

VYUŽITÍ ÚLOVÝCH

**VAH**

**A ČIPOVÁNÍ**

**DĚLNIC RFID ČIPY**

**KE ZJIŠTĚNÍ**

**VLIVU INTENZIVNÍHO**

**ZEMĚDĚLSTVÍ NA**

**VČELY**

**A ČMELÁKY**



ISBN 9788087196526



9 788087 196526

VÝZKUMNÝ  
ÚSTAV  
VČELÁŘSKÝ

ČZU  
FAKULTA  
AGROBIOLOGIE

2024

CERTIFIKOVANÁ  
METODIKA

## **Certifikovaná metodika**

### **Využití úlových vah a čipování dělnic RFID čipy ke zjištění vlivu intenzivního zemědělství na včely a čmeláky**

Řešiteli projektu jsou Česká zemědělská univerzita v Praze – Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů a Výzkumný ústav včelařský, s.r.o.

#### **Autoři:**

doc. Ing. Jan Kazda CSc., doc. Ing. Jan Bartoška Ph.D., Ing. Aneta Bokšová,  
Ing. Martina Stejskalová, RNDr. Jan Raška Ph.D., Ing. Dalibor Titěra, CSc,  
Ing. Vojtěch Purnoch, MVDr. Martin Kamler, Ing. Taťána Halešová, Ing. Hana Vavřinová.



## **Cíl metodiky:**

V metodice je popsána technická charakteristika monitorovacího zařízení pro včelí a čmeláčí úly pro sledování individuálních včel, resp. čmeláků. Zařízení se skládá z čipu pro označení dělnic, čteček čipů, úlových vah a dálkového přenosu dat. Dále je uveden přístup pro používání softwaru na zpracování dat a využití webových stránek k objektivnímu vyhodnocování aktuálního stavu počasí na chování včel a čmeláků.

## **Předpokládané využití metodiky:**

Podle metodického postupu popsaného v metodice bude možno objektivně posuzovat změny v chování včel a čmeláků, mortalitu a velikost denní snůšky v souvislosti se změnami v krajinně způsobenými zásahy člověka i přirozenými vlivy. Dle chování označených jedinců lze usuzovat na chování dalších volně žijících zástupců opylovačů. Tyto poznatky se mohou stát podkladem pro rozhodování orgánů státní správy ohledně ochrany opylovačů. Vzhledem k možnosti sledování údajů on-line je možno do sledování zapojit i širokou veřejnost. Získané znalosti budou přínosné i pro včelaře, kterým se umožní instalací na několika úlech sledovat reakci včel na zásahy v okolí mnohem rychleji a včas reagovat na případnou otravu než dříve. Záznamy chování pomohou objasnit i případné otravy.

## **Klíčová slova**

RFID, včela medonosná, monitoring včel, úlové váhy, letová aktivita

## **Obsah**

1. Úvod	3
2. RFID	3
3. Úlové váhy	5
4. Instalace monitorovacího zařízení	6
5. Zpracování dat	11
6. Interpretace dat	13
7. Možnosti využívání získaných dat	18
8. Závěr	19
9. Srovnání nového postupu	19
10. Popis uplatnění metodiky	19
11. Ekonomické aspekty	19
12. Použité zdroje a další užitečné odkazy	20
13. Oponenti	22
14. Dedikace	22

## 1. Úvod

Včely, jakožto skupina hmyzu, jsou pro vědecký výzkum a zejména pak pro aplikovanou ekologii potenciálně velmi vhodným indikátorem prostředí. To zahrnuje jak přírodní, tak i antropogenní změny. Mnohé ze včel reagují na změny v prostředí prakticky okamžitě, proto mohou být využity pro sledování krátkodobých i dlouhodobých stresorů na biotu. Jejich taxonomická rozmanitost navíc velmi dobře odráží celkovou kvalitu ekosystému v dané oblasti.

Jednou z možností, jak monitorovat změny ve včelím chování, je pozorovat jejich aktivitu při sběru potravy. Právě potrava totiž představuje jednu z cest ke kontaminaci kolonie, včely létavky s ní přicházejí do kontaktu jako první a jsou logicky také první vystaveny pesticidním látkám, těžkým kovům nebo patogenům, které se mohou na zdrojích potravy vyskytovat. Mnohé práce ukázaly, že právě takovéto stresory mohou vést ke změnám chování v letové aktivitě opylovačů. Je třeba studovat i to, jak bude včelstvo reagovat na jiné disturbance, jako je změna druhové skladby porostů v prostředí nebo přesuny včelstev při opylovací službě nebo za zdroji potravy. Je tedy patrné, že počet a délka letů včel může být pro hlubší poznání stavu ekosystémů klíčové. Můžeme tak pomoci a lépe porozumět nejen včele medonosné, ale i celému spektru opylovačů naší krajiny.

Pro tento úkol byla v projektu SS03010178-V1 zvolena kombinace dvou technologií. Monitoring pomocí radiofrekvenčních identifikátorů společně s úlovými váhami. V kombinaci s daty o počasí v dané lokalitě tak vznikly rozsáhlé soubory informací vypovídajících o lokálních podmínkách.

## 2. RFID

RFID je zkratkou radiofrekvenčních identifikátorů. Základ technologie tvoří pasivní čip, anténa a snímač. Anténa vyšle rádiový signál na určité frekvenci k čipu a propůjčí mu tak energii. Krátkodobě nabitý čip vyšle pomocí modulovaného signálu informaci zpět snímači. Poslanou informaci je většinou unikátní číslo daného čipu, který snímač zachytí a uloží společně s časem, ve kterém k propojení došlo. Radiofrekvenční identifikátory se rozdělují dle frekvence na LF, HF a UHF. Pro účely projektu byly využity UHF identifikátory. Technologie UHF RFID pracuje s frekvencí 860 až 960 MHz.

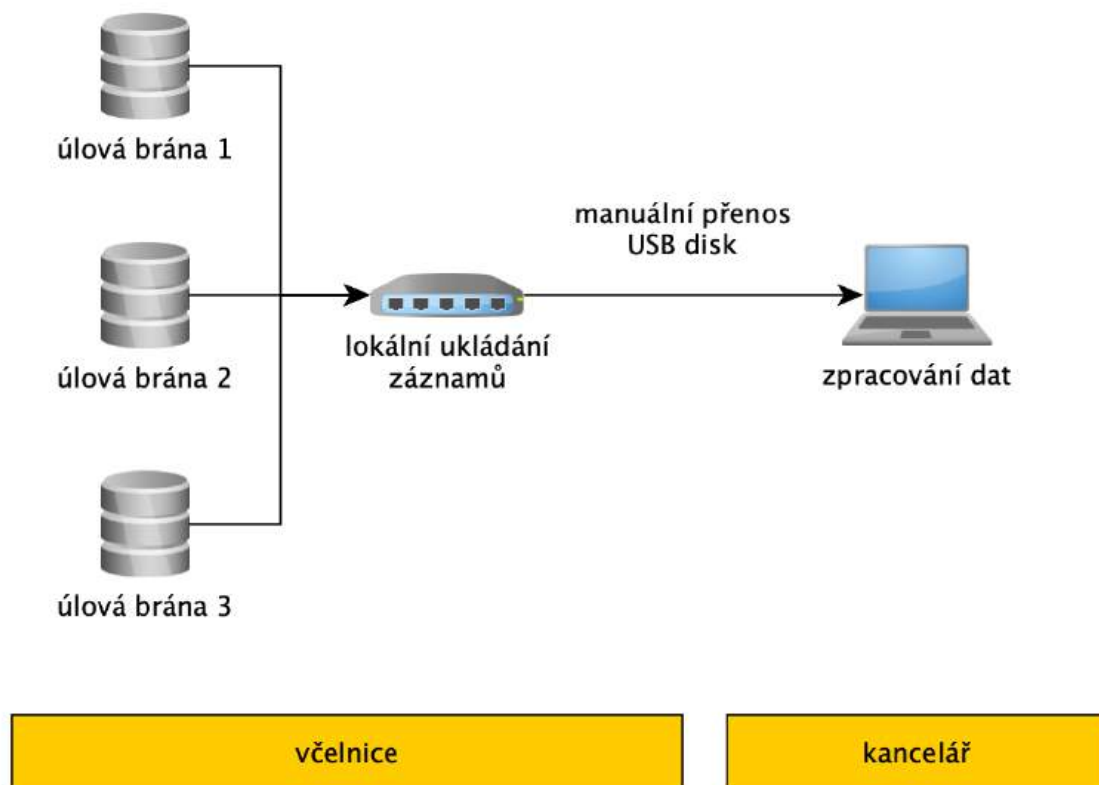
### 2.1 Čipy

Použitá technologie UHF RFID umožňuje efektivní čtení čipů přibližně do vzdálenosti tří centimetrů. Na delší vzdálenost je schopnost zachytu horší. Využité čipy (obchodní název: Mini-transpondér mic3®Q1.6) jsou novou generací čipů a jsou (2023) jedny z nejmenších volně dostupných RFID čipů na světě. Čipy o rozměrech 1,6 x 1,6 x 0,4 mm byly speciálně navrženy společností Microsensus pro označování včel a dalších malých zvířat. Každý čip nese celosvětově unikátní číslo. Paměťová kapacita čipu je 64 bitů pro čtení. Čipy odolají

teplotám od  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  -  $+200\text{ }^{\circ}\text{C}$  mají transpondéry mic3® dostatečnou paměťovou kapacitu a deklarovanou vysokou spolehlivost.

## 2.2. Čtečky

K čipům výše popsaným čipům jsou kompatibilní integrované čtečky IID®controller (rovněž od firmy Microsensis) pro sběr dat se softwarem pro monitorování senzorů s 1 GB RAM a 2 anténními výstupy. Data se ukládají na USB disk. Ten lze ze zařízení vyjmout a data přesunout do počítače. Naměřená data jsou ve formátu csv, další zpracování popisuje kapitola 5. Práce s daty.



Obr. 1 Schéma sběru dat o letové aktivitě včel



Obr. 1a včela se starým čipem



Obr. 1b včela s novým čipem

### 3. Úlové váhy

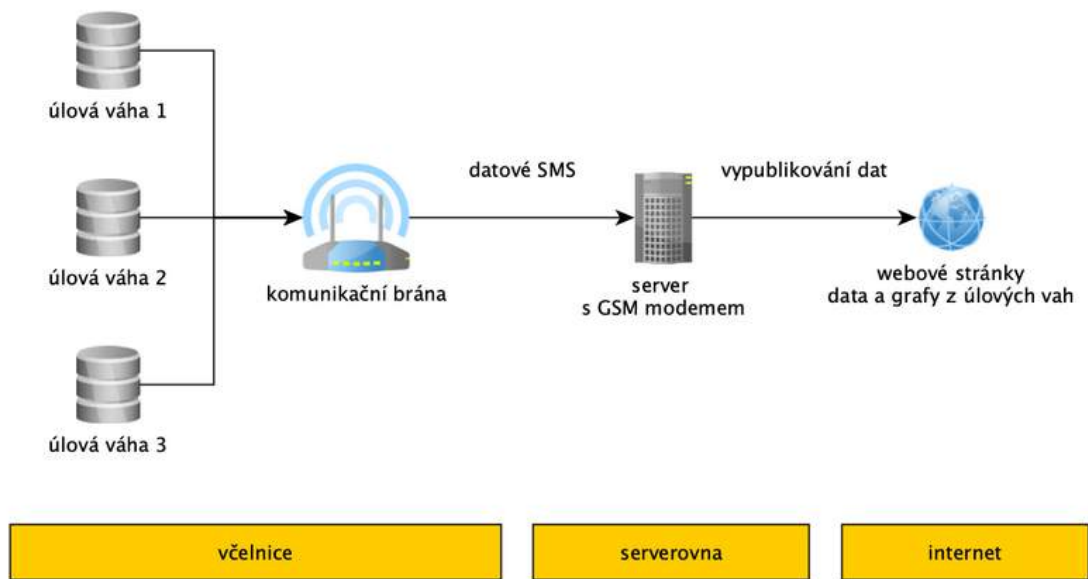
Z řady dostupných úlových vah byly pro monitoring v našem projektu použity úlové váhy Apis Digital 501G. Tyto váhy odesílají data bezdrátovým přenosem pomocí GSM sítě přímo do mobilu nebo počítače. Lze se k nim však zároveň připojit i kabelem. Výrobce deklaruje výdrž baterie minimálně na 10 let provozu.

Váha pracuje zcela automaticky. Interval měření lze nastavit od 1 do 24 hodin, interval odesílání dat od 1 do 7 dnů nebo lze odesílání úplně vypnout. Mobil či počítač přijatá data zpracuje a zobrazí je ve formě grafů a číselných tabulek. Nastavení parametrů váhy na vzdáleném stanovišti lze provádět buď na dálku, anebo přímo na stanovišti po připojení pomocí kabelu.

Váha záměrně nepoužívá ke své činnosti připojení přes internet a tím ani žádný internetový server. Data se odesílají přímo pomocí SMS. Došlé SMS jsou přečteny, v nich uložená data rozbalena a zpracována.

Váhy jsou vyrobeny z nerezů a veškerá elektronika je chráněna tak, aby mohla být celoročně a dlouhodobě umístěna pod úlem ve venkovním prostředí.

Váhu lze na dálku vytárovat a nastavit časové intervaly snímání hmotnosti. Průběžně lze tedy sledovat úbytek nebo přírůstek hmotnosti od zvoleného počátku.



Obr. 2 Schéma sběru dat z úlových vah

## 4. Instalace monitorovacího zařízení

### 4.1 Instalace RFID bran a příslušenství

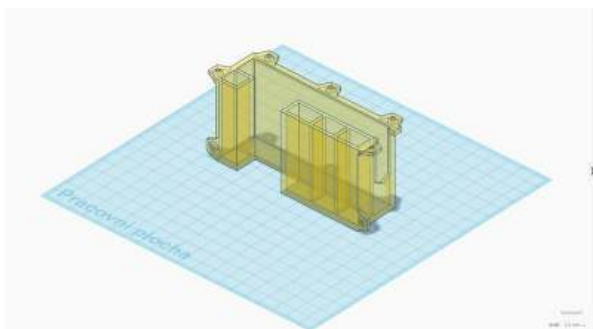
Vchod do úlu musí být vhodně upraven pro instalaci snímačů. Osvědčily se dvojice čteček podle kapitoly 2.2 umístěné do zařízení nazvaného RFID brána. Použití pouze jednoho zařízení by ve vrcholné sezóně nemuselo stačit propustit všechny létavky v obou směrech a mohlo by dojít i k ovlivnění chování včelstva. Zdvojené zařízení na letáku monitorovaného úlu plně vyhovuje. Musí zakrývat celé česno. Je vyloučeno, aby úl měl ještě očko nebo jiný otvor. Včely se pohybují chodbičkou brány, tak aby nemohly minout žádný z obou snímačů. Očipovaná včela prochází pod snímači, přičemž zařízení registruje pořadí snímačů, takže je zřejmé, zda včela vchází dovnitř, či vychází ven.



Obr. 3 Monitorované úly s RFID branami

Brány se propojí pomocí unikátních koaxiálních kabelů s řídicím počítačem umístěným v dosahu el. sítě 230 V. Výsledná data až 16 snímačů si systém sám zpracuje, záznam pak obsahuje čísla bran, časy příletů, odletů nebo chybná hlášení. Data se musí manuálně nahrát z flash disku do počítače. Objemy dat za den jsou v řádu desítek kB. Přerušení napájení neznamená poškození průběžně uložených dat. Při obnově napájení systém pokračuje ve snímání, přičemž systém Microsensys má systémový čas, na rozdíl od jiných vyzkoušených systémů (např. e-Chain nebo Speedway reader), kde se musí počáteční čas zaznamenat a data přepočítat.

Pokud použijeme omezený počet bran střídavě na více úlech nebo stanovištích, je výhodné v době, kdy včelstva nejsou monitorována, ponechat vzhled česna stále ve stejné podobě. K tomu se hodí makety bran vyrobené metodou 3D tisku.



Obr. 4 Kontrolní zobrazení tiskového pokynu pro 3D tiskárnu k výrobě makety RFID brány do česna úlu



## 4.2 Aplikace RFID čipů na včely. Před a poaplikační péče o včely.

Včely vhodné pro aplikaci čipu odebíráme přímo z úlu pomocí exhaustoru na hmyz. Vybíráme mladé jedince nebo jedince nově se líhnoucí. Ty poznáme dle jejich šedavého zbarvení nebo je přímo pozorujeme při vylíhnutí z plástu. Pomocí exhaustoru nasáváme opatrně, pokud nasáváme pomocí úst, dýcháme rýznými jednotlivými nádechy. Nikdy do exhaustoru nedýcháme nazpět. Vydechovaný vzduch včely rozžučí (reakce na CO<sub>2</sub>).

Odběr musí probíhat rychle a bez zbytečného odkladu. Provádíme ho zpravidla za světla, kdy je nejstarší část populace včela mimo úl. Chycené jedince je před samotnou aplikací čipu třeba uspat nebo dostatečně zpomalit, aby se při čipování nebránili a nezpůsobili si tak újmu na zdraví. Čipovat včely bez anestezie nedoporučujeme. Pokud je včela při vědomí, snaží se aktivně si čip sundat.

Pro anestezii je třeba včelu podchladiť. Zchlazení nesmí být rapidní a nesmí trvat déle než několik minut. Při opatrném postupu a monitoringu včelí aktivity během zchlazování je možné docílit stejného výsledku jako u narkotizace pomocí CO<sub>2</sub>. Včely je nutné při zchlazování průběžně kontrolovat a reagovat na jejich aktuální stav. Není možné přesně určit teplotu ani čas pro optimální postup. Včely budou vždy reagovat mírně odlišně. Oxid uhličitý, z preventivních důvodů není možné doporučit, jelikož existuje podezření na vliv oxidu uhličitého na včelí paměť. Čmeláci se navíc z CO<sub>2</sub> navozeného kómatu probouzejí velice obtížně.



Obr. 5a, 5b Odběr včel pro čipování

Pojivo fixující čipy na tělech jedinců musí být kvalitní, protože očipovaná včela v závislosti na svém věku může setrvat uvnitř hnízda ještě mnoho dní a tím zvyšovat pravděpodobnost, že čip odpadne od těla ještě dříve, než se včela stane létavkou. Při experimentech bylo pro fixaci

čipu využito lepidlo na bázi šelaku (Lepidlo na značky na včelí matky, výrobce: Výzkumný ústav včelařský, s. r. o.). Používání acetonové barvy používané běžně na označování matek (NICEL, CELOX) nemůžeme pro lepení čipů doporučit. Při experimentech se barva ukázala jako méně spolehlivá pro fixaci čipu na těle včely.

Aplikaci kapky pojiva provádíme drobným předmětem (hlavička špendlíku, naostřené dřevěné párátko), v případě polních podmínek úzkým stéblem trávy. Při aplikaci musíme mít na paměti expanzi pojiva do stran. Za žádných okolností se nesmí lepidlo dostat do kontaktu s křídly nebo hlavou jedince.

Čip musí být umístěn vždy na horní straně toraxu jedince, tak aby se nedotýkal křídel, zadní části hlavy ani začátku abdomenu. Je třeba dbát zvýšené opatrnosti při jeho přitlačení na tělo jedince. Větší síla rozprostře pojivo do tenčí vrstvy, která má menší pevnost a zároveň se může přebytečné pojivo dostat k důležitým částem těla. Nedostatečná síla naopak způsobuje špatné přilnutí čipů na tělo, kdy pojivo efektivně drží jen malou část čipu a ten má tendenci odpadávat při kontaktu, například když se včela otře o stěnu úlu nebo prochází škvírou ve dřevě.

Po aplikaci je třeba nechat očipovaného jedince odpočinout. To zaručí zotavení se z narkózy a zatuhnutí pojiva. Včela by neměla být v žádné fázi vystavena přímému světlu nebo příliš horkému prostředí. Zvláště v letních měsících nastává nebezpečí, že omámené jedince velice rychle zabijeme tím, že je přehřejeme. Po probuzení musí mít jedinci možnost napít se silného roztoku cukru a vody nebo medu. Ochlazená včela při zahřívání těla po probuzení spálí velké množství energie, které musí doplnit ihned. To je nezbytné nejen k jejich zotavení, ale zároveň k lepšímu přijetí jedince zpět do kolonie.



Obr. 5c Krmení čipovaných včel

Včely před dovršením určitého stáří jen zřídka opouštějí úl na delší lety, proto není možné ještě určitou dobu po aplikaci čipu spatřit označené jedince na záznamu z přístroje.

### 4.3 Instalace a provoz vah

Úlové váhy nabízí řada výrobců i prodejců. Lze použít například systém Apis Digital <https://www.apisdigital.cz/> .

Váhy instalujeme podle návodu výrobce.

Je velmi důležité, aby úlové podstavce byly pevné, jinak dochází ke zkreslení dat, zejména při sledování časového průběhu. Dřevěné trámky mohou vlivem vlhkosti pracovat. Osvědčily se kovové stojany s posuvnými nohami se zátěží v podobě standardních betonových dlaždic 40 x 40 x 5 cm resp. 40 x 60 x 5 cm. Ochrana proti větru se dá realizovat lehkou konstrukcí ze svařené betonářské kari sítě a plachty. Je třeba mít na paměti, že také dešťové, případně sněhové srážky mohou naměřenou hmotnost ovlivňovat.



Obr. 6a, 6b

Úlové váhy na zatížených a před větrem chráněných stojanech

Několik úlových vah může být spřaženo do jedné komunikační brány, která přes SMS posílá levně naměřená data do serveru tvořeného počítačem s OS Windows a modemem se SIM kartou.

Z datových SMS se složí kontinuální řada záznamů, které odpovídají hmotnosti na jednotlivých vahách.

Server publikuje zpracovaná data na zvolený webový server ve formě grafických a datových výstupů.

## 5. Zpracování dat

### 5.1 Letová aktivita

Zpracování dat o letové aktivitě včel je řešeno v podobě programu zahrnujícím speciálně vyvinuté algoritmy. Program vytvořila Ing. Hana Vavřinová z týmu doc. Jana Bartošky a interaktivní rozhraní je přístupné na webovém portálu Včelstva online (<http://vcelstva.czu.cz/>).

ID snímáče	ID čipu	Počet záznamů	První	Poslední	
200421	25SQCMICSBB095E00A49C	2	1.1.2023 12:19:01	1.1.2023 12:21:32	Záznamy
200421	25SQCMICSBB101100A490	6	1.1.2023 11:21:36	1.1.2023 11:53:30	Záznamy
200421	25SQCMICSBB132000A4AD	4	1.1.2023 11:52:40	1.1.2023 12:25:34	Záznamy
200421	25SQCMICSBB2CDB00A4A8	5	1.1.2023 11:14:53	1.1.2023 11:38:33	Záznamy

Obr. 7 Vzorové primární záznamy o průchodech pro jednotlivé čipy (printscreen z webového portálu Včelstva Online (<http://vcelstva.czu.cz/>)):

### Sběr a zpracování dat z letové aktivity včel

Záznamy o průchodech jednotlivých včel s čipy česnovými branami jsou ukládány ve formátu csv (*Comma Separated Values* dle standardu <https://www.ietf.org/rfc/rfc4180.txt>) a obsahují identifikátory čipů a k nim naměřené záznamy. Generování souborů je zajištěno softwarem, který je poskytován výrobcem bran a čipů pro měření aktivity malých živočichů. Záznamy se skládají z času měření, směru průchodu a antén, nebo antény, která daný záznam zachytila. Každý záznam se vytváří na základě pořadí průchodu včely branou s anténou 1 a anténou 2. Podle toho, ve kterém pořadí prošla včela branou, se zapisuje směr průchodu (typy záznamů: *departing*, *arriving*). Data ovšem také obsahují záznamy po sobě následujících totožných směrů, nebo případy, kdy včela prošla pouze jednou branou (typ záznamu: *unknown*). Aby se data nemusela vynechávat a bylo možné využít maximum naměřených dat, byl vyvinut algoritmus pro zpracování dat, kterým je možné určit dobu pobytu včely vně úlu i v případě nestandardních záznamů. Tuto dobu lze počítat z dvojice směrů odletu a příletu. Nicméně záznamy obsahují

velké množství dat, které není možné přímo spárovat, a proto algoritmus zohledňuje vynechané hodnoty a určuje interpretaci záznamů podle následující tabulky:

Tabulka 1 Interpretace záznamů

Pořadí dat	1. scénář	2. scénář	3. scénář	4. scénář	5. scénář	6. scénář
0	departing	departing	departing	departing	arriving	arriving
1	arriving	unknown	unknown	departing	unknown	arriving
2		unknown	unknown		unknown	
3		arriving	departing		arriving	
<b>Užití záznamů</b>	arriving departing	arriving departing	unknown departing	departing departing	arriving unknown	arriving arriving

Uvedená pravidla a algoritmus jsou implicitní součástí SW řešení na straně webového portálu Včelstva Online a jsou k dispozici na adrese: <https://vcelstva.czu.cz/activity/>.

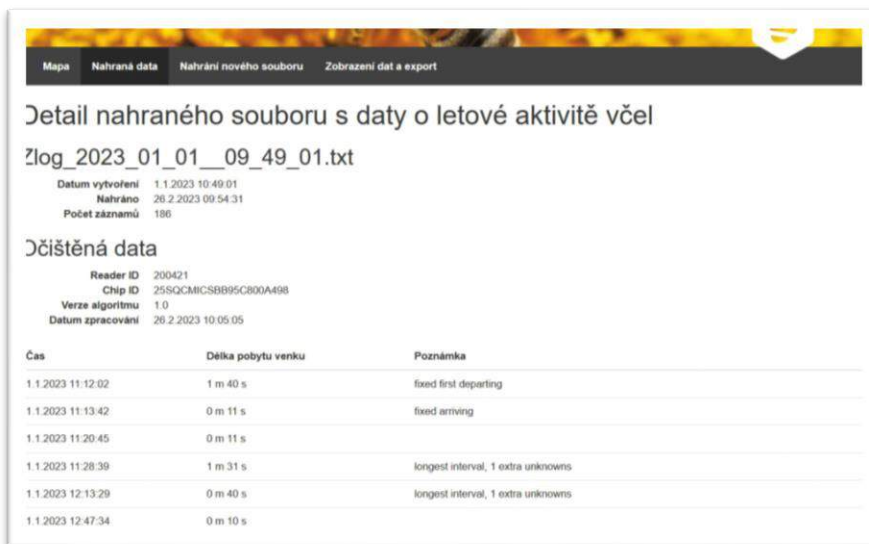
### Algoritmus pro zpracování a vyhodnocení dat – popis

Záznam může obsahovat směr průchodu včely pro její odlet (typ záznamu: *departing*) a přílet (typ záznamu: *arriving*), z čehož vyplývá, že včela prošla oběma branami, což je patrné ze sloupců 1 a 2 v uvedené tabulce. V případě neurčení směru (typ záznamu: *unknown*), prošla včela pouze jednou branou – tyto záznamy však není vhodné zcela vynechat, nezpracovat, a to z důvodu ztráty nasbíraných dat. Včela se může před vylétnutím z úlu procházet po česnu, nebo obejít jednu z bran. V daném případě se místo příletu (typ záznamu: *arriving*) páruje k odletu (typ záznamu: *departing*) nejbližší neznámá hodnota (typ záznamu: *unknown*) a vypočítává se jejich rozdíl jako doba pobytu venku a jedná se o sloupec 3 v uvedené tabulce. Jestliže jsou zaznamenány dva přílety (typ záznamu: *arriving*) po sobě a mezi nimi se vyskytují neznáme hodnoty, vypočítává se nejdelší interval mezi hodnotami. Jedná se o scénář 5 v uvedené tabulce. V případě, že následuje dvakrát po sobě totožný směr, počítá se rozdíl v čase mezi nimi, jelikož průchod včely opačným směrem zřejmě nebyl zaznamenán. Případy se nacházejí ve sloupcích 4 a 6, tj. scénáře v uvedené tabulce.

## 6. Výsledky a interpretace dat

### 6.1 Letová aktivita

Délky letu jednotlivých včel jsou zobrazovány na portálu u detailu nahraného souboru vždy pro jednotlivé čipy, jak je vidět na dalším uvedeném obrázku. V případě, že v záznamech aktivity jedné včely nenásledovaly po sobě, tj. odlet a přilet, je k délce pobytu venku připsána poznámka, jak byla doba vypočítána. Níže uvedená poznámka „*fixed first departing*“ (první odlet je fixní) odkazuje ke scénáři 3 ve výše uvedené tabulce. Další poznámka „*fixed arriving*“ (fixní přilet) se vztahuje ke scénáři 5. Poznámka „*longest interval, 1 extra unknowns*“ (nejdelší interval, 1 neznámý záznam navíc) patří ke scénáři 2. Poznámky tedy doplňují vyhodnocení letové aktivity včel o informaci, že záznamy o přiletu a odletu nepřišly ze čtecí brány na úlu po sobě, ale vyskytuje se mezi nimi určitý počet neznámých směrů letu včely (záznamy typu: *unknown*) – tento fakt bere uvedený algoritmus v úvahu a provádí vhodnou korekci (viz výše uvedený text). Uvedené SW řešení je určeno pro další výzkum včel pod záštitou FAPPZ ČZU v Praze a jeho vývoj dále probíhá.



Detail nahraného souboru s daty o letové aktivitě včel

žlog\_2023\_01\_01\_09\_49\_01.txt

Datum vytvoření 1.1.2023 10:49:01  
Nahráno 26.2.2023 09:54:31  
Počet záznamů 186

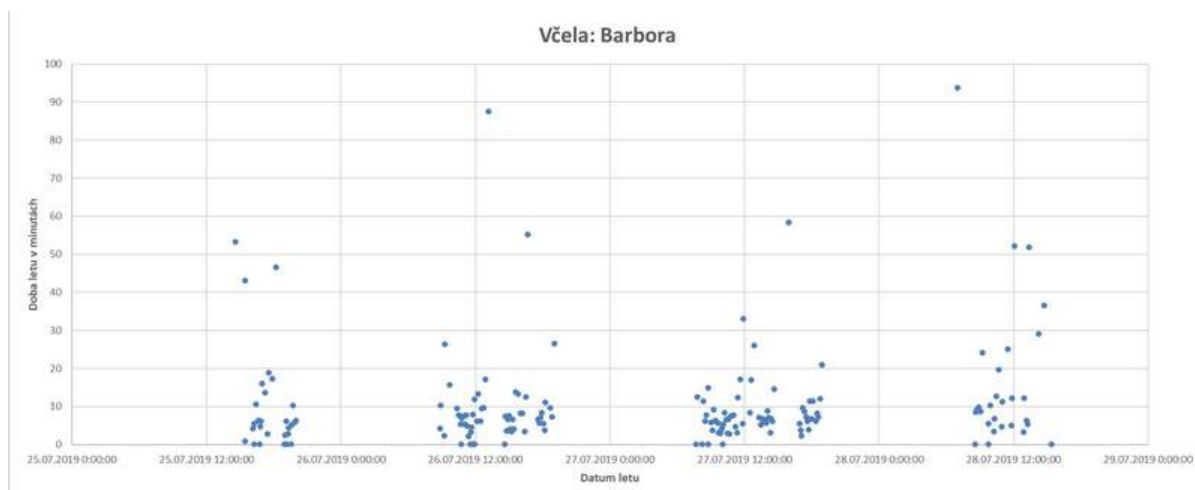
Očištěná data

Reader ID 200421  
Chip ID 25SQCMCSB895C800A498  
Verze algoritmu 1.0  
Datum zpracování 26.2.2023 10:05:05

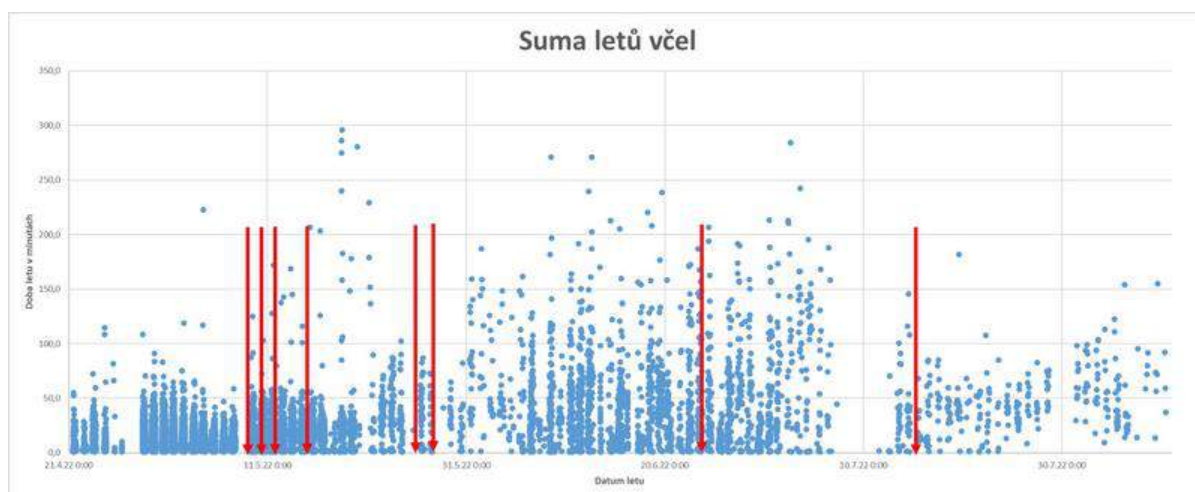
Čas	Délka pobytu venku	Poznámka
1.1.2023 11:12:02	1 m 40 s	fixed first departing
1.1.2023 11:13:42	0 m 11 s	fixed arriving
1.1.2023 11:20:45	0 m 11 s	
1.1.2023 11:28:39	1 m 31 s	longest interval, 1 extra unknowns
1.1.2023 12:13:29	0 m 40 s	longest interval, 1 extra unknowns
1.1.2023 12:47:34	0 m 10 s	

Obr. 8 Záznamy po zpracování primárních dat.

Z takto získaných očištěných dat můžeme vytvořit grafické výstupy pro zobrazení celoživotní aktivity jednotlivé včely (obr. 9) nebo aktivity včelstva, případně více včelstev na stanovišti (obr. 10).



Obr. 9 Příklad zobrazení čtyřdenní aktivity typické létavky, většina letů trvá do 20 minut



Obr. 10 Příklad zobrazení letové aktivity včel na stanovišti Červené Janovice. Červenými šipkami jsou znázorněny aplikace postřiků kvetoucího porostu řepky. Dny s nižší letovou aktivitou korelují s chladným počasím. Postřik se nijak neprojevil.

Zobrazením letové aktivity čipovaných včel jsme získali obraz základní podoby aktivit včelstev, na jehož podkladě bude možno vyhodnocovat méně nebo více kontrastní změny způsobené různými sledovanými faktory, mj. aplikaci POR.

## Další uplatnění dat

### Délka života včel s čipem

Malá část včel létá s čipem jen krátkou dobu 1 – 3 dny. Možná zahyne v důsledku manipulace při označování nebo čip ztratí. Většina včel létá s čipem 5 – 15 dní a zhruba třetina včel létá

s čipem déle než 20 dní. Poměrně běžně se včely s čipem objevují v seznamu i po 30 dnech a rekordní délky pozorování u jedné včely byly 42 a 43 dní.

Výsledky ukázaly, že tato metoda je pro další sledování včel využitelná.

### **Délka pobytu včel mimo úl**

Při našem testování bylo přibližně 20 % letů krátkých, což byly lety do 10 minut. Ty zahrnují orientační lety mladušek, lety hygienické (defekace) a některé aktivity na letáku úlů, které mohou prezentovat činnosti klimatizační (větrání), strážní, úklidové a další.

Druhým typem letů byly lety delší. Ty nejdelší zahrnují lety pátraček (angl. scout bees) hledajících v terénu zdroje potravy, o nichž jsou v úlu informovány létavky nosičky (forager bees). Většina letů (60 %) měla modus kolem 22 minut, tedy do vzdálenosti kolem 1800 metrů. Jsou to lety transportní, snůškové, zahrnující sběr vody, nektaru a pylu.

### **Celková aktivita včel na stanovišti**

Data získaná za pomoci této metodiky umožňují zobrazit letovou aktivitu v potřebném časovém období. Je-li třeba, může se korelovat s průběhem zmíněných meteorologických charakteristik.

### **Vliv aplikace fungicidů na pole kvetoucí řepky na letovou aktivitu včel**

Na lokalitě Červené Janovice byl vyhodnocen vliv aplikace fungicidů (Tab.2) do kvetoucí řepky, která byla pěstována v bezprostřední blízkosti stanoviště včelstev – obr.8.

Tabulka 2

Lokalita	Plocha	Přípravek	Dávka	Účinná látka	Termín aplikace
Mrskov	27,74 ha	Pictor	0,5 l/ha	boscalid, dimoxystrobin	15.5.2022
Zrcadlo	29,7 ha	Pictor	0,5 l/ha	boscalid, dimoxystrobin	15.5.2022
Habřina	23,7 ha	Mollis	1 l/ha	azoxystrobin, difekonazol, tebukonazol	22.5.2022

Přehled letů před postřikem (14.5.), v den postřiku (15.5.) a po postřiku (16.5.) po aplikaci přípravku Pictor. Celkem bylo sledováno 22 označených včel. Všechny včely létaly uvedené tři dny (Tab.3). Počasí ve všech třech dnech let včel neovlivňovalo.



Tabulka 3

Datum	Počet letů	Délka letu (hod)	Průměrný let (s)
14.05.2022	315	75,9	866
15.05.2022	350	83,8	862
16.05.2022	336	86,9	931

Aplikace přípravku Pictor neměla vliv na letovou aktivitu včel ani na úhyn včel. Přehled letů před postřikem (21.5.), v den postřiku (22.5.) a po postřiku (23.5.) po aplikaci přípravku Mollis. Celkem bylo sledováno 8 označených včel. Všechny včely létaly uvedené tři dny (Tab.3). Počasí ve všech třech dnech let včel neovlivňovalo.

Tabulka 4

Datum	Počet letů	Délka letu (hod)	Průměrný let (s)
21.05.2022	43	9	762
22.05.2022	70	28,3	1456
23.05.2022	62	41,2	2311

Po aplikaci přípravku Mollis se výrazně prodloužila průměrná doba letu včel. Včely mohly být ovlivněny postřikem a hůře hledaly cestu do úlu nebo změnilly zdroj potravy. Vyloučení stochastické variability si žádá další zkoumání.

Na základě podobných zjištění by se do budoucna mohlo pěstitelům doporučovat výběr přípravků, které méně ovlivňují chování včel při stejné biologické účinnosti na škodlivý organizmus.

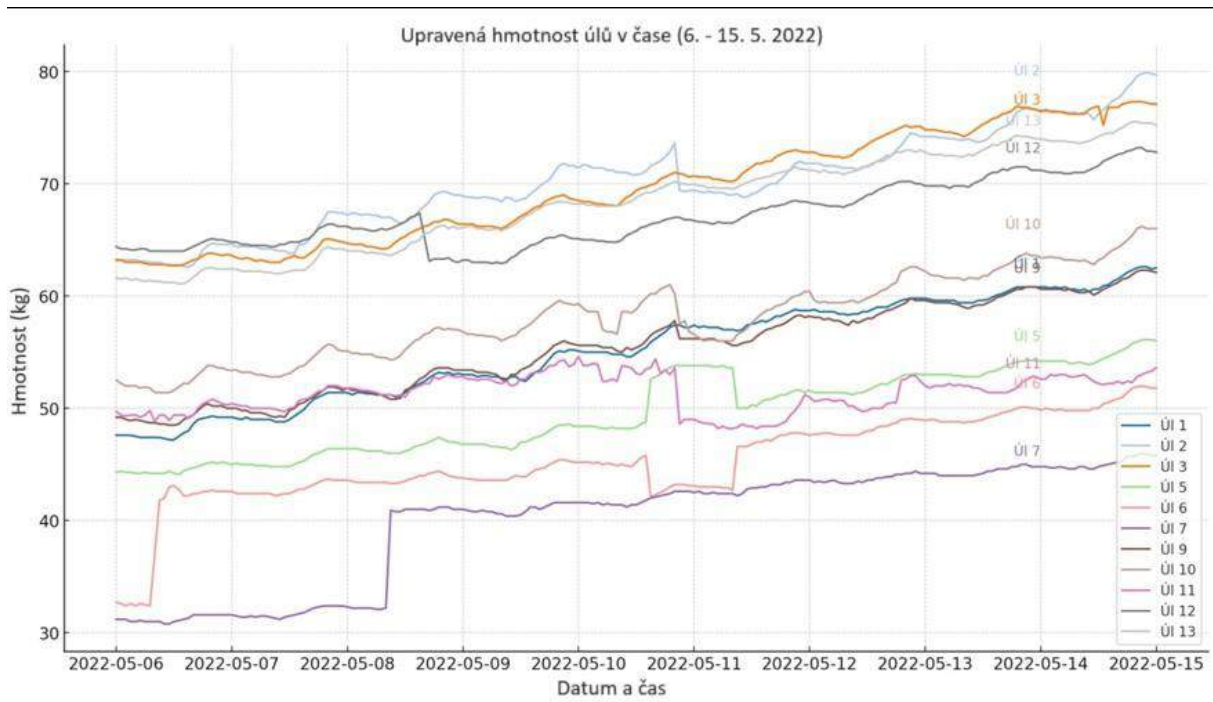
Využití čipů na včelách je tedy všestranné a v budoucnosti se budeme snažit jejich použití ještě rozšířit při objasňování témat zajímavější včelaře, pěstitele i širší veřejnost.

## 6.2 Data z úlových vah

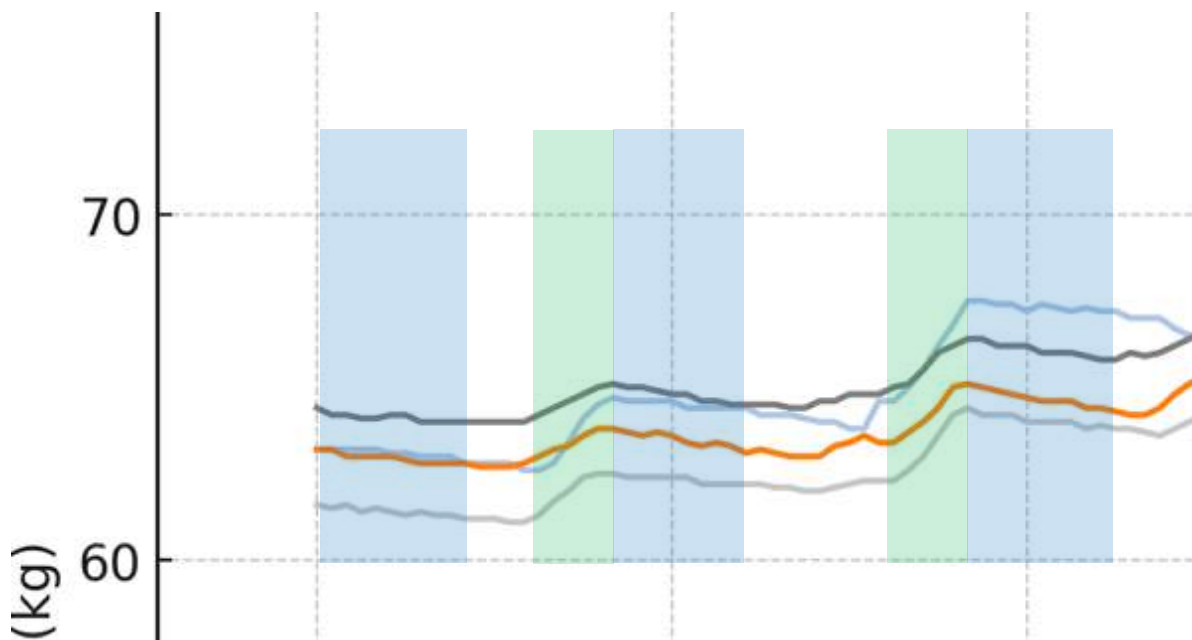
Data o hmotnosti úlů sbíraná ve zvolených intervalech s jedné nebo více vah se automaticky soustředí na serveru, odkud je můžeme nakopírovat ve formátu .txt (viz obr. 11 poslední nebo předposlední odkaz) pro další statistické a grafické zpracování.

Obr. 11 Příklad menu datového serveru o vah Apis digital

<ul style="list-style-type: none"> <li>• <a href="#">krátkodobý vlečný graf</a></li> <li>• <a href="#">1. čtvrtletí</a></li> <li>• <a href="#">2. čtvrtletí</a></li> <li>• <a href="#">3. čtvrtletí</a></li> <li>• <a href="#">4. čtvrtletí</a></li> <li>• <a href="#">celoroční záznam pro aktuální a loňský rok</a></li> <li>• <a href="#">data od nejnovějších</a></li> <li>• <a href="#">data chronologicky</a></li> </ul>
--



Obr. 11 Příklad týdenního záznamu hmotnosti 11 včelstev v době snůšky



Obr. 12 Detail záznamu z vah - zeleně: odpolední přínos sladiny, modře: noční odpar vody

## 7. Možnosti využívání získaných dat

Monitoring venkovních aktivit jednotlivých včel ve včelstvu přináší cenná data. Můžeme sledovat délky jednotlivých letů a také celoživotní letovou aktivitu jednotlivých včel. Ze souboru dat je možno demonstrovat normální aktivitu včelstva za konkrétních mikroklimatických a snůškových podmínek. Naše primární data zobrazující frekvenční distribuci délek letů během sledovaného časového úseku ukazují tři zřetelně oddělené kvantily. Nejkratší lety řadíme k orientačním a hygienickým, střední délky letů jsou lety snůškové a nejdelší lety pátrací. Záznam jednotlivých včel mívá různě dlouhou fázi nejkratších letů v závislosti na tom, kolikadenní včelu jsme očipovali. Hlavní fáze života většiny včel zapadá do aktivity letů snůškových. Z dat je vidět vztah mezi počtem letů a jejich délkou, což koresponduje se vzdáleností snůškového zdroje od úlu. Zatímco srážky pochopitelně letovou aktivitu limitují, při teplotách vzduchu nad 12 °C už záleží hlavně na disponibilních snůškových zdrojích. Pro vyhodnocení přesnějšího vztahu letové aktivity k teplotě vzduchu, slunečnímu svítu (jasno / polojasno / zataženo) a rychlosti větru bude potřeba nasbírat podstatně rozsáhlejší soubory dat.

Snůška se dá kvantifikovat pomocí úlových vah. Změna hmotnosti včelstva se může odečítat v době, kdy včely nelétají, aby hmotnost nebyla zkreslena momentálním počtem včel v terénu. Rozdíl hmotnosti mezi večerem a ránem je úbytek odpařené vody z nektaru. Přinesený rouskový pyl už v podstatě hmotnost nemění. U obou potravních snůšek je třeba počítat s vlastní denní spotřebou včelstva.

Datový základ normálního stavu bude vyžadovat měření pokud možno několika stovek či tisíc včel na více stanovištích po několik sezón. Poznání běžného režimu včelstva, který není zatížen žádným negativním vlivem, bude pak základ pro vyhodnocování suspektně negativních efektů. Ty mohou být biotické (nemoci, predátoři) nebo abiotické (toxické látky z prostředí, elektromagnetický smog, mechanické vlivy).

V projektu, jehož výstupem je mj. i tato metodika, se ukázalo, že řádná aplikace technologicky obvyklých přípravků na ochranu rostlin, v našem případě kvetoucí řepky, nezpůsobila měřitelné odchylky v aktivitě včelstev monitorovaných v doletové vzdálenosti ošetřovaného porostu.

## **8. Závěr**

V metodice jsou představena konkrétní použitelná řešení pro sledování aktivity včel a hmotnosti celého včelstva jakožto biologické jednotky.

## **9. Srovnání nového postupu**

Monitoring letové aktivity jednotlivých včel je zcela nová možnost, která je umožněna miniaturizací a cenovou dostupností RFID čipů a zařízení k jejich čtení s paměťovým ukládáním, případně dálkovým přístupem. Zcela novým prvkem představeného monitoringu aktivity včelstev je specializovaný filtrační software pro předzpracování primárních dat.

## **10. Popis uplatnění metodiky**

Metodika je určena pro profesionální využití v oblastech výzkumu vztahu rostlin a včel, včetně problematiky použití prostředků pro ochranu rostlin v agroekosystémech. Dále je vhodná pro výzkum v dalších navazujících oborech. Vzhledem k relativní jednoduchosti a dostupnosti se dá předpokládat i využití v širší sféře chovatelů včel.

## **11. Ekonomické aspekty**

Přes velký pokrok v úpravě metodik ochrany rostlin, kterého bylo v posledních třech desetiletích dosaženo ve smyslu nižšího rizika pro necílové organismy, může za určitých okolností dojít k intoxikaci včel na ošetřených porostech.

Aby se předešlo závažným škodám na včelstvech naše metodika umožňuje včelařům pozorovat změny v chování včelstev již v počáteční fázi suspektní otravy (úbytek létavek, změna letové aktivity...). Včelař může dříve poskytnout včelám první pomoc, varovat ostatní včelaře v okolí před potenciálním nebezpečím a včas informovat státní rostlinolékařskou zprávu o svém podezření.

Celková suma pro pořízení RFID technologie s čipy a úlových vah s funkční sim kartou pro jedno stanoviště se pohybuje okolo 50 000 Kč. Částka je pouze orientační a bude záležet na množství zakoupených čipů pro čtečky, zvoleném operátorovi pro data z úlových vah a množství dalších faktorů. Přímý finanční přínos pro včelaře není. Uvažujeme-li však, že jedno včelstvo má hodnotu přibližně 5000 Kč a na jednom stanovišti bude orientačně 30 včelstev, technologie nepřímo chrání včelstva v hodnotě 150 000 Kč a potencionálně poskytuje relevantní informace i pro ostatní stanoviště v okolí.

## 12. Seznam publikací

### 12.1. Seznam předcházejících publikací

1. **Česká zemědělská univerzita v Praze.** 2021. *SS03010178 - průběžná zpráva 2021.* [online]. [cit. 2023-12-21]. Dostupné z: <https://ista.tacr.cz>
2. **Česká zemědělská univerzita v Praze.** 2022. *SS03010178 - průběžná zpráva 2022.* [online]. [cit. 2023-12-21]. Dostupné z: <https://ista.tacr.cz>
3. **Titěra, Dalibor.** Využití proletové haly při studiu zdraví včel. In: *Sborník z semináře: Zdraví včel v ohrožení.* 10. 11. 2022. [online]. Dostupné z: [https://www.vri.cz/wp-content/uploads/2022/11/Sbornik\\_10\\_listopad.pdf](https://www.vri.cz/wp-content/uploads/2022/11/Sbornik_10_listopad.pdf)
4. **Bokšová, Aneta.** "Insekticidy nejsou jediným rizikem pro opylovače." *Úroda.* 12/2021. [online]. Dostupné z: [https://www.vri.cz/wp-content/uploads/2022/11/Sbornik\\_10\\_listopad.pdf](https://www.vri.cz/wp-content/uploads/2022/11/Sbornik_10_listopad.pdf)

### 12.2. Seznam použité související literatury

5. **Meteorologické údaje.** Neopomenutelné pro práci s daty o letové aktivitě a změnách hmotnosti včelstev. Dostupné z: <https://agropocasi.cz/>
6. **Portál Včelstva online.** Dostupné z: <https://vcelstva.czu.cz/o-projektu/>
7. **Nunes-Silva, P., et al.** "Applications of RFID technology on the study of bees." *Insectes sociaux.* 66 (2019): 15-24.
8. **Ulová váha.** Příklady použití. Dostupné z: [https://www.apisdigital.cz/Priklady-pouziti-ulove-vahy-a11\\_0.htm](https://www.apisdigital.cz/Priklady-pouziti-ulove-vahy-a11_0.htm)
9. **Microsensys.** RFID transponders, mini-tag. Dostupné z: <https://www.microsensys.de/en/products/rfid-transponders/mini-tag/>

## INTERAKTIVNÍ GRAFY

HOME - INTERAKTIVNÍ GRAFY

Data za včerejší den zobrazíme zobrazujeme vždy ve 13:00, Zdroj: ČHMÚ.



Obr.13 Ukázková data o teplotě odpovídající období z obr. 10

### **13. Oponenti:**

**Ing. Miroslava Novotná**, zástupkyně ředitele pro pedagogiku, SOUVN Nasavrky

**Ing. Petr Chalupa Ph.D.**, vedoucí oddělení rybářství a včelařství, Ministerstvo zemědělství

### **14. Dedikace:**

**Metodika** vznikla jako jeden z plánovaných výsledků projektu TAČR s identifikačním číslem SS03010178-V1, v rámci programu aplikovaného výzkumu, experimentálního vývoje a inovací v oblasti životního prostředí – Prostředí pro život.