

**TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE  
LESNÍCKA FAKULTA**

LF-104161-27139

**NEMANAŽOVANÉ VČELSTVÁ  
NA ÚZEMÍ SLOVENSKA**

Diplomová práca

Matúš Pavle, Bc.

2021

**TECHNICKÁ UNIVERZITA VO ZVOLENE**  
**LESNÍCKA FAKULTA**

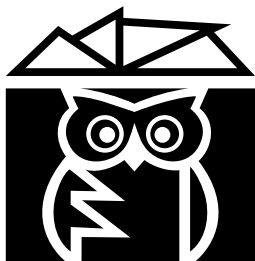
**NEMANAŽOVANÉ VČELSTVÁ**  
**NA ÚZEMÍ SLOVENSKA**

Diplomová práca

Študijný program:	Adaptívne lesníctvo
Študijný odbor:	4219T21 Adaptívne lesníctvo
Školiace pracovisko:	Katedra integrovanej ochrany lesa a krajiny
Vedúci bakalárskej práce:	doc. Ing. Milan Kodrík, Csc.
Konzultant:	Ing. Diana Krajmerová, PhD.

Matúš Pavle, Bc.

Zvolen, 2021



**Lesnícka fakulta**

Technická univerzita vo Zvolene

## ZADANIE DIPLOMOVEJ PRÁCE

Evidenčné číslo: **LF-104161-27139**

Akademický rok: **2020/2021**

Autor **Bc. Matúš Pavle**  
Študijný program **Adaptívne lesníctvo**  
Forma štúdia **externá kombinovaná**

Názov témy:

**Nemanažované včelstvá na území Slovenska**

Metodické pokyny na vypracovanie práce:

1. Identifikácia súčasnej genetickej štruktúry nemanažovaných včelstiev na našom území.
2. Kvantifikácia prežívania nemanažovaných včelstiev.
3. Definovanie prostredí so včelími kolóniami.
4. Výber prostredia pre experiment so včelstvami v lesoch.
5. Priebeh experimentu 2018 – 2021 a získané výsledky.
6. Prognóza ďalšieho vývoja prežívania nemanažovaných včelstiev na Slovensku.

Zoznam odbornej literatúry:

1. SEELEY, T., D.: Following the Wild Bees: The Craft and Science of Bee Hunting. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 2016, 164 s. ISBN 978-0-691-17026-8.
2. SEELEY, T., D.: The Lives of Bees: The Untold Story of the Honey Bee in the Wild. Princeton, New Jersey, Princeton University Press, 2019, 376 s.
3. ŽĎÁREK, J. Hmyzí rodiny a státy. Academia, 2013, 582 s. ISBN 9788020022257.

Zadané dňa:

**11. 01. 2019**

Odovzdané dňa:

**07. 05. 2021**

vedúci práce:

**doc. Ing. Milan Kodrík, CSc.**  
**Katedra integrovanej ochrany lesa a krajiny**  
**(LF)**

konzultant:

**Ing. Diana Krajmerová, PhD.**

garant študijného programu:

**prof. Ing. Milan Saniga, DrSc.**

dekan LF TUZVO:

**prof. Ing. Marek Fabrika, PhD.**

## **Čestné prehlásenie**

Čestne prehlasujem, že diplomovú prácu s názvom „Nemanažované včelstvá na území Slovenska“ som vypracoval sám, s použitím literatúry uvedenej v zozname a neporušil som autorský zákon.

Nitra, 14. apríl 2021

---

Bc. Matúš Pavle

### **Bibliografická citácia**

PAVLE, M. 2021: Nemaňžované včelstvá na území Slovenska: diplomová práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. Lesnícka fakulta. Katedra integrovanej ochrany lesa a krajiny. Vedúci diplomovej práce: doc. Ing. Milan Kodrík, Csc. Zvolen, 2020, 79 s.

## **PodĎakovanie**

Na prvom mieste patrí vĎaka mojej manželke za obetavú podporu a praktickú pomoc a istenie pri zbere údajov v teréne. Ďakujem vedúcemu diplomovej práce doc. Ing. Milanovi Kodrĳkovi, Csc. za usmerňovanie počas realizačných etáp a množstvo času, ktoré sme spolu strávili konzultáciami k téme. VĎaka patrí Ing. Diane Krajmerovej, PhD. za veľký kus práce na genetickom testovaní a vyhodnocovaní. PodĎakovať sa chcem tiež doc. RNDr. Miroslavovi Bauerovi, CSc., za cenné rady a poskytnutie mikrosatelitných markerov. VĎaka patrí taktiež pracovníkom Ústavu vĎelárstva v Liptovskom Hrádku, VÚŽV, NPPC, za oporu a profesné vĎelárske vedenie. V neposlednom rade patrí podĎakovanie Ing. Milošovi Kuskému, vĎaka ktorému sme mohli realizovať časť tejto práce v pohorí TribeĎ. Ďakujem tiež všetkým spolupracovníkom z radov arboristov, vĎelárov a priateľov vĎiel, ktorí prispeli k realizácii tejto práce.

## Abstrakt

PAVLE, M. 2021: Nemanáženované včelstvá na území Slovenska: diplomová práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. Lesnícka fakulta. Katedra integrovanej ochrany lesa a krajiny. Vedúci diplomovej práce: doc. Ing. Milan Kodrík, Csc. Stupeň odbornej kvalifikácie: Inžinier (Ing.). Zvolen: LF TU, 2021.

Včela medonosná (*Apis mellifera*) je v posledných rokoch súčasťou červeného zoznamu Medzinárodnej únie na ochranu prírody (IUCN). Jej status má označenie „nedostatok dát“ a únia požaduje ďalší výskum zameraný na existenciu, distribúciu a trendy voľne žijúcich kolónií.

Na území Slovenska nebolo dosiaľ realizované žiadne významné alebo kontinuálne zisťovanie výskytu nemanáženovaných včelstiev. Túto medzeru sme začali vyplňať, pričom sme sa zamerali na ich vyhľadávanie, dokumentovanie a sledovanie prežívania. Súbežne sme realizovali testovanie včelstiev v lesnom prostredí, ktoré vyústilo do pozorovania a vyhodnocovania prežitia nemanáženovaných rojov. Súčasťou výskumu bol aj zber vzoriek pre vykonanie genetického testovania zameraného na zistenie genetickej štruktúry voľne žijúcich včelstiev.

Analýzou mikrosatelitov testovaných vzoriek sme zistili, že nie sú diferencované do viacerých genetických skupín. Identifikovali sme osem haplotypov skupiny C.

Zo získaných údajov o prežívaní pozorovaných nemanáženovaných včelstiev vyplýva, že tieto kolónie sú populačne nestabilné a smerujú k zániku. Súčasným rezervoárom voľne žijúcich včelstiev na Slovensku sú s najväčšou pravdepodobnosťou chovatelia včiel.

**Kľúčové slová:** včela medonosná, voľne žijúce kolónie, nemanáženované včelstvá, výskyt, mikrosatelity, haplotypy, prežívanie.

## **Abstract**

PAVLE, M. 2021: Unmanaged honeybees in Slovakia: diploma thesis. Zvolen: Technical University of Zvolen. Faculty of Forestry. Department of Integrated Forest and Landscape Protection. Thesis mentor: doc. Ing. Milan Kodrik, Csc. Qualification level: Engineer (Ing.). Zvolen: LF TU, 2021.

In the past couple of years, the honey bee (*Apis mellifera*) has been listed on the Red List of International Union for Conservation of Nature (IUCN). It's status is labeled "data defecient" and the Union requires further research to determine the existence, distribution and trends of wildlife colonies.

No significant or continuous detection of the occurrence of unmanaged honeybees has been carried out in Slovakia so far. We started filling this gap, focusing on finding, documenting and monitoring their survival. At the same time, we performed testing of bee colonies in a forest environment, which lead us to the observation and evaluation of the survival of unmanaged swarms. The research also included the collection of samples for genetic testing aimed at determining the genetic structure of wild bee colonies.

By analyzing the microsatellites of the tested samples, we found that they are not differentiated into several genetic groups. We identified eight haplotypes of group C.

The obtained data about survival of the observed unmanaged honeybees shows that these colonies are unstable in population and are heading towards extinction. The most likely current reservoir of wild honeybee colonies in Slovakia are beekeepers.

**Keywords:** honey bee, wild colonies, unmanaged honeybees, occurrence, microsatellites, haplotypes, survival.

## Obsah

<b>Zoznam obrázkov.....</b>	<b>10</b>
<b>Zoznam tabuliek.....</b>	<b>12</b>
<b>Zoznam skratiek a značiek.....</b>	<b>13</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>14</b>
<b>1 PROBLEMATIKA.....</b>	<b>15</b>
<b>2 CIELE PRÁCE.....</b>	<b>19</b>
<b>3 METODIKA.....</b>	<b>20</b>
3.1 Genetické testovanie - vzorkovanie, izolácia, amplifikácia, sekvenčné reakcie a analýza.....	20
3.2 Získavanie a vyhodnocovanie informácií o nemanážených včelstvách.....	25
3.2.1 Získavanie informácií o výskyte.....	25
3.2.2 Zber údajov o stanovištiach nemanážených včelstiev.....	25
3.3 Experimentálne pozorovania včelstiev v klátoch a nástražných úľoch.....	28
3.3.1 Výber lokalít.....	28
3.2.2 Výroba klátov.....	29
3.3.3 Umiestnenie klátov.....	30
3.3.4 Osádzanie včelstiev.....	30
3.3.5 Monitorovacie kontroly.....	31
3.3.6 Úprava metodiky v roku 2019.....	31
3.3.7 Testovanie v roku 2020 – takmer nové testovanie.....	31
<b>4 VÝSLEDKY.....</b>	<b>33</b>
4.1 Genetické testovanie.....	33
4.1.1 Mikrosatelity, alelická diverzita.....	33
4.1.2 Haplotypy.....	35
4.2 Medziročné pozorovania prežitia.....	39
4.2.1 Poľnohospodárska krajina.....	44
4.2.2 Lesohospodárska krajina.....	44
4.2.3 Sídelná krajina – zastavané územie.....	48
4.2.4 Sídelná krajina – parky.....	51
4.2.5 Sídelná krajina – cintoríny.....	53

4.3 Priebeh testov 2017 – 2020.....	54
4.3.1 Prípravná sezóna 2017.....	54
4.3.2 Sezóna 2018.....	55
4.3.3 Sezóna 2019/2020.....	56
4.3.4 Sezóna 2020/2021.....	58
4.3.5 Prieskum materiálov ex situ.....	64
4.3.6 Zhrnutie prvých dvoch realizačných sezón.....	64
4.3.7 Zhrnutie tretej realizačnej sezóny – roje.....	66
<b>5 DISKUSIA.....</b>	<b>70</b>
<b>6 ZÁVER PRÁCE.....</b>	<b>73</b>
<b>PUBLIKÁCIE S TEMATIKOU DIPLOMOVEJ PRÁCE.....</b>	<b>74</b>
<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY.....</b>	<b>75</b>

## Zoznam obrázkov

<b>Obr. č. 1</b> Klieštik včelí v bunke plástu - vpravo hore dospelá samička, vľavo dole mladá samička (dcéra).....	16
<b>Obr. č. 2</b> <b>Obr. č. 2</b> Odchytávanie vzoriek zo zeme pomocou rybárskeho biča s nadstavcami z výšky nad 8 metrov.....	20
<b>Obr. č. 3</b> Príprava vzoriek pre extrakciu DNA – rozkrájaná predná pravá noha s časťou svaloviny a chitínového panciera.....	21
<b>Obr. č. 4</b> Fotogrametrické zisťovanie veľkosti otvoru do dutiny.....	26
<b>Obr. č. 5</b> Peľové obnôžky sú neklamným znakom prítomnosti včelieho plodu vo včelstve.....	27
<b>Obr. č. 6</b> Lokality experimentu a vymedzenia kruhových zón ( $r = 2 \text{ km}$ ; $S = 12,6 \text{ km}^2$ ).....	28
<b>Obr. č. 7</b> Plameňom ošetrovaný materiál na klát.....	29
<b>Obr. č. 8</b> Ďištančné drievka ochraňujúce borku stromu pred poškodením oceľovým lanom.....	30
<b>Obr. č. 9</b> Pohľad do interiéru pripraveného nástražného úľa pre roj.....	32
<b>Obr. č. 10</b> Zdrojové lokality vzoriek pre genetický výskum nemanažovných včelstiev	33
<b>Obr. č. 11</b> <i>Apis mellifera</i> voucher Vuchkivska cytochrome c oxidase subunit I gene, partial cds; cytochrome oxidase subunit I-II intergenic spacer, complete sequence; and cytochrome c oxidase subunit II gene, partial cds; mitochondrial.....	36
<b>Obr. č. 12</b> <i>Apis mellifera carnica</i> isolate AMC12 COI-COII intergenic spacer, partial sequence; and cytochrome oxidase subunit 2 (COX2) gene, partial cds; mitochondrial	37
<b>Obr. č. 13</b> Percentuálne zastúpenie haplotypov v skúmaných vzorkách.....	37
<b>Obr. č. 14</b> Haplotypy testovaných vzoriek nemanažovaných včelstiev.....	38
<b>Obr. č. 15</b> Zobrazenie výšok vstupov do dutín všetkých pozorovaní (v metroch).....	40
<b>Obr. č. 16</b> Zastúpenie početností výškových tried pozorovaní.....	40
<b>Obr. č. 17</b> Vyďobaný okraj vstupu opustenej dutiny.....	41
<b>Obr. č. 18</b> Zastúpenie jednotlivých typov krajiny v pozorovaniach.....	43
<b>Obr. č. 19</b> Rozdelenie zastúpenia pozorovaní v najpočetnejšie zastúpenej sídelnej krajine.....	43
<b>Obr. č. 20</b> Strmé úbočie so starými dubmi cerovými pripomína pôvodné staré rozvoľnené dubové lesy.....	45

<b>Obr. č. 21</b> Veľký vstup do tejto dutiny vo výške 12,5 metra môže nepriaznivo ovplyvňovať klímu počas zimovania.....	45
<b>Obr. č. 22</b> Medveďom navštevovaná dutina v lese – ronenie živice smreka ako reakcia na neustále zraňovanie sa stáva pre jednotlivé včely smrteľnou pascou.....	46
<b>Obr. č. 23</b> Dutiny so včelstvami v smere hodinových ručičiek: mrazová trhlina v hornej časti s dutinou; dutina po odlomenej vetve; skrytý defekt pod borkou agátu; dutina po veľkom zlome v korune.....	47
<b>Obr. č. 24</b> Včelie dielo z pagaštanu v Žabokrekoch nad Nitrou.....	49
<b>Obr. č. 25</b> Včelstvo v Kukorelliho parku, Ružinov, Bratislava.....	52
<b>Obr. č. 26</b> Včelie dielo deštruované vijačkou voštinovou po kolapse včelstva.....	56
Obr. č. 27 Porovnanie priebehu teploty a vlhkosti medzi dvoma klátmi.....	57
<b>Obr. č. 28</b> Mŕtve včely na jednej z lokalít na jar 2020.....	58
<b>Obr. č. 29</b> Pozície nástražných úl'ov vo vzťahu ku klátom (K).....	58
<b>Obr. č. 30</b> Roztopený vosk nanesený valčekom a naformátovaný na prúžky.....	59
<b>Obr. č. 31</b> Systém uchytenia nástrahového úľa k cieľovému stromu.....	59
<b>Obr. č. 32</b> Zmena vletových otvorov do klátov v sezóne 2020 (vpravo).....	60
<b>Obr. č. 33</b> Lokalita pod Žabicou, sklon svahu v mieste cieľového stromu dosahuje viac ako 50 %.....	61
<b>Obr. č. 34</b> Roj usadený na spodnej strane úľa.....	62
<b>Obr. č. 35</b> Interiér spusteného úľa s uhyнутým včelstvom na dne. Centrálné plásty sú silne napadnuté vijačkou voštinovou.....	63
Obr. č. 36 Včeliarka obyčajná ( <i>Braula coeco</i> ) na náhradnom hostiteľovi hrobárikovi čiernom ( <i>Nicrophorus humator</i> ).....	64
<b>Obr. č. 37</b> Dokumentácia včelieho diela pre následné fotogrametrické meranie plôch..	67
<b>Obr. č. 38</b> Grafické vyjadrenie Pearsonovej korelácie medzi plochou zásob a plochou používanou pre plodovanie.....	68

## Zoznam tabuliek

<b>Tabuľka č.1</b> Použité mikrosatelitné lokusy.....	22
<b>Tabuľka č. 2</b> Zloženie sekvenačného kitu.....	24
<b>Tabuľka č. 3</b> Pozorovania nemanážovaných včelstiev - ukážka údajov zbieraných in situ.....	25
<b>Tabuľka č. 4</b> Zistený a efektívny počet alel.....	34
<b>Tabuľka č. 5</b> Pozorovaná a očakávaná heterozygotnosť.....	34
<b>Tabuľka č. 6</b> Wrightov (1978) fixačný index (Fis) meria stupeň inbrídingu v jedincoch vzhľadom k subpopulácii, ktorú tvoria.....	35
<b>Tabuľka č. 7</b> Počty zastúpenia jednotlivých haplotypov u skúmaných voľne žijúcich včelstiev s prístupovými číslami zhodných sekvencií v génovej banke.....	38
<b>Tabuľka č. 8</b> Zastúpenie jednotlivých druhov stromov v pozorovaniach.....	39
<b>Tabuľka č. 9</b> Súpis obsahu detritu v klátoch v roku 2018.....	65
<b>Tabuľka č. 10</b> Priebeh osídlenia a prežívania rojov počas experimentu v roku 2020....	66
<b>Tabuľka č. 11</b> Súčty uhynutých včiel na jednotlivých lokalitách prostredníctvom reprezentatívnej metódy váženia známeho počtu včiel.....	67
<b>Tabuľka č. 12</b> Koeficientami vyjadrená stabilita nemanážovaných včelstiev.....	69

## Zoznam skratiek a značiek

μl	mikroliter
A	adenín
bp	bázové páry
C	cytozín
cm	centimeter
COI	cytochróm c oxidáza, podjednotka I
COII	cytochróm c oxidáza, podjednotka II
DNA	deoxyribonukleová kyselina
G	guanín
hod.	hodina
km	kilometer
m	meter
m n. m.	metrov nad morom
min.	minúta
ml	mililiter
mm	milimeter
ot./min.	otáčok za minútu
PCR	polymerázová reťazová reakcia
r	polomer
S	plocha
s	sekunda
š	šírka
T	tymín
v	výška

## ÚVOD

Od čias prvých zberačov medu pred tisíckami rokov sa vzťah človeka a včely medonosnej (*Apis mellifera*) vyvíjal od úzko ekologicky previazaného s prírodným prostredím až po súčasné tzv. racionálne formy včelárenia v styrodurových úlloch s použitím plastových medzistien a mnohých ďalších arteficiálnych pomôcok.

Napriek veľkej snahe o jej domestikáciu ako jedného z mála zástupcov taxónu hmyz, môžeme dnes vďaka voľnému páreniu včely medonosnú považovať za semidomestikovaný druh. Neúplná kontrola výmeny genetickej informácie zabezpečila doposiaľ silnú spätnú väzbu jednotlivých rás a línií včiel na prostredie. Extrémna ľudská mobilita umožnila génový tok do regiónov s evolučne stabilnými populáciami. Pri postupnom rozpúšťaní nových génov v pôvodnej populácií, boli tieto vystavené selekčnému tlaku lokálneho prostredia a stabilizovali sa iba výhodnejšie z nich.

Dnešné zloženie populácie včely medonosnej na Slovensku je výsledkom nielen geografického vplyvu karpatského oblúka, ale aj introdukcie včelích línií zo vzdialenejších oblastí Európy. Výskyt včelích kolónií bez manažmentu, predovšetkým v dutinách stromov, pôsobí aj v súčasnosti, napriek stále rastúcemu tlaku chovateľov na insemináciu včelích matiek, ako prostriedok na dosiahnutie prirodzenej odozvy prostredia. Roj, ktorý uletí včelárovi, usadí sa v dutine stromu a dokáže napriek znečisteniu prostredia anorganickými polutantami, prostriedkami na ochranu rastlín, tlaku introdukovaných druhov (predovšetkým klieštik včelí – *Varroa destructor*) či stálych patogénov, a tiež klimatickej zmene so všetkými súvisiacimi následkami obstáť, teda pokiaľ prežije najmenej do nasledujúcej jari, kedy sa sám rozmnoží rojom, dokáže svoju vysokú biologickú zdatnosť – fitness, zaslúžiť si pozornosť, výskum a prípadnú ochranu.

Aj na základe výzvy Medzinárodnej únie na ochranu prírody (IUCN) na ďalší výskum pre deficit dát pri druhu včela medonosná vznikla táto práca, v ktorej sa venujeme výsledkom štvorročného úsilia vyhladávať, dokumentovať, monitorovať a testovať nemanážované kolónie na území Slovenska.

## 1 PROBLEMATIKA

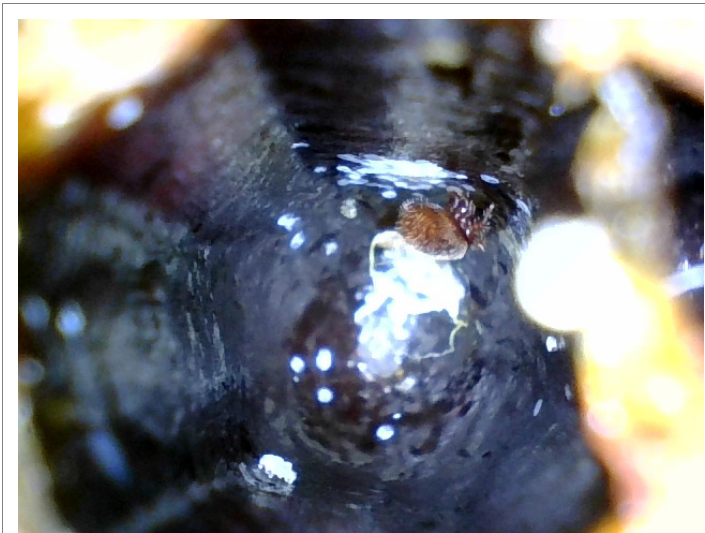
Včela medonosná (*Apis mellifera*) je napriek niektorým spochybňujúcim štúdiám (Hevia et al., 2016) doposiaľ považovaná za najvýznamnejšieho opeľovača kultúrnych plodín globálneho poľnohospodárstva. Človek si kolóniami tohto semidomestikovaného druhu hmyzu vytváral vzťah od praveku. Dnes, keď ľudská populácia dosahuje úroveň ovplyvňujúcu geologické a klimatické procesy planéty, množstvo ďalších druhov viac alebo menej úspešne čelí tlaku meniaceho sa prostredia. Najväčšiu pozornosť pochopiteľne vzbudzujú druhy neschopné vyhnúť sa extinkcii migráciou či evolučnými skokmi. Ide o druhy známe, či také, s ktorými je ľudstvo v úzkom kontakte (napr. zdieľajúc rovnaké životné prostredie). Nepomerne viac druhov života na našej planéte zatiaľ nepoznáme (Flegr, 2018) a ich prípadný zánik rovnako ako ich úloha v prostredí ostanú pre nás navždy nepoznané.

Okrem úlohy mapovať nepoznaný život je našou výsadou až povinnosťou zaoberať sa skúmaním už známych druhov. O to viac, pokiaľ predstavujú pre človeka nenahraditeľný zdroj. U včely medonosnej je zatiaľ takouto nenahraditeľnou schopnosťou jej opeľovacia činnosť. Dočasnosť tohto tvrdenia vychádza z historickej skúsenosti, keď napríklad včelí med bol po tisícročia jedným z mála sladidiel vo výžive ľudstva, v priebehu devätnásteho storočia sa však repný cukor stal bežnou komoditou a úlohu medu nahradil.

Ekológia včely medonosnej je pomerne dobre preskúmaná a ďalšie pozorovanie tohto druhu umožňuje aplikovať tieto vedomosti pri jej využívaní ako bioindikátora (Quigley et al., 2019) prostredia, ktoré spolu s ňou zdieľame. Významná schopnosť odpovedať na prítomnosť škodlivých látok sa preukázala napríklad v prvých rokoch činnosti tepelnej elektrárne v Zemianskych Kostolčanoch (Valach a Dubcová, 2013), kedy včelstvá v priľahlých 32 obciach vplyvom arzénu v emisiách elektrárne zahynuli a kontaminácia znemožnila v tejto oblasti ich ďalší chov na niekoľko rokov. V súčasnosti sa bioindikačná schopnosť včiel využíva napríklad na detekciu prítomnosti škodlivých rezíduí vo včelích produktoch (Balayiannis and Balayiannis, 2008; Bargańska et al., 2016).

Letalita kolónií v širšom ponímaní je dnes významne ovplyvnená parazitom klieštikom včelím (*Varroa destructor*) (Obr. č. 1) zavlečeným v sedemdesiatych rokoch z Ázie do Európy, zakrátko na to ďalej do celého sveta. Tento parazit dokáže významne oslabiť imunitu jednotlivých včiel a pri premnožení aj imunitu celého včelstva, čím extrémne zvyšuje citlivosť včiel na všetky ostatné škodlivé faktory. Deje sa tak aj

prostredníctvom génu pre rozpoznávanie patogénov cez mechanizmus zvýšenej expsie peptidoglykánového rozpoznávacieho proteínu (Gregorc et al., 2012). O silnej imunitnej reakcii na infestáciu klieštikom včelím svedčia aj zvýšené hladiny expsie antibakteriálnych peptidov, ako je abaecin a defensin (Gregory et al., 2005). Synergické interakcie parazit-patogén sprostredkované imunitou hostiteľa môžu viesť ku kolapsu včelstiev (Nazzi et al., 2012).



**Obr. č. 1** Klieštik včelí v bunke plástu - vpravo hore dospelá samička, vľavo dole mladá samička (dcéra)  
foto: M. Pavle

Kvantifikácia úhynov manažovaných včelích kolónii na nadnárodnej úrovni je predmetom dlhodobého prieskumu výskumnej siete Monitoring prezimovania včelstiev (COLOSS) (Brodshneider et al., 2018). V rámci prieskumu sa zisťujú úhyny včelstiev u včelárov aktuálne z 30 zapojených krajín formou dobrovoľných dotazníkov. Silnou stránkou prieskumu je štandardizovaný dotazník, ktorý umožňuje

porovnávať získané dáta medzi jednotlivými krajinami. Nevýhodou je náhodný súbor (nereprezentatívny) dát, keďže prieskumu sa zúčastňujú dobrovoľníci. Tento deficit do istej miery nahrádza dostatočný počet respondentov vzhľadom k celkovému počtu včelárov v tej ktorej krajine.

Výskumu nemanáovaných voľne žijúcich kolónii včely medonosnej sa v posledných rokoch venuje stále viac pozornosti. Podľa Mikheyeva (2015) a Seeleyho (2019) takéto včelstvá prešli v dlhodobo sledovanej oblasti Arnotského lesa genetickým hrdlom flaše (bottleneck efekt) a zostávajúce populácie vykazujú zvýšenú schopnosť disponovať stratégiami pre vysporiadanie sa s klieštikom včelím a teda aj sekundárnymi patogénnymi činiteľmi. Medzi takéto stratégie patrí napríklad hygienické správanie včiel citlivé na klieštika (Varroa Sensitive Hygiene), kedy robotnice aktívne odstraňujú napadnutý včelí plod, prípadne iba odviečkujú larvu, čím narušia reprodukčný cyklus klieštika v zaviečkovanej bunke (Mondet et al., 2020). Evolučný proces je podporený

prírodnými podmienkami prírodného prostredia – denzitou a rozstupom kolónií, optimálnymi podmienkami v dutine stromu, neprítomnosťou ľudských zásahov do života včelstva (medobranie, liečenie, kŕmenie neprírodnými glycidovými látkami, zásahmi do stavby hniezda, odoberaním peľových zásob, propolisu a ďalších včelích produktov).

Dnešné chované línie včelstiev sú výsledkom dlhodobého intenzívneho úsilia (Čavojský et al., 1981) o dosahovanie úžitkových parametrov, či už pozitívnym alebo negatívnym výberom s využitím heritability. Pomocou inseminačných techník sa rozmnožujú matky včelstiev so želanými vlastnosťami, najmä vysokým zberacím pudom, miernosťou, prípadne s lepšou odolnosťou voči patogénom, prípadne nerojivosťou. V tomto prípade sa uplatňuje pozitívny výber. Výmena matky vo včelstve, ktoré nedosahuje požadované parametre je zase výberom negatívnym. Šľachtiteľské chovy produkujú matky s overenými vlastnosťami (P generácia) pre ďalšie rozmnožovanie. Rozmnožovacie chovy produkujú matky s polovicou génov P generácie. Druhá polovica génov pochádza od otcov z voľného párenia a je teda neznáma. Takéto matky F1 generácie sú distribuované medzi včelárov, ktorí o ne prejavia záujem.

Otázka vplyvu šľachtenia a distribúcie preferovaných včelích línií na vitalitu pôvodných ekotypov včiel dokazuje úbytok až stratu genetickej diverzity (Meixner et al., 2010). Dôsledkom môže byť znížená miera adaptability na vonkajšie podmienky, znížená schopnosť obrany hniezda pred predátormi či inými včelstvami a v neposlednom rade znížená imunita. Obmedzenie genetickej variability má preukázateľný vplyv na schopnosti včelstiev vysporiadať sa s patogénmi (Tarpy, 2003; Desai and Currie, 2015), pričom polyandria v rozmnožovaní včelstva pôsobí proti tomuto obmedzovaniu (Palmer and Oldroyd, 2003).

Medzi ďalšie možné príčiny vplývajúce na genetickú variabilitu včelstiev nepochybne patrí dlhodobý import nepôvodných plemien včely medonosnej – hybridizácia, ktorá sa spravidla prejavuje vyššími parametrami genetickej diverzity, napríklad väčším počtom alel alebo väčšou heterozygotnosťou (Mikulíček, 2018), pričom výmena génov môže byť aj silne asymetrická (Žďárek, 2013). Naproti tomu selekčné pôsobenie parazitov a patogénov znižuje genetickú diverzitu, pričom sa geneticky prejavuje ako efekt hrdla fľaše (Cobey et al., 2012).

Podľa Nieto et al. (2014) je včela medonosná na červenom zozname Medzinárodnej únie na ochranu prírody (IUCN) a je potrebné ďalším výskumom preveriť existenciu, distribúciu a trendy divo žijúcich kolónií, pričom za významný krok sa považuje identifikácia nemanážovaných kolónií. Výskum je potrebný pre pochopenie účinkov

ohrozenia druhov, a to na druhovej úrovni aj na úrovni kolónií, najmä od klieštika včelieho (*Varroa destructor*) a súvisiacich patogénov, podvýživy, herbicídov, pesticídov a fungicídov. Na území Slovenska nebolo doposiaľ realizované žiadne dlhodobé a masívnejšie zisťovanie stavu nemanážených včelstiev.

Ako uvádza Requier et al. (2020), analyzovaním výskytu stromových dutín v 106 lesných areáloch Európy odhadli očakávanú veľkosť divo žijúcich včelstiev na viac ako osemdesiatisíc kolónií. Potenciálne lokality k ochrane boli nájdené v neobhospodarovaných lesoch, ale aj v iných veľkých lesných oblastiach. Denzitu nemanážených kolónií odhadli od 0,4 kolónie po 1,0 kolóniu na tisíc hektárov lesa.

Podľa Madras- Majewskej et al. (2016) je za nízkou početnosťou nemanážených včelstiev v lesoch Poľskej republiky nedostatok nektáru a tlak parazitických ochorení (predovšetkým *Varroa destructor*). Práve tam sa v rámci oživovania tradícií lesného včelárenia – brtníctva, realizoval projekt, ktorého súčasťou bola výroba, osádzanie do lesov a starostlivosť o kláty pre včely. Cieľom projektu bolo navrátenie včely medonosnej do poľských lesov.

## 2 CIELE PRÁCE

Pre posúdenie evolučnej schopnosti včelstiev prispôsobovať sa novým patogénom a stavu prostredia bolo nevyhnutné začať sledovať nemanážené včelstvá dlhodobo, s vyhodnocovaním ich medziročného prežívania. S vyhľadávaním a pozorovaním prežívania včelstiev sme začali v roku 2017. V tomto pilotnom ročníku sme hľadali možnosti získavania informácií o výskyte nemanážených včelstiev a overovali sme vhodné metódy zberu údajov o lokalitách s ich výskytom.

Súbežne s vyhľadávaním a monitorovaním nemanážených včelích kolónií sme v roku 2017 začali pripravovať test overujúci prežívanie včelstiev v lesnom prostredí. Poľské aktivity s oživovaním brtníckych tradícií a návratom včely medonosnej do lesov nás inšpiroval k realizácii testovania klátov a úl'ov v lesoch pohoria Tribeč.

Cieľom nášho genetického výskumu bolo identifikovať cez štruktúru mikrosatelitov genetickú variabilitu v nemanážených populáciách včely medonosnej na území Slovenska, určiť vyskytujúce sa haplotypy a porovnať výsledky s predchádzajúcim výskumom realizovaným v šľachtiteľských a rozmnožovacích chovoch.

Naším ďalším zámerom bolo vyhľadať, zdokumentovať a vykonávať dlhodobé sledovanie čo možno najväčšieho počtu nemanážených včelstiev. Takto získané dáta sme chceli podrobiť štatistickému vyhodnocovaniu a kvantifikovať schopnosti prežívania súčasných nemanážených včelstiev na našom území. Zozbierané vzorky mali byť predmetom genetickej časti výskumu.

Prvotným zámerom testovania in situ bolo dokázať alebo vyvrátiť schopnosť dnešných líní včely medonosnej adaptovať sa na lesné prostredie, vytvoriť si v priebehu sezóny dostatočné glycidové zásoby z dostupných zdrojov, prezimovať, preukázať ich fitness - schopnosť rozmnoženia rojmi a tiež schopnosť vzdorovať ochoreniam včiel, predovšetkým varroáze.

Po prvých sezónach sme ciele testovania upravili na zistenie kapacity prostredia produkovať roje a overenie ich prežívania. Uvedené poznatky mali doplniť údaje z kvantifikácie prežívania nemanážených včelstiev a získaný materiál mal byť súčasťou genetickej časti výskumu.

## 3 METODIKA

### 3.1 Genetické testovanie - vzorkovanie, izolácia, amplifikácia, sekvenčné reakcie a analýza

Od roku 2017 sme začali vyhľadávať a pozorovať nemanážené včelstvá na území našej krajiny. Išlo predovšetkým o včelie rodiny obývajúce dutiny v stromoch, v niekoľkých prípadoch aj o včelstvá v konštrukčných chybách budov. Súčasťou nášho pozorovania včelstiev bez manažmentu bol od roku 2018 zber vzoriek pre genetický výskum. Zber vzoriek sme realizovali odchytnom z dutiny vyletujúcich včiel do polyetylénového vrečka. Samotné odchytenie sme uskutočnili buď zo zeme pomocou



**Obr. č. 2** Odchytnávanie vzoriek zo zeme pomocou rybárskeho biča s nadstavcami z výšky nad 8 metrov  
foto: M. Pavle

rybárskeho biča s prípadným použitím predĺžovacích nadstavcov (Obr. č. 2), alebo priamo spreď dutiny po stromolezeckom výstupe. Vzorky sme následne uskladnili v 96 % etanole v označenej 5 ml mikroskúmavke a po prevoze umiestnili do mraziaceho boxu s teplotou -20° Celzia.

Zo zozbieraných včiel sme pripravili materiál na extrakciu DNA podľa nasledujúceho postupu. Včely sme vybrali z etanolu a osušili na filtračnom papieri. Z jednej z dvojice včiel sme bezzúbkovou pinzetou vytrhli pravé krídla s časťou chitínového panciera hrude aj s časťou svaloviny z hrude. Takto odobratú vzorku sme bez ďalšieho spracovania umiestnili do 2 ml mikroskúmavky, ktorú sme označili poradovým číslom a písmenom „a“. Z druhej včely z každej lokality sme rovnakou metódou vytrhli pravú prednú nohu s časťou chitínového panciera aj s časťou svaloviny hrude. Túto vzorku sme skalpelom rozdelili na drobné časti

(Obr. č. 3) a takto upravenú vzorku sme uložili do mikroskúmavky, označili príslušným poradovým číslom a písmenom „b“. Medzi každou prácou s novou včelou sme všetky pomôcky, ako aj kontaktné povrchy mechanicky očistili novou papierovou utierkou napustenou etanolom, aby sme ich zbavili prípadných rezíduí biologického materiálu. Všetky takto pripravené vzorky sme na záver uložili znovu do mraziaceho boxu a zamrazené preniesli do laboratória Katedry fytológie LF TUZVO pre extrakciu DNA a následné testy.



**Obr. č. 3** Príprava vzoriek pre extrakciu DNA – rozkrájaná predná pravá noha s časťou svaloviny a chitínového panciera

foto: M. Pavle

Na izoláciu DNA z krídel a nohy sme použili modifikovaný protokol CTAB (Doyle & Doyle, 1987), ktorý bol ďalej modifikovaný pre použitie na extrakciu DNA zo živočíchov (Oliveira et al., 2007), kde pred použitím extrakčného CTAB pufru bolo tkanivo lyzované pomocou proteínázy K cca 3 hod.

Na genotypovanie bolo použitých 14 mikrosatelitných markerov uvedených v tabuľke č. 1.

**Tabuľka č.1** Použité mikrosatelitné lokusy

Lokus	Farbivo	Forward Primer	Reverse Primer	Zdroj
A007	FAM	CCCTTCCTCTTTCATCTT CC	GTTAGTGCCCTCCTCTT GC	Shaibi et al., 2008
THE01	VIC	GACGATTTACGAGGTTT CAC	TCGATTTTCGTTTCGTTTT AT	Shaibi et al., 2008
A107	NED	CCGTGGGAGGTTTATTG TCG	GGTTCGTAACGGATGAC ACC	Solignac et al., 2007
A014	PET	GTGTCGCAATCGACGTA ACC	GTCGATTACCGATCGTG ACG	Solignac et al., 2007
A024	NED	CACAAGTTCCAACAATG C	CACATTGAGGATGAGCG	Solignac et al., 2007
A028	PET	GAAGAGCGTTGGTTGCA GG	GCCGTTTCATGGTTACCA CG	Solignac et al., 2007
C1602	FAM	TAGTATCGTGCTGTTCAT CG	ACATACATCTCTTGGCG AGT	Shaibi et al., 2008
A079	PET	CGAAGGTTGCGGAGTCC TC	GTCGTCGGACCGATGCG	Shaibi et al., 2008
A113	FAM	CTCGAATCGTGGCGTCC	CCTGTATTTTGCAACCT CGC	Shaibi et al., 2008
AP043	VIC	GGCGTGACAGCTTATT CC	CGAAGGTGGTTTCAGG CC	Solignac et al., 2007
A008	NED	CGAAGGTAAGGTAATG GAAC	GGCGGTTAAAGTTCTGG	Solignac et al., 2007
AC011	NED	CTTACGCCAATCTCTCCA CG	CGGTTAATTTTCGTTTCT CGC	Solignac et al., 2007
AP224	FAM	CACAAGTTCCAACAATG C	CACATTGAGGATGAGCG	Shaibi et al., 2008
THE03	NED	TAAGTGGTCGTCGGTGT T	CACGTAGAGAATCCCAT TGT	Shaibi et al., 2008

Tieto lokusy boli amplifikované v 2 multiplexových a 3 singleplexových reakciách. PCR zmesi boli robené v 5 µl objemoch. Multiplexové reakcie boli robené s pomocou Multiplex PCR kitu podľa návodu výrobcu (Qiagen) s 2,5 µl Multiplex PCR kitu, 1 µl Q-solution, koncentrácie primerov v multiplexe 1 boli A007 0,1 µM, A024 0,07 µM, A107 0,08 µM, A014 0,06 µM, A028 0,06 µM, v multiplexe 2 A113 0,08 µM, AP043 0,06 µM, A079 0,08 µM, AP224 0,06 µM, AC011 0,08 µM, A008 0,08 µM. PCR reakcie pre lokusy THE01, THE03 a C1602 boli robené ako jednoduché PCR reakcie v 5 µl zmesiach a obsahovali 1 µl vyizolovanej DNA, 1 x pufor B2 ( dodávaný spolu s polymerázou)

bez MgCl<sub>2</sub>, 0,30 mM zmes deoxyribonukleotidov (dNTPs), 0,08 μM zmes forward a reverz primeru, 3,00 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,80 μg/μl hovädzí sérový albumín (BSA), 0,04 U/μl HotSTAR Taq polymerázu (Solis), a vodu do objemu 5 μl.

Podmienky amplifikácie boli: denaturácia a aktivácia DNA polymerázy 15 min. pri 94 °C, 30 cyklov denaturácia 30 s pri 94 °C, hybridizácia - annealing 90 s pri 58 °C a predlžovanie 90 s pri 72 °C. Na záver programu bol zaradený záverečný predlžovací krok pri 60 °C 20 min.

Do genetického analyzátora boli pripravené 2 zmesi PCR produktov: 1) 0,5 μl THE01, 0,5 μl C1602 a 1 μl multiplex 1 s 0,15 μl dĺžkového štandardu a 7,85 μl formamidu, 2) 0,5 μl THE03 a 1 μl multiplex 2 s 0,15 μl dĺžkového štandardu a 8,35 μl formamidu. Zmesi boli denaturované pri 95 °C 3 min. a analyzované v genetickom analyzátore ABI 3130.

Dáta z genetického analyzátora boli spracované v programe GeneMapper 4.0 a upravené do genotypovej tabuľky v MS Excel. Pre ďalšie programy boli genotypy transformované v programe CONVERT (Glaubitz, 2004).

Základné charakteristiky genetickej premenlivosti boli vypočítané v programe POPGENE (Yeh et al., 1997) a genetická diferenciácia skúmaná programom STRUCTURE (Pritchard et al., 2000) a výsledky zo Structure boli vizualizované pomocou Structure Harvester (Earl et al., 2012).

PCR produkty určené pre sekvenovanie boli robené pomocou primerov E2 5´-GGCAGAATAAGTGCATTG-3´ a H2 5´-CAATATCATTGATGACC-3´ podľa Garneryho (1991). PCR reakcie boli robené v 15 μl zmesiach a obsahovali 2 μl vyizolovanej DNA, 1 x pufor B2 (dodávaný spolu s polymerázou) bez MgCl<sub>2</sub>, 0,30 mM zmes deoxyribonukleotidov (dNTPs), 0,26 μM zmes forward a reverz primeru, 3,00 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,80 μg/μl hovädzí sérový albumín (BSA), 0,03 U/μl HotSTAR Taq polymerázu (Solis), a vodu do objemu 15 μl.

Podmienky amplifikácie boli: denaturácia a aktivácia DNA polymerázy 15 min. pri 94 °C, 30 cyklov denaturácia 30 s pri 94 °C, hybridizácia - annealing 45 s pri 49 °C a predlžovanie 90 s pri 72 °C. Na záver programu bol zaradený záverečný predlžovací krok pri 60 °C 10 min.

Výsledné PCR produkty v objeme 5 μl boli skontrolované v 2 % agarózovom géli. Zbytok PCR produktov bol prečistený pomocou Exo SAP enzymatického prečistenia. Na každú vzorku bolo použité 2 μl FastAP (1U/ μl) a 0,6 μl Exo I (20U/μl). Vzorky boli inkubované pri 37 °C 60 min. a následne 15 min. pri 85 °C.

Sekvenačné reakcie boli pripravené s pomocou sekvenačného kitu firmy Thermo Fisher Scientific BigDye terminator v3.1. podľa tabuľky (Tabuľka č. 2) za použitia prečisteného PCR produktu.

**Tabuľka č. 2** Zloženie sekvenačného kitu

Zložka	Množstvo v $\mu\text{l}$ na jednu reakciu
DNA	<b>1,50</b>
Primer 1 $\mu\text{M}$	1,60
Sekvenačný pufor 5X	1,50
BDT v3.1	1,00
H <sub>2</sub> O	4,40
Celkový objem	<b>10,00</b>

Bol použitý štandardný sekvenačný program pre termocyklér:

96 °C – 1 min  
 96 °C – 10 s  
 25 x 50 °C – 5 s  
 60 °C – 4 min  
 8 °C –  $\infty$  min

Sekvenačné reakcie boli prečistené precipitáciou etanolom a octanom sodným podľa protokolu:

1. pripraviť roztok zložený z 3 $\mu\text{l}$  3M NaOAc pH 4,6, 62,5 $\mu\text{l}$  95 % etanolu a 14,5 $\mu\text{l}$  vody v takom množstve, aby bolo na každú vzorku 80  $\mu\text{l}$  z roztoku,
2. pridať do každej epp so sekvenačným produktom po 80 $\mu\text{l}$  roztoku,
3. vortexovať, krátko stočiť a nechať 15 min pri RT,
4. centrifugovať 20 min pri 14 000 ot/min,
5. odstrániť etanol, pridať 200  $\mu\text{l}$  70 % etanolu,
6. krátko vortexovať a centrifugovať 5 min pri 14 000 ot/min,
7. odstrániť etanol a vysušiť (1-2 min pri 60 °C v cykléri).
8. K vysušenému precipitátu pridať 10  $\mu\text{l}$  Hi-Di formamidu, dôkladne premiešať vortexom.

Kapilárna elektroforéza prebiehala na genetickom analyzátoe ABI 3130 s použitím 36 cm kapiláry. Dáta z genetického analyzátoa boli analyzované pomocou programu SeqScape, zarovnané a orezané v programe MEGA 4 (Tamura et al., 2007) a porovnávané s dostupnými sekvenciami pomocou programu BLAST (Altschul et al., 1997).

## 3.2 Získavanie a vyhodnocovanie informácií o nemanážovaných včelstvách

Pre dosiahnutie dostatočného počtu údajov o nemanážovaných včelstvách sme museli nájsť efektívny spôsob získania prvotných informácií o výskyte. Veľkú pozornosť sme venovali údajom o jednotlivých stanovištiach a identifikovali sme najvhodnejší spôsob vyhodnocovania prežívania kolónií.

### 3.2.1 Získavanie informácií o výskyte

Veľkým počiatočným problémom bolo samotné získanie informácií o výskyte takýchto včelstiev. Prvými zdrojmi nám bol okruh blízkych osôb, ktorí boli oboznámení so zámerom sledovať takéto včelstvá. Založili sme propagačnú stránku na sociálnej sieti Facebook, ako aj videokanál na Youtube. Cieľom bolo spopularizovanie problematiky nemanážovaných včelstiev a predovšetkým získanie informácií o ich výskyte od čo najširšej verejnosti, využívajúc efekt snehovej gule (Zhang et al., 2019). Od roku 2019 sme vďaka tejto stratégii získali informácie o viac ako osemnástich včelstvách (31 %) z celkovo päťdesiatich ôsmich pozorovaných.

Veľmi produktívnym zdrojom informácií o výskyte dutinových včelstiev sú arboristi vykonávajúci ošetrovanie drevín v prevažne sídelnej krajine. Kontakty s ich komunitou sme nadviazali v roku 2017, kvôli poradenstvu so stromolezeckými technikami a výbavou pre bezpečné stromolezenie. Pre účely výskumu sa absolvoval aj odborný kurz na prácu vo výškach s oprávnením, ktoré sa každoročne obnovuje.

### 3.2.2 Zber údajov o stanovištiach nemanážovaných včelstiev

Na každej lokalite sme okrem vzoriek včiel pre genetický výskum zbierali nasledovné údaje: GPS súradnice miesta výskytu, druh stromu, obvod stromu vo výške 1,3 metra, výška vstupu do dutiny, veľkosť otvoru, orientácia otvoru (Tabuľka č. 3).

**Tabuľka č. 3** Pozorovania nemanážovaných včelstiev - ukážka údajov zbieraných in situ

Por. č.	Dátum	Lokalita	Okres	GPS	NV	Druh stromu	o <sub>1,3</sub>	Výška otv.	Orient. o.	Veľk. o.	Dátum kontroly
1	19.4.	Sološnica	Malacky	48.459050, 17.239286	266	Gaštan jedlý	227	6	Z	8	-
2	12.8.	Hajná Nová Ves	Topoľčany	48°32.0820'S 18°2.0500'V	185	Jaseň štíhly	280	11	JZ	5	21.3.2019
3	16.8.	Nitra Sihot'	Nitra	48°19.2820'S 18°5.1040'V	140	Jaseň štíhly č.1	287	11,4	V	13	21.3.2019
4	16.8.	Nitra Sihot'	Nitra	48°19.1730'S 18°5.2810'V	144	Topoľ biely	475	4	J	12	-
5	16.8.	Nitra Sihot'	Nitra	48°19.1730'S 18°5.2810'V	144	Topoľ biely	475	7	-	-	-
6	29.8.	Rastislavice	Nové Zámky	48°8.3250'S 18°4.8220'V	124	Sofora japonská	262	6,5	JJZ	5	21.3.2019

Pri budovách sme zaznamenali ich popis, výšku a veľkosť otvoru a jeho orientáciu.

Účelom zaznamenávania GPS koordinátov je zabezpečiť spätnú dohľadateľnosť lokality. Spolu s druhom stromu, výškou otvoru a jeho orientáciou sú tieto údaje pri veľkom počte pozorovaní nenahraditeľné. Súčasťou dokumentácie každej lokality bola aj foto a video dokumentácia.

Pri pozorovaniach stromov sme zaznamenali ich druh, prípadne príslušnosť k rodu. Údaj o obvode stromu vo výške 1,3 metra sme zaznamenávali ako charakteristiku približujúcu mohutnosť, prípadne vekovú kategóriu daného stromu. Meranie obvodu stromu sme vykonávali geodetickým pásmom.

Výšku vstupu do dutiny pri pozorovaniach zisťujeme laserovým diaľkomerom, ktorého výrobcom udávaná presnosť je 1,5 mm. Reálnym limitom pri meraniach je husté olistenie. V niektorých prípadoch používame Christenov výškomer, ktorého stredná chyba merania sa pohybuje do 6 %. Všetky hodnoty sme aritmeticky zaokrúhľovali na desatiny metra. Do vyhodnocovaného súboru dát sme zahrnuli iba dutiny v stromoch, nie v budovách.



**Obr. č. 4** Fotogrametrické zisťovanie veľkosti otvoru do dutiny  
foto: M. Pavle

Veľkosť otvoru do dutiny sme zisťovali buď priamo meraním meračským pásmom, alebo v prípade, ak to nie je možné, veľkosť odvodzujeme fotogrametricky z fotografií porovnaním s veľkosťou vstupujúcich či vychádzajúcich včiel. Dĺžka tela robotnice je 12 – 14 mm (Čavojský a kol., 1981), pre prepočet sme uvažovali so strednou dĺžkou 13 mm (Obr. č. 4). Presnosť tohto odvodzovania je daná rozptylom skutočných

veľkostí tiel robotníc a predstavuje  $\pm 8$  %, čo je pri zaokrúhľovaní veľkostí vstupov do dutín na celé centimetre zanedbateľné.

Na určenie orientácie vchodu do dutiny používame jednoduchú buzolu, od roku 2020 zaznamenávame okrem základnej orientácie svetovej strany aj presnejší údaj v stupňoch – topografický azimut, čiže uhol vo vodorovnej rovine medzi smerom orientácie dutiny a severným smerom.

Základným vyhodnocovaným kritériom bolo prežitie včelstva od obdobia pozorovania počas sezóny do jari nasledujúceho roka. K zániku včelstva mohlo dôjsť ešte počas sezóny v roku pozorovania, napríklad z dôvodu premnoženia klieštika včelieho a následných atakov najrôznejších patogénov (*Nosema sp.*, vírus deformovaných krídel...).

Včelstvo však mohlo zahynúť aj počas zimy, či v prvý jarý mesiac, na nedostatok glycidových zásob nazhromaždených počas predchádzajúceho roka. Tieto príčiny zánikov sme vo väčšine prípadov nemali ako rozlišovať, takže neboli predmetom výskumu.

Každé včelstvo sme navštívili minimálne dvakrát – raz pri zdokumentovaní počas sezóny a druhýkrát nasledujúci rok vo včasnom jarom období, kedy už teploty umožňovali včelám jednotlivo vylietavať za prvými zdrojmi peľovej znášky – vrbou, lieskou, jelšou až po skoré odrody rodu slivka (*Prunus*).

Je dôležité jaré vyhodnocovacie návštevy neodkladať na príliš neskoré obdobie, aby neboli zistené osídlenia dutín ovplyvnené možným výskytom prvých jarých rojov. Pri veľmi skorých kontrole však hrozí riziko nesprávneho zhodnotenia na základe nulovej letovej aktivity ešte zimujúceho včelstva. Je výhodné byť v kontakte s miestnymi včelármi



**Obr. č. 5** Peľové obnôžky sú neklamným znakom prítomnosti včelieho plodu vo včelstve  
foto: M. Pavle

pre presné určenie jarých preletov včelstiev v oblasti ako orientačného časového bodu, na ktorý je vhodné naviazať latenciu pozorovania nemanážených včelstiev, samozrejme so zohľadnením priebehu počasia (najmä teplôt) v tomto období a fenológie významných jarých zdrojov peľu či nektáru a ustálenosti priebehu počasia.

Pre správne hodnotenie prežitia včelstva je, okrem

správneho načasovania prehliadok, dôležitá aj správna technika vyhodnotenia lietajúcich včiel. Nie je výnimočné, že dutina s opustenými zásobami sa aj na jar stane predmetom záujmu cudzieho včelstva a pozorovateľ musí vyhodnocovať, či včely zásoby prinášajú, alebo odnášajú.

Istým a neklamným znakom prítomnosti včelstva v dutine sú prilietajúce jednotlivé včely s farebnými obnôžkami peľu (Obr. č. 5). Práve peľ je hlavnou zložkou potravy včelích lariev a ich prítomnosť v dutine je dôkazom rozvíjajúceho sa včelstva. Farby obnôžok prvých jarých významných zdrojov peľu sú nasledovné: lieska – citrónovožltá, jelša lepkavá – žltozelená, vrbá biela – svetložltá, vrbá rakyta - citrónovožltá, marhuľa –

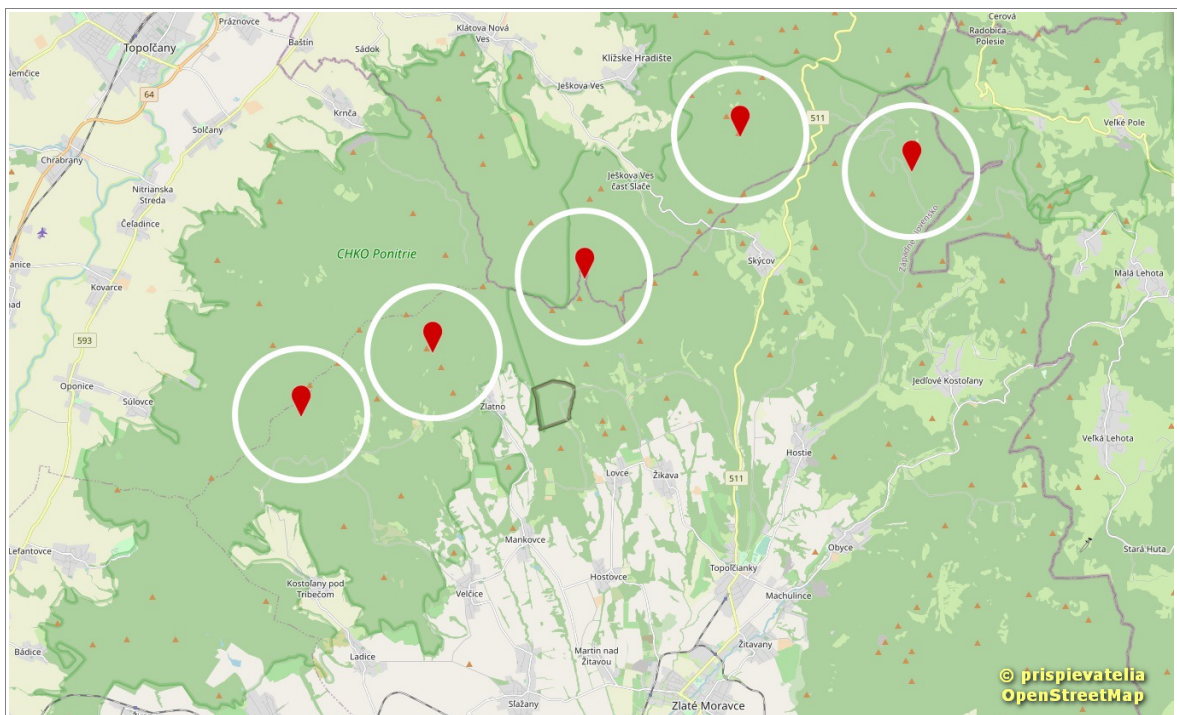
červenožltá.

Pri takto veľkom počte pozorovaní na celom území Slovenska je nevyhnutné využívať pomoc lokálnych spolupracovníkov. Tí musia byť buď pozornými včelármi, alebo poučenými spoľahlivými zariadencami schopnými správne vyhodnotiť jarnú situáciu včelstiev. V súčasnosti máme takýchto aktívnych spolupracovníkov deväť (sedem včelárov a dvoch nevčelárov).

### 3.3 Experimentálne pozorovania včelstiev v klátoch a nástražných úl'och

Pre účely projektu sme vybrali pohorie Tribeč kvôli jeho dostupnosti, znalosti prostredia a v neposlednom rade pre minimálny výskyt medveďa hnedého ako významného faktora prostredia. Metodika testovania pozostávala z výberu lokalít, výroby, umiestnenia, osádzania včelstvami a monitorovania klátov.

#### 3.3.1 Výber lokalít



**Obr. č. 6** Lokality experimentu a vymedzenia kruhových zón ( $r = 2 \text{ km}$ ;  $S = 12,6 \text{ km}^2$ )

zdroj: prispievatelia OpenStreetMap, M. Pavle

Keďže testovanie sme chceli realizovať na piatich stanovištiach, vyhľadali sme v pohorí Tribeč lokality (Obr. č. 6), ktoré čo najviac spĺňali nasledovné požiadavky:

- optimálna nadmorská výška - 400 - 600 m n. m.
- južne orientovaný svah (juhovýchodne, juhozápadne)

- porast evidovaný ako ochranný les
- prevládajúca drevina - dub (vysokoveký porast)
- zápoj prerušený až medzernatý
- vzdialenosť od poľnohospodárskej pôdy s plodinami minimálne 2 km
- vzdialenosť od známych trvalých stanovišť úžitkových včelstiev minimálne 2 km

### 3.2.2 Výroba klátov

Návrhu klátov pre včely predchádzalo podrobné štúdium historických aj súčasných spôsobov výroby. Základnou myšlienkou bolo vyrobenie takého klátu, ktorý bude výhradne z prírodných materiálov, čo najvernejšie simulujúci prostredie prírodnej dutiny. Keďže cieľové stanovištia klátov boli situované do listnatých lesov, logickou voľbou materiálu bolo drevo listnáčov. Vzhľadom k potrebnej odolnosti a trvácnosti dreva sme zvolili tvrdodrevné druhy drevín – dub a javor.



**Obr. č. 7** Plameňom ošetrený materiál na klát  
foto: M. Pavle

Rozhodli sme sa pre výrobu klátov z dreva už spílených stromov a využili sme zvyškové drevo ponechané po ťažbe v porastoch. Išlo predovšetkým o vyhnité časti kmeňov alebo vyššie prízemkové časti po vývratoch. Z pňov sme odpílili diskové časti pre výrobu vrchného a spodného poklopu. Všetky časti boli zbavené kôry, hniloby a degradovaného dreva, tvarovo prispôsobené účelu, proti ďalšej degradácii ošetrené ohňom (Obr. č. 7).

Vnútorňa dutina v objeme 60 litrov bola vybavená opornými priečnymi latkami pre zvýšenie stability včelieho diela. Do hornej časti sme upevnili kúsky plástov, ktoré mali slúžiť na čo najrýchlejší štart vlastnej stavby včelstva.

Obslužný prístup do klátu, ktorý mal slúžiť pre osadenie včelstva, prikŕmenie a samotné pozorovanie, sme riešili bočným uzatvárateľným otvorom. Hrúbka stien klátu je v priemere 8 cm. Vrchnú stranu poklopu klátu sme kvôli ochrane pred poveternostnými podmienkami natreli rozpusteným včelím voskom.

### 3.3.3 Umiestnenie klátov

Transport klátov na vybrané lokality sme realizovali terénnym autom s vozíkom, ich vytiahnutie do finálnej pozície technickými lanami autonavijákom cez kladky. Pri umiestňovaní klátov sme sa snažili unifikovať niektoré parametre, ktoré by mohli mať neskôr vplyv na osadené včelstvá. Išlo predovšetkým o výšku zavesenia približne 6 m, orientáciu klátu a otvoru na juh až juhovýchod – vychádzali sme zo zistených preferencií rojov (Seeley and Morse, 1976). Na výškovú fixáciu sme použili buď bočnú vetvu na kmeni alebo zavalenú hrču. Klát sme upevnili k stromu dvoma oceľovými lanami cez dištančné drevené podložky (Obr. č. 8).

### 3.3.4 Osádzanie včelstiev

Pre osadenie sme museli včelstvá pripraviť vytvorením umelých rojov – zmetencov. Postupovali sme pri tom podľa metodiky testovania včelstiev publikovanej v rámci projektu Smartbees (Uzunov et al., 2015). Takto vytvorené včelstvá sme s cieľom maximálne znížiť možný výskyt klieštika včelieho (*Varroa destructor*) preliečili v prvom roku syntetickým liečivom na báze Amitrazu a počas 48 až 72 hodín pred cieľovým umiestnením väznili v chladnejšom priestore. V druhom roku sme na preliečenie použili 2 % roztok kyseliny šťaveľovej v cukrovom sirupe. K takto pripravenému včelstvu sme pridali z rozmnožovacieho chovu zaklietkovanú matku

kategórie F1 (dcéra inseminovanej matky, voľne spárená). Po transporte včelstva sme upevnili klietku s matkou do vnútra klátu, pričom klietka bola uzavretá už len invertným cestom tak, aby sa ju včelám podarilo v primeranom čase oslobodiť. Na dno klátu sme umiestnili zásobu invertového cesta pre zabezpečenie prvotných zásob na stavbu plástov. Nasledovalo vysypanie včiel cez špeciálny lievnik do dutiny klátu a uzatvorenie klátu.



**Obr. č. 8** Dištančné drevka ochraňujúce borku stromu pred poškodením oceľovým lanom  
foto: M. Pavle

### **3.3.5 Monitorovacie kontroly**

Do týždňa po umiestnení včelstva na lokalitu sme vykonali prvú prehliadku s odobratím prázdnej klietky po väznenej matke. Zároveň sme skontrolovali prítomnosť včelstva a doposiaľ vykonanú stavbu včelieho diela. Nasledovali prehliadky v mesačnom intervale, ktorých účelom bolo zaznamenať silu včelstva, stavbu diela, stav zásob, prítomnosť viditeľného plodu (bez rozoberania) a bodavosť včelstva.

### **3.3.6 Úprava metodiky v roku 2019**

V ďalších etapách pôvodnej metodiky sme uvažovali s jarnou prehliadkou, umiestnením nástražných klátov alebo úl'ov pre roje z materského klátu a ich monitoringom. Keďže v prvom roku boli osadené dva kláty a obe včelstvá počas sezóny skolabovali, metodiku testovania sme prehodnotili a v nasledujúcom roku pokračovali v mierne pozmenenej forme s rozšíreným počtom klátov na päť.

Zmeny v metodike v roku 2019 oproti roku 2018:

- zjednotenie testovaných línií včiel na líniu Vigor
- zmena liečenia zmetencov – namiesto liečiva na báze Amitrazu preliečenie cukrovým roztokom s 2 % kyseliny šťaveľovej
- prikrmovanie včelstiev po prvých týždňoch medom namiesto invertného cukru
- v druhej polovici leta použitie liečiva proti varoáze na báze esenciálnych olejov
- koncentrovanie na maximálnu podporu prežitia včelstiev počas prvej sezóny za dodržania ekologických postupov

### **3.3.7 Testovanie v roku 2020 – takmer nové testovanie**

V roku 2020 sme sa vzhľadom k nulovému prežitiu včelstiev (čo podrobne popisujeme vo výsledkoch priebehu testovania) rozhodli pre úplnú zmenu filozofie testovania. Namiesto asistovaného vnášania včelstiev z chovov do lesného prostredia sme sa zamerali na overenie prítomnosti včelstiev (rojov) v lesoch a vyhodnotenie ich prežívania.

Pre tento účel sme doposiaľ umiestnené kláty (5 ks) doplnili o desať nástražných úl'ov. Ku jednotlivým klátom sme umiestnili po dva úle, každý do tisíc metrov v rôznych (pokiaľ sa dalo opačných) smeroch od klátu. Úle sme upevnili do porastov na stromy vo výške od 4,9 do 9,2 metra nad zemou, orientáciu úl'ov aj otvorov sme zvolili juhovýchodnú až juhozápadnú. V úl'och sa nachádzal jeden vystavaný starší plást a deväť

horných trámikov s návodnými voskovými prúžkami pre usmernenie stavby včelieho diela (Obr. č. 9).



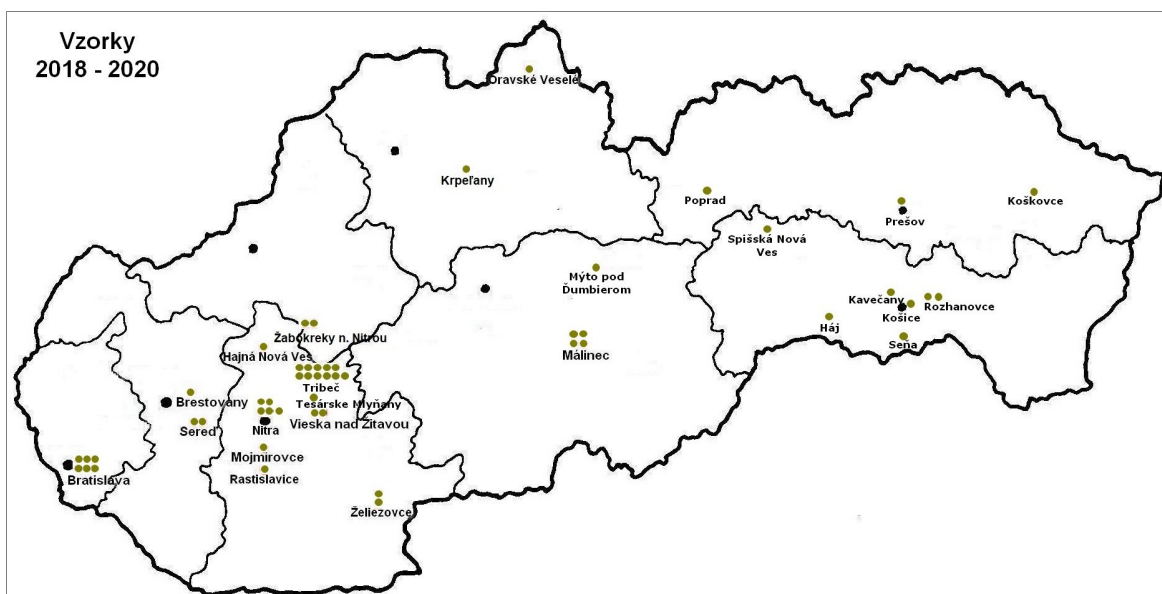
**Obr. č. 9** Pohľad do interiéru pripraveného nástražného úľa pre roj  
foto: M. Pavle

Do úľov a klátov sme aplikovali dva druhy atraktantov pre prilákanie rojov. Nasledovali pravidelné vonkajšie kontroly všetkých nástražných zariadení in situ a v prípade kolapsov včelstiev dokumentácia interiéru, vystavaného diela a detritu.

## 4 VÝSLEDKY

### 4.1 Genetické testovanie

Za uplynulé štyri sezóny sme zdokumentovali päťdesiat deväť unikátnych lokalít so včelstvami. Z nich päťdesiat päť osídľovalo búčľaviny a štyri včelstvá žili v budovách. Odoberali sme po dve včely z každej lokality. Pre výskum sme spracovali 104 vzoriek včiel z 52 lokalít z rôznych regiónov Slovenska (Obr. č. 10).



**Obr. č. 10** Zdrojové lokality vzoriek pre genetický výskum nemanážovných včelstiev  
zdroj: M. Pavle

#### 4.1.1 Mikrosatelity, aleická diverzita

Zo štrnástich markerov (A007, A014, A024, A028, A107, C1602, THE01, A008, A079, A113, A224, AC011, AP043, The3) sme zo záverečných vyhodnotení vylúčili markery A107 a C1602 z dôvodu nespoľahlivého určenia alely.

Z dát získaných analýzou mikrosatelitov sme vypočítali súhrnné hodnoty genetickej variability pre všetky lokusy, pričom vzorky sme posudzovali ako jednu populáciu (všetky vzorky z nemanážovaných včelstiev plus štyri vzorky hybridnej línie buckfast). Výpočtom v programe POPGENE sme zistili priemerný pozorovaný počet alel 7,5 (pri smerodajnej odchýlke 2,8445), efektívny počet alel dosiahol 3,1064 (smerodajná odchýlka 1,1559).

**Tabuľka č. 4** Zistený a efektívny počet alel

Lokus	Veľkosť vzorky	na*	ne*
A007	112	9,0000	3,9571
A014	112	4,0000	1,3873
A024	112	3,0000	2,4548
A028	104	6,0000	1,1711
THE01	112	7,0000	4,0674
A008	112	6,0000	2,9557
A079	112	10,0000	4,7052
A113	112	14,0000	1,8556
A224	112	7,0000	3,1080
AC011	112	8,0000	3,7467
AP043	112	8,0000	3,9029
The3	112	8,0000	3,9646
Priemer	111	7,5000	3,1064
Smerodajná odchýlka		2,8445	1,1559

\*na = Zistený počet alel

\*ne = Efektívny počet alel [(Kimura a Crow (1964)]

Alelická štruktúra reflektuje podiel heterozygotných genotypov v populácii ako najnižšiu úroveň genetickej variability. Priemerná pozorovaná heterozygotnosť (Tabuľka č. 5) bola na úrovni 0,6079 (smerodajná odchýlka 0,2359), očakávaná heterozygotnosť (podľa Neia) dosiahla 0,6110 (pri smerodajnej odchýlke 0,2084). Zo zistenej a vypočítanej úrovne heterozygotnosti môžeme usudzovať, že potenciál heterozygotov je takmer naplnený. Platí to samozrejme pre ideálnu panmixiu, bez vplyvu selekcie, mutácie, migrácie či genetického driftu.

**Tabuľka č. 5** Pozorovaná a očakávaná heterozygotnosť

Lokus	Veľkosť vzorky	Ho	He Nei (1973)
A007	112	0,6786	0,7473
A014	112	0,2143	0,2792
A024	112	0,5714	0,5926
A028	104	0,1346	0,1461
THE01	112	0,7321	0,7541
A008	112	0,6250	0,6617
A079	112	0,8214	0,7875
A113	112	0,4286	0,4611
A224	112	0,7321	0,6783
AC011	112	0,8929	0,7331
AP043	112	0,6786	0,7438
The3	112	0,7857	0,7478
Priemer	111	0,6079	0,6110
Smerodajná odchýlka		0,2359	0,2084

Wrightov fixačný index (Fis) vyjadrujúci mieru nedostatku alebo prebytku

heterozygotov sa pri jednotlivých markeroch pohyboval od hodnoty -0,2179 pre marker AC011 až po 0,2324 pri markeri A014 (Tabuľka č. 6).

**Tabuľka č. 6** Wrightov (1978) fixačný index (Fis) meria stupeň inbrídingu v jedincoch vzhľadom k subpopulácii, ktorú tvoria

Alela/Lokus	A007	A014	A024	A028	THE01	A008	A079	A113	A224	AC011	AP043	The3
Alela A	-0,0090	0,6575	0,1533	0,1875	0,3072	0,2276	-0,1200	-0,0090	-0,0090	-0,0467	-0,0182	0,3720
Alela B	0,0667	0,1837	-0,0728	-0,0400	-0,0111	-0,0370	-0,0370	-0,0090	-0,0667	-0,2021	0,0427	-0,0370
Alela C	-0,0182	-0,0090	0,0952	-0,0097	0,0667	0,0000	-0,0090	-0,0090	-0,1429	-0,3745	-0,0275	-0,0030
Alela D	0,1250	0,2057	****	-0,0097	-0,0090	-0,0467	-0,0467	-0,0090	-0,0090	-0,1667	-0,0259	-0,1844
Alela E	-0,0275	****	****	-0,0097	-0,1375	0,0037	0,0261	0,0633	0,0267	-0,0182	0,2073	-0,1915
Alela F	0,0204	****	****	-0,0097	0,1543	-0,0090	0,0442	0,2168	-0,1702	-0,0467	0,1837	0,0667
Alela G	0,1533	****	****	****	-0,0275	****	-0,1633	-0,0182	-0,0182	-0,0370	-0,0467	-0,0182
Alela H	0,2943	****	****	****	****	****	-0,0275	-0,0182	****	-0,0090	-0,0090	-0,0090
Alela I	-0,0275	****	****	****	****	****	-0,0182	-0,0090	****	****	****	****
Alela J	****	****	****	****	****	****	-0,0090	-0,0090	****	****	****	****
Alela K	****	****	****	****	****	****	****	-0,0182	****	****	****	****
Alela L	****	****	****	****	****	****	****	-0,0182	****	****	****	****
Alela M	****	****	****	****	****	****	****	-0,0182	****	****	****	****
Alela N	****	****	****	****	****	****	****	-0,0182	****	****	****	****
<b>Spolu</b>	<b>0,0920</b>	<b>0,2324</b>	<b>0,0358</b>	<b>0,0785</b>	<b>0,0292</b>	<b>0,0554</b>	<b>-0,0431</b>	<b>0,0705</b>	<b>-0,0795</b>	<b>-0,2179</b>	<b>0,0877</b>	<b>-0,0507</b>

Analýza výsledkov z programu STRUCTURE určila, že najpravdepodobnejší počet genetických skupín je 1, teda že v danom súbore skúmaných vzoriek nie je diferenciácia do viacerých genetických skupín. Potenciálny väčší počet genetických skupín sme zisťovali graficky, rozdelením oddelených zhlukov podľa lokalít výskumu, oblastí Slovenska a podľa prežívania včelstiev. Ani jedno z grafických zobrazení diferencovanost' skupín podľa zvolených parametrov nepreukazovalo.

#### 4.1.2 Haplotypy

Identifikovali sme osem haplotypov. Získané sekvencie sme porovnávali s publikovanými prostredníctvom nástroja BLAST. Zistili sme 100 % zhodu u siedmych haplotypov s doposiaľ publikovanými sekvenciami. Jednu zo vzoriek – č. 40 pôvodom Košice Kavečany – vrch Hrešná, sme vyhodnotili ako nový – doposiaľ nepublikovaný haplotyp. Najbližšie sekvencie (99,74 % zhoda) identifikované nástrojom BLAST boli sekvencie napr. MK140900.1 a MT603354.1 (Obr. č. 11 a Obr. č. 12).

MK 140900.1 sa odlišuje na 336 pozícii, kde pri našej vzorke sa nachádzal tymín, zatiaľ čo na porovnáwanej sekvencii je cytozín, sekvencia MT603354.1 sa odlišuje od našej sekvencie v báze 342, kde v našej vzorke sa nachádzal cytozín, zatiaľ čo na porovnáwanej sekvencii je tymín.

Porovnávaná sekvencia vzorky č. 40, zhoda 99,74 % (BLAST):

TTTCCCCTTAATTCATATTAATTTAAAAATAAATTAATAACAATTTTAAATAAAAT  
AAATAATTAATTTTATTTTATATTGAATTTTAAATTCAATCTTAAAGATTTAATCTT  
TTTATTAATAATAATAATAATAATAATAAAACAAAATATAACAGAATATATTTA  
TTAAAATTTAATTTATTAATAATTTCCACATGATTTATATTTATTTCAAGAATCAA  
ATTCATATTATGCTGATAATTTAATTTCAATTCATAATATAGTTATAATAATTATTATT  
ATAATTTCAACATTAAGTATATATATTTTAGATTTATTTATAAATAAAATTCTCAA  
ATTTATTTTATTAATAAAATCATAATATTGAAATTATTTGA

336 bp C > T - pyrimidínová tranzícia bázy

342 bp T > C - pyrimidínová tranzícia bázy

Sequence ID: [MK140900.1](#) Length: 743 Number of Matches: 1

Range 1: 281 to 668 [GenBank](#) [Graphics](#)

[▼ Next Match](#) [▲ Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
712 bits(385)	0.0	387/388(99%)	0/388(0%)	Plus/Plus
Query 1	TTTCCCCTTAATTCATATTAATTTAAAAATAAATTAATAACAATTTTAAATAAAATAAA	60		
Sbjct 281	TTTCCCCTTAATTCATATTAATTTAAAAATAAATTAATAACAATTTTAAATAAAATAAA	340		
Query 61	TAATTAATTTTATTTTATATTGAATTTTAAATTCAATCTTAAAGATTTAATCTTTTAT	120		
Sbjct 341	TAATTAATTTTATTTTATATTGAATTTTAAATTCAATCTTAAAGATTTAATCTTTTAT	400		
Query 121	TAAAATTAATAAATTAATATAAAAATAAAAACAAAATATAACAGAATATATTTATTAATAAT	180		
Sbjct 401	TAAAATTAATAAATTAATATAAAAATAAAAACAAAATATAACAGAATATATTTATTAATAAT	460		
Query 181	TAATTTATTAATAATTTCCACATGATTTATATTTATATTCAAGAATCAAATTCATATTAT	240		
Sbjct 461	TAATTTATTAATAATTTCCACATGATTTATATTTATATTCAAGAATCAAATTCATATTAT	520		
Query 241	GCTGATAATTTAATTTTCATTTTCATAATATAGTTATAAATAATTTATTTATAATTTCAACA	300		
Sbjct 521	GCTGATAATTTAATTTTCATTTTCATAATATAGTTATAAATAATTTATTTATAATTTCAACA	580		
Query 301	TTAACTGTATATATATTTTAGATTTATTTATAAATAAATTTCTCAAATTTATTTTATTA	360		
Sbjct 581	TTAACTGTATATATATTTTAGATTTATTTATAAATAAATTTCTCAAATTTATTTTATTA	640		
Query 361	AAAAATCATAATATTGAAATTATTTGAA	388		
Sbjct 641	AAAAATCATAATATTGAAATTATTTGAA	668		

**Obr. č. 11** *Apis mellifera* voucher Vuchkivska cytochrome c oxidase subunit I gene, partial cds; cytochrome oxidase subunit I-II intergenic spacer, complete sequence; and cytochrome c oxidase subunit II gene, partial cds; mitochondrial zdroj: GenBank

Sequence ID: [MT603354.1](#) Length: 539 Number of Matches: 1

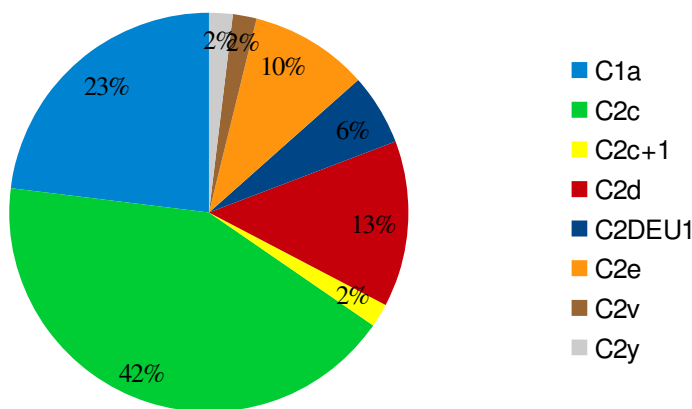
Range 1: 48 to 435 [GenBank](#) [Graphics](#)

[▼ Next Match](#) [▲ Previous Match](#)

Score	Expect	Identities	Gaps	Strand
712 bits(385)	0.0	387/388(99%)	0/388(0%)	Plus/Plus
Query 1	TTTCCCACCTTAATTCATATTAATTTAAAAATAAATTAATAACAATTTTAAATAAAATAAA	60		
Sbjct 48	TTTCCCACCTTAATTCATATTAATTTAAAAATAAATTAATAACAATTTTAAATAAAATAAA	107		
Query 61	TAATAAATTTTATTTTATATTGAATTTTAAATTCATCTTAAAGATTTAATCTTTTAT	120		
Sbjct 108	TAATAAATTTTATTTTATATTGAATTTTAAATTCATCTTAAAGATTTAATCTTTTAT	167		
Query 121	TAAAATTAATAAATTAATATAAAATAAAACAAAATATAACAGAATATATTATTAATAAAT	180		
Sbjct 168	TAAAATTAATAAATTAATATAAAATAAAACAAAATATAACAGAATATATTATTAATAAAT	227		
Query 181	TAATTTATTAATAATTTCCACATGATTTATATTATATTTCAGAATCAAATTCATATTAT	240		
Sbjct 228	TAATTTATTAATAATTTCCACATGATTTATATTATATTTCAGAATCAAATTCATATTAT	287		
Query 241	GCTGATAAATTAATTTTCATTTTCATAATATAGTTATAATAATTTATTTATAAATTTCAACA	300		
Sbjct 288	GCTGATAAATTAATTTTCATTTTCATAATATAGTTATAATAATTTATTTATAAATTTCAACA	347		
Query 301	TTAACTGTATATATTATTTTAGATTTTATAAATAAATTTCTCAAATTTATTTTATTA	360		
Sbjct 348	TTAACTGTATATATTATTTTAGATTTTATAAATAAATTTCTCAAATTTATTTTATTA	407		
Query 361	AAAAATCATAATATTGAAATTATTTGAA	388		
Sbjct 408	AAAAATCATAATATTGAAATTATTTGAA	435		

**Obr. č. 12** *Apis mellifera carnica* isolate AMC12 COI-COII intergenic spacer, partial sequence; and cytochrome oxidase subunit 2 (COX2) gene, partial cds; mitochondrial zdroj: GenBank

Zastúpenie jednotlivých identifikovaných haplotypov v testovaných vzorkách sa pohybovalo od jednej vzorky na haplotyp (C2y, C2v, C2c+1) po dvadsaťdva vzoriek na najviac zastúpený haplotyp C2c (Obr. č. 13, Tabuľka č. 7).



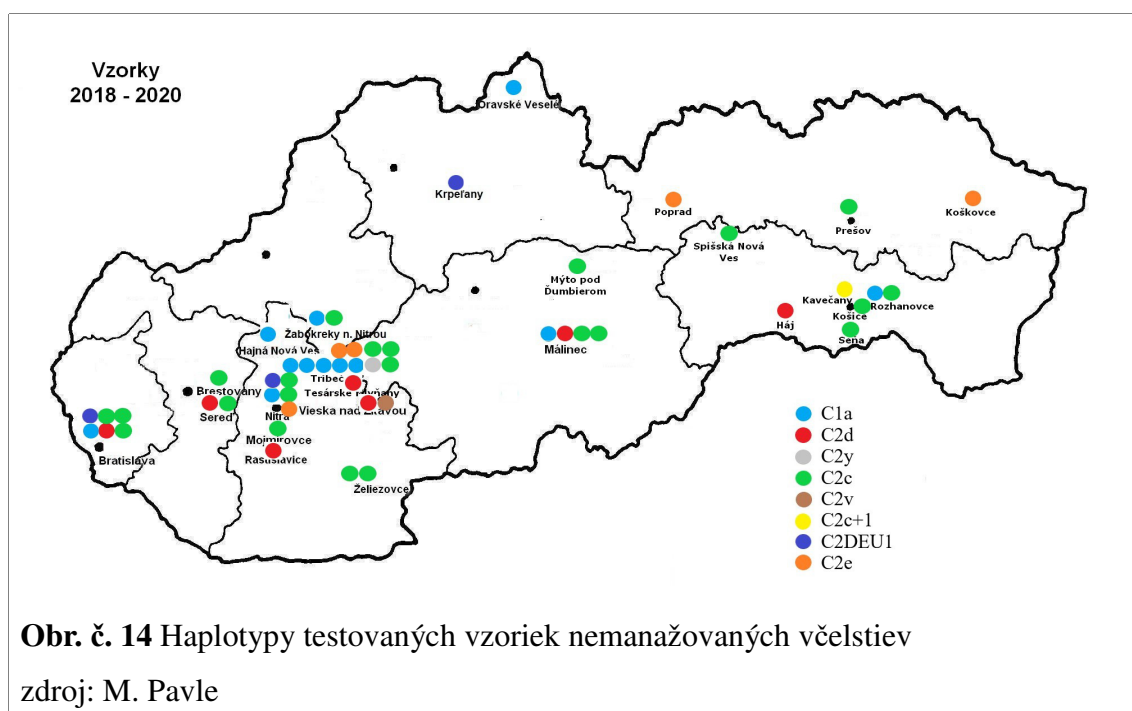
**Obr. č. 13** Percentuálne zastúpenie haplotypov v skúmaných vzorkách zdroj: M. Pavle

**Tabuľka č. 7** Počty zastúpenia jednotlivých haplotypov u skúmaných voľne žijúcich včelstiev s prístupovými číslami zhodných sekvencií v génovej banke

Haplotypové označenie	Počet vzoriek	Prístupové číslo v génovej banke
C1a	12	KT828493.1
C2c	22	MH939343.1
C2c+1	1	-
C2d	7	MH939341.1
C2DEU1	3	KT828499.1
C2e	5	FJ824586.1
C2v	1	MH939335.1
C2y	1	JQ754650.1

Všetky testované vzorky patrili k skupine haplotypov C, ktorá prináleží napríklad k línii *Apis mellifera carnica* (C2) či *Apis mellifera ligustica* (C1) (Coroian et al., 2014). Nezistili sme prítomnosť žiadnej inej skupiny haplotypov (napríklad skupina M – *Apis mellifera mellifera*).

Pri lokalizácii jednotlivých haplotypov na lokality odberu sme zistili, že lokálne môže byť zastúpenie konkrétneho haplotypu aj významnejšie, napríklad z jedenástich vzoriek z oblasti Tribeč bolo až päť s haplotypom C1a, zo šiestich vzoriek z bratislavského Ružinova boli tri s haplotypom C2c. Rozloženie haplotypov naprieč Slovenskom je znázornené na obrázku č. 14.



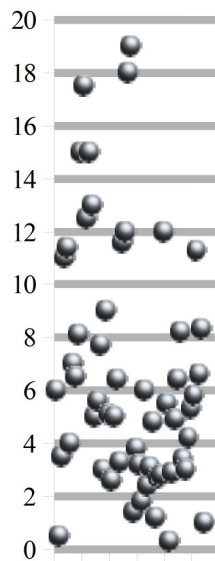
## 4.2 Medziročné pozorovania prežítia

Z našich doterajších pozorovaní nemanazovaných včelstiev na Slovensku vyplýva, že najviac osídlených dutín bolo v lipách, nasledovali platany a jasene (Tabuľka č. 8 ). Prevládajúca skladba drevín v pozorovaniach je ovplyvnená najmä tým, že prevažná časť pozorovaní bola realizovaná v sídelnej krajine, v mestských či vidieckych parkoch, na cintorínoch, pri kostoloch.

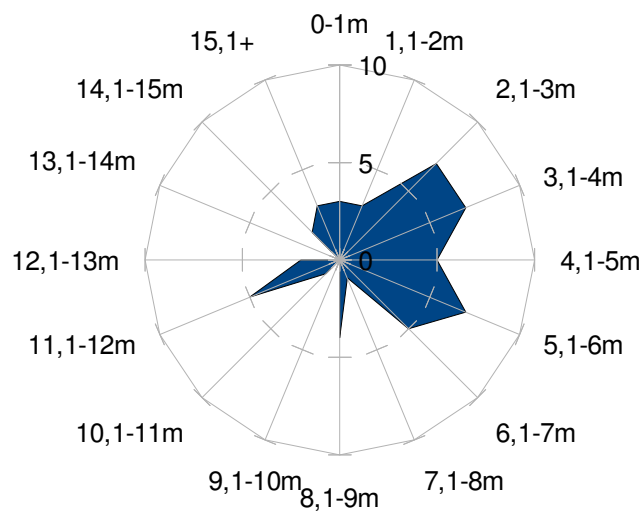
**Tabuľka č. 8** Zastúpenie jednotlivých druhov stromov v pozorovaniach

Rod stromov	Latinský názov	Početnosť
Lipa	<i>Tilia</i>	11
Platan	<i>Platanus</i>	7
Jaseň	<i>Fraxinus</i>	6
Topoľ	<i>Populus</i>	5
Smrek	<i>Picea</i>	5
Pagaštan	<i>Aesculus</i>	4
Dub	<i>Quercus</i>	4
Sofora	<i>Sophora</i>	3
Čerešňa	<i>Cerasus</i>	2
Katalpa	<i>Catalpa</i>	2
Buk	<i>Fagus</i>	1
Orech	<i>Juglans</i>	1
Jedľa	<i>Abies</i>	1
Agát	<i>Robinia</i>	1
Gaštan	<i>Castanea</i>	1
Cédrovec	<i>Calocedrus</i>	1
Moruša	<i>Morus</i>	1
Spolu:	(17)	56

Pri štatistickom vyhodnocovaní výšok vstupov do dutín nie je vhodné používať aritmetický priemer pre jeho citlivosť na vychýlenie extrémnymi hodnotami mimo najviac zastúpených hodnôt (minimum 0,3 metra, maximum 19 metrov) (Obr. č. 15, Obr. č. 16). Oveľa výpovednejšiu hodnotu má hodnota mediánu, ktorý pri 55 hodnotách nameraných výšok otvorov do dutín v stromoch dosahuje hodnotu 5,5 metra. Najviac zastúpených je päť tried početností po metroch - od 2,1 metra do 7 metrov (tridsaťjeden dutín). V priebehu rokov pozorovaní a rozširovania skupiny sledovaných dutín sa medián postupne znižuje z 8,1 metra (roky 2017, 2018), cez 6,45 metra (zahrnutý rok 2019) až po súčasnú hodnotu 5,5 metra (2017-2020). Vysvetlením je rastúci počet stromov so včelstvami, nahlásený verejnosťou, ktorá spozoruje včelstvo v dutine stromu oveľa častejšie v prízemnej úrovni ako v úrovni koruny.



**Obr. č. 15** Zobrazenie výšok vstupov do dutín všetkých pozorovaní (v metroch)  
zdroj: M. Pavle



**Obr. č. 16** Zastúpenie početností výškových tried pozorovaní  
zdroj: M. Pavle

Niektoré vstupy do dutín majú tvar rovnomerného kruhu, oveľa častejšie je však tvar nepravidelný. Veľkosť nesúmerného vstupu aritmeticky priemerujeme z dvoch hodnôt – najväčší priemer otvoru a najväčší priemer v kolmici. Vstupy do dutín sú prevažne v mieste po vypadnutej vetve, kadiaľ do stromu prenikli huby či škodcovia, nasledovaní vtákmi čeľade žlnovitých (*Picidae*). Veľkosť vchodu do dutiny sa v priebehu života stromu každoročne mení, keďže strom prirastaním otvor postupne zavaľuje. V niekoľkých prípadoch aktuálne sledovaných včelstiev zostal vchod do dutiny veľký jeden až dva centimetre, čo môže znamenať v ďalšom roku totálne zavalenie vstupu do dutiny. Tento proces je v istej miere spomaľovaný dvomi súvisiacimi činnosťami – včely na vchod do dutiny nanášajú vrstvu propolisu a vyhladzujú jeho nerovnosti a v zimných mesiacoch sa práve tento okraj stáva predmetom záujmu žlnovitých (*Picidae*), ktoré ho dokážu výrazne narušiť a odstrániť jeho podstatnú časť (Obr. č. 17).

Túto deštrukciu sme si opakovane všimli na viacerých lokalitách iba koncom zimy a včelstvá na jar okraje otvorov veľmi rýchlo znovu zapropolisovali. Priemerná veľkosť vchodu do dutiny z doterajších meraní je 7,16 cm (aritmetický priemer), medián veľkostí je 7 cm.

Väčšina pozorovaných včelstiev mala vstupný otvor orientovaný na južnú svetovú stranu (približne 60 % vyhodnocovaných otvorov). Rozdiel však nie je taký významný, aby sa z neho dala odvodiť významná preferencia pre južné orientácie. Seeley a Morse (1978) experimentálnym výskumom zameraným na hniezdne preferencie včiel potvrdili na vzorke 124 rojov zvýšenú preferenciu pre južné orientácie. V našom prípade nejde o výskum s rovnomerným zastúpením jednotlivých dutín a pozorovaním ich obsadzovania rojmi. Roj jednoducho obsadí takú dutinu, ktorá je v jeho dosahu a ktorá zatiaľ nie je obsadená iným včelstvom. Vyšší podiel obsadenosti menej vhodných dutín so severnou orientáciou môže poukazovať na nedostatok disponibilných príležitostí pre usadenie sa rojov.

Viacročným pozorovaním sa ukazuje, že aktivita nemanážovaných dutinových



**Obr. č. 17** Vyd'obaný okraj vstupu opustenej dutiny  
foto: M. Pavle

včelstiev je v omeškaní približne dva týždne za aktivitou včelármi obhospodarovaných včelstiev na včelniciach v danej oblasti. Príčinou môže byť rozdielna klíma v dutinách stromov (či budov) v porovnaní s klímou v nízko položených úľoch na prevažne slnných stanovištiach včelníc. V prvej sledovanej sezóne 2017/2018 sme začali zdokumentovaním a pozorovaním troch včelstiev. Zimu prežilo jedno z nich, i toto včelstvo však v roku 2018 v auguste skolabovalo z nezistených príčin. Každopádne, úvodná sezóna nebola štatisticky zhodnotiteľná pre nízky počet pozorovaní, jej význam však spočíval v otestovaní postupov pre efektívny zber a vyhodnocovanie údajov.

V nasledujúcej sezóne 2018/2019 sme zdokumentovali a vyhodnocovali trinásť včelstiev, zimu neprežilo ani jedno z nich. Pozorovania sme realizovali v ôsmych okresoch západného a stredného Slovenska.

V rokoch 2019/2020 sa aj vďaka popularizácii prostredníctvom sociálnych médií podarilo rozšíriť počet pozorovaných včelstiev na dvadsaťšesť. Tentokrát zimu prežilo trinásť, z toho tri v budovách a desať v dutinách stromov (koeficient prežívania 0,5). Pod priaznivou mierou prežívania sa zrejme podpísala aj mierna zima na väčšine územia so sledovanými včelstvami, ktoré sa nachádzali v trinástich okresoch.

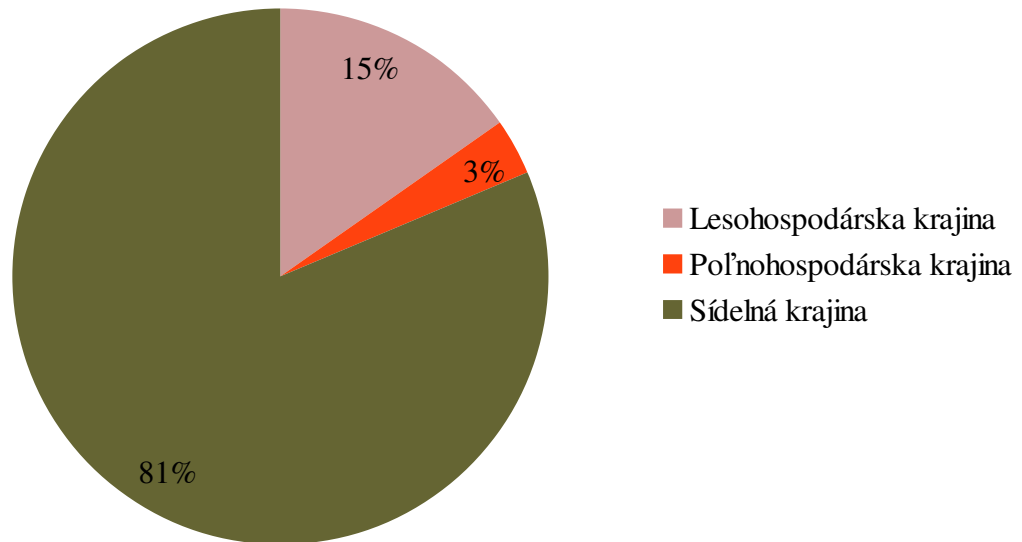
Poslednú sezónu 2020/2021 sme realizovali pozorovania štyridsaťdva včelstiev na území pätnástich okresov naprieč celým Slovenskom. Už počas leta - do septembra, skolabovali tri včelstvá. Jedno včelstvo sme zo sledovania počas roku vylúčili, pretože včelár z jeho blízkosti začal realizovať kŕmenie tohto včelstva prostredníctvom tzv. letáčovej napájačky.

Sledované nemanážované kolónie sa nachádzali v človekom pozmenenej krajine, výskum nebol realizovaný v prostredí prírodných rezervácií. Pre presnejšie definovanie typov krajiny rámcovo vychádzame z definície podľa Európskeho dohovoru o krajine, podľa ktorého „Krajina znamená časť územia, tak ako ju vnímajú ľudia, ktorej charakter je výsledkom činností a vzájomného pôsobenia prírodných a/alebo ľudských faktorov“ (Déjeant-Pons, 2006).

Jedným z výstupov typizácie územia Slovenska je definovanie troch hlavných typov krajiny: prírodno-kultúrny typ so silne devastovanou, narušenou a intenzívne využívanou krajinou, prírodno-kultúrny typ s prevahou poľnohospodárskej krajiny a vidieckymi sídlami a prírodno-historický typ s extenzívne využívanou poľnohospodárskou a lesnou krajinou s využitím aj ako rekreačná krajina (Oľahel' et al., 2008). Zo zatriedenia výskytu nemanážovaných včelích kolónií do tejto rámcovej typovej štruktúry vyplýva, že prevažná väčšina monitorovaných včelstiev sa nachádzala

v intenzívne využívanéj krajine.

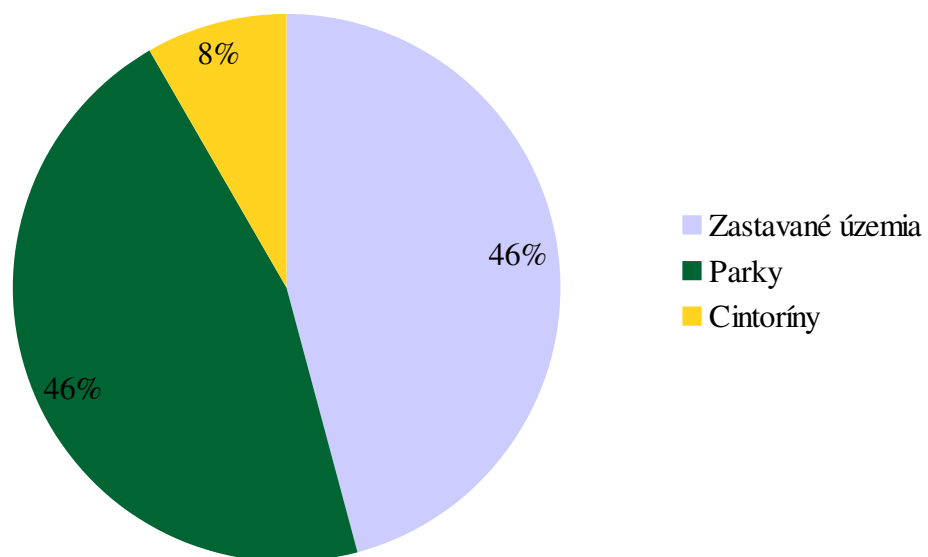
Pre naše účely zatriedenia prostredí s výskytom pozorovaných nemanážených včelstiev sme sa rozhodli zatriediť ich do nasledovných základných typov: poľnohospodárska krajina, lesohospodárska krajina, sídelná krajina.



**Obr. č. 18** Zastúpenie jednotlivých typov krajiny v pozorovaniach

zdroj: M. Pavle

Sídelnú krajinu sme rozdelili vzhľadom k bližšej špecifikácii výskytu na nasledovné subtypy: zastavané územia, parky, cintoríny.



**Obr. č. 19** Rozdelenie zastúpenia pozorovaní v najpočetnejšie zastúpenej sídelnej krajine

zdroj: M. Pavle

### 4.2.1 Poľnohospodárska krajina

Hranicou pre definovanie sídelnej krajiny je hranica intravilánu obce. Ako je z tohto rozdelenia a štatistiky zrejmé, najmenej pozorovaní sme uskutočnili v poľnohospodárskej krajine (dve pozorovania), aj v tomto prípade išlo v skutočnosti o výskyt dvoch včelstiev v dutinách čerešní (*Cerasus sp.*) vzdialených od seba iba niekoľko metrov (Rozhanovce).

Ešte v roku 2017 sme venovali niekoľko dní hľadaniu včelstiev v poľnohospodárskej oblasti na pomedzí katastrov obcí Veľká Dolina a Poľný Kesov. Ide o poľnohospodársku oblasť južne od Nitry s intenzívnym obhospodarovaním veľkoplošných lánov pôdy. Pre vyhľadávanie sme využili techniku včelej škatuľky, popísanú Seeleyom (2016), ktorú sme s rôznou mierou úspešnosti odskúšali aj na Orave v katastri obci Beňadovo a v pohorí Tribeč v katastroch obcí Veľký Klíž a Kostol'any pod Tribečom. Vyhľadávanie včelstiev sme doplnili okulárnou obhliadkou dutín v stromoch na medziach - prezreli sme ich necelú stovku prevažne topoľov (*Populus sp.*). Prieskum sme uskutočnili posledné augustové a prvé septembrové dni, keď medze medzi lánmi boli zakvitnuté prevažne druhom bodliak obyčajný (*Carduus acanthoides*). Počas pátrania sme neobjavili ani jedno nemanážované včelstvo, ani jednu osídlenú dutinu v strome. Metóda včelej škatuľky vychádzajúca z historických postupov hľadania voľne žijúcich včelstiev nás priviedla ku niekoľkým úlom so včelstvami, ale ani k jednému nemanážovanému včelstvu. Táto skúsenosť, ale aj nasledovných niekoľko rokov dohľadávania osídlených dutín v stromoch naprieč celým Slovenskom, nás vedú k predpokladu, že poľnohospodársky intenzívne využívané oblasti na území našej krajiny nie sú atraktívnym priestorom pre roje a prípadne pre ich prežívanie. V budúcnosti chceme tomuto typu krajiny venovať zvýšenú pozornosť a rozšíriť prehľadávané lokality aj v iných častiach Slovenska s rôznym stupňom intenzifikácie poľnohospodárskej výroby.

### 4.2.2 Lesohospodárska krajina

Lesné oblasti sú v štatistike prežívania včelstiev zastúpené deviatimi pozorovaniami. Medzi prvými zdokumentovanými včelstvami v lesnom prostredí bolo včelstvo v katastri obce Medovarce, okres Krupina, v prízemnej dutine duba cerového (*Quercus cerris*), na v súčasnosti evidovaných neúrodných lesných pozemkoch, v rozvoľnenom poraste s charakterom pôvodných prírodných lesov (Obr. č. 20).



**Obr. č. 20** Strmé úbočie so starými dubmi cerovými pripomína pôvodné staré rozvoľnené dubové lesy  
foto: M. Pavle

Včelstvo zimu neprežilo, predpokladanou príčinou bolo vyrušovanie hlodavcami, po ktorých stopy sme pri vchode do dutiny našli.

Ďalšou dokumentovanou bola dutina so včelstvom v smreku obyčajnom (*Picea abies*) v ochrannom poraste smrečín v nadmorskej výške 1150 metrov na južnom svahu Kubínskej hole. Toto včelstvo bolo zničené medveďom hnedým (*Ursus arctos*) ešte pred nástupom zimnej sezóny.

V oblastiach s výskytom medveďa sú ním včelstvá osídľujúce nízko položené dutiny často atakované. V tomto prípade bola výška otvoru 3,5 metra nad zemou.

V poradí treťou zdokumentovanou dutinou so včelstvom bola vyhnutá mrazová trhlinka v jedli bielej (*Abies alba*) v katastri obce Oravské Veselé. Lokalita je situovaná v čiastkovej ploche rozpracovaného smrekovo-jedľovo-bukového porastu v rubnej dobe. Jedľa sa nachádza na severne orientovanom svahu v nadmorskej výške 830 metrov nad morom, vstup do dutiny je vo výške 12,5 metra. Dutina bola od roku 2017 každoročne osídlená novým rojom, pravdepodobne z 1,3



**Obr. č. 21** Veľký vstup do tejto dutiny vo výške 12,5 metra môže nepriaznivo ovplyvňovať klímu počas zimovania  
foto: M. Pavle

kilometra vzdalenej včelnice s niekoľkými desiatkami chovaných včelstiev. Včely v dutine neprežili ani jednu zimu, pravdepodobnou príčinou je veľký vstupný otvor (Obr. č. 21 )

s výškou 12 cm a šírkou 8 cm, ktorý zhoršuje klimatické podmienky v dutine pre prezimovanie.

Na okraji Slovenského raja, v katastri obce Smižany pri Spišskej Novej Vsi, sme ďalšie včelstvo zdokumentovali na Bikšovej lúke, v smreku obyčajnom (*Picea abies*) označenom turistickými značkami. Dutina je v okrajovom strome voľnejšieho zmiešaného javorovo – bukovo – smrekového porastu, na pozemku slúžiacemu poľovnému hospodárstvu, ktorý je priamo napojený na rovnaké rozľahlejšie porasty. Tie sú súčasťou chráneného územia. Viac ako kilometer východne od lokality sa nachádza na pozemku bývalej lesnej škôlky Smižany včelnica s niekoľkými desiatkami včelstiev. Zdokumentované včelstvo v smreku úspešne prezimovalo v sezóne 2019/2020.

V lokalite Hrešná v katastri obce Kavečany sme zdokumentovali v roku 2020 včelstvo v dutine duba zimného (*Quercus petraea*), v nadmorskej výške 570 metrov nad morom, v obnove rozpracovanej dvojťažovej čiastkovej ploche dubovo – bukového porastu. Orientácia svahu je západná, vstup do dutiny je tiež orientovaný na západ.

V katastri obce Málinec sme v roku 2020 objavili a zdokumentovali dve včelstvá v lesoch osobitného určenia nad vodárenskou nádržou Málinec. Prvé včelstvo sa nachádzalo v nadmorskej výške 470 metrov nad morom, na severozápadne orientovanom svahu, v dolinke nad potokom, v mohutnom smreku obyčajnom (*Picea abies*) s obvodom 245 centimetrov meranom vo výške 1,3 metra. Vstup do dutiny sa nachádzal vo výške 8,2 metra.

Pozemok s porastom, na ktorom sa smrek nachádza, patrí pozemkovému spoločenstvu. Druhým osídleným stromom bol taktiež smrek obyčajný (*Picea abies*), tentokrát v nadmorskej výške 610 metrov nad morom, v západne orientovanom svahu. Na čiastkovej ploche porastu brezín s listnáčmi sa nachádzajú aj



**Obr. č. 22** Medveďom navštevovaná dutina v lese – ronenie živice smreka ako reakcia na neustále zraňovanie sa stáva pre jednotlivé včely smrteľnou pascou

foto: M. Pavle

jednotlivé vysokové smrekové a severovýchodne orientovaná dutina sa nachádza vo výške iba 3,4 metra. Opakovane je, zatiaľ neúspešne, atakovaná medveďom hnedým (Obr. č. 22).

Vzdialenosť medzi oboma dutinami je viac ako 1,2 kilometra.

Zatiaľ poslednými dvoma zdokumentovanými včelstvami v lesohospodárskej krajine sú včelstvá na území pohoria Tribeč, na území Veľkej zvernice Topoľčianky. Prvé včelstvo sa nachádza v katastri obce Skýcov, na juhozápadnom svahu na okraji ochranného porastu dubín so zakmenením pod 0,6. Dub zimný (*Quercus petraea*) s obvodom len 99 cm (priemer okolo 32 cm) ukrýva dutinu so vstupom vo výške 6,6 metra a je to zo všetkých zdokumentovaných drevín so včelstvami strom s najnižším obvodom. Druhým zdokumentovaným stromom so včelstvom v Tribeči je buk lesný (*Fagus sylvatica*) v katastri obce Veľký Klíž. Čiastková plocha rozpracovaná pásovými clonnými rubmi má južnú orientáciu, buk s dutinou po odlomenej mohutnej vetve vo výške 8,3 metra je súčasťou dubovo – bukového porastu.

Včelstvá v lesnom prostredí sme, s jedinou výnimkou, dokumentovali v stromoch s veľkými dimenziami. V štyroch prípadoch išlo o smreky, v troch o duby, po jednom pozorovaní pripadá na jedľu a buk. Strom s najmenšími dimenziami bol dub zimný, jeho



**Obr. č. 23** Dutiny so včelstvami v smere hodinových ručičiek: mrazová trhlina v hornej časti s dutinou; dutina po odlomenej vetve; skrytý defekt pod borkou agátu; dutina po veľkom zlome v korune

foto: M. Pavle

vek vzhľadom k dimenziám aj k porastu, v ktorom sa nachádza, odhadujem na približne 80 rokov.

Z pohľadu kategórie lesov sa päť pozorovaných včelstiev nachádza v hospodárskych lesoch. Napriek lesníckej výchove porastov, spočívajúcej okrem iného v odstraňovaní defektných jedincov, sa v nich predsa vyskytujú jedince s dutinami vhodnými pre obsadenie rojom. Ako sme uviedli vyššie, stromy dokonca nemusia dosahovať ani veľké dimenzie. Defekty stromov ako mrazová trhlina, ďatľom čiernym (*Dryocopus martius*) vyďobaná dutina po vetve,

alebo kombináciou hniloby a práce žlnovitých (*Picidae*) vytvorené dutiny či skryté defekty (Obr. č. 23), nie sú počas lesníckej obchôdzky porastu vždy ľahko spozorovateľné. Svoju

úlohu tu hrá aj smer obchôdzky lesníka a privrátená a odvrátená strana kmeňov.

Porasty sú obnovne rozpracované nezriedka aj tridsať rokov, pričom stromy už dosahujú vek, kedy sú náchylnejšie na pôsobenie abiotických či biotických činiteľov (a ich kombinácii). Z rozhovorov s lesníkmi, u ktorých sme niektoré stromy so včelstvami zdokumentovali, vyplýva, že pokiaľ spozorujú včelstvo v dutine, takýto strom v poraste ponechajú a nevyznačujú ho pre obnovnú ťažbu.

### 4.2.3 Sídlná krajina – zastavané územie

V tomto subtype krajiny sme dokumentovali 46 % zo všetkých 59 pozorovaní nemanážených včelstiev. Išlo prevažne o pozorovania včelstiev v stromoch, iba štyri včelstvá sa nachádzali v dutinách konštrukčných prvkov budov, čo predstavuje podiel necelých 7 % na všetkých autentických pozorovaniach včelstiev za 4 roky.

V Sološnici na Záhorí sme v roku 2017 zdokumentovali včelstvo vo vyschnutom gaštane jedlom (*Castanea sativa*) na hranici intravilánu s lesom.

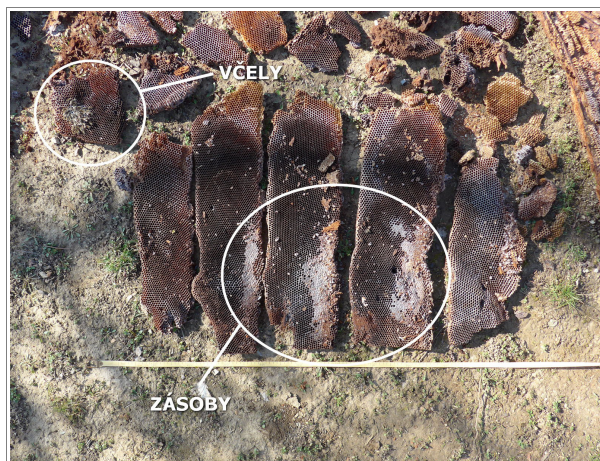
V Budmericiach, v okrese Pezinok, sme počas zásahu arboristov na chránenom strome – vyše 400 ročnej lipy (*Tilia sp.*) v mimovegetačnom období roku 2018 podrobne zdokumentovali dve hniezda skolabovných včelstiev. Výsledky pozorovaní, ako aj meraní plochy včelieho diela, sme publikovali v odbornej včelárskej tlači (Pavle and Kodrík, 2019, Pavle and Kodrík, 2020). Prvé pozorovania ešte žijúcich včelstiev sme vykonali v auguste.

V roku 2019 sme v Sereďi zdokumentovali výskyt dvoch včelstiev v lipách (*Tilia sp.*), ktoré boli súčasťou aleje v areáli cukrovaru medzi robotníckymi bytovkami. Lipy boli od seba vzdialené necelých pätnásť metrov. Jedna z nich musela byť z bezpečnostných dôvodov spílená počas zimy 2019/2020.

Uprostred Bratislavy, v mestskej časti Ružinov, sme v roku 2019 na základe informácie od spolupracovníka zdokumentovali dva výskyty včelstiev v stromoradiach sofory japonskej (*Styphnolobium japonicum*) a ďalšie dve včelstvá v konštrukčných dutinách v súkromnom dome.

Pozoruhodnou bola dutina v starom agáte bielom (*Robinia pseudoacacia*) vo farskej záhrade v Krpeľanoch, okres Martin. Mohutný strom už začína v korune presychať, čo môžu spôsobovať aj huby (Szabó, 2000). Defekt kmeňa sa nachádza vo výške 1,4 metra a vstup do dutiny sa nachádza na inom mieste ako samotná dutina - vedie približne tridsať centimetrov pod borkou, po obvode kambia.

Dva pagaštany konské (*Aesculus hippocastanum*) sa stali príbytkom včiel v Žabokrekoch nad Nitrou. Stromy sa nachádzali v hlavnej aleji v centre obce, jeden z nich musel byť v zime 2019/2020 z bezpečnostných dôvodov spílený. Aj toto včelie hniezdo sme podrobne zdokumentovali (Obr. č. 24). Včelstvo bolo koncom februára uhynuté hladom - včely boli zalezené v prázdnych bunkách v hornej časti hniezda. Zaujímavosťou bola prítomnosť približne troch kilogramov medových



**Obr. č. 24** Včelie dielo z pagaštanu v Žabokrekoch nad Nitrou

foto: M. Pavle

zásob v spodnej časti hniezda, ktoré skrehnuté včelstvo nebolo schopné dosiahnuť. Vzdialenosť medzi zimným chumáčom včiel a zásobami bola približne 25 centimetrov.

V roku 2020 sme od spolupracovníka v bratislavskom Ružinove dostali informácie o ďalších včelstvách. Jedno z nich sa nachádzalo v topole (*Populus sp.*) za plotom objektu strednej odbornej školy. Vstup do dutiny bol v mieste vyhnitej odpílenej vetvy vo výške necelých troch metrov nad zemou. Ďalšie ružinovské včelstvo sa nachádzalo južne od predchádzajúceho, tiež v topole (*Populus sp.*), vo vzdialenosti 300 metrov od predchádzajúceho. Tentokrát bolo včelstvo v dutine vo výške necelých päť metrov nad zemou, na okraji areálu športoviska základnej školy.

Trafostanica v obci Mojmírovce (okres Nitra) sa stala sídlom roja a neudialo sa tak prvý krát. Podobná situácia sa presne na tomto mieste už vyskytla pred viac ako dvadsiatimi rokmi. Včelstvo osídlilo priestor za vetracími otvormi nad rozvodmi 380 voltovej siete.

Keďže sa nám nazbierali podnety od spolupracovníkov z východného Slovenska, koncom augusta 2020 sme podnikli výjazd do Košického a Prešovského kraja. V obci Seňa (okres Košice okolie) sme pozorovali včelstvo v búrľavine orecha kráľovského (*Juglans regia*) v pozostatkoch stromoradia pri hlavnej ceste z Košíc na Mišovce. Mnohé z posledných starých stromov v úseku boli v tomto roku poškodené necitlivými výkopovými prácami pri stavbe chodníka a v najbližších rokoch zrejme odumrú. Včelstvo v orechu bolo už aj v predchádzajúcich rokoch a vďaka v susedstve bývajúcemu spolupracujúcemu včelárovi budeme mať prehľad o jeho prežívaní aj v nasledujúcom

období.

V Prešove pri hradbách mestského opevnenia bolo včelstvo v dutine pagaštana konského (*Aesculus hippocastanum*) vo výške 4,8 metra s otvorom orientovaným na východ (105°).

V Poprade sme ďalšie včelstvo dokumentovali v mohutnom topole (*Populus sp.*) s obvodom 515 centimetrov vo výške 1,3 metra. Strom je v susedstve práve dokončovanej stavby novej výškovej budovy. Vstup do dutiny vo výške 5,5 metra mal veľkosť necelé dva centimetre a nasledujúcu sezónu ho zrejme kambium kalusom uzavrie.

Ďalšie včelstvá sme dokumentovali v nitrianskej mestskej časti Dolné Krškany. Na prvé z nich, nachádzajúce sa v aleji líp (*Tilia sp.*) na nábreží rieky Nitra, nás upozornil arborista. Druhé sme objavili cestou odtiaľ, spozorovaním z automobilu, rovnako v lipě (*Tilia sp.*), v areáli základnej školy, vzdialené od prvého približne 550 metrov vzdušnou čiarou. Aj v tomto prípade bol otvor do dutiny mimoriadne malý (pod tri centimetre) a v nasledujúcej vegetačnej sezóne zrejme dôjde k jeho úplnému zavaleniu. Tento proces by mohol byť zvrátený, pokiaľ sa aj v tomto prípade vyskytne vyššie spomínaná erozívna činnosť radu žlnovitých (*Picidae*).

Posledné teplejšie októbrové dni v roku 2020 sme využili na zdokumentovanie ďalšieho včelstva, na základe informácie od spolupracujúceho arboristu, v obci Lula (okres Levice). Včelstvo sa nachádzalo v nízko položenej dutine moruše (*Morus sp.*), vedľa budovy obecného úradu.

Častým problémom pri tejto subkategórii krajiny je pomerne negatívne vnímanie výskytu včelstva v blízkosti ľudských obydlií, či frekventovanejších komunikácií, verejnou. Na základe našej dlhodobej skúsenosti sú včely aj na exponovaných miestach z pohľadu koncentrácie chodcov (stromy v alejách pozdĺž chodníkov s výletovými otvormi vo výške do troch metrov) alebo z pohľadu rušnej cestnej premávky (blížkosť frekventovanej cestnej komunikácie s električkovou traťou v Bratislave či Košiciach) pokojné a vykazujú minimálnu mieru útočnosti. Na tento stav môže mať samozrejme vplyv výskyt rušivých faktorov vo forme ohrozenia hniezda či už ľudským prvkom (vandalizmus) alebo prírodnými faktormi (útoky sršňov). V neposlednom rade ovplyvňuje výskyt včiel v tomto prostredí prístup majiteľov pozemkov ku drevinám a dodržiavanie zákona č. 543/2002 o ochrane prírody a krajiny a súvisiacej legislatívy.

#### 4.2.4 Sídlná krajina – parky

V roku 2018 sme na základe informácie pracovníčky Krajského pamiatkového úradu v Nitre vyhľadali včelstvo v parku v obci Hajná Nová Ves (okres Topoľčany). Osídlená dutina sa nachádzala v jaseň štíhlom (*Fraxinus excelsior*) vo výške jedenásť metrov. Ďalšie tri včelstvá sme na základe informácie arboristov v tom istom roku zdokumentovali v mestskom parku Sihot' v Nitre, jedno včelstvo obývalo dutinu v jaseň štíhlom (*Fraxinus excelsior*) vo výške vyše jedenástich metrov, ďalšie dve včelstvá sídlili v jedinom strome rodu topol' (*Populus*), ktorý však musel byť počas nasledujúcej zimy spílený z bezpečnostných dôvodov (frekventovaná komunikácia v kombinácii s veľkou dutinou v hlavnom kmeni stromu). Aj k ďalšiemu stromu so včelstvom nás priviedli znovu arboristi, tentokrát išlo o soforu japonskú (*Styphnolobium japonicum*) v rámci parčíku pred základnou školou v obci Rastislavice (okres Nové Zámky). Toto včelstvo zimu neprežilo, o čom sme sa presvedčili vo februári nasledujúceho roku odposluchom stetoskopom a aj vizuálne - elektronickým endoskopom. Zároveň sme zistili prítomnosť opustených medových zásob. V nasledujúcej sezóne bola dutina osídlená novým rojom a úspešne prežila zimu 2019/2020.

V roku 2018 sme spolu so sprevádzajúcim arboristom objavili v parku mesta Želiezovce (okres Levice) až tri včelstvá v mohutných platanoch javorolistých (*Platanus × acerifolia*). Napriek tomu, že ani jedno z týchto včelstiev zimu 2018/2019 neprežilo, už v nasledujúcej sezóne sme pozorovali znovuosídlenie dvoch z týchto troch dutín a objavili sme aj ďalšie štyri novoosídlené dutiny v susediacich platanoch. Všetky včelstvá sa nachádzali v okruhu do 40 metrov. Päť z nich úspešne prezimovalo a dožilo sa jari 2020. Park v Želiezovciach je unikátnym miestom pre hojný výskyt dutinových platanov a vysokú rojivosť včelstiev miestnych včelárov.

Ďalšie pozorovanie včelstva sme realizovali v roku 2019 v dutine jaseňa štíhleho (*Fraxinus excelsior*) v parku obce Mojmírovce. Toto včelstvo nám vďaka dostupnosti umožňuje veľmi časté kontroly v priebehu sezóny a aj vďaka tomu vieme, že sa úspešne dožilo jari 2020. V máji však nastalo krátke obdobie (niekoľko dní), kedy včelstvo nevykazovalo žiadnu aktivitu, z otvoru dokonca vyletel d'ateľ veľký (*Dendrocopos major*) bez akejkoľvek stopy po prítomnosti včiel. V priebehu pár dní dutinu osídlil nový roj.

Medzi výskyt v zastavanom území, subtype park, započítavame aj včelstvo v architektonickom prvku „krakorec“ na južnom priečelí budovy kaštieľa v Arboréte Mlyňany, ktorého areál susedí s obcou Vieska nad Žitavou. Včelstvo sa tu, podľa

informácie zamestnancov, nachádza už viac ako desať rokov, my ho dokumentujeme od roku 2019. Na jeseň 2020 sa organizátor svadby v priestoroch kaštieľa pokúsil z bezpečnostných dôvodov včelstvo zlikvidovať pesticídom na báze cypermetrínu, no včelstvo aj po niekoľkých dňoch vykazovalo normálnu aktivitu, čo mohlo mať príčinu v nesprávnej aplikácii chemického prípravku.

V arboréte Mlyňany sme v roku 2019 zdokumentovali aj včelstvo v cédrovci zbiehavom (*Calocedrus decurrens*). Dutina mala dva protistojné otvory orientované v osi sever – juh. Včelstvo využívalo oba. Počas jarnej kontroly v roku 2020 bola dutina bez aktivity, čo sme overili stetoskopom aj elektronickým endoskopom.

V sprievode arboristu sme začiatkom jesene 2019 preskúmali ďalšie dve dutiny v jaseňoch štíhlych (*Fraxinus excelsior*), tentokrát v školskom parku obce Brestovany, okres Trnava. Jedna dutina bola už v čase našej návštevy opustená, počas predchádzajúcej návštevy v máji včelstvo ešte žilo. Včelie dielo v dutine sme preskúmali endoskopom a odobrali sme jeho časť pre ďalší rozbor ex situ. Druhá dutina bola osídlená. Nasledujúcu zimu žiaľ ani toto včelstvo neprežilo.

Vďaka informácii od spolupracujúceho arboristu sme zdokumentovali v roku 2020 včelstvo v starodávnej lipke (*Tilia sp.*) pri kostole v Tesárskych Mlyňanoch (okres Zlaté Moravce). Obvod kmeňa vo výške 130 centimetrov bol 375 centimetrov.

V košickom parku Komenského sme zdokumentovali výskyt dvoch včelstiev, jedného v dutine pagaštana konského (*Aesculus hippocastanum*) na hranici parku a hlavnej cestnej komunikácie a druhého vysoko v korune mohutného duba cerového (*Quercus*

*cerris*) s obvodom vo výške 1,3 metra až 333 cm, čo zodpovedá priemeru  $d_{1,3}$  viac ako 1 meter.

V bratislavskom Ružinove sa v roku 2020 jedno včelstvo usadilo uprostred Kukorelliho parku - v dutine stromu nachádzajúcej sa iba 30 centimetrov nad zemou. Toto včelstvo bolo vzhľadom k frekventovanému miestu v blízkosti chodníka označené správcom parku informačnou tabuľkou (Obr. č. 25).



**Obr. č. 25** Včelstvo v Kukorelliho parku, Ružinov, Bratislava  
foto: M. Pavle

Parky v mestách a obciach sú v porovnaní s predchádzajúcim subtypom (zastavané územia) v značnej výhode z pohľadu starostlivosti o prítomné dreviny podľa platných právnych predpisov. Keďže často ide aj o chránené areály, spadajú pod právomoc Štátnej ochrany prírody a v prípade historickej zelene sa k jej údržbe vyjadruje aj príslušný krajský pamiatkový úrad. Aj v menej významných parkoch je zeleň pod drobnohľadom verejnosti a preto obce a mestá využívajú k odbornej starostlivosti o zeleň prevažne vyškolených arboristov. Správnym ošetrovaním drevín, pri dodržaní arboristických štandardov, sa predchádza vzniku systémových porúch stability a ani dutiny (so včelstvami alebo bez) nemusia byť rizikom pre bezpečnosť ľudí využívajúcich verejnú priestranosť.

#### 4.2.5 Sídlná krajina – cintoríny

Včelstvo v lipe (*Tilia sp.*) sme objavili v roku 2019 na cintoríne v obci Málinec, okres Poltár. Otvor do dutiny sa nachádza vo výške 9 metrov a napriek pomerne veľkému otvoru (8 cm) včely zimu úspešne prežili.

Počas kontroly tohto včelstva v nasledujúcej sezóne sme objavili v susednej, iba šesť metrov vzdalenej lipe (*Tilia sp.*) ďalšie včelstvo. Na rozdiel od predchádzajúceho včelstva, ktorého výletový otvor bol orientovaný na západ, bol vchod do tejto dutiny obrátený severovýchodne. Obe dutiny boli od jari roku 2020 obsadené súčasne, v minulom roku zdokumentované včelstvo tu prežívalo prinajmenšom druhú sezónu.

Na základe informácie od spolupracujúceho arboristu sme ďalšie včelstvo zdokumentovali pri kostole s cintorínom v Čechynciach (okres Nitra) v jednej z najstarších nami zaevidovaných líp, ktorej priemer (prepočítaný z meraného obvodu) presahoval 150 centimetrov.

V rámci presunu po oblasti východného Slovenska sme objavili ďalšie včelstvo aj náhodne – pozorovaním z automobilu. Nachádzalo sa v jednej zo vstupných líp (*Tilia sp.*) do areálu kostola a cintorína v obci Háj (okres Košice okolie).

Výskyt starých stromov s potenciálom hniezdenia včiel na cintorínoch nie je nevýznamný. I tu, podobne ako v parkoch, starostlivosť o dreviny zabezpečujú prevažne arboristi. Súvisí to najmä s ochranou pietnych miest pred poškodením spôsobeným neodborným zásahom na drevinách.

Pri jednotlivých typoch prostredia sa môžu uplatňovať rôzne formy ochrany drevín. V prípade pozemkov vo vlastníctve obcí je verejná zeleň podľa zákona č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení spravovaná ako vec v majetku obce a obec je povinná svoj majetok

zveľaďovať a zhodnocovať ho. Zároveň je podľa zákona č. 138/1991 Zb. o majetku obcí povinná hospodáriť s majetkom obce v prospech ochrany a tvorby životného prostredia. V prípade kultúrnej pamiatky – areálu sa jej ochrana riadi zákonom č. 49/2002 Z. z. o ochrane pamiatkového fondu. Pri chránených stromoch sa uplatňuje zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny, ktorého vybrané ustanovenia sú aplikované aj pri ochrane drevín nachádzajúcich sa na súkromných pozemkoch.

### **4.3 Priebeh testov 2017 – 2020**

V roku 2017 sme realizovali materiálnu a organizačnú prípravu, od roku 2018 sme potom pristúpili k umiestňovaniu klátov a neskôr aj úľov na stromy v lesoch pohoria Tribeč a ich monitorovaniu. V úvodných realizačných sezónach sme sa najskôr pokúsili vnášať včelstvá do cieľových lokalít, neskôr sme umiestnené kláty a úle využili na prilákanie rojov a pozorovanie ich prežívania.

#### **4.3.1 Prípravná sezóna 2017**

V prvom - prípravnom roku sme realizovali vyhľadávanie a výber cieľových lokalít v pohorí Tribeč. Výber pozostával z pochôdzok s miestnymi lesníkmi do vopred vytipovaných lokalít a hľadanie cieľových stromov pre umiestnenie klátov. Zhromažďovali sme informácie o rôznych spôsoboch výroby klátov, podľa vybraných postupov sme si pripravovali technické a materiálové vybavenie potrebné na ich výrobu. Pre výškové práce súvisiace s umiestňovaním a neskôr aj s realizovaním pozorovaní sme sa rozhodli, po úvodnej praktickej príprave v stromolezení pod odborným dozorom spolupracujúcich arboristov, absolvovať aj školenie a získať oprávnenie pre práce vo výškach a nad voľnou hĺbkou pomocou horolezeckej a speleologickej techniky.

V tomto roku sme oslovili aj všetky participujúce organizácie. Spoluprácu na projekte prisľúbili Lesy SR, š. p., OZ Topoľčianky, ktoré sú správcami prevažnej väčšiny lesného pôdneho fondu v pohorí Tribeč. Pomôcť s genetickou analýzou včelstiev prisľúbila Katedra fytoológie Technickej univerzity vo Zvolene, participoval na nej Odbor genetiky a reprodukcie hospodárskych zvierat z Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra.

Konzultačnú a metodickú pomoc spolu so zdravotným testovaním vzoriek poskytoval Ústav včelárstva Liptovský Hrádok - VUŽV - NPPC. Kooperáciu in situ prisľúbila Štátna ochrana prírody v Nitre a správa CHKO Ponitrie.

### 4.3.2 Sezóna 2018

V jarnom období boli pripravené dva experimentálne kláty. Výroba každého z nich trvala približne týždeň. V apríli boli oba kláty umiestnené na vybraných lokalitách. Pri zdvíhaní sme s úspechom vyskúšali ručný aj mechanizovaný spôsob. Upevnenie ku stromu sa realizovalo oceľovým lankom, s použitím dištančných dubových drievok, bez pevného dotiahnutia. Počas sezóny došlo na jednej lokalite k vertikálnemu posunu klátu, po jeho vyrovnaní boli ku klátu doplnené vodiace dubové latky.

V pilotnom ročníku projektu boli do klátov pripravené dve včelstvá, jedno s matkou línie Carnica Sokol a druhé s matkou línie Vigor. Obe matky boli z prvej filiálnej generácie (F1), voľne párené, z evidovaného rozmnožovacieho chovu situovaného v pohorí Tribeč.

Včelstvá boli pred pridaním matky preliečené Avartinom pre zabezpečenie úplnej bezklieštikovosti na začiatku testovania. Matky boli do včelstiev pridané ako rozkladené – začiatok kladenia bol dva týždne pred vytvorením včelstiev.

Do klátov sme osádzali včely 2. a 3. júna. Včelstvá boli čiastočne zakrmené z prípravy, na dno klátov sme vložili 5 kg invertného cesta - ako úvodnú pomoc pre vytvorenie stavby. Na jednu z výstužných latiek bola umiestnená matka v klietke uzavretej cukrovo-medovým cestom. Následne sme do klátu nasypali včely.

Siedmeho júna, čiže na štvrtý a piaty deň, sme z klátov odobrali prázdne klietky po oslobodených matkách. V oboch klátoch bolo už vystavané dielo. Včely boli pokojné, letová aktivita primeraná počasiu. Cukrové zásoby z dna klátov boli čiastočne odobrané.

Ďalšie kontroly sme uskutočňovali v plánovaných intervaloch na prelome mesiacov. Včely v jednom kláte začiatkom júla dostávali dielo na približne štvrtinu vnútorného objemu (15 litrov), v druhom na približne tretinu (20 litrov). Na viditeľnej časti plástov bolo možné rozoznať zaviečkované bunky s plodom. Včelstvá boli naďalej mierne. Početnosť bola stále vysoká. Vo včelstvách sa ešte stále nachádzali trúdy.

Pri nasledujúcej pravidelnej kontrole začiatkom augusta sme odobrali takmer prázdne vrecká od invertného cesta spolu s časťou na dne sa nachádzajúcich mŕtvoliek včiel, ôs (*Vespula germanica*), sršňov (*Vespa crabro*), či žijúcich ucholakov (*Forficula auricularia*) a larvy vijačky voštinovej (*Galleria mellonella*).

Na oboch stanovištiach sme pozorovali útoky jednotlivých sršňov na letiace včely, dokonca na prienik sršňa do klátu a následný odlet s ulovenou včelou. Napriek tomu bola početnosť oboch včelstiev stále vysoká. V plástoch však nebolo vidieť žiaden plod a ani žiadne stopy po zásobách. Vzhľadom k vzniknutej situácii s nedostatkom zásob sme

na ďalšiu pravidelnú kontrolu pripravili prikŕmenie včelstiev medom. 6. septembra sme však zistili, že prvý klát je bez včiel. Dielo (Obr. č. 26) bolo v značne pokročilom štádiu rozkladu vijačkou voštinovou (*Galleria mellonella*). Na dne sa nenachádzali žiadne rozoznateľné mŕtvolky včiel.

Druhá lokalita, preskúmaná nasledujúci deň, bola takmer totožná – klát bez včiel. Dielo bolo zatiaľ menej postihnuté vijačkou, na dne klátu sa nachádzalo približne 200 mŕtvych včiel. Časť plástov a mŕtvoliek sme odobrali pre analýzu ex situ.

#### 4.3.3 Sezóna 2019/2020

V nasledujúcej sezóne sme počet klátov zvýšili na cieľových päť. Každé stanovište spĺňa podmienku minimálne dvojkilometrovej vzdialenosti od najbližších oficiálnych stanovišť včelstiev, zastavaného územia či intenzívne poľnohospodársky využívanej pôdy. Stanovištia sú si podobné v nadmorskej výške (od 470 do 590 m n. m.), porastoch (ochranné porasty starších vekových kategórií, dubiny, resp. bukové dubiny), širšie okolie má veľmi podobné ekologické podmienky.

Po inštalácii klátov nasledovala príprava umelých rojov. Všetky včelstvá boli preliečené proti varroáze, osadené do klátov a zakŕmené. U jedného včelstva sa počas prípravy nechtiac do zmetenca dostala aj matka zo zdrojového včelstva a pridávaná matka bola včelami v kláte usmrtená. Pre overenie sme pridali ešte jednu matku, no i tá bola odmietnutá. Všetky ostatné matky v klátoch boli kategórie F1 línie Vigor.

Všetkých päť včelstiev si v priebehu prvého týždňa postavilo včelie dielo. V minuloročných klátoch sa vyhli pozostatkom pôvodných plástov a vo voľnom stropnom priestore si vystavali plásty nové, na ktorých sa zdržiavali. Nasledujúca kontrola klátov po mesiaci odhalila znovu dva opustené kláty (tie isté ako v minulom roku), v troch klátoch včelstvá zotrvali. Zásoby kŕmneho invertného cesta v opustených klátoch boli takmer nedotknuté.

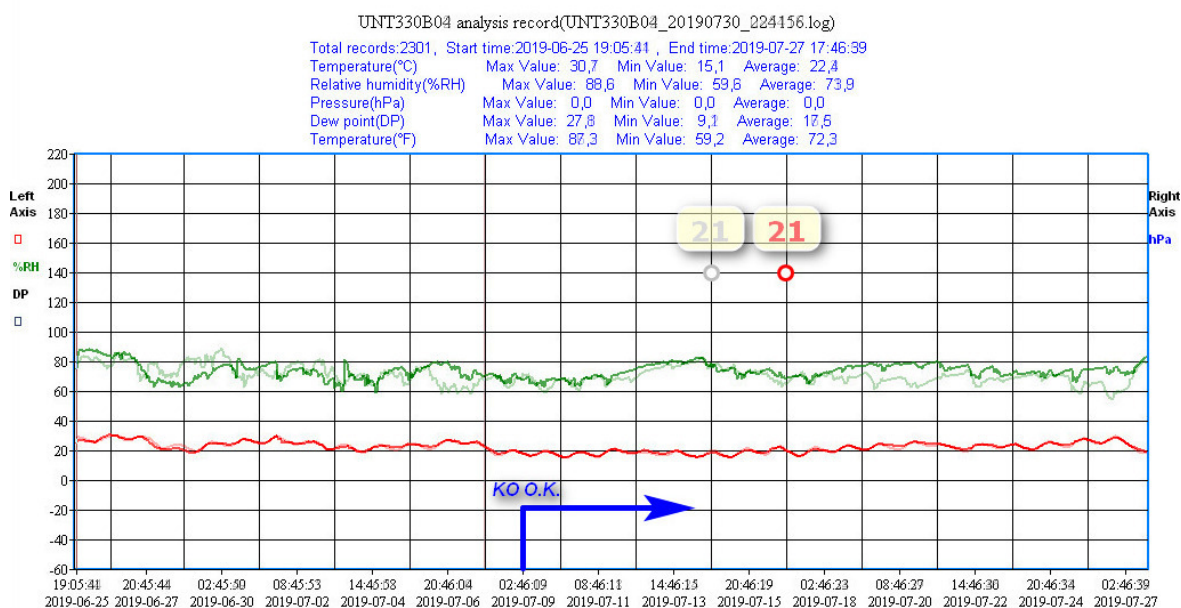
Po konzultácii sme včelstvá v zostávajúcich klátoch preventívne zakŕmili medom a s kŕmením sme pokračovali aj počas nasledujúcich prehliadok. Celkovo sme každému



**Obr. č. 26** Včelie dielo deštruované vijačkou voštinovou po kolapse včelstva  
foto: M. Pavle

z troch zostávajúcich včelstiev dodali 9 kg medu. Včely na dvoch lokalitách (Kostolianska kotlina, Stratený vrch) rozšírili plochu plástov a pristavili niekoľko nových.

Do klátov sme pred osadením včelstiev v roku 2019 integrovali datalogeri so zaznamenávaním priebehu teploty a vlhkosti v kláte. Na jednej lokalite bol umiestnený dataloger aj na vonkajšom okraji klátu pre záznam priebehu vonkajších teplôt, vlhkosti a atmosférického tlaku. Vnútorne záznamníky sú umiestnené približne 10 centimetrov od vystavaných včelích plástov. Ich účelom je poskytnúť nám spätné informácie o dianí v kláte (Obr. č. 27).



**Obr. č. 27** Porovnanie priebehu teploty a vlhkosti medzi dvoma klátmi

zdroj: M. Pavle

Na lokalite Kamenné vráta sme počas poslednej kontroly začiatkom októbra našli klát bez živých včiel. Zo dna klátu sme odobrali takmer všetok biologický materiál a následne sme spočítali mŕtvolky včiel a ďalšieho hmyzu. Významné zastúpenie mali mŕtvolky osy útočnej (*Vespula germanica*), ich podiel na celkovom počte skúmaného mŕtveho hmyzu (902 kusov) bol 10,2 %, včiel bolo 86,8 %. Zvyšné 3 % mŕtvoliek pozostávali z lariev vijačky voštinovej (*Galleria mellonella*), sršňa obyčajného (*Vespa crabro*), ucholaka obyčajného (*Forficula auricularia*) a jednotlivo aj ďalších druhov hmyzu. Tieto čísla nás vedú k predpokladu, že primárnou príčinou mohli byť útoky väčšieho počtu ôs prilákaných medom. Práve v tomto kláte sa nachádzala pôvodná matka zmetená spolu so včelami z kmeňového včelstva.

Počas poslednej jesennej kontroly začiatkom októbra sme zhodnotili stav zásob na stanovišti Stratený vrch ako výborný – plásty boli zaviečkované až po okraje.

Na lokalite Kostolianska kotlina sme zásoby nevideli, čo však neznamená, že sa nemohli nachádzať hlbšie uprostred včelích plástov. Túto skutočnosť sa nám pre nerozoberateľnosť včelieho diela nepodarilo overiť ani s pomocou elektronického endoskopu. Početnosť včiel bola na oboch lokalitách dostatočná, na lokalite Kostolianska kotlina bola mierne vyššia.

Nasledujúca sezóna začala jarnou kontrolou koncom marca. Obe včelstvá boli uhynuté, na oboch lokalitách sa včely nachádzali na plástoch aj na dne klátu (Obr. č. 28). Na lokalite Stratený vrch boli plásty znečistené včelími výkalmi.



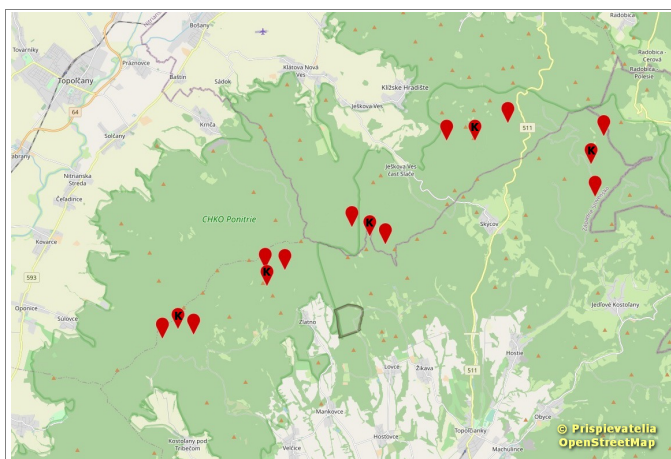
**Obr. č. 28** Mŕtve včely na jednej z lokalít na jar 2020

foto: M. Pavle

#### 4.3.4 Sezóna 2020/2021

V druhej polovici marca sme terénymi obchôdzkami vytypovali desať lokalít pre umiestnenie rojochytov (Obr. č. 29). Na lokalitách sme vybrali cieľové stromy, ktoré umožňovali racionálne uchytanie nástražného úľa.

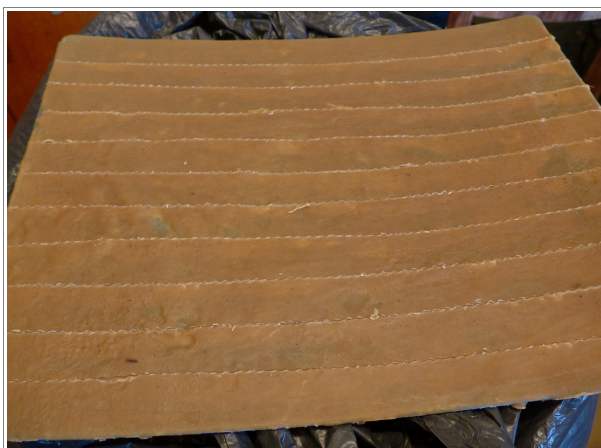
Na jar sme pripravili desať nástražných úľov pre roje. Vyrobili sme ich úpravou nadstavkov typu Langstroth 2/3 na cieľový objem 40 litrov, s doplnením dna



**Obr. č. 29** Pozície nástražných úľov vo vzťahu ku klátom (K)

zdroj: prispievatelia OpenStreetMap, M. Pavle

a odnímateľného oplechovaného veka. Materiálom na oplechovanie boli použité tlačiarenské ofsetové platne dôkladne zbavené farieb. Pred oplechovaním sme všetky drevené súčasti hygienizovali ohňom prostredníctvom propán-butánového horáka.



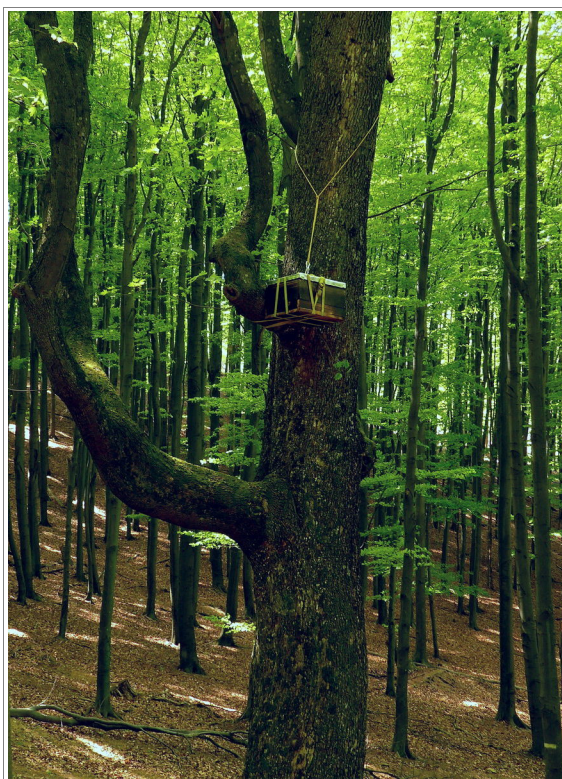
**Obr. č. 30** Roztopený vosk nanesený valčekom a naformátovaný na prúžky  
foto: M. Pavle

Do úľov sme pred osadením na lokality umiestnili doprostred jeden vystavaný rámik s včelím dielom, ďalších deväť pozícií sme obsadili trámikmi s nataveným prúžkom vosku. Prúžky vosku sme vyrobili z vlastných zásob čistého včelieho vosku, ktorý sme po nahriatí nanášali valčekom na silikónovú podložku a po čiastočnom stuhnutí sme ho radielkom na cesto naporcovali na úzke prúžky (Obr. č. 30). Tie sme potom, ešte pred úplným

stuhnutím, odlepili zo silikónovej podložky.

Takto pripravené úle sme v druhej polovici apríla umiestnili na vybrané lokality v pohorí Tribeč. Pred samotnou inštaláciou sme na vnútorné steny aplikovali jeden z dvoch atraktantov pre prilákanie rojov – buď 4 kvapky esenciálneho oleja kocúrnika obyčajného (*Nepeta cataria*), alebo komerčne dostupný gél s názvom „Abejar“ španielskej výroby s prímiesou sušenej a jemne drvenej medovky lekárskej (*Melissa officinalis*).

Úle sme uzavreli poklopom a stiahli upínacím popruhom. Na cieľovom strome sme nad plánovaným miestom upevnenia vyhľadali vhodnú vetvu, cez ktorú sme, obopnúc kmeň, upevnili nosné technické lanko. Oň sme cez dve technické karabíny pripojili popruh s úľom. Tým sme



**Obr. č. 31** Systém uchytenia nástrahového úľa k cieľovému stromu  
foto: M. Pavle

zabezpečili výškovú stabilizáciu a hlavnú nosnú oporu celého úľa. Druhým popruhom sme úľ prichytili k bočnej vetve, čím sme ho zabezpečili proti horizontálnemu posuvu (Obr. č. 31).

Dná klátov z predchádzajúcich rokov sme mechanicky vyčistili od prípadných biologických zvyškov predchádzajúcich včelstiev a rovnako sme do nich aplikovali atraktanty. Vystavané a nepoškodené včelie plásty sme v klátoch ponechali. Upravili sme tiež vletové otvory (Obr. č. 32), kde pôvodné riešenie pozostávalo zo štyroch kruhových otvorov priemeru 3 cm, v ktorých bol vložený stredový segment pre zamedzenie vstupu žlnovitých (*Picidae*), prípadne myšotvarých (*Rodentia*). Celková vstupná plocha bola 4 x 4 cm<sup>2</sup>. Po úprave sa táto plocha zmenšila na 1 x 7cm<sup>2</sup>, čo sa viac približovalo k prirodzeným podmienkam prírodných dutín.



**Obr. č. 32** Zmena vletových otvorov do klátov v sezóne 2020 (vpravo)

foto: M. Pavle

Prvú kontrolu obsadenosti nástražných úľov a klátov sme realizovali na prelome mája a júna. Rojom bola obsadená iba jedna lokalita – Veľká Ostrá. Nástražný úľ bol umiestnený vo výške 6,8 metra na dube zimnom, v ochrannom dubovom poraste, na juhovýchodne orientovanom svahu s vystupujúcou horninou, v nadmorskej výške 590 metrov. Roj sme zdokumentovali fotograficky aj videozáznamom, aktivita včiel bola veľká.

Ďalšiu kontrolu sme zrealizovali v jeden deň – 30. júna. Tentokrát sme okrem potvrdenia roja na lokalite Veľká Ostrá (s výrazne nižšou letovou aktivitou) zistili prítomnosť usadených včelstiev na ďalších piatich lokalitách. Na lokalite Petríková osídlil roj nástražný úľ upevnený vo výške 6,4 metra nad zemou, v dubovo-bukovom sedemdesiatročnom hospodárskom poraste. Cieľovým stromom je dub zimný, nachádza sa na svahu s miernym južným sklonom v nadmorskej výške 490 metrov. Ďalší obsadený úľ

sa nachádzal v lokalite pri Veľkej bukovine, v ochrannom dubovo-bukovom poraste a bol umiestnený na dube zimnom vo výške 6,8 metra nad zemským povrchom. Dub zimný s úľom sa nachádza nad južne orientovaným úbočím s medzernatým dubovým porastom v nadmorskej výške 540 metrov. Úspešné vrojenie sme zaznamenali aj na lokalite Jozefova studňa na východne orientovanom svahu dubovej bučiny hospodárskeho lesa. Dub zimný, s nástražným úľom upevneným 7,1 metra nad zemou, sa nachádza vo výške 460 m n. m..

Zatiaľ jediný klát, ktorý sme počas kontroly na konci júna objavili obsadený rojom, sa nachádzal na lokalite Stratený vrch. Umiestnený je vo východne orientovanom dubovom ochrannom poraste v nadmorskej výške 520 metrov nad morom. Klát je upevnený 6,9 metra nad zemou na dube zimnom. V tomto kláte, ako v jedinom v tomto roku, bol nainštalovaný datalogger, ktorý zaznamenával celú sezónu hodnoty interiérovej teploty a vlhkosti. Na vonkajšej stene klátu bol nainštalovaný aj externý datalogger, ktorý mal okrem oboch predchádzajúcich hodnôt zaznamenávať aj atmosferický tlak. Bohužiaľ, tento datalogger prestal pracovať ešte pred vrojením včelstva.

Posledný roj, zo zistených počas tejto prehliadky, sme zaznamenali na lokalite Hríbová. Ide o juhovýchodne orientovaný svah s ochranným porastom dubových bučín s lokálne prevládajúcimi starými dubmi zimnými. Na jednom z nich je vo výške 5,6 metra na kmeni upevnený nástražný úľ. Ostatné rojochyty ani kláty nevykazovali žiadnu aktivitu s výnimkou úľa na lokalite pod Žabicou (Obr. č. 33). V tomto prípade sme však ojedinelý výskyt včiel



**Obr. č. 33** Lokalita pod Žabicou, sklon svahu v mieste cieľového stromu dosahuje viac ako 50 %  
foto: M. Pavle

vyhodnotili ako aktivitu prieskumníčok s očakávaním, že počas budúcej kontroly bude aj

táto lokalita obsadená rojom.

Nasledujúcu kontrolu obsadenosti a aktivity sme uskutočnili na prelome júla a augusta. Včelstvá na všetkých predchádzajúcich lokalitách vykazovali dobrú letovú aktivitu, s výnimkou včelstva na Veľkej Ostrej. Počas tejto kontroly sme odobrali vzorky (dve robotnice) pre genetický výskum.

K šiestim doposiaľ dokumentovaným včelstvám (5 úl'ov, jeden klát) pribudli ďalšie štyri usadené roje. Prvým pozorovaným novým včelstvom počas tejto prehliadky bol roj v kláte na lokalite Kostolianska kotlina. Klát sa nachádza na južnom svahu v nadmorskej výške 560 metrov, v ochrannom poraste dubín. Umiestnený je na kmeni duba zimného vo výške 5,8 metra. Druhým novoosídleným bol klát na lokalite Kamenné vráta. Nachádza sa vo výške 7,6 metra na dube zimnom, ktorý je súčasťou skupinky dubov na východnom svahu v bukovo-dubovom ochrannom poraste. V nástražnom úli na lokalite pod Žabicou sa po minulomesačnom pozorovaní prieskumníček naozaj usadil roj. Dub zimný s úl'om vo výške 6,9 metra nad zemou sa nachádza na príkrom západne orientovanom svahu v nadmorskej výške 460 metrov. Bučina je kategorizovaná ako ochranný les. Preferovaným hospodárskym súborom lesných typov (PHSLT) sú extrémne kyslé dubové bučiny (ochranného rázu).

Posledným tohtoročným usadeným rojom bolo včelstvo na lokalite za Čavojovým kútom v poraste s rovnakým PHSLT tvoreným dubovými bučinami. Na úpäť južného svahu v nadmorskej výške 390 metrov nad morom je nástražný úl' umiestnený na dube



**Obr. č. 34** Roj usadený na spodnej strane úl'a  
foto: M. Pavle

zimnom vo výške 9,2 metra. V tomto prípade sa roj usadil neštandardne – na spodnej strane pripraveného úl'a (Obr. č. 34). Koncom augusta sme sa preto rozhodli na tejto lokalite zrealizovať úpravu nástražného úl'a – doplniť ho konštrukciou okolo včiel so samostatným výletovým otvorom.

S odstupom mesiaca sme realizovali čiastočnú kontrolu aktivity včelstiev. Začiatkom septembra bol priebeh počasia mimoriadne nepriaznivý – nízke priemerné teploty spolu so zrážkami znemožnili vykonať efektívnu kontrolu všetkých včelstiev. Podarilo sa nám navštíviť klát na Stratenom vrchu a nástražné úle na Veľkej Ostrej a Hríbovej. V prípade úl'ov sme

neregistrovali žiadnu letovú aktivitu a do klátu počas niekoľkominútového nepretržitého pozorovania vletela jedna včela, čo nepovažujeme za dostatočne preukazné. Zvyšné lokality sme navštívili v druhej polovici septembra. Jednoznačnú aktivitu vykazovali už len dva nástražné úle na lokalitách Petříková a Jozefova studňa. Počas tejto terénnej obchôdzky sme demontovali dva úle na lokalitách pod Žabicou a pri Veľkej bukovine. Úle sme odniesli na podrobné preskúmanie ex situ. Preskúmali sme aj dva z troch pôvodne obsadených klátov – lokalitu Kostolianska kotlina a Kamenné vráta. V oboch sa nachádzali telá včiel na dne, materiál sme odobrali na preskúmanie ex situ. Včelie plásty boli bez zásob. Včely počas sezóny opravili poškodené plásty z minulého roka, rozšírili existujúce plásty a pristavili časť nových plástov. Celkový nárast včelieho diela bol približne o päťdesiat percent. Napriek prítomnosti motýľov vijačky voštinovej (*Galleria mellonella*) neboli včelie plásty ešte výrazne poškodené larvami.

V prvej polovici októbra sme demontovali ďalšie dva úle bez včiel, tentokrát z lokality Hříbová (Obr. č. 35) a Veľká Ostrá. Oba sme preniesli na preskúmanie ex situ. Vykonali sme kontrolu posledného klátu na lokalite Stratený vrch, kde sme rovnako ako v predchádzajúcich prípadoch zaznamenali mŕtve včely na dne. Všetok materiál z dna sme odobrali na preskúmanie a interiér klátu sme dôkladne zdokumentovali. Uprostred diela sa nachádzala malá skupina uhynutých včiel (niekoľko desiatok kusov).



**Obr. č. 35** Interiér spusteného úľa s uhynutým včelstvom na dne. Centrálné plásty sú silne napadnuté vijačkou voštinovou  
foto: M. Pavle

Posledný nástražný úl sme odobrali na preskúmanie v druhej polovici decembra – išlo o včelstvo, ktoré sa usadilo na spodnej strane úľa na lokalite za Čavojevým kútom. Toto včelstvo sa na lokalite objavilo medzi kontrolami vykonanými koncom júna a júla. Koncom augusta (počas montáže obstavby) ešte bolo napriek nižšej početnosti prítomné a pri kontrole začiatkom októbra už nevykazovalo žiadnu aktivitu.

Poslednú kontrolu aktivity včelstiev v roku 2020 sme v zostávajúcich dvoch úľoch vykonali 27. októbra, pričom obe včelstvá vykazovali aktivitu primeranú počasiu a ročnému obdobiu. Na jar v roku 2021 sme zistili, že obe včelstvá zimu neprežili.

#### 4.3.5 Prieskum materiálov ex situ

Pri nástražných úl'och z lokalít pod Žabicou a pri Veľkej bukovine sme zaznamenali výskyt znečistených úl'ov – na hornej strane trámikov a na plástoch sa nachádzali výkaly včiel. Suchý materiál sme odobrali do mikroskúmaviek a odoslali na základnú mikroskopickú analýzu do Ústavu včelárstva v Liptovskom Hrádku - VUŽV – NPPC.

Z jednotlivých úl'ov sme odobrali všetok biologický materiál z dna a reprezentatívnou metódou sme prostredníctvom váhy známeho množstva mŕtvych včiel odvodili celkový počet včiel v jednotlivých úl'och a klátoch.

Fotogrametrickou technikou sme zdokumentovali včelie plásty z každého nástražného úl'a a sčítali sme plodové plochy, plochy zásob a okrajové nevyužité a nevyužiteľné plochy.

Zmerali sme rozmery robotníčích buniek zo všetkých odobratých nástražných úl'ov a z jedného z klátov (Kamenné vráta).

Počas prieskumu obsahu sme v detrite z lokality Hríbová zdokumentovali výskyt včeliarky obyčajnej (*Braula coeco*) na niekoľkých jedincoch hrobárika čierneho (*Nicrophorus humator*) (Obr. č. 36), čím sme ako prví zdokumentovali trofickú variabilitu tohto druhu. Výskyt včeliarky sme zaznamenali aj separátne v detrite z klátu z lokality Kamenné vráta.



**Obr. č. 36** Včeliarka obyčajná (*Braula coeco*) na náhradnom hostiteľovi hrobárikovi čiernom (*Nicrophorus humator*)

foto: M. Pavle

#### 4.3.6 Zhrnutie prvých dvoch realizačných sezón

Základným cieľom testovania s prírodným chovom včiel v Tribeči bolo overiť schopnosť súčasných včelstiev prežívať v lesnom prostredí. Pre tento účel sme použili umelo vytvorené roje – zmentence s pridanou rozkladenou mladou matkou z rozmnožovacieho chovu. Zabezpečili sme, aby bola úroveň prítomnosti parazita klieštika včelieho (*Varroa destructor*) preliečením znížená na použitými metódami (amitraz, kyselina šťaveľová) dosiahnuteľné minimum. Včelstvá postavili v pripravených klátoch včelie dielo, matky začali s plodovaním. Úvodná pomoc vo forme invertného cesta bola dvoma včelstvami počas prvých dvoch mesiacov (jún – júl) takmer celá využitá.

Pri kontrole začiatkom augusta sme nepozorovali žiadne zásoby. Včelstvá boli v nižšej početnosti ako pri predchádzajúcej prehliadke a rozhodli sme sa ich v nasledujúcom termíne prikŕmiť medom, k čomu už ale nedošlo. Začiatkom septembra boli oba kláty bez žijúcich včiel, na dne sa nachádzal detritus s niekoľkými stovkami mŕtvoliiek včiel a živými alebo mŕtvymi inými druhmi hmyzu (Tabuľka č. 9).

**Tabuľka č. 9** Súpis obsahu detritu v klátoch v roku 2018

	Veľká Suchá	Kalinová
Ucholak obyčajný ( <i>Forficula auricularia</i> )	82	0
Sršeň obyčajný ( <i>Vespa crabro</i> )	19	25
Osa útočná ( <i>Vespula germanica</i> )	8	0
Vijačka voštinová – húsenica ( <i>Galleria mellonella larva</i> )	10	42
Vijačka voštinová – kukla ( <i>Galleria mellonella pupa</i> )	5	10

V nasledujúcom roku sme testovanie zopakovali s väčšou skupinou piatich klátov. Oproti prvému roku sme zjednotili matky experimentálnych včelstiev – používali sme už iba líniu Vigor. Rozdielne sme pristúpili k preliečeniu včiel na klieštika včelieho (*Varroa destructor*), namiesto liečiva na báze amitrazu sme použili cukrovo-vodný roztok s 2 %-ným obsahom kyseliny šťaveľovej. Po úspešnom prvotnom rozvoji všetkých včelstiev sme koncom júna pri kontrole objavili znovu dva kláty bez včiel. Na dne klátov sa nachádzalo iba minimum mŕtvych včiel, v novo postavených plástoch bolo vidieť zaviečkovaný plod. Príčinu exodu včiel sme neodhalili. V ostatných troch klátoch včelstvá prežili sezónu až do jesene, aj vďaka nášmu pravidelnému prikrmovaniu medom. Každému včelstvu sme postupne podali 9 kilogramov. Zrejme aj to bolo príčinou kolapsu jedného zo včelstiev (lokality Kamenné vráta) počas septembra. Usudzujeme tak na základe súčtov jednotlivých komponentov detritu z dna klátu. Včiel sme spočítali 783, osa útočná (*Vespula germanica*) bola zastúpená v počte 92 ks, čo činí viac ako 10 %-ný podiel. Osy nalietajúce na med boli zrejme jedným z hlavných stresorov, ktoré ku kolapsu viedli. Ostatné dve včelstvá pri poslednej prehliadke začiatkom októbra vykazovali primeranú početnosť. U včelstva v kláte na lokalite Kostolianska kotlina sme pre jeho početnosť neboli schopní vizuálne ani s pomocou elektronického endoskopu po zadymení okraja plástov lokalizovať zásoby. Na lokalite Stratený vrch bola početnosť o niečo nižšia, zásoby až ku okraju plástov boli dobre rozpoznateľné. Obe včelstvá sme pri prvej kontrole koncom marca nasledujúceho roku objavili uhynuté hladom. Dôkazom hladovania boli

včely zalezené do buniek plástov v snahe dosiahnuť zvyšky medových zásob. Vnútro klátu aj plásty na lokalite Stratený vrch boli znečistené výkalmi, čo by mohlo byť spôsobené nesprávnym zložením medových zásob (vyšší obsah medovicového medu), zlým zdravotným stavom včelstva alebo vyrušovaním včelstva počas zimovania externým faktorom.

#### 4.3.7 Zhrnutie tretej realizačnej sezóny - roje

Z celkového počtu desiatich úl'ov roje obsadili sedem, z piatich klátov obsadili v priebehu sezóny tri. Osídľovanie rojmi prebiehalo od mája (1 úl'), s ťažiskom počas júna (1 klát a 4 úle) až po júl (2 kláty a 2 úle). Už počas augusta prestali niektoré včelstvá vykazovať aktivitu a od septembra sme evidovali už len dva aktívne úle (Tabuľka č. 10).

**Tabuľka č. 10** Priebeh osídlenia a prežívania rojov počas experimentu v roku 2020

	Lokalita	klát / úl'	máj	jún	júl	august	september	október
1	Veternák	úl'	-	-	-	-	-	-
2	Kostolianska kotlina	klát	-	-	P	-	-	-
3	Petríková	úl'	-	P	P	P	P	P
4	Kamenné vráta	klát	-	-	P	P	-	-
5	Pri Veľkej bukovine	úl'	-	P	P	-	-	-
6	Žabica	úl'	-	-	P	-	-	-
7	Jozefova studňa	úl'	-	P	P	P	P	P
8	Stratený vrch	klát	-	P	P	P	-	-
9	Líščí vrch	úl'	-	-	-	-	-	-
10	Malá Suchá	úl'	-	-	-	-	-	-
11	Veľká Suchá	klát	-	-	-	-	-	-
12	Čavojev kút	úl'	-	-	P	P	-	-
13	Kalinová	klát	-	-	-	-	-	-
14	Hrňbová	úl'	-	P	P	-	-	-
15	Veľká Ostrá	úl'	P	P	P	-	-	-

P – prítomnosť roja, farby označujú dĺžku prítomnosti roja v mesiacoch (■ - 5, ■ - 3, ■ - 2, ■ - 1)

Úle po kolapse včelstiev, ktoré boli počas sezóny obývané, sme preniesli pre ďalšiu analýzu ex situ. Z klátov, ktoré vykazovali aktivitu a boli na jeseň bez včiel, sme odobrali telá včiel z dna. Na základe odváženej vzorky včiel sme vypočítali celkový počet jedincov (Tabuľka č. 11).

Presnosť výpočtu množstva jedincov je daná odchýlkou plynúcou z presnosti váženia vzorky známeho počtu včiel z jednotlivých lokalít, ktorá sa pohybuje v rozpätí od 7 do 17 % v závislosti na váhe vzorky (čím menšia skutočná váha výberového súboru, tým menšia presnosť). Zároveň platia pravidlá reprezentatívneho zisťovania, čiže vplyv

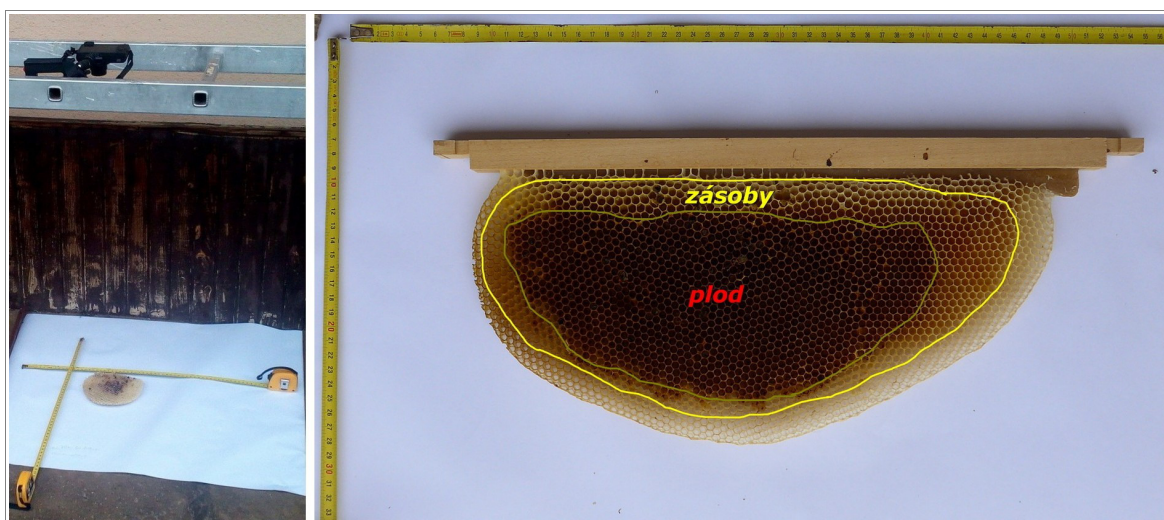
na presnosť má požadovaná miera spoľahlivosti a variabilita každého zisťovaného súboru. Celkovú presnosť výsledkov pri spoľahlivosti 95 % sme stanovili na 20 %.

**Tabuľka č. 11** Súčty uhynutých včiel na jednotlivých lokalitách prostredníctvom reprezentatívnej metódy váženia známeho počtu včiel

	Lokalita	klát / úl	100 ks (g)	200 ks (g)	váha celkom (g)	počet včiel*
1	Kostolianska kotlina	klát	3	-	98	3300
2	Kamenné vráta	klát	-	7	207	5900
3	Stratený vrch	klát	-	5	104	4200
4	Veľká bukovina	úl	-	4	38	1900
5	Žabica	úl	-	6	92	3100
6	Hríbová	úl	-	7	82	2300
7	Čavojev kút	úl	-	3	24	1600
8	Veľká Ostrá	úl	-	-	-	-

\* stredná hodnota zaokrúhlená na celé stovky

Včelie plásty zo všetkých zozbieraných úl'ov sme obojstranne fotograficky zdokumentovali s použitím improvizovaného statívu (Obr. č. 37) a diaľkovej spúšte. Následne sme grafickým programom (Adobe Acrobat) previedli snímky do skutočnej mierky, pričom vhodnou kalibráciou cez priložené meradlá sme sa snažili minimalizovať vplyv paralaxy. Spočítavali sme (obojstranne) plochu celkového diela, plochu využiteľných plástov bez okrajových nevyužitelných buniek, plochu využívanú na plodovanie (najtmavšie bunky so zvyškami košiel'ok), plochu využívanú na ukladanie zásob. Zdokumentovali sme aj štartovacie plásty (celková plocha, okrajové bunky), tieto



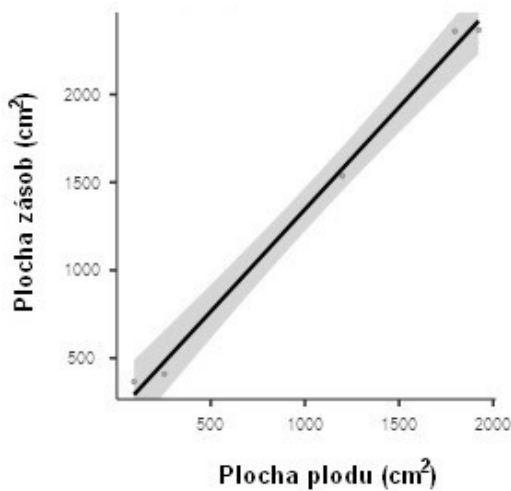
**Obr. č. 37** Dokumentácia včelieho diela pre následné fotogrametrické meranie plôch  
foto: M. Pavle

údaje sme pri sčítaných výstupoch do porovnávacích posudzovaní nezapočítali.

Vyhodnotením vstupných údajov z meraní a vážení sme chceli zodpovedať niekoľko hypotéz a pre tento účel sme použili Spearmanovu korelačnú maticu v opensource programe Jamovi (ŞAHIN and AYBEK, 2019). Prvá hypotéza o korelácii medzi počtom mŕtvoliiek na jednotlivých lokalitách a dobou ich prežívania v mesiacoch sa na vstupnej množine siedmich včelstiev nepotvrdila ( $p = 0,865$ ). Ôsme včelstvo z lokality Veľká Ostrá sme pre neprítomnosť mŕtvoliiek do tejto korelácie nezahrnuli. Početnosť včelstva teda pri našom testovaní nesúvisela s dĺžkou prežívania včelstiev.

Ďalšou hypotézou bolo potvrdenie vzťahu medzi počtom uhynutých jedincov a plochou zásob. Do testovania tejto hypotézy sme zahrnuli štyri z piatich úľov – opäť bez lokality Veľká Ostrá. Ani táto hypotéza nebola potvrdená pri hodnote  $p = 0,333$ . Rovnaký výsledok korelácie vyplynul aj z porovnania počtu uhynutých jedincov a plodovej plochy v jednotlivých hniezdach. Najväčší vplyv na výsledok oboch posledných korelačných analýz mala nízka početnosť (štyri) štatistickej metóde podrobovaných lokalít. Včelie dielo z klátov sme nezahrnuli pre nemožnosť rozlíšiť stavbu z predchádzajúceho

roka. Tieto plásty sme ponechali v klátoch.



**Obr. č. 38** Grafické vyjadrenie Pearsonovej korelácie medzi plochou zásob a plochou používanou pre plodovanie  
zdroj: SW Jamovi, M. Pavle

Korelačnému vyhodnoteniu sme podrobili plochu plodového telesa a plochu zásob (Obr. č. 38). Tu sa podľa očakávania preukázal pri piatich vzorkách veľmi tesný vzťah (Spearmanov koeficient  $\rho = 1$ ,  $p = 0,017$ ). Priemerná relatívna plocha plodových častí plástov je na úrovni 29 % z celkovej plochy, zásoby sa nachádzali na priemerne 45 % z celkovej plochy. Zvyšná časť včelieho diela boli okrajové bunky a im príľahlé nevyužívané bunky. Maximálna plocha včelami postavených buniek v nástražných úľoch dosiahla necelých

5900 cm<sup>2</sup>, čo zodpovedá zisteniam z dynamiky stavby plástov pri nemanážovaných včelstvách (Seeley, 2019).

Prežívanie nových rojov v pripravených úľoch a klátoch bolo v sezóne 2020 nízke – koeficient letného prežívania dosahoval hodnotu 0,2 ( $n = 10$ ), čo takmer presne potvrdzuje zistenia Seeleyho (2017). Pokiaľ k tomuto údaju priradíme aj hodnoty z pozorovaní nemanážovaných včelstiev za sezónu 2019-2020, kde celková miera prežitia dosiahla hodnotu 0,5, potom z výsledku týchto pozorovaní môžeme usudzovať, že populácia pozorovaných nemanážovaných včelstiev nevykazuje stabilitu a s výsledným koeficientom 0,6 sú takéto včelstvá neschopné dlhodobjšieho prežitia (Tabuľka č. 12).

**Tabuľka č. 12** Koeficientami vyjadrená stabilita nemanážovaných včelstiev

Počet pôvodných včelstiev	Počet rojov	Prežitie pôvodných včelstiev	Prežitie rojov	Nárast / pokles populácie
1	0,5	0,5	0,2	0,6

## 5 DISKUSIA

Pri štatistickom vyhodnení odvodeného pôvodu jednotlivcov sme grafickým porovnávaním lokalít výskytu, širších oblastí Slovenska ani prežíváním či neprežíváním jednotlivých populácií výraznú diferenciáciu genotypov nezistili. Vyplýva z toho, že vzorky reprezentujú s najväčšou pravdepodobnosťou jednu skupinu, ktorú nie je možné diferencovať podľa miesta výskytu populácie alebo prežívania konkrétnych populácií. Rozdielny výsledok – dva oddelené klastre slovenskej populácie včely medonosnej zistil Bauer et al. (2017) pri testovaní 79 vzoriek slovenskej kranskej včely z 19. regiónov predovšetkým zo šľachtiteľských a chovných fariem, pričom jeden klastor predstavoval vzorky z rokov 2011-2012 a druhý z rokov 2014-2015. Ako možný dôvod rozloženia populácie vzoriek do dvoch klastrov uvádzajú obnovu včelstiev v rokoch 2014-2015 po výpadkoch v roku 2013.

Všetky vzorky voľne žijúcich včelstiev patrili do skupiny haplotypov C. Najviac zastúpeným haplotypom u nami testovaných vzoriek bol haplotyp C2c (42 %), druhým najpočetnejším bol haplotyp C1a (23 %), čo je v súlade so zisteniami zastúpenia haplotypov u chovaných včelstiev (Bauer et al., 2017; Kuklišová, 2019).

Ďalším poslaním nášho výskumu od roku 2017 bolo zdokumentovať výskyt nemanážených včelstiev na Slovensku, zistiť ich mieru prežívania a identifikovať vplývajúce faktory. V rámci možností sa nám prvá – dokumentačná časť zámeru podarila. Celkovo sme zrealizovali od roku 2017 do roku 2020 až 59 unikátnych pozorovaní nemanážených včelstiev v 21 okresoch Slovenska.

Pri vyhľadávaní sme testovali aj metódu podľa Seeleyho (2016) s využitím tzv. včelej škatuľky. Pri súčasnej oficiálnej zavčelenosti SR manažovanými včelstvami (priemerne šesť včelích rodín na kilometer štvorcový) je u nás táto metóda aplikovateľná iba v oblastiach s nízkou hustotou včelárov. Jej efektívnosť sme vedeli v teréne zvýšiť prehrievaním medového roztoku na prenosnom variči, pričom výpary dokázali aktívne prilákať včelie pátračky aj uprostred lesných porastov na malých čistinkách. Podmienkou úspešnosti tejto metódy je jej realizácia v období s minimálnou znáškou – ideálne medzi medovicovou znáškou a sezónou kvitnutia zlatobyly kanadskej (*Solidago canadensis*).

Najvhodnejšou metódou vyhľadávania nemanážených včelstiev je podľa nášho názoru vizuálna prehliadka vhodných porastov so starými defektnými stromami a vyhľadávanie dutín mimo vegetačnej sezóny, so zaznačením ich presnej polohy a opisom umiestnenia, pričom obsadenosť týchto dutín je vhodné skontrolovať po hlavnej rojovej

sezóne v čase najväčšej početnosti včelstva v mesiaci júl. Identifikované aktívne dutiny je potrebné skontrolovať v jesenných mesiacoch (koniec septembra, október) a preveriť letné prežitie včelstiev. Z pozitívne zistených je potom možné začiatkom jarných mesiacov kontrolou preveriť medzisezónne prežitie. Takýmto postupom sa získa takmer ucelený prehľad o letnom aj zimnom prežívaní nemanážovaných včelstiev. Súbor monitorovaných dutín by sa mal postupne každým rokom zväčšovať (je potrebné počítať s úbytkom vyrúbaných stromov) a v priebehu niekoľkých rokov by mal poskytnúť kvalifikovanú informáciu o výskyte a prežívaní včelích kolónií v prirodzených podmienkach.

V prvej fáze testovania s umelými rojmi – zmetencami sme dokázali, že súčasné línie včiel z rozmnožovacích a úžitkových chovov (5 x línia Vigor F1, 1x Carnica Sokol F1, 1x Vigor F3) neboli schopné adaptovať sa na lesné prostredie. Z výsledku testovania pri počte sedem pokusov vyplýva, že nejde o vhodný spôsob reintrodukcie včelstiev. Na neúspešnosť vnášania mal vplyv okrem zvolených podmienok súbeh veľkého počtu externých faktorov, ktorý sa ale ukazuje ako štandardný pre lesné prostredie. Medzi zásadné negatívne faktory patria: časté ataky včelstiev sršňom obyčajným (*Vespa crabro*), v prípade prítomnosti medových zásob intenzívne súboje príslušníkov osy útočnej (*Vespula germanica*) s domácimi včelami o zásoby, nízka úživnosť lesného prostredia po odkvitnutí hlavných nektárodajných stromov a kríkov (čelade *Cerasus*, *Prunus*, *Rosaceae*, *Fabaceae*, *Tiliaceae*), pričom osádzanie včelstiev bolo časovo orientované ku koncu obdobia ich kvitnutia. Mohlo by sa javiť, že posledný menovaný faktor je spôsobený nesprávne zvoleným časom vytvorenia umelých rojov – zmetencov a ich osádzania do klátov. Toto obdobie však koinciduje s časom rojenia v oblasti, kde sme testovanie realizovali – obdobím, kedy sú včelstvá v najlepšej vitalite a sile a sú schopné rozmnožovania rojením. Jedným z možných riešení tohto problému by bol prenos včelstiev z nižšie položených oblastí (južnejšie, aj nadmorskou výškou). Takýto postup by zaručil včasné nasadenie včelstiev do klátov tak, aby stihli vlastným rozvojom a zberacím pudom reagovať na fenologické optimum tvorby nektáru kvitnúcich stromov a krov. Bol by však v rozpore s predpokladom adaptovanosti včelstva na dané ekologické, fenologické a klimatické podmienky prostredia.

Vyššie spomenuté negatívne faktory sme sa snažili eliminovať pri plánovaní a realizácii druhého testovania. Jeho cieľom bolo overiť potenciál záujmového územia (zhodného s prvým testovaním) produkovať roje a v následnej pozorovacej fáze sledovať prirodzené prežívanie rojov. Testovanie prítomnosti rojov v lesnom prostredí prebehlo úspešne, keď z pätnástich nastražených úl'ov či klátov roje obsadili desať. Neskorej jesene

sa dožili iba dve včelstvá, ktoré však úspešne neprezimovali.

Dôvodom kolapsu takmer všetkých včelstiev bolo hladovanie z nedostatku zásob. Poukazuje na to prítomnosť a počet tiel mŕtvych jedincov na dnách úľov a klátov, s výnimkou jedného úľa na lokalite Veľká Ostrá. Pokiaľ by príčinou bolo pôsobenie akéhokoľvek patogénu či parazita (alebo kombinácie), početnosť včiel by sa väčšou alebo menšou rýchlosťou postupne zmenšovala. Nakoniec by úľ (resp. klát) zostal prázdny, alebo len s malým počtom robotníčok s matkou, ktoré by spolu uhynuli od hladu. Príčinou kolapsu tiež nie je vyrabovanie zásob včelstva iným včelstvom, pri tomto scenári by v bunkách plástov zostala aspoň časť bielkovinových zásob spracovaného peľu, ktorý nebýva predmetom záujmu rabujúcich cudzích včiel. Bunky plástov, ktoré sme prehliadali, však peľ neobsahovali. Zlé znáškové podmienky v sezóne 2020 zaznamenali včelári na väčšine územia Slovenska. Zaznamenali sme ich aj my na kontrolnej včelnici, rovnako aj spolupracujúci včelári na svojich včelniciach v záujmovej oblasti. Všetky včelstvá chované na včelniciach museli byť včelármi v priebehu júla až augusta dokrmované.

Pre overenie stability nemanážovaných populácií včely medonosnej bude potrebné pokračovať v pozorovaniach ich výskytu, rovnako aj v sledovaní prežívania rojov. Zvýšením počtu vstupných údajov z viacerých rokov bude možné výsledky interpretovať s oveľa väčšou presnosťou, s elimináciou vplyvov konkrétnej sezóny. Pre zvýšenie reprezentatívnosti by bolo vhodné zrealizovať paralelné pozorovanie s rojmi aj v iných regiónoch. Údaje o rojoch môžu byť vhodne doplnené aj znovuosídlenými dutinami v rámci pozorovania nemanážovaných včelstiev, bolo by však potrebné zabezpečiť pravidelnú kontrolu všetkých sledovaných dutín ako aj úľov (či klátov) pre roje viackrát v roku.

## 6 ZÁVER PRÁCE

Overenie miery prežívania sme zisťovali nielen cez monitoring výskytu nemanážených včelstiev, ale aj realizáciou vlastného testovania v pohorí Tribeč. Aj vďaka úvodným nezdarom s prežívaním umelých rojov sa nám v roku 2020 podarilo prilákať do desiatich z pätnástich nastražených úl'ov a klátov prirodzené roje. Vysokú mortalitu týchto včelstiev sme využili na preskúmanie rozsahu a zloženia vystavaného včelieho diela. V rámci výskumu materiálu ex situ sme ako prví zdokumentovali trofickú variabilitu komenzálneho parazita včeliarky obyčajnej (*Braula coeca*).

Predložené zistenia z prežívania nemanážených včelstiev nás vedú k záveru, že napriek pomerne veľkému výskytu v ekologických podmienkach rôznych typov prostredí, vykazujú tieto včelstvá nízku schopnosť prežitia a sú populačne nestabilné. Pokiaľ ich prítomnosť v prostredí pretrváva, zdrojom budú z najväčšou pravdepodobnosťou roje manážených včelstiev. Napriek tomu, ich význam v evolučnom testovaní dostupného genetického materiálu (pričom dlhodobejšie pretrvávajú len včelstvá so zvýšenou odolnosťou), prevyšuje možné riziká, ktoré z nemanážmentu vyplývajú - predovšetkým infekčné riziko pre manážené včelstvá. Identifikáciu faktorov, ktoré vplývajú na prežívanie nemanážených včelstiev, sme doposiaľ uspokojivo nenaplnili.

Pre ďalšie monitorovanie výskytu a prežívania včelstiev bude vhodné zabezpečiť systémovú podporu (celý doterajší výskum bol realizovaný formou dobrovoľníctva a donorstva), čím sa zabezpečí kontinuita a zber reprezentatívneho rozsahu dát. Napriek časovej náročnosti bude potrebné venovať náležitú pozornosť výskytu nemanážených včelstiev aj v poľnohospodárskej krajine, či už aktívnym vyhľadávaním (bee hunting) alebo nástrahovými úl'mi pre roje. Rovnako dôležité pre širšiu validáciu prežívania rojov bude vhodné realizovať súbežný výskum aj v iných regiónoch Slovenska (pôsobenie odlišných faktorov prostredia a klímy).

Ďalšou oblasťou, ktorá by mohla odhaliť možné príčiny letality včelích kolónií, by mohol byť výskum zdravotného stavu nemanážených včelstiev. Okrem pravidelného odberu a rozborov vzoriek by bolo vhodné zamerať pozornosť na vplyv varroázy na prežívanie s cieľom vyhľadávania prirodzene odolných včelstiev. Predovšetkým viac rokov prežívajúce včelstvá si zasluhujú zvýšenú pozornosť pre potenciál stabilného vzťahu hostiteľ – parazit.

## **PUBLIKÁCIE S TEMATIKOU DIPLOMOVEJ PRÁCE**

PAVLE, M., KODRÍK, M., Dutiny 400-ročnej lípy v Budmericiach vydali tajomstvá (1. časť), Včelár, číslo 9/2019, Slovenský zväz včelárov, ISSN 0139-6064

PAVLE, M., KODRÍK, M., Dutiny 400-ročnej lípy v Budmericiach vydali tajomstvá (2. časť), Včelár, číslo 10/2019, Slovenský zväz včelárov, ISSN 0139-6064

PAVLE, M., KODRÍK, M., Monitoring nemanážených včelstiev, e-Newsletter Ústavu včelárstva, číslo 2/2020, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Nitra, Ústav včelárstva v Liptovskom Hrádku, ISSN 2585-9005

REDAKCIA QUARKU (realizujúca rozhovor), PAVLE, M. (respondent), KODRÍK, M. (respondent), Prežijú bez nás?, Quark, číslo 4/2020, Centrum vedecko-technických informácií SR, ISSN 1335-4000

## ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- ALTSCHUL, S. F., MADDEN, T. L., SCHÄFFER, A. A., ZHANG, J., ZHANG, Z., MILLER, W., LIPMAN, D. J. Gapped BLAST and PSI-BLAST: a new generation of protein database search programs. *Nucleic acids research*, 1997, 25.17: 3389-3402
- BALAYIANNIS, G., BALAYIANNIS, P. Bee honey as an environmental bioindicator of pesticides' occurrence in six agricultural areas of Greece. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 2008, 55.3: 462
- BARGAŇSKA, Ź., ŠLEBIODA, M., NAMIEŠNIK, J. Honey bees and their products: Bioindicators of environmental contamination. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 2016, 46.3: 235-248
- BAUER, M., ŠŤASTNÝ, M., GASPER, J., BAUEROVÁ, M. Honey bees in Slovakia. *Slovak Journal of Animal Science*, 2017, 50.4: 149-153
- BRODSCHNEIDER, R., GRAY, A., ADJLANE, N., BALLIS, A., BRUSBARDIS, V., CHARRIÈRE, J.-D., CHLEBO, R., COFFEY, M. F., DAHLE, B., GRAAF, D. C., DRAŹIĆ, M. M., EVANS, G., FEDORIAK, M., FORSYTHE, I., GREGORC, A., GRZEĐA, U., HETZRONI, A., KAUKO, L., KRISTIANSEN, P., MARTIKKALA, M., MARTÍN-HERNÁNDEZ, R., MEDINA-FLORES, C. A., MUTINELLI, F., RAUDMETS, A., RYZHIKOV, V. A., SIMON-DELISO, N., STEVANOVIC, J., UZUNOV, A., VEJSNÆS, F., WÖHL, S., ZAMMIT-MANGION, M., DANIHLÍK, J. Multi-country loss rates of honey bee colonies during winter 2016/2017 from the COLOSS survey. *Journal of Apicultural Research*, 2018, 57.3: 452-457
- COBEY, S., W.; SHEPPARD, W. S.; TARPY, D. R. Status of breeding practices and genetic diversity in domestic US honey bees. *Honey Bee Colony Health: Challenges and Sustainable Solutions*. CRC, Boca Raton, FL, 2012, 39-49
- COROIAN, C. O., MUÑOZ, I., SCHLÜNS, E. A., PANITI-TELEKY, O. R., ERLER, S., FURDUI, E. M., MĂRGHITAȘ, L. A., DEZMIREAN, D. S., SCHLÜNS, H., DE LA RÚA, P., MORITZ, R. F. A. Climate rather than geography separates two European honeybee subspecies. *Molecular ecology*, 2014, 23.9: 2353-2361
- ČAVOJSKÝ, V., HARAGSIM, O., HARAGSIMOVÁ, Ľ., KRESÁK, M., MAČIČKA, M. *Včelárstvo*. 1981, Bratislava: Príroda, 639 s. ISBN 64-092-81

NIETO, A., ROBERTS, S.P.M., KEMP, J., RASMONT, P., KUHLMANN, M., GARCÍA CRIADO, M., BIESMEIJER, J.C., BOGUSCH, P., DATHE, H.H., DE LA RÚA, P., DE MEULEMEESTER, T., DEHON, M., DEWULF, A., ORTIZ-SÁNCHEZ, F.J., LHOMME, P., PAULY, A., POTTS, S.G., PRAZ, C., QUARANTA, M., RADCHENKO, V.G., SCHEUCHL, E., SMIT, J., STRAKA, J., TERZO, M., TOMOZII, B., WINDOW, J., MICHEZ, D. 2014. European Red List of bees. Luxembourg: Publication Office of the European Union. ISBN: 978-92-79-44512-5

DESAI, S. D.; CURRIE, R. W. Genetic diversity within honey bee colonies affects pathogen load and relative virus levels in honey bees, *Apis mellifera* L. Behavioral ecology and sociobiology, 2015, 69.9: 1527-1541

DÉJEANT-PONS, M. The European landscape convention. Landscape Research, 2006, 31.4: 363-384.

DOYLE, J.J. & DOYLE, J.L., 1987: A rapid DNA isolation procedure for small quantities of fresh leaf tissue. Phytochemical Bulletin 19: 11–15

EARL, D. A., VONHOLDT, B. M. STRUCTURE HARVESTER: a website and program for visualizing STRUCTURE output and implementing the Evanno method. Conservation genetics resources, 2012, 4.2: 359-361

MONDET, F., BEAUREPAIRE, A., MCAFEE, A., LOCKE, B., ALAUX, C., BLANCHARD, S., DANKA, B., LE CONTE, Y. Honey bee survival mechanisms against the parasite *Varroa destructor*: a systematic review of phenotypic and genomic research efforts. International Journal for Parasitology, 2020

FLEGR, J. Evoluční biologie. 3. vydanie, 2018, Praha: Academia, 570 s., ISBN 978-80-200-2796-2

GARNERY, L., CORNEUT, J.M., SOLIGNAC, M. 1991. Evolutionary history of the honey bee *Apis mellifera* inferred from mitochondrial DNA analysis. In Molecular Ecology. ISSN 0962-1083, 1992, vol. 1, no.3, p. 145-154

GLAUBITZ, J.C., 2004: CONVERT: A user-friendly software to reformat diploid genotypic data for common used population genetic software packages. Molecular Ecology Notes 4: 309–310

GREGORC, A., EVANS, J. D., SCHARF, M., ELLIS, J. D. Gene expression in honey bee (*Apis mellifera*) larvae exposed to pesticides and *Varroa* mites (*Varroa destructor*). Journal of Insect Physiology, 2012, 58.8: 1042-1049

- GREGORY, P. G., EVANS, J. D., RINDERER, T., DE GUZMAN, L. Conditional immune-gene suppression of honeybees parasitized by Varroa mites. *Journal of Insect Science*, 2005, 5.1
- HEVIA, VIOLETA, BOSCH, J., AZCÁRATE, F. M., FERNÁNDEZ, E., RODRIGO, A., BARRIL-GRAELLS, H., GONZÁLEZ, J.A. Bee diversity and abundance in a livestock drove road and its impact on pollination and seed set in adjacent sunflower fields. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 2016, 232: 336-344
- KUKLIŠOVÁ, J. 2019. Analýza mitochondriálnej DNA a určenie haplotypov slovenskej kranskej včely v šľachtiteľských chovoch: diplomová práca. Nitra : UKF, 2019. 56 s
- MADRAS-MAJEWSKA, B., SKONIECZNA Ł., SOKÓŁ R., MICHALCZYK M., LISOWSKA Ż., OCHNIO L. Health condition of bees inhabiting wild beehives and logs located in the forest districts of North-Eastern Poland. *Биомика*, 2016, 8.1: 48-53
- MEIXNER, M. D., COSTA, C., KRYGER, P., HATJINA, F., BOUGA, M., IVANOVA, E., BÜCHLER, R. Conserving diversity and vitality for honey bee breeding. *Journal of Apicultural Research*, 2010, 49.1: 85-92
- MIKHEYEV, A. S., TIN, M. M. Y., ARORA, J., SEELEY, T. D. Museum samples reveal rapid evolution by wild honey bees exposed to a novel parasite. *Nature communications*, 2015, 6.1: 1-8
- MIKULÍČEK, Peter, 2018. Úvod do molekulárnej ekológie. Prírodovedecká fakulta Univerzity Komenského v Bratislave. ISBN 978-80-223-4405-0
- NAZZI, F., BROWN, S. P., ANNOSCIA, D., DEL PICCOLO, F., DI PRISCO, G., VARRICCHIO, P., VEDOVA, G. D., CATTONARO, F., CAPRIO, E., PENNACCHIO, F. Synergistic parasite-pathogen interactions mediated by host immunity can drive the collapse of honeybee colonies. *PLoS Pathog*, 2012, 8.6: e1002735
- OLIVEIRA, C. G., MARTINEZ, R. A., GAIOTTO, F. A. DNA extraction from bristles and quills of *Chaetomys subspinosus* (Rodentia: Erethizontidae) using a novel protocol. *Genetic and Molecular Research*, 2007, 6: 657-666
- OŤAHEL, J., HRNČIAROVÁ, T., KOZOVÁ, M. Typológia krajiny Slovenska: regionalizácia jej prírodno-kultúrneho charakteru. *Životné prostredie*, 2008, 42.2: 70-76
- PALMER, K. A., OLDROYD, B. P. Evidence for intra-colonial genetic variance in resistance to American foulbrood of honey bees (*Apis mellifera*): further support for the parasite/pathogen hypothesis for the evolution of polyandry. *Naturwissenschaften*, 2003, 90.6: 265-268

- PAVLE, M., KODRÍK, M., Dutiny 400-ročnej lipy v Budmericiach vydali tajomstvá (1. časť), Včelár, číslo 9,10/2019, Slovenský zväz včelárov, ISSN 0139-6064
- PAVLE, M., KODRÍK, M., Dutiny 400-ročnej lipy v Budmericiach vydali tajomstvá (2. časť), Včelár, číslo 9,10/2019, Slovenský zväz včelárov, ISSN 0139-6064
- PAVLE, M., KODRÍK, M., Monitoring nemanážených včelstiev, e-Newsletter Ústavu včelárstva, číslo 2/2020, Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum Nitra, Ústav včelárstva v Liptovskom Hrádku, ISSN 2585-9005
- PRITCHARD, J.K., STEPHENS M., DONNELLY P., 2000. Inference of population structure from multilocus genotype data. *Genetics* 155:945–959
- QUIGLEY, T. P.; AMDAM, G. V.; HARWOOD, G. H. Honey bees as bioindicators of changing global agricultural landscapes. *Current opinion in insect science*, 2019, 35: 132-137
- REQUIER, F., PAILLET, Y., LAROCHE, F., RUTSCHMANN, B., ZHANG, J., LOMBARDI, F., SVOBODA M., STEFFAN-DEWENTER, I. Contribution of European forests to safeguard wild honeybee populations. *Conservation Letters*, 2020, 13.2: e12693.
- SEELEY, T. D. *Following the Wild Bees*. 2016, Princeton: Princeton University Press, 164 s. ISBN 978-0-691-17026-8
- SEELEY, T. D. Life-history traits of wild honey bee colonies living in forests around Ithaca, NY, USA. *Apidologie*, 2017, 48.6: 743-754
- SEELEY, T. D.; MORSE, R. A. Nest site selection by the honey bee, *Apis mellifera*. *Insectes Sociaux*, 1978, 25.4: 323-337
- SEELEY, T. D.; MORSE, R. A. The nest of the honey bee (*Apis mellifera* L.). *Insectes Sociaux*, 1976, 23.4: 495-512
- SEELEY, T., D. *The Lives of Bees: The Untold Story of the Honey Bee in the Wild*. 2019, Princenton, New Jersey, Princenton University Press, ISBN 978-0-691-16676-6
- SZABÓ, I. Fungi associated with Branch Dieback and Canker of *Robinia pseudoacacia*. *Folia Oecologica (Slovak Republic)*, 2000
- ŞAHIN, M. D., AYBEK, E. C. Jamovi: an easy to use statistical software for the social scientists. *International Journal of Assessment Tools in Education*, 2019, 6.4: 670-692.
- TAMURA, K., DUDLEY, J., NEI, M., KUMAR, S. MEGA4: molecular evolutionary genetics analysis (MEGA) software version 4.0. *Molecular biology and evolution*, 2007, 24.8: 1596-1599

- TARPY, D. R. Genetic diversity within honeybee colonies prevents severe infections and promotes colony growth. *Proceedings of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 2003, 270.1510: 99-103
- UZUNOV, A., BÜCHLER, R., BIENEFELD, K. Performance testing protocol. *A Guide for European Honey Bee Breeders*, 2015
- VALACH, M., DUBCOVÁ, A.. Vplyv energetiky na životné prostredie Hornonitrianskeho regiónu. *Geografické informácie*, číslo 1, 2013, ISSN 1337-9453
- YEH, F. C., YANG, R. C., BOYLE, T. B. J., YE, Z. H., MAO, J. X., YEH, F.C., YANG, R. C., YE, Z. H., YANG, R., BOYLE, T., YE, Z. 1997. POPGENE, the user-friendly shareware for population genetic analysis.
- Zákon č. 369/1990 Zb. o obecnom zriadení
- Zákon č. 138/1991 Zb. o majetku obcí
- Zákon č. 49/2002 Z. z. o ochrane pamiatkového fondu
- Zákon č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny
- ZHANG, Y., ZHANG, H., YANG, Z., SUN, J., DIANE, CH. Snowball Effect of User Participation in Online Environmental Communities: Elaboration Likelihood under Social Influence. *International journal of environmental research and public health*, 2019, 16.17: 3198
- ŽDÁREK, J. *Hmyzí rodiny a státy*. Academia, 2013, 582 s. ISBN 978-80-200-2225-7