.) 2010: Monitoring druhů přílohy I směrnice o ptácích a ptačích oblastí v letech 2005–2007. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha..

- Hromádka M., Čihák K., Hromádková V. & Porket J. 2005: Ptáci Orlických hor. Libri, Dobré.
- Mackovčín P. & Sedláček M. (eds.) 2002: Chráněná území ČR, svazek V. AOPK ČR a EkoCentrum Brno, Praha.
- May L. 1994: Individually distinctive Corncrake *Crex crex* calls: A pilot study. *Bioacoustics* 6: 25–32
- Mikkelsen G., Dale S., Holtskog T., Budka M., Osiejuk T.S. 2013: Can individually characteristic calls be used to identify long-distance movements of Corncrakes *Crex crex*? *Journal of Ornithology* 154: 751–760.
- Osiejuk T. S., Olech B., Ratynska K., Owsinski A. & Gromadzka-Ostrowska J. 2004: Effects of season, plasma testosterone and body size on corncrake (*Crex crex*) call rhythm. *Ann. Zool. Fennici* 41: 647–659.
- Peake T. M., McGregor P. K., Smith K. W., Tyler G., Gilbert G. & Green R. E. 1998: Individuality in Corncrake *Crex crex* vocalisations. *Ibis* 140: 120–127.
- Peake T. M. & McGregor P. K. 2001: Corncrake *Crex crex* census estimates: a conservation application of vocal individuality. *Animal Biodiversity and Conservation* 24: 81–90.
- Rebbeck M., Corrick R., Eaglestone B. & Stainton C. 2001: Recognition of individual European Nightjars *Caprimulgus europaeus* from their song. *Ibis* 143: 468–475.
- Rek P., Osiejuk T.S. 2011: No male identity information loss during call propagation through dense vegetation: The case of the Corncrake. *Behavioural Processes* 86: 323–328.
- Schäffer N. and Koffijberg K. 2006: Corncrake *Crex crex*. In: The Birds of the Western Palearctic on interactive DVD-ROM. 2006 Update. BirdGuides Ltd. and Oxford University Press.
- Schäffer N. & R. E. Green 2001: The global status of the Corncrake. *Royal Society for the Protection of Birds, Conservation Review* 13: 18–24.
- Snow D.W. & Perrins C. M. (eds.) 1998: The Birds of the Western Palearctic, concise edition, vol. 1. Oxford University Press, Oxford.
- Stowe T. J., Hudson A. V. 1988: Corncrake studies in the western isles. *Royal Society for the Protection of Birds, Conservation Review* 2: 38–42.
- Šklíba J., Fuchs R., 2004: Male Corncrake *Crex crex* extended their home ranges by visiting the territories of neighbouring males. *Bird Study* 51: 113–118.

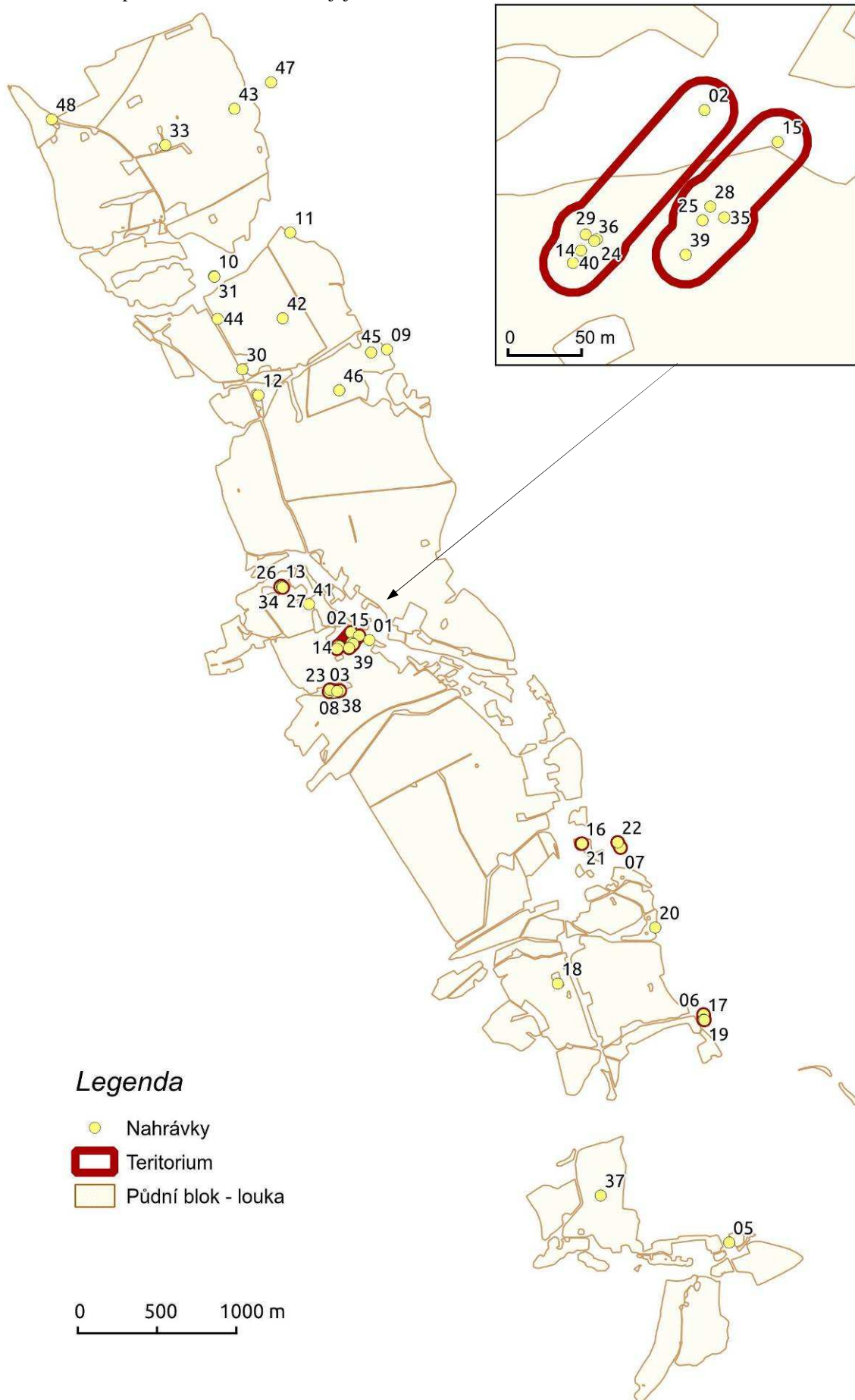
- Šťastný K., Bejček V. & Hudec K. 2006: Atlas hnízdního rozšíření ptáků v České republice 2001–2003. Aventinum, Praha.
- Terry A. M. R., Peake T. M. & McGregor P. K. 2005: The role of vocal individuality in conservation. *Frontiers in Zoology* 2: 10.
- Tyler G.A, Green R.E. & Casey C. 1998: Survival and behaviour of corncrake *Crex crex* chicks during the mowing of agricultural grassland. *Bird Study* 45: 35– 50.
- Xia C., Lin X., Liu W., Lloyd H., Zhang Y. 2012: Acoustic identification of individuals within large avian populations: a case study of the Brownish-flanked Bush Warbler, South-Central China. *PLoS One* 7(8): e42528.

Přílohy

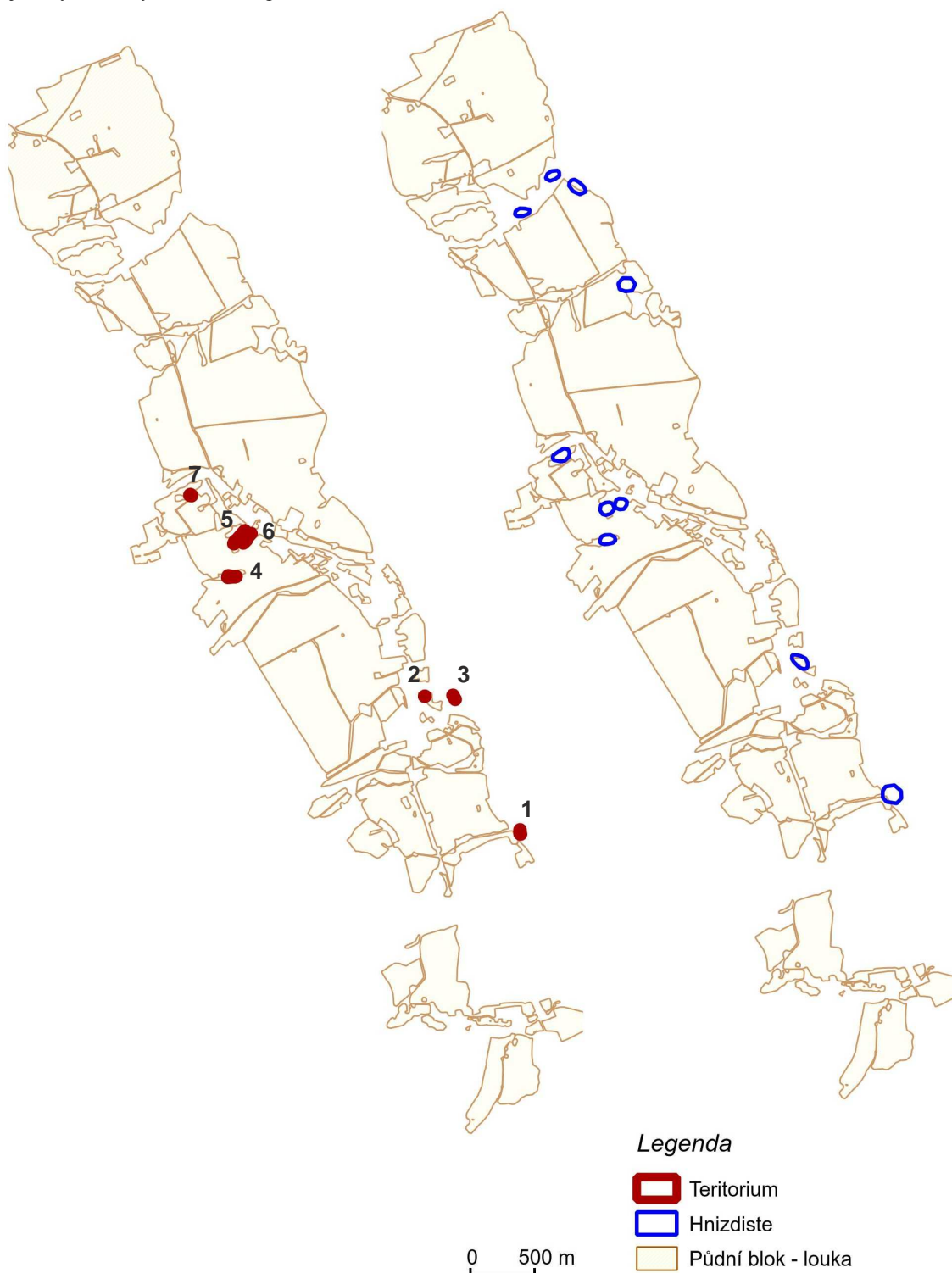
Seznam příloh

Příloha 1: Mapa rozmístění nahrávek a jejich označení.....	32
Příloha 2: Mapa rozmístění teritorií a hnízdišť.....	33
Příloha 3: Síť „a“ s vyznačením podobností a teritorii č. 3, 7, 6.....	34
Příloha 4: Síť „b“ s vyznačením podobností a teritoriem č. 4.....	35
Příloha 5: Síť „c“ s vyznačením podobností a teritorii 5 a 1.....	36
Příloha 6: Síť „d“ s vyznačením podobností a teritoriem 2.....	37
Příloha 7: Detail párových podobností v teritoriích.....	38
Příloha 8: Párové kombinace nahrávek. Řazeno podle počáteční nahrávky.....	39
Příloha 9: Párové kombinace nahrávek. Řazeno podle koncové nahrávky.....	42

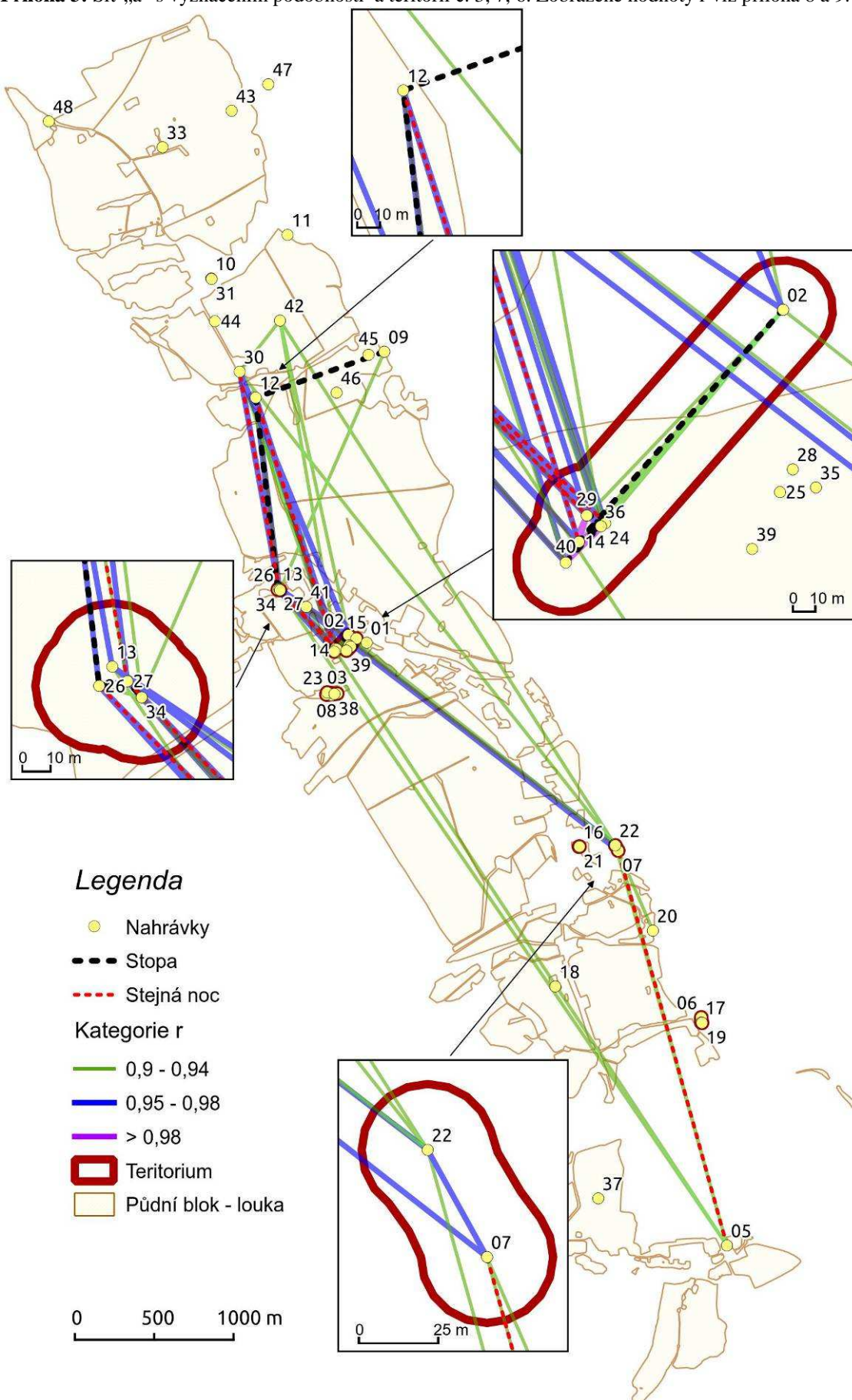
Příloha 1: Mapa rozmístění nahrávek a jejich označení.



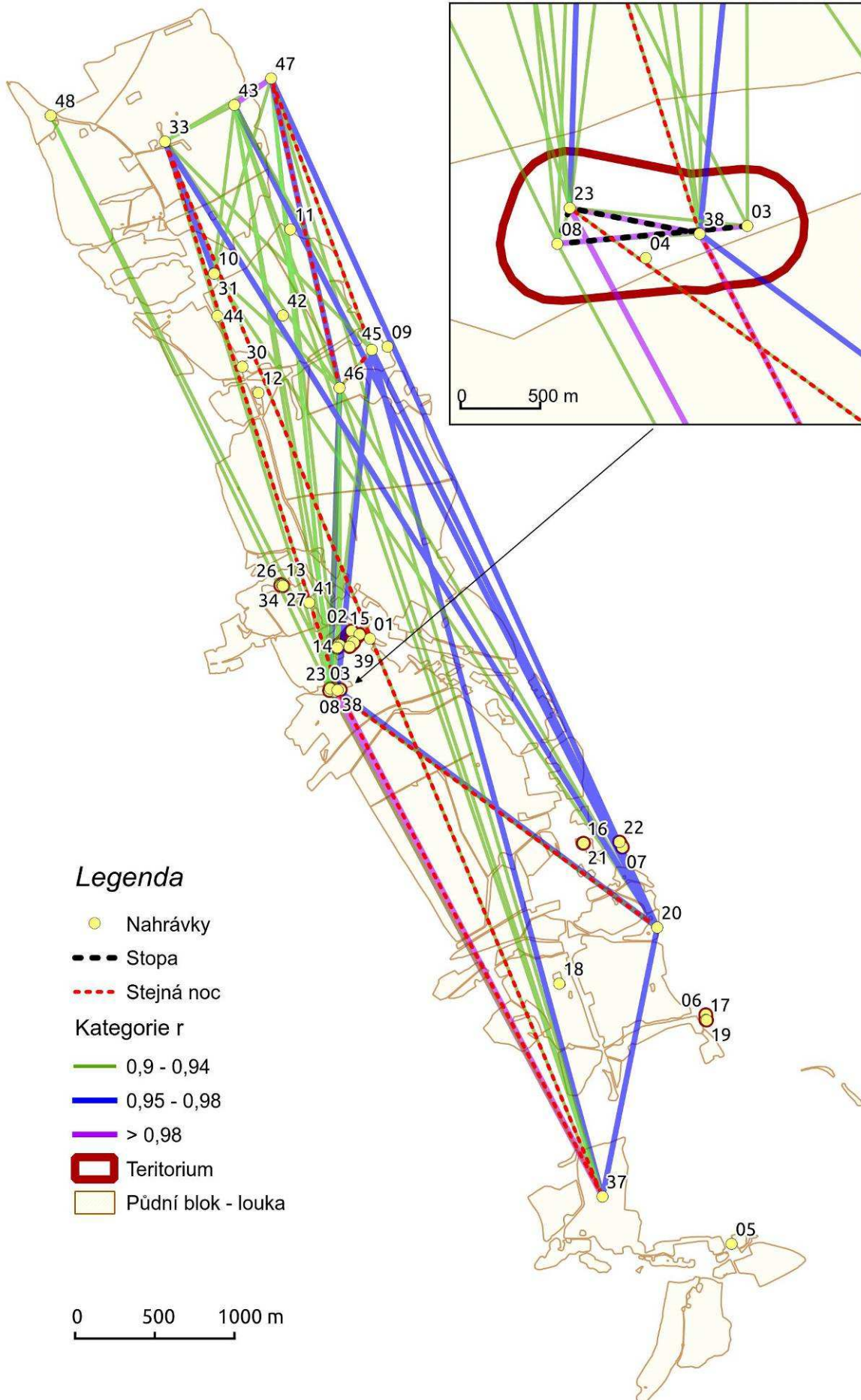
Příloha 2: Mapa rozmístění teritorií zjištěných akustickým monitoringem s jejich označením a hnízdišť zjištěných běžným monitoringem.



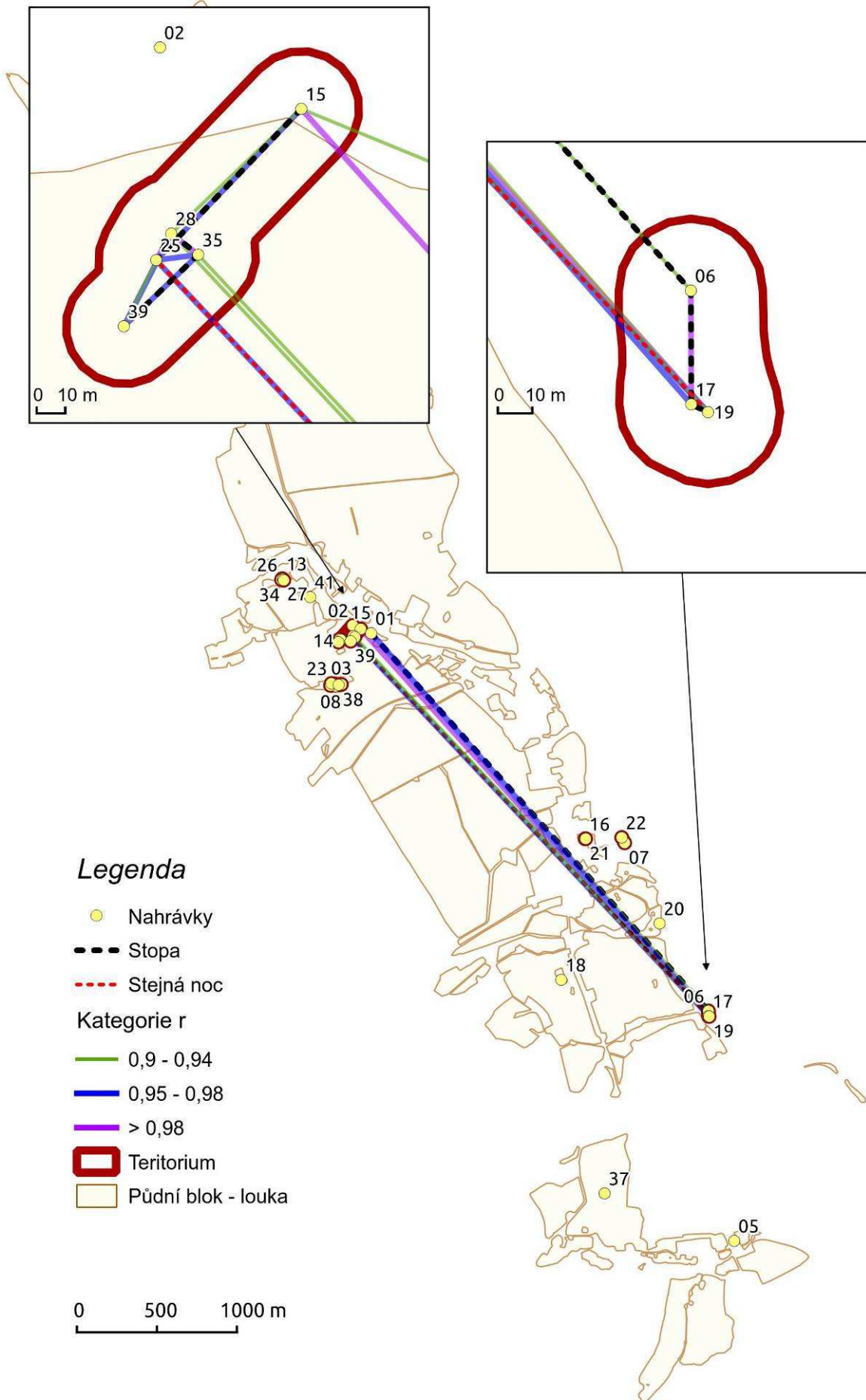
Příloha 3: Síť „a“ s vyznačením podobností a teritorii č. 3, 7, 6. Zobrazené hodnoty r viz příloha 8 a 9.



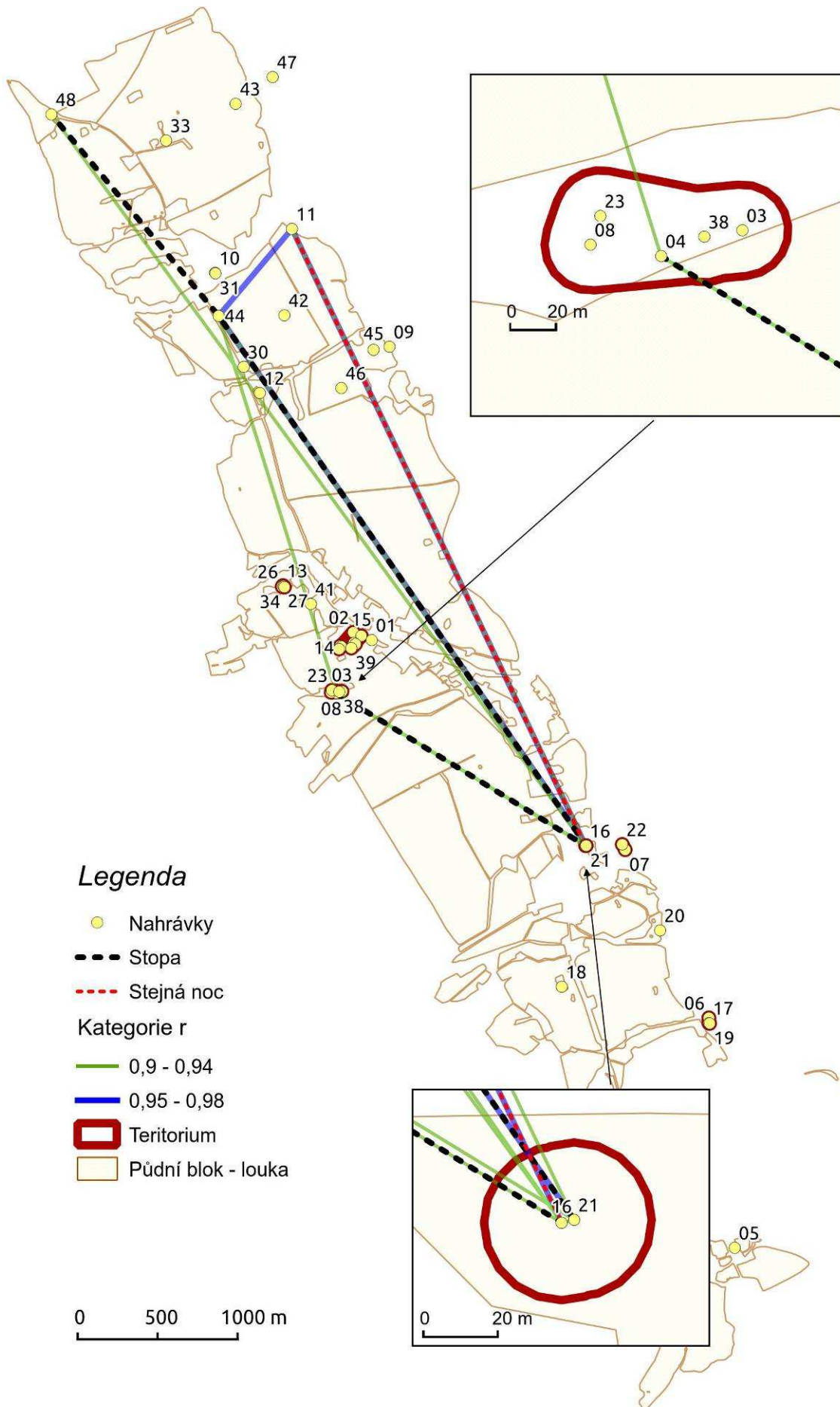
Příloha 4: Síť „b“ s vyznačením podobností a teritoriem č. 4. Zobrazené hodnoty r viz příloha 8 a 9.



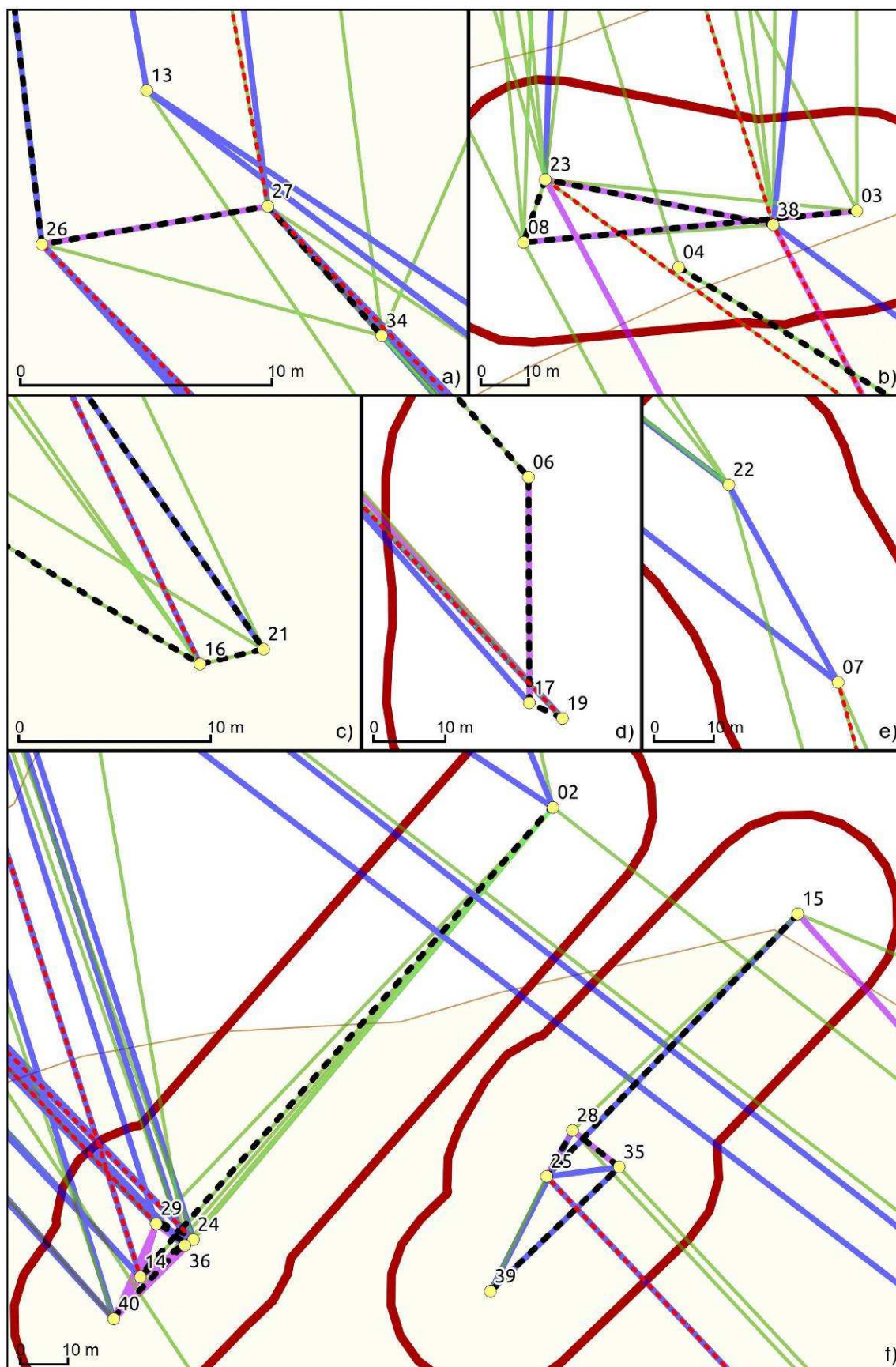
Příloha 5: Síť „c“ s vyznačením podobnosti a teritorii 5 a 1. Zobrazené hodnoty r viz příloha 8 a 9.



Příloha 6: Síť „d“ s vyznačením podobností a teritoriem 2 a 4. Zobrazené hodnoty r viz příloha 8 a 9.



Příloha 7: Detail párových podobností v teritoriích. Teritorium 1 - c), teritorium 2 - d), teritorium 3 - e), teritorium 4 - b), teritorium 5 - f) vlevo, teritorium 6 - f) vpravo, teritorium 7 - a). Legenda viz příloha 5.



Příloha 8: Párové kombinace nahrávek s hodnotou $r \geq 0,9$. Řazeno podle počáteční nahrávky, pro koncové nahrávky viz příloha 9.

Počáteční nahrávka č.	Koncová nahrávka č.	Datum počáteční nahrávky	Datum koncové nahrávky	Vzdálenost (m)	Hodnota r	Počet dnů
1	6	16.5	25.5	3105	0,94322	9
1	15	16.5	2.6	69	0,94924	17
1	17	16.5	2.6	3129	0,97405	17
1	19	16.5	8.6	3134	0,92833	23
2	13	16.5	2.6	519	0,96826	17
2	14	16.5	2.6	125	0,91110	17
2	22	16.5	8.6	2100	0,94050	23
2	24	16.5	8.6	112	0,92605	23
2	27	16.5	9.6	512	0,90777	24
2	29	16.5	9.6	115	0,90937	24
2	30	16.5	9.6	1763	0,96846	24
2	36	16.5	15.6	114	0,94502	30
2	40	16.5	22.6	134	0,94476	37
2	42	16.5	22.6	1992	0,94439	37
3	8	16.5	25.5	66	0,99420	9
3	23	16.5	8.6	62	0,90460	23
3	46	16.5	28.6	1862	0,91735	43
3	48	16.5	28.6	3964	0,92138	43
4	16	19.5	2.6	1792	0,94609	14
4	21	19.5	8.6	1795	0,90899	20
4	44	19.5	22.6	2425	0,93696	34
5	7	25.5	25.5	2534	0,90408	0
5	13	25.5	2.6	4919	0,92915	8
5	22	25.5	8.6	2571	0,93851	14
5	41	25.5	22.6	4729	0,91098	28
6	17	25.5	2.6	32	0,99198	8
7	20	25.5	8.6	540	0,91033	14
7	22	25.5	8.6	37	0,96255	14
7	41	25.5	22.6	2446	0,97086	28
8	23	25.5	8.6	13	0,93165	14
8	37	25.5	15.6	3542	0,92334	21
8	38	25.5	15.6	50	0,90939	21
8	46	25.5	28.6	1869	0,92935	34
8	47	25.5	28.6	3794	0,90189	34
8	48	25.5	28.6	3940	0,92074	34
9	34	25.5	15.6	1610	0,90263	21
10	20	2.6	8.6	4871	0,94834	6
10	33	2.6	15.6	866	0,96286	13
10	43	2.6	22.6	1045	0,91368	20
10	46	2.6	28.6	1048	0,92025	26
10	47	2.6	28.6	1252	0,90165	26
11	16	2.6	2.6	4193	0,95508	0
11	21	2.6	8.6	4193	0,92860	6
11	44	2.6	22.6	698	0,95759	20
12	14	2.6	2.6	1638	0,96282	0
12	24	2.6	8.6	1634	0,96526	6
12	26	2.6	8.6	1196	0,96798	6
12	27	2.6	9.6	1195	0,95750	7

Příloha 8: pokračování

Počáteční nahrávka č.	Koncová nahrávka č.	Datum počáteční nahrávky	Datum koncové nahrávky	Vzdálenost (m)	Hodnota r	Počet dnů
12	29	2.6	9.6	1629	0,96824	7
12	34	2.6	15.6	1201	0,94557	13
12	36	2.6	15.6	1635	0,95655	13
12	40	2.6	22.6	1645	0,95427	20
13	22	2.6	8.6	2617	0,95383	6
13	30	2.6	9.6	1364	0,95759	7
13	41	2.6	22.6	205	0,90789	20
14	24	2.6	8.6	13	0,99158	6
14	26	2.6	8.6	516	0,95261	6
14	27	2.6	9.6	511	0,95774	7
14	29	2.6	9.6	11	0,99728	7
14	34	2.6	15.6	504	0,91614	13
14	36	2.6	15.6	11	0,99189	13
14	40	2.6	22.6	10	0,98677	20
15	19	2.6	8.6	3196	0,98455	6
15	25	2.6	8.6	72	0,97405	6
15	28	2.6	9.6	62	0,94342	7
16	21	2.6	8.6	3	0,94876	6
16	44	2.6	22.6	3954	0,95060	20
16	48	2.6	28.6	5556	0,91063	26
19	25	8.6	8.6	3191	0,97053	0
19	28	8.6	9.6	3194	0,94738	1
19	35	8.6	15.6	3183	0,91206	7
20	23	8.6	8.6	2493	0,94832	0
20	33	8.6	15.6	5716	0,96540	7
20	37	8.6	15.6	1691	0,95557	7
20	38	8.6	15.6	2451	0,95321	7
20	43	8.6	22.6	5702	0,96783	14
20	45	8.6	28.6	3973	0,97075	20
20	46	8.6	28.6	3860	0,93952	20
20	47	8.6	28.6	5752	0,96592	20
21	44	8.6	22.6	3955	0,97883	14
22	30	8.6	9.6	3738	0,93890	1
22	41	8.6	22.6	2412	0,93485	14
22	42	8.6	22.6	3852	0,92569	14
23	33	8.6	15.6	3525	0,94555	7
23	37	8.6	15.6	3551	0,98613	7
23	38	8.6	15.6	46	0,99606	7
23	43	8.6	22.6	3649	0,92412	14
23	45	8.6	28.6	2106	0,94488	20
23	46	8.6	28.6	1857	0,96463	20
23	47	8.6	28.6	3782	0,93813	20
24	26	8.6	8.6	517	0,96959	0
24	27	8.6	9.6	512	0,97736	1
24	29	8.6	9.6	8	0,99671	1
24	30	8.6	9.6	1818	0,90171	1
24	34	8.6	15.6	506	0,91743	7
24	36	8.6	15.6	2	0,99674	7
24	40	8.6	22.6	22	0,99735	14

Příloha 8: pokračování

Počáteční nahrávka č.	Koncová nahrávka č.	Datum počáteční nahrávky	Datum koncové nahrávky	Vzdálenost (m)	Hodnota r	Počet dnů
25	28	8.6	9.6	11	0,99316	1
25	35	8.6	15.6	15	0,97345	7
25	39	8.6	22.6	26	0,91350	14
26	27	8.6	9.6	9	0,99653	1
26	29	8.6	9.6	510	0,96160	1
26	34	8.6	15.6	14	0,93882	7
26	36	8.6	15.6	517	0,95913	7
26	40	8.6	22.6	518	0,96942	14
27	29	9.6	9.6	505	0,96719	0
27	30	9.6	9.6	1369	0,90006	0
27	34	9.6	15.6	7	0,92516	6
27	36	9.6	15.6	512	0,96810	6
27	40	9.6	22.6	513	0,98041	13
28	35	9.6	15.6	12	0,99270	6
28	39	9.6	22.6	36	0,95302	13
29	34	9.6	15.6	498	0,92935	6
29	36	9.6	15.6	7	0,99299	6
29	40	9.6	22.6	21	0,99100	13
30	36	9.6	15.6	1819	0,91842	6
30	40	9.6	22.6	1828	0,91793	13
30	42	9.6	22.6	403	0,91014	13
33	37	15.6	15.6	7041	0,94341	0
33	38	15.6	15.6	3547	0,94827	0
33	43	15.6	22.6	482	0,92908	7
33	45	15.6	28.6	1808	0,91568	13
33	46	15.6	28.6	1861	0,94776	13
33	47	15.6	28.6	760	0,93394	13
34	40	15.6	22.6	507	0,90156	7
35	39	15.6	22.6	36	0,97966	7
36	40	15.6	22.6	20	0,99651	7
36	42	15.6	22.6	2064	0,90321	7
37	38	15.6	15.6	3521	0,98437	0
37	43	15.6	22.6	7102	0,92757	7
37	45	15.6	28.6	5411	0,96107	13
37	46	15.6	28.6	5242	0,94916	13
37	47	15.6	28.6	7191	0,94551	13
38	43	15.6	22.6	3665	0,92027	7
38	45	15.6	28.6	2110	0,95298	13
38	46	15.6	28.6	1865	0,94820	13
38	47	15.6	28.6	3796	0,93272	13
43	45	22.6	28.6	1731	0,92796	6
43	46	22.6	28.6	1861	0,95096	6
43	47	22.6	28.6	280	0,99185	6
45	46	28.6	28.6	307	0,90597	0
45	47	28.6	28.6	1785	0,94267	0
46	47	28.6	28.6	1955	0,95769	0

Příloha 9: Párové kombinace nahrávek s hodnotou $r \geq 0,9$. Řazeno podle koncové nahrávky, pro počáteční nahrávky viz příloha 8.

Počáteční nahrávka č.	Koncová nahrávka č.	Datum počáteční nahrávky	Datum koncové nahrávky	Vzdálenost (m)	Hodnota r	Počet dnů
1	6	16.5	25.5	3105	0,94322	9
5	7	25.5	25.5	2534	0,90408	0
3	8	16.5	25.5	66	0,99420	9
2	13	16.5	2.6	519	0,96826	17
5	13	25.5	2.6	4919	0,92915	8
2	14	16.5	2.6	125	0,91110	17
12	14	2.6	2.6	1638	0,96282	0
1	15	16.5	2.6	69	0,94924	17
4	16	19.5	2.6	1792	0,94609	14
11	16	2.6	2.6	4193	0,95508	0
1	17	16.5	2.6	3129	0,97405	17
6	17	25.5	2.6	32	0,99198	8
1	19	16.5	8.6	3134	0,92833	23
15	19	2.6	8.6	3196	0,98455	6
7	20	25.5	8.6	540	0,91033	14
10	20	2.6	8.6	4871	0,94834	6
4	21	19.5	8.6	1795	0,90899	20
11	21	2.6	8.6	4193	0,92860	6
16	21	2.6	8.6	3	0,94876	6
2	22	16.5	8.6	2100	0,94050	23
5	22	25.5	8.6	2571	0,93851	14
7	22	25.5	8.6	37	0,96255	14
13	22	2.6	8.6	2617	0,95383	6
3	23	16.5	8.6	62	0,90460	23
8	23	25.5	8.6	13	0,93165	14
20	23	8.6	8.6	2493	0,94832	0
2	24	16.5	8.6	112	0,92605	23
12	24	2.6	8.6	1634	0,96526	6
14	24	2.6	8.6	13	0,99158	6
15	25	2.6	8.6	72	0,97405	6
19	25	8.6	8.6	3191	0,97053	0
12	26	2.6	8.6	1196	0,96798	6
14	26	2.6	8.6	516	0,95261	6
24	26	8.6	8.6	517	0,96959	0
2	27	16.5	9.6	512	0,90777	24
12	27	2.6	9.6	1195	0,95750	7
14	27	2.6	9.6	511	0,95774	7
24	27	8.6	9.6	512	0,97736	1
26	27	8.6	9.6	9	0,99653	1
15	28	2.6	9.6	62	0,94342	7
19	28	8.6	9.6	3194	0,94738	1
25	28	8.6	9.6	11	0,99316	1
2	29	16.5	9.6	115	0,90937	24
12	29	2.6	9.6	1629	0,96824	7
14	29	2.6	9.6	11	0,99728	7
24	29	8.6	9.6	8	0,99671	1
26	29	8.6	9.6	510	0,96160	1
27	29	9.6	9.6	505	0,96719	0

Příloha 9: pokračování

Počáteční nahrávka č.	Koncová nahrávka č.	Datum počáteční nahrávky	Datum koncové nahrávky	Vzdálenost (m)	Hodnota r	Počet dnů
2	30	16.5	9.6	1763	0,96846	24
13	30	2.6	9.6	1364	0,95759	7
22	30	8.6	9.6	3738	0,93890	1
24	30	8.6	9.6	1818	0,90171	1
27	30	9.6	9.6	1369	0,90006	0
10	33	2.6	15.6	866	0,96286	13
20	33	8.6	15.6	5716	0,96540	7
23	33	8.6	15.6	3525	0,94555	7
9	34	25.5	15.6	1610	0,90263	21
12	34	2.6	15.6	1201	0,94557	13
14	34	2.6	15.6	504	0,91614	13
24	34	8.6	15.6	506	0,91743	7
26	34	8.6	15.6	14	0,93882	7
27	34	9.6	15.6	7	0,92516	6
29	34	9.6	15.6	498	0,92935	6
19	35	8.6	15.6	3183	0,91206	7
25	35	8.6	15.6	15	0,97345	7
28	35	9.6	15.6	12	0,99270	6
2	36	16.5	15.6	114	0,94502	30
12	36	2.6	15.6	1635	0,95655	13
14	36	2.6	15.6	11	0,99189	13
24	36	8.6	15.6	2	0,99674	7
26	36	8.6	15.6	517	0,95913	7
27	36	9.6	15.6	512	0,96810	6
29	36	9.6	15.6	7	0,99299	6
30	36	9.6	15.6	1819	0,91842	6
8	37	25.5	15.6	3542	0,92334	21
20	37	8.6	15.6	1691	0,95557	7
23	37	8.6	15.6	3551	0,98613	7
33	37	15.6	15.6	7041	0,94341	0
8	38	25.5	15.6	50	0,90939	21
20	38	8.6	15.6	2451	0,95321	7
23	38	8.6	15.6	46	0,99606	7
33	38	15.6	15.6	3547	0,94827	0
37	38	15.6	15.6	3521	0,98437	0
25	39	8.6	22.6	26	0,91350	14
28	39	9.6	22.6	36	0,95302	13
35	39	15.6	22.6	36	0,97966	7
2	40	16.5	22.6	134	0,94476	37
12	40	2.6	22.6	1645	0,95427	20
14	40	2.6	22.6	10	0,98677	20
24	40	8.6	22.6	22	0,99735	14
26	40	8.6	22.6	518	0,96942	14
27	40	9.6	22.6	513	0,98041	13
29	40	9.6	22.6	21	0,99100	13
30	40	9.6	22.6	1828	0,91793	13
34	40	15.6	22.6	507	0,90156	7
36	40	15.6	22.6	20	0,99651	7
5	41	25.5	22.6	4729	0,91098	28

Příloha 9: pokračování

Počáteční nahrávka č.	Koncová nahrávka č.	Datum počáteční nahrávky	Datum koncové nahrávky	Vzdálenost (m)	Hodnota r	Počet dnů
7	41	25.5	22.6	2446	0,97086	28
13	41	2.6	22.6	205	0,90789	20
22	41	8.6	22.6	2412	0,93485	14
2	42	16.5	22.6	1992	0,94439	37
22	42	8.6	22.6	3852	0,92569	14
30	42	9.6	22.6	403	0,91014	13
36	42	15.6	22.6	2064	0,90321	7
10	43	2.6	22.6	1045	0,91368	20
20	43	8.6	22.6	5702	0,96783	14
23	43	8.6	22.6	3649	0,92412	14
33	43	15.6	22.6	482	0,92908	7
37	43	15.6	22.6	7102	0,92757	7
38	43	15.6	22.6	3665	0,92027	7
4	44	19.5	22.6	2425	0,93696	34
11	44	2.6	22.6	698	0,95759	20
16	44	2.6	22.6	3954	0,95060	20
21	44	8.6	22.6	3955	0,97883	14
20	45	8.6	28.6	3973	0,97075	20
23	45	8.6	28.6	2106	0,94488	20
33	45	15.6	28.6	1808	0,91568	13
37	45	15.6	28.6	5411	0,96107	13
38	45	15.6	28.6	2110	0,95298	13
43	45	22.6	28.6	1731	0,92796	6
3	46	16.5	28.6	1862	0,91735	43
8	46	25.5	28.6	1869	0,92935	34
10	46	2.6	28.6	1048	0,92025	26
20	46	8.6	28.6	3860	0,93952	20
23	46	8.6	28.6	1857	0,96463	20
33	46	15.6	28.6	1861	0,94776	13
37	46	15.6	28.6	5242	0,94916	13
38	46	15.6	28.6	1865	0,94820	13
43	46	22.6	28.6	1861	0,95096	6
45	46	28.6	28.6	307	0,90597	0
8	47	25.5	28.6	3794	0,90189	34
10	47	2.6	28.6	1252	0,90165	26
20	47	8.6	28.6	5752	0,96592	20
23	47	8.6	28.6	3782	0,93813	20
33	47	15.6	28.6	760	0,93394	13
37	47	15.6	28.6	7191	0,94551	13
38	47	15.6	28.6	3796	0,93272	13
43	47	22.6	28.6	280	0,99185	6
45	47	28.6	28.6	1785	0,94267	0
46	47	28.6	28.6	1955	0,95769	0
3	48	16.5	28.6	3964	0,92138	43
8	48	25.5	28.6	3940	0,92074	34
16	48	2.6	28.6	5556	0,91063	26