

Oddelek za živinorejo

Čebelarstvo

Hacquetova ulica 17

SI-1001 Ljubljana

Slovenija

T: 01 280 51 74

F: 01 280 52 55

ISKANJE ALTERNATIVNIH PAŠ IN KARAKTERISTIKE MEDU V POVEZAVI S POVZROČITELJI MEDENJA

Programsko obdobje 2023 – 2025

Poročilo o izvedenih nalogah v letih 2023 - 2025

Vodja naloge:
dr. Ajda Moškrič

Poročilo pripravili (Kmetijski inštitut Slovenije):
dr. Ajda Moškrič
dr. Janez Prešern
Andraž Marinč
Katarina Mole
Anja Pavlin

Podizvajalec Čebelarska Zveza Slovenije:
Simon Golob
Aleš Bozovičar
Aljaž Debelak



8. avgust 2025

Poročilo je v skladu z Uredbo o izvajanju intervencij v sektorju čebelarških proizvodov iz strateškega načrta skupne kmetijske politike 2023 – 2027 (Uradni list RS, št.17/23; v nadaljnjem besedilu: Uredba) in Programa raziskave iskanja alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.

Poročilo je oblikovano na osnovi javnega naročila z oznako JN002006/2003-W01 z dne 6. 4. 2023, Odločitve o oddaji javnega naročila, št. 430-58/2023/16 z dne 9. 5. 2023 in dvostranske pogodbe med Ministrstvom za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Kmetijskim inštitutom Slovenije s številko 2330-23-111032.

Raziskava v letih 2023, 2024 in 2025, skladno z javnim naročilom, zajema raziskavo na 35 opazovalnih postajah, z beleženjem podatkov o donosu medu, temperaturi, vlagi, vetru in padavinah. Na vsaki opazovalni postaji smo vzdrževali eno čebeljo družino. V okolici opazovalne postaje smo vizualno spremljali prisotnost povzročiteljev medenja glede na razpoložljivost medenja. Povzročitelje medenja smo vzorčili in izvedli molekularno analizo DNK za njihovo identifikacijo. Mano smo vzorčili iz kapljic in iz medenih želodčkov čebel ujetih ob vhodu v panj. V primeru, da v okolici opazovalnih postaj ni bilo medenja, smo vzorčili v okolici drugih opazovalnih postaj. V letu 2025 smo na 70 vzorcih mane uspešno izvedli kromatografsko analizo sladkorjev z napravo HPLC. Vzpostavili smo protokole za določanje botaničnih ter maninih elementov ter preverili ustreznost metode na izbranih vzorcih medu. Na eni dodatni lokaciji smo opravili raziskavo ocenjevanja gostote in konkurenčnosti med čebeljimi družinami, ki tekmujejo za isti vir.

Doseženi rezultati so nastali v okviru intervencij v sektorju čebelarških proizvodov v letih 2023–2027, ki je financiran iz sredstev proračuna RS na proračunski postavki 221643 Strateški načrt SKP 2023-2027 – sektor čebelarških proizvodov – slovenska udeležba (50%) in 221642 Strateški načrt SKP 2023-2027 – sektor čebelarških proizvodov – EU (50%), ukrepu Skupni strateški načrt 2023-2027, NRP 2330-23-0036.

1	POVZETEK.....	5
2	UVOD.....	8
3	METODE DELA.....	9
3.1	UGOTAVLJANJE MEDENJA NA OBMOČJIH Z VIŠJO NADMORSKO VIŠINO NA NOVIH OPAZOVALNIH POSTAJAH.....	9
3.2	BELEŽENJE PODATKOV O MASI ČEBELJIH DRUŽIN (DONOSU MEDU), TEMPERATURI, VLAGI, VETRU, PADAVINAH.....	10
3.3	VIZUALNO SPREMLJANJE POVZROČITELJEV MEDENJA V OKOLICI OPAZOVALNIH POSTAJ GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVOST MEDENJA.....	11
3.4	VZORČENJE POVZROČITELJEV MEDENJA ZA MOLEKULARNE ANALIZE GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVOST MEDENJA.....	11
3.5	VZORČENJE MANE GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVOST MEDENJA	11
3.6	MOLEKULARNE ANALIZE POVZROČITELJEV MEDENJA.....	14
3.7	KROMATOGRFSKE ANALIZE SLADKORJEV V MANI Z NAPRAVO HPLC.....	15
3.7.1	<i>Standardi neznanih sladkorjev.....</i>	<i>16</i>
3.8	VZPOSTAVITEV PROTOKOLOV ZA DOLOČANJE BOTANIČNIH IN MANINIH ELEMENTOV V MEDU	17
3.8.1	<i>Konstrukcija novih oligonukleotidnih začetnikov.....</i>	<i>18</i>
3.8.2	<i>Preizkus novih in obstoječih oligonukleotidnih začetnikov in silico</i>	<i>19</i>
3.8.3	<i>Preizkus pomnoževanje fragmentov z novimi kombinacijami oligonukleotidnih začetnikov</i>	<i>19</i>
3.9	OCENA GOSTOTE IN KONKURENČNOSTI MED ČEBELJIMI DRUŽINAMI, KI TEKMUJEJO ZA ISTI VIR.....	20
4	REZULTATI	21
4.1	UGOTAVLJANJE MEDENJA NA OBMOČJIH Z VIŠJO NADMORSKO VIŠINO NA NOVIH OPAZOVALNIH POSTAJAH	21
4.1.1	<i>Donos medu in temperatura.....</i>	<i>21</i>

4.1.2	<i>Vizualno spremljanje povzročiteljev medenja v okolici opazovalnih postaj glede na razpoložljivost medenja.....</i>	<i>59</i>
4.1.3	<i>Vzorčenje povzročiteljev medenja za molekularne analize glede na razpoložljivost medenja</i>	<i>60</i>
4.1.4	<i>Vzorčenje mane glede na razpoložljivost medenja.....</i>	<i>64</i>
4.2	MOLEKULARNE ANALIZE POVZROČITELJEV MEDENJA.....	71
4.3	KROMATOGRFSKE ANALIZE SLADKORJEV V MANI Z NAPRAVO HPLC.....	82
4.3.1	<i>Kromatografske analize sladkorjev v mani različnih povzročiteljev medenja</i>	<i>87</i>
4.4	VZPOSTAVITEV PROTOKOLOV ZA DOLOČANJE BOTANIČNIH IN MANINIH ELEMENTOV V MEDU	100
4.5	OCENA GOSTOTE IN KONKURENČNOSTI MED ČEBELJIMI DRUŽINAMI, KI TEKMUJEJO ZA ISTI VIR.....	104
4.5.1	2023.....	104
4.5.2	2024.....	106
4.5.3	2025.....	108
5	INTERPRETACIJA REZULTATOV	110
5.1	SPREMLJANJE MEDENJA NA OBMOČJIH Z VIŠJO NADMORSKO VIŠINO NA 35 OPAZOVALNIH POSTAJAH.....	110
5.2	MOLEKULARNE ANALIZE POVZROČITELJEV MEDENJA.....	110
5.3	KROMATOGRFSKE ANALIZE SLADKORJEV V MANI Z NAPRAVO HPLC.....	113
5.4	VZPOSTAVITEV PROTOKOLOV ZA DOLOČANJE BOTANIČNIH IN MANINIH ELEMENTOV V MEDU	113
5.5	OCENA GOSTOTE IN KONKURENČNOSTI MED ČEBELJIMI DRUŽINAMI, KI TEKMUJEJO ZA ISTI VIR.....	115
6	SPLOŠNE UGOTOVITVE	116
7	VIRI.....	118

1 POVZETEK

Pašni viri čebel se zaradi spremenjenih klimatskih razmer spreminjajo. To lahko vpliva na pridelavo medu in na samo oskrbo čebeljih družin. Zaradi spreminjanja klimatskih razmer so za čebelarjenje lahko zanimive tudi paše na višjih in preostalih legah. Z namestitvijo opazovalnih postaj na ta izbrana območja smo spremljali donose medu, okoljske pogoje (temperatura, vlaga, veter, padavine) in beležili prisotnost povzročiteljev medenja. Vzorčili smo mano in povzročitelje medenja za namen analize s HPLC in molekularne analize za identifikacijo povzročiteljev medenja z DNK. Vzpostavili smo protokole za določanje botaničnih ter maninih elementov. Dodatno smo na eni lokaciji spremljali konkurenčnost med družinami, ki tekmujejo za isti vir medenja. Iz rezultatov raziskave smo sklepali na primernost čebelje paše na višjih legah za čebelarjenje. Na novo postavljene opazovalne postaje so smiselno vključene v obstoječi sistem opazovalno napovedovalne službe medenja. Raziskava naslovi tudi ocenjevanje gostote in konkurenčnosti čebeljih družin, ki tekmujejo za isti vir.

Poročilo predstavlja rezultate, pridobljene v obdobju **od 17. 8. 2024 do 16. 8. 2025**. Smiselno smo v poročilo na nekaterih delih vključili tudi rezultate, ki smo jih pridobili v letih 2022, 2023 in 2024, saj je spremljanje stanja tekom več sezon ključno za utemeljene zaključke in sklepe.

Raziskava iskanja alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja je v letih 2023, 2024 in 2025 obsegala:

1. Raziskavo na 35 opazovalnih postajah, pri čemer vsaka posamezna opazovalna postaja zajema 1 hišico s kovinsko lestvijo in kovinskim podstavkom, 1 AŽ panj (11+3-satni s testnim vložkom) in 1 tehniko z vremensko postajo (ki omogoča sporočanje meritev po SMS-sporočilih ali spletni aplikaciji in ki omogoča povezovanje v sistem opazovalno-napovedovalne službe medenja). Vsaka posamezna opazovalna postaja je označena in na njej so se beležili podatki o masi čebeljih družin (donos medu), temperaturi, vlagi, vetru, padavinah.
2. Vzdrževanje 1 čebelje družine na vsaki posamezni opazovalni postaji.
3. Vizualno spremljanje prisotnost povzročiteljev medenja v okolici vsake opazovalne postaje glede na razpoložljivost medenja.
4. Vzorčenje skupno do 70 povzročiteljev medenja glede na njihovo razpoložljivost v okolici opazovalnih postaj.
5. Izvedbo molekularnih analiz (analize DNA za identifikacijo povzročiteljev medenja) na do 70 vzorcih povzročiteljev medenja.
6. Vzorčenje skupno do 70 vzorcev mane glede na razpoložljivost medenja v okolici vsake opazovalne postaje na način, da se vzorec mane odvzame predvidoma dvakrat na posamezni opazovalni postaji in sicer ob začetku donosov medu v panju in po nekaj dneh tako, da se pridobi kapljice mane ali da se vzorči iz čebele pred prihodom v panj.
7. Izvedbo kromatografske analize sladkorjev v mani z napravo HPLC, ki je del kompleta osnovne opreme na do 70 vzorcih mane.
8. Vzpostavitev protokolov za določanje botaničnih ter maninih elementov v medu.

9. Raziskavo na eni dodatni lokaciji za ocenjevanje gostote in konkurenčnost med čebeljimi družinami, ki tekmujejo za isti vir. Na tej lokaciji se označi in vzdržuje 10 čebeljih družin, ki so posamično opremljene s tehniko za nadzor čebeljih družin. V vsakem panju se beleži masa čebeljih družin (donos medu) ter oceni jakost družin na začetku in koncu raziskave. Izvede se analiza donosov medu v povezavi z jakostjo družin, na podlagi razpoložljivih virov in vremenskih razmer.

Za izvedbo raziskave se je uporabil komplet osnovne opreme, ki ga je Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano na osnovi Uredbe z javnim razpisom za ukrep sofinanciranje nakupa opreme za izvedbo raziskave iskanja alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja v programskem obdobju 2020–2022 (Uradni list RS, št. 100/21) že sofinanciralo upravičencu Čebelarski zvezi Slovenije.

Komplet osnovne opreme je izvajalcu raziskave v uporabo nuden brezplačno v času od 29. 5. 2023 do 16. 8. 2025:

1. 1 naprava HPLC s pripadajočo opremo in računalniškim programom ter z RI, DAD in ECD detektorjem, primerna za analizo sestave medu in mane oziroma nektarja.
2. 35 hišic s kovinsko lestvijo in kovinskim podstavkom v velikosti, ki ustreza dimenzijam 1 kosa opreme iz 3. in 4. točke tega odstavka.
3. 35 AŽ panjev, 11+3-satni s testnim vložkom.
4. 35 tehnic z vremensko postajo, ki mora omogočati sporočanje meritev po SMS-sporočilih ali spletni aplikaciji in ki omogoča povezovanje v sistem opazovalno-napovedovalne službe medenja.

Cilji ukrepa so:

1. Ugotavljanje medenja na območjih z višjo nadmorsko višino na novih opazovalnih postajah.
2. Določiti molekularne parametre za identifikacijo vira maninih elementov.
3. Vzpostaviti protokole za določanje botaničnih ter maninih elementov in preverjanje ustreznosti metode na izbranih vzorcih medu.
4. Ugotoviti kompeticijo med družinami s hkratnim spremljanjem družin na istih virih.

Na 35 alternativnih lokacijah smo spremljali medenje. Glede na zbrane podatke lahko zaključimo, da se je večina – ne pa vse – izbranih lokacij pokazala kot zanimivih za čebelarje. Vsekakor pa bo glede na do sedaj zbrane podatke potrebno izbrane lokacije spremljati daljše obdobje skozi več let. S pomnoževanjem mitohondrijskega odseka, ki kodira protein citokrom oksidaza 1 (COI) z verižno reakcijo s polimerazo (PCR) smo skupno identificirali 217 vzorcev povzročiteljev medenja (67 vzorcev v letu 2023, 93 vzorcev v letu 2024 in 57 vzorcev v letu 2025). Z metodo HPLC smo določali vsebnost sladkorjev v mani in iz medenih želodčkov čebel. Na 70 vzorcih v letu 2023, 71 vzorcih v letu 2024 in 70 vzorcih v letu 2025 smo uspešno analizirali vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze, melicitoze, trehaloze, maltoze, rafinoze in turanoze. Na podlagi prve verzije protokola za določanje botaničnih in maninih elementov v vzorcih medu z molekularnimi metodami, ki smo ga vzpostavili v sezoni 2022, smo v letu 2023 optimirali bioinformatični del analize. S tem smo zmanjšali možnost napak pri umeščanju v določeno taksonomsko skupino. Poleg tega smo uvedli dodatne kriterije ki omogočajo izločitev tistih nukleotidnih odčitkov, ki nimajo dovolj široke resolucije t.i. lahko določimo več sorodnih vrst/višjih taksonov enako zanesljivo. V letu 2024 smo optimirali botanični del metod za sekvenciranje naslednje generacije (NGS) in rezultate primerjali s pelodno analizo izbranih vzorcev medu.

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

Pelodno analizo in NGS smo izvedli na 10 vzorcih medu, ki so bili vzorčeni v sezoni 2023, večinoma iz čebelnjakov v bližini opazovalnih postaj. V letu 2025 smo optimirali del metod, ki se nanašajo na pomnoževanje nukleotidnih fragmentov za manine elemente (invertebrate) v vzorcih medu za NGS. To je pomemben korak za analiziranje prisotnosti maninih elementov v medu s pomočjo metabarcoding-a.

Nenazadnje smo v letih 2023, 2024 in 2025 preučevali tudi kompeticijo za isti vir med družinami znotraj čebelnjaka ter interpretirali donose glede na gostoto čebeljih družin ter druge pogoje.

2 UVOD

V Sloveniji so najpomembnejši vir medenja različne drevesne vrste, zlasti strnjeni gozdovi iglavcev in listavcev, ki pokrivajo okoli 58 % površine Slovenije. Na gozdnem drevju, grmovju in zeliščnem sloju nabirajo čebele medicino, mano, cvetni prah in propolis. Mana ali medena rosa na iglavcih in listavcih je živalskega izvora – izločajo jo rastlinske uši in kaparji – t.i. povzročitelji gozdnega medenja, ki spadajo v rod kljunatih žuželk (Hemiptera). Njihovi izločki predstavljajo nepogrešljiv vir hrane številnim žuželkam, ki so potrebne za ohranitev biološkega ravnotežja v gozdu. Ko žuželka zabode svoj kljunec v rastlinsko tkivo in z njim prodre do sitastih cev, po katerih se pretaka drevesni sok z organskimi snovmi, ji ta zaradi tlaka (turgorja) v večini primerov sam priteče v usta. Kljunec je zgrajen tako, da v svoji notranjosti oklepa dva vzporedna kanala; po enem prodira iz rastline v usta žuželke drevesni sok, po drugem pa v obratni smeri slina, ki se na površini vbodenega mesta strdi in se oblikuje v nekakšno cevko. Skozi to ranico pronica drevesni sok tudi še potem, ko je ušica že izvlekla sesalo in se premaknila na drugo mesto. Prehrana proizvajalcev mane je izključno odvisna od njihovega gostitelja, za rast pa zlasti potrebujejo aminokisline, ki pa so v floemskem soku redke. Zato ušice predelajo velike količine drevesnega soka. Iz njega porabijo zase le majhen del sladkorjev, presežke pa izločijo v obliki sladkih kapljic. Pomembno je vedeti, da mana ni ostanek prebave teh žuželk. V telesu kljunatih žuželk je poseben filtrirni prekat, skozi katerega se pretaka večji del soka, pri čemer se zniža odstotek vode in tudi nekoliko spremeni njegova kemična sestava, presežek pa se izloči iz zadnjega dela prebavne cevi.

Aminokislin in drugih z dušikom bogatih spoji je največ spomladi, ko nastajajo novi poganjki. Poleti rast zastane, pred začetkom jeseni pa se spet zviša delež aminokislin v drevesnem soku. Če so v omenjenih dveh obdobjih ugodni za razvoj ušic tudi ostali okoljski dejavniki, so s tem podani osnovni pogoji za medenje. Opazovanja kažejo, da drevo ali del gozda, ki je v nekem letu dobro medil, naslednje leto ali tudi več let zaporedoma ne gosti na svojih vejah rastlinskih uš. Pri tem skoraj gotovo igrajo pomembno vlogo plenilci in parazitoidi, ki se ob obilni populaciji tudi sami namnožijo in s tem preprečijo prekomerno namnožitev ušic v naslednjem letu.

V zadnjem desetletju se zaradi spremenjenih klimatskih in vremenskih razmer spreminjajo tudi pašni viri za čebele, kar vpliva na pridelavo medu in na samo oskrbo čebeljih družin. Zaradi spremembe podnebja bi za čebele lahko bile zanimive tudi paše na višjih in preostalih legah, zato smo na ta območja namestili opazovalne postaje, kjer se bo spremljalo donos medu in ugotavljalo povzročitelje medenja. Z raziskavo smo ugotavljali, ali so paše na višjih legah za čebelarje zanimive, zato bi se v primeru ugodnih rezultatov novo postavljene opazovalne postaje lahko vključile v sistem opazovalno napovedovalne službe medenja. Za natančnejšo opredelitev pestrosti povzročiteljev medenja se je vzorčene povzročitelje medenja identificiralo s pomočjo molekularnih analiz ter vzpostavilo protokol za določanje botaničnih ter maninih elementov neposredno iz vzorcev medu. Raziskava je naslovlila tudi ocenjevanje gostote in konkurenčnosti med čebeljimi družinami, ki tekmujejo za isti vir.

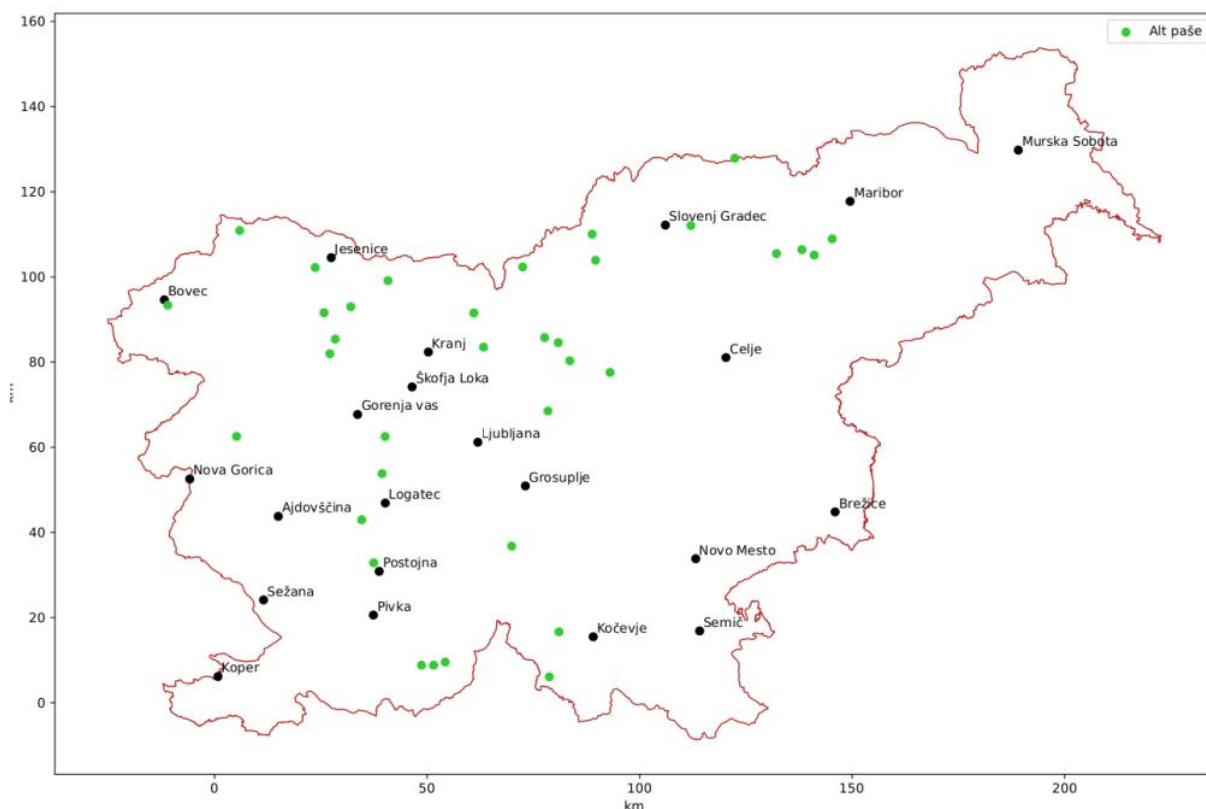
3 METODE DELA

3.1 UGOTAVLJANJE MEDENJA NA OBMOČJIH Z VIŠJO NADMORSKO VIŠINO NA NOVIH OPAZOVALNIH POSTAJAH

V letu 2022 smo vzpostavili 35 novih opazovalnih postaj za namen spremljanja medenja na višjih in preostalih legah (Tabela 1, Slika 1). Vsaka opazovalna postaja zajema 1 hišico s kovinsko lestvijo in kovinskim podstavkom, 1 AŽ panj (11+3 satni s testnim vložkom) in 1 tehtnico z vremensko postajo (Slika 2). Ta omogoča sporočanje meritev preko sporočil SMS ali po spletni aplikaciji in omogoča povezovanje v sistem opazovalno-napovedovalne službe medenja. Na posamezni opazovalni postaji smo v letih 2023, 2024 in 2025 vzdrževali po 1 čebeljo družino.

Tabela 1. Seznam 35 opazovalnih postaj za namen spremljanja medenja na višjih in preostalih legah.

	IME POSTAJE	KOORDINATE		SI št.	n.v. v m	Parcelna	
		y v min.	x v min.			št.	K.O.
1	Begunje na Gorenjskem - Draga	46.389459	14.230112	370255	847	1533/1	2151
2	Bovec	46.330939	13.558150	370125	488	3462/1	2207
3	Butajnova	46.0599387	14.226696	370271	762	758	1988
4	Cerklje na Gorenjskem - Šmartno	46.250615	14.524033	388166	442	370	2112
5	Črnivec	46.271512	14.707959	370170	1115	228/1	944
6	Grčarice - Goteniška gora	45.649743	14.756427	370284	567	8/2	1631
7	Jelovica - Bohinjka	46.268499	14.062767	370109	1351	1189/121	2193
8	Jelovica - Talež	46.333292	14.117451	370095	786	717/2	2193
9	Kalce - Hrušica	45.886944	14.156202	388140	794	230/1	2703
10	Kokra - Preddvor	46.322269	14.492889	370268	720	586	2078
11	Kranjska gora	46.491095	13.774481	370242	893	716	2169
12	Legen - Šmartno pri Slovenj Gradcu	46.508333	15.156846	388179	920	1347/1	846
13	Limovce - Trojane	46.198102	14.909763	370372	710	509/3	1873
14	Logarska dolina	46.420172	14.642286	370314	804	223/1	909
15	Lokovec - Nova gorica	46.056239	13.774364	370112	958	1097/1	2296
16	Ludranski vrh - Črna na Koroškem	46.434858	14.864530	370154	1087	281/1	907
17	Mežakla	46.415797	14.006146	370079	1025	950/1	2185
18	Moravče - Studenci	46.116105	14.909763	370196	613	928	1956
19	Osankarica - Pohorje	46.448228	15.418958	370343	1243	1488/15	725
20	Planina Zajama - Pokljuka	46.320092	14.035921	370082	1100	641/1	2194
21	Podpeca - Črna na Koroškem	46.490794	14.854533	370141	929	603	902
22	Slivnica na Pohorju	46.478688	15.589900	388153	475	68	700
23	Smrečno - Pohorje	46.456017	15.496438	370356	1054	363/2	727
24	Snežnik - Črni dol	45.578244	14.379762	370213	1116	1456	2525
25	Snežnik - Grda draga	45.584193	14.413888	370226	1224	2044/3	2508
26	Snežnik - Smrekovec	45.577649	14.343276	370200	1204	1309	2525
27	Strma reber - Kočevje	45.554388	14.727696	370297	1050	2215/30	1587
28	Sv. Pankracij - Remšnik	46.649982	15.292666	370167	900	136/1	792
29	Šmartno na Pohorju	46.444464	15.534466	370369	807	193/4	730
30	Tuhinjska dolina	46.222689	14.788418	370330	435	740	1920
31	Velike Lašče	45.830373	14.612252	370239	635	1577/1	1716
32	Vznožje Menine planine	46.260259	14.752750	370183	945	690	944
33	Zagon - Postojna	45.790350	14.195077	370301	1027	1279	2477
34	Zaplana - Vrhnika	45.981771	14.218238	370138	671	643/13	2000
35	Zgornje Danje - Železniki	46.233409	14.054839	370327	1126	536	2073



Slika 1. Zemljevid lokacij 35 opazovalnih postaj za namen spremljanja medenja na višjih in preostalih legah. Lokacije so označene z zelenimi pikami. Črne pike so večji kraji.



Slika 2. Opazovalna postaja na Mežakli.

3.2 BELEŽENJE PODATKOV O MASI ČEBELJIH DRUŽIN (DONOSU MEDU), TEMPERATURI, VLAGI, VETRU, PADAVINAH

Podatki se vsako leto (2023, 2024 in 2025) beležijo preko elektronskih čebelarskih tehtnic na 35 opazovalnih postajah na dnevni ravni, ki so povezane s spletno aplikacijo e-čebelar. Tehtnice beležijo dnevni donos, temperaturo in vlago ozračja, količino padavin ter hitrost vetra. Podatki so

javno dostopni preko spletne in mobilne aplikacije e-čebelar vsak dan po 21.45. uri. Podatke si lahko ogleda kdorkoli, ki se registrira v spletno aplikacijo e-čebelar, ki je dostopna na povezavi <https://ečebelar.czs.si/> in na ta način lažje spremlja stanje virov medenja v naravi.

3.3 VIZUALNO SPREMLJANJE POVZROČITELJEV MEDENJA V OKOLICI OPAZOVALNIH POSTAJ GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVOST MEDENJA

Ob vsakem obisku opazovalnih postaj smo spremljali prisotnost povzročiteljev medenja na različnih drevesnih rastlinskih vrstah, prav tako smo beležili razvojno stopnjo povzročiteljev medenja in tako lažje načrtovali najbolj primerne termine za vzorčenje mane.

3.4 VZORČENJE POVZROČITELJEV MEDENJA ZA MOLEKULARNE ANALIZE GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVOST MEDENJA

Glede na razpoložljivost medenja smo vzorčili povzročitelje medenja za molekularno analizo DNK za identifikacijo povzročiteljev medenja. Ob prihodu na lokacijo smo preverili stanje povzročiteljev medenja na različnih rastlinskih vrstah.

Povzročitelje medenja, ki smo jih zasledili, smo vzorčili s pomočjo predhodno pripravljenih kompletov za vzorčenje. Komplet za vzorčenje vsebuje 1,5 ml mikrocentrifugirke napolnjene z absolutnim etanolom, predhodno označene z vavčerskimi številkami, preglednico za vpisovanje podatkov in pinceto. Poleg vzorčenja je bilo stanje dokumentirano opisno (datum, posebnosti, vir medenja, prisotni povzročitelji medenja) in s fotografijami (Slika 3).



Slika 3. Različni povzročitelji medenja na različnih rastlinskih vrstah; Foto: Simon Golob

3.5 VZORČENJE MANE GLEDE NA RAZPOLOŽLJIVOST MEDENJA

V okolici opazovalnih postaj smo spremljali pojavnost medenja. Primer izločanja mane je prikazan na Slika 4 – kapljice mane na podraستی. Ob prisotnosti povzročiteljev medenja, njihovi aktivnosti in izločanju mane smo namestili lovilno folijo in lovili manine kapljice, ki so s povzročiteljev medenja kapljale na tla. Ko je manina kapljica padla na lovilno folijo, smo jo še svežo s pomočjo kapilare prenesli v vialo za vzorčenje. Izkazalo se je, da so kapljice mane na

podrasti v večini primerov že delno ali povsem posušene in jih ni možno vzorčiti v kapilare. Posledično smo pri vseh tovrstnih vzorčenjih pod drevesa namestili lovilne PVC folije, spremljali novo padle kapljice in le te še sveže vzorčili. V nekaterih primerih smo mano vzorčili v kapilare neposredno s površine povzročitelja medenja ali z delov dreves (Slika 5). Za spremljanje povezave med povzročitelji medenja in dovzetnostjo čebel za vir medenja smo v letih 2023 in 2024 vzorčili tudi vsebino iz mednega želodčka čebel (Slika 6.), katerih družine so locirane na opazovalnih postajah v neposredni bližini vzorčenja mane. V letu 2025 čebeljih želodčkov nismo vzorčili.



Slika 4. Levo: kapljice mane na podrastu – eden od znakov medenja v okolici; zgoraj desno: prikaz postavitve folije pod drevje; spodaj desno: vzorčenje kapljic mane na foliji PVC. foto Simon Golob



Slika 5. Levo. kapar na smreki s kapljico mane. Desno: vzorčenje mane s kapilaro neposredno z vejice drevesa



Slika 6. Vzorčenje vsebine mednega želodčka pri čebeli delavki. foto: Ajda Moškrič

3.6 MOLEKULARNE ANALIZE POVZROČITELJEV MEDENJA

Za ugotavljanje vrstne pestrosti povzročiteljev medenja, vzorčenih v okolici novih opazovalnih postaj, smo uporabili vzorce, zbrane pri terenskem delu naloge (Poglavje 4.1.3 za leto 2025, za leti 2023 in 2024 so podatki v poročilih za ta leta).

V letu 2023 smo skupno na terenu zbrali 67 vzorcev (1 vzorec je 1 mikrocentrifugirka s povzročitelji medenja, v kateri je lahko nabranih več osebkov z iste mikrolokacije). En vzorec za analizo je predstavljal en osebek polkrilcev. Skupno smo analizirali **81 osebkov**. Pred ekstrakcijo DNK smo vsak osebek fotodokumentirali (motoriziran stereomikroskop Leica M205).

V letu 2024 smo skupno na terenu zbrali 128 vzorcev (1 vzorec je 1 mikrocentrifugirka s povzročitelji medenja, v kateri je lahko nabranih več osebkov z iste mikrolokacije). En vzorec za analizo je predstavljal en osebek. Skupno smo analizirali **144 osebkov**. Pred ekstrakcijo DNK smo vsak osebek fotodokumentirali (motoriziran stereomikroskop Zeiss SteREO Discovery.V12).

V letu 2025 smo skupno na terenu zbrali 73 vzorcev (1 vzorec je 1 mikrocentrifugirka s povzročitelji medenja, v kateri je lahko nabranih več osebkov z iste mikrolokacije). En vzorec za analizo je predstavljal en osebek. Skupno smo analizirali **87 osebkov**. Pred ekstrakcijo DNK smo osebke fotokokumentirali (motoriziran stereomikroskop Leica M205).

Za ekstrakcijo DNK smo v letih 2023 in 2024 uporabili komercialni komplet QIAamp DNA mini kit (Qiagen, Nemčija). Pri ekstrakciji smo sledili navodilom proizvajalca po protokolu za ekstrakcijo tkiva preko membrane s centrifugiranjem. Gre za destruktivno metodo, pri kateri se uporabljeno tkivo oziroma v konkretnem primeru celoten osebek ne ohrani. V zadnjem koraku smo DNK sprali iz kolone v 50 µL elucijskega pufra. Ekstrakte DNK smo hranili v hladilniku do nadaljnje uporabe.

V letu 2025 smo za izolacijo DNK uporabili komercialni komplet XytXtract Insect (Fisher Biotech, Avstralija). Pri ekstrakciji smo sledili navodilom proizvajalca. Za razliko od QIAamp kompleta ta metoda ni destruktivna - eksoskelet osebkov ni uničen po končani izolaciji in ga je možno uporabiti za nadaljnjo fotografiranje in taksonomsko določitev na podlagi morfologije.

Z verižno reakcijo s polimerazo (PCR) smo pomnožili 661 bp dolg mitohondrijski fragment za označevalec citokrom oksidaza 1 – COI. Nukleotidno zaporedje tega dela mitohondrijske DNK je primerno za taksonomsko določanje osebkov do vrste natančno (Folmer in sod., 1994).

Osnovni volumen reakcije je bil 15 µL. Reakcijska mešanica je vsebovala 7,5 µL 2x mešanice DreamTaq MasterMix polimeraze (ThermoFischer Scientific, ZDA), po 0,2 µL 20 µM vsakega začetnega oligonukleotida, 2 µL izolirane DNK in 5,1 µL destilirane H₂O (Sigma, ZDA). Informacije o nukleotidnih zaporedjih oligonukleotidnih začetnikov in nastavitve programa PCR smo povzeli po literaturi (Folmer in sod., 1994). PCR smo izvedli v cikličnem termostatu SureCycler 8800 (Agilent, ZDA). Specifični začetni oligonukleotidi, ki smo jih uporabili, ter vir so navedeni v preglednici (Tabela 2).

Tabela 2. Začetni oligonukleotidi, uporabljeni pri pomnoževanju specifičnih mitohondrijskih regij.

označevalec	oligonukleotidni začetnik	zaporedje od 5' proti 3' koncu	vir
COI	LCO 1490	GGTCAACAAATCATAAAGATATTG	Folmer in sod., 1994
	HCO 2198	TAAACTTCAGGGTGACCAAAAAAT	

Specifične fragmente smo pomnožili v cikličnem termostatu pri pogojih, navedenih v Tabela 3.

Tabela 3. PCR program uporabljen za pomnoževanje regije COI.

OZNAČEVALEC	COI	
Začetna denaturacija	4 min	95 °C
3-stopenjsko pomnoževanje fragmentov (35 ciklov):		
Denaturacija	1 min	95 °C
Prileganje	1 min	45 °C
Podaljševanje	2 min 30 s	72 °C
Zaključno podaljševanje	7 min	72 °C

Za negativno kontrolo smo uporabili reakcijsko mešanico brez DNK, za pozitivno kontrolo pa smo uporabili ekstrakt DNK, pri katerem smo predhodno uspešno pomnožili in prebrali specifična nukleotidna zaporedja (npr. ekstrakt čebelje DNK).

Po 5 µL pomnoženega produkta smo nanesti v jamice v 1,8 % agaroznem gelu z dodatkom EtBr (etidijevga bromida) v 0,5 x pufru TBE na horizontalni elektroforezi. Za oceno dolžine fragmenta smo uporabili standardno lestvico GeneRuler™ 100 bp DNA (ThermoFisher Scientific, ZDA), ki smo jo sočasno z vzorci nanesti v eno od jamic na gelu. Produkta PCR smo po končani elektroforezi vizualizirali s pomočjo UV transiluminatorja pri valovni dolžini 280 nm. Uspešno pomnožene produkte PCR smo encimsko očistili z reagentom ExoSAP-IT (ThermoFisher Scientific, ZDA) po navodilih proizvajalca. Določanje nukleotidnega zaporedja očiščenih produktov PCR je bilo izvedeno po Sangerjevi metodi z obema začetnima oligonukleotidoma.

Kromatograme zaporedij DNK smo uredili v programu Geneious Prime (<https://www.geneious.com>). Urejena homologna zaporedja smo poravnali z dodatkom Mafft. Odrezali smo ostanek zaporedij začetnih oligonukleotidov. Kodirajoča zaporedja označevalca COI smo prevedli v aminokislinska zaporedja in preverili, da ne vsebujejo stop-kodonov. Nato smo identificirali unikatna zaporedja in izvedli poizvedovanje v podatkovni zbirki BOLD (<https://boldsystems.org/>), s pomočjo katere smo analizirane osebke identificirali do vrste. V primerih, kadar ustreznega zadetka v podatkovni zbirki BOLD ni bilo, smo za identifikacijo uporabili podatkovno zbirko BLAST (NCBI – <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi>).

Dodatno smo s programskim orodjem PhyML za analizo filogenetskih odnosov z metodo največjega verjetja ali s programskim orodje MrBayes v.3.2.7 (Ronquist in sod., 2012) za analizo filogenetskih odnosov z bayesovim pristopom izrisali filogenetska drevesa vseh unikatnih nukleotidnih zaporedij in vseh nukleotidnih zaporedij za označevalec citokrom okcidaza 1 (COI) in jih vizualizirali v programu FigTree v1.4.4. Na podlagi poravnave vseh zaporedij za povzročitelje medenja smo s programom ASAP (Assemble Species by Automatic Partitioning - <https://bio.tools/asap-assemble>) za delimitacijo vrst določili particije med posameznimi taksonomskimi enotami, ki smo jih določili s podatkovnimi zbirkami BOLD in BLAST.

3.7 KROMATOGRAFSKE ANALIZE SLADKORJEV V MANI Z NAPRAVO HPLC

Postopek določanja sladkorjev v medicini in mani smo priredili na podlagi metode za določanje sladkorjev v medu (Bogdanov, 2009; <https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>). Pri postopku smo uporabili tehniko (Sartorius), magnetno mešalo (Ika WERKE), mikropipete (LLG proMLP), napravo HPLC (Thermo Scientific), kolono (Thermo Scientific Synchronis Amino) in RI detektor (ERC RefractoMax 250).

Vzorčno raztopino smo pripravili tako, da smo v 60 µL vode, primerne za kromatografijo, dodali 1 µL vzorca medicine ali mane in dobro premešali s pomočjo mikropipete. Vsebnost sladkorjev v vzorčni raztopini določimo z metodo HPLC z RI detektorjem. Pri tem se uporablja mobilna faza acetonitril:voda (80:20). Vrhovi se identificirajo na osnovi retencijskih časov. Vsebnost sladkorjev izračunamo s primerjanjem površine vrhov vzorca s standardno raztopino ob upoštevanju

količine razredčenja standarda. Standardno raztopino glukoze, fruktoze, saharoze, melicitoze, trehaloze, maltoze in rafinoze pripravimo tako, da 175 mg vsakega od sladkorjev raztopimo v 2,5 mL metanola in dopolnimo z vodo do oznake 25 mL. S tako pripravljeno standardno raztopino dobimo umeritveno krivuljo s pomočjo katere izračunamo koncentracije preiskovanih sladkorjev v vzorcih.

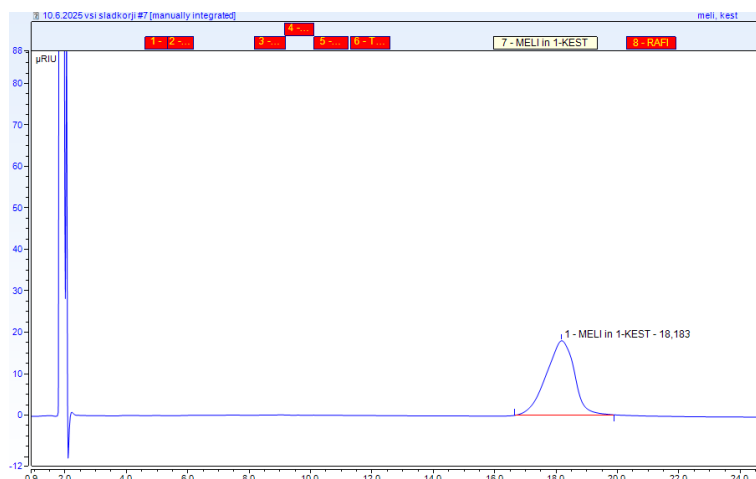
Skupno smo **v letu 2023** določili vsebnost sladkorjev v medicini ali mani v 70 vzorcih (od tega je bilo 57 vzorcev mane, ter 13 vzorcev iz čebeljih medenih želodčkov. Določili smo vsebnost sladkorjev glukoze, fruktoze, saharoze, melicitoze, trehaloze, maltoze in rafinoze. Vzorci so predstavljeni v tabeli 3 v poročilu za leto 2023.

Skupno smo **v letu 2024** uspešno analizirali in določili vsebnost sladkorjev v medicini ali mani v 71 vzorcih (od tega je bilo 65 vzorcev mane, ter 6 vzorcev iz čebeljih medenih želodčkov. Določili smo vsebnost sladkorjev glukoze, fruktoze, saharoze, melicitoze, trehaloze, maltoze in rafinoze. Vzorci so predstavljeni v poročilu za leto 2024.

Skupno smo **v letu 2025** uspešno analizirali in določili vsebnost sladkorje v 70 vzorcih mane. Določili smo vsebnost sladkorjev glukoze, fruktoze, saharoze, melicitoze, trehaloze, maltoze, rafinoze in turanoze, ki se je izkazala kot v preteklih letih zaznan sladkor imenovan "neznana 7". Vzorci so predstavljeni v poglavju 4.1.4. Vzorcev vsebine mednih želodčkov čebel v letu 2025 nismo vzorčili in smo se osredotočili le na vzorce mane.

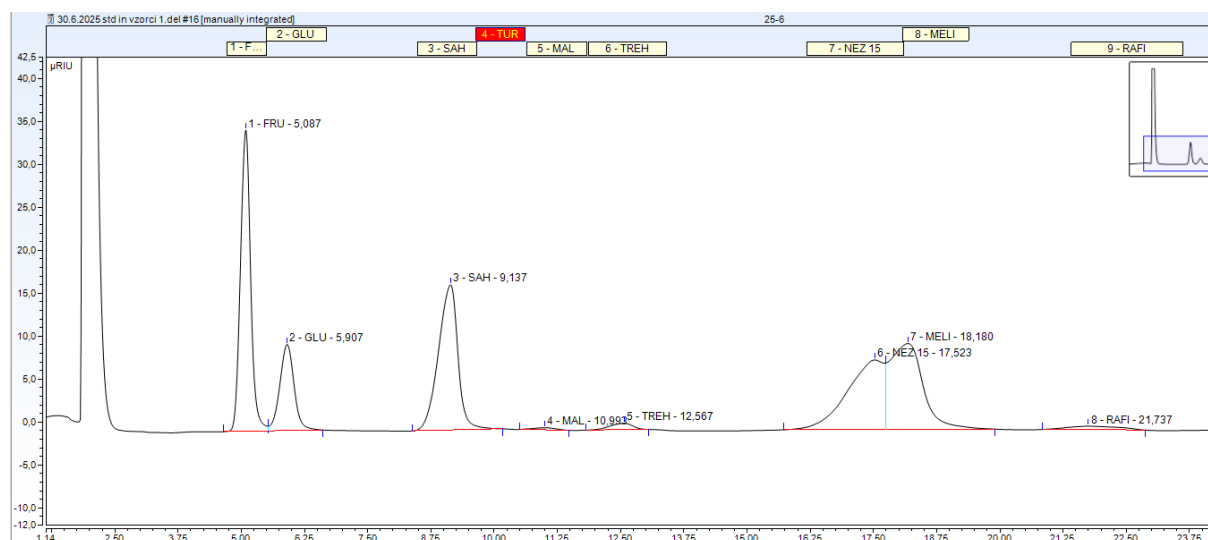
3.7.1 Standardi neznanih sladkorjev

V vseh letih raziskave se je na kromatogramih pojavljalo nekaj vrhov, katere nismo znali določiti in smo jih označili kot »neznana x«. V letu 2025 smo zato na podlagi navedb iz literature in podatkov iz drugih laboratorijev (Elflein, 2017) preizkusili standarde dodatnih sladkorjev. Standardom sladkorjev, katere smo uporabljali v preteklih letih, smo dodali še disaharid turanozo, ki se po retencijskem času pojavlja med saharozo in maltozo, kar ustreza komponenti v preteklih letih poimenovani kot »neznana 7«. Pogosto se v rezultatih pojavlja tudi sladkor z malo krajšim retencijskim časom od melicitoze, katerega smo poimenovali kot »neznana 15«. Z namenom določitve te komponente smo preizkusili dva trisaharida, ki imata podobno molekulsko strukturo kot melicitoza. Analizirali smo 1-kestožo, za katero smo ugotovili, da je z našim postopkom kromatografije (kolona Thermo Scientific Synchronis Amino 250 x 4.6 s topilom acetonitril:voda (80:20)) ne moremo ločiti in ima popolnoma identičen retencijski čas kot melicitoza (Slika 7). Ker se po podatkih drugih laboratorijev 1-kestoža redkeje pojavlja v medu, sklepamo, da je vrh s tem retencijskim časom v večini primerov posledica prisotnosti melicitoze.



Slika 7. Kromatogram standarda melicitoze in 1-kestoze.

Analizirali smo tudi trisaharid maltotriozo, njen vrh pa je imel daljši retencijski čas od melicitoze in ne ustreza komponenti »neznana 15«, vrh z retencijskim časom maltotrioze se v naših vzorcih ne pojavlja. Glede na to da se »neznana 15« v vzorci mane pojavlja pogosto in v nekaterih tudi v večjih količinah, bo treba v prihodnje analizirati še standard sladkorja erloze, ki je prav tako trisaharid in bi lahko po retencijskem času ustrezal iskani komponenti (Slika 8), po potrebi pa tudi druge standarde sladkorjev.



Slika 8. Kromatogram vzorca, ki poleg melicitoze vsebuje tudi komponento "neznana 15"

3.8 VZPOSTAVITEV PROTOKOLOV ZA DOLOČANJE BOTANIČNIH IN MANINIH ELEMENTOV V MEDU

Ob nabiranju mane, nektarja in cvetnega prahu čebele iz okolja v panj prinašajo tudi delce organizmov. Med organizme, katerih DNK čebele prinašajo s seboj, med drugim sodijo številne rastlinske vrste in vrste iz reda polkrilcev (Hemiptera), žuželk, ki sesajo rastlinske sokove in izločajo mano. Na tem temelji molekularna metoda za določanje botaničnih in maninih elementov v medu (botanični in entomološki izvor medu), pri kateri izoliramo celokupno DNK iz vzorca medu in na principu pomnoževanja specifičnih fragmentov in uporabe tehnologije druge generacije sekvenciranja (next generation sequencing – NGS) določimo celoten molekularni odtis medu. Pristop **DNA metabarcoding**, uporabljen za določanje botaničnega in entomološkega izvora medu, temelji na identifikaciji vrst na podlagi medvrstnih razlik v kratkih regijah na njihovi DNK (Khansaritoreh in sod., 2020). Na podlagi podatkov, ki jih pridobimo v teh regijah, lahko določimo vse vrste, ki ustrezajo določenemu taksonu (Balachandran in sod., 2015). DNK rastlin izvira iz ostankov zelenih in cvetnih delov rastlin, na katerih čebele nabirajo nektar in cvetni prah. V medu je poleg DNK rastlin prisoten tudi DNK kljunatih žuželk iz reda polkrilcev, ki izločajo mano. Ta je v majhnih količinah prisotna v vseh vrstah medov, ne zgolj v maninih medovih.

Za vzpostavitev protokolov za določanje botaničnih in maninih elementov v medu smo v letu 2022 (Poročilo: Moškrič in sod., 2022) na podlagi že objavljenih študij (Utzeri in sod., 2018; Prosser in Herbert, 2017) postavili molekularno metodo, ki smo jo optimirali in posamezne korake preizkusili na 10 vzorcih medu. Nato smo se v **letu 2023** osredotočili na bioinformatični del analize, kjer je zaradi nepopolnih podatkovnih baz in specifik posameznih nukleotidnih zaporedij, velika potreba po dodatni optimizaciji. Poleg tega smo glede na prejšnje rezultate načrtovali

dodatne oligonukleotidne začetnike za izboljšanje uvrščanja posameznih zaporedij v taksonomske enote. V **letu 2024** smo se osredotočili na botanični izvor tako, da smo izboljšali analizo z uporabo dodatnih rastlinskih markerjev, pri enem od že preizkušenih markerjev pa smo tokrat uporabili daljši tarčni fragment in s tem izboljšali zanesljivost določanja taksonomske skupine. Poleg tega smo naredili pelodno in senzorično analizo, izmerili električno prevodnost in vsebnost vode. Naredili smo tudi kromatografsko analizo sladkorjev v devetih od desetih vzorcev medu (podatki in rezultati so predstavljeni v poročilu za leto 2024).

V **letu 2025** smo se osredotočili na entomološki izvor. Optimirali smo metode, ki se nanašajo na pomnoževanje nukleotidnih fragmentov za manine elemente (invertebrate) v vzorcih medu za NGS. Za uspešno pomnoževanje specifičnih nukleotidnih odsekov je namreč predpogoj ustrezno načrtovanje oligonukleotidnih začetnikov. Oligonukleotidni začetniki (ang. *primers*) so kratke enoverižne sekvence DNK, običajno dolge med 18 in 25 nukleotidov, ki se specifično vežejo na komplementarno mesto v tarčni DNK in omogočajo začetek sinteze novega DNK fragmenta v postopku PCR (verižne reakcije s polimerazo). Za učinkovito in specifično pomnoževanje morajo biti začetniki ustrezno načrtovani: imeti morajo primerno dolžino, tališče (T_m) med 55–65 °C, uravnoteženo vsebnost GC (40–60 %), ne smejo tvoriti dimerov ali lasničnih zank ter morajo biti čim manj degenerirani (degenerirani začetni oligonukleotidi so mešanice zaporedij, ki vključujejo variacije na določenih mestih in tako upoštevajo variabilnost genetskega zapisa med različnimi organizmi), da se vežejo le na željeno tarčno zaporedje. Pomembno je tudi, da se par začetnikov ne veže drug na drugega in da omogočata pomnoževanje fragmenta ustrezne dolžine. Pri analizah NGS se običajno uporabljajo fragmenti dolgi 300 bp ali manj. V medu niti ne pričakujemo daljših odsekov, saj je DNK mnogokrat slabo ohranjena in vsaj delno razgrajena.

- Izvedli smo *in silico* analizo specifičnosti obstoječih oligonukleotidnih začetnikov, ki se pogosto uporabljajo za pomnoževanje DNK nevretenčarjev, z namenom preveriti, ali omogočajo zanesljivo pomnoževanje tudi v kompleksnih začetnih vzorcih, kot je med.
- Na novo smo načrtovali dodatne oligonukleotidne začetnike, ki pomnožujejo kratek fragment znotraj barcoding odseka COI, dolžinsko primeren za NGS analizo.
- Preverili smo, ali novi začetniki omogočajo specifično pomnoževanje tudi v pogojih, kjer je prisotna velika raznolikost DNK iz različnih organizmov in potencialni inhibitorji, kot je značilno za med.
- Analizo z novimi oligonukleotidnimi začetniki smo najprej izvedli *in silico*, tako da smo ovrednotili ujemanje začetnikov s tarčnimi in sekvencami, nato pa še **v laboratoriju s PCR**, da potrdimo njihovo uspešnost in specifičnost v praksi.
- Zanimalo nas je, ali krajši fragmenti znotraj COI barcoding odseka kljub svoji dolžini še vedno vsebujejo dovolj informacij, da omogočajo zanesljivo identifikacijo do vrste s programskim orodjem BLAST.

3.8.1 Konstrukcija novih oligonukleotidnih začetnikov

V programskem orodju Geneious smo najprej uvozili nukleotidna zaporedja povzročiteljev medenja za vsa tri leta ter jih združili v eno mapo za skupno obdelavo. Nato smo zaporedja poravnali z uporabo algoritma MAFFT, pri čemer smo uporabili privzete nastavitve za natančno poravnavo zaporedij. Za načrtovanje oligonukleotidnih začetnikov z uporabo vgrajenega orodja v Geneiousu smo nastavili največjo dolžino fragmenta na 350 bp in vključili možnost zmanjšanja degeneriranosti začetnikov. Parametrov, kot so tališče in delež GC, nismo spreminjali. Program je na podlagi teh nastavitvev predlagal več parov začetnikov, med katerimi smo izbrali tiste z

najnižjo stopnjo degeneriranosti in dobrim ujemanjem na vseh različicah zaporedij. Seznam novo zasnovanih in obstoječih oligonukleotidnih začetnikov je predstavljen v poglavju 4.4.

3.8.2 Preizkus novih in obstoječih oligonukleotidnih začetnikov *in silico*

Za *in silico* analizo smo uporabili nukleotidna zaporedja za barcoding marker COI za vzorce, ki smo jih nabrali in uspešno prebrali zaporedje v letih 2023, 2024 in 2025. Skupno smo uporabili 89 unikatnih nukleotidnih zaporedij. Med njimi so bila tudi nukleotidna zaporedja za organizme, ki ne sodijo med hemiptere, vendar se običajno pojavljajo med vzorčenjem (največkrat plenilci ušic, parazitoidne ose, ter čebela).

Zaporedja, ki smo jih pridobili v preteklih sezonah, smo v .fasta formatu uvozili v Geneious Prime (verzija 2025.2.1). Prav tako smo uvozili zaporedja začetnih oligonukleotidov. Za vsako možno kombinacijo oligonukleotidov (kompatibilni istosmerni in obratnosmerni) smo uporabili orodje za preizkušanje začetnih oligonukleotidov s prednastavljenimi (default) nastavitvami.

Za vsak par oligonukleotidnih začetnikov smo naredili dve analizi, ki sta se razlikovali po številu dovoljenih neujemanj med začetnikom in tarčnim zaporedjem. Pri prvi je bilo število dovoljenim neujemanj **nič**, pri drugi pa **pet**.

Predvidena zaporedja smo ekstrahirali s funkcijo "extract PCR products" in jih izvozili v .fasta formatu. Dolžine zaporedij za vsako analizo smo določili s python skripto in jim odstranili začetne oligonukleotide. Z BLAST smo na NCBI strežnikih iskali ujemanje med našimi, predvidenimi, zaporedji v podatkovni zbirki "core_nt". Da je potekalo hitreje, smo iskanje omejili samo na zaporedja živali (Animalia).

Iz rezultatov BLAST smo odbrali najboljša ujemanja in jih filtrirali glede na "bit score" ujemanja med tarčo in iskalnim nizom. Če so odbrana tarčna zaporedja soglasno pripadala vrsti, ki se je ujemala z vrsto, določeno na podlagi celotnih zaporedij v prejšnjih sezonah, smo potrdili primernost novih začetnih oligonukleotidov za določanje do vrste natančno.

3.8.3 Preizkus pomnoževanje fragmentov z novimi kombinacijami oligonukleotidnih začetnikov

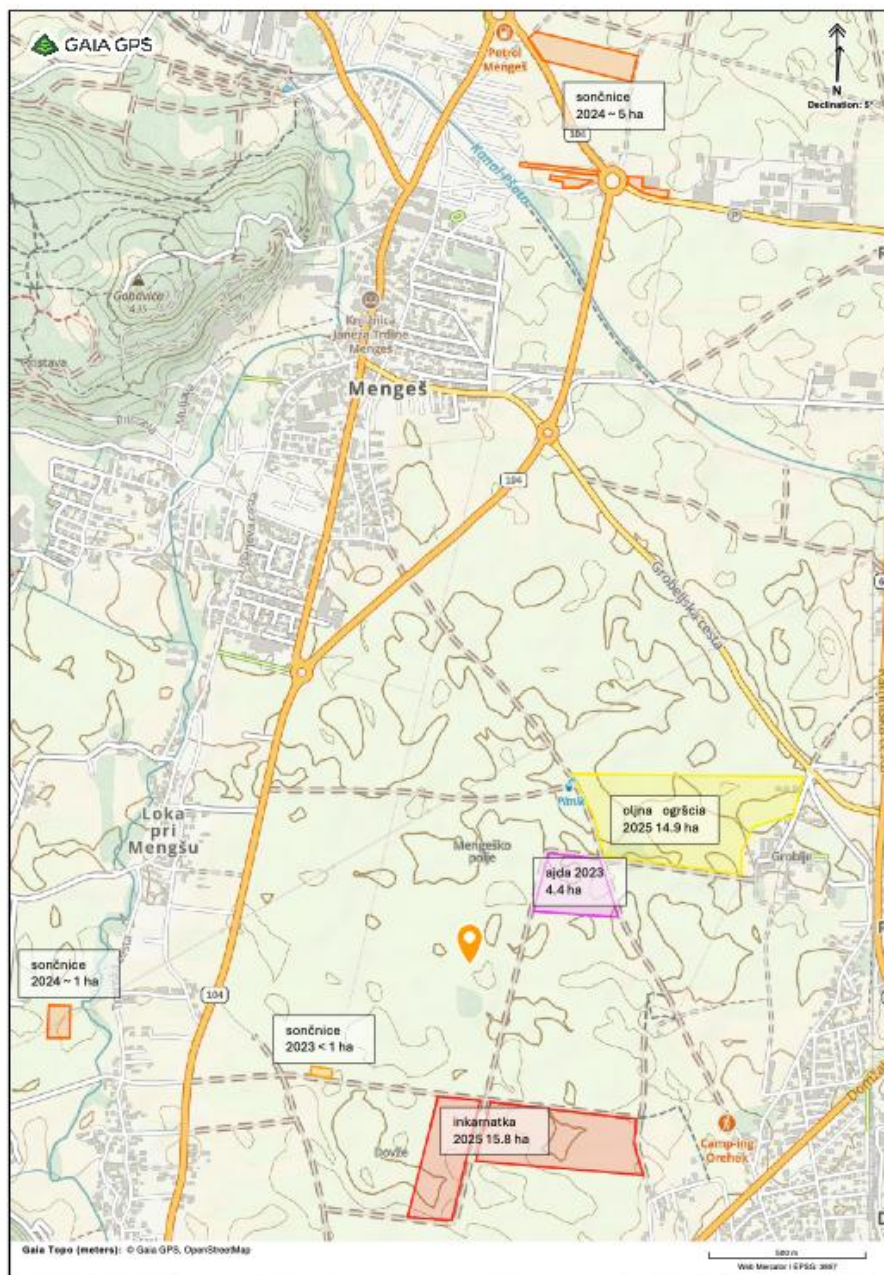
Za optimizacijo pomnoževanja specifičnih nukleotidnih fragmentov smo uporabili kombinaciji novo zasnovanih oligonukleotidnih začetnikov AphidF1/R1 in AphidF2/R2. Za obe kombinaciji (Aphid1 in Aphid2) smo z gradientnim PCR-jem določili optimalno temperaturo naleganja (pogoji so navedeni v Tabela 4); za Aphid1 je bila v območju med 55 in 60 °C, za Aphid2 pa med 46 in 52 °C. Testiranje smo izvedli na dveh osebkih, ki smo jih predhodno že uspešno določili kot Cinara. Na enak način smo preizkusili še kombinacije oligonukleotidnih začetnikov BF1, BF2, BR1, BR2 (Elbrecht in Leese, 2017), ki omogočajo pomnoževanje fragmentov različnih dolžin znotraj barcoding regije pri nevretenčarjih, ki pa so se izkazali za premalo specifične za zanesljivo in ustrezno pomnoževanje.

Tabela 4. PCR program, uporabljen za pomnoževanje gradientnih PCR.

Gradientni PCR:		
Začetna denaturacija	3 min	98 °C
3-stopenjsko pomnoževanje fragmentov (35 ciklov):		
Denaturacija	20 s	98 °C
Prileganje	20 s	gradient °C
Podaljševanje	20 s	72 °C
Zaključno podaljševanje	2 min	72 °C

3.9 OCENA GOSTOTE IN KONKURENČNOSTI MED ČEBELJIMI DRUŽINAMI, KI TEKMUJEJO ZA ISTI VIR

Na lokaciji Grobeljsko polje v čebelnjaku SI340788 (Slika 9) smo družine opremili s tehtnicami ter vremensko postajo. Jakost smo vsakokrat spremljali z oceno živalnosti (2023) oz. štejem ulic (2024 in 2025); v vsakem letu je bila ocenjena jakost družine pred in po cvetenju za čebelarjenje zanimivih virov. Teže panjev smo tarirali prvi dan poskusa. Pri vsakem posegu v panj smo upoštevali razliko v teži in ustrezno korigirali meritve. Gledali smo spremembo teže družine tekom poskusa. Število čebeljih družin v 3 km krogu smo pridobili iz registra čebeljih družin, število družin v 1 km krogu pa smo pridobili z navzkrižno referenco z uporabo MKGP GRK in registra čebeljih družin. Analize smo opravili s programskim jezikom Python.



Slika 9. Grobeljsko polje. Z oranžnim znamenjem je označena lokacija čebelnjaka v poskusu SI340788. Polja z zanimivimi posevki so barvno označena in opremljena z letnico in površino posevka.

4 REZULTATI

4.1 UGOTAVLJANJE MEDENJA NA OBMOČJIH Z VIŠJO NADMORSKO VIŠINO NA NOVIH OPAZOVALNIH POSTAJAH

4.1.1 Donos medu in temperatura

Podatke iz let 2023, 2024 in 2025 (SKP obdobje 2023 – 2027) smo prikazali za obdobje april – julij oz. za čas delovanja postaje. Dodali smo še leto 2022, ki je bilo prvo leto, v katerem je tekla raziskava.

V obdobju med **1. 4. 2025 in 10. 8. 2025** je le ena izmed spremljanih družin končala z negativno bilanco in sicer Črna na Koroškem – Podpeca z -3.3 kg donosa. Na lokaciji Pohorje – Smrečno se je medenje začelo pozno, zaostajal pa je tudi razvoj družine, kar je vplivalo na končni izmerek. Naslednja z slabšim donosom je bila Draga – Begunje na Gorenjskem kjer pa smo imeli težave s signalom in ni bilo rednega pošiljanja podatkov. Izmerili smo 4,5 kg donosa. Ostale družine so imel boljši donos, kar 29 postaj je izmerilo več kot 10 kg donosa od tega 21 družin več kot 20 kg donosa, 5 družin več kot 50 kg.

Tabela 5. Pregled spremljanih postaj in maksimalni zabeleženi donosi.

Voucher	lokacija	2022	2023	2024	2025	Število pozitivnih maksimumov
ALT001	BEGUNJE NA GORENJSKEM - DRAGA	15.9	0.0	0.2	4.5	3
ALT002	POKLJUKA - PLANINA ZAJAMA	0.0	15.4	5.0	11.5	3
ALT003	BOVEC	3.2	16.1	7.4	16.3	4
ALT004	BUTAJNOVA	29.4	22.1	19.0	28.2	4
ALT005	CERKLJE NA GORENJSKEM - ŠMARTNO	28.8	22.9	9.2	65.4	4
ALT006	ČRNIVEC	16.2	6.2	0.0	34.5	3
ALT007	GOTENIŠKA GORA - GRČARICE	14.9	2.9	9.4	19.8	4
ALT008	JELOVICA - BOHINJKA	16.8	4.2	8.8	21.0	4
ALT009	JELOVICA - TALEŽ	4.5	7.5	13.7	32.3	4
ALT010	HRUŠICA - KALCE	30.5	26.3	12.6	41.0	4
ALT011	KOKRA	28.1	0.0	18.7	28.2	3
ALT012	KRANJSKA GORA	2.3	23.3	19.4	27.1	4
ALT013	LEGEN - ŠMARTNO PRI SLOVENJ GRADCU	6.1	17.4	25.4	33.1	4
ALT014	TROJANE - LIMOVCE	37.5	0.0	2.9	28.3	3
ALT015	LOGARSKA DOLINA	13.6	0.1	8.0	30.9	4
ALT016	NOVA GORICA - LOKOVEC	46.8	47.7	8.6	58.5	4
ALT017	ČRNA NA KOROŠKEM - LUDRANSKI VRH	0.4	1.1	17.3	9.4	4
ALT018	MEŽAKLA	14.1	29.2	11.8	27.6	4
ALT019	MORAVČE - STUDENCI	28.0	0.0	3.0	34.5	3
ALT020	POHORJE - OSANKARICA	0.0	0.0	3.1	16.4	2
ALT021	ČRNA NA KOROŠKEM - PODPECA	9.3	2.6	8.5	6.5	4
ALT022	SLIVNICA NA POHORJU	27.6	7.5	24.2	22.5	4
ALT023	ŠMARTNO NA POHORJU	4.0	20.9	5.4	18.1	4
ALT024	POHORJE - SMREČNO	8.4	37.4	15.9	4.5	4
ALT025	SNEŽNIK - ČRNI DOL	1.7	28.7	27.1	18.1	4
ALT026	SNEŽNIK - GRDA DRAGA	1.2	4.4	14.1	29.0	4
ALT027	SNEŽNIK - SMREKOVEC	1.4	48.8	7.0	8.7	4
ALT028	KOČEVJE - STRMA REBER	16.9	0.0	1.2	41.9	3
ALT029	REMŠNIK - SV. PANKRACIJ	25.2	1.4	5.0	115.9	4
ALT030	TUHINJSKA DOLINA	1.7	9.8	0.0	11.4	3
ALT031	VELIKE LAŠČE	15.9	0.0	4.4	57.1	3
ALT032	MENINA PLANINA - VZNOŽJE	9.4	0.0	0.0	16.9	2
ALT033	POSTOJNA - ZAGON	36.5	14.0	0.2	5.9	4
ALT034	VRHNIKA - ZAPLANA	37.7	15.6	15.1	61.8	4
ALT035	ŽELEZNIKI - ZGORNJE DANJE	14.6	19.5	22.4	35.7	4

Število pozitivnih postaj v posamezni sezoni

33

27

32

35

Tako lokacije kot sezone se po donosih in trendih med seboj lahko zelo razlikujejo, na nekaterih lokacijah pa so si trendi med sezonami zelo podobni. Ena lokacija je imela končno pozitivno bilanco le enkrat (ALT020, Pohorje – Osankarica), deset jih je imelo dve pozitivni sezoni, petnajst tri, štiri pozitivne bilance pa so bile zabeležene na devetih.

Tekom sezone so bile številke malo drugačne: vsaj 24 lokacij je imelo tekom sezone pozitivne maksimume, ne glede na končni izplen. Devet lokacij je imelo pozitiven maksimum tri sezone, dve pa le dvakrat (Tabela 5).

Načeloma naj bi se jakost družin večala od zgodnjih spomladanskih mesecev nekje do poletnega sončevega obrata, kar se odraža tudi na teži. Vendar glede na razpoložljive vire na nekaterih lokacijah brez intervencij oskbrnika ne gre. Grafi teh postaj so občasno prikazovali globoke minuse. V štirih letih spremljanja le štiri postaje niso šle v rdeče številke za več kot dva kilograma. To so bile Logarska dolina, Mežakla, Snežnik – Črni dol in Vrhnika – Zaplana. V letu 2025 je bilo takih družin 31, v letu 2023 pa le 11.

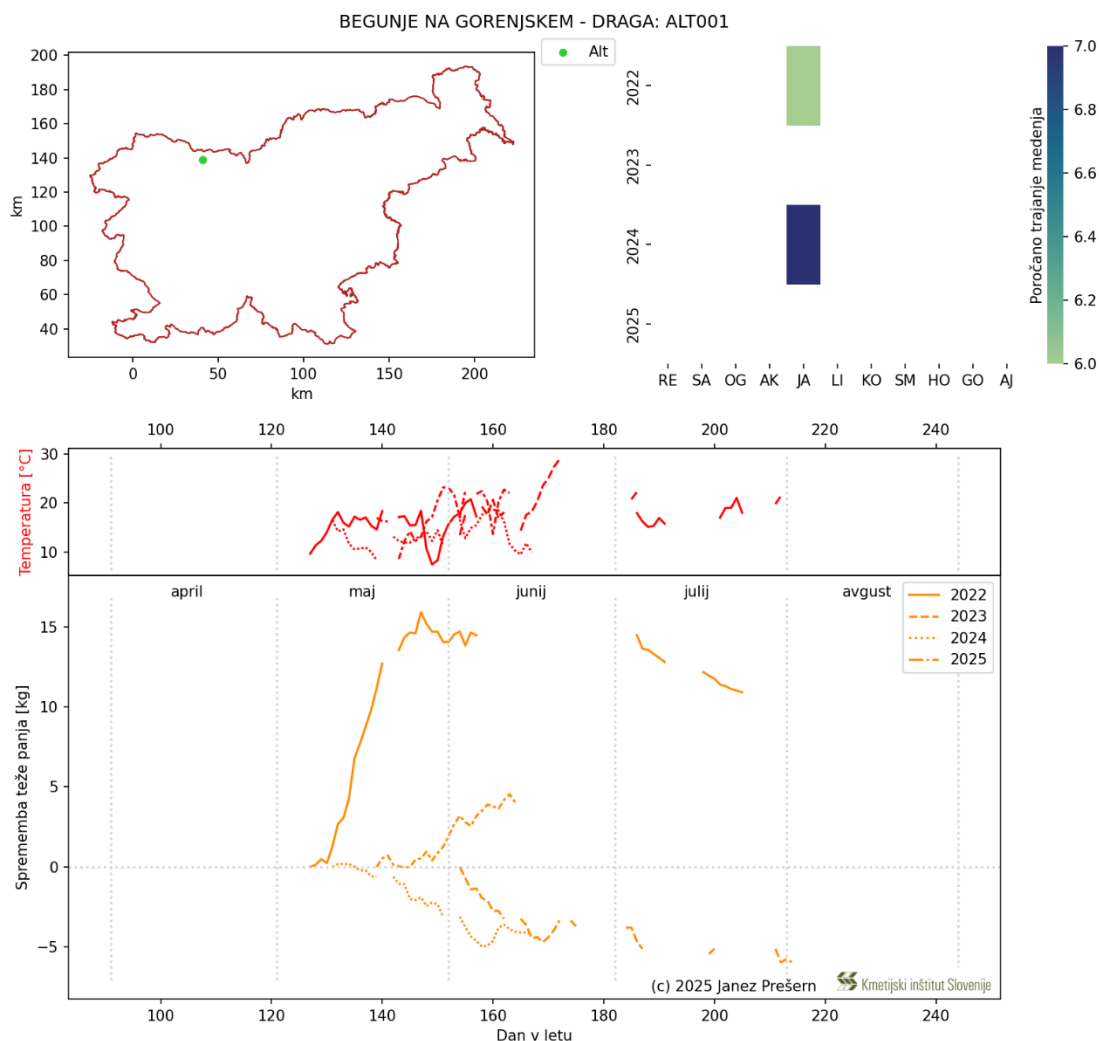
Različne sezone se odražajo na maksimalnih donosih. Tako je v letu 2025 29 postaj prišlo čez 10 kg, od teh 21 čez 20 kg, pet pa celo čez 50 kg. Za primerjavo, v prejšnjih letih nobena postaja ni prišla čez 50 kg, v letu 2024 pa le štiri čez 20 kg in le 14 čez 10 kg (Tabela 6).

Tabela 6. Število opazovalnih postaj po kategorijah donosov.

	2022	2023	2024	2025
Več kot 10 kg	20	16	14	29
Več kot 20 kg	11	10	4	21
Več kot 50 kg	0	0	0	5

Kvaliteta podatkov se med leti razlikuje, predvsem zaradi spremenljivega signala. Prekinjene črte na grafih donosov prikazujejo odsotnost signala, ki merilno postajo povezuje z bazo podatkov. Te prekinitve so se pojavljale stohastično, sezone pa so bile glede tega med seboj neprimerljive.

4.1.1.1 Begunje na Gorenjskem - Draga



Slika 10. Spodaj: donosi na lokaciji Begunje na Gorenjskem - Draga (847 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

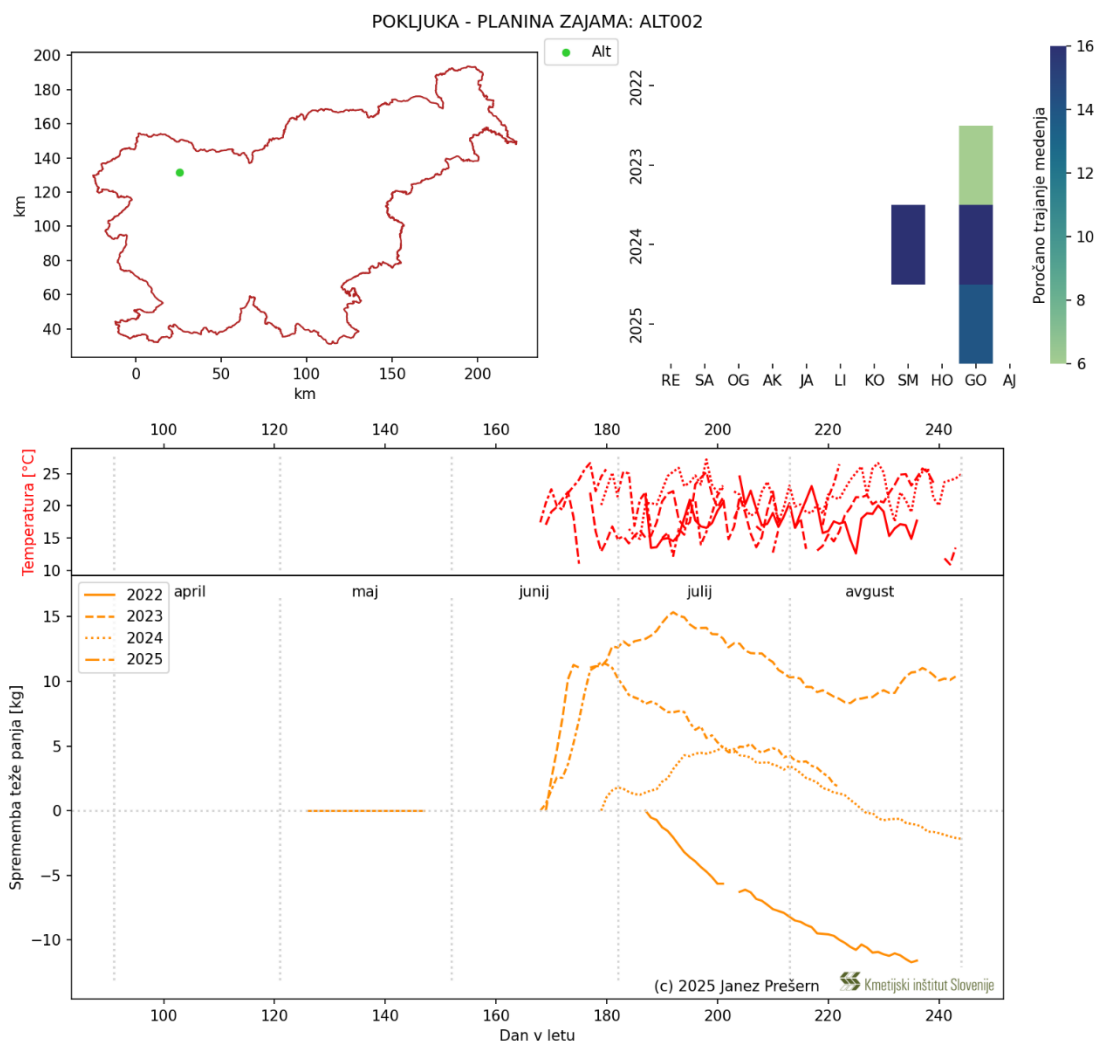
2023. Lokacija je merjenje zaključila s negativno bilanco. Vremenske razmere s pogostim dežjem in vetrom so povzročile slabo medenje in izkoriščanje rastlin. Povzročiteljev medenja na smreki v letu 2023 nismo beležili.

2024. Tudi v letu 2024 je lokacija merjenje zaključila z negativno bilanco. Vremenske razmere s pogostim dežjem in vetrom so povzročile slabo medenje in izkoriščanje rastlin. Povzročitelje medenja na smreki smo vsaj v manjši meri opazili, vendar to še vedno ni bilo dovolj za pozitivne donose.

2025. Letos je lokacija beležila boljše donose. Prve donose smo beležili v drugi polovici maja, ko so cvetele travniške rastline. V nadaljevanju pa je donose omogočal javor in uši, ki so se razvile na njem.

Lokacija je med bolj problematičnimi glede signala, saj skozi celotno sezono nismo uspeli zagotoviti stabilnega prenosa izmerkov. V štirih letih spremljanja je le eno leto pokazalo donos, ki bi opravičeval postavitev čebeljih družin. Slika bi bila verjetno drugačna, če bi se bolje razvili povzročitelji medenja na sicer prisotni smreki.

4.1.1.2 Pokljuka - Planina Zajama



Slika 11. Spodaj: donosi na lokaciji Pokljuka - Planina Zajama (1100 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

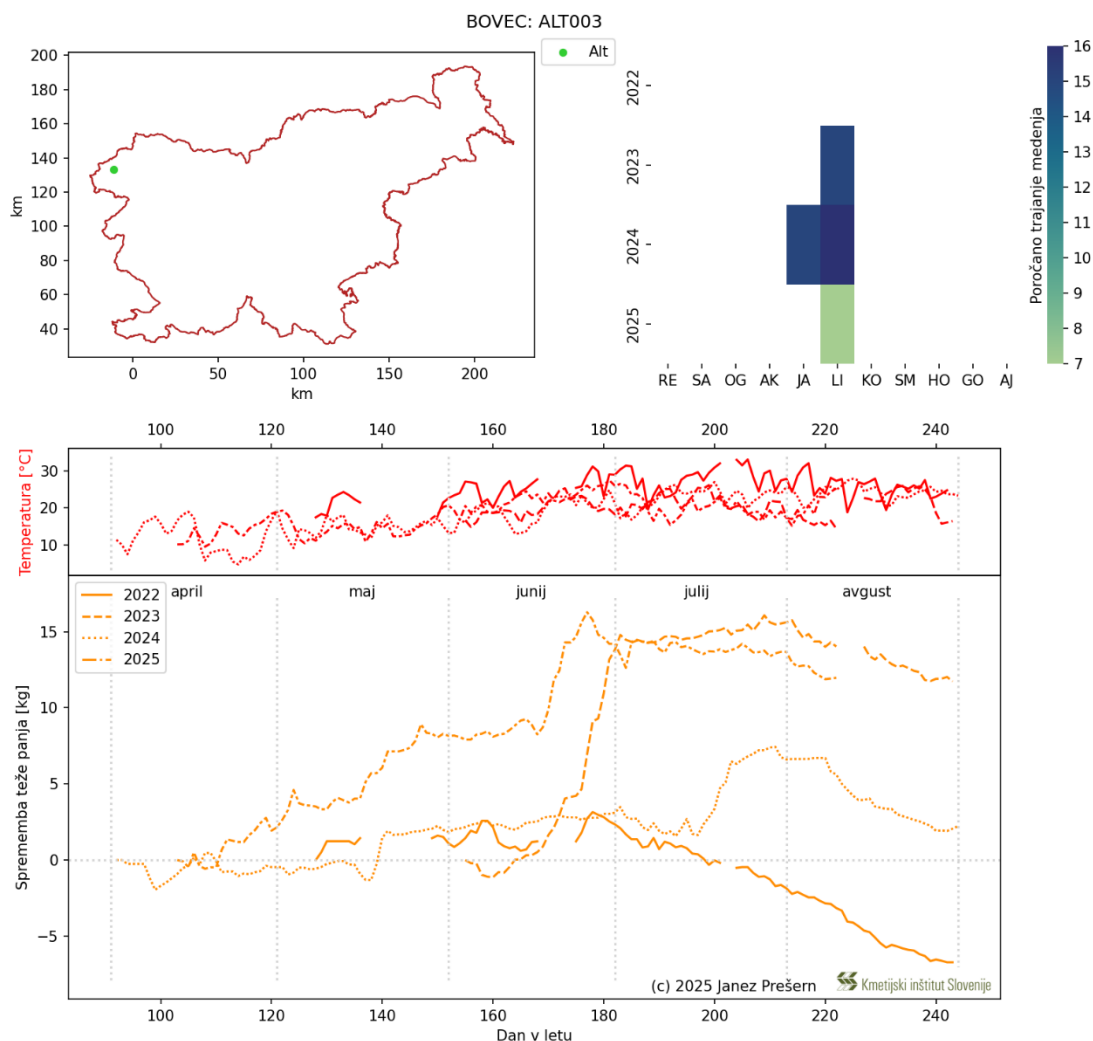
2023. Lokacija je pozitivno presenetila. Zaradi velike količine dežja je gozdna podrast tudi tu izredno dobro medila. Sneg na lokaciji se je obdržal vse do začetka junija, zato je tudi razvoj rastlin temu primerno kasnil in smo prve donose beležili šele po 15. juniju. Na tem območju je v največjem deležu prisotna smreka, ki je letos gostila posameznega velikega in malega kaparja, kar je obetajoča napoved za prihodnje leto.

2024. Kljub pozni namestitvi družine na lokacijo so čebele na smreki v kratkem času uspele nabrati dobrih 5 kg medu.

2025. Letos je tehtnica pokazala 10 kg donosa v mesecu juniju, kar pripisujemo cvetenju javorja in verjetni mani na njem. Od junijskega vrhunca do konca merjenja je družina izgubljala na teži.

Lega, na kateri je nameščena tehtnica, je ena najhladnejših od vseh opazovalnih postaj, kar se odraža tudi pri medenju. Nočne temperature v začetku junija so le med 5 °C in 10 °C, kar vpliva na razvoj čebelje družine, zato smo družino na lokacijo naseljevali šele v juniju. Predlagamo nadaljnje spremljanje.

4.1.1.3 Bovec



Slika 12. Spodaj: donosi na lokaciji Bovec (488 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

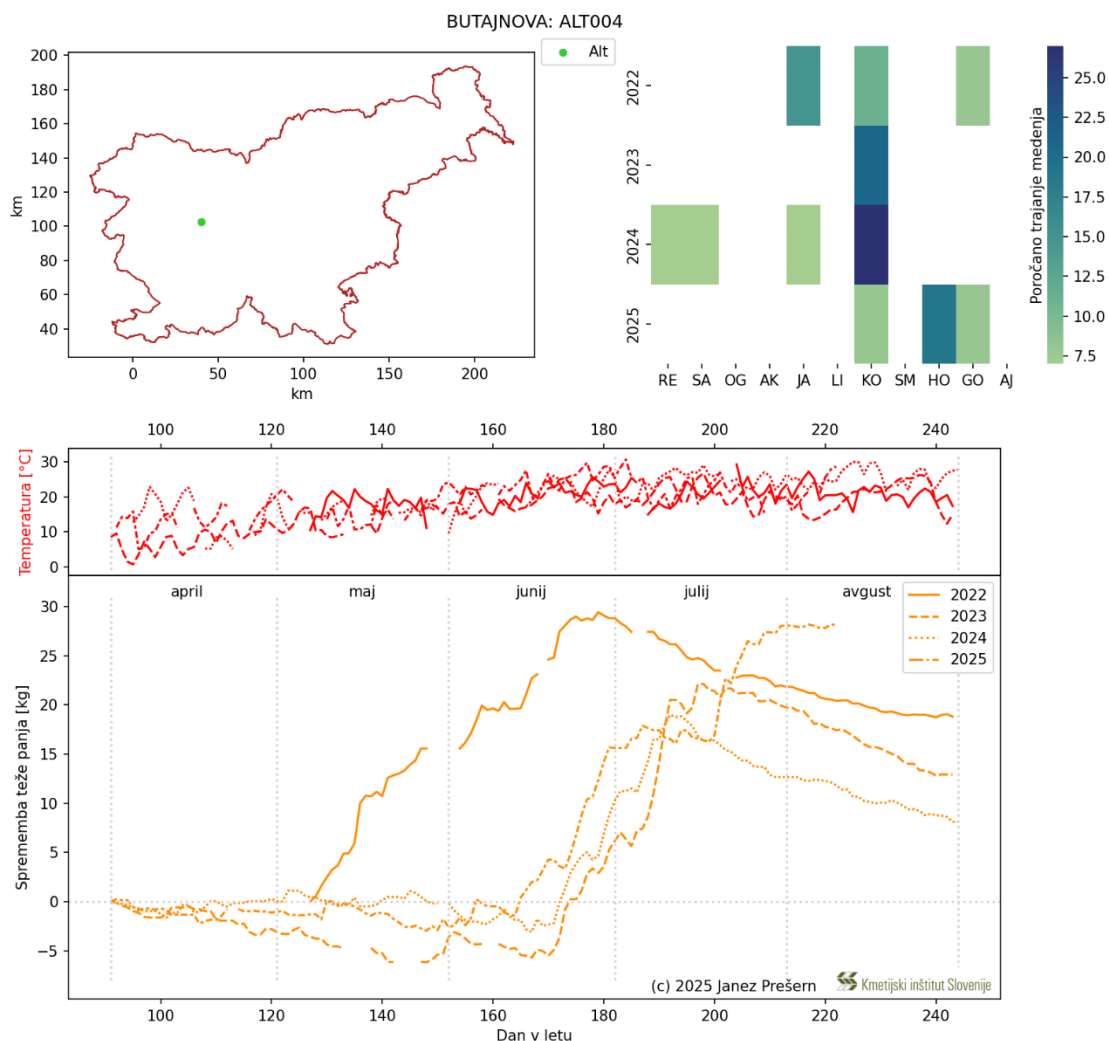
2023. Lokacija Bovec je v drugem letu spremljanja donosov prikazala pričakovano sliko. Graf lepo prikazuje donose v času lipov paše. Glede na zelo razgiban teren je lipa cvetela daljši čas - skoraj mesec dni. Poleg tega, da je padavin v tem času bilo veliko, ob posameznem merjenju tudi preko 50 mm.

2024. Lokacija Bovec je v tretjem letu spremljanja donosov razočarala. Donosov ni bilo niti v času lipove paše. Ugotavljamo, da so se zaradi prepogostih in obilnih padavin v letošnjem letu na lipi razvile različne plesni, ki so škodovalle listom in cvetovom. Kmalu po začetku cvetenja so začeli cvetovi odpadati. So se pa zaradi velike količine vlage uspele dobro razviti uši na lipi, katerih mane pa čebele na tej lokaciji niso nabirale.

2025. Lokacija je ponovno pokazala, da se nahaja v področju lipove paše. Tako kot pretekla leta je takrat teža panja narasla za dobrih 16 kg. Poleg lipove paše smo beležili donose tudi pred lipo za kar so bile zaslužene cvetlice in javor. V juliju je bila teža panja stabilna.

Lokacija Bovec je zanimiva zlasti zaradi lipe. Predlagamo nadaljnje spremljanje.

4.1.1.4 Butajnova - Planina nad Horjulom



Slika 13. Spodaj: donosi na lokaciji Butajnova - Planina nad Horjulom (762 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

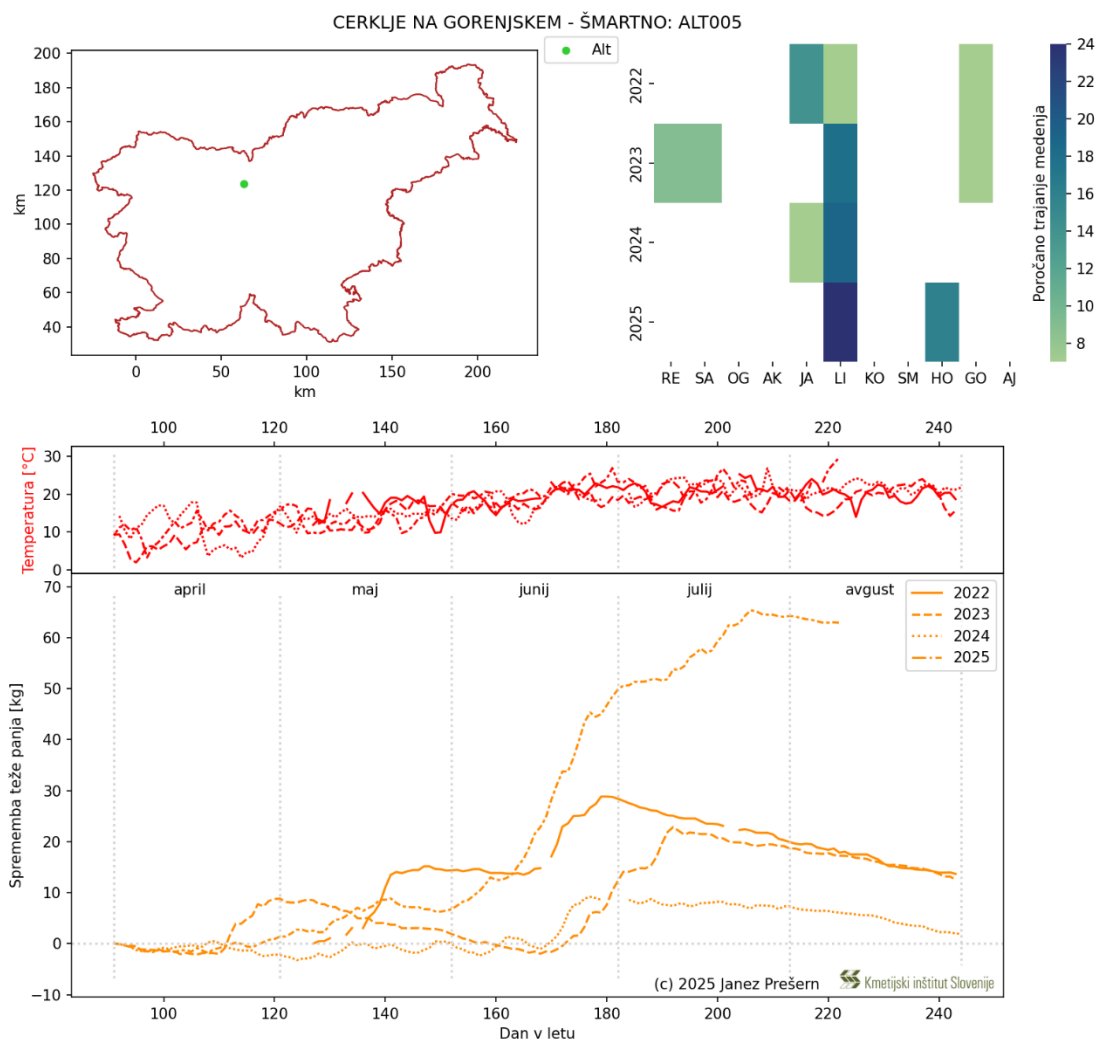
2023. Lokacija Butajnova je v drugem letu spremljanja pokazala, da kljub neugodnemu vremenu s pogostimi padavinami lahko omogoči pašo. Tokrat je bil pozitiven donos predvsem na račun kostanja, ki je na tem območju dobro zastopan. Poleg kostanja je tu v manjši meri prisotna tudi hoja, ki je gostila uši, ki so izločale mano.

2024. Tudi v letu 2024 je bil pozitiven donos predvsem na račun kostanja, ki je na tem območju dobro zastopan. Poleg kostanja je tu v manjši meri prisotna tudi hoja, na kateri pa letos nismo beležili uši.

2025. Poleg dobro zastopanega kostanja je v letošnjem letu dobro cvetel javor. Poleg tega so se na njemu razvile tudi uši, ki so prav tako pripomogle k pozitivnim donosom. Prva pomembna paša je bil kostanj, sledila je hoja. Vrhunec smo beležili s koncem julija.

Lokacija Butajnova – Planina nad Horjulom je v štirih letih spremljanja vedno zaključila s pozitivno bilanco. Vsekakor spada med lokacije, ki jih je vredno spremljati še naprej.

4.1.1.5 Cerklje na Gorenjskem - Šmartno



Slika 14. Spodaj: donosi na lokaciji Cerklje na Gorenjskem - Šmartno (442 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

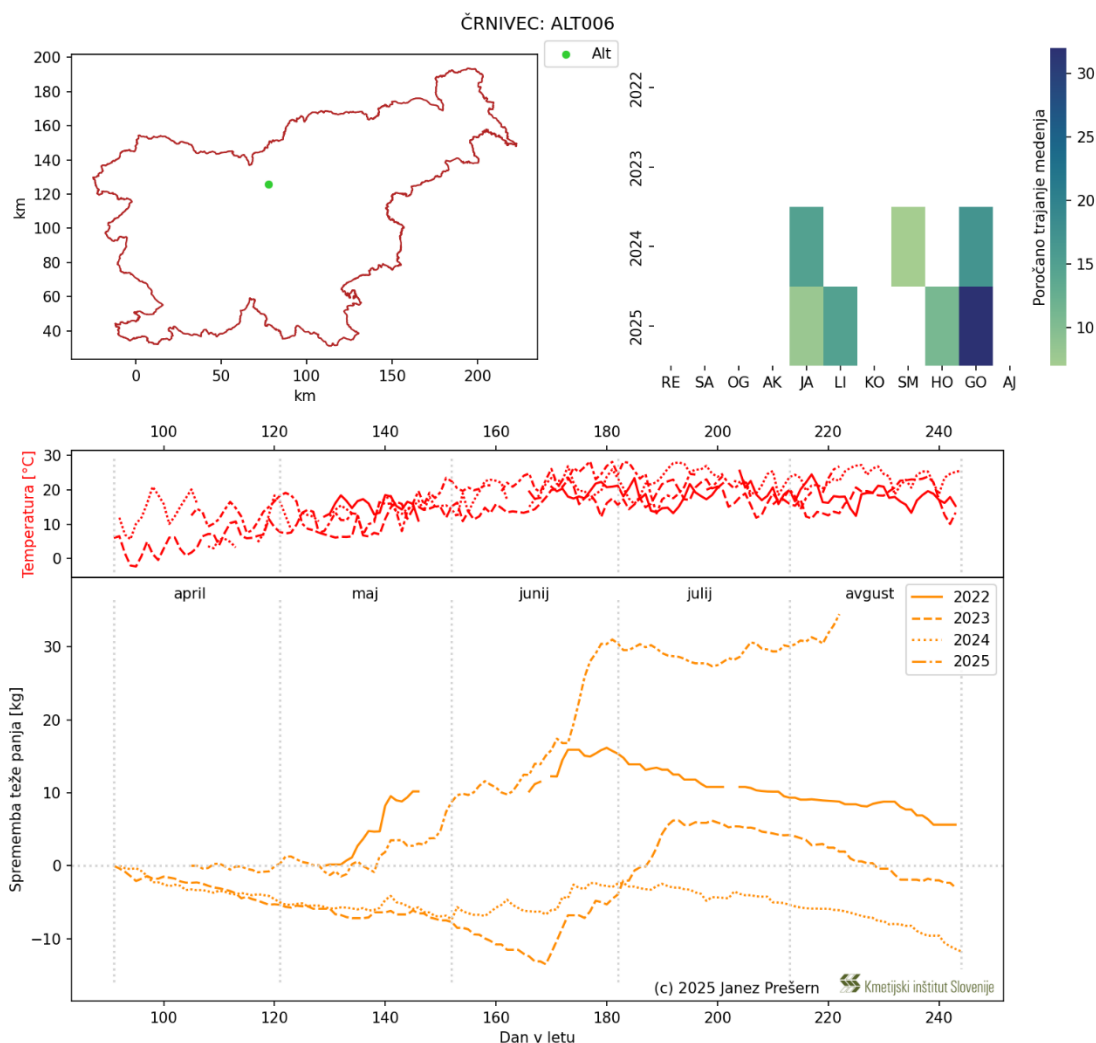
2023. Graf prikazuje dva vrhova, prvi vrh je bil v času cvetenja javorja. Kljub temu, da je javor imel manj cvetja, je na tej lokaciji omogočil pozitiven donos in se je tehtnica dvignila za 10 kg. Drugi vrh je bil zabeležen v času cvetenja lipe, ki je imela veliko cvetja in omogočila dvig teže panja za 22 kg.

2024. Graf prikazuje v letu 2024 le en vrh, v času cvetenja malolistne lipe. Tehtnica se je dvignila za 7.8 kg. Drugega vrha v tem letu ni bilo.

2025. Medenju na lipi je sledila hoja, ki je podaljšala medenje; tik pred koncem julija je tehtnica preseгла 60 kg donosa.

V štirih letih spremljanja je čebelja družina trikrat oz. pogojno štirikrat pridobila toliko, da se je točenje izplačalo. Lokacija Cerklje na Gorenjskem – Šmartno je izpolnila pričakovanja.

4.1.1.6 Črnivec



Slika 15. Spodaj: donosi na lokaciji Črnivec (1115 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

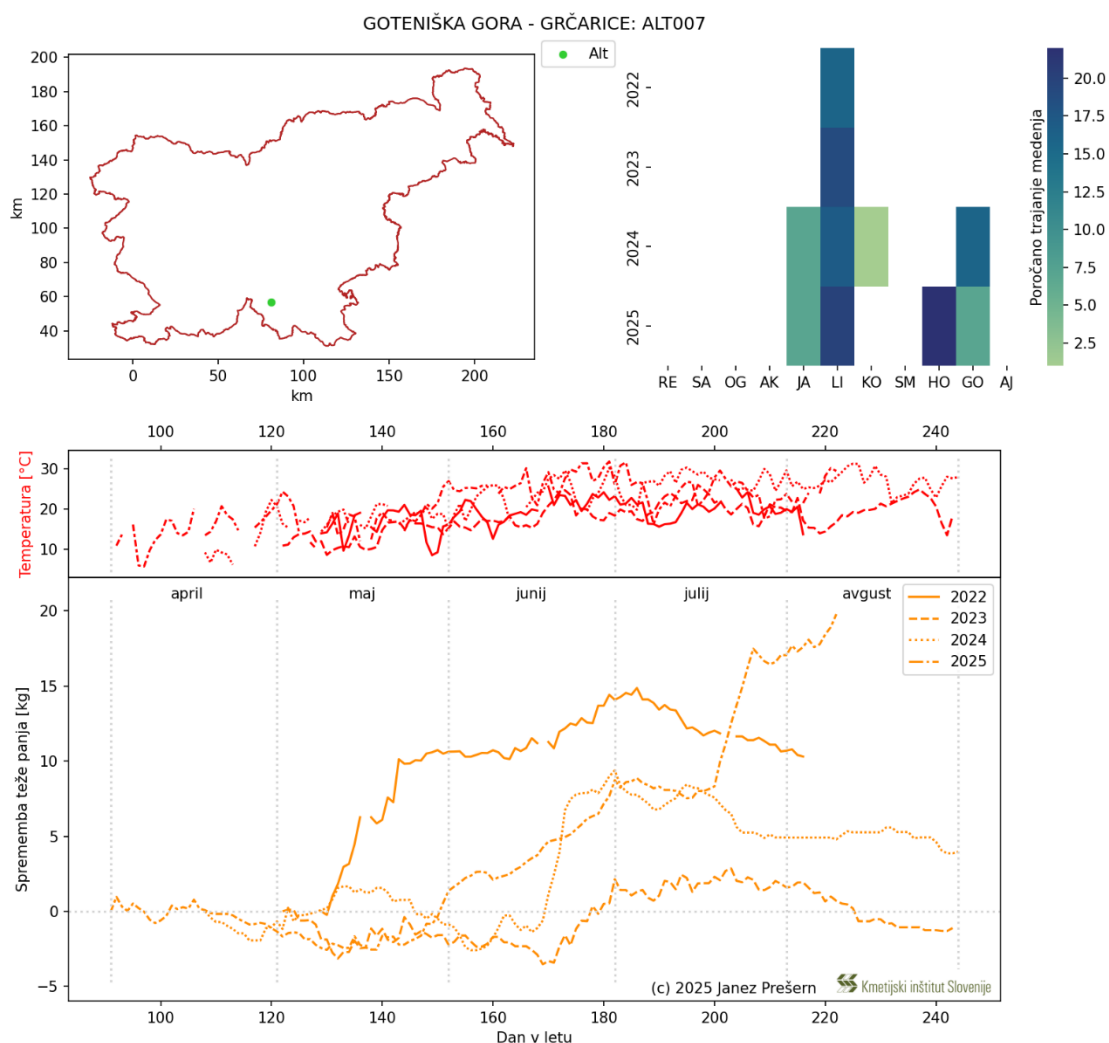
2023. Lokacija Črnivec je v tem letu 2023 večji del sezone beležila negativne donose. Prve pozitivne donose smo beležili v prvem tednu julija, ko je zacvetela robida, ki se je razrasla po vetrolomu leta 2014 in je še vedno dobro prisotna. V tem obdobju smo zabeležili dvig teže družine za približno 20 kg.

2024. V obdobju merjenja smo na lokaciji beležili negativne donose. V času cvetenja javorja je dež onemogočal koriščenje paše, do razvoja uši na smreki tudi letos ni prišlo.

2025. Letošnje leto je beležila dobre donose predvsem v času cvetenja javorja in izločanju javorjevih uši. Julij je bil relativno stabilen, družina ni zgubljala na teži. V začetku avgusta se je začela teža družine na račun hoje zopet povečevati; trend se pred koncem merjenja še ni končal.

Lokacija te postaje je na območju vetroloma, ki je povzročil veliko škodo pred več kot 15 leti. Pred vetrolomom je bila na tem območju v večjem deležu prisotna le smreka, sedaj pa sta do izraza prišla tudi javor in hoja. Še vedno je močna gozdna podrast, kot so robide in maline. Priporočamo nadaljnje spremljanje.

4.1.1.7 Grčarice - Goteniška gora



Slika 16. Spodaj: donosi na lokaciji Grčarice - Goteniška gora (567 m.n.m). Zrdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

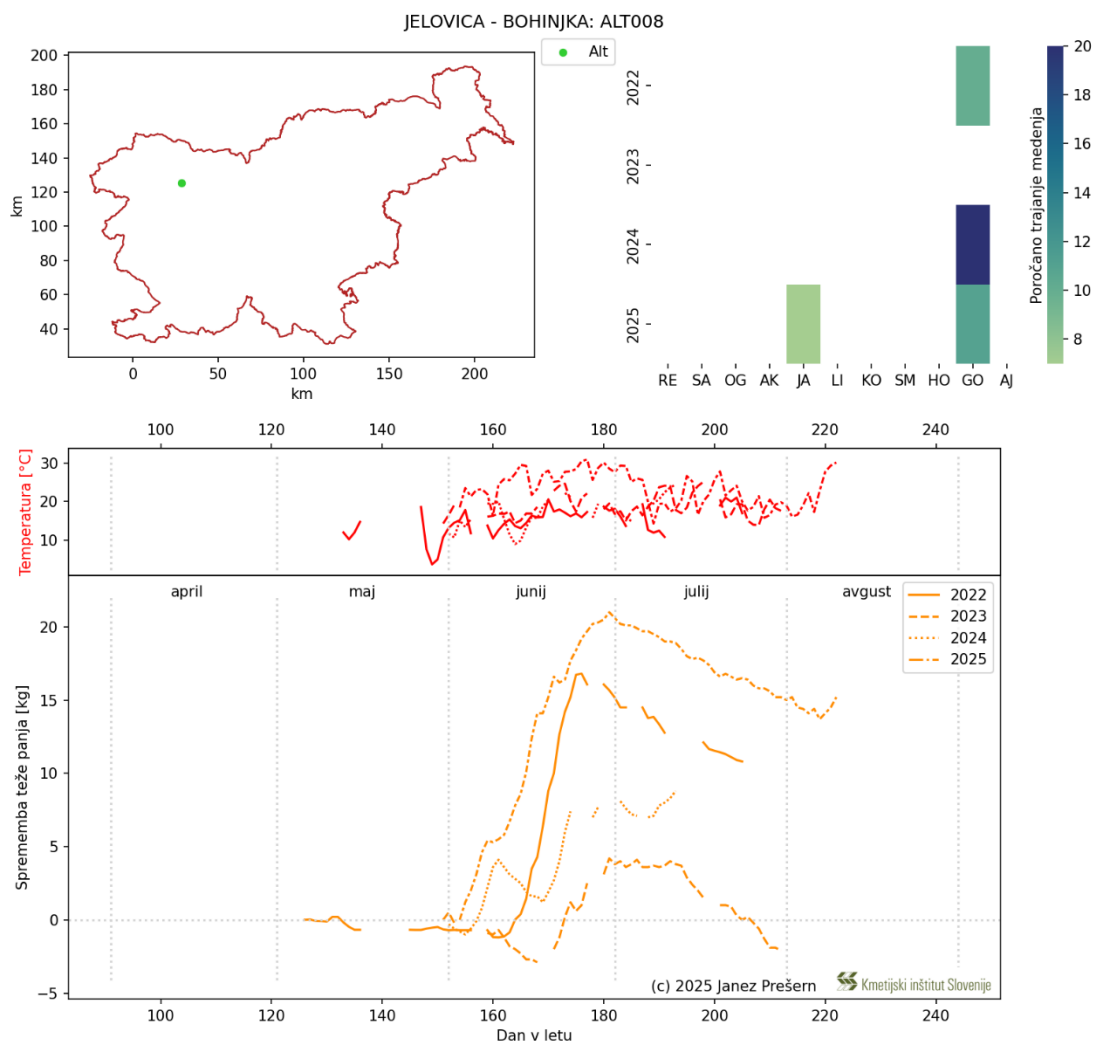
2023. Na lokaciji Grčarice - Goteniška gora so se odražale slabe vremenske razmere. Donosov vse do lipove paše nismo beležili. Šele lipa je omogočila rahlo pašo in dvig teže panja za 3 kg.

2024. Podobno kot v letu 2023, zaradi slabih vremenskih razmer donosov vse do lipove paše nismo beležili. Sočasno z lipo so je razvila rjava hojeva uš, ki je skupaj z lipo omogočila rahlo pašo in dvig teže panja za 9,3 kg.

2025. Donosi so bili odlični, ob zaključku merjenja dvigovanje teže panja še ni bilo končano; to kaže na dobro gozdno (hojevo) medenje. Kaže, da je majski javor tudi v tem letu izpadel (v nasprotju z 2022), donosi pa so bili preko celega junija in v drugi polovici julija. Po julijskem vrhuncu se je v avgustu trend nadaljeval. Vse to kaže na več virov (poleg lipe).

Opazovalna postaja je postavljena nizko, na 567 m.n.v., v hladno dolino, kjer je razvoj rastlin počasnejši. Največji delež predstavlja smreka, sledijo hoja, javor in lipa.

4.1.1.8 Jelovica - Bohinjka



Slika 17. Spodaj: donosi na lokaciji Jelovica - Bohinjka (1351 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

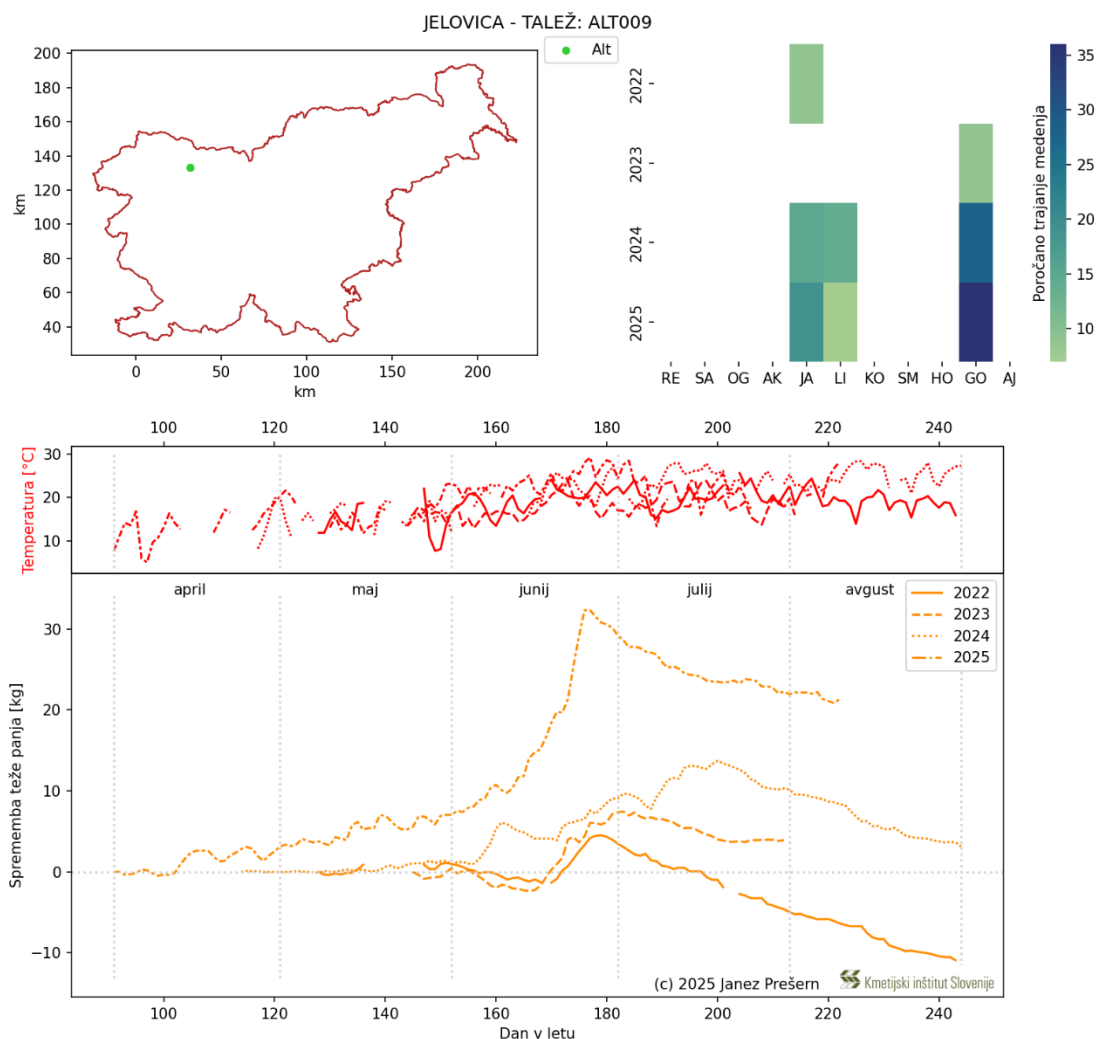
2023. Donose na tej lokacije je ponudil le gozdna podrast, predvsem maline in robide. Sezono je lokacija zaključila z negativno bilanco, vendar je bil vmes dosežen vrh, ki bi bil v nekem drugem letu morda bolj izrazit. Postajo je v tem letu uničil medved.

2024. Za razliko od leta 2023, ko smo donose beležili predvsem na gozdni podrasti je letos za donose v višini 9 kg poskrbela smreka. Dobro se je razvila rdečerjava smrekova ušica, pri kateri je značilno, da med naglo kristalizira že v panju. To smo beležili tudi v tem letu.

2025. Letos je bilo najbolj donosno od vseh spremljanih. Donosi so trajali preko celega junija in se konec meseca prevesili v izgubo. Dobrih 20 kg na panj je donos, ki je zanimiv za čebelarje.

Lokacija Jelovica - Bohinjka je ena zanimivejših, saj je nameščena najvišje izmed vseh postaj. V štirih letih spremljanja je vsaj enkrat na leto dosegla nek vrh, ki je bil najverjetneje pogojen z cvetenjem pionirske flore (robide, maline) na posekah. Lokacija je zanimiva tudi z vidika nameščanja čebel, saj je v bližini postaje veliko prostora za nameščanje prevoznih enot.

4.1.1.9 Jelovica - Talež



Slika 18. Spodaj: donosi na lokaciji Jelovica - Talež (786 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

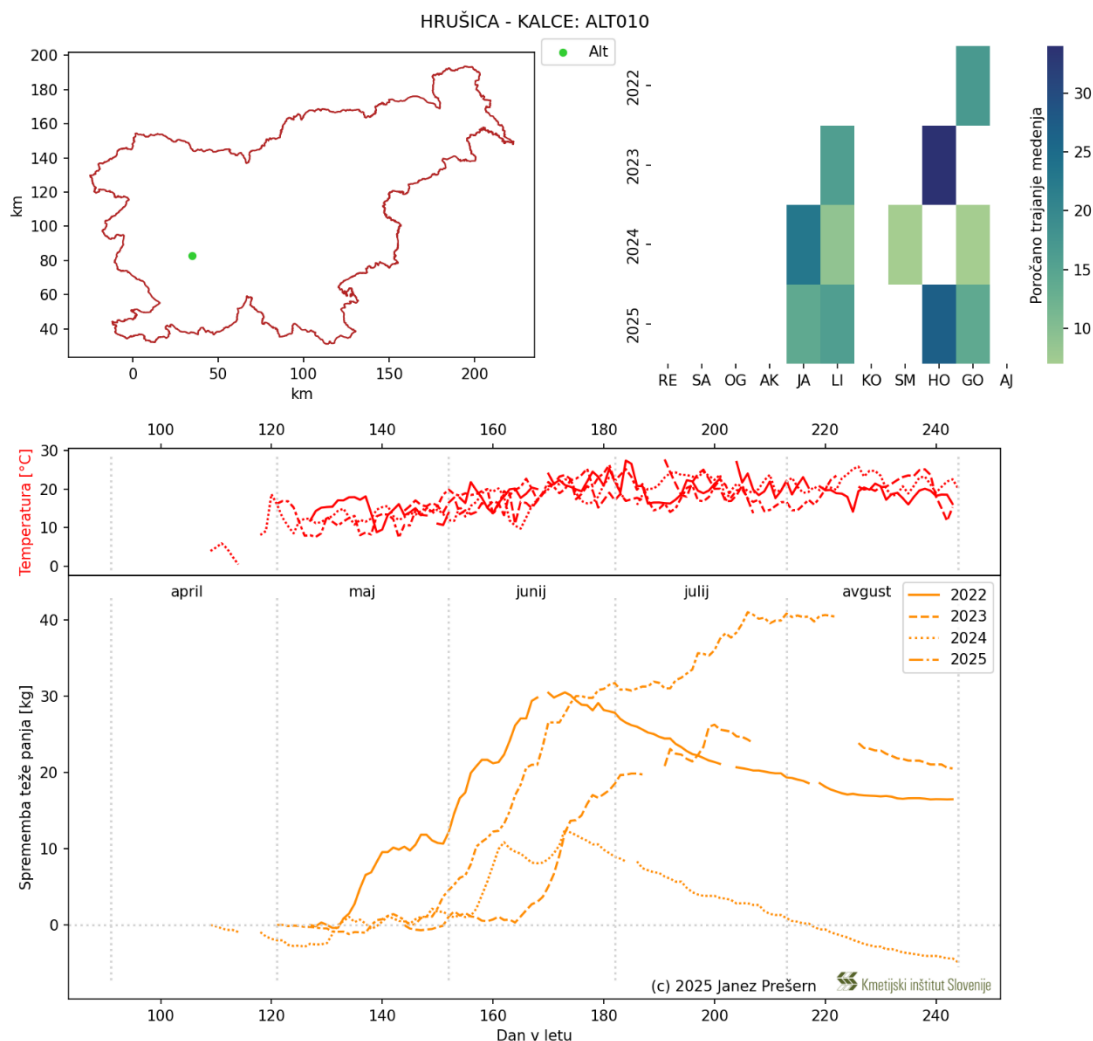
2023. Donosi so bili boljši kot na višji lokaciji Jelovica – Bohinjka. Čebele so uspele nekoliko bolje izkoristi javor in gozdno podrast. Sezona se je zaključila s pozitivnim donosom.

2024. Kot eno leto prej smo tudi 2024 boljše donose beležili na lokaciji Jelovica - Talež, ki je nameščena nižje kot lokacija Jelovica - Bohinjka. Čebele so uspele izkoristi javor, gozdno podrast ter v manjšem deležu, kolikor je to dopuščalo vreme, tudi uši na smreki. Sezona se je zaključila s pozitivnim donosom.

2025. To leto bilo najboljše izmed vseh spremljanih. Več kot 30 kg donosa na tehtnici se je zaključilo pred koncem junija, sama postaja pa nikoli ni bila v rdečih številkah. Javor je imel ključno vlogo in je v največji meri zaslužen za donose.

Jelovica – Talež kaže dinamiko, podobno kot Jelovica Bohinjka: vrh v juniju je v približno enakem obdobju, z izjemo v letu 2024, kjer sta na grafu vidna dva vrhova.

4.1.1.10 Kalce - Hrušica



Slika 19. Spodaj: donosi na lokaciji Kalce - Hrušica (794 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

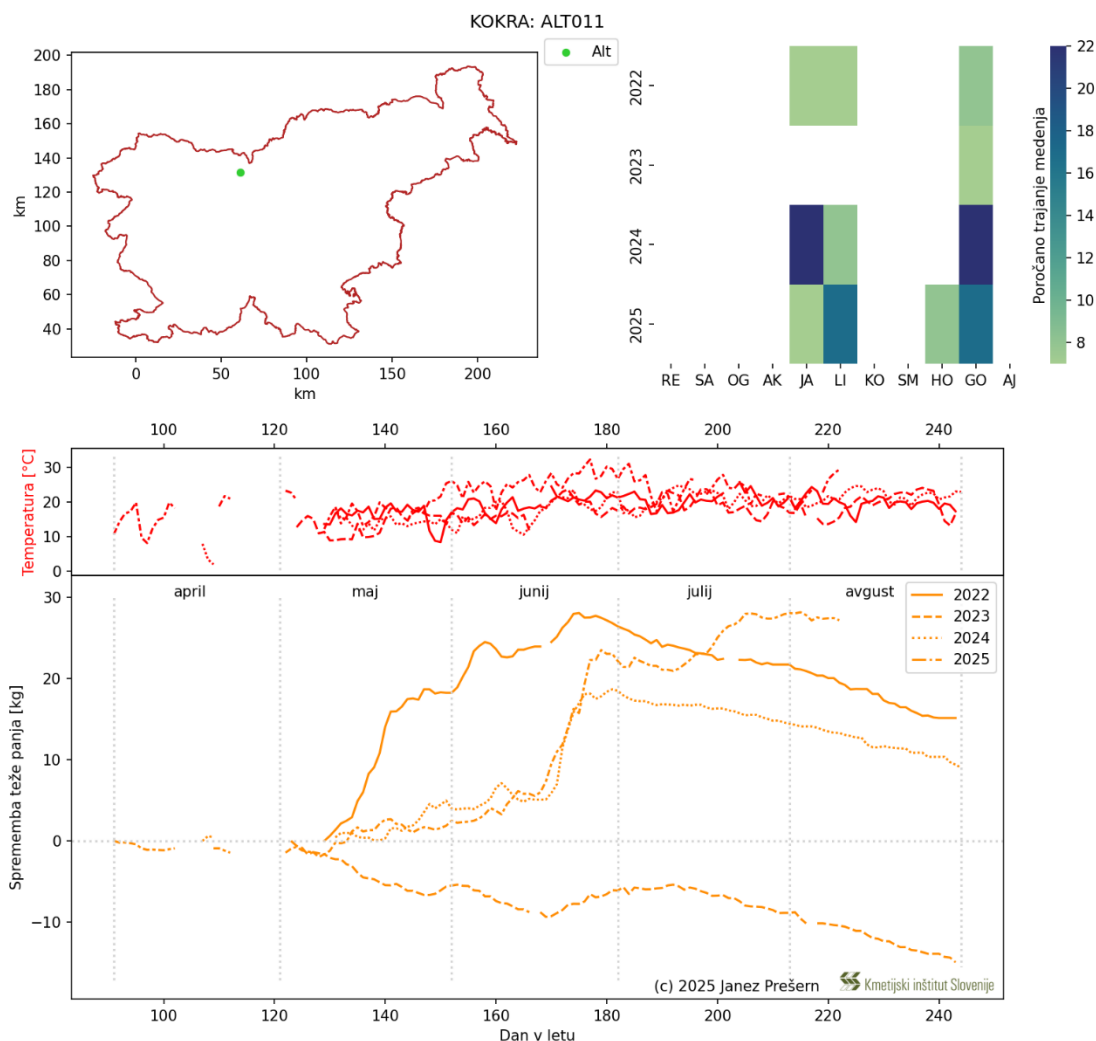
2023. Lokacija Hrušica – Kalce je v letu 2023 beležila dobre donose. Na tem območju je lipa močno zastopana. Začetek njenega cvetenja sovпада s pozitivnimi donosi. Poleg lipe je na tem območju izločala tudi hoja, predvsem zaradi zelene hojeve ušice, ki se je uspela zadovoljivo razviti. Njeno izločanje je prekinilo močno deževje v drugi polovici julija, ko je tehtnica začela stagnirati.

2024. Donosi so bili zabeleženi v mesecu juniju, kjer je bil drugi vrh verjetno povezan z izločanjem rjave hojeve uši, ki se je tu zelo dobro razvila. Kasneje smo pričakovali donose na lipi, žal pa je slabo cvetela in še to v času vsakodnevnih ploh, ki so onemogočale izkoriščanja paše.

2025. Tako kot pretekla leta je donos močno v pozitivnem stanju. Dosegla je skoraj 40 kg donosa, naraščanje teže družine se je konec julija umirilo. Kljub temu je na okolici lokacije še v avgustu opaziti mnogo prevoznih enot.

To je lokacija, za katero priporočamo dolgoletno spremljanje, saj vsebuje pestro rastlinsko sestavo, ki lahko vsako leto omogoči donose. Na lokaciji so smreka, hoja, javor in lipa.

4.1.1.11 Kokra - Preddvor



Slika 20. Spodaj: donosi na lokaciji Kokra - Preddvor (720 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

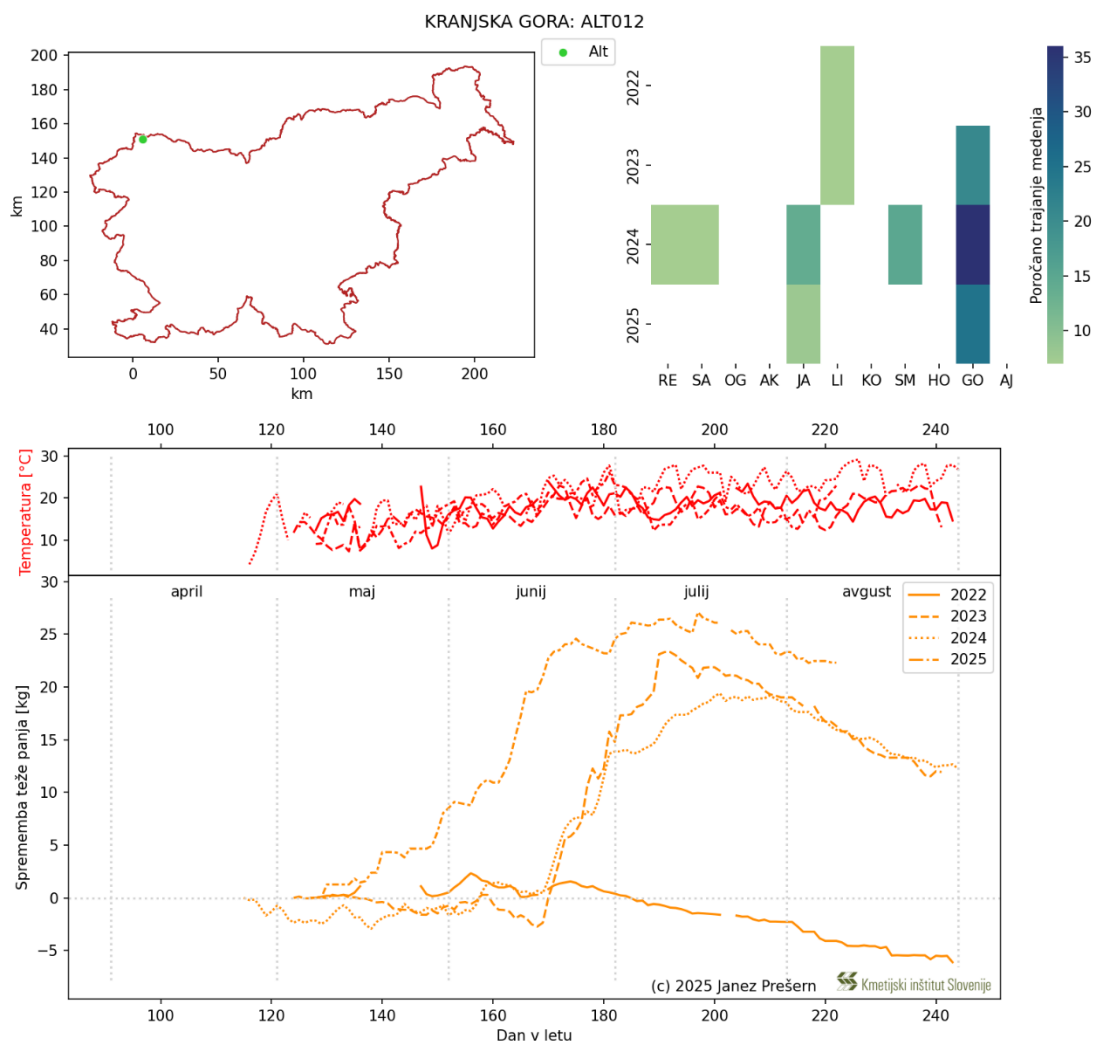
2023. Lokacija Kokra – Preddvor je v letu 2022 beležila dobre donose. V letu 2023 pa ob slabem cvetenju javorja in pogostih padavinah pa pozitivnega donosa ni beležila. Teža panja na tehnci je med spremljanjem padla za več kot 10 kg.

2024. Lokacija Kokra - Preddvor je letos beležila konkretne donose. Zahvala gre predvsem ušem na smreki in gozdni podrasti. Opažamo, da so višje lege Gorenjske beležile boljše donose ravno zaradi razvoja rdečerjave uši na smreki.

2025. Donosi so bili v tem letu boljši kot v letu prej; ob cvetenju javorja je bil vrh zabeležen pri 23 kg in se nadaljeval z izločanjem uši na javorju, v zadnjem delu julija se je donosov omogočala še hoja kar je povzročilo oblikovanje novega vrha.

Lokacija Kokra – Preddvor je v letih 2024 in 2025 izkazovala izredno podobno dinamiko do sredine julija, z enim vrhom tik pred koncem meseca. V letu 2022 pa je prvi vrh bil zabeležen že maju, zaradi cvetenja travniških rastlin. Lokacija je zanimiva tudi iz vidika medenja smreke, česar do sedaj še nismo beležili zato priporočamo nadaljnje spremljanje.

4.1.1.12 Kranjska Gora



Slika 21. Spodaj: donosi na lokaciji Kranjska Gora (893 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

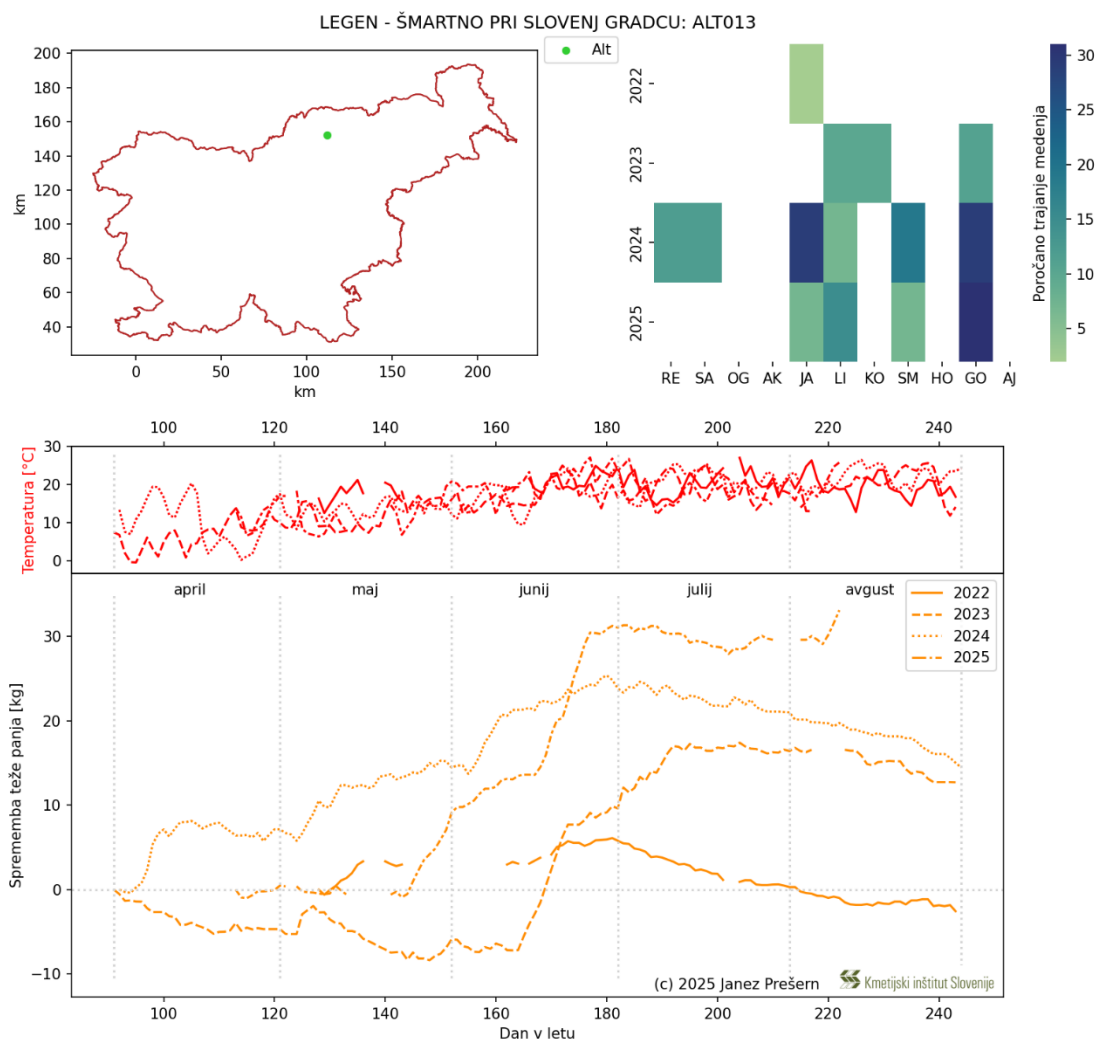
2023. Pozitivne donose smo beležili vse od 18. junija naprej. Tudi tu je za donose predvsem zaslužna lipa. Tehnica se je v času njenega cvetenja dvignila preko 20 kg. Poleg same lipe smo beležili povzročitelje medenja tudi na smreki. Predvsem so bile prisotne sivozelene smrekov uši, katerim zaenkrat ne pripisujemo večjega učinka na donose medu v panj, saj jih čebele ne obiskujejo in koristijo njihove mane.

2024. Podobno kot v letu 2023, je lokacija Kranjska Gora beležila vrhunec donosov v mesecu juliju. Vir medenja je bila rdečerjava uš na smreki.

2025. Letošnje leto je bilo najboljše v obdobju spremljanja; tudi na tem območju je medil javor. Na začetku so na cvetju čebele koristile nektar, po razvoju ušic pa mano. Medenje se je sredi julija končalo.

Lokacije Kranjska Gora je imela pozitivne donose v treh od štirih spremljanih let, v teh letih je dosegla vrh z 20 kg in več. Sezona pa se zaključi v juliju. Priporočamo nadaljno spremljanje lokacije, saj je obetavna in ima veliko primernih površin za dovoz čebeljih družin.

4.1.1.13 Legen - Šmartno pri Slovenj Gradcu



Slika 22. Spodaj: donosi na lokaciji Legen - Šmartno pri Slovenj Gradcu (920 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

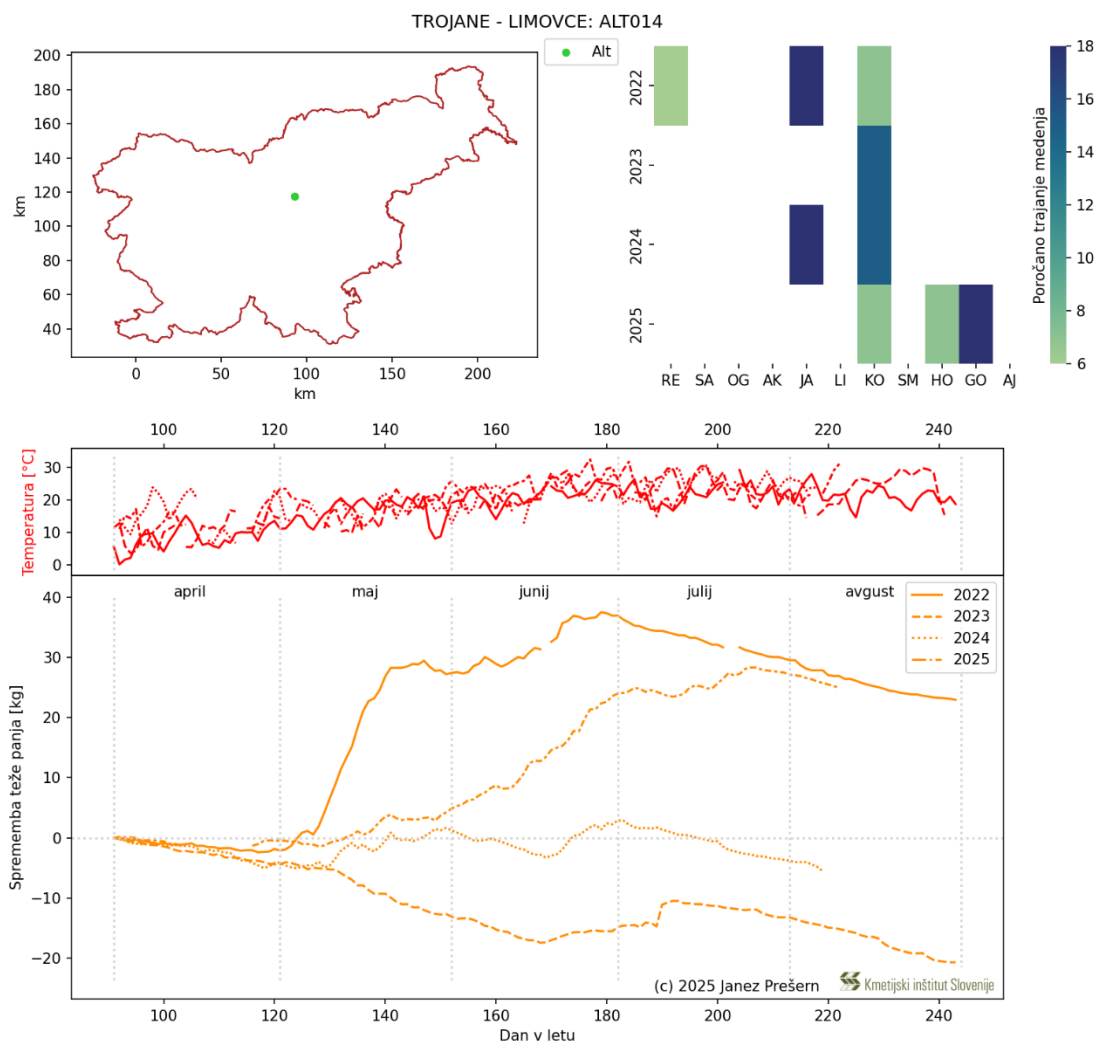
2023. Lokacija Legen - Šmartno pri Slovenj Gradcu je beležila pozitivno stanje predvsem zaradi medenja lipe. Zagotovo bo potrebno spremljati stanje v daljšem obdobju, ko bo tudi razvoj povzročiteljev medenja na smreki boljši.

2024. V tem letu je bila lokacija zopet pozitivna; bila je celo četrta po donosu. Lokacija je imela pozitiven donos preko celega obdobja merjenja. Za donose je bil najprej zaslužen javor s cvetenjem in nato še uši, ki so se razvile na njem, sočasno pa tudi uši, ki so se razvile na smreki.

2025. Teža panja je začela naraščati v maju, vrhunec pa je bil dosežen konec junija. Spet je bil pomemben javor, kasneje pa lipa. Naraščanje teže se je v juliju umirilo, v avgustu pa je družina zopet začela pridobivati na teži. Naraščanje se s koncem opazovanja še ni končalo.

Lokacija je imela vsaj en vrh v vseh štirih spremljanih letih, razlogi pa so bili različni – v letu 2024 je teža začela naraščati že aprila, leto prej pa šele v juniju, vrhunec pa je bil dosežen v juniju ali juliju, kar odraža raznoliko rastlinsko sestavo. Veliko je ekstenzivnih travnih površin, prisotni so javor, smreka, jelka in v manjši meri tudi kostanj in lipa. Zato priporočamo nadaljnje spremljanje.

4.1.1.14 Trojane – Limovce



Slika 23. Spodaj: donosi na lokaciji Trojane - Limovce (710 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

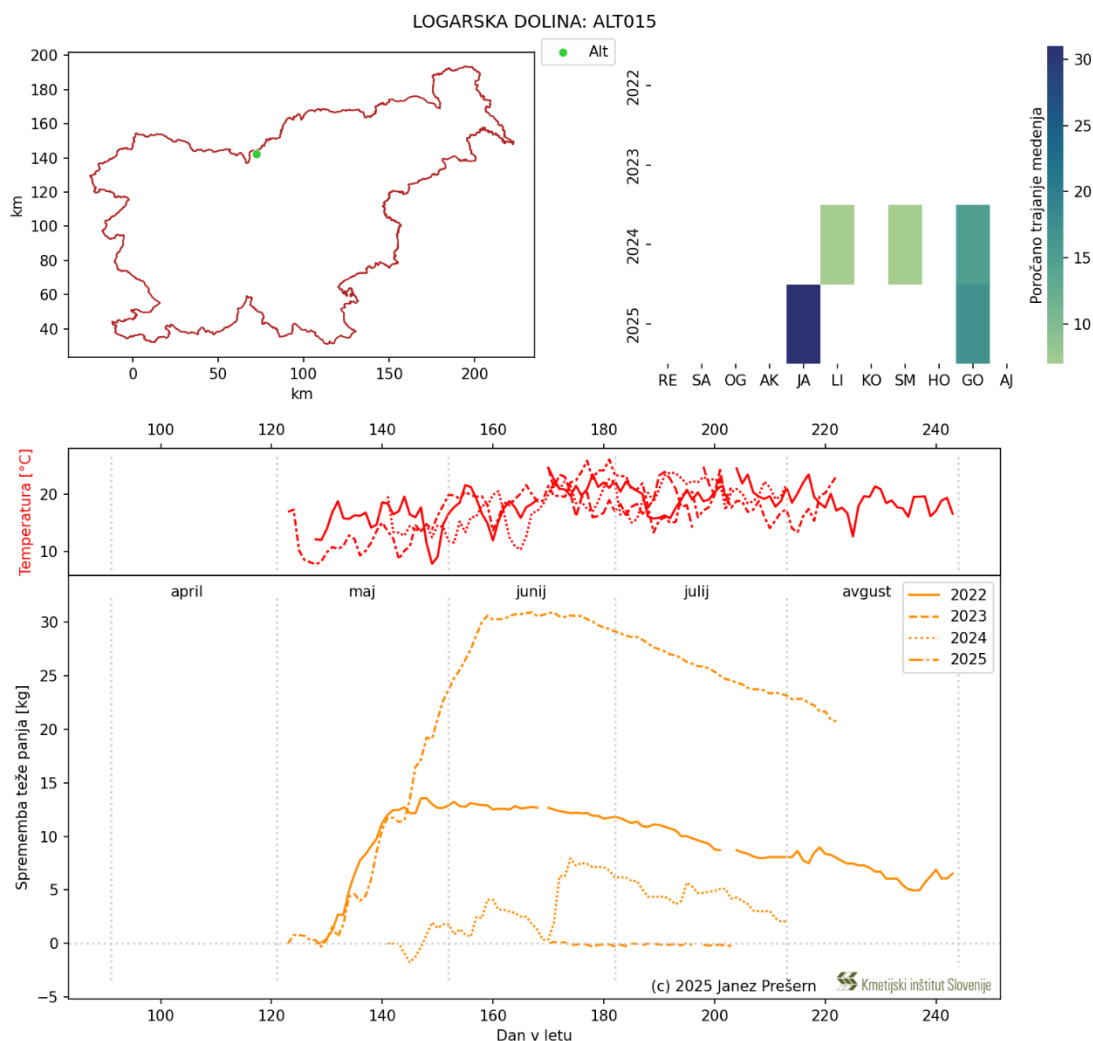
2023. V tej sezoni javor cvetov skoraj ni imel. Prav tako je zelo slabo medil kostanj in je tehcnica zaključila sezono krepko v negativnih številkah. To je bila lokacija z najslabšim donosom.

2024. Nekaj skromnih donosov smo beležili v času cvetenja kostanja vendar je rezultat pokvarilo vreme s pogostim dežjem.

2025. Po dveh sušnih letih je v letu 2025 teža zlagoma naraščala od maja do druge polovice julija, na račun javorja in kostanja v zadnjem delu julija pa je za donose zaslužna hoja.

Lokacija je v letu 2022 pokazala velik potencial, ko je dobro cvetel in obilno medil javor, sledilo je tudi cvetenje kostanja. Največji delež v lesnem sestoju zavzema smreka in kljub dvem sušnim letom bi bilo zanimivo spremljati stanje donosov v času njenega izločanja, zato priporočamo nadaljno spremljanje.

4.1.1.15 Logarska dolina



Slika 24. Spodaj: onosi na lokaciji Logarska dolina (804 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

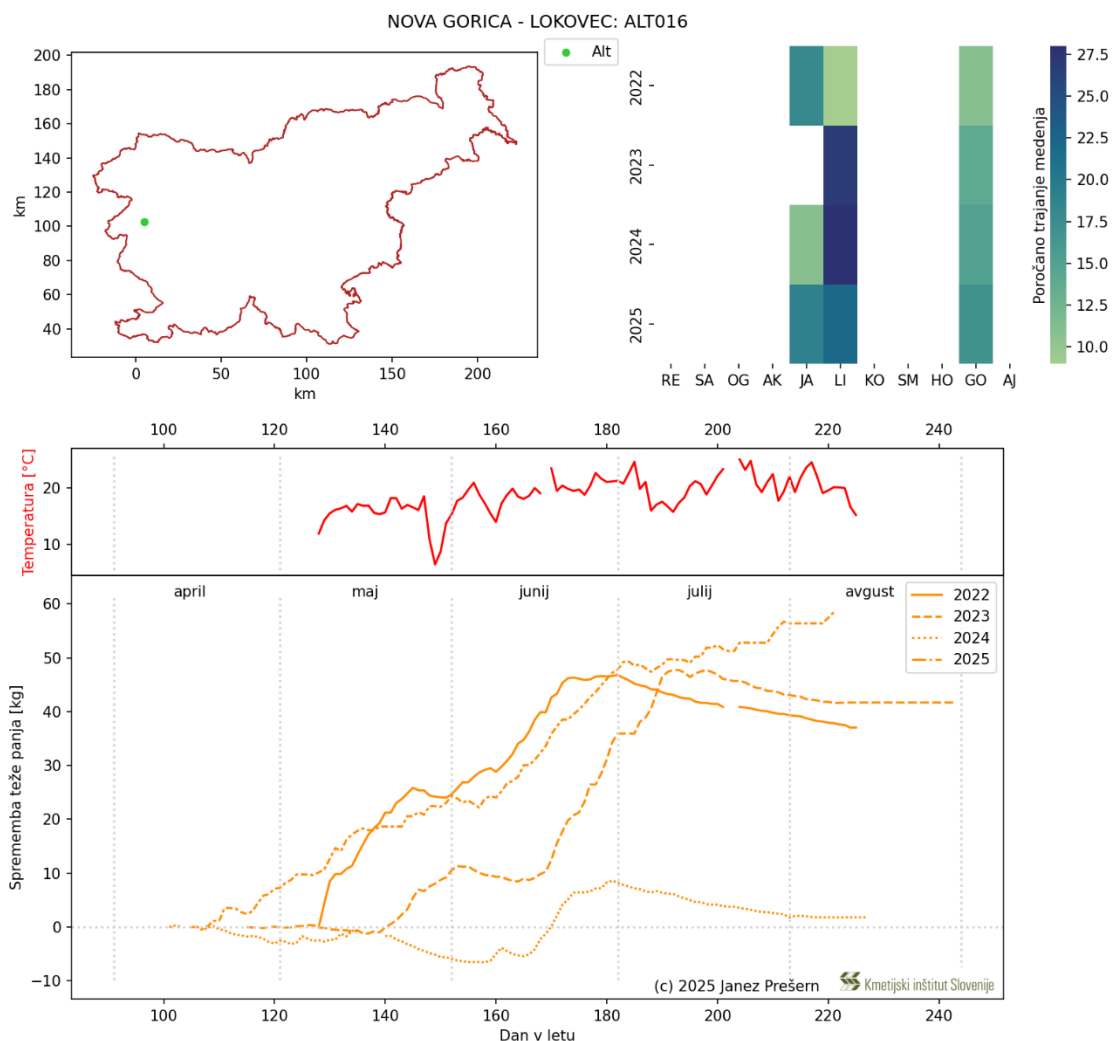
2023. Čebele so uspele nabrati dovolj za pokrivanje dnevnih potreb, presežka pa ni bilo. Teža panja je bila v času merjenja vseskozi izravnana. Največji pašni vir predstavlja smreka, zato bomo na boljše donose morali še počakati.

2024. Kljub prizadetosti območja v neurjih in poplavah leta 2023 ter neugodnemu vremenu so čebele uspele nabrati dovolj za pokrivanje dnevnih potreb, presežkov pa ni bilo.

2025. Letošnje leto je bilo tudi na tej lokaciji »donosno«. Največ so družine pridobile v maju in začetku junija, potem pa so stagnirale, kar pomeni, da je bilo dovolj hrane za pokrivanje dnevnih potreb. S koncem meseca junija pa virov ni bilo več dovolj in je teža družine začela padati.

Logarski dolini čebelarji niso posvečali večje pozornosti, je pa zaradi svoje lege in vegetacije lahko zelo zanimiva. V dveh od štirih spremljanih let je družina nabrala dovolj za točenje, vendar se je v letu 2022 trend obrnil navzdol že maja. Priporočamo nadaljnje spremljanje. Ker so bila v dolini podrti in poškodovana številna drevesa, bo zanimivo spremljanje sukcesije in z njo povezanih virov medenja.

4.1.1.16 Lokovec - Nova Gorica



Slika 25. Spodaj: donosi na lokaciji Lokovec - Nova Gorica (958 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

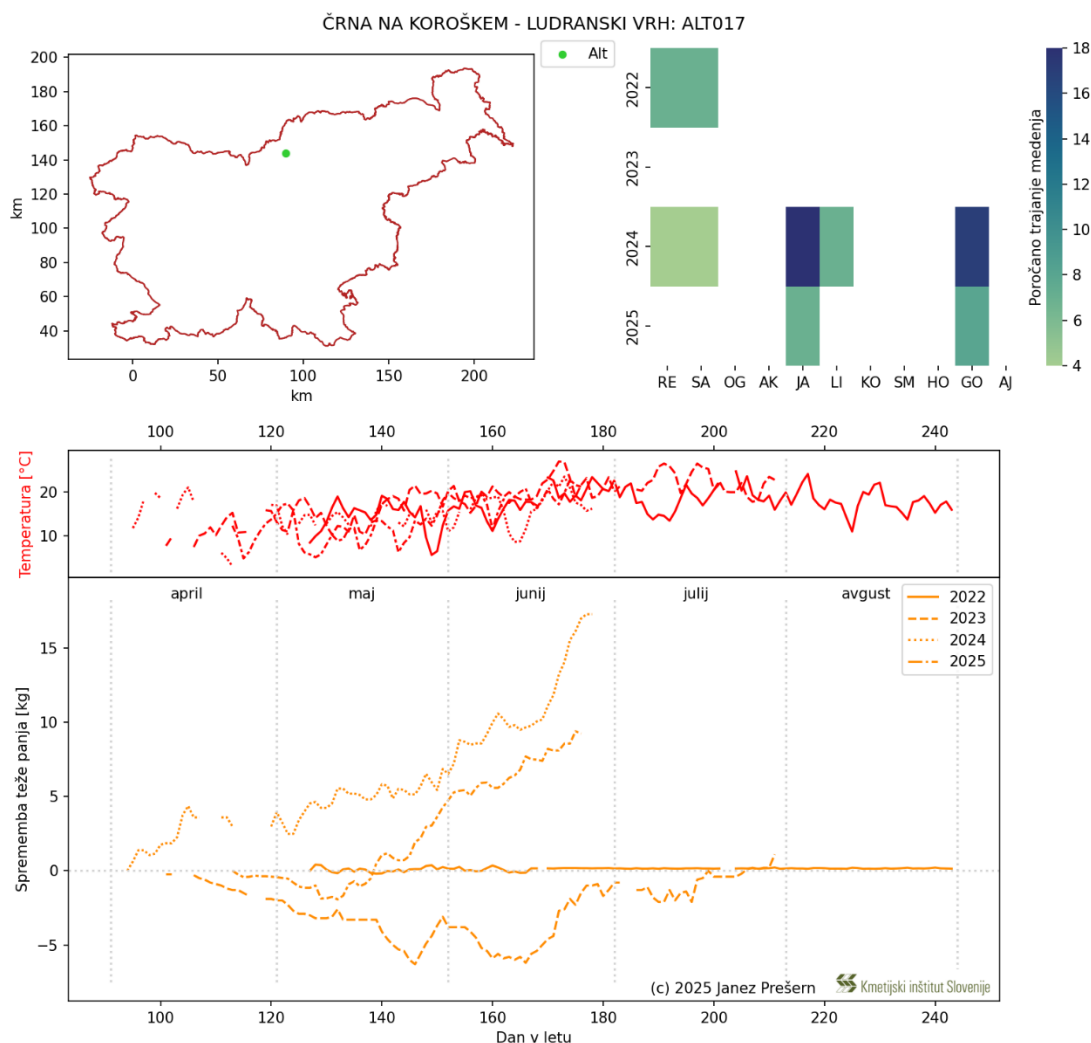
2023. Prvi vrh je lokacija dosegla v začetku junija v času cvetenja javorja, ki je kljub manjšemu številu cvetov dobro medil. Drugi podaljšan vrh je bil v času cvetenja lipe, ki je zaradi razgibanosti terena omogočala pašo, ki je trajal kar 25 dni. Končni donos na tej lokaciji je bil izjemen.

2024. Tokrat so bili donosi skromnejši, sezona se je začela v rdečih številkah. Kljub temu je razlika med minimumom in maksimumom več kot 10 kg; vrh dosežen s cvetenjem lipe.

2025. Lokovec – Nova Gorica je pridobivala na teži od konca aprila. V juliju se je trend sicer omilil a se do konca spremljanja teže še ni obrnil.

Lokovec – Nova Gorica je odlična lokacija. V treh od štirih let ima krivulja dva vrhova, prvega v maju – začetku junija ter drugega konec junija – začetek julija. Pomemben je tudi donos na tej lokaciji, saj je v treh letih donos dosegel 50 kg/panj. Priporočamo nadaljnje spremljanje lokacije, da vidimo ali se bo takšen trend nadaljeval.

4.1.1.17 Ludranski vrh - Črna na Koroškem



Slika 26. Spodaj: donosi na lokaciji Ludranski vrh - Črna na Koroškem (1087 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

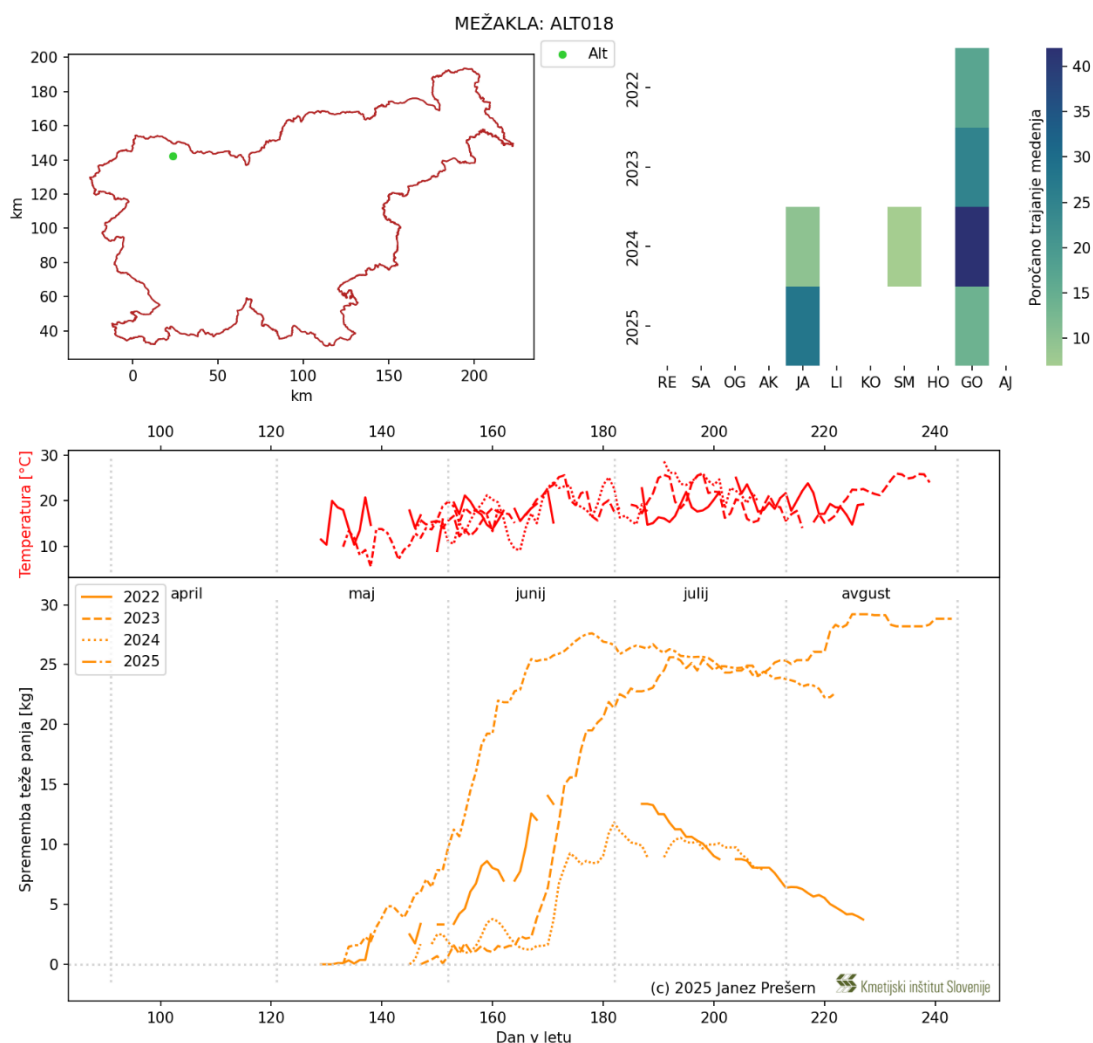
2023. Glede na vremensko stanje je bilo pričakovano, da bo medenje rastlin zelo slabo, kar se tudi vidi na grafu.

2024. Dobro se je razvila predvsem rdečerjava smrekova uš. Družina je bila od začetka merjenja v pozitivni bilanci, kar pomeni, da je bilo ves čas na razpolago dovolj hrane za vzdrževanje družine. Dobre donose pripisujemo zlasti smreki.

2025. Tehnica se je začela vzpenjati šele maja, trend pa je z zamikom podoben kot lani.

Lokacija Ludranski vrh - Črna na Koroškem je ena najhladnejših leg izmed 35 opazovanih. Na tem območju prevladuje smreka, zato si dobre donose obetamo v obdobju, ko se uspejo na njej razviti povzročitelji medenja, kar se v času spremljanja ni zgodilo.

4.1.1.18 Mežakla



Slika 27. Spodaj: donosi na lokaciji Mežakla (1087 m.n.m). Zrdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

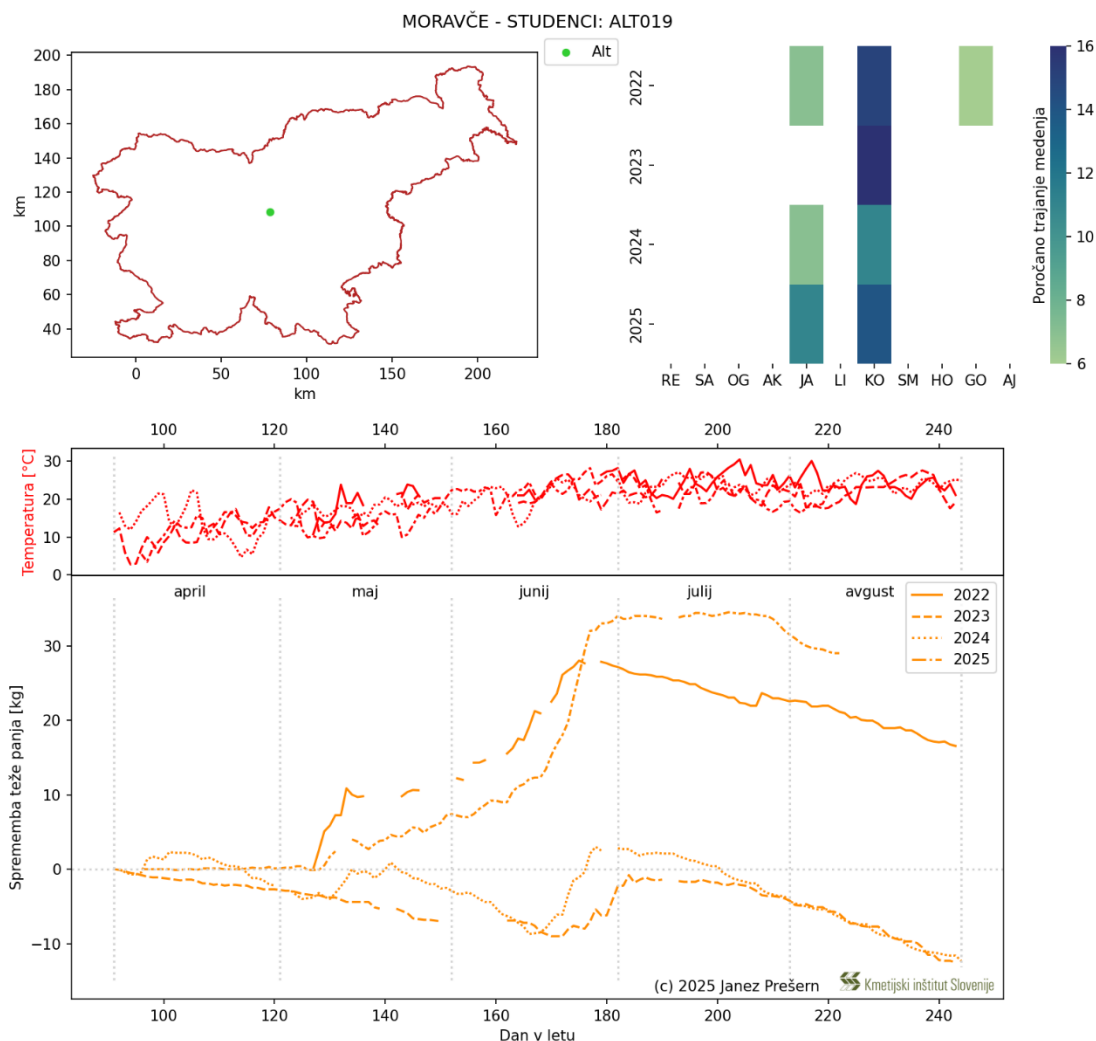
2023. Kot prvi je bil za donose zaslužen javor. Kasneje so prispevale donose tudi ušice na smreki, kjer smo jih beležili več kot na ostalih lokacijah. V času prve polovice julija je bila za donose zaslužna gozdna podrast, predvsem malina in robida, ki na območjih, kjer so bili izvedeni goloseki, prevladujeta v podrasti.

2024. Lokacija Mežakla je bila sicer pozitivna, z majhnim presežkom konec junija. Donose smo beležili le v času cvetenja gozdne podrasti (maline in robide) ter na račun izločanja uši na smreki.

2025. Trend pridobivanja na teži se je letos začel najbolj zgodaj v primerjavi s prejšnjimi leti; trajal je slaba dva meseca. Zasluge ima gotovo javor, kasneje pa pionirska vegetacija. S koncem julija na lokaciji ni bilo več dovolj virov za podporo nameščenih družin in teža je začela padati.

Lokacija Mežakla je ena izmed tistih, ki nas je pozitivno presenetila v vseh štirih letih spremljanja. Po propadu velikega dela populacije smreke je prazna področja naselilo pionirsko rastje, zlasti malina. Vendar opažamo, a se začetek medenja med leti močno spreminja, kar verjetno kaže na raznolike vire. Priporočamo nadaljnje spremljanje na lokaciji.

4.1.1.19 Moravče - Studenci



Slika 28. Spodaj: donosi na lokaciji Moravče - Studenci (613 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

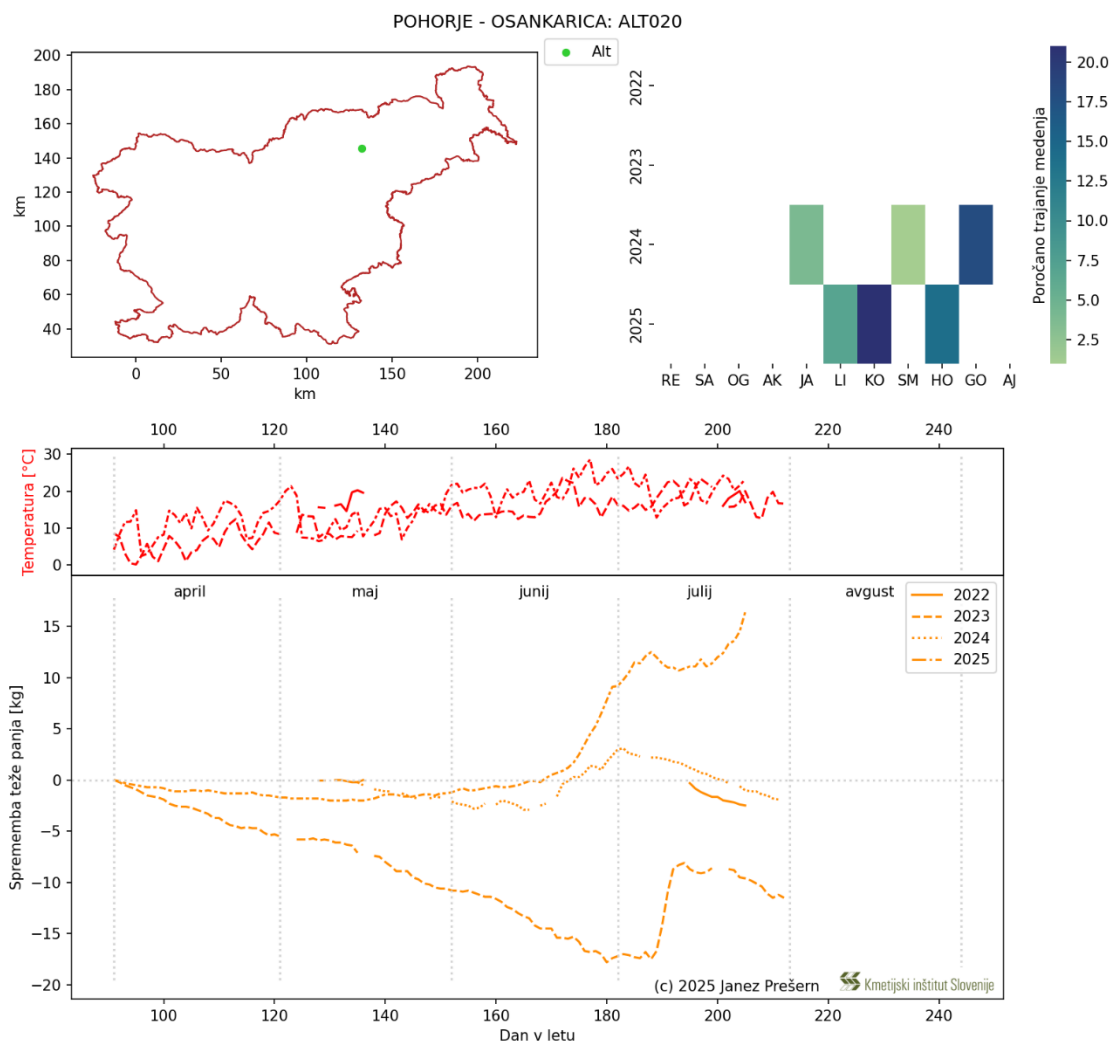
2023. Za čas cvetenja kostanja se je teža panja sicer dvignila, vendar zaradi pogostih padavin ne dovolj, da bi se krivulja donosov premaknila v pozitivno stanje. Tehnica je ob sicer pokazala vrhunec v začetku julija, vendar je bila ta razlika manjša od 10 kg.

2024. V letu 2024 smo zabeležili dva vrhova, prvi, nižji je bil v času cvetenja javorja, po čigar zaključku je teža še naprej upadala. Za čas cvetenja kostanja je teža panja sicer zrasla za okoli 10 kg in s tem presegla začetno težo.

2025. Vrhunec medenja je bil na tej lokaciji usklajen s prejšnjimi leti. Količina medenja pa je bila znatno večja, saj družina med majem in julijem praktično ni nikoli izgubljala teže.

Lokacija Moravče - Studenci spada med nižje ležeče lokacije. Poleg javorja je v največji meri tu prisoten kostanj. V letih 2022 in 2025 smo zabeležili konkretne donose, zlasti v mesecu juniju v času cvetenja kostanja. V letih 2023 in 2024 pa je donosov do junija praktično ni bilo. Glede na količino javorja, ki je prisoten na tem območju smo pričakovali boljše donose iz tega vira, vendar se za enkrat še niso pokazali.

4.1.1.20 Osankarica - Pohorje



Slika 29. Spodaj: donosi na lokaciji Osankarica - Pohorje (1243 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

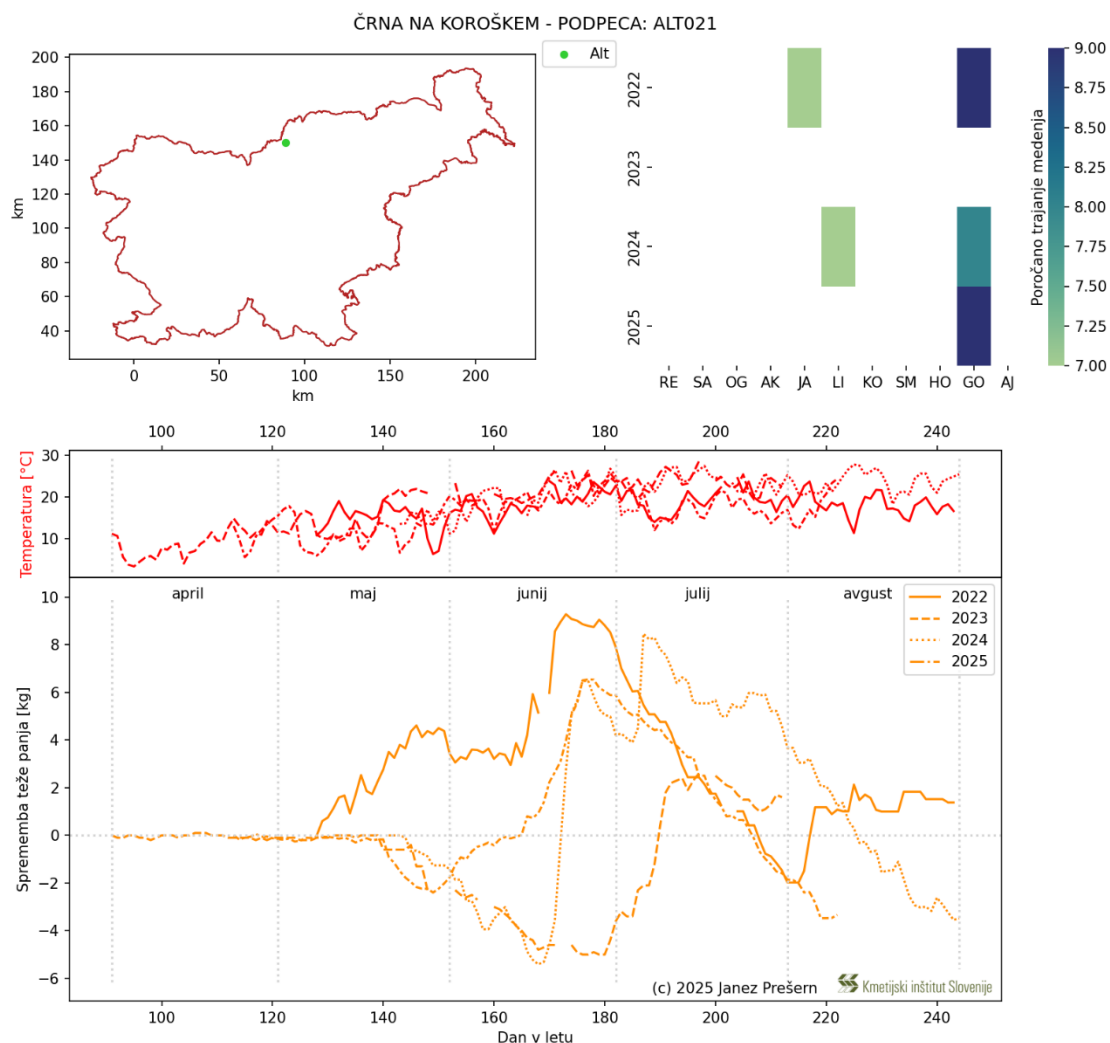
2023. Teža panja je bila skozi celoten čas merjenja v rdečih številkah. Sicer se je v juliju v kratkem času dvignila za okoli 10 kg, verjetno kot posledica gozdnega medenja.

2024. Teža panja na tehtnici je skozi celoten čas merjenja le rahlo narasla.

2025. Lokacija tudi v letošnjem letu ni podpirala normalnega razvoja družine. Šele konec junija se je izkopala iz »minusa«.

Lokacija Pohorje – Osankarica nam je največ težav povzročala zaradi slabega omrežja in podatkov ni pošiljala, zato smo stanje od leta 2023 dalje preverjali ročno. Lokacija je zato manj primerna za vpetost v ONS, saj morajo podatki prihajati v portal sproti. Za leto 2022 imamo zaradi slabega signala omejeno število podatkov, za nadaljnja leta pa lahko zaključimo, da pred sredino junija ni omembe vrednih virov medenja. Za prihodnje spremljanje bo potrebno lokacijo prestaviti na ugodnejšo lego kjer bo pokritost s signalom boljša. Lokacija je zanimiva za čas medenja smreke, ki v pa času spremljanja ni gostila povzročiteljev medenja.

4.1.1.21 Podpeca - Črna na Koroškem



Slika 30. Spodaj: donosi na lokaciji Podpeca - Črna na Koroškem (929 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

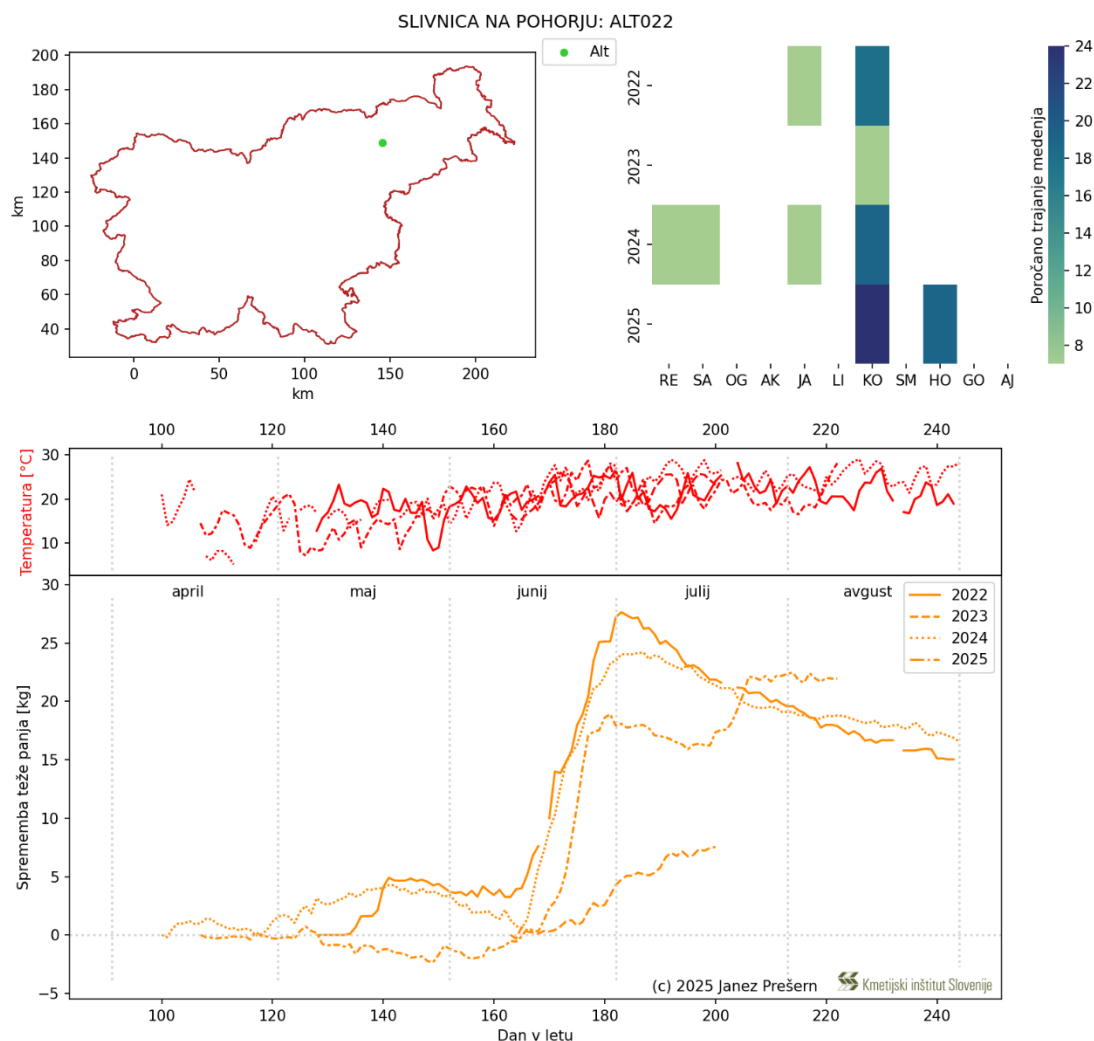
2023. Zaradi slabega števila cvetov na javorju donosov iz tega vira nismo beležili. Nekaj malih donosov je omogočila lipa, kar je bilo dovolj za pozitiven zaključek merjenja.

2024. Zaradi majhnega števila cvetov javorja donosov iz tega vira nismo beležili. Iz grafa je razvidno, da je manjše donose zopet ponudila lipa, kar je bilo spet ravno dovolj za pozitiven zaključek merjenja.

2025. Družina je mesec maj je končala v rdečih številkah, vendar se je trend obrnil z lipo. Kasneje medenja nismo več zabeležili. Lokacija je v tem letu razočarala.

Na lokaciji Podpeca – Črna na Koroškem prevladuje smreka, pomemben pa bi utegnil biti tudi javor, ki se je izkazal v letu 2022. V ostalih letih je bil prvi opazen dvig v juniju s cvetenjem lipe oz. v juliju z gozdnim (smrekovim) medenjem. V letih 2023 – 2025 teža panja od meseca maja konkretno pada, največji razpon je bil dosežen leta 2024, z cca 12 kg spremembe iz rdečih v modre številke. Kljub temu, da lokacija ni dosegala višjih donosov od 10 kg, bi se jo splačalo spremljati še naprej, saj glavnina paše predstavlja smreka.

4.1.1.22 Slivniško Pohorje



Slika 31. Spodaj: donosi na lokaciji Slivnica na Pohorju. (475 m.n.m) Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

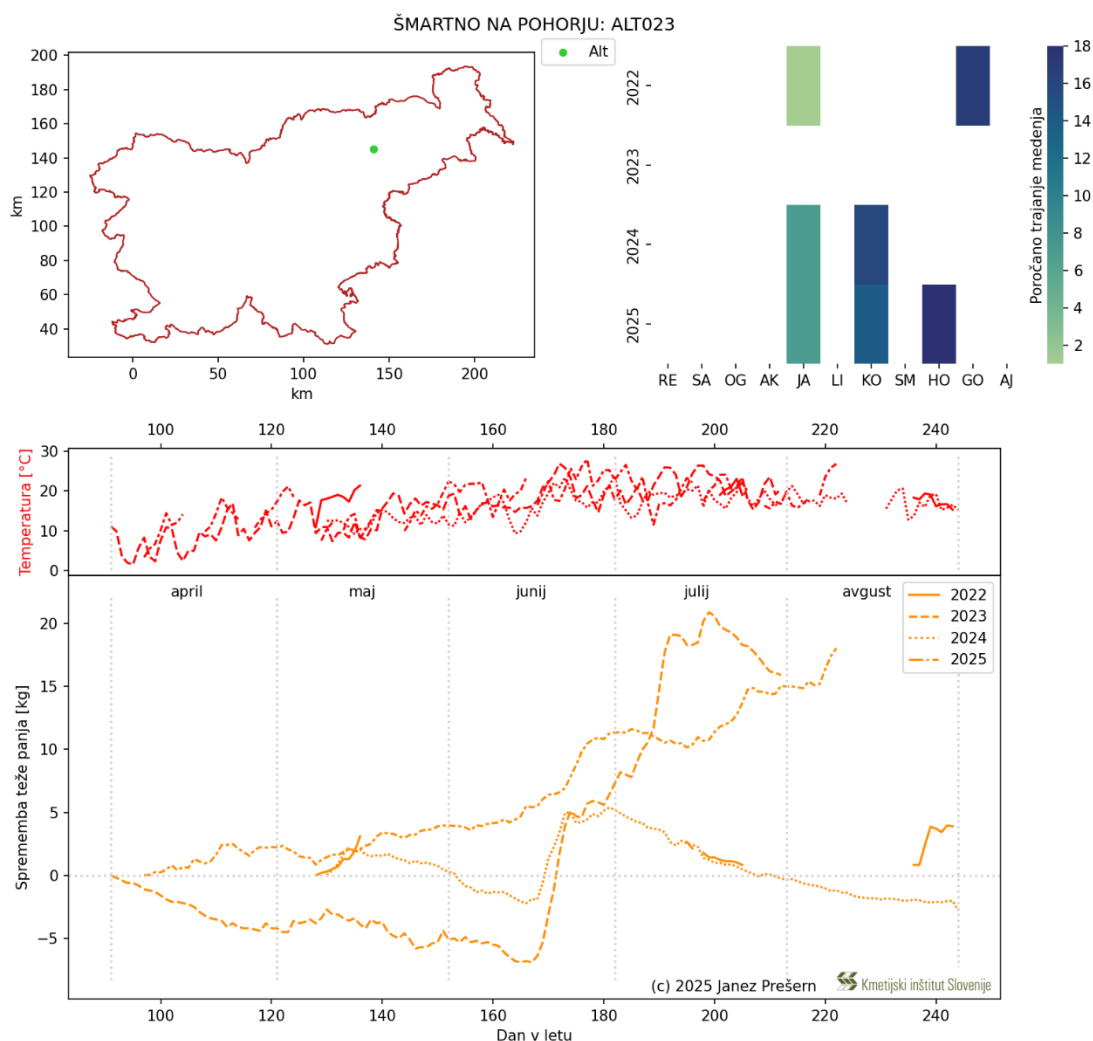
2023. Lokacija Slivniško Pohorje je beležila donose šele v juliju. Kostanj, ki tu prevladuje, je na tem območju slabo medil. Je pa poleg kostanja tu še vedno dobro zastopana tudi smreka, zato bo zanimivo lokacijo spremljati tudi v prihodnje.

2024. Tudi v letošnjem letu je bil donos predvsem na račun kostanja.

2025. Kostanjeva paša je poskrbela za glavni dvig teže, podprla pa ga je v juliju še hoja, katere medenje se je konec julija umirilo in držalo težo družine stabilno.

To je ena izmed lokacij, kjer prevladuje kostanjeva paša. V treh od štirih let se je medenje kostanja začelo sredi junija, praviloma so bili donosi dobri. Je pa poleg kostanja tu še vedno dobro zastopana tudi smreka ter manjšem deležu hoja. Vrhunci medenja so med leti dobro usklajeni, kar kaže na enak glavni vir medenja.

4.1.1.23 Šmartno na Pohorju



Slika 32. Spodaj: donosi na lokaciji Šmartno - Pohorje (807 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

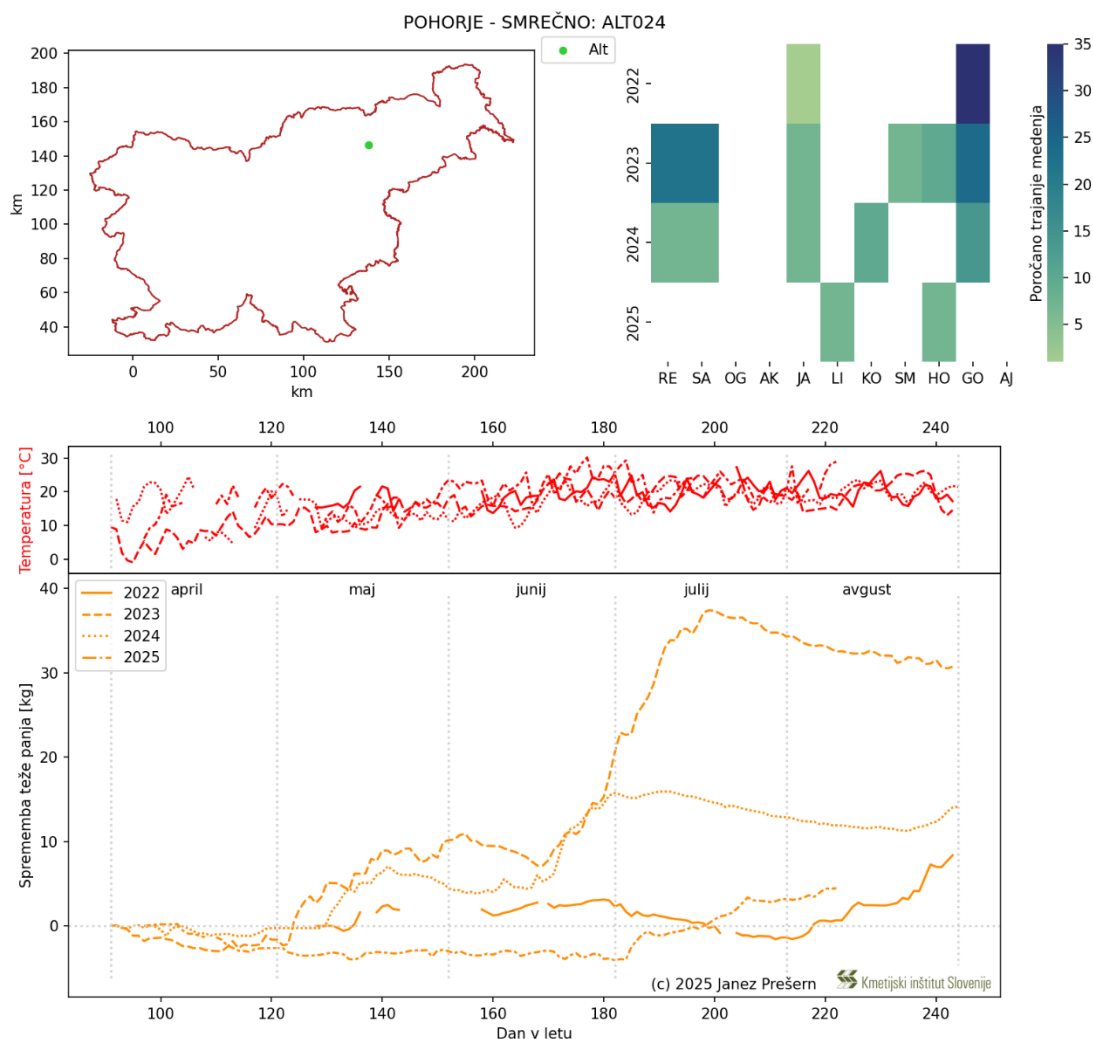
2023. Na lokaciji Šmartno na Pohorju so bili donosi v času cvetenja kostanja boljši kot na Slivniškem Pohorju. Poleg medenja kostanja v juniju je sledila še mana. Vrhunec medenja je bil 18. julija, ko je teža panja presegla 20 kg.

2024. V primerjavi s Slivnico je v letošnjem letu pridobila precej manj na teži. Medenje javorja ni bilo izrazito, ravno tako kostanj ni značilno prispeval k dvigu teže.

2025. V nasprotju s prejšnjimi leti, je letos družina počasi a vztrajno pridobivala na teži. Kostanjeva paša je bila tu manj izražena kot prejšnja leta, v juliju in avgustu pa se je pokazala mana na hoji.

Prav tako kot Slivniško Pohorje je na lokaciji Šmartno na Pohorju pomembna kostanjeva paša, pojavi pa se lahko tudi kasnejša mana na smreki, kot npr. julija 2023, ali pa mana na hoji kot se je pokazala v letošnjem juliju, ki pa jo je tu malo in zagotavlja kvečjemu pomožen vir paše. Ko se uši tako dobro razvijejo, kot so se letos, lahko tudi posamezna drevesa vplivajo na doprinos in dvig teže panja.

4.1.1.24 Pohorje - Smrečno



Slika 33. Spodaj: donosi na lokaciji Smrečno - Pohorje (1054 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

2023. Prve donose je ponudil javor, za drugi vrh pa sta bil zaslužna lipa in kostanj. Ocenjujemo, da sta donose omogočala tudi gozdna podrast in travniki, ki so na tem območju še zelo ekstenzivni. Poleg teh rastlin smo na tem območju beležili tudi uši na smreki in jelki. Uši na jelki so z izločanjem začele ravno po koncu cvetenja lipe in omogočile dvig teže panje skoraj do 40 kg nad začetno težo.

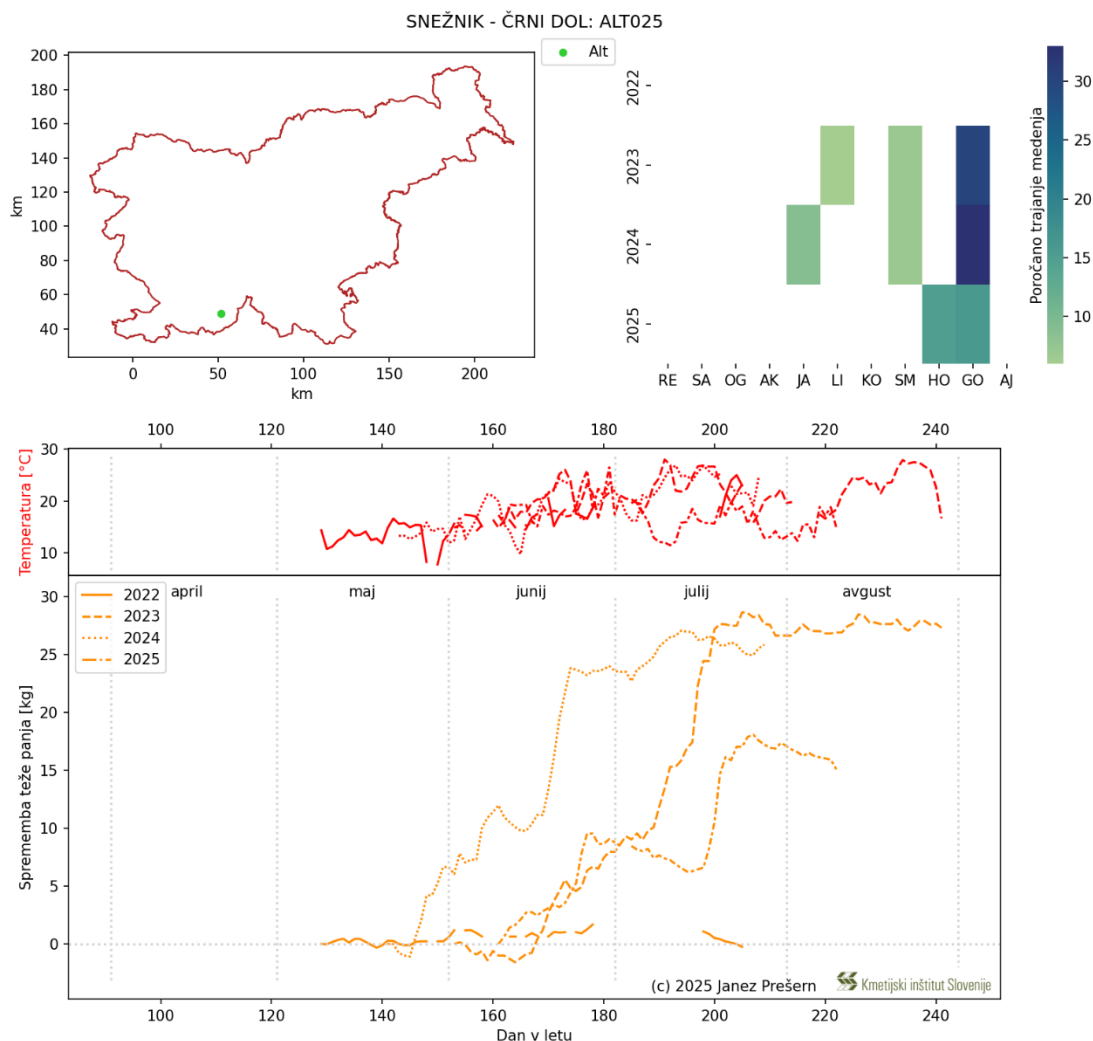
2024. Donose smo zabeležili zelo zgodaj, vzrok je bilo cvetenje javorja. Zgodaj smo opazili tudi uši na smreki. Pojavila se je močno puhasta smrekova ušica. Znano je, da čebele ta vir mane ne obiskujejo, kar se izkazalo tudi letos, saj čebel na njih nismo opazili. So pa izkoriščale manj rdečerjave smrekove uši, ki se je razvila kasneje v sredini junija kar se vidi na grafu, ko je teža panja naraščala.

2025. To je ena redkih lokacij, ki je v letošnjem letu razočarala. Verjetno za čas medenja javorja družina zaradi visoke lege še ni bila dovolj razvita, da bi izkoristila pašo. Kasneje, ko so se razvile uši na hoji, pa smo začeli beležiti pozitivno stanje, ki bi bilo še boljše, če ne bi ponagajalo slabo

vreme v drugi polovici julija. So se pa donosi nadaljevali tudi po končanju zbiranja podatkov za potrebe zaključka naloge.

Ta lokacija sodi med višje ležeče in so pogoji za medenje toliko bolj zahtevni. Prav tako je razvoj družin na takšnih višinah počasnejši. Ocenjujemo, da bi bila lokacija zanimiva za prevozne čebelarje le v enem od štirih let. Zato je pomembno, da so na takih legah postaje na podlagi katerih se lahko čebelarji odločajo za premike čebel.

4.1.1.25 Snežnik - Črni dol



Slika 34. Spodaj: donosi na lokaciji Snežnik - Črni dol (1116 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

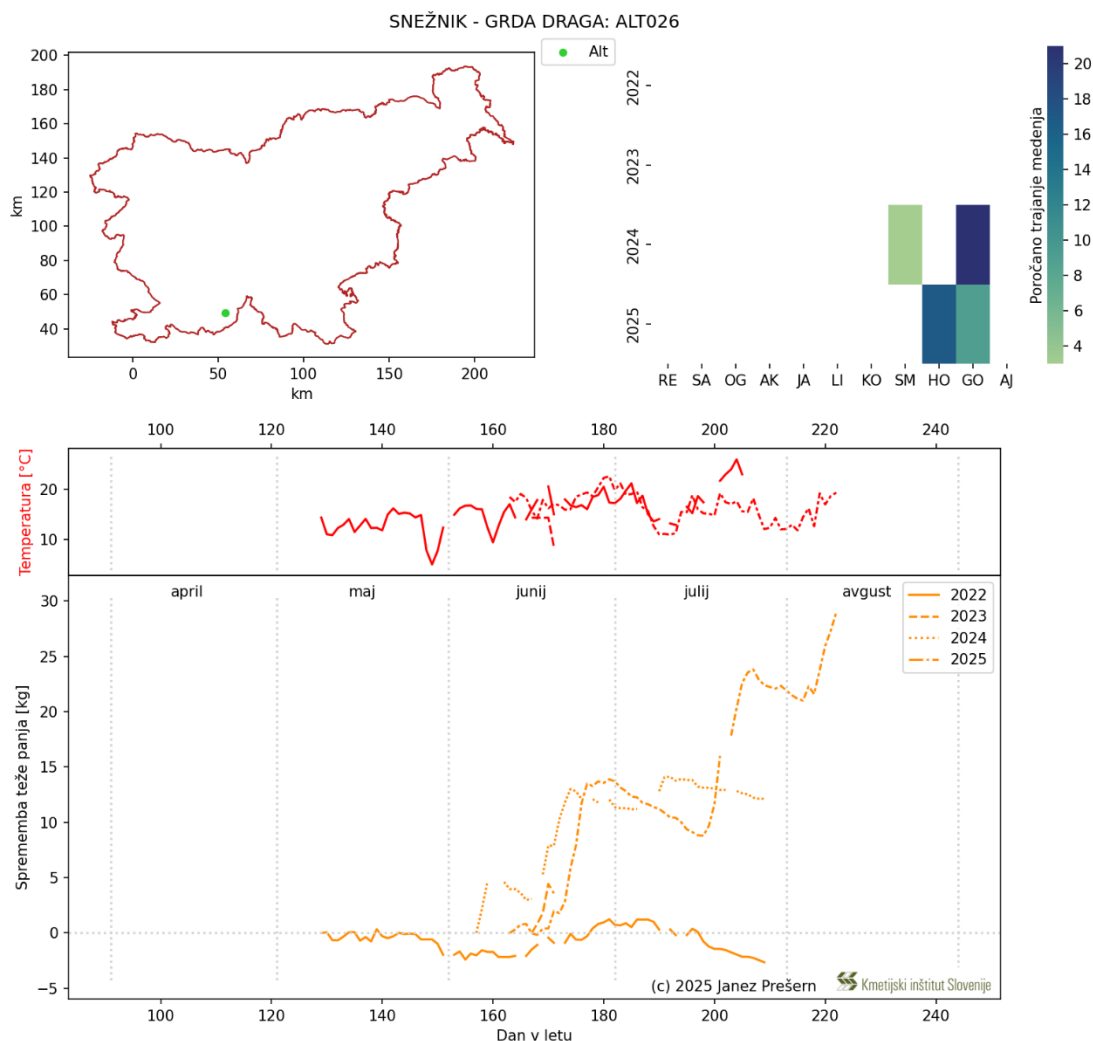
2023. Beležili smo uši na smreki in jelki. Na smreki se je dobro razvila rdečerjava smrekova ušica, ki lahko povzroča kristalizacijo medu. Tudi tokrat smo beležili rahlo kristalizacijo, ki pa ni bila tako izrazita, da bi med zastajal v satju. V drugi polovici julija, ko smo beležili pozitivno stanje tehtnic, je začela izločati zelena hojeva ušica.

2024. Lokacija je bila absolutna zmagovalka v tem letu. Za donose je tudi na tej lokaciji bila zaslužna rdečerjava smrekova uš.

2025. Podobno kot v prejšnjih letih je tudi letos imela krivulja dva vrhova, glavno medenje pa se je pojavilo kasneje kot v prejšnjih letih in sicer julija. Medenje se je s koncem julija končalo.

Lokacija Črni dol je ena iz med treh tehtnic na območju Snežnika. V treh od štirih opazovanih let je bila dinamika medenja podobna – vsakič ima krivulja dva vrhova. Je pa značilna razlika v začetku pojavljanja medenja, saj je razpon skoraj mesec dni, kar kaže na to, da so viri medenja med leti verjetno različni.

4.1.1.26 Snežnik - Grda draga



Slika 35. Spodaj: donosi na lokaciji Snežnik - Grda draga (1224 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

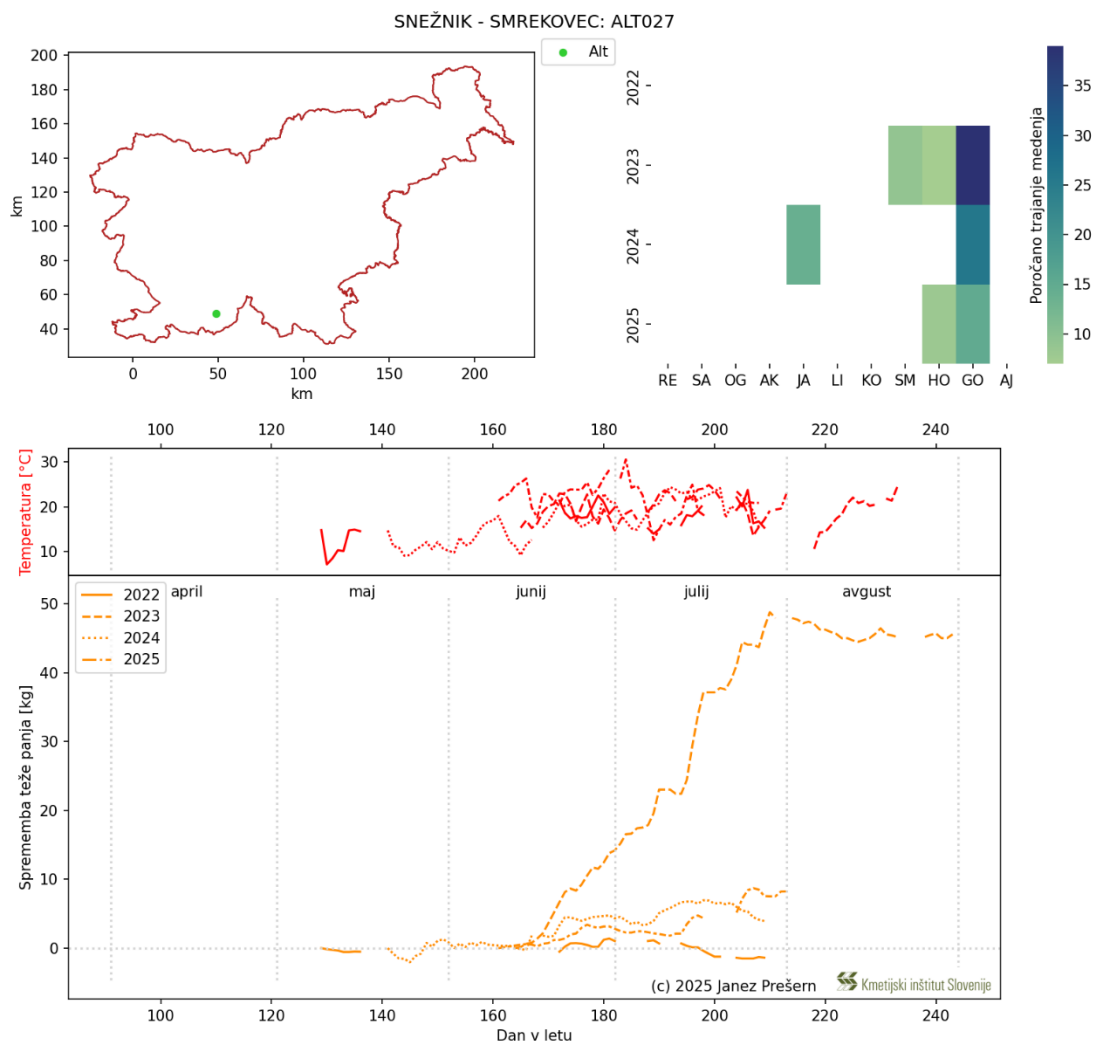
2023. Lokacija Snežnik - Grda draga v letu 2023 zaradi dvakratnega napada medveda skoraj ni poročala: zamenjati smo morali tudi čebeljo družino. Sta pa preostali dve tehcnici (Snežnik – Črni dol in Snežnik – Smrekovec) na območju Snežnika kazali lepe donose. Izkazalo se je, da je letos smreka gostila različne povzročitelje medenja (veliki, mali kapar, sivozelena smrekova ušica).

2024. Na tej lokaciji smo poleg rdečerjave uši na smreki beležili še sivozeleno uš, ki je dobro izločala in bila dobro obiskana s strani čebel. Nismo pa beležili uši na hoji. Donosi so se po 10. 7. končali.

2025. V letu 2025 se je medenje začelo podobno kot leto prej, vendar se je po padcu na začetku julija nadaljevalo v sredini meseca, ko so se razvile uši na hoji. Konce meseca je teža dosegla drugi vrh, z avgustom pa se je medenje obnovilo in se do konca merjenja še ni končalo.

Snežnik - Grda draga je druga tehcnica na območju Snežnika. Donosi, zanimivi za čebelarje, so bili zabeleženi v dveh od treh let normalnega delovanja postaje. Obakrat je bil prvi značilni vzpon teže v juniju, morda s tednom razlike.

4.1.1.27 Snežnik - Smrekovec



Slika 36. Spodaj: donosi na lokaciji Snežnik - Smrekovec (1204 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

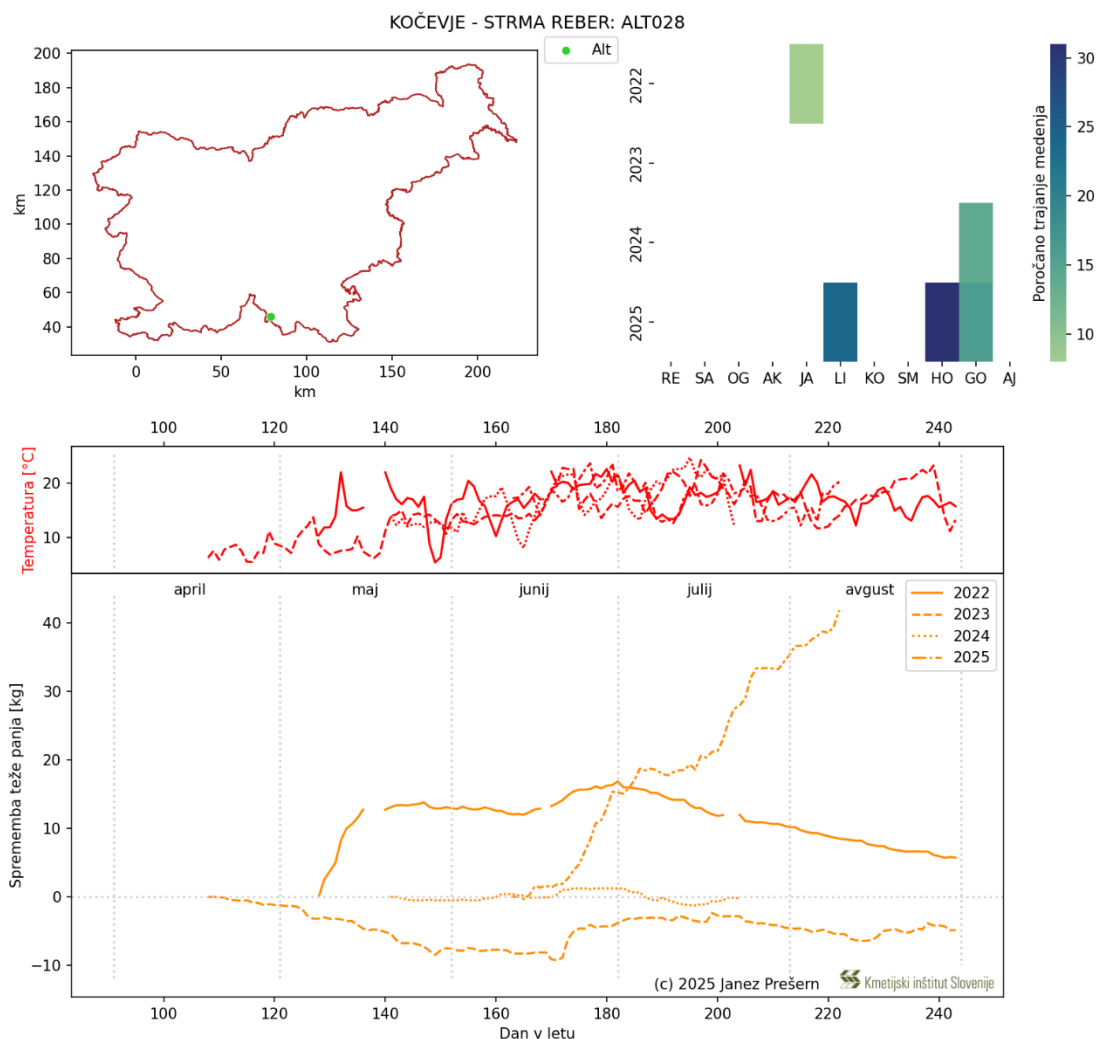
2023. Na tej lokaciji smo beležili rekorden donos. Kot prvi je dobro medil javor, skoraj sočasno z njim pa tudi smreka. Ob prvem točenju smo beležili rahlo kristalizacijo medu že v satju, tako je nekaj medu ostalo v satju in ga nismo mogli iztočiti. Med, ki je ostal, smo iztočili ob naslednjem točenju, ko je izločala zelena hojeva uš, katera je vztrajala vse do prvih dni avgusta in takratnih hudih neviht. Lokacija je zaključila sezono s rekordnim donosom 46,44 kg.

2024. Med tremi lokacijami na Snežniku prikazala najmanjši donos je Snežnik – Smrekovec zabeležil najmanjši donos. Poleg javorja je skromno medila tudi smreka, kar je omogočilo pozitiven zaključek sezone v višini 9 kg.

2025. Ta lokacija je ena redkih, ki je v letošnjem letu razočarala.

Lokacija Snežnik – Smrekovec je pokazala zares dobre donose le enkrat v treh letih. V letu 2023, ko je bil donos najvišji so se uspele razviti rdečerjava smrekova ušica, ki je povzročala kristalizacijo medu. Smreka je tu prevladujoča rastlina in bi si želeli razvoja velikega in malega kaparja. Takrat bi ta lokacija prišla bolj do izraza.

4.1.1.28 Strma reber - Kočevje



Slika 37. Spodaj: donosi na lokaciji Strma reber - Kočevje (1050 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

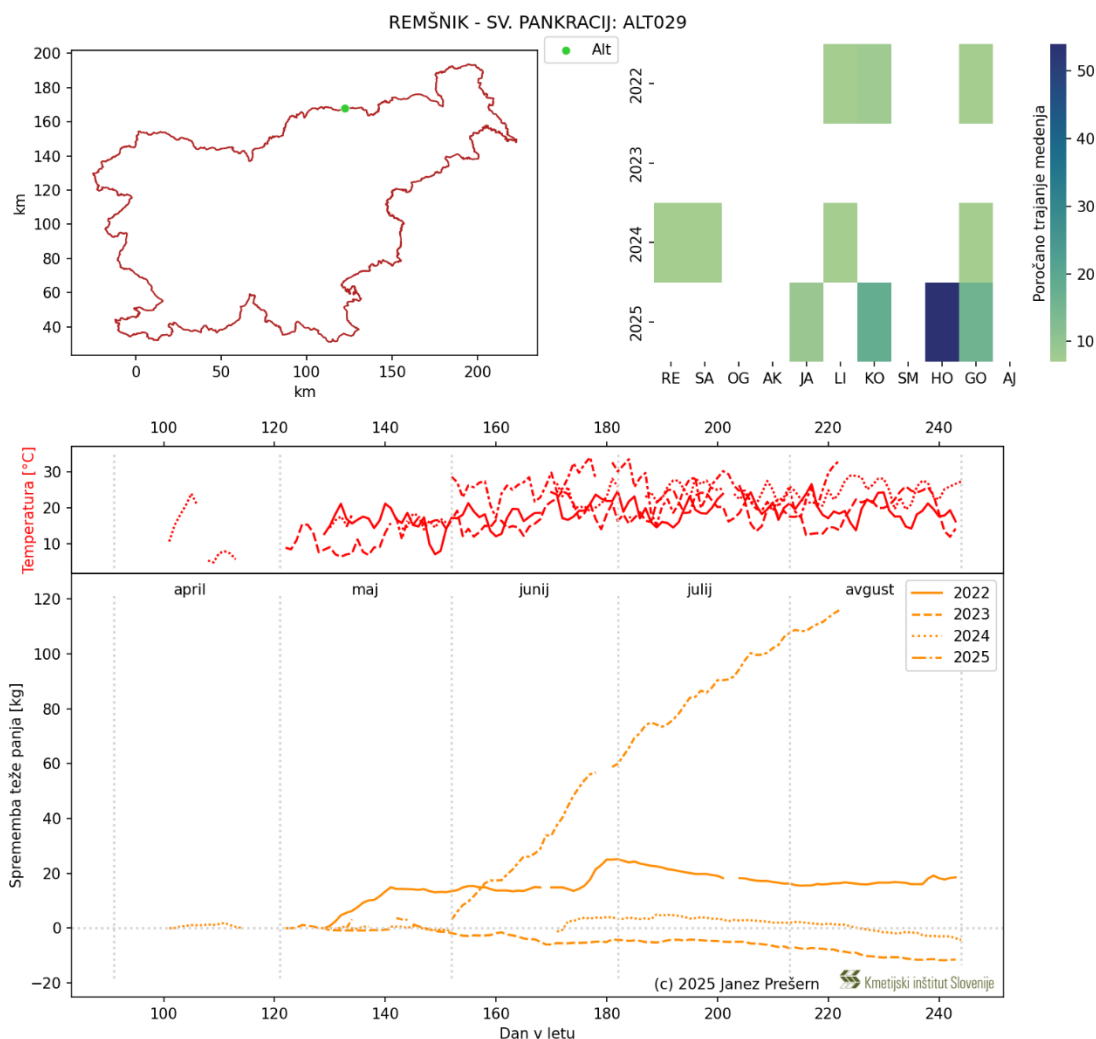
2023. Na tem območju predvsem prevladujeta hojeva in smrekova paša. Glede na letošnje vreme donosov nismo beležili in je sezono zaključila v negativnem stanju.

2024. Lokacija Strma reber - Kočevje v letošnjem letu ni prikazala donosov. Glavni krivec je vreme, saj sta na tej višini cvetenje javorja in razvoj uši sovpadla s slabim vremenom. Sezono je zaključila v rahlem negativnem stanju.

2025. Leto 2025 je družina prvi vrhunec dosegla šele v juliju ob izločanju ušic na javorju. Kasneje se je medenje obnovilo na račun lipe, nadaljevalo pa se je s hojo tudi v avgust in se do konca merjenja še ni končalo.

Lokacija Strma reber - Kočevje je postavljena na meji med Kočevjem in Osilnico, kjer prevladujeta hojeva in smrekova paša. Dve donosni sezoni (2022 in 2025) se med seboj zelo razlikujeta. Leto 2022 je doseglo prvi višek že v maju, zaradi medenja javorja. Drugi, manjši vrh je bil dosežen v konec junija zaradi izločanja hoje. Leto 2025 pa je bilo, kot že rečeno, donosno šele od druge polovice junija dalje.

4.1.1.29 Sv. Pankracij - Remšnik



Slika 38. Spodaj: donosi na lokaciji Sv. Pankracij - Remšnik (900 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

2023. V tem letu nismo beležili donosov, lokacija je končala v rdečih številkah.

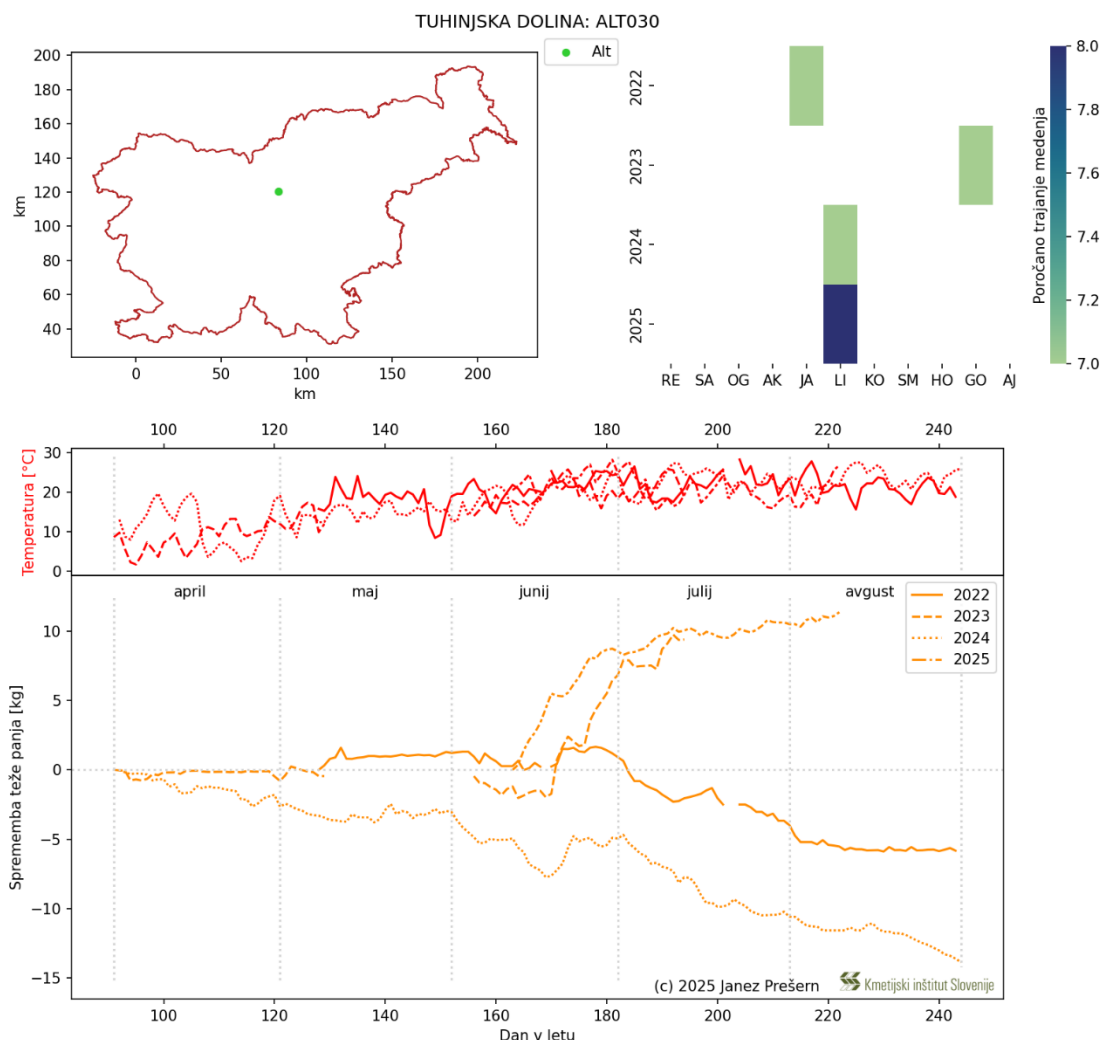
2024. Donose smo v tem letu beležili predvsem zaradi kostanja, ki je dobro cvetel v času brez slabega vremena. Možno je, da so bili donosi večji, vendar je večkratni dolgotrajen izpad signala morda preprečil prikaz prave slike.

2025. V tem letu je lokacija dosegla rekordne vrednosti: v dveh mesecih bi se teža panja brez trikratnega točenja dvignila za skoraj 120 kg. Virov medenja je na tem območju več in v letošnjem letu so si viri sledili, se je vse prav poklopilo, da so čebele uspele dobro izkoristiti vse vire, ki jih je lokacija ponudila.

Poleg javorja in smreke so na lokaciji prisotni tudi kostanj, lipa in hoja. V dveh od štirih spremljanih let smo zabeležili donose, zanimive za čebelarje. V letu 2022 sta bila to skoraj gotovo javor in kostanj, v letu 2025 pa je bil beležen en sam vzpon, saj so si paše sledile eno za drugo oz. se celo prekrivale. V začetku je dobro izločal javor, za njim so se začele izločati uši na listnih rastlinskih vrstah, ter posamezne kolonije uši na smreki (sivozelene, in močno puhaste ušice) v

nadelavanju pa lipa in kostanj. Za konec je izločala hoja, ki je vztrajala vse do zaključka zbiranja podatkov.

4.1.1.30 Tuhinjska dolina



Slika 39. Spodaj: donosi na lokaciji Tuhinjska dolina (435 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

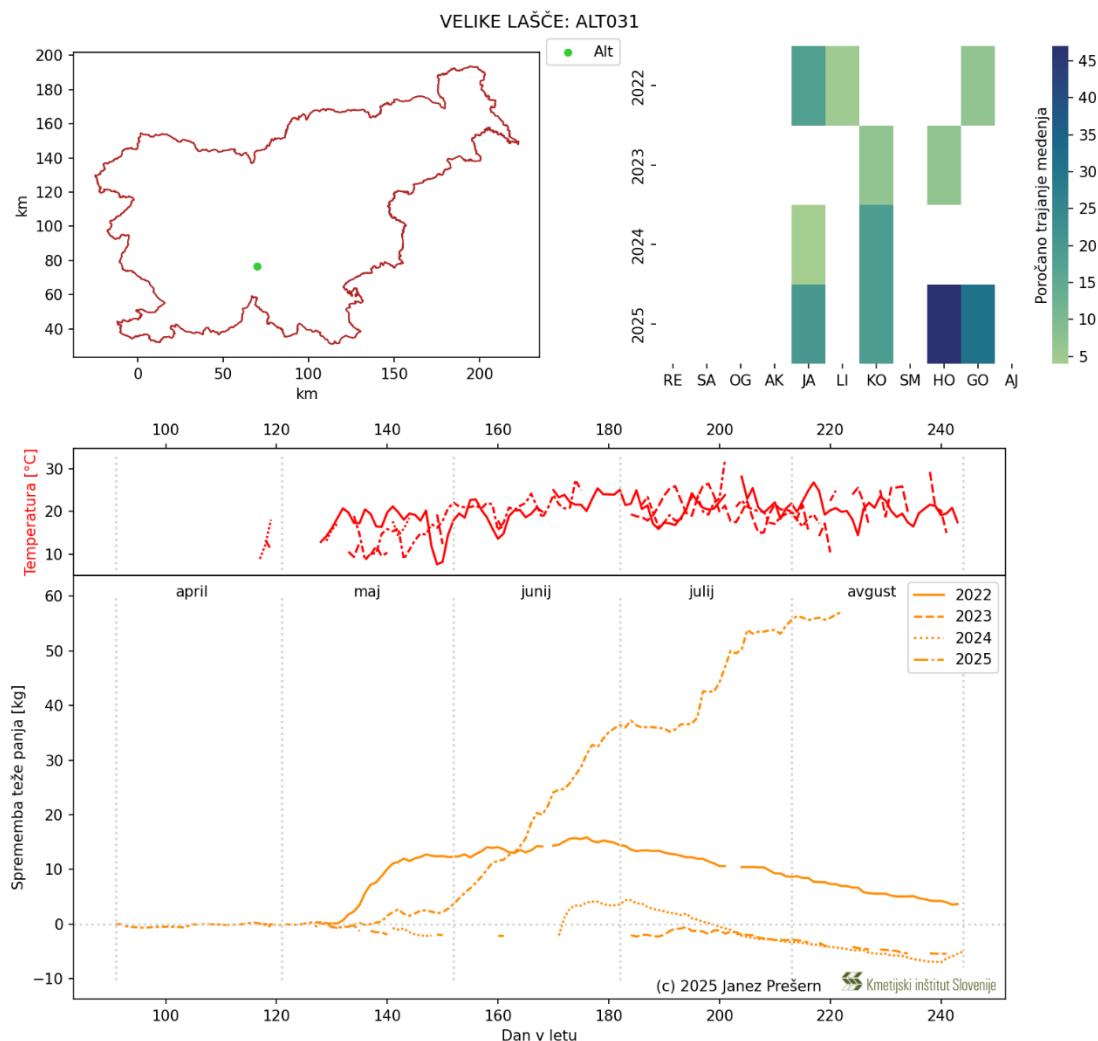
2023. Prevladujeta paši na javorju in lipi, ki sta to leto omogočila donose do 10 kg.

2024. V tem letu je bilo vreme v času medenja lipa in javorja slabo, zato je lokacija končala sezono krepko v rdečih številkah.

2025. Družina na tej lokaciji je pridobila dobrih deset kilogramov od junija do druge začetka avgusta, kar je razočaralo.

Lokacija Tuhinjska dolina se nahaja na južni strani pod Menino planino; na lokaciji je bila smreka izsekana zaradi napada podlubnika. Zato so pomembni drugi viri, zlasti lipa in javor. V dveh od štirih spremljanih let so bili donosi pogojno zanimivi, dve leti pa je bila situacija katastrofalna in bi brez čebelarjeve pomoči družina izgubila 5 oz. več kot 10 kg.

4.1.1.31 Velike Lašče



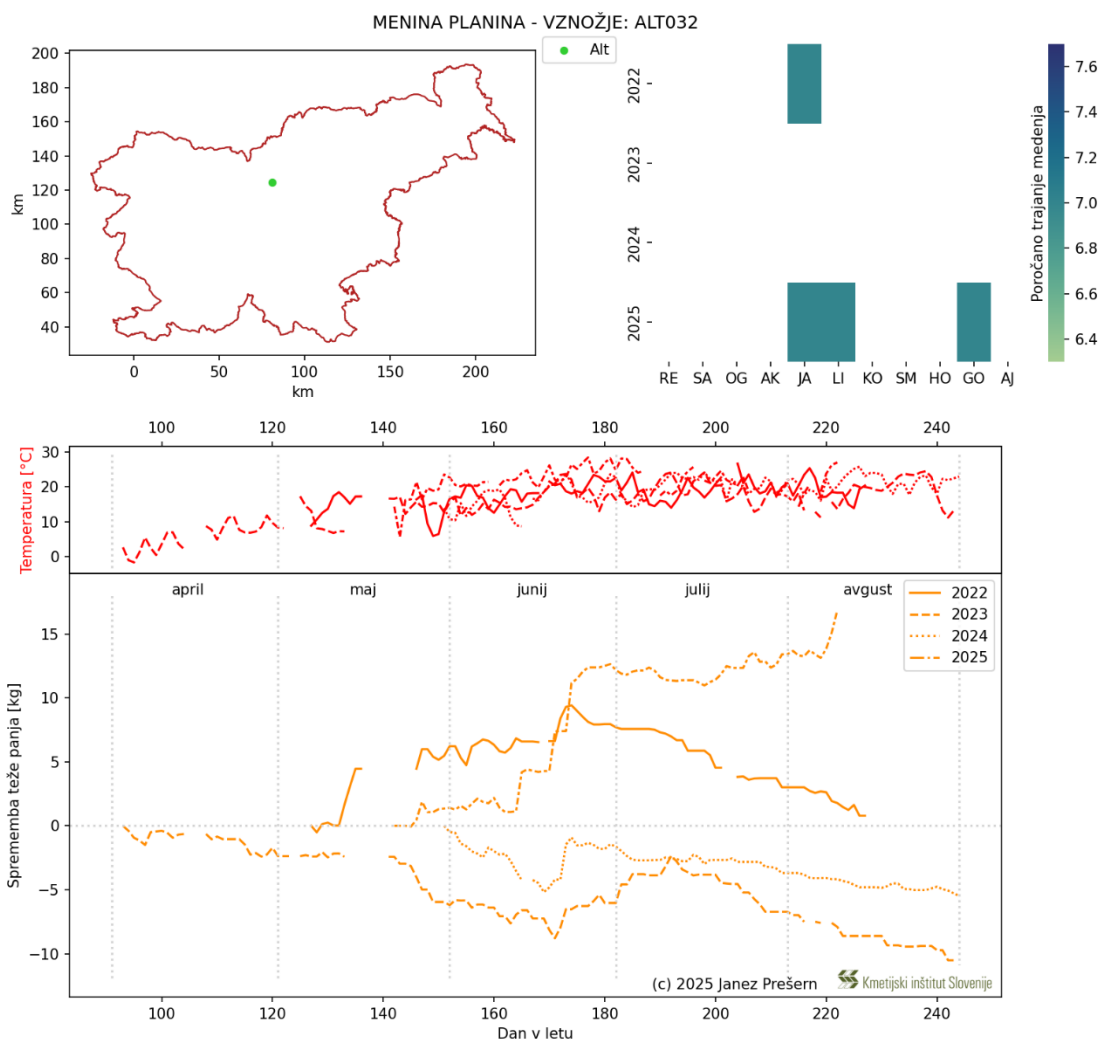
Slika 40. Spodaj: donosi na lokaciji Velike Lašče 635 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

2023. Na lokaciji smo pričakovali boljše donose predvsem v času javorjeve paše, ki je na tem območju dobro zastopan. Nekoliko boljši donosi smo beležili v času cvetenja kostanja, vendar je vztrajni dež spiral že tako občutljive cvetove. Znake prisotnosti povzročiteljev medenja je izkazovala tudi hoja vendar je pogosto močno deževje razvoj uši prekinilo in paše ni tem viru ni bilo. V tem letu je bil tudi signal na lokaciji zelo slab in ključni del sezone – mesec junij – ni bil verno zabeležen.

2024. Nekoliko boljše donose smo beležili v času cvetenja kostanja, vendar zaradi slabega signala ne vemo, kakšen je ta donos bil oz. kakšna je bila dinamika pred cvetenjem kostanja.

2025. V tem letu smo zabeležili dva vrhova v juliju, verjetno zaradi izločanja mane dveh različnih povzročiteljev medenja. Enako kot pri ostalih legah je v prvi fazi donose omogočal javor, kasneje kostanj, skoraj sočasno z kostanjem pa se je dobro razvila zelena hojeva ušica, ki je vplival na donos vse do konca spremljanja meritev. Letošnji donos na panju je do konca meritev znašal okoli 50 kg.

4.1.1.32 Vznožje Menine planine



Slika 41. Spodaj: donosi na lokaciji Vznožje Menine planine (635 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

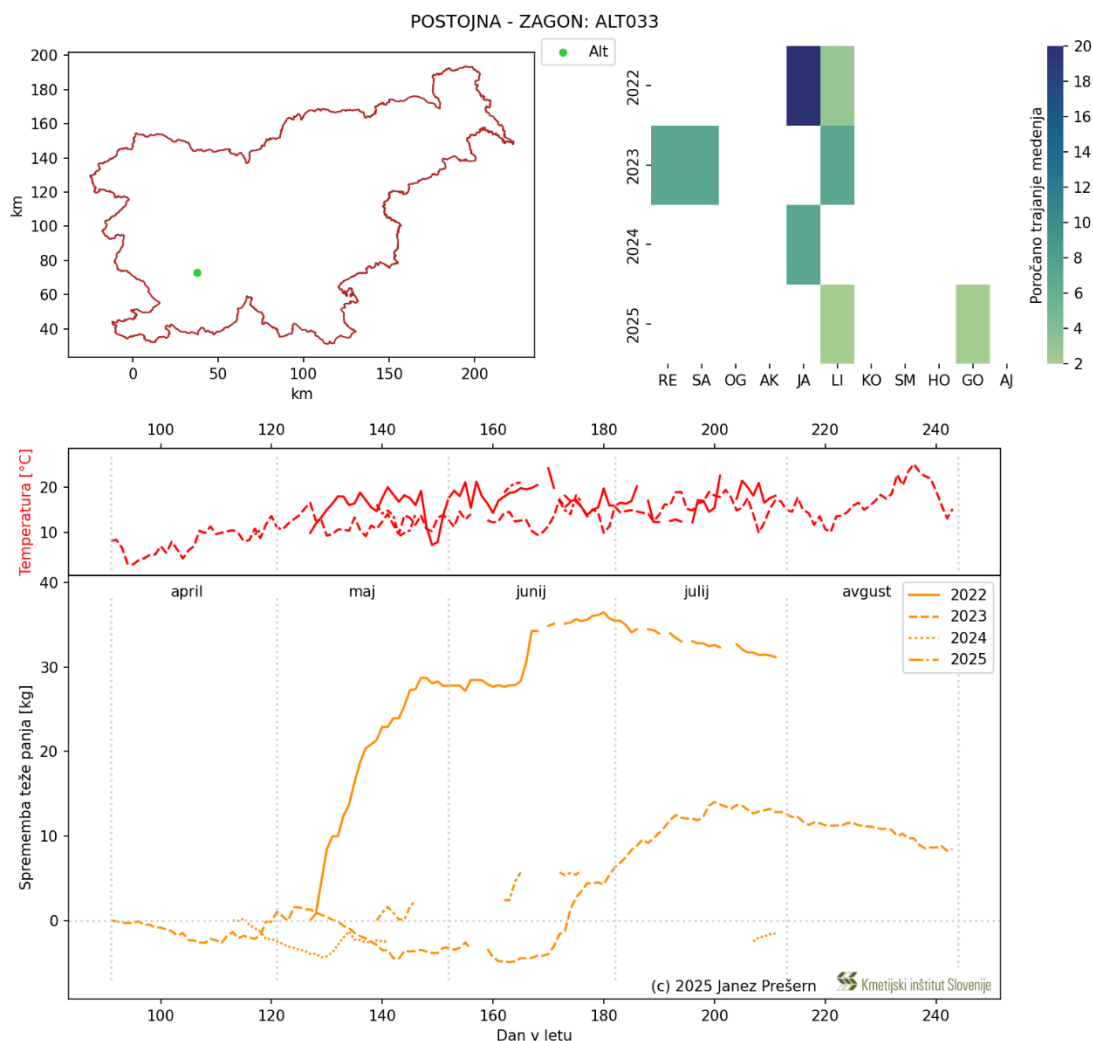
2023. V letu 2023 smo zabaležili serijo pozitivnih donosov konec junija – začetek julija. Drugih virov nismo beležili in je lokacija končala močno v negativnem stanju.

2024. Lokacija je bila v rdečih številkah, podobno kot v letu 2023.

2025. Za razliko od prejšnjih let je leto 2025 bilo pozitivno od meseca maja dalje, vrh je bil dosežen v juniju. Virov medenja je bilo dovolj tudi v juliju vsaj za ohranjanje dnevnih potreb čebelje družine. Medenje se je s koncem julija obnovilo in trend dviganja teže se do konca merjenja še ni končal.

Ta lokacija se nahaja v vzhodnem delu vznožja Menine planine, kjer v lesnem sestoju še vedno prevladuje smreka. Po dinamiki je podobno lokaciji Tuhinjska dolina, kateri je najbližja.

4.1.1.33 Postojna - Zagon



Slika 42. Spodaj: donosi na lokaciji Postojna - Zagon (1027 m.n.m.). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

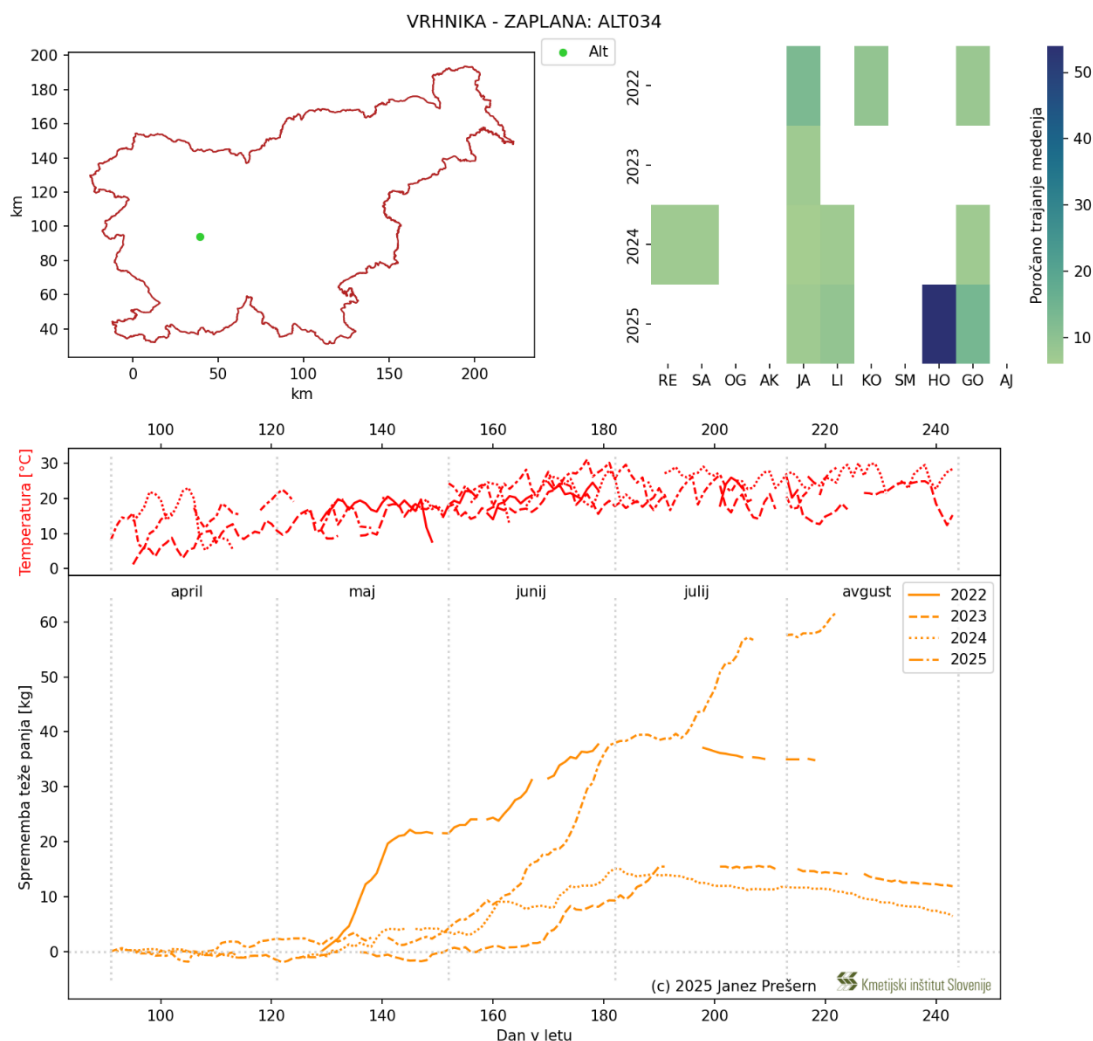
2023. Glede na letošnje razmere smo solidne donose beležili tudi na lokaciji Postojna – Zagon. Predvsem je bila za donose zaslužna lipa. Lokacija je zaključila sezono s pozitivnim donosom nekaj nad 10 kg.

2024. Glede na letošnje razmere smo na lokaciji Postojna - Zagon beležili zelo slabe donose. Veliko težav z merjenjem donosov smo imeli tudi zaradi nedelovanja tehcnice.

2025. V tem letu se je ponovila slaba kvaliteta signala. Diskontinuiran posnetek je neuporaben za ocenjevanje donosov. Po oceni stanja medu v samem panju je bil donos soliden. Po zaključku javorjeve paše je oskrbnik iztočil 17 kg medu. Donosi so potekali tudi kasneje v mesecu juliju, vendar niso posebej izstopali.

Kljub temu, da je bila lokacija v prvih dveh letih čebelarstvo zanimiva, težave s signalom preprečujejo korektno oceno zadnjih dveh sezon zato bo potrebno za nadalnje izvajanje meritev postajo prestaviti.

4.1.1.34 Zaplana - Vrhnika



Slika 43. Spodaj: donosi na lokaciji Zaplana - Vrhnika (671 m.n.m). Z rdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

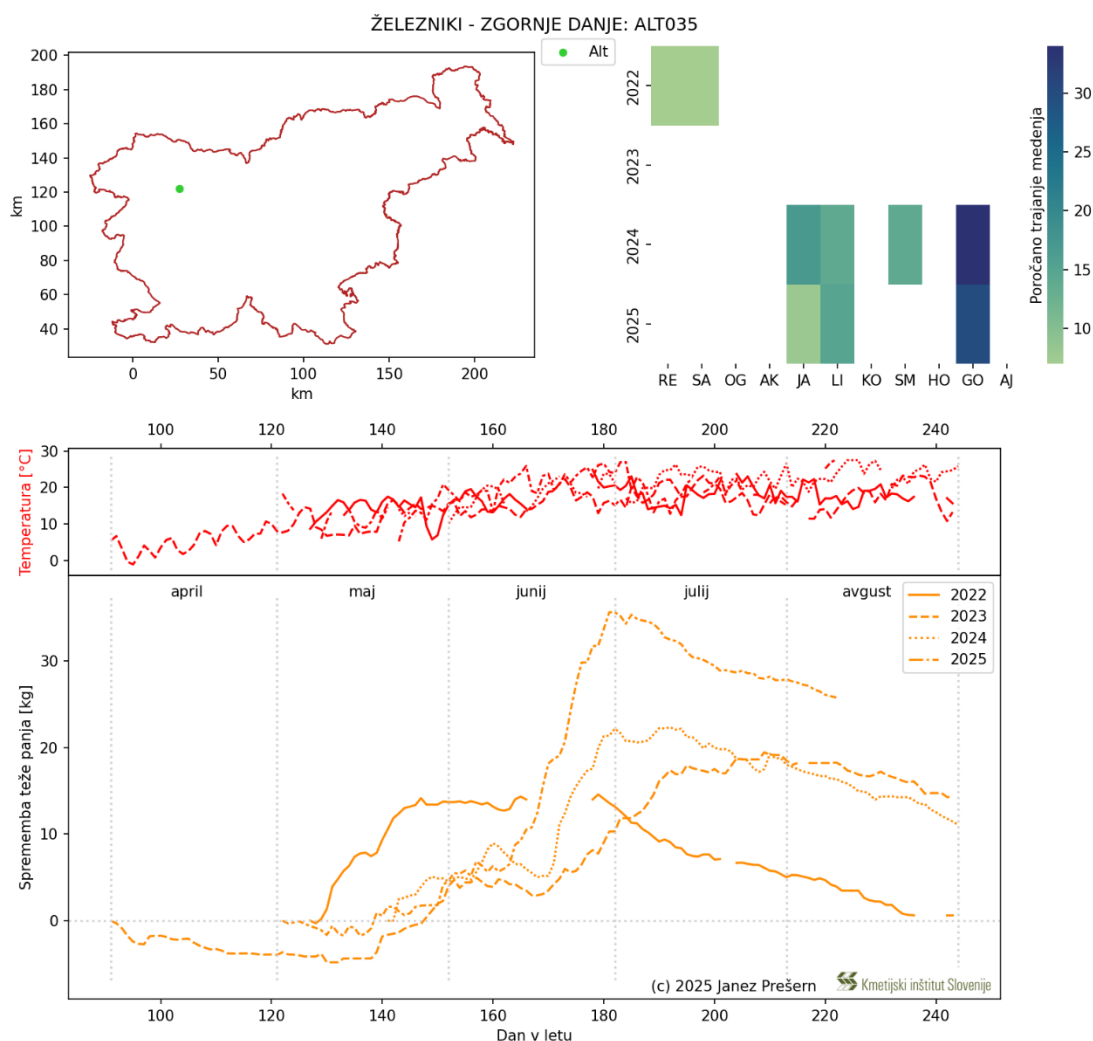
2023. Vrstna pestrost lokacije daje raznoliko pašo, kar se je v tem letu pokazalo tudi na donosu. Končni donos je kljub slabemu vremenu znašal skoraj 15 kg.

2024. Sezona je bila podobna prejšnji, kljub slabemu vremenu je donos znašal nad 13 kg.

2025. Zabeležili smo prirast teže v času javorjeve paše, z zaključkom konec junija. Sredi julija so se donosi obnovili, ko je z medenjem začela hoja, ki je dosegla prvi vrh pred koncem julija. V avgustu se je medenje obnovilo in teža družine je naraščala do konca merjenja.

Zaplana - Vrhnika je lokacija, ki je najbližja Ljubljanski kotlini in ima v lesnem sestoju različne drevesne vrste, kar je ugodno za čebeljo pašo. Donosi na lokaciji so v vseh štirih letih beleženja donosov zanimivi in predlagamo nadaljnjo izvajanje meritev na tem območju.

4.1.1.35 Zgornje Danje - Železniki



Slika 44: Spodaj: donosi na lokaciji Zgornje Danje - Železniki (1126 m.n.m). Zrdečo črto so prikazane temperature. Levo zgoraj: pozicija postaje. Desno zgoraj: poročano trajanje medenja.

2023. Ta sezona je bila boljša kot leto 2022, predvsem na račun lipe in gozdne podrasti. Na posameznih mestih smo tudi opazili obe vrsti kaparja, ki sta zagotovo pripomogla k celokupnemu donosu.

2024. Javor, zlasti pa lipa sta prispevala k donosom v juniju. Leto je lokacija zaključila v še boljšem stanju kot lani.

2025. Ob koncu junija je tehtnica pokazala vrh - preko 30 kg donosa.

Lokacija se nahaja na zahodni strani Ratitovca nad Železniki. V gozdu prevladuje smreka, dobro pa je zastopan tudi javor. Dodatno je lokacija zanimiva tudi zaradi travnih površin, ki se pozno kosijo in visokodebelnih sadnih drevesnih vrst, ki so se v tej osamljeni vasi dobro ohranili.

4.1.2 Vizualno spremljanje povzročiteljev medenja v okolici opazovalnih postaj glede na razpoložljivost medenja

V okviru vizualnega spremljanja povzročiteljev medenja se je izvajal pregled terena, kjer smo opazovali prisotnost ušic in kaparjev. Opazovali smo tudi znake pokapanosti podrasti, kar nakazuje aktivnost povzročiteljev medenja na drevesih. Tekom vizualnega spremljanja se je opravljala tudi fotodokumentacija pokapanih delov rastlin in samih povzročiteljev medenja. V vseh treh letih spremljanja se je izkazalo da so povzročitelji medenja v enakem časovnem obdobju na različnih lokacijah različno prisotni. V letu 2025 so bile te razlike med lokacijami še najmanj izrazite saj je bila zastopanost povzročiteljev medenja razmeroma velika na skoraj vseh lokacijah. V začetku spremljanja sta bila na številnih lokacijah prisotna mali in veliki smrekov kapar (Slika 45). Širom Slovenije smo opazili tudi dober razvoj kolonij ušic na javorju, katere pa zaradi hladnega in deževnega maja, na marsikateri lokaciji niso imele najboljših pogojev za razvoj in obilnejše izločanje mane. Na nekaterih lokacijah smo v tem času opazili prisotnost in izločanje ušic na bukvi, na nekaterih lokacijah, predvsem na primorskem pa tudi na malem jesenu. Deževnemu maju je sledil suh in vroč junij, ko smo na številnih lokacijah spremljali prisotnost in izločanje ušic na malo in velikolistni lipi, kostanju, ter drugih listavcih, na nekaterih območjih pa še izločanje mane ušic na javorju. Proti koncu obdobja spremljanja pa so se po skoraj vseh območjih kjer je prisotna jelka, dobro razvile zelene hojeve ušice (Slika 46), ki so poskrbele tudi za dobro izločanje in donose. Nekoliko manjša je bila v letošnjem letu prisotnost rdeče rjave puhaste smrekove ušice, katera je bila v preteklih letih bolj opažena.



Slika 45. Veliki smrekov kapar izloča mano. Foto: Simon Golob



Slika 46. Zelena hojeva ušica pri vzorčenju na platnu; Foto: Simon Golob



Slika 47. Ušica na kostanju (*Myzocallis castanicola*) pri vzorčenju; foto: Simon Golob

4.1.3 Vzorčenje povzročiteljev medenja za molekularne analize glede na razpoložljivost medenja

Skupno smo nabrali 73 vzorcev povzročiteljev medenja. Nabirali smo žive osebkke in jih shranili v za to pripravljene mikrocentrifugirke, napolnjene z etanolom. 1 vzorec je 1 mikrocentrifugirka, v kateri je lahko nabranih več osebkov. Glede na stanje povzročiteljev medenja v naravi in v okolici opazovalnih postaj ter glede na vremenske razmere smo vzorčenje izvajali predvsem na tistih lokacijah, kjer so bili povzročitelji medenja ter izločanje mane prisotni in opaženi. Pri vzorčenju prevladujejo povzročitelji medenja na jelki/hoji, smreki in javorju, vzorčili pa smo tudi povzročitelje medenja na drugih rastlinskih vrstah kot je lipa, bukev, breskev, vrtnica, vrba, leska, brest, brin, bor in drugi. V Tabela 7 so prikazani osnovni podatki zbranih vzorcev povzročiteljev medenja v letu 2025. Za leta 2023 in 2024 so tabele dostopne v poročilih za ti dve leti.

Tabela 7: Seznam vzorcev povzročiteljev medenja, ki so bili izhodišče za molekularne analize 2025

	Oznaka vzorca	Lokacija	Opazovalne postaje	Datum vzorčenja	Vir medenja (rastlinski takson)	Prepoznan povzročitelj medenja
1	A290	Brdo pri Lukovici	Moravče - Studenci	24.06.2025	lipa	ušica na lipi - mlajša faza
2	A291	Brdo pri Lukovici	Moravče - Studenci	24.06.2025	kostanj	ušica na kostanju
3	A292	Brdo pri Lukovici	Moravče - Studenci	24.06.2025	lipa	ušica na lipi - mlajša faza
4	A293	Brdo pri Lukovici	Moravče - Studenci	24.06.2025	evodija	žuželke na listih evodije
5	A294	Pivka	Postojna - Zagon	26.6.2025	lipa	ušica na lipi
6	A298	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	11.06.2025	gorski javor	večji zeleni osebki
7	A299	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	11.06.2025	gorski javor	večji zeleni osebki
8	A300	OP Postojna - Zagon	Postojna - Zagon	11.06.2025	gaber	ušice na gabru
9	A301	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	11.06.2025	gorski javor	večji zeleni osebki
10	A302	OP Snežnik - Grda draga	Snežnik - Grda draga	11.06.2025	bukev	ušice na bukvi
11	A303	OP Postojna - Zagon	Postojna - Zagon	4.06.2025	gaber	ušice na gabru
12	A304	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	11.06.2025	gorski javor	ušice na listih javorja- črne krilate
13	A305	OP Postojna - Zagon	Postojna - Zagon	11.06.2025	gaber	ušice na gabru

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

	Oznaka vzorca	Lokacija	Opazovalne postaje	Datum vzorčenja	Vir medenja (rastlinski takson)	Prepoznan povzročitelj medenja
14	A307	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	4.06.2025	bukev	ušice na bukvi
15	A308	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	11.06.2025	gorski javor	ušice na listih javorja- črne krilate
16	A309	Lukovica	Moravče - Studenci	10.06.2025	lipa	ušica na lipi
17	A310	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4.06.2025	bukev	ušice na bukvi
18	A311	OP Snežnik - Grda draga	Snežnik - Grda draga	4.06.2025	leska	ušice na leski
19	A312	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4.06.2025	bukev	ušice na bukvi
20	A313	OP Mežakla	Mežakla	28.05.2025	gorski javor	ušica poganjkih in listih gorskega javorja
21	A314	OP Mežakla	Mežakla	28.05.2025	ostrolistni javor	ušica na poganjkih in listih javorja
22	A316	OP Mežakla	Mežakla	28.05.2025	ostrolistni javor	ušica na poganjkih in listih javorja
23	A317	OP Mežakla	Mežakla	28.05.2025	ostrolistni javor	ušica poganjkih in listih ostrolistnega javorja
24	A318	OP Kranjska gora	Kranjska gora	28.05.2025	smreka	črna smrekova ušica
25	A319	OP Kranjska gora	Kranjska gora	28.05.2025	smreka	črna smrekova ušica
26	A320	OP Kranjska gora	Kranjska gora	28.05.2025	smreka	črna smrekova ušica
27	A399	Pivka	Postojna - Zagon	26.6.2025	lipa	ušica na lipi
28	A400	Pivka	Postojna - Zagon	26.6.2025	lipa	ušica na lipi
29	A407	Hrušica	Hrušica - Kalce	18.06.2025	lipa	škržat
30	A408	Hrušica	Hrušica - Kalce	18.06.2025	lipa	ušica na lipi
31	A410	Podnanos	Hrušica - Kalce	18.06.2025	hoja	brstna hojeva ušica, krilati osebek
32	A415	Podnanos	Hrušica - Kalce	18.06.2025	hoja	zelena hojeva ušica
33	A416	OP Kranjska gora	Kranjska gora	28.05.2025	smreka	črna smrekova ušica
34	A417	OP Kranjska gora	Kranjska gora	28.05.2025	smreka	veliki smrekov kapar
35	A418	OP Kranjska gora	Kranjska gora	28.05.2025	smreka	črna smrekova ušica
36	A419	Podnanos	Hrušica - Kalce	18.06.2025	javor	zelena ščetinasta javorjeva ušica
37	VP23- 1-001	OP Remšik - sv. Pankaracij	Remšik - sv. Pankaracij	7.04.2025	smreka	malí smrekov kapar
38	VP23- 1-003	Podnanos	Hrušica - Kalce	11.06.2025	hoja	velika rjava hojeva ušica
39	VP23- 1-005	Podnanos	Hrušica - Kalce	11.06.2025	hoja	zelena hojeva ušica
40	VP23- 1-007	Tolmin	Bovec	18.05.2025	javor	ušica na javorju

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

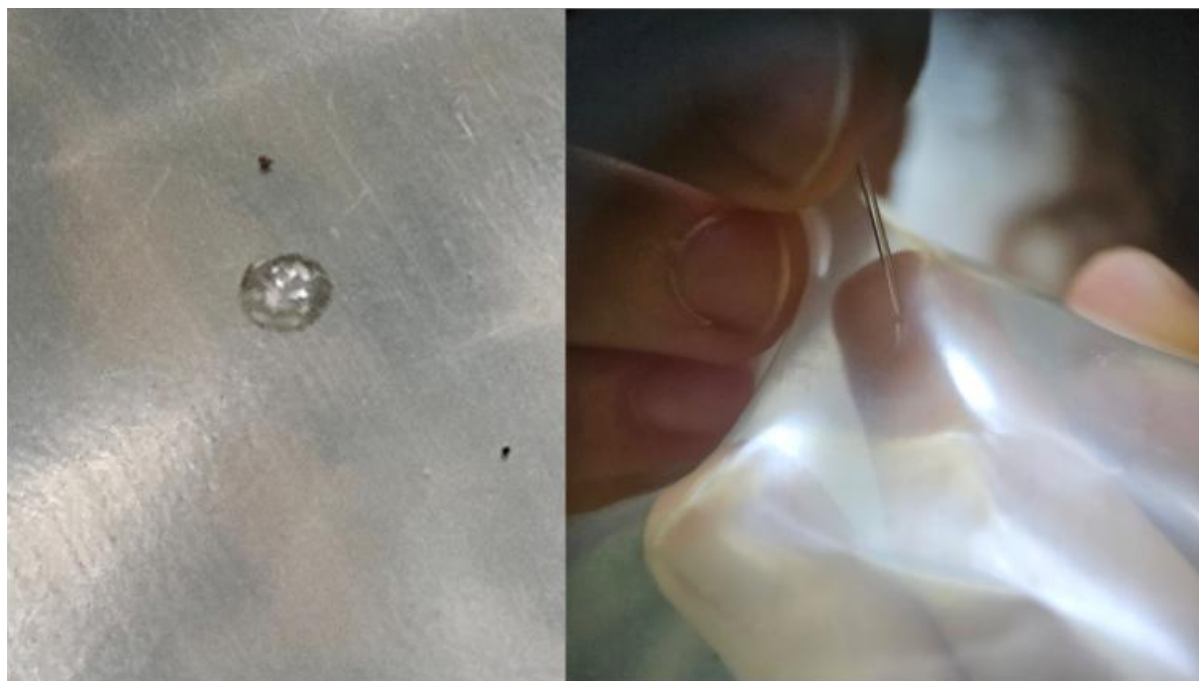
	Oznaka vzorca	Lokacija	Opazovalne postaje	Datum vzorčenja	Vir medenja (rastlinski takson)	Prepoznan povzročitelj medenja
41	VP23- 1-009	Podnanos	Hrušica - Kalce	11.06.2025	hrast	????
42	VP24- 1-002	Nova Štifta	Menina planina - vznožje	22.05.2025	smreka	veliki smrekov kapar
43	VP24- 1-031	Lukovica	Moravče - Studenci	20.05.2025	mali jesen	ušice
44	VP24- 1-081	Podnanos	Hrušica - Kalce	11.06.2025	bor	ušice na boru
45	VP24- 1-091	Ilirska Bistrica	Snežnik - Smrekovec	15.05.2025	mali jesen	ušice
46	VP24- 1-093	OP Grčarice - Goteniška gora	Grčarice - Goteniška gora	29.04.2025	smreka	veliki smrekov kapar
47	VP24- 1-095	Ilirska Bistrica	Snežnik - Smrekovec	18.05.2025	mali jesen	ušice
48	VP24- 1-098	OP Grčarice Goteniška gora	Grčarice - Goteniška gora	1.05.2025	smreka	veliki smrekov kapar
49	VP24- 1-104	OP Črnivec	Črnivec	30.04.2025	gorski javor	ušice na javorju mladi osebk
50	VP24- 1-105	OP Črnivec	Črnivec	30.04.2025	gorski javor	ušice na javorju krilati osebk
51	VP24- 1-106	Nova Štifta	Menina planina - vznožje	14.05.2025	gorski javor	ušice na javorju
52	VP24- 1-107	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	gorski javor	ušice na javorju
53	VP24- 1-108	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	bukev	ušice na bukvi - močno puhasti osebki
54	VP24- 1-109	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	bukev	ušice na bukvi - nepuhasti - verjetno mladi osebki
55	VP24- 1-110	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	gorski javor	ušice na javorju - krilati osebk
56	VP24- 1-111	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	gorski javor	ušice na javorju- zelene barve
57	VP24- 1-112	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	gorski javor	verjetno zajedalec pri koloniji
58	VP24- 1-113	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	gorski javor	ušice na javorju - zelene barve
59	VP24- 1-114	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	gorski javor	ušice na javorju - črne barve
60	VP24- 1-115	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	bukev	ušice na bukvi - krilati osebk
61	VP24- 1-116	Brdo pri Lukovici	Moravče - Studenci	15.05.2025	gorski javor	ušice na javorju
62	VP24- 1-117	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	smreka	veliki smrekov kapar
63	VP24- 1-118	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	smreka	veliki smrekov kapar
64	VP24- 1-119	OP Legen – Šmartno pri ...	Legen – Šmartno pri ...	14.05.2025	smreka	veliki smrekov kapar
65	VP24- 1-120	Nova Štifta	Menina planina - vznožje	22.05.2025	smreka	veliki smrekov kapar
66	VP24- 1-122	Zavrh	Črnivec	19.05.2025	bukev	ušice na bukvi
67	VP24- 1-123	Zavrh	Črnivec	17.05.2025	gorski javor	ušice na listih javorja

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

	Oznak a vzorca	Lokacija	Opazovalne postaje	Datum vzorčenja	Vir medenja (rastlinski takson)	Prepoznan povzročitelj medenja
68	VP24- 1-124	Palovče	Tuhinjska dolina	16.05.2025	poljski javor	ušice na letošnjih poganjkih
69	VP24- 1-126	Gornji Grad	Menina planina - vznožje	22.05.2025	smreka	mali smrekov kapar
70	VP24- 1-127	Lukovica	Moravče - Studenci	20.05.2025	mali jesen	ušice
71	VP24- 1-128	Zavrh	Črnivec	19.05.2025	gorski javor	ušice na listih javorja
72	VP24- 1-129	Zavrh	Črnivec	19.05.2025	poljski javor	ušice na letošnjih poganjkih
73	VP24- 1-130	Zavrh	Črnivec	19.05.2025	bukev	ušice na bukvi

4.1.4 Vzorčenje mane glede na razpoložljivost medenja

Vzorčenje mane smo izvajali na dva načina. Pri prvem je potrebno za vzorčenje mane pod drevesa (na mesto pokapane podrasti, bodisi na tleh, po grmovju ali po nižjih vejah) namestiti lovilne plošče oziroma folije in čakati, da manina kapljica pade na površino (Slika 48). Za to smo uporabljali predvsem PE folijo (t.i. gradbeni polivinil), pri čemer se je kot najboljša izbira izkazala prozorna, UV odporna PE folija, na kateri je iskanje in vzorčenje kapljic mane zaradi gladke površine hitrejše in enostavnejše. Čim bolj svežo kapljico se s kapilaro pobere in prenese v temu namenjeno vialo. Tak način vzorčenja smo izvajali pri izločanju mane na drevesih z višjimi vejami na mestih kjer je bila podrast močno pokapana. V največji meri smo ta način vzorčenja uporabljali pri izločanju zelene hojeve ušice in velike rjave hojeve ušice, v manjši meri pa tudi pri drugih povzročiteljih medenja, kjer je bilo izločanje dovolj intenzivno, kapljice dovolj velike ter povzročiteljev medenja nismo neposredno dosegli. Samo vzorčenje kapljic smo izvajali v času od nekaj minut do največ 30 minut po namestitvi lovilnih folij, dokler so kapljice še sveže (z dovolj veliko vsebnostjo vode) in jih je še možno vzorčiti s stekleno kapilaro. Pri delu se je namreč izkazalo da so kapljice ki so že dlje časa na foliji ali na podrasti, predvsem v suhem in vročem vremenu razmeroma hitro posušijo in vzorčenje na opisan način ni več možno.



Slika 48. Sveža kapljica mane na PE lovilni foliji (levo). Vzorčenje kapljice s PE folije (desno). foto: Simon Golob.

Drug način vzorčenja je možen, ko so povzročitelji medenja prisotni na nižjih vejah dreves, ki se jih lahko doseže iz tal. Pri tem se vzorčenje kapljice mane lahko vrši neposredno iz ušice oziroma njene okolice. Takšno vzorčenje je bilo možno predvsem pri rdečerjavi puhasti smrekovi ušici, velikem in malem smrekovem kaparju, brstni hojevi ušici, listni bukovi uši ter ušicah na vrbi in malem jesenu.

V vseh letih vzorčenja se je izkazalo da je bilo izrazitejše izločanje mane prisotno le na nekaterih izmed opazovanih lokacij, zato smo tudi vzorčenje v posameznem letu izvajali le na tistih lokacijah. Razpoložljivosti mane smo prilagodili tudi število vzorcev na posamezni lokaciji. V **letu 2025** pri pobranih vzorcih prevladujejo vzorci mane povzročiteljev medenja na jelki (33 vzorcev), smreki (20 vzorcev) in bukvi (19 vzorcev). Pri jelki/hoji so prevladovali vzorci mane izločanja zelene hojeve ušice (*Buchneria* / *Cinara pectinatae* NoerdL.), v manjši meri pa vzorci mane

sočasnega izločanja velike rjave hojeve ušice (*Todolachnus abieticola* Chol. / *Cinara confinis*) in zelene hojeve ušice (*Buchneria* / *Cinara pectinatae* Noerdl.). En vzorec v letu 2025 pa je tudi od brstne hojeve ušice (*Mindarus abietinus* Koch.)



Slika 49. Velika rjava hojeva ušica na veji hoje (levo); zelena hojeva ušica (desno). Foto: Simon Golob.

Pri smreki so v letu 2025 prevladovali vzorci mane velikega smrekovega kaparja (*Physokermes piceae*), sledili so vzorci rdeče rjave puhaste smrekove ušice (*Cinara pilicornis*), v manjši meri pa so bili prisotni tudi vzorci malega smrekovega kaparja (*Physokermes hemicryphus*) ter sivozelene smrekove ušice (*Cinara pruinosa*).



Slika 50. Sivo zelena smrekova ušica na vejicah smreke (levo), rdečerjava smrekova ušica na letošnjih poganjkih (desno). foto: Simon Golob



Slika 51. Levo: črna smrekova uš (*Cinara piceae*). Desno: krilati osebek brstne hojve ušice (*Mindarus abietinae*). Foto: Simon Golob.

Na bukvi nabrani vzorci mane so bili posledica izločanja mane bukove listne uši (*Phyllaphis fagi*). Nekaj posameznih vzorcev mane smo v letu 2025 nabrali tudi na javorju in malem jesenu.



Slika 52. Bukova listna uš (*Phyllaphis fagi*); Foto: Simon Golob

Kljub prisotnosti povzročiteljev medenja na drugih drevesnih vrstah in sočasnem izločanju mane, pa so bile kapljice mane pri manjših listnih ušeh (na primer na javorju, lipi, kostanju, leski,

gabru,...) premajhne, da bi jih lahko vzorčili. Za prihodnje zato načrtujemo razvoj in preizkus metod vzorčenja s katerimi bi lahko uspešno vzorčili tudi manjše kapljice mane.



Slika 53. Kapljice mane so bile v nekaterih primerih (leska, lipa...) prisotne, a premajhne, da bi jih lahko uspešno vzorčili; foto Simon Golob (levo), Ajda Moškrič (desno)



Slika 54. Ušice in izločanje mane (pokapanost listov) na breskvi; foto Simon Golob.



Slika 55. Ušice in izločanje mane na listih vrbe; foto Simon Golob.

Druga možnost vzorčenja mane je potekala iz mednega želodčka čebel pri čemer smo morali čakati in loviti čebele pred vhodom v panj in z nežnim stiskom iztisniti vsebino iz mednega želodčka. Ta način vzorčenja smo izvajali v letu 2023 in 2024 v letu 2025 pa ne, saj smo se osredotočili le na vzorce mane.

Skupno smo v **letu 2025** nabrali **75** vzorcev mane, ki so prikazani v spodnji tabeli (Tabela 8).

Tabela 8. Seznam vzorcev mane z osnovnimi informacijami o posameznem vzorcu, za kromatografske analize.

	oznaka vzorca	lokacija	naziv/oznaka opazovalne postaje	datum vzorčenja	vir medenja	Prisotni povzročitelji medenja
1	M24-10	OP Remšnik - sv. Pankracij	Remšnik - sv. Pankracij	7. 4. 2025	smreka	mali smrekov kapar
2	M24-16	OP Remšnik - sv. Pankracij	Remšnik - sv. Pankracij	7. 4. 2025	smreka	mali smrekov kapar
3	M24-19	Luče	Logarska dolina	5. 6. 2025	smreka	sivozelena <i>Cinara pruinosa</i>
4	M24-24	Grčarice	Grčarice - Goteniška gora	29. 4. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
5	M24-34	Grčarice	Grčarice - Goteniška gora	29. 4. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
6	M24-40	Grčarice	Grčarice - Goteniška gora	29. 4. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
7	M24-45	Črna na Koroškem	Črna na Koroškem - Podpeca	12. 5. 2025	smreka	mali smrekov kapar
8	M24-46	Ilirska Bistrica	Snežnik - Smrekovec	8. 5. 2025	mali jesen	ušice na malem jesenu
9	M24-47	Hrušica	Hrušica - Kalce	9. 5. 2025	mali jesen	ušice na malem jesenu
10	M24-50	Luče	Logarska dolina	5. 6. 2025	smreka	sivozelena <i>Cinara pruinosa</i>
11	M24-93	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	4. 7. 2025	hoja	zelena hojeva ušica (<i>Buchneria pectinatae</i> NoerdL.)
12	M24-94	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica in velika rjava hojeva ušica
13	M24-97	Javorniki	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	smreka	rdečrjava puhasta smrekova ušica (<i>Cinara pilicornis</i>)
14	M24-106	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši

	oznaka vzorca	lokacija	naziv/oznaka opazovalne postaje	datum vzorčenja	vir medenja	Prisotni povzročitelji medenja
						meri zelena hojeva ušica
15	M24-117	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
16	M24-120	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
17	M24-124	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
18	M24-127	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
19	M24-128	Javorniki	Postojna - Zagon	4. 7. 2025	smreka	rdečerjava puhasta smrekova ušica (<i>Cinara pilicornis</i>)
20	M24-129	Črnivec	Črnivec	6. 6. 2025	smreka, letošnji poganjki	rdečerjava puhasta smrekova ušica (<i>Cinara pilicornis</i>)
21	M24-146	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	hoja	zelena hojeva ušica in velika rjava hojeva ušica
22	M24-157	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	14. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
23	M24-163	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	4. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
24	M24-168	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	4. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
25	M24-169	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	4. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
26	M24-173	Črnivec	Črnivec	5. 6. 2025	smreka, letošnji poganjki	rdečerjava puhasta smrekova ušica (<i>Cinara pilicornis</i>)
27	M24-184	Cerkniško jezero	Postojna - Zagon	4. 7. 2025	hoja	pretežno velika rjava hojeva ušica, v majši meri zelena hojeva ušica
28	M25-1	OP Legen - Šmartno pri	Legen - Šmartno pri	14. 5. 2025	javor	ušice na javorju
29	M25-2	OP Legen - Šmartno pri	Legen - Šmartno pri	14. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
30	M25-3	OP Legen - Šmartno pri	Legen - Šmartno pri	14. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
31	M25-4	OP Legen - Šmartno pri	Legen - Šmartno pri	14. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
32	M25-5	OP Legen - Šmartno pri	Legen - Šmartno pri	14. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
33	M25-6	OP Legen - Šmartno pri	Legen - Šmartno pri	14. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
34	M25-7	Zavrh	Črnivec	19. 5. 2025	bukev	ušice na bukvi

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

	oznaka vzorca	lokacija	naziv/oznaka opazovalne postaje	datum vzorčenja	vir medenja	Prisotni povzročitelji medenja
35	M25-8	Zavrh	Črnivec	19. 5. 2025	bukev	ušice na bukvi
36	M25-9	Zavrh	Črnivec	19. 5. 2025	bukev	ušice na bukvi
37	M25-10	Zavrh	Črnivec	19. 5. 2025	bukev	ušice na bukvi
38	M25-11	Nova Štifta	Menina planina - vznožje	22. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
39	M25-12	Nova Štifta	Menina planina - vznožje	22. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
40	M25-15	OP Kranjska gora	Kranjska gora	28. 5. 2025	smreka	veliki smrekov kapar
41	M25-20	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
42	M25-22	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
43	M25-25	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
44	M25-26	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
45	M25-30	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
46	M25-38	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
47	M25-42	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	6. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
48	M25-44	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
49	M25-46	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
50	M25-54	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
51	M25-57	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
52	M25-61	OP Kalce Hrušica	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
53	M25-64	OP Snežnik - Grda draga	Snežnik - Grda draga	11. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
54	M25-68	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
55	M25-69	Hrušica	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
56	M25-70	OP Kalce Hrušica	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
57	M25-74	OP Snežnik - Grda draga	Snežnik - Grda draga	11. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
58	M25-82	OP Snežnik - Črni dol	Snežnik - Črni dol	5. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
59	M25-84	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
60	M25-92	Hrušica	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	brstna hojeva ušica
61	M25-101	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
62	M25-104	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
63	M25-109	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
64	M25-112	OP Snežnik - Grda draga	Snežnik - Grda draga	11. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
65	M25-114	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
66	M25-120	OP Hrušica - Kalce	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
67	M25-124	Hrušica	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
68	M25-126	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
69	M25-130	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
70	M25-132	OP Snežnik - Smrekovec	Snežnik - Smrekovec	4. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
71	M25-136	Hrušica	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
72	M25-138	OP Snežnik - Grda draga	Snežnik - Grda draga	11. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
73	M25-156	OP Snežnik - Grda draga	Snežnik - Grda draga	11. 6. 2025	bukev	ušice na bukvi
74	M25-164	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica
75	M25-165	Podnanos	Hrušica - Kalce	18. 6. 2025	hoja	zelena hojeva ušica

4.2 MOLEKULARNE ANALIZE POVZROČITELJEV MEDENJA

Žuželke smo s pinceto vzeli iz mikrocentrifugirk z etanolom in jih fotografirali pod stereomikroskopom. Iz vsake mikrocentrifugirke smo vzeli eno ali več žuželk za izolacijo DNK posameznega osebk. Ponekod so bili prisotni osebki v različnih razvojnih stopnjah ali pa osebki, ki so pripadali različnim vrstam. Skupno smo DNK izolirali iz 87 vzorcev (Tabela 9).

Od 87 vzorcev smo uspešno pomnožili nukleotidno zaporedje za označevalec COI pri 63 osebkih. S sekvenciranjem po Sangerju smo prebrali nukleotidna zaporedja in jih primerjali z zaporedji v bazah BOLD in GenBank. Od tega je bilo 57 izolatov identificiranih kot povzročiteljev medenja, ostali pa so pripadali drugim vrstam, med njimi *Halyomorpha halys* (A293), *Eurhadina* sp. (A303), *Typhlocyba quercus* (VP23-1-009) in vrsta iz družine Ceratopogonidae (A407). Sekvence iz vzorcev kaparjev tudi v letošnjem letu v tokratnem poizkusu nismo uspeli pomnožiti, kljub temu, da smo uporabili alternativne oligonukleotidne začetnike (po Marques in sod., 2023), sekvence so ponovno pripadale parazitskim osicam iz rodu *Microterys* (VP24-1-2 in VP24-1-123) (Tabela 9).

Tabela 9. Molekularna identifikacija žuželk, vzorčenih v okolici opazovalnih postaj za leto 2025.

	Oznaka vzorca	Vir medenja (rastlinski takson)	Prepoznavna povročitelja medenja na terenu	Št. izolatov	Določitev s COI
1	A290	lipa	ušica na lipi - mlajša faza	1	<i>Eucallipterus tiliae</i>
2	A291	kostanj	ušica na kostanju	1	<i>Myzocallis castanicola</i>
3	A292	lipa	ušica na lipi - mlajša faza	1	neberljiva sekvenca
4	A293	evodija	žuželke na listih evodije	1	<i>Halyomorpha halys</i>
5	A294	lipa	ušica na lipi	1	<i>Eucallipterus tiliae</i>
6	A298	gorski javor	večji zeleni osebki	1	neuspešen PCR
7	A299	gorski javor	večji zeleni osebki	1	<i>Drepanosiphum platanoidis</i>
8	A300	gaber	ušice na gabru	1	neuspešen PCR
9	A301	gorski javor	večji zeleni osebki	1	<i>Drepanosiphum platanoidis</i>
10	A302	bukev	ušice na bukvi	2	<i>Phyllaphis fagi</i> ; <i>Phyllaphis fagi</i>
11	A303	gaber	ušice na gabru	1	<i>Eurhadina</i> sp.
12	A304	gorski javor	ušice na listih javorja- črne krilate	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
13	A305	gaber	ušice na gabru	1	<i>Myzocallis carpini</i>
14	A307	bukev	ušice na bukvi	1	<i>Phyllaphis fagi</i>
15	A308	gorski javor	ušice na listih javorja- črne krilate	1	neuspešen PCR
16	A309	lipa	ušica na lipi	1	<i>Eucallipterus tiliae</i>
17	A310	bukev	ušice na bukvi	1	<i>Phyllaphis fagi</i>
18	A311	leska	ušice na leski	1	<i>Myzocallis coryli</i>
19	A312	bukev	ušice na bukvi	2	neberljiva sekvenca; <i>Phyllaphis fagi</i>
20	A313	gorski javor	ušica poganjkah in listih gorskega javorja	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
21	A314	ostrolistni javor	ušica na poganjkah in listih javorja	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
22	A316	ostrolistni javor	ušica na poganjkah in listih javorja	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
23	A317	ostrolistni javor	ušica poganjkah in listih ostrolistnega javorja	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
24	A318	smreka	črna smrekova ušica	1	<i>Cinara piceae</i>
25	A319	smreka	črna smrekova ušica	1	<i>Cinara piceae</i>
26	A320	smreka	črna smrekova ušica	1	<i>Cinara piceae</i>

	Oznaka vzorca	Vir medenja (rastlinski takson)	Prepoznavna povzročitelja medenja na terenu	Št. izolatov	Določitev s COI
27	A399	lipa	ušica na lipi	1	<i>Eucallipterus tiliae</i>
28	A400	lipa	ušica na lipi	1	<i>Eucallipterus tiliae</i>
29	A407	lipa	škržat	1	Ceratopogonidae
30	A408	lipa	ušica na lipi	1	<i>Eucallipterus tiliae</i>
31	A410	hoja	brstna hojeva ušica, krilati osebek	1	<i>Mindarus abietinus</i>
32	A415	hoja	zelena hojeva ušica	2	neuspešen PCR; <i>Cinara pectinatae</i>
33	A416	smreka	črna smrekova ušica	1	neuspešen PCR
34	A417	smreka	veliki smrekov kapar	1	Pomnožen fragment ne ustreza vrsti
35	A418	smreka	črna smrekova ušica	1	<i>Cinara piceae</i>
36	A419	javor	zelena ščetinasta javorjeva ušica	2	<i>Drepanosiphum platanoidis</i> ; neberljiva sekvenca
37	VP23-1-001	smreka	mali smrekov kapar	1	neberljiva sekvenca
38	VP23-1-003	hoja	velika rjava hojeva ušica	1	neuspešen PCR
39	VP23-1-005	hoja	zelena hojeva ušica	1	neuspešen PCR
40	VP23-1-007	javor	ušica na javorju	2	neuspešen PCR ; <i>Periphyllus testudinaceus</i>
41	VP23-1-009	hrast	škržatek	1	<i>Typhlocyba quercus</i>
42	VP24-1-002	smreka	veliki smrekov kapar	1	<i>Microterys</i> sp.
43	VP24-1-031	mali jesen	ušice	1	neuspešen PCR
44	VP24-1-081	bor	ušice na boru	1	<i>Cinara pilosa</i>
45	VP24-1-091	mali jesen	ušice	1	<i>Prociphilus bumeliae</i>
46	VP24-1-093	smreka	veliki smrekov kapar	1	Pomnožen fragment ne ustreza vrsti
47	VP24-1-095	mali jesen	ušice	1	<i>Prociphilus bumeliae</i>
48	VP24-1-098	smreka	veliki smrekov kapar	1	neberljiva sekvenca
49	VP24-1-104	gorski javor	ušice na javorju mladi osebki	1	neuspešen PCR
50	VP24-1-105	gorski javor	ušice na javorju krilati osebki	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
51	VP24-1-106	gorski javor	ušice na javorju	2	<i>Periphyllus testudinaceus</i> ; <i>Periphyllus testudinaceus</i>
52	VP24-1-107	gorski javor	ušice na javorju	2	<i>Periphyllus testudinaceus</i> ; <i>Periphyllus testudinaceus</i>
53	VP24-1-108	bukev	ušice na bukvi - močno puhasti osebki	1	neuspešen PCR
54	VP24-1-109	bukev	ušice na bukvi - nepuhasti - verjetno mladi osebki	1	<i>Phyllaphis fagi</i>
55	VP24-1-110	gorski javor	ušice na javorju - krilati osebki	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
56	VP24-1-111	gorski javor	ušice na javorju- zelene barve	3	<i>Periphyllus acericola</i> ; <i>Periphyllus acericola</i> ; <i>Periphyllus testudinaceus</i>
57	VP24-1-112	gorski javor	verjetno zajedalec pri koloniji	1	neberljiva sekvenca
58	VP24-1-113	gorski javor	ušice na javorju - zelene barve	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
59	VP24-1-114	gorski javor	ušice na javorju - črne barve	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
60	VP24-1-115	bukev	ušice na bukvi - krilati osebki	1	<i>Phyllaphis fagi</i>
61	VP24-1-116	gorski javor	ušice na javorju	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
62	VP24-1-117	smreka	veliki smrekov kapar	1	Pomnožen fragment ne ustreza vrsti

	Oznaka vzorca	Vir medenja (rastlinski takson)	Prepoznavna povročitelja medenja na terenu	Št. izolatov	Določitev s COI
63	VP24-1-118	smreka	veliki smrekov kapar	1	Pomnožen fragment ne ustreza vrsti
64	VP24-1-119	smreka	veliki smrekov kapar	1	Pomnožen fragment ne ustreza vrsti
65	VP24-1-120	smreka	veliki smrekov kapar	1	Pomnožen fragment ne ustreza vrsti
66	VP24-1-122	bukev	ušice na bukvi	2	<i>Phyllaphis fagi</i> ; <i>Phyllaphis fagi</i>
67	VP24-1-123	gorski javor	ušice na listih javorja	1	<i>Periphyllus testudinaceus</i>
68	VP24-1-124	poljski javor	ušice na letošnjih poganjkih	2	<i>Periphyllus testudinaceus</i> ; <i>Periphyllus testudinaceus</i>
69	VP24-1-126	smreka	mali smrekov kapar	1	<i>Microterys</i> sp.
70	VP24-1-127	mali jesen	ušice	1	neuspešen PCR
71	VP24-1-128	gorski javor	ušice na listih javorja	2	<i>Periphyllus testudinaceus</i> ; <i>Periphyllus testudinaceus</i>
72	VP24-1-129	poljski javor	ušice na letošnjih poganjkih	2	<i>Periphyllus testudinaceus</i> ; <i>Periphyllus testudinaceus</i>
73	VP24-1-130	bukev	ušice na bukvi	2	<i>Phyllaphis fagi</i> ; <i>Phyllaphis fagi</i>

Zaporedja so imela ujemanja z naslednjimi taksonomskimi skupinami v bazi BOLD. Ob zaporedju v formatu FASTA je fotografija osebk, slikanega pod stereomikroskopom, ter oznake vseh osebkov z identičnim nukleotidnim zaporedjem.

Cinara pectinatae



A415

A4152

```
GAACCTTATACCTTTATTTTGGAAATTTGGTCTGGTATAATAGGATCTTCATTAAGAATTTAATTCGTCTTGAATTAAGACAAATTAACCTCAATTATTAA
TAATAATCAATTATATAACGTAGTTGTTACTATTCATGCTTTTATTATAATTTTTCATAACTATACCTATCGTAATTGGAGGATTGGTAATTGATTAA
TTCCGTTAATAATAGGATCTCCTGATATAGCTTTCCACGACTTAATAATATTAGATTTTGATTATTACCACCTTCATTAATAATAAATTTGTAGTTT
TATAATTAATAATGGTACAGGTACAGGATGAACAATTTATCCACCATTATCTAATAATATTGCTCATAATAATATTTCAGTAGATTTAACCTATTTTTCT
TTACATTTAGCAGGAATTTATCAATTTTAGGAGCAATCAATTTTATTTGTACTATTTTGAATATAATACCTAATAATTTAAATTAATCAAAATTCCTC
TTTTTCCTTGATCAATTATTATTACTGCTATACCTTTAATTTTATCTCTCCAGTTTTCAGGAGCAATTACAATATTATTAACAGATCGAAATTTAAA
TACTTCATTTTTTGATCCATCAGGTGGAGGAGATCCAATTTTATATCAACATTTATTTTG
```

Cinara piceae



A318; A319; A320; A418

A320 in A418

GAACCTTTATATTTTATCTTTGGATTATGATCTGGAATAATAGGATCTTCACTTAGAATATTAATTCGACTTGAATTAAGTCAAATTAATTCAATTATTAA
TAATAATCAACTTTATAATGTAATTGTTACAATTCATGCATTATTATAATTTTTTATAACAATACCTATTGTAATTGGAGGTTTTGGAAATTGATTAA
TTCCATTAATAATAGGATCCCCAGATATAGCTTTTCTCGATTAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCACCATCATTAAATAATAAATTGCAGAT
TTATAATCAATAATGGAAGTGAACAGGATGAACAATTTATCCACCATTATCAACAATATTGCACACAATAATTTCTGTAGACTTAACCATTTT
TTCATTACATTTAGCAGGAATTCATCAATTTAGGAGCAATTAATTTATTGACAAATTTCAAATATAATACCTAATAATTTAAATGAAATCAAAT
TCCATTATTCCATGATCAATTTAATTACAGCTATACCTTTAATTTATCACTACCAGTTTGTAGCTGGTGCAATTACAATATTATTAACAGATCGAAA
TTAAATACTTCATTTTTGATCCATCAGGAGGAGGAGACCAATTTATATCAACACTTATTTTG

A318 in A319

GAACCTTTATATTTTATCTTTGGATTATGATCTGGAATAATAGGATCTTCACTTAGAGTATTAATTCGACTTGAATTAAGTCAAATTAATTCAATTATTAA
TAATAATCAACTTTATAATGTAATTGTTACAATTCATGCATTATTATAATTTTTTATAACAATACCTATTGTAATTGGAGGTTTTGGAAATTGATTAA
TTCCATTAATAATAGGATCCCCAGATATAGCTTTTCTCGATTAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCACCATCATTAAATAATAAATTGCAGAT
TTATAATCAATAATGGAAGTGAACAGGATGAACAATTTATCCACCATTATCAACAATATTGCACACAATAATTTCTGTAGACTTAACCATTTT
TTCATTACATTTAGCAGGAATTCATCAATTTAGGAGCAATTAATTTATTGACAAATTTCAAATATAATACCTAATAATTTAAATGAAATCAAAT
TCCATTATTCCATGATCAATTTAATTACAGCTATACCTTTAATTTATCACTACCAGTTTGTAGCTGGTGCAATTACAATATTATTAACAGATCGAAA
TTAAATACTTCATTTTTGATCCATCAGGAGGAGGAGACCAATTTATATCAACACTTATTTTG

Cinara pilosa



VP24-1-081

VP24081

GAACCTTTATATTTTATCTTCGGAATTTGATCTGGTATAATAGGATCATCACTTAGAATTTAATTCGACTTGAATTAAGACAAATTAATTCAATTATTAA
TAATAATCAATTATATAATGTAATTGTTACAATTCATGCATTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTAATTGGAGGATTTCGGAAACTGATTAA
TTCCAATAATAATGGGATCCCCGATATAGCATTTCCACGATTAATAATATTAGATTTTGATTACTACCCCATCATTAAATAATAAATTTGTAG
ATTTATCATTAAATAATGGAACAGGACAGGATGAACAATTTATCCACCATTATCAATAATATTGCACATAATAATTTTCAGTAGACTTAACATTTT
TTCTTTACATTTAGCAGGAATCTCATCAATTTAGGAGCAATTAATTTATTGTAATCTTAAATATAATACCTAATAATTTAAAGCTTAATCAAAT
TCCTTTATTTCCATGATCAATTTAATTACAGCTATACTATTAATTTATCATTACCAGTTTGTAGCAGGTGCAATCACAATATTATTAACAGATCGAAA
CTTAAACACTTCATTTTTGACCCATCAGGAGGAGGAGATCCAATTTATATCAACATTTATTTTG

Drepanosiphum platanoidis



A299; A301; A419

A299, A301 in A4191

GAAC TTATATTTTATTTGGTATTTGATCAGGAATAATTGGATCATTAAGAATTTTAATTCGACTAGAACTTAGACAAATTAATCAATTATTAA
TAATAATCAATTATATAATGTAATTGTTACAATTCATGCCCTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTTATTGGAGATTGGAAATTGATTAAT
TCCTATAATAATAGGATCTCCTGACATATCATTCCACGATTAATAATATTAGATTTGAATATTACCCCCCTCTCTTATAATAATAATTTCTAGTTT
CATAATTAATAATGGAACAGGAACAGGATGAACAATTTATCCACCTCTATCTAATAACATTGCCACAACAATATTTTCAGTAGATTAACAATTTT
TTCTTTACATCTAGCCGGAATTTCTCTATTTTAGGAGCAATTAATTTATTTGCACAATCCTTAATATAATACCAAACAATATAAAATTAATCAAA
TTCCACTATTTCCATGATCAATTTAATTACAGCAATTTTATTAATTTTATCTTTACCAGTTTTCAGGAGGTCTATTACCATATTATTAATGATCGAA
ATTTAAATACATCTTTTTTGATCCTTCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATATCAACATTTATTTTG

Eucallipterus tiliae



A290; A294; A309; A399; A400; A408

A290, A294, A309, A399 in A408

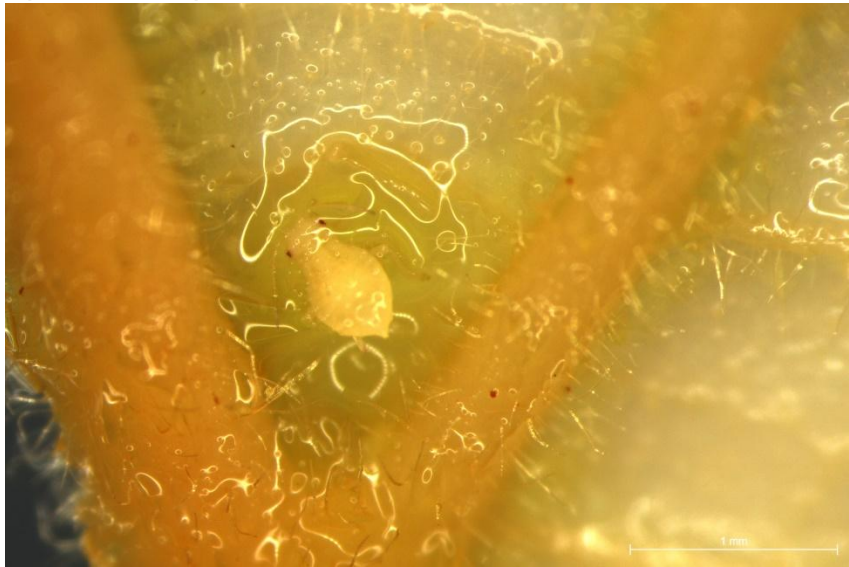
GAAC TTATACTTTTTATTTGGAATCTGAGCAGGAATAATTGGGTCTTCATTAAGAATTTAATCCGATTAGAATTAAGACAAATTAACCAATTATT
AATAATAACCAACTATATAATGTAATTGTAACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTAATTGGAGGATTCGGAACTGAC
TTATTCCTATAATAATAGGATGTCCAGATATATCTTTCCACGATTAACAATATTAGATTTGATTATTACCCCCCTCTTTAATAATAATAATTTCTAG
ATTTCTTATTAATAATGGTACAGGAACAGGTTGAACTATTTATCCCCCACTATCTAATAATATTGCCATAATAATATCTCAGTAGATATAACTATTTT
TTCGCTACATTTAGCAGGAATCTCATCAATTTTAGGAGCTATTAATTTTATTTGTACAATTTAATATAATACCAAATAATTTAAATTAATCAAAAT
CCATTATTTCCCTTGATCAATCTTAATTACTGCTATTCTATTAATTTTATCTCTACCTGTTTTCAGGAGGTGCTATTACTATACTATTAACAGATCGAAAT
TAAATACATCATTTTTTGACCCATCAGGTGGAGGAGATCCTATTTTATATCAACACTTATTTTG

A400

GAAC TTATACTTTTTATTTGGAATCTGAGCAGGAATAATTGGATCTTCGTTAAGAATTTAATCCGATTAGAATTAAGACAAATTAACCAATTATT
AATAATAACCAACTATATAATGTAATTGTAACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTAATTGGAGGATTCGGAACTGAC
TTATTCCTATAATAATAGGATGTCCAGATATATCTTTCCACGATTAACAATATTAGATTTGATTATTACCCCCCTCTTTAATAATAATAATTTCTAG
ATTTCTTATTAATAATGGTACAGGAACAGGTTGAACTATTTATCCCCCACTATCTAATAATATTGCCATAATAATATCTCAGTAGATATAACTATTTT
TTCGCTACATTTAGCAGGAATCTCATCAATTTTAGGAGCTATTAATTTTATTTGTACAATTTAATATAATACCAAATAATTTAAATTAATCAAAAT
CCATTATTTCCCTTGATCAATCTTAATTACTGCTATTCTATTAATTTTATCTCTACCTGTTTTCAGGAGGTGCTATTACTATACTATTAACAGATCGAAAT
TAAATACATCATTTTTTGACCCATCAGGTGGAGGAGATCCTATTTTATATCAACACTTATTTTG

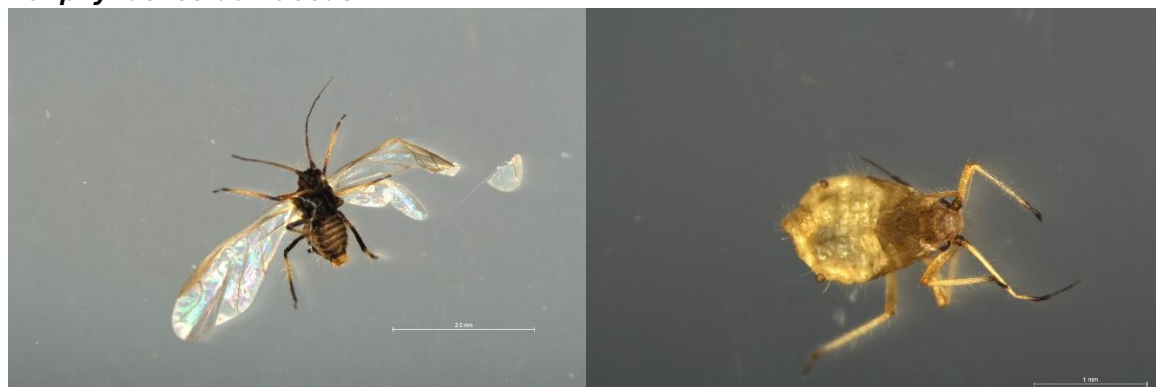
Mindarus abietinus

	
A410 GAAC TT TATATTTTATTTGGAATTTGATCAGGAATAATTGGATCTTCATTAAGAATTTTAATTCGATTAGAATTAAGACAAATTAATTCAATTATTAAT AATAATCAATTATATAATGTTATTGTTACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTTATTGGAGGATTTGGAAATTGACTAATC CCTATAATAATAGGATGTCCTGATATATCATTCCACGATTAAACAATATTAGATTTTGACTTCTACCTCCTTCATTAATAATAATTTCAAGTTTT ATTATTAATAATGGAACAGGAACAGGATGAACAATTTATCCCCCTCTTCTAATAATATTGCTCATAATAATATCTCAGTAGATTTAACTATTTTTTC ATTACATTTAGCAGGTATTTCTCAATTTTAGGAGCAATCAATTTTATTGTACAATTCCTAATATAATACCTAATAATAAAAAATAATCAAATTCCT TTATCCCATGATCAATTTTAATTACAGCTATTTTATTAATTTTATCTTTACCAGTACTAGCTGGTGCTATTACTATATTATTAACAGATCGAAATTTAA ATACATCATTTTTTGATCCTTCAGGAGGAGGAGATCCAATTCCTTAT	
<i>Myzocallis carpini</i> 	
A305 GAAC TT TATACTTTTTATTGGAATTTGAGCAGGTATAATCGGATCTTCATTAAGAATCTTAATCCGTTTAGAATTAAGACAAATTAATTCAATTATTA ATAATAATCAATTATATAATGTAATTGTAACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTAATTGGRGGATTTGGAAATTGATTAA TCCCTTTRATAATAGGATGCCCTGATATATCATTCCACGATTAAATAATATTAGATTTCTGATTACTTCCACCYTCATTAATAATAATAATCTGTAGT TTTATAATTAATAATGGAACAGGAACAGGATGAAC TATTTATCCACCCTTATCTAATAATATTGCYCATAATAATATTTTCAGTAGATTTAACAAATTTT TCTCTTCATCTTGCAGGAATTTCAATCTTAGGAGCAATTAATTTTATTGTACAATYCTTAATATAATACCTAATAATAAAAAATAATCAAATC CCTTATTTCCTTGATCTATYCTTATTACTGCTATTTTATTAATTTTATCATTACCTGTTTATAGCAGGAGCTATTACTATACCTTTAACAGATCGTAATTT AAATACATCATTTTTTGACCCTTCAGGAGGAGGGGATCCAATTTTATATCAACATCTATTTTG	
<i>Myzocallis castanicola</i> (<i>Agrioaphis castanicola</i>) 	
A291 GAAC TT TATACTTTTTATTGGAATTTGAGCAGGAATAATTGGTTCTTCCTTAAGAATTTTAATTCGATTAGAACTAAGCCAAATTAATTCAATTATTA ATAACAATCAACTATATAATGTAATTGTAAC TATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTAATTGGAGGGTTTGGTAATTGATTA ATCCCATTAATAATAGGATGCCCTGATATATCATTCCACGATTAAATAATATTAGATTTTGACTTCTGCCACCTTCTTAATAATAATAATTTGTAG	

ATTTATTATAATAATGGTACAGGAACAGGATGAACAGTTTATCCACCTTTATCAAATAATATTGCTCATAATAATTTTCAGTAGATCTAACAATTT CTCATTACATTTAGCAGGAATTTTCATCAATCTTAGGAGCAATTAATTTTATTGTACTATTCTTAATATAATACCTAATAATATAAAATTAATCAAATT CCTTTATCCCATGATCTATTTTAATTACGGCAATTTTATTAATTTTATCATTACCTGTTTATAGCAGGAGCTATTACAATATTATTAAGTATCGAAATT TAAATACTTCGTTCTTTGATCCTTCTGGAGGAGGAGATCCAATTTTATATCAACATTATTCTG	
Myzocallis coryli	
	
A311	
GAACCTTTATACTTTTATTGGAATTTGAGCAGGTATAATCGGATCTTCATTAAGAATCTTAATCCGATTAGAATTAAGACAAATTAATCAATTATTA ATAATAATCAATTATATAATGTAATTGTAACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTAATTGGAGGATTGGAAATTGATTAA TTCCCTTAATAATAGGATGCCCTGATATATCATTCCACGATTAAATAATATTAGATTCTGATTACTCCACCTTCATTAATAATAAATCTGTAGTT TTATAATTAATAATGGAACAGGAACAGGATGAACATTTATCCGCCCTTATCTAATAATATTGCTCATAATAATATTTCAGTAGATTTAACAATTTTT CTCTTCATCTTGACAGGAATTCATCAATCTTAGGAGCAATTAATTTTGTGTACAAATCTTAATATAATACCTAATAATATAAAATTAATCAAATCC CTTTATTTCCCTTGATCAATCTTATTACTGCTATTTTATTAATTTTATCATTACCTGTTTATAGCAGGAGCTATTACTATACTTTTAAACAGATCGTAATTTA AATACATCATTCTTGATCCTTCAGGAGGAGGAGATCCAATTTTATATCAACACCTATTGA	
Periphyllus acericola	
	
VP24111 in VP241112	
GAACCTTTATATTTTTATTTCGGAATTTGATCAGGAATAATGGTTCTTCATTAAGAATCTAATTCGATTAGAATTAAGTCAAATTAATCTATTATTAAT AATAATCAACTATATAATGTTATTGTACGATTCACGCCCTTTATTATAATTTTTTATAACTATACCTATTGTTATTGGAGGATTGGAAATTGACTTAT TCCTATAATAATAGGATCACCTGATATATCATTCCCTCGTTTAAATAATATTAGATTTTGAATATTACCTCCATCATTAAATGATAATTACAAGTTTC ATAATTAATAATGGAACCTGGTACAGGATGAACAATTTACCCACCTTTATCAAATAATATTGCCATAACAATATTTTCAGTAGATTTAACTATTTTTTC ATTACACTTAGCAGGTGTATCATCTATTCTAGGAGCAATTAATTTTATTGTACAAATCTTAATATAATACCTAATAATATAAAATTAATCAAATTTCCA	

CTTTTCCATGATCAATTTAATTACAGCAGTATTATAATTTATCACTACCAGTGTTAGCTGGTCTATTACTATACTATTAACCGATCGAAATTTA
AATACATCATTTTTTGACCCATCTGGAGGAGGAGATCCAATTCTTTATCAACATTTATTTTG

Periphyllus testudinaceus



A304, A313, A314, A316, A317, VP23-1-007, VP24-1-105, VP24-1-106, VP24-1-107, VP24-1-110, VP24-1-111, VP24-1-113, VP24-1-114, VP24-1-116, VP24-1-123, VP24-1-124, VP24-1-128 in VP24-1-129

A314, A316, VP24129, VP241292, VP24105, VP24113, VP24114, VP24123, VP230072, VP241113, VP241241 in VP241282

GAACCTTTATACTCTTATTGGAATTTGATCAGGAATAATTGGATCCTCATTAAAGAATCTTAATTCGATTAGAATTAAGACAAATTAACCTCTATTATCA
ATAATAATCAATTATATAATGTTATTGTCACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTTATAACAATACCTATTGTCATTGGAGGATTCGGAAATTGATTG
ATCCCATTAATAATAGGATCCCCTGATATATCATTCCACGACTTAATAATATTAGTTTTTGAATATTACCCCTTCATTAATAATGATAATTGCAAG
ATTCATAATCAATAATGGAACAGGAACAGGATGAACAATTTATCCCCCTTTATCAATAATATTGCACATAATAATATCTCAGTAGACTTAACTATT
TTTTCACTTCATTAGCAGGTATTTTCATCTATTTTAGGAGCAATTAACCTTTATTGCACAATTCCTAATAATAATACCTAATAATAAACTTAACCAA
ATCCCACTCTTCCCCTGATCAATTTAATTACAGCAATCTTATTAATCTTCTCTCCCAGTTTTAGCAGGAGCTATTACAATGTTATTAACCTGACC
GAAATCTAAATACTTCATTTTTGACCCATCTGGAGGAGGAGATCCAATTCTTTATCAACATTTATTTTG

A313, VP24110, VP24116, VP241242 in VP241062

GAACCTTTATACTCTTATTGGAATTTGATCAGGAATAATTGGATCCTCATTAAAGAATCTTAATTCGATTAGAATTAAGACAAATTAACCTCTATTATCA
ATAATAATCAATTATATAATGTTATTGTCACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTTATAACAATACCTATTGTCATTGGAGGATTCGGAAATTGATTG
ATCCCATTAATAATAGGATCCCCTGATATATCATTCCACGACTTAATAATATTAGTTTTTGAATATTACCCCTTCATTAATAATGATAATTGCAAG
ATTCATAATCAATAATGGAACAGGAACAGGATGAACAATTTATCCCCCTTTATCAATAATATTGCGCATAATAATATCTCAGTAGACTTAACTATT
TTTTCACTTCATTAGCAGGTATTTTCATCTATTTTAGGAGCAATTAACCTTTATTGCACAATTCCTAATAATAATACCTAATAATAAACTTAACCAA
ATCCCACTCTTCCCCTGATCAATTTAATTACAGCAATCTTATTAATCTTCTCTCCCAGTTTTAGCAGGAGCTATTACAATGTTATTAACCTGACC
GAAATCTAAATACTTCATTTTTGACCCATCTGGAGGAGGAGATCCAATTCTTTATCAACATTTATTTTG

A304, VP241281, VP24106, VP24107 in VP241072

GAACCTTTATACTCTTATTGGAATTTGATCAGGAATAATTGGATCCTCATTAAAGAATCTTAATTCGATTAGAATTAAGACAAATTAACCTCTATTATCA
ATAATAATCAATTATATAATGTTATTGTCACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTTATAACAATACCTATTGTCATTGGAGGATTCGGAAATTGATTG
ATCCCATTAATAATAGGATCCCCTGATATATCATTCCACGACTTAATAATATTAGTTTTTGAATATTGCCCCCTTCATTAATAATGATAATTGCAAG
ATTCATAATCAATAATGGAACAGGAACAGGATGAACAATTTATCCCCCTTTATCAATAATATTGCACATAATAATATCTCAGTAGACTTAACTATT
TTTTCACTTCATTAGCAGGTATTTTCATCTATTTTAGGAGCAATTAACCTTTATTGCACAATTCCTAATAATAATACCTAATAATAAACTTAACCAA
ATCCCACTCTTCCCCTGATCAATTTAATTACAGCAATCTTATTAATCTTCTCTCCCAGTTTTAGCAGGAGCTATTACAATGTTATTAACCTGACC
GAAATCTAAATACTTCATTTTTGACCCATCTGGGGGAGGAGATCCAATTCTTTATCAACATTTATTTTG

A317

GAACCTTTATACTCTTATTGGAATTTGATCAGGAATAATTGGATCCTCATTAAAGAATCTTAATTCGATTAGAATTAAGACAAATTAACCTCTATTATCA
ATAATAATCAATTATATAATGTTATTGTCACAATTCATGCTTTTATTATAATTTTTTTATAACAATACCTATTGTCATTGGAGGATTCGGAAATTGATTG
ATCCCATTAATAATAGGATCCCCTGATATATCATTCCACGACTTAATAATATTAGTTTTTGAATATTACCCCTTCATTAATAATGATAATTGCAAG
ATTCATAATCAATAATGGAACAGGAACAGGATGAACAATTTATCCCCCTTTATCAATAATATTGCACATAATAATATCTCAGTAGACTTAACTATT
TTTTCACTTCATTAGCAGGTATTTTCATCTATTTTAGGAGCAATTAACCTTTATTGCACAATTCCTAATAATAATACCTAATAATAAACTTAACCAA
ATCCCACTCTTCCCCTGATCAATTTAATTACAGCAATTTTATTAATCTTCTCTCCCAGTTTTAGCAGGAGCTATTACAATGTTATTAACCTGACC
GAAATCTAAATACTTCATTTTTGACCCATCTGGAGGAGGAGATCCAATTCTTTATCAACATTTATTTTG

Phyllaphis fagi



A302, A307, A310, A312, VP24-1-109, VP24-1-115, VP24-1-122 in VP24-1-130

A307, A3022, A310, A3021, A3122 in VP24115

GAACCTTTATATTTCTTTTGGAAATTTGATCAGGAATAATTGGTTCATCATTAGAATTTTGATTGATTAGAATTAAGTCAAATTAATTCAATTATTAA
TAATAATCAATTATATAATGTAATTGTAACAATTCATGCATTATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTAATTGGAGGATTGGAAATTGACTAA
TTCCCTTTAATAATAGGATCACCTGATATATCATTCCCTCGTTTAAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCTCCTCTTTAATAATAAATTTCAAGATT
TTAATTAATAATGGAACAGGAAGTGGATGAACAATCTACCCACCATTATCTAATAATATTGCTCACAATAATATTTCAAGTAGATTTAACAATTTTT
CTCTCCATCTTGACAGGATTTTCTATCTTAGGAGCAATTAATTTGTTTGTACAATTTTAAATATAATACCTTATAATATAAAAAATTAATCAAATTC
ATTATTTCCATGATCCATCTTAATTACTGCTATTTTATTAATTTTATCCTTACCTGTATTAGCAGGTGCTATTACAATATTATTAACAGATCGAAATTTA
AATACTTCTTTTTTGATCCTGCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATATCAACACTTATTTTG

VP241302

GAACCTTTATATTTCTTTTGGAAATTTGATCAGGAATAATTGGTTCATCATTAGAATTTTGATTGATTAGAATTAAGTCAAATTAATTCAATTATTAA
TAATAATCAATTATATAATGTAATTGTAACAATTCATGCATTATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTAATTGGAGGATTGGAAATTGACTAA
TTCCCTTTAATAATAGGATCACCTGATATATCATTCCCTCGTTTAAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCTCCTCTTTAATAATAAATTTCAAGATT
TTAATTAATAATGGAACAGGAAGTGGATGAACAATCTACCCACCATTATCTAATAATATTGCTCACAATAATATTTCAAGTAGATTTAACAATTTTT
CTCTCCATCTTGACAGGATTTTCTATCTTAGGAGCAATTAATTTGTTTGTACAATTTTAAATATAATACCTTATAATATAAAAAATTAATCAAATTC
ATTATTTCCATGATCCATCTTAATTACTGCTATTTTATTAATTTTATCCTTACCTGTATTAGCAGGTGCTATTACAATATTATTAACAGATCGAAATTTA
AATACTTCTTTTTTGACCTGCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATATCAACACTTATTTTG

VP241301

GAACCTTTATATTTCTTTTGGAAATCTGATCAGGAATAATTGGATCATCATTAGAATTTTAAATTCGATTAGAATTAAGTCAAATTAATTCAATTATTAA
CAATAACCAATTATATAATGTAATTGTAACAATCCATGCATTATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTAATTGGAGGATTGGAAATTGATTAA
ATTCCCTTTAATAATAGGATCACCTGATATATCATTCCCTCGTTTAAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCTCCTCTTTAATAATAAATTTCAAGAT
TTTTAATTAATAACGGAACAGGAAGTGGATGAACAATTTACCCACCATTATCTAATAATATTGCTCATAATAATATTTCAAGTAGATTTAACAATTTTT
CACTTCATCTTGACAGGATCTCATCTATCTWAGGAGCAATTAATTTTGTGTACAATTTTAAATATAATACCATATAATATAAAAAATTAATCAAATTC
CATTATTTCCATGATCTATTTAATTACTGCTATTTTATTAATTTTATCTCTACCTGTATTAGCAGGTGCAATCACAATATTATTAACAGATCGAAATTT
AAATACTTCTTTTTTGATCCTGCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATATCAACACTTATTTTG

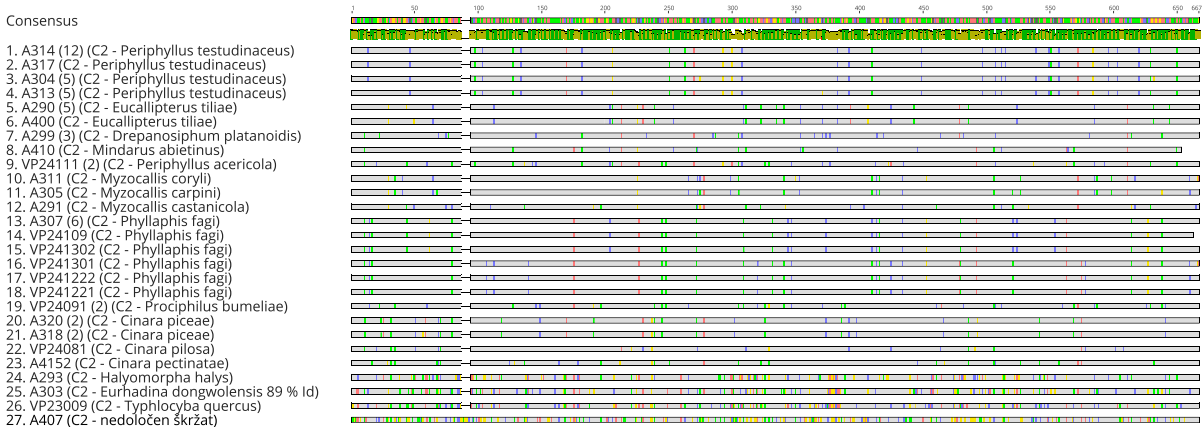
VP241222

GAACCTTTATATTTCTTTTGGAAATCTGATCAGGAATAATTGGATCATCATTAGAATTTTAAATTCGATTAGAATTAAGTCAAATTAATTCAATTATTAA
CAATAACCAATTATATAATGTAATTGTAACAATCCATGCATTATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTAATTGGAGGATTGGAAATTGATTAA
ATTCCTTTAATAATAGGATCACCTGATATATCATTCCCTCGTTTAAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCTCCTCTTTAATAATAAATTTCAAGAT
TTTTAATTAATAACGGAACAGGAAGTGGATGAACAATTTACCCACCATTATCTAATAATATTGCTCATAATAATATTTCAAGTAGATTTAACAATTTTT
CACTTCATCTTGACAGGATCTCATCTATCTWAGGAGCAATTAATTTTGTGTACAATTTTAAATATAATACCATATAATATAAAAAATTAATCAAATTC
CATTATTTCCATGATCTATTTAATTACTGCTATTTTATTAATTTTATCTCTACCTGTATTAGCAGGTGCAATCACAATATTATTAACAGATCGAAATTT
AAATACTTCTTTTTTGATCCTGCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATATCAACACTTATTTTG

VP24109

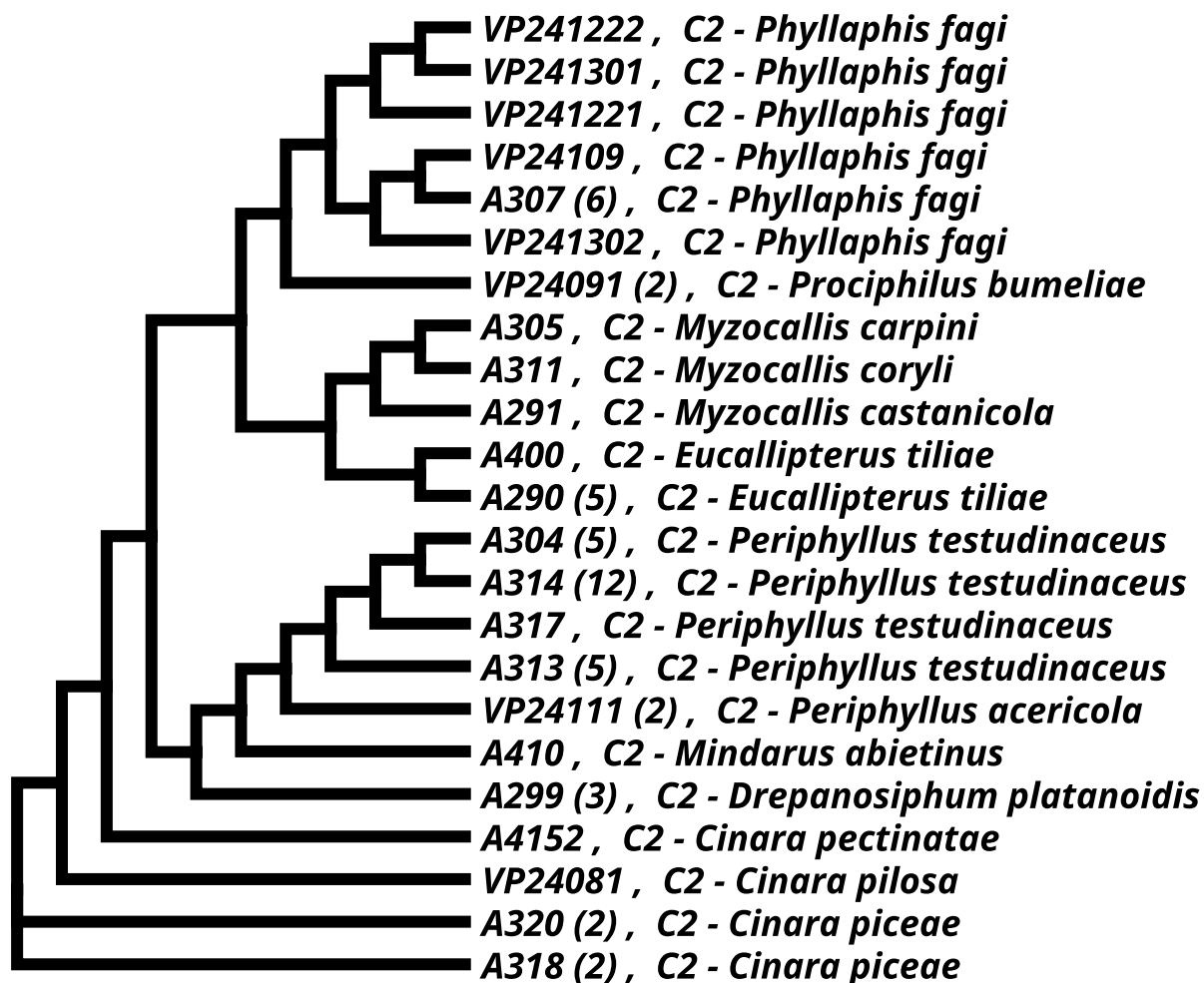
GAACCTTTATATTTCTTTTGGAAATTTGATCAGGAATAATTGGTTCATCATTAGAATTTTGATTGATTAGAATTAAGTCAAATTAATTCAATTATTAA
TAATAATCAATTATATAATGTAATTGTAACAATTCATGCATTATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTAATTGGAGGATTGGAAATTGACTAA
TTCCCTTTAATAATAGGATCACCTGATATATCATTCCCTCGTTTAAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCTCCTCTTTAATAATAAATTTCAAGATT
TTAATTAATAATGGAACAGGAAGTGGATGAACAATCTACCCACCATTATCTAATAATATTGCTCACAATAATATTTCAAGTAGATTTAACAATTTTT

CTCTCCATCTTGCAGGTATTTTCATCTATCTTAGGAGCAATTAATTTTGTGTACAATTTTAAATATAATACCTTATAATATAAAAAATTAATCAAATTCC ATTATTTCCATGATCCATCTTAATTACTGCTATTTTATTAATTTTATCCTTACCTGTATTAGCAGGTGCTATTACAATATTATTAACAGATCGAAATTTA AATACTTCTTTTTTGTATCCTGCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATATCAACACTTA
VP241221 GAACTTTATATTTCTTTTTGGAATCTGATCAGGAATAATTGGATCATCATTAGAATTTAATTCGATTAGAATTAAGTCAAATTAATCAATTATTAA CAATAACCAATTATATAATGTAATTGTAACAATCCATGCATTATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTAATTGGAGGATTGGAAATTGATTA ATTCCTTTAAATAAGGATCACCTGATATATCATTCCCTCGTTTAAATAATATTAGATTTTGACTTTTACCTCCTTCTTAAATAATAATTTCAAGAT TTTTAATAATAACGGAACAGGAAGTGGATGAATTTTACCCACCATTATCTAATAATATTGCTCATAATAATTTTCAGTAGATTTAACAATTTTTT CACTTCATCTTGCAGGTATCTCATCTWAGGAGCAATTAATTTTGTGTACAATTTTAAATATAATACCATAATAATAAAAAATTAATCAAATTC CATTATTTCCATGATCTATTTAATTACKGCTATTTTATTAATTTTATCTCTACCTGTATTAGCAGGTGCAATCACAATATTATTAACAGATCGAAATTT AAATACTTCTTTTTTGTATCCTGCAGGAGGAGGTGATCCAATTTTATATCAACACTTATTTTG
Prociophilus bumeliae 
VP24-1-091 in VP24-1-095
VP24091 in VP24095 GAACATTATACTTTCTCTTTTGGTATTTGATCAGGTATAATTGGATCTTCATTAAGAATTTCTAATTCGATTAGAATTAAGACAAATTAACCTCAATTATTA ATAATAACCAATTATATAATGTTATTGTAACAATTCATGCCTTCATTATAATTTTTTATAACTATACCAATTGTAATTGGAGGGTTTGGTAACTGATTA ATTCCATTAAATAAGGATCTCCTGATATATCTTTTCTCGTTTAAATAATATTAGATTTCTGATTATTACCCCCCTCATTAAATAATAATTAATTTCTAGTT TTTTAATAATAACGGAAGTGGGACAGGATGAATTTTACCCACCCTTATCTAATAATATTGCCATAATAATTTCTGTTGATTAAACAATTTTTT CTTTACATTTAGCAGGAATTTCTCAATTTTAGGAGCAATTAATTTCAATTTGCACCATTATAATATAATACCTAACAATATAAAATTAATCAAATC CCTCTATTCCCATGATCAATTTTAATTACAGCAATTTTATTAATTTTATCATTACCCGTTTGTAGCTGGAGCTATTACTATACTTTTAACCTGATCGAAAT TTAAATACTTCATTTTTTGTATCCCTCTGGAGGAGGTGACCCAATTCATATCAACACTTATTTTG



Slika 56. Poravnava unikatnih nukleotidnih zaporedij, s podatkom o številu pojavljanja med vzorci (v oklepaju) in s podatkom o taksonski identifikaciji – latinsko ime.

Med nukleotidnimi zaporedji je bilo 27 unikatnih zapisov (Slika 56). Med njimi je bilo skupno 23 povzročiteljev medenja. Skupno 13 vrst povzročiteljev medenja, določenih na podlagi molekularne analize, smo s filogenetsko analizo razvrstili v 8 rodov (Slika 57).



Slika 57. Nekoreninjeno filogenetsko drevo, ki prikazuje filogenetski odnos med unikatnimi nukleotidnimi zaporedji povzročiteljev medenja, izračunano z analizo največjega verjetja s programskim orodjem PhyML.

4.3 KROMATOGRAFSKE ANALIZE SLADKORJEV V MANI Z NAPRAVO HPLC

Z napravo HPLC smo v letu 2025 skupno uspešno določili vsebnost sladkorjev v medičini ali mani v 70 vzorcih mane. Določili smo vsebnost sladkorjev glukoze, fruktoze, saharoze, melcitoze, trehaloze, maltoze in rafinoze. Dodatno smo v letu 2025 vpeljali še metodo za določanje vsebnosti turanoze, ki je bila v preteklih letih označena kot "neznana 7" (opisano v poglavju 3.7.1).

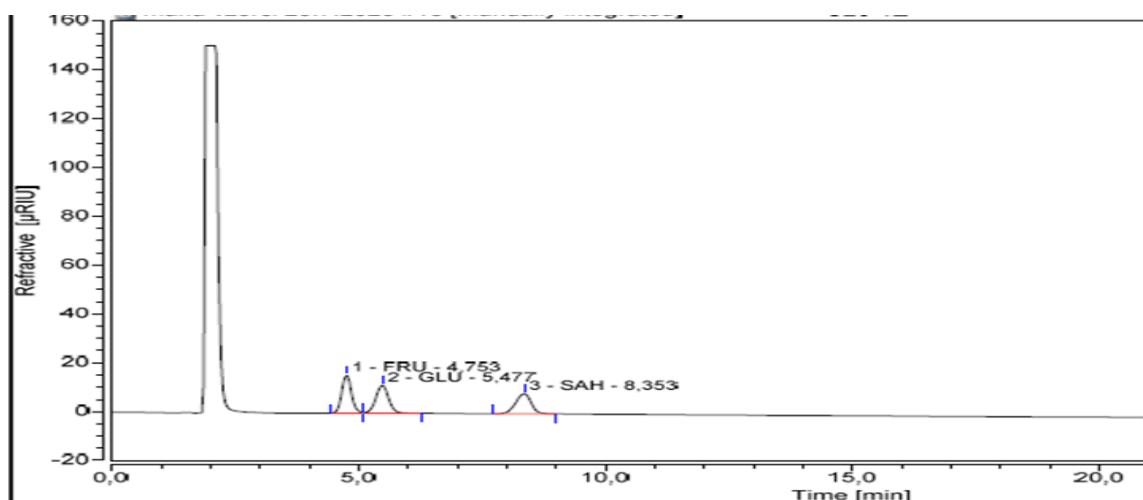
Ker količina mane pri takšni metodi vzorčenja ni natančno znana, saj se le ta nahaja tudi na zunanji površini kapilare, ter na steni vial, smo podali razmerja med različnimi sladkorji, ki smo jih zaznali v vzorcih. V vzorcih so bili zaznani tudi sladkorji, katerih standardov nismo imeli in smo jih poimenovali kot »NEZNANA #« in pripis retencijskega časa, kjer vrh zaznamo na kromatogramu.

Slika 58 prikazuje kromatogram pri standardni raztopini omenjenih sladkorjev. Tabela 11 prikazuje rezultate analiz letošnjih vzorcev mane.



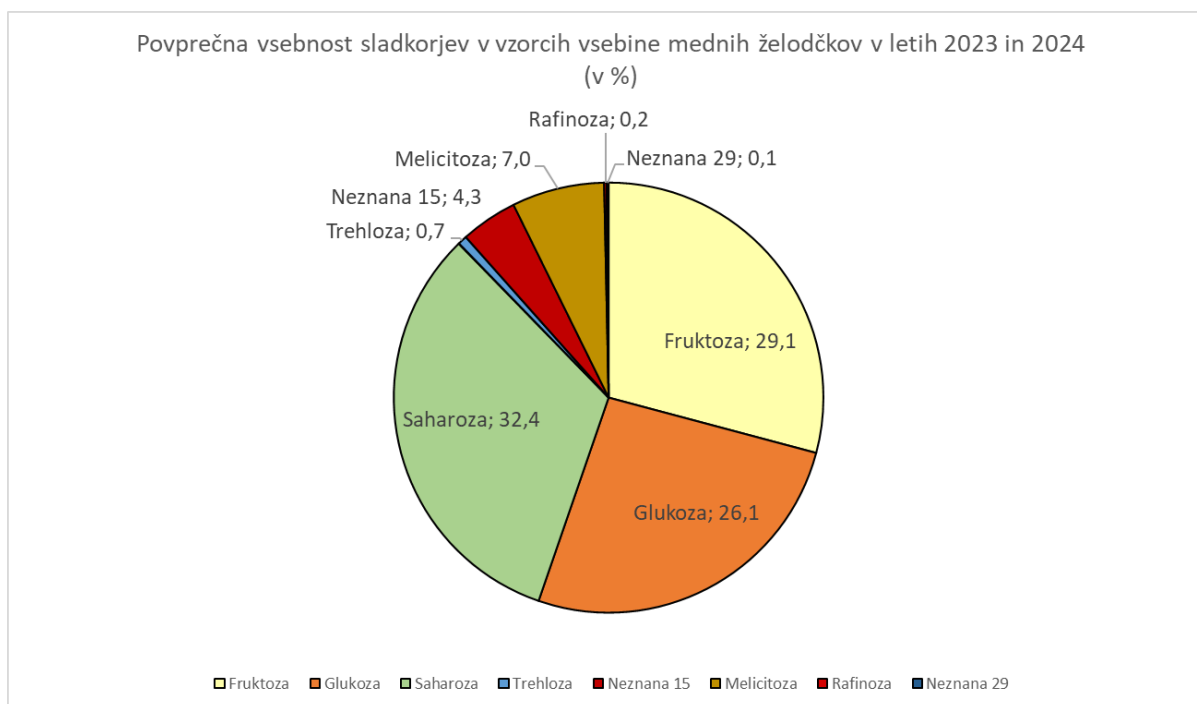
Slika 58. Kromatogram pri standardni raztopini glukoze, fruktoze, saharoze, turanoze, melcitoze, trehaloze, maltoze in rafinoze.

Skupno smo v letih 2023, 2024 in 2025 uspešno opravili analize na 211 vzorcih. Od tega je bilo 192 vzorcev mane (2023- 57; 2024-65; 2025-70) in 19 vzorcev vsebine mednega želodčka čebel delavk (2023-13; 2024-6). Podatki kromatografske analize za pretekla leta so dostopni v poročilih za leto 2023 in 2024.



Slika 59. Kromatogram raztopine pripravljene iz vzorca vsebnosti mednega želodčka čebele (Č23-12).

Slika 59 prikazuje kromatogram raztopine, pripravljene iz vzorca vsebnosti mednega želodčka čebele, pri katerem so bili vidni zgolj vrhovi za glukozo, fruktozo in saharozo. Podatki, zbrani v letih 2023 in 2024 kažejo na to, da so vzorci vsebine mednih želodčkov vsebovali predvsem te sladkorje (Slika 59, Slika 60, Tabela 10). Saharozе je bilo v povprečju 32,4 %, fruktoze 29,1 % in glukoze 26,1 %. V nekaterih vzorcih je bila v nekoliko večji meri prisotna še melicitoza in sladkor označen kot "neznana 15", katera dva sta bila v povprečju prisotna v 7 % in 4,3 %. V sledovih se je v nekaterih vzorcih vsebine mednih želodčkov čebel pojavila še trehaloza, rafinoza in v letu 2023 tudi sladkor označen kot "neznana 29".

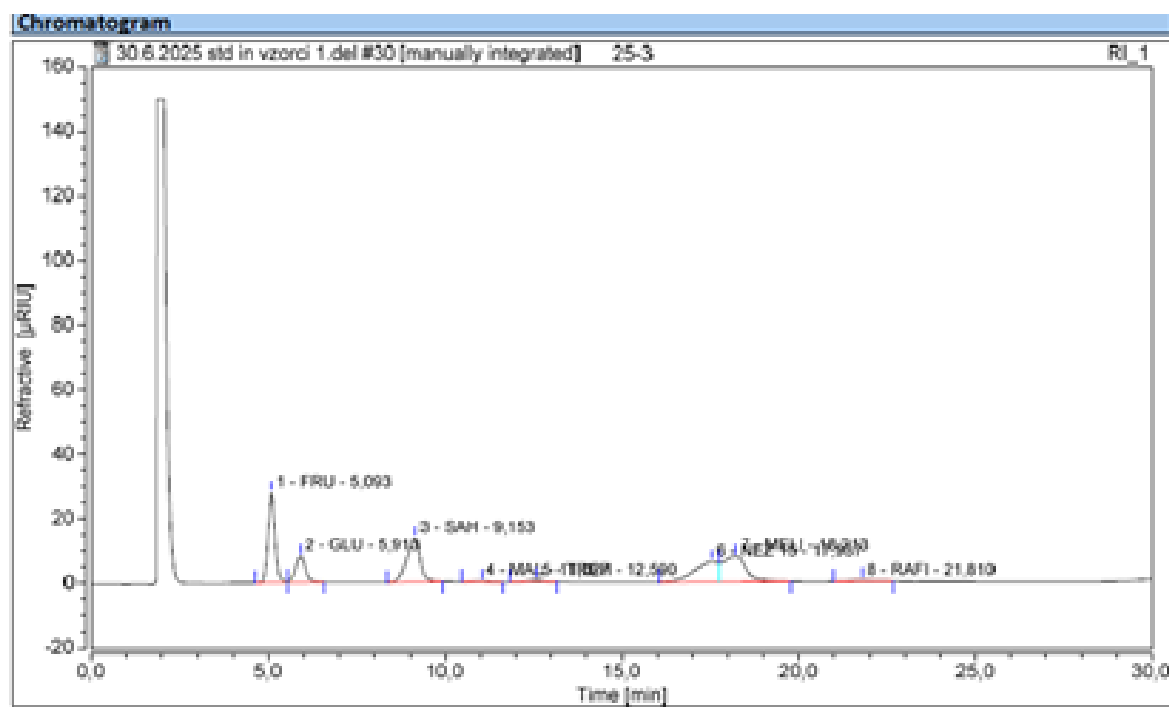


Slika 60. Povprečna vsebnost sladkorjev v vzorcih vsebine mednih želodčkov v letih 2023 in 2024 (v %).

Tabela 10. Vsebnost sladkorjev v vzorcih vsebine mednih želodčkov v letih 2023 in 2024 (v %)

	Fruktoza	Glukoza	Saharoza	Maltoza	Trehaloza	Neznana 15	Mellicitoza	Rafinoza	Neznana 22	Neznana 27	Neznana 29
povprečje	29,1	26,1	32,4	0,0	0,7	4,3	7,0	0,2	0,0	0,0	0,1
Najmanjša vredn	8,4	10,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Največja vredn	42,90	57,60	79,80	0,52	2,49	13,30	23,29	1,49	0,00	0,00	1,90

Deleži sladkorjev v teh vzorcih vsebine mednih želodčkov čebel nakazujejo na encimsko dejavnost in posledično pretvorbo sladkorjev v mednih želodčkih čebel, kjer se delež ostalih v mani prisotnih sladkorjev zmanjšuje na račun fruktoze in glukoze. Zaradi tega je sama sestava vzorcev vsebine mednih želodčkov med vzorci manj specifična kot sestava mane, obenem pa se pojavlja težava tudi v tem da pri vzorčenju vsebine mednih želodčkov čebel, ne moremo nikoli z zagotovostjo vedeti točnega izvora vzorca - torej kaj dejansko so čebele, ki smo jih vzorčili, nabirale.



Slika 61. Kromatogram vzorca pripravljenega iz mane velikega smrekovega kaparja(M25-3).

Slika 61 prikazuje kromatogram vzorca, pripravljenega iz mane velikega smrekovega kaparja, vzorčene v letu 2025. Na kromatogramih analiziranih vzorcev mane so bili vrhovi vidni na mestih glukoze, fruktoze, saharoze, melicitoze, trehaloze, maltoze, turanoze in rafinoze. V vseh treh letih pa so bili pri vzorcih mane vrhovi vidni še na skupno 7 dodatnih mestih, ki jih v standardnih nismo zajeli. Glede na mesta vrhov smo jih označili z oznako "neznana 10", "neznana 15", "neznana 17", "neznana 20", "neznana 22", "neznana 27" in "neznana 29".

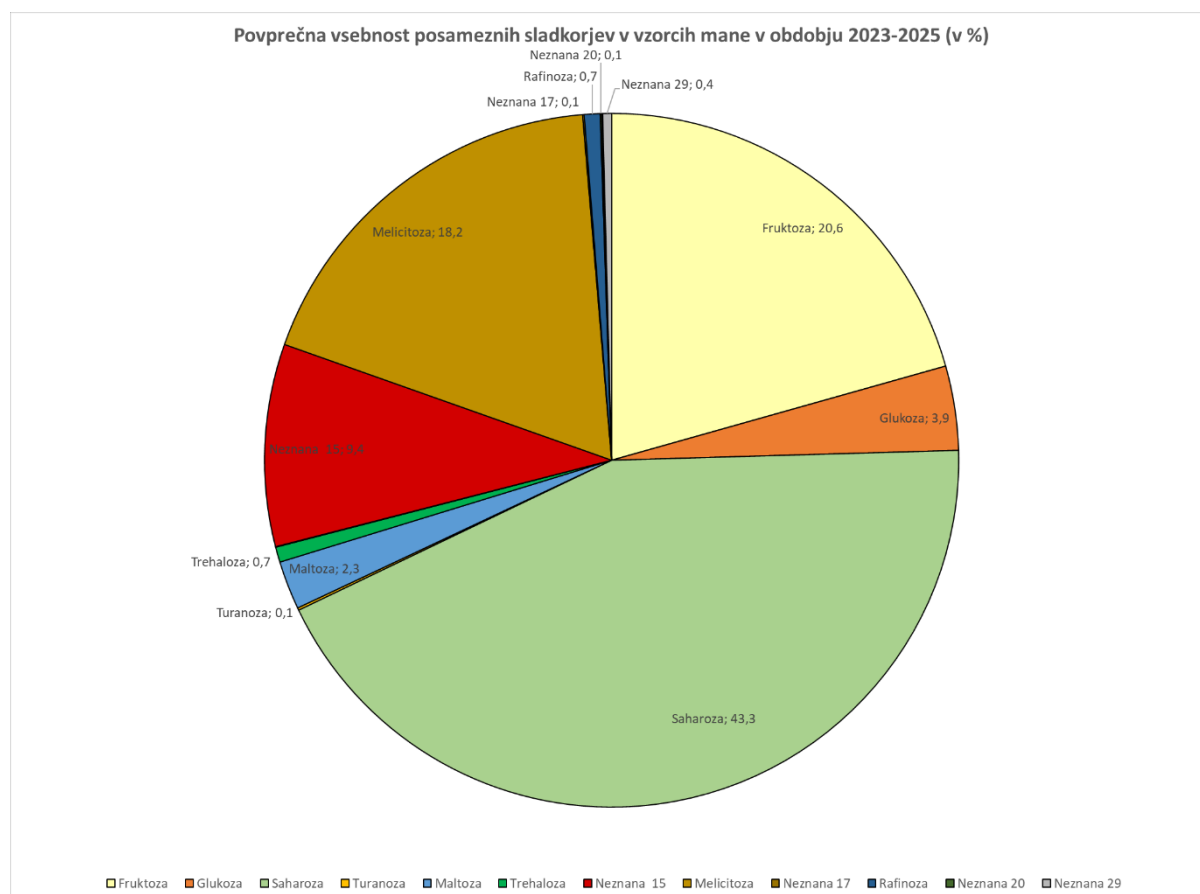
Po preizkusu dodatnih standardov sladkorjev v letu 2025 se je izkazalo, da je sladkor, označen z oznako "neznana 7", turanoza. Največja neznanka ostaja sladkor »neznana 15«, ki se je v vzorcih pojavljal razmeroma pogosto in v večjih koncentracijah, kar bi lahko nakazovalo, da gre za v mani pomemben sladkor. Ostali sladkorji z oznako »neznana« se pojavljajo redkeje in/ali le v sledovih, zato za sestavo sladkorjev mane niso tako pomembni.

Tabela 11: Vsebnosti sladkorjev v analiziran vzorcih mane v letu 2025.

	Oznaka vzorca	Fruktoza	Glukoza	Saharoza	Turanoza	Maltoza	Trehaloza	Neznana 15	Melicitosa	Rafinoza	SUM površin
1	M24-10	13,44	0,00	80,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	5,61	9,95
2	M24-16	19,54	0,00	75,63	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,84	4,62
3	M24-19	8,85	0,00	76,88	0,00	0,00	0,00	14,28	0,00	0,00	2,53
4	M24-24	10,95	1,11	76,24	0,00	0,00	0,00	5,40	0,00	6,33	97,76
5	M24-34	22,89	3,50	44,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	28,93	5,00
6	M24-40	10,61	1,16	78,89	0,00	0,00	0,00	4,04	0,00	5,31	25,88
7	M24-45	21,30	0,00	78,70	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,29
8	M24-46	19,52	22,10	0,00	0,00	0,00	17,22	0,00	0,00	41,16	1,37
9	M24-50	10,61	0,00	59,53	0,00	0,00	0,00	0,00	29,87	0,00	2,56
10	M24-93	9,89	0,00	54,30	0,00	0,00	0,00	11,51	24,31	0,00	4,24
11	M24-94	15,52	0,00	35,17	0,00	0,00	0,00	0,00	49,32	0,00	3,87
12	M24-97	30,16	7,92	61,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,92
13	M24-106	37,11	0,00	52,70	0,00	0,00	0,00	10,21	0,00	0,00	1,39
14	M24-117	8,01	0,00	64,30	0,00	0,00	0,00	16,26	11,45	0,00	3,54
15	M24-120	42,47	0,00	57,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,55
16	M24-124	9,65	0,00	58,68	0,00	0,00	0,00	10,46	21,21	0,00	2,67
17	M24-127	25,17	0,00	54,26	0,00	0,00	0,00	20,58	0,00	0,00	1,74
18	M24-128	17,24	4,68	30,93	0,00	0,00	0,00	29,96	17,20	0,00	12,96
19	M24-129	5,69	0,00	55,49	0,00	0,00	0,00	0,00	38,83	0,00	1,9
20	M24-146	8,22	0,00	42,37	0,00	0,00	0,00	25,94	23,48	0,00	2,21
21	M24-157	21,83	0,00	66,05	0,00	0,00	0,00	12,13	0,00	0,00	1,05
22	M24-163	34,43	0,00	42,08	0,00	0,00	0,00	23,50	0,00	0,00	1,22
23	M24-168	9,44	0,00	72,79	0,00	0,00	0,00	17,77	0,00	0,00	2,83
24	M24-169	23,07	0,00	58,51	0,00	0,00	0,00	18,43	0,00	0,00	1,09
25	M24-173	21,13	5,92	11,31	0,00	0,00	0,00	20,35	41,31	0,00	4,38
26	M24-184	6,23	0,00	71,13	0,00	0,00	0,00	22,65	0,00	0,00	3,18
27	M25-1	16,01	0,00	39,06	0,00	0,00	0,00	44,94	0,00	0,00	1,59
28	M25-3	24,45	9,83	22,28	0,00	0,43	1,13	18,91	21,81	1,18	26,38
29	M25-4	24,63	10,33	22,83	0,00	0,00	1,48	18,75	21,45	0,00	7,03
30	M25-5	23,88	9,29	23,13	0,00	0,32	1,19	17,93	22,82	1,47	28,84
31	M25-6	24,00	9,73	22,16	0,00	0,38	1,15	18,84	22,40	1,36	34,13
32	M25-7	94,74	2,78	2,48	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,44
33	M25-8	81,98	18,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,87
34	M25-9	96,06	3,94	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,36
35	M25-10	94,93	2,19	2,88	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,96
36	M25-11	14,71	2,68	63,91	0,00	0,00	0,00	18,71	0,00	0,00	6,74
37	M25-12	12,43	0,00	75,71	0,00	0,00	0,00	11,87	0,00	0,00	0,82
38	M25-15	25,16	0,00	12,82	0,00	0,00	4,47	0,00	57,56	0,00	1,05
39	M25-22	83,92	5,84	4,49	0,00	0,00	0,00	5,77	0,00	0,00	3,81
40	M25-25	12,29	0,00	87,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,08
41	M25-26	75,35	13,27	3,71	1,71	2,28	0,00	3,69	0,00	0,00	14,99
42	M25-30	77,85	7,00	6,99	0,00	0,00	0,00	8,17	0,00	0,00	6,22
43	M25-38	84,22	4,98	5,37	0,00	0,00	0,00	5,43	0,00	0,00	6,33
44	M25-42	77,27	6,56	5,81	0,75	1,09	0,00	8,52	0,00	0,00	16,57
45	M25-44	14,00	0,00	59,67	0,00	0,00	0,00	0,00	26,34	0,00	0,59
46	M25-46	10,97	0,00	68,18	0,00	0,00	0,00	0,00	20,85	0,00	0,71

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

	Oznaka vzorca	Fruktoza	Glukoza	Saharoza	Turanoza	Maltoza	Trehaloza	Neznana 15	Melcitoza	Rafinoza	SUM površin
47	M25-54	12,18	0,00	87,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,54
48	M25-57	17,33	0,00	82,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,06
49	M25-61	28,73	0,00	41,91	0,00	0,00	0,00	29,37	0,00	0,00	1,24
50	M25-64	76,01	12,09	2,28	1,05	6,29	0,00	2,30	0,00	0,00	14,21
51	M25-68	23,20	0,00	76,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,56
52	M25-69	6,14	0,00	60,91	0,00	0,00	3,23	17,89	11,84	0,00	4,83
53	M25-70	6,34	0,00	74,53	0,00	0,00	0,00	9,04	10,11	0,00	2,98
54	M25-74	83,34	8,14	2,77	1,37	1,02	0,00	3,39	0,00	0,00	8,46
55	M25-82	85,23	11,07	3,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,62
56	M25-84	7,39	0,00	76,25	0,00	0,00	0,00	16,36	0,00	0,00	1,43
57	M25-92	23,82	2,03	2,38	0,00	71,78	0,00	0,00	0,00	0,00	7,64
58	M25-109	9,76	0,00	77,50	0,00	0,00	0,00	12,76	0,00	0,00	1,41
59	M25-112	74,01	14,10	2,65	0,00	0,00	0,00	4,07	0,00	5,19	10,25
60	M25-114	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30
61	M25-120	7,81	0,00	60,69	0,00	0,00	0,00	8,62	22,88	0,00	2,70
62	M25-124	8,64	0,00	56,98	0,00	0,00	0,00	11,20	23,18	0,00	1,57
63	M25-126	80,02	9,24	5,44	0,00	0,00	0,00	5,31	0,00	0,00	3,42
64	M25-130	78,15	16,77	1,24	1,62	2,24	0,00	0,00	0,00	0,00	6,91
65	M25-132	82,38	7,92	4,52	0,00	0,00	0,00	5,18	0,00	0,00	4,64
66	M25-136	10,00	0,00	90,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,78
67	M25-138	73,34	16,01	2,17	0,96	0,97	0,00	1,95	0,00	4,62	9,40
68	M25-156	85,55	5,33	4,00	0,00	0,00	0,00	5,13	0,00	0,00	4,38
69	M25-164	9,74	0,00	74,09	0,00	0,00	0,00	16,17	0,00	0,00	2,24
70	M25-165	6,52	0,00	71,02	0,00	0,00	0,00	13,18	9,30	0,00	2,84



Slika 62. Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane v obdobju 2023-2025 (v %)

Tabela 12. Vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane v obdobju 2023-2025 (v %)

	Fruktოza	Glukoza	Saharoza	Turanoza	Maltoza	Trehaloza	Neznana 10	Neznana 15	Melicitoza	Neznana 17	Rafinoza	Neznana 20	Neznana 22	Neznana 27	Neznana 29
Povprečje	20,6	3,9	43,3	0,1	2,3	0,7	0,0	9,4	18,2	0,1	0,7	0,1	0,0	0,0	0,4
Najmanjše	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Največje	96,1	64,5	95,9	7,3	72,6	17,2	3,7	44,9	78,2	3,5	41,2	4,0	3,7	3,0	16,9

Kot je razvidno iz primerjave vsebnosti sladkorjev v mani in mednih želodčkih (Slika 60, Slika 62, Tabela 10, Tabela 12), so deleži sladkorjev v vzorcih mane precej drugačni kot pri vzorcih vsebine mednega želodčka. Večji je delež saharoze, ki je bil v vzorcih mane v povprečju 43,3 % in se giblje med 0 % in 95,9 %. Občutno večji je tudi delež melicitoze, katere je bilo v vzorcih mane povprečno 18,2 %, giblje pa se med 0 % in 78,2 % (melicitoza ni prisotna pri vseh vzorcih mane). Manjši pa je delež fruktoze, katere je povprečno 20,6 % (prisotne med 1,8 in 96,1 %) in predvsem glukoze, ki jo je v mani v povprečju le 3,9 % (prisotne med 0 in 64,5 %). Večji je tudi delež sladkorja "neznana 15", katerega je bilo v vzorcih mane povprečno 9,4 %.

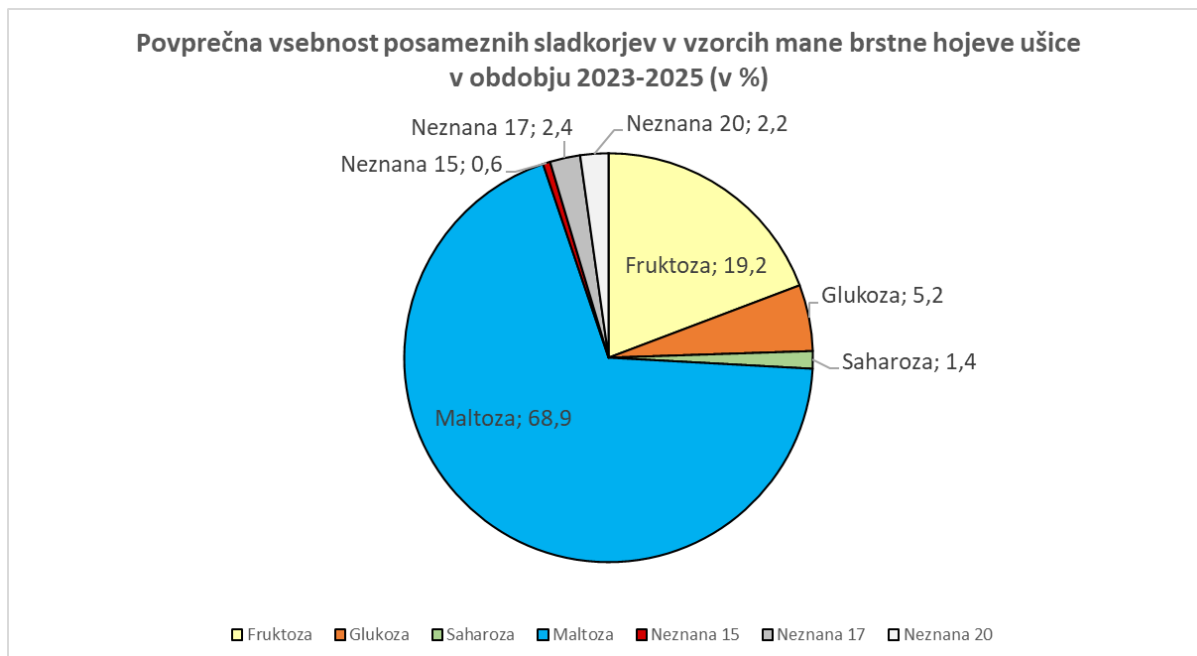
V vzorcih mane so za razliko od vzorcev mednih želodčkov lahko prisotni tudi drugi sladkorji: Maltoza, trehaloza, rafinoza, ter turanoza in sladkorji, ki smo jih označili z »neznana«, in so glede na povprečje v mani prisotni le v sledovih.

4.3.1 Kromatografske analize sladkorjev v mani različnih povzročiteljev medenja

Nabor podatkov, pridobljenih med leti 2023 in 2025, je omogočil primerjavo deležev sladkorjev v vzorcih mane različnih vrst povzročiteljev medenja, vsaj pri tistih, kjer je bilo število nabranih vzorcev dovolj veliko. Izločili smo tiste, pri katerih so bile količine vzorcev zelo majhne (seštevek površin pri kromatografski analizi manjši od 1) ter vzorce, pri katerih povzročitelji medenja ob

vzorčenju niso bili jasno opredeljeni. Iz preostalih podatkov (168 analiz) o sestavi mane je v nadaljevanju prikazana sestava mane različnih povzročiteljev medenja.

4.3.1.1 Mana brstne hojeve ušice (*Mindarus abietinus*)



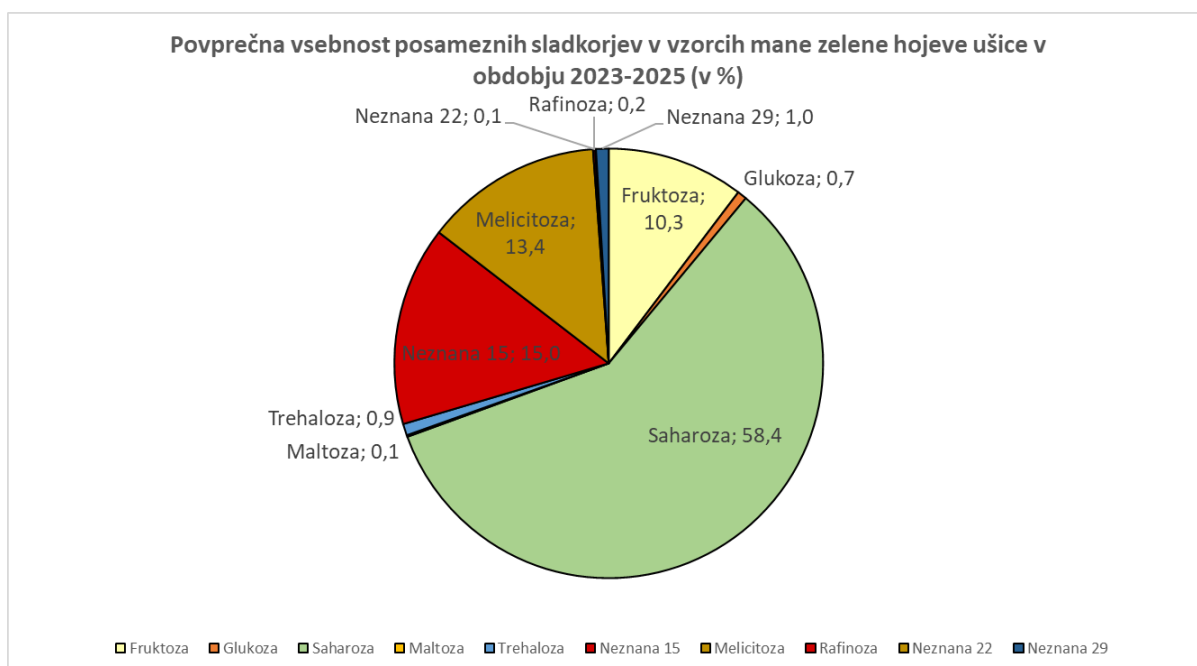
Slika 63. Povprečni deleži vrednosti sladkorjev v vzorcih mane brstne hojeve ušice (*Mindarus abietinus*) (v %)

V mani, ki jo izloča brstna hojeva ušica (*Mindarus abietinus*), prevladuje maltoza v povprečnem deležu 68,9 %, sledi fruktoza s poprečno 19,2 % in glukoza s 5,2 % (Slika 63). V manjši meri so prisotni tudi saharoza in sladkorji označeni kot neznana 17, neznana 20 in neznana 15. Sama sestava mane se predvsem zaradi izredno visokega deleža maltoze močno razlikuje od sestave mane drugih povzročiteljev medenja, kjer tega sladkorja skoraj ni. Značilnost mane brstne hojeve ušice je tudi v tem da je le ta v obliki razmeroma velikih kapljic, obdanih s plastjo voščenih niti oziroma puha. Kapljice so pred vzorčenjem bile v neposredni bližini kolonij ušic in so pri vzorčenju zaradi tresenja vejic intenzivno padale s hojeve vejice (Slika 64). Vzorčenje je potekalo neposredno z vejic.



Slika 64. Mana brstne hojeve ušice v obliki razmeroma velikih kapljic obdanih s plastjo voščenih nitk, ki jih ušice izločajo. Foto: Simon Golob.

4.3.1.2 Mana zelene hojeve ušice (*Cinara pectinatae*)



Slika 65. Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane zelene hojeve ušice v obdobju 2023-2025 (v %)

V obdobju 2023-2025 je bilo največje število vzorcev (n=61) mane nabrane na mani zelene hojeve ušice, katera je v vseh treh letih, na nekaterih lokacijah tudi zelo intenzivno izločala. Veliko število podatkov kromatografskih analiz nam daje tudi širši vpogled v sestavo mane posameznega povzročitelja medenja in razlike v sestavi mane glede na zunanje pogoje. Kot je razvidno iz primerjave (Slika 63 in Slika 65) je sestava mane, ki jo izloča zelena hojeva ušica povsem

drugačna od sestave mane, ki jo (na isti drevesni vrsti) izloča brstna hojeva ušica. Mano smo vzorčili s pomočjo PP folij nameščenimi pod drevesi (Slika 48), pri čemer pa smo verjetnost za katero vrsto ušic na hoji gre (zelena hojeva ušica ali velika rjava hojeva ušica) lahko določali le glede na to katera vrsta je bila sočasno prisotna in opažena. Na lokacijah, kjer je bila v času vzorčenja mane opažena le zelena hojeva ušica, v mani omenjenih ušic prevladuje saharoza (povprečno 58,4 %), sladkor označen kot neznana 15 (povprečno s 15 %), melicitoza (povprečno s 13,4 %), s, %) in fruktoza (povprečno s 10,3 %). V manjši meri sta prisotna tudi glukoza, trehaloza ostali sladkorji pa so prisotni v sledovih.

Variabilnost v sestavi mane tudi znotraj vzorčenja le enega povzročitelja medenja med posameznimi vzorci je lahko velika (Tabela 13). Na sestavo sladkorjev v mani poleg vrste rastline in vrste povzročitelja medenja vplivajo tudi zunanji pogoji, kot je temperatura, vlaga v tleh, zračna vlaga, sestava drevesnega soka,...

Tabela 13. Vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane zelene hojeve ušice v obdobju 2023-2025 (v %)

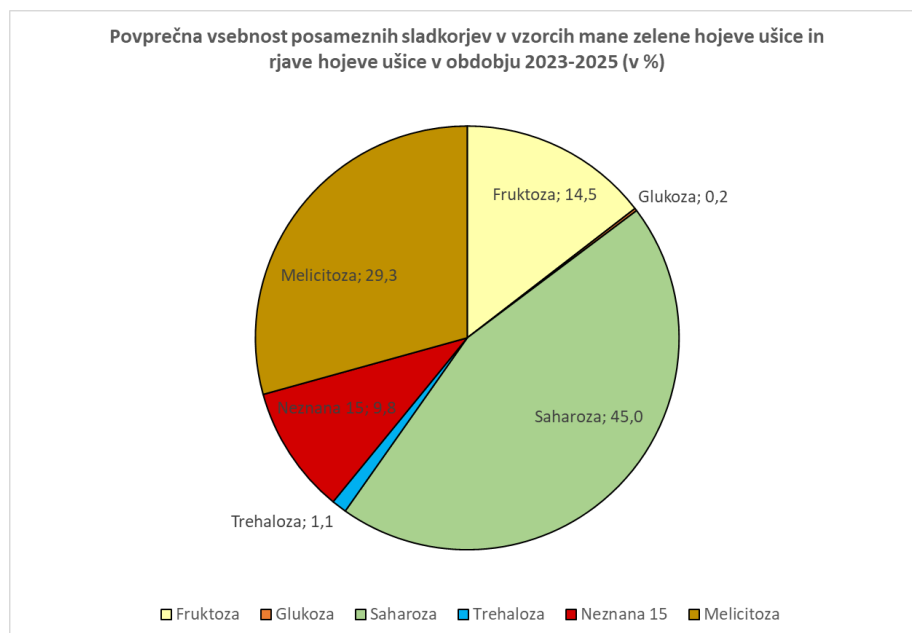
	Fruktoza	Glukoza	Saharoza	Maltoza	Trehaloza	Neznana 15	Melicitoza	Rafinoza	Neznana 22	Neznana 29
Povprečna vrednost	10,33	0,71	58,40	0,13	0,87	15,00	13,38	0,16	0,06	0,95
Najmanjša vrednost	3,61	0,00	22,81	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Največja vrednost	35,15	12,47	89,15	7,76	3,77	29,37	45,79	3,19	3,67	16,95
Standardni odklon	6,10	2,00	13,07	0,99	1,28	7,40	11,22	0,63	0,47	2,98



Slika 66. Zelena hojeva ušica in zelena hojeva ušica med izločanjem mane; Foto: Simon Golob

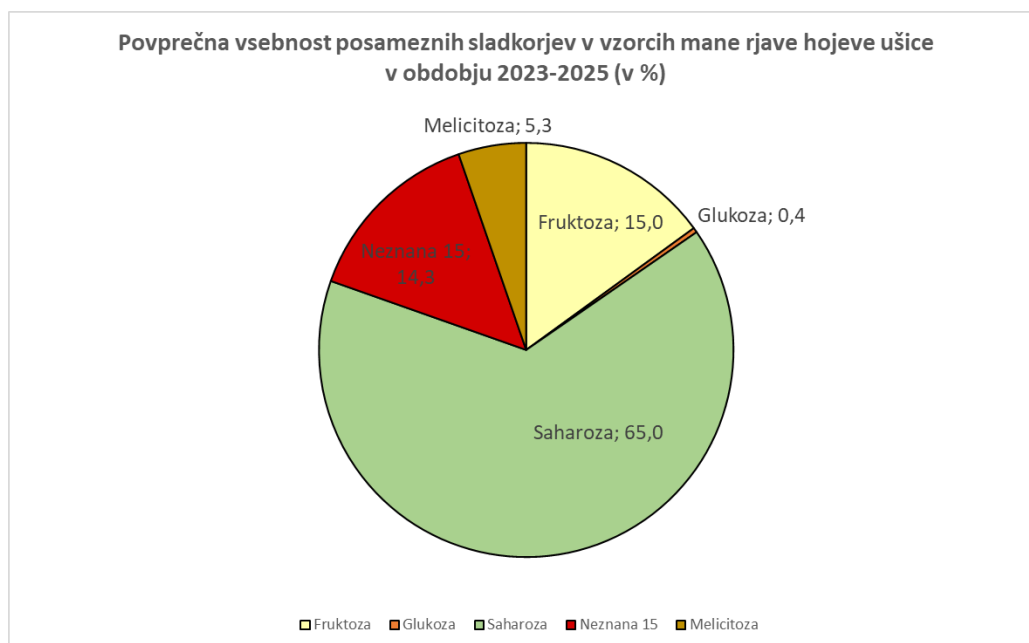
4.3.1.3 Mana zelene hojeve ušice (*Cinara pectinatae*) in velike rjave hojeve ušice (*Cinara confinis*)

Na nekaterih lokacijah sta se na hoji sočasno pojavljali zelena hojeva ušica in velika rjava hojeva ušica. Glede na način vzorčenja (s folijami pod drevesi) ni bilo možno zanesljivo določiti kateri vrsti ušic mana pripada. Zato na spodnjih grafih (Slika 67 in Slika 68) prilagamo še podatke za vzorce pri katerih sta bili sočasno prisotni obe ušici in za vzorce kjer sta bili sicer prisotni obe ušici, a je, glede na prisotnost povzročiteljev medenja, velika rjava hojeva ušica prevladovala.



Slika 67. Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane zelene hojve ušice in velike rjave hojve ušice v obdobju 2023-2025 (v %)

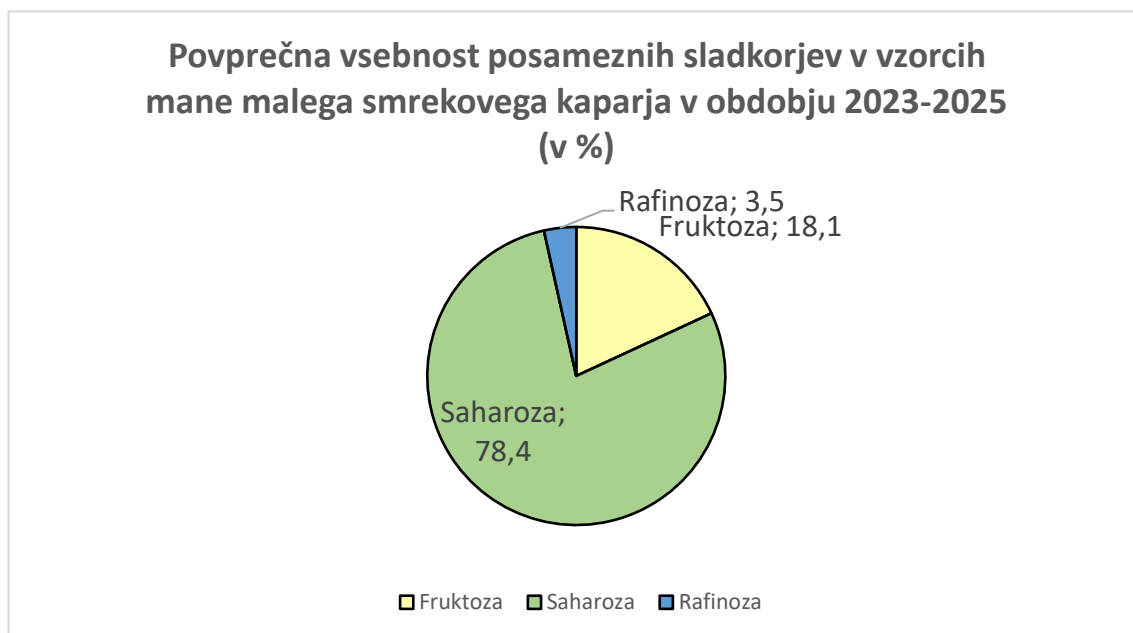
Kot je razvidno iz zgornje slike je povprečna sestava sladkorjev v vzorcih kjer je bilo opaženo sočasno medenje zelene hojve ušice in velike rjave hojve ušice (n=10) razmeroma podobna sestavi sladkorjev v mani zelene hojve ušice.



Slika 68. Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane velike rjave hojve ušice v obdobju 2023-2025 (v %)

Sestava mane, vzorčene na lokacijah, kjer je na vejah hojevih dreves prevladovala velika rjava hojva ušica (n =15), nekoliko drugačna od sestave mane vzorcev zelene hojve ušice. V povprečju je delež sahoroze in fruktoze večji, delež melicitoze pa manjši. Sladkor označen kot »neznana 15« in glukoza pa sta prisotna v približno enakih koncentracijah kot pri mani zelene hojve ušice.

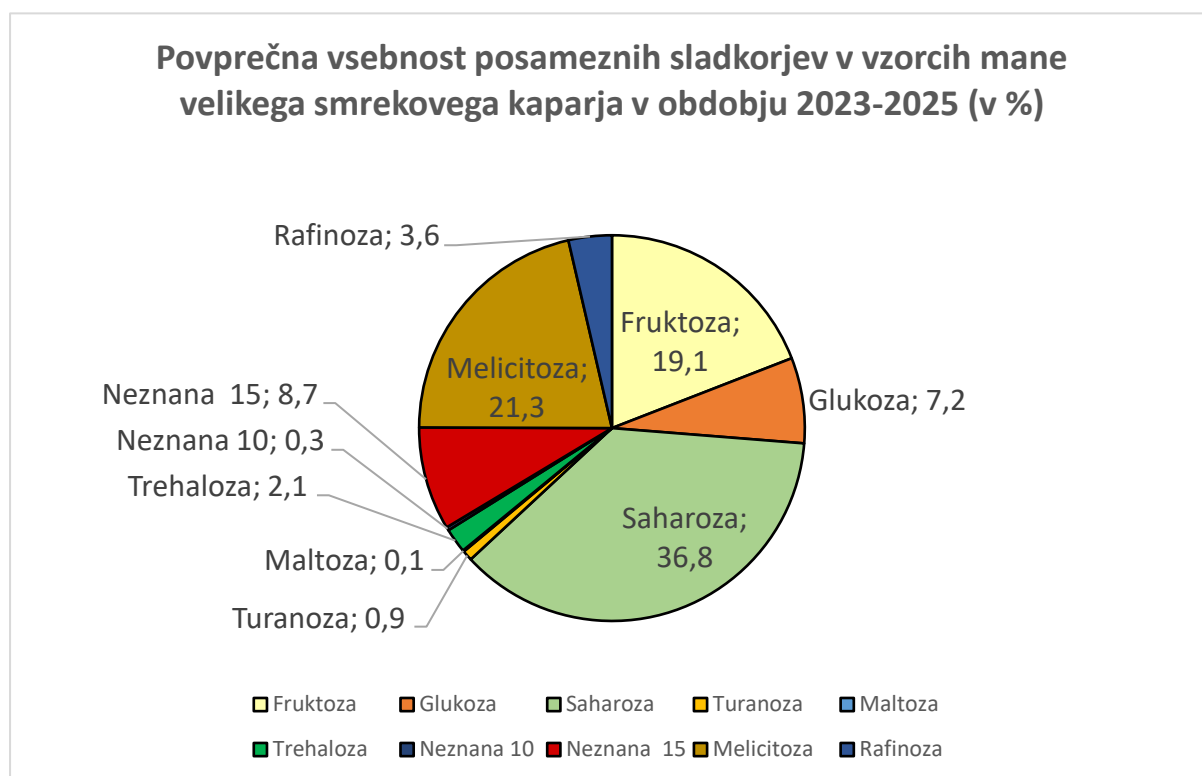
4.3.1.4 *Mana malega smrekovega kaparja (Physokermes hemicryphus)*



Slika 69. Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane malega smrekovega kaparja v obdobju 2023-2025 (v %)

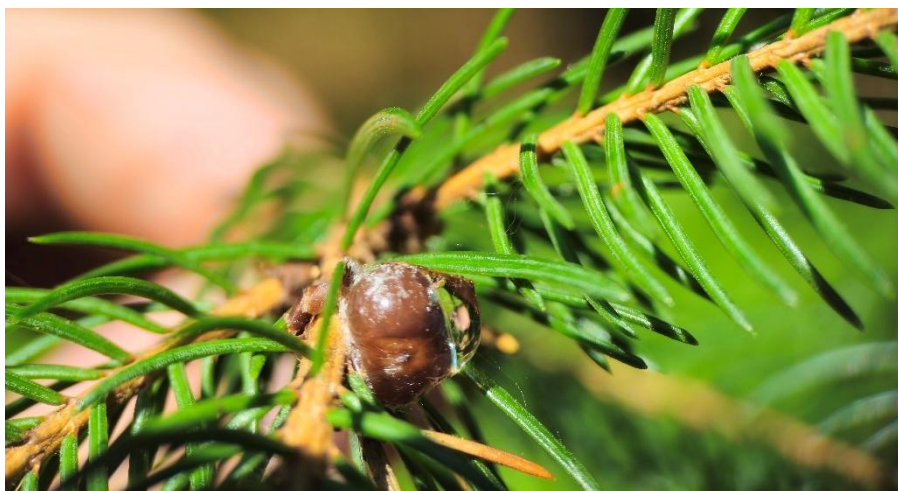
Vzorčenje mane malega smrekovega kaparja je potekalo neposredno s povzročitelja medenja. V vzorcih mane malega smrekovega kaparja s povprečno 78,4 % prevladuje saharoza, sledi ji fruktoza z 18,1 %, v manjši meri pa je prisotna še rafinoza (3,5) (Slika 69). Kljub manjšemu številu vzorcev malega smrekovega kaparja ($n=3$) se vsebnosti sladkorjev med posameznimi vzorci ne razlikujejo veliko. Vsebnost saharoze se giblje med 75,6 in 80,9 %, fruktoze med 13,4 in 21,3 %. Za bolj podrobno analizo in interpretacijo bi bilo potrebno pridobiti večje število vzorcev omenjene mane.

4.3.1.5 Mana velikega smrekovega kaparja (*Physokermes piceae*)



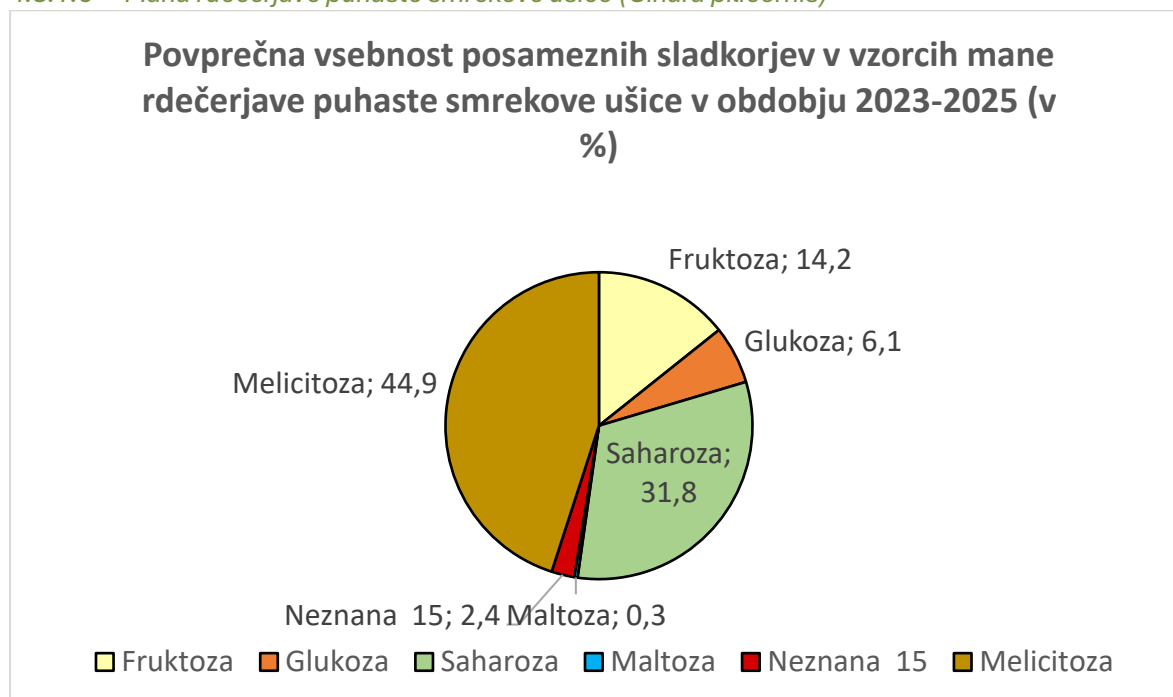
Slika 70. Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane velikega smrekovega kaparja v obdobju 2023-2025 (v %)

V obdobju med 2023 in 2025 je za razliko od vzorcev mane malega smrekovega kaparja nekoliko bolj pestra zastopanost sladkorjev zaznana v vzorcih mane velikega smrekovega kaparja (Slika 70). Vzorcev je bilo več ($n=13$), v njih pa je v povprečju največ saharoze (36,8 %) ki je v vzorcih zastopana med 8,7 in 87,9 %, sledi melicitoza katere je v povprečju 19,1% in zastopanost v vzorcih med 0 in 57,6 %, fruktoza katere je v povprečju 19,1 % in zastopanost v vzorcih med 10,6 in 27,2 %. Sledi še »neznana 15« z povprečno 8,7 , glukoza z 7,2 % , rafinoza z 3,6 % in trehaloza z 2,1 %. Ostale sladkorje smo zaznali le v manjših deležih ali le v nekaterih vzorcih. Podobno kot pri malem smrekovem kaparju je tudi vzorčenje pri velikem smrekovem kaparju potekalo neposredno s kaparja.



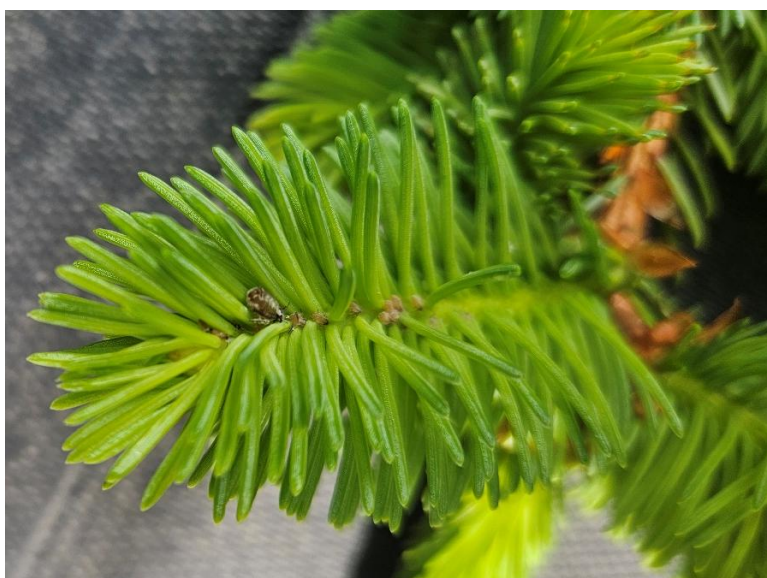
Slika 71: Mana velikega smrekovega kaparja; Foto: Simon Golob

4.3.1.6 Mana rdečerjave puhaste smrekove ušice (*Cinara pilicornis*)



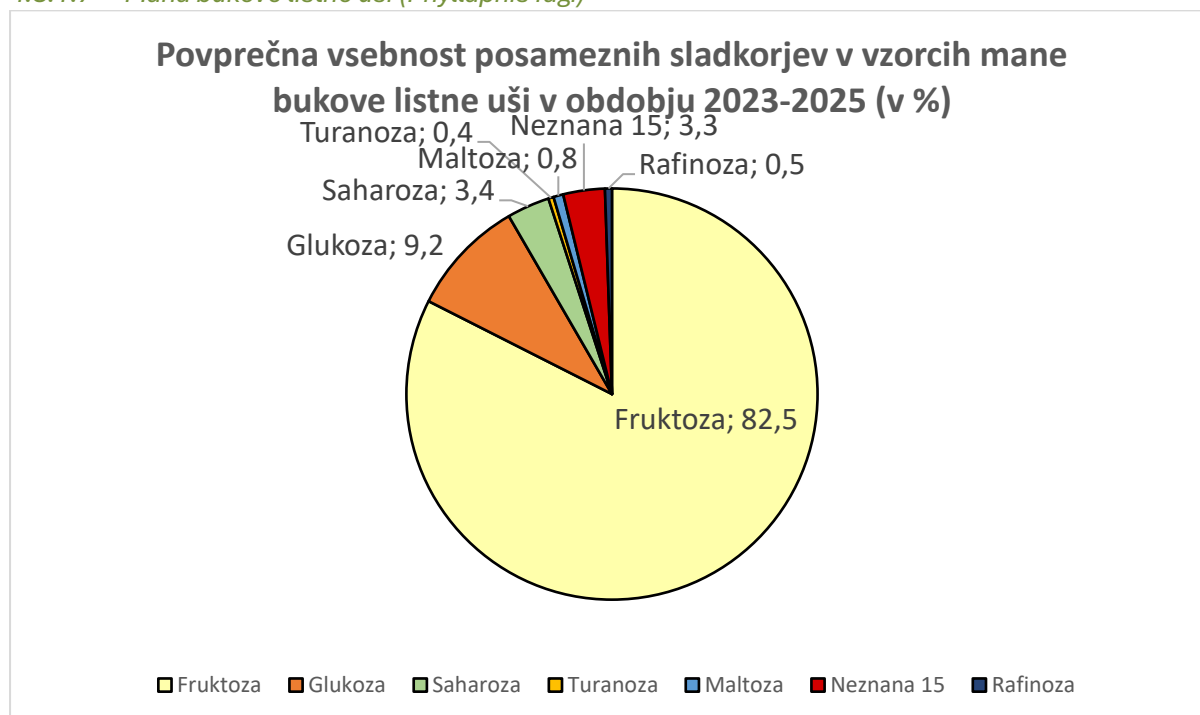
Slika 72. Vsebnost sladkorjev v vzorcih mane ušic na smreki.

Pri vzorčenju mane ušic na smreki, je prevladovala mana rdečerjave puhaste smrekove ušice ($n=22$). V primeru te ušice so kapljice mane variirale od povsem tekočih pa do delno ali že povsem kristaliziranih. Kapljice so bile v večini primerov na iglicah smrek v neposredni bližini kolonij rdečerjave puhaste smrekove ušice - običajno na mladih poganjkih (vršičkih) dreves. Vzorčenje je bilo v večini primerov možno neposredno iz vejic ali ušic, v nekaterih primerih pa je vzorčenje potekalo s pomočjo folije. Sestava mane rdečerjave puhaste smrekove ušice je razmeroma drugačna od sestave mane drugih povzročiteljev medenja (Slika 72). V vzorcih prevladuje melicitoza, katere je v povprečju 44,9 %, sledi saharoza z 31,8 %, ter fruktoza in glukoza. V manjši meri pa sta v vzorcih še sladkor »neznana 15« in maltoza.



Slika 73: Rdečerjava puhasta smrekova ušica na vršičkih smreke; Foto: Simon Golob

4.3.1.7 Mana bukove listne uši (*Phyllaphis fagi*)



Slika 74. Povprečna vsebnost posameznih sladkorjev v vzorcih mane bukove listne uši v obdobju 2023-2025 (v %)

V letu 2025 se je na več lokacijah pojavljala tudi bukova listna uš, ki je v številčnih, močno puhastih kolonijah sesala sok na listih bukev. Stanje kolonij je omogočajo tudi dobro izločanje mane in posledično dobro število vzorcev ($n=18$) mane. Listne bukove uši so obdane z puhom, kateri pokriva tudi okolico kolonij teh uši, ter pogosto tudi izločene kapljice mane. Kapljice, podobno kot pri brstni hojevi ušici, obdajajo voščene nitke puha. Kapljice so majhne, v večini primerov velike dober milimeter, le redko pa so se ob intenzivnejšem izločanju mane na površini listov ali vejic povezale v večje površine mane. Vzorčenje je tako potekalo le neposredno s kolonij ušic, pri čemer je bilo v nekaterih primerih kapljico možno posrkati v kapilarno za vzorčenje, v nekaterih pa se je gosto, s puhom obdano kapljico, s kapilarno zajeto in preneslo v vialo.

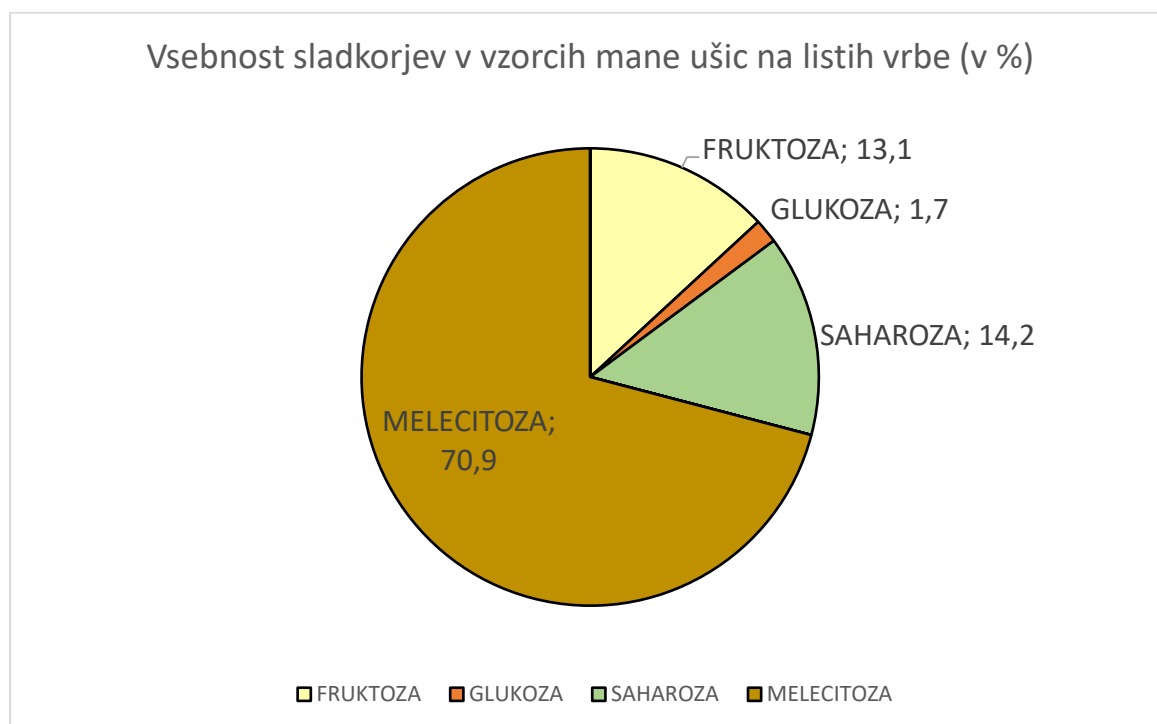
Mana bukove listne uši se močno razlikuje od mane drugih povzročiteljev medenja (Slika 74). V mani namreč močno prevladuje fruktoza, katere je povprečno 82,5 %, sledita pa ji glukoza s povprečno 9,2 %, saharoza s povprečno 3,4 % in »neznana 15« s povprečno 3,3 %. Ostali sladkorji so prisotni v sledovih.



Slika 75. Kapljica mane bukove listne uši; Foto: Simon Golob

4.3.1.8 Mana ušic na vrbi (*Chaitophorus salicti*)

V letu 2024 smo uspeli pridobiti tudi dva vzorca mane neposredno z ušic na listih vrbe. Kapljice so bile zelo goste, kristalizirane in so bile na spodnji strani listov neposredno ob kolonijah ušic. Na podlagi analiz teh dveh vzorcev smo ugotovili, da je v mani prevladovala melicitoza katere je bilo v povprečju 70,9 %. Sledila sta sladkorja saharoza in fruktoza v povprečnih vrednostih 14,2 % in 13,1 %. Glukoza pa je bila prisotna le v enem vzorcu in sicer v deležu 3,4 %, v drugem pa ne. Za bolj podrobno analizo in interpretacijo bi bilo potrebno pridobiti večje število vzorcev omenjene mane.



Slika 76. Vsebnost sladkorjev v vzorcih mane ušic na listih vrbe.



Slika 77. Ušice na vrbi (*Chaitophorus salicti*); Foto: Simon Golob

4.3.1.9 Mana ušic na listih breskve (*Hyalopterus pruni*)

V letu 2024 smo na območju opazovalne postaje Kalce Hrušica opazili izločanje mane ušic na listih breskve, katero so čebele iz nekaj metrov oddaljenega čebelnjaka intenzivno nabirale. Kljub izredno majhnim kapljicam nam je uspelo pridobiti 4 vzorce, ter pri dveh uspešno izvesti analizo sladkorjev. V vzorcih je bila fruktoza prisotna v 11,6 in 35,6 %, glukoza v 49 in 64,5 % ter saharoza

v 39,4 in 0 %. Ostalih sladkorjev v tej mani nismo zaznali. Za natančnejšo analizo bi bilo potrebno večje število nabranih vzorcev.



Slika 78. Ušice na listih breskve (*Hyalopterus pruni*); Foto: Simon Golob

4.3.1.10 Mana ušic na javorju (*Periphyllus testudinaceus*)

Kljub razmeroma dobri številčnosti ušic na javorju v obdobju med 2023 in 2025, na območju več opazovalnih postaj, zaradi slabih vremenskih pogojev mane večinoma nismo mogli vzorčiti. Še na lokacijah kjer je izločanje mane bilo prisotno, so bile kapljice mane večinoma premajhne, da bi jih lahko vzorčili s pomočjo PP lovilnih folij. V letu 2025 smo uspeli vzorčiti in uspešno analizirati en vzorec kapljice mane, pobran na cvetu gorskega javorja. Rezultati analize na tem vzorcu nakazujejo na visoko prisotnost sladkorja neznana 15 (44,9%) in saharaze (39,1 %) ter manjšo prisotnost fruktoze (16,0%). Število vzorcev je premajhno da bi lahko naredili zaključke, zato bodo nadaljnje raziskave mane povzročiteljev medenja na javorju zagotovo potrebne. Mana javorja je zanimiva tudi zato, ker lahko čebelam nudi zelo dobro pašo, kjub temu pa opažamo, da čebele mano na javorju, v kolikor izločanje mane ne poteka sočasno oziroma takoj po zaključku cvetenja javorja, razmeroma nerade izkoristijo.



Slika 79. Ušice na javorju (*Periphyllus testudinaceus*); Foto: Simon Golob

4.3.1.11 Mana ušic na malem jesenu (*Prociphilus bumeliae*)

V letu 2025 nam je uspelo vzorčiti tudi nekaj vzorcev mane ušic na malem jesenu (*Prociphilus bumeliae*). Gre za močno puhaste ušice, pri katerih je bilo opaženo dobro izločanje mane ter tudi izkoriščanje mane s strani čebel. Žal je bila kromatografska analiza uspešna le za 1 vzorec, v katerem se nakazuje velika vsebnost rafinoze (41 %), ki ji v skoraj enakih koncentracijah sledijo glukoza (22,1 %), fruktoza (19,5 %) in trehaloza (17,2 %). Glede na izločanje in izkoriščanje mane s strani čebel je mana vsekakor zanimiva za nadaljnje raziskave.



Slika 80. Ušica na malem jesenu (*Prociphilus bumeliae*); Foto: Simon Golob

4.4 VZPOSTAVITEV PROTOKOLOV ZA DOLOČANJE BOTANIČNIH IN MANINIH ELEMENTOV V MEDU

Za vzpostavitev protokolov za določanje botaničnih in maninih elementov v medu smo **v sezoni 2022** na podlagi že objavljenih študij (Utzeri in sod., 2018; Prosser in Herbert, 2017) postavili metodo, ki smo jo optimirali in posamezne korake takrat preizkusili na 6 vzorcih medu (POROČILO 2022 – Moškrič in sod.). **V letu 2023** smo se nato osredotočili na bioinformatični del analize, kjer je zaradi nepopolnih podatkovnih baz in specifik posameznih nukleotidnih zaporedij, velika potreba po dodatni optimizaciji. **V letu 2024** pa smo glede na predhodne rezultate osredotočili na botanični izvor in načrtovali dodatne oligonukleotidne začetnike za izboljšanje uvrščanja posameznih zaporedij v taksonomske enote. Poudarek je bil na analizi botanične sestave. Postopek in rezultati so podrobneje opisani v poročilu za leto 2024. V analizi smo uporabili 10 vzorcev medu, večinoma nabranih v sezoni 2023 v okolici nekaterih opazovalnih postaj. Naredili smo pelodno in senzorično analizo, izmerili električno prevodnost in vsebnost vode. Naredili smo kromatografsko analizo sladkorjev v devetih od desetih vzorcev medu. Izolirali smo DNK, pomnožili specifične fragmente za določitev botaničnega izvora, odčitke smo pridobili z metodo NGS. Rezultate analize odčitkov NGS za vsak vzorec medu smo primerjali z rezultati pelodne analize (poročilo za leto 2024).

V letu 2025 smo se osredotočili na entomološki izvor. Optimizirali smo metode za pomnoževanje nukleotidnih fragmentov DNA maninih elementov (nevretenčarjev) iz vzorcev medu za potrebe NGS analiz, s poudarkom na konstrukciji in preverjanju učinkovitosti različnih kombinacij oligonukleotidnih začetnikov.

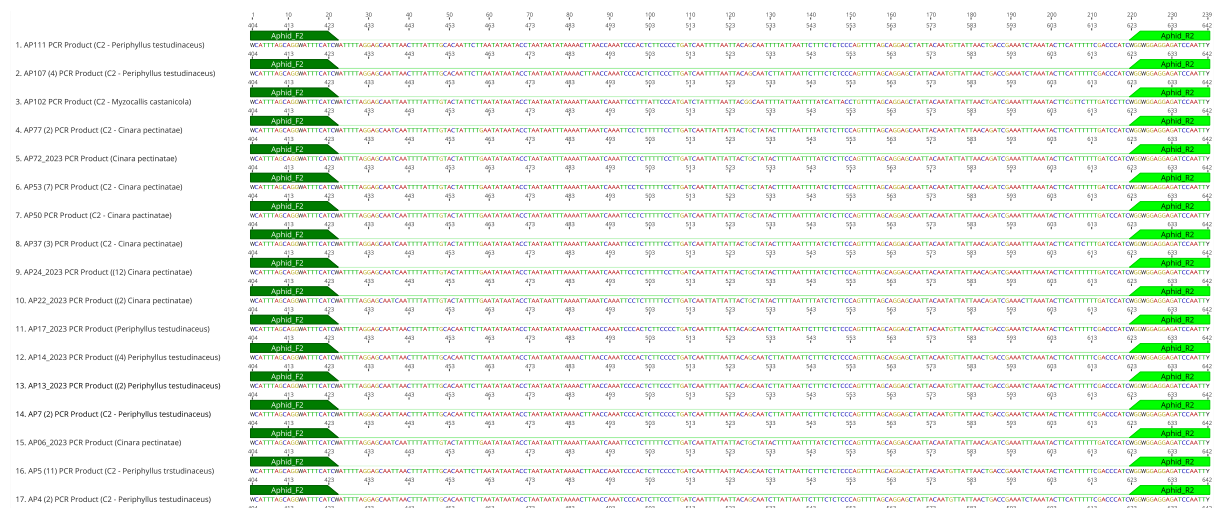
V *in silico* analizo smo vključili nabor obstoječih oligonukleotidnih začetnikov iz literature (Elbrecht in Leese, 2017; Utzeri in sod., 2018; Prosser in Herbert, 2017) ter na novo zasnovane začetnike AphidF1/R1 in AphidF2/R2 (Tabela 14).

Tabela 14: Seznam preizkušenih novih in obstoječih oligonukleotidnih začetnikov za specifično pomnoževanje nukleotidnih fragmentov DNA maninih elementov – nevretenčarjev – v vzorcih medu.

Ime oligonukleotidnega začetnika	Nukleotidno zaporedje	dolžina zaporedja	Tm (°C)	vir
Aphid_F1	MATTGGAGGATTYGGAAATTG	21	52	novi
Aphid_F2	WCATTAGCAGGWATTCATCW	22	52,8	novi
Aphid_R1	GTTTCATCCTGTWCCTGTCC	20	57,3	novi
Aphid_R2	RAATTGGATCTCCTCCWCCW	20	55,3	novi
BF1	ACWGGWTGRACWGTNTAYCC	20	53,2	Elbrecht in Leese, 2017
BF2	GCHCCHGAYATRGCHTTYCC	20	55,3	Elbrecht in Leese, 2017
BR1	ARYATDGTRATDGGCHCCDGC	20	51,1	Elbrecht in Leese, 2017
BR2	TCDGGRTGNCCRAARAAYCA	20	51,1	Elbrecht in Leese, 2017
COI_H_F	TGGAWCAGGAACAGGATGAAC	21	57,9	Utzeri in sod., 2018
COI_H_R	AAATGAARTTGATTGCTCCTA	21	50,1	Utzeri in sod., 2018
COI_lep_F	ATRRWRATGATCAARTWTATAAT	24	45,6	Prosser in Herbert, 2017
COI_Lep_R	TAATCAAATCTAATATTATTATTCG	27	51,3	Prosser in Herbert, 2017

Za vse pare oligonukleotidnih začetnikov smo najprej izvedli *in silico* prileganje na nukleotidna zaporedja povzročiteljev medenja in ocenili dolžino ter variabilnost pomnoženih fragmentov pri različnih dovoljenih številih neskladij (mismatch) (Slika 81). Na začetku vsakega zaporedja (levo, zeleno označeno) je prikazana vezava istosmernegega začetnika (forward primer), na desnem koncu pa vezava obratnosmernegega začetnika (reverse primer). Med njima je prikazan ekstrahiran

Vsako tarčno zaporedje vključuje jasno označena mesta začetkov in koncev začetnikov, znotraj pa so prikazane posamezne nukleotidne pozicije (A, T, C, G), pri katerih se lahko opazijo manjše razlike med vrstami. Ti fragmenti predstavljajo predvidene PCR produkte, ki bi se nato uporabili za nadaljnjo analizo, npr. določitev vrste z NGS ali BLAST iskanjem.



Slika 81. Prikaz dela in silico analize. Slika prikazuje poravnavo nukleotidnih zaporedij različnih vrst uši (*Periphylus testudinaceus*, *Myzocallis castanicola*, *Cinara pectinatae*, *Cinara pini* ipd.) z vizualizacijo vezave novo načrtovanih oligonukleotidnih začetnikov.

Dolžina predvidenih PCR produktov je pri vseh vzorcih enaka, kar kaže na to, da so začetniki pravilno pozicionirani in pomnožujejo konsistenten odsek znotraj COI regije. Med zaporedji posameznih vrst so vidne nukleotidne razlike, ki zagotavljajo taksonomsko ločljivost – ti polimorfizmi omogočajo razlikovanje vrst po sekvenci pomnoženega fragmenta.

Takšna *in silico* vizualizacija potrjuje, da so začetniki ujemajoči se s tarčnimi vrstami, ne kažejo nespecifičnih vezav, ter da predvideni fragmenti ohranjajo dolžinsko enotnost in informativnost, potrebno za določanje vrste pri analizah NGS.

Rezultati *in silico* analize so pokazali, da od obstoječih začetnikov največjo zanesljivost in specifičnost za NGS analize izkazuje para COI_H_F–COI_H_R (Utzeri in sod., 2018) ter nova para Aphid1 (AphidF1–AphidR1) in Aphid2 (AphidF2–AphidR2), ki pomnožujejo kratke in dovolj informativne fragmente enotne dolžine znotraj COI regije (Tabela 15).

Tabela 15: Rezultati in silico analize parov oligonukleotidnih začetnikov – dolžina predvidenih PCR produktov in število fragmentov pri različnih dovoljenih številih neujemanj nukleotidov

Par oligonukleotidnih začetnikov	Število neujemanj nukleotidov tarčnih zaporedij	dolžina zaporedja, število fragmentov	
Aphid_F1-Aphid_R1	0	count	22
		mean	159
		std	0
		min	159
		25%	159
		50%	159

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

		75%	159
		max	159
	5	count	89
		mean	159
		std	0
		min	159
		25%	159
		50%	159
		75%	159
		max	159
Aphid_F2-Aphid_R2	0	count	23
		mean	239
		std	0
		min	239
		25%	239
		50%	239
		75%	239
		max	239
	5	count	88
		mean	240,6136364
		std	15,7971566
		min	233
		25%	239
		50%	239
		75%	239
		max	387
BF1-BR1	0	count	10
		mean	256,4
		std	1,897366596
		min	251
		25%	257
		50%	257
		75%	257
		max	257
	5	count	111
		mean	263,4864865
		std	69,70259743
		min	74
		25%	257
		50%	257
		75%	257
		max	467
BF1-BR2	5	count	27
		mean	302
		std	0
		min	302

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025

		25%	302
		50%	302
		75%	302
		max	302
BF2-BR1	0	count	5
		mean	362
		std	0
		min	362
		25%	362
		50%	362
		75%	362
		max	362
	5	count	116
		mean	342,9913793
		std	75,70153013
		min	71
		25%	362
		50%	362
		75%	362
		max	467
BF2-BR2	5	count	29
		mean	385,8965517
		std	78,91149872
		min	101
		25%	407
		50%	407
		75%	407
		max	407
COI_H_F-COI_H_R	5	count	84
		mean	137
		std	0
		min	137
		25%	137
		50%	137
		75%	137
		max	137
COI_lep_F-COI_Lep_R	5	count	151
		mean	277,3642384
		std	131,2403639
		min	171
		25%	171
		50%	171
		75%	428
		max	461

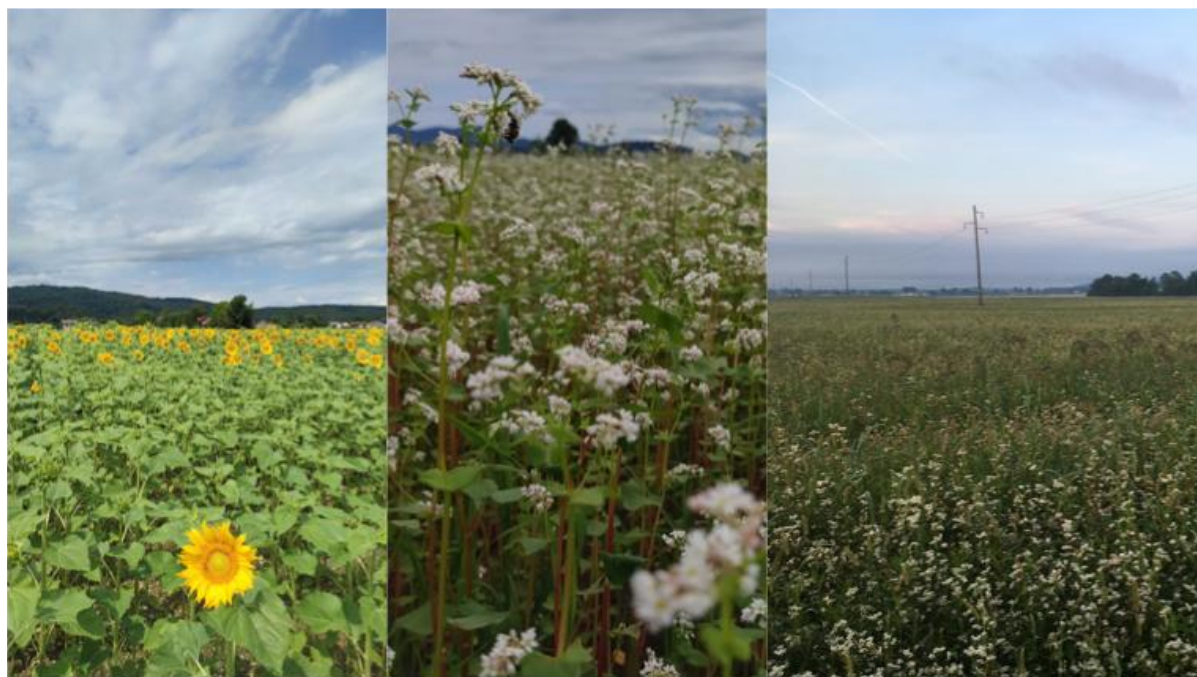
Nova para začetnikov Aphid1 in Aphid2 smo nato preizkusili še eksperimentalno s PCR na dveh vzorcih ušic iz rodu *Cinara*, ki smo jih že predhodno molekularno določili. Pomnoževanje je bilo uspešno pri obeh kombinacijah, pri čemer smo z gradientnim PCR določili optimalne temperature naleganja: za Aphid1 med 55–60 °C in za Aphid2 med 46–52 °C. S tem smo potrdili, da izbrani začetniki omogočajo specifično pomnoževanje tarčnih fragmentov tudi v laboratorijskih pogojih, kar jih uvršča med najbolj primerne za nadaljnje NGS analize vzorcev iz medu.

4.5 OCENA GOSTOTE IN KONKURENČNOSTI MED ČEBELJIMI DRUŽINAMI, KI TEKMUJEJO ZA ISTI VIR

Tri zaporedne sezone so se med seboj razlikovale v razpoložljivih virih in jakosti družin. Najbolj zanimive rezultate smo pridobili v letu 2025, ko smo ob dobrem vremenu ujeli tako cvetenje inkarnatke kot lipovega drevoreda v bližini.

4.5.1 2023

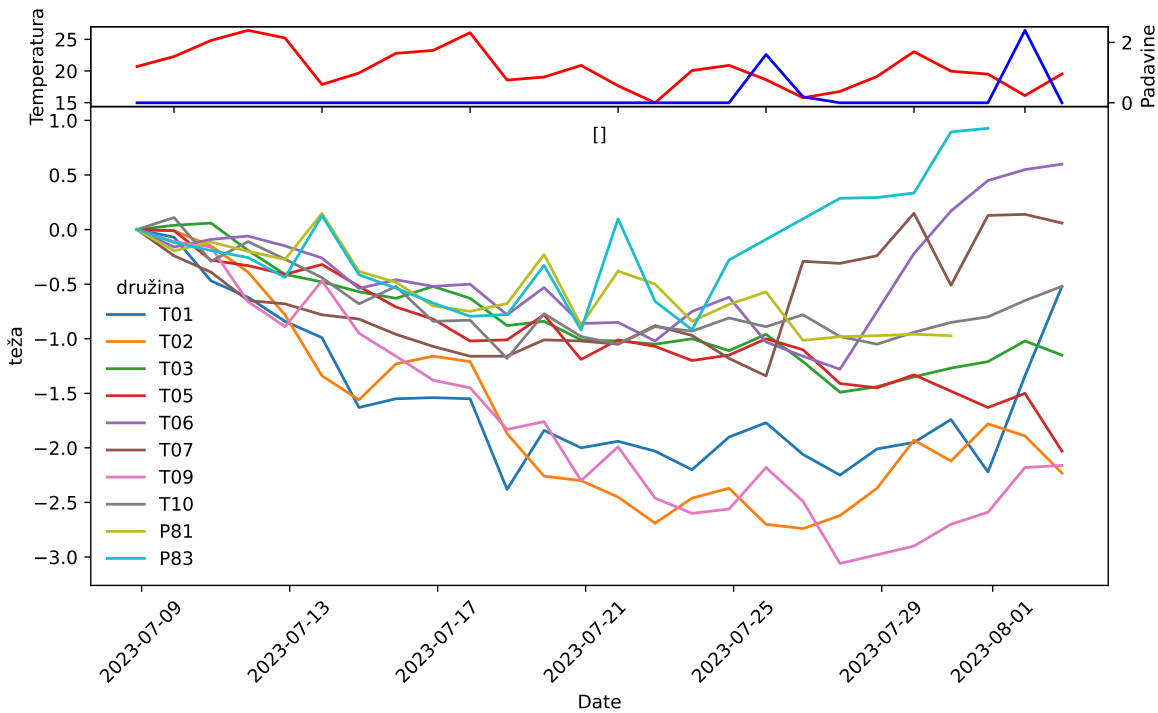
Na Grobeljskem polju je bilo 6.7.2023 zabeleženo cvetenje ajde v oddaljenosti 400 m; dodatno pa je 7. 7. 2023 zabeleženo cvetenje sončnice v oddaljenosti 600 m od čebelnjaka. S tem dnem smo začeli spremljati donose; merjenje donosov smo zaključili 1.8. 2023, ko smo zaznali zaključek obeh posevkov. Oba posevka sta bila intenzivno obiskana s strani čebel; prispevka posameznega vira ni bilo mogoče določiti.



Slika 82. Začetek cvetenja sončnic na njivi velikosti 1,0 ha (levo) in začetek cvetenja ajde na njivi v skupni velikosti 4,42 ha (sredina). Desno: konec cvetenja ajde, nekaj cvetočih rastlin na robu njive.

Glede na podatke registra čebeljih družin z dne 14. 7. 2022 se v 3 km krogu od poskusnega čebelnjaka nahaja 623 družin v 66 čebelnjakih. Znotraj 1 km kroga okoli stojišča se nahajata 2 čebelnjaka, s skupaj eno prijavljeno družino. V 1 km krogu od centroida njive s posevkom ajde so štiri čebelnjaki, s skupaj 27 prijavljenimi čebeljimi družinami, ki neposredno konkurirajo za vir. V 1 km krogu od centroida njive sončnice smo glede na podatke registra čebeljih družin zabeležili 89 čebeljih družin. Na dan 1. 8.2023 je bil zabeležen konec cvetenja sončnice in v večji meri tudi ajde, nekaj cvetočih rastlin je ostalo na obronkih polj (Slika 82). Povprečna število satov zalege je

med datumoma upadla (iz 9 na 7), kar je opazno zlasti pri najmočnejših družinah; istočasno se je povečala njihova živalnost, kar lahko razložimo s poleganjem zalege. Ob upadu povprečja medenih zalog (iz 6 satov na 5) po družinah zaključujemo, da v tem obdobju enostavno ni bilo dovolj virov; medene zaloge so se zvišale le v družinah, katerih živalnost smo ob prvem merjenju ocenili s 3 ali 4; dve od teh so merjenje zaključile s pozitivno bilanco (Slika 83), jakost družin v poskusu je prikazana tabelarično v Tabela 16.



Slika 83. Donosi družin različnih jakosti na ajdi in sončnicah.

Tabela 16. Jakost družin (živalnost) in medene zaloge v letu 2023.

	Živalnost		Med (št. satov)	
	07/07/2023	01/08/2023	07/07/2023	01/08/2023
P81	4	4	6	9
P83	3	3	7	8
T01	2	3	5	3
T02	2	2	5	3
T03	2	4	8	4
T05	2	2	6	1
T06	2	3	6	2
T07	3	4	12	14
T09	1	2	4	2
T10	2	3	5	4

4.5.2 2024

V Jablah in vzhodno od Mengeša smo 2. 7. 2024 zabeležili cvetenje sončnic na več njivah (Slika 84). Cvetenje je bilo zaključeno 26. 7. 2024. Razen omenjenega vira drugih virov nismo zaznali. Posevek so čebele intenzivno obiskovale.



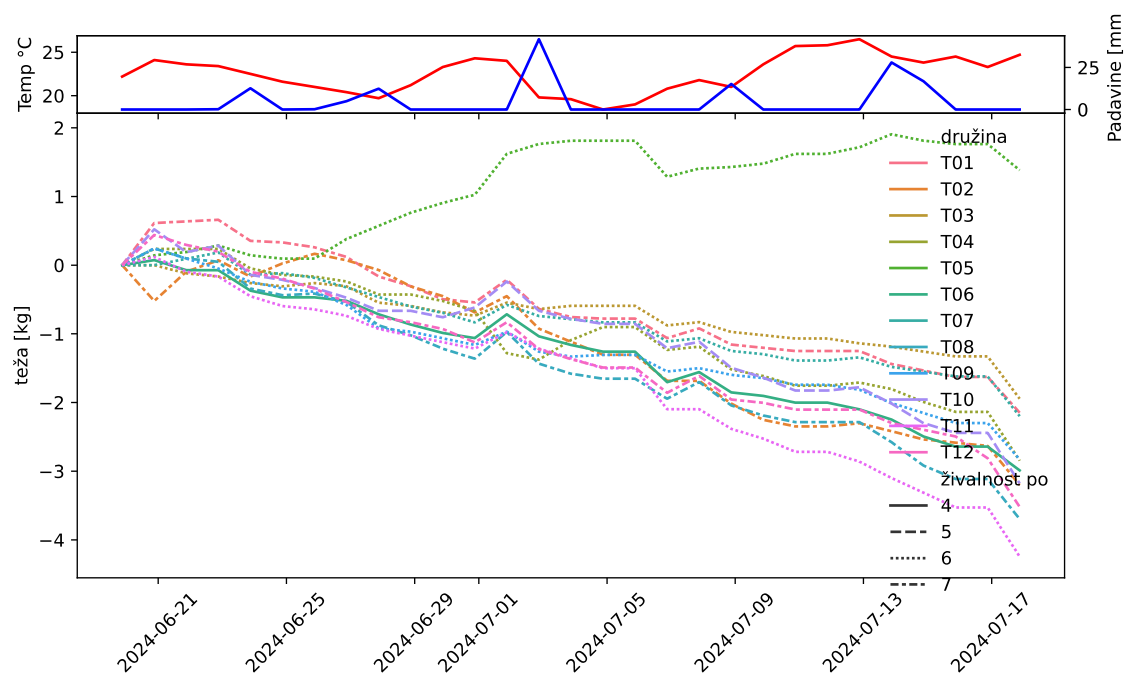
Slika 84. Cvetenje sončnic v Jablah.

Glede na podatke registra čebeljih družin z dne 9. 9. 2024 se v 3 km krogu od poskusnega čebelnjaka nahaja 587 družin v 66 čebelnjakih. Znotraj 1 km kroga okoli stojišča se nahajata še dva čebelnjaka, s skupaj eno prijavljeno družino. V 1 km krogu od centroida njive s posevkom sončnic v Jablah je pet čebelnjakov, s skupaj 64 družinami, ki neposredno konkurirajo za vir, v 1 km krogih, ki se v veliki meri prekrivajo, pa je okrog treh lokacij sončnic v KO Mengeš med 23 in 28 družin, v 3 km krogih pa med 248 in 290 družin.

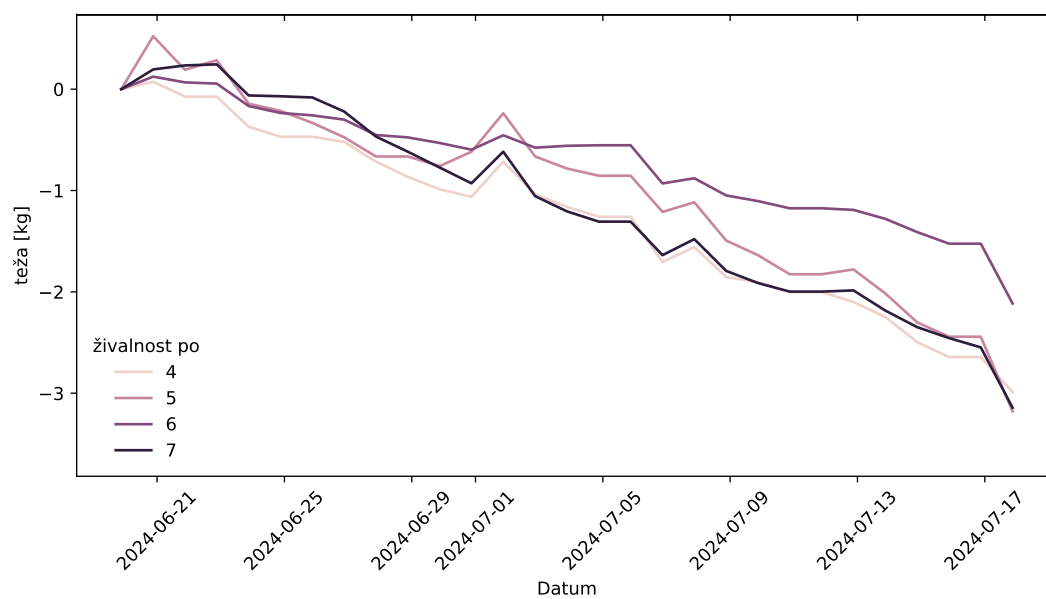
Po vzpostavitvi narejencev so se družine med cvetenjem sončnic različno razvijale in se stabilizirale. V obdobju merjenja je povprečno število ulic je iz 7,8 padlo na 6,1, vse družine pa so med cvetenjem izgubljale težo, kar kaže na to, da ni bilo na razpolago dovolj virov za podporo nameščenih družin (Tabela 17, Slika 85, Slika 86).

Tabela 17. Ocena jakosti družin pred in po merjenju v letu 2023.

	20/06/2024	16/07/2024
	Število ulic	Število ulic
T01	7	7
T02	8	7
T03	5	6
T04	6	6
T05	6	6
T06	6	4
T07	8	6
T08	11	7
T09	7	6
T10	10	5
T11	8	6
T12	11	7



Slika 85. Donosi na sončnici v letu 2024. Primerjava med dvanajstimi družinami različnih jakosti.



Slika 86. Povprečni donosi na sončnici v letu 2024. Prikazana so povprečja družin enakih jakosti.

4.5.3 2025

V letu 2025 smo zabeležili dve različni medenji v ocenjevalnem obdobju in sicer oljno ogrščico, katere zaključek se je prekrival s cvetenjem inkarnatke (Slika 87).



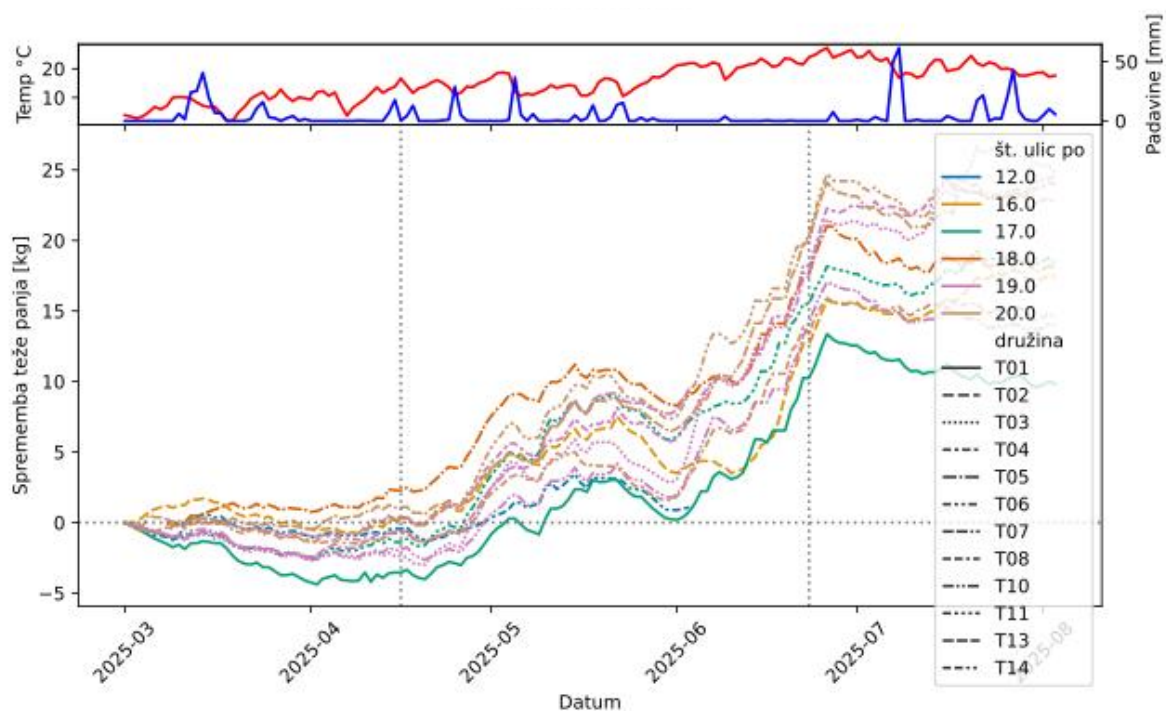
Slika 87. Cvetenje inkarnatke na Mengeškem polju v maju 2025.

Začetek cvetenja oljne ogrščice (14.86 ha) smo zabeležili tik pred veliko nočjo (20. 4. 2025), prvo cvetenje inkarnatke pa v prvih dneh maja. Zlasti inkarnatka je pokazala svoj pomen za čebelarje, ko smo iz 15.76 ha na tehtnicah pridobili med 3.0 in 11.2 kg po panju. Donos se je med različno močnimi družinami razlikoval: 6 polnih ulic v medišču je povečal donos za skoraj 8 kg (Tabela 18, Slika 89). Vmes je propadla družina T14. V juniju se je trend ugodnih donosov nadaljeval s cvetenjem lipe, ki se je končalo po drugem ocenjevanju družin 23. 6. 2025.

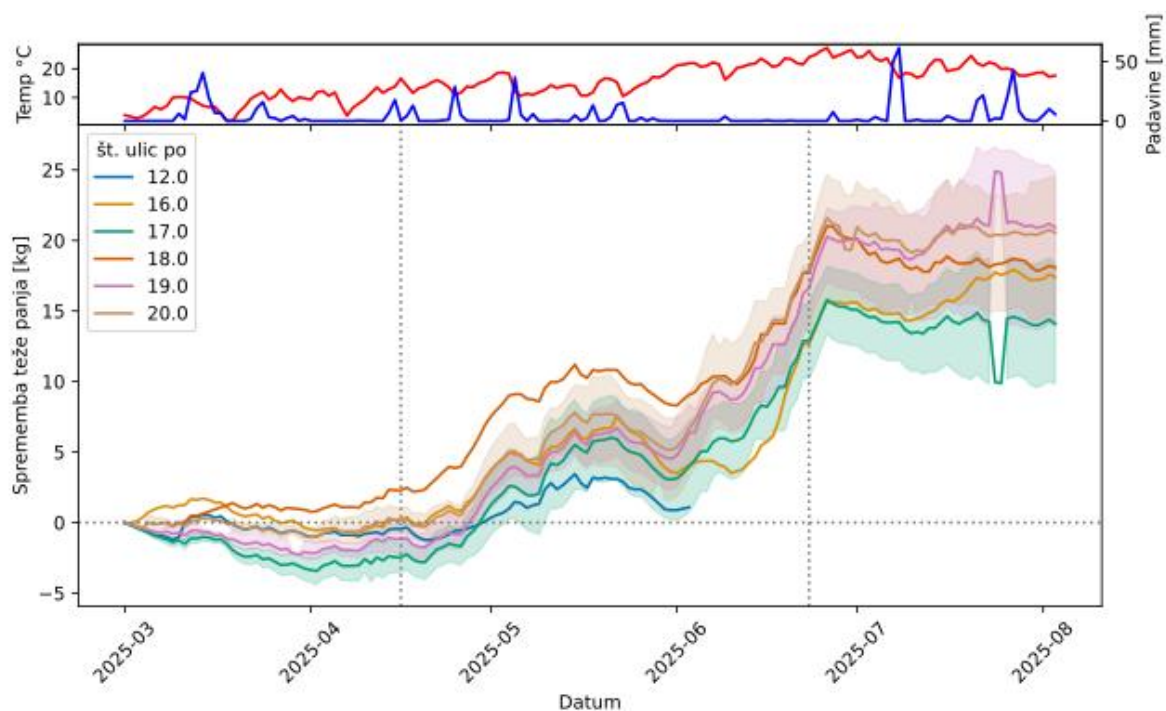
Tabela 18. Povprečni donosi na inkarnatki glede na jakost družin.

ŠT. ULIC PO	TEŽA [KG]
12	3.44
16	7.544
17	9.012
18	11.205
19	9.165
20	10.428

Maksimalni donosi, doseženi na lipi pa so bili precej višji, med 9.5 kg (družina T13) in 26.7 kg (družina T04, Slika 88). Družine z 18 – 20 ulicami so prinesle značilno več kot šibkejše družine (Slika 89). V okolici smo po podatkih registra čebelnjakov v krogu s tri kilometerskem premerom našli 568 družin, v krogu, premera 1 km, pa 47 čebeljih družin. Logiko smo obrnili in se postavili na mesto vira medenja. V kilometerskem krogu okoli centroida posevka inkarnatke smo našli 65 čebeljih družin, v kilometerskem krogu okoli centroida posevka oljne ogrščice pa 43 družin. Glede na donose, ki smo jih zabeležili, ugotavljamo, da je bilo virov v izobilju za takšno število čebeljih družin.



Slika 88. Donosi na ogrščici, inkarnatki in lipi v letu 2025. Primerjava med dvanajstimi družinami različnih jakosti.



Slika 89. Povprečni donosi na ogrščici, inkarnatki in lipi v letu 2025. Prikazana so povprečja družin enakih jakosti.

5 INTERPRETACIJA REZULTATOV

5.1 SPREMLJANJE MEDENJA NA OBMOČJIH Z VIŠJO NADMORSKO VIŠINO NA 35 OPAZOVALNIH POSTAJAH

Na 35 opazovalnih postajah se je letos četrto leto zapored spremljalo medenje (od 2022 do 2025). Kljub temu, da gre za lokacije na višjih legah in ponekod za lokacije, ki so za čebelarje običajno manj zanimive, je bila letos večina lokacij nadpovprečnih. Rekorderka v vseh štirih letih je bila družina na lokaciji Remšnik - Sv. Pankracij s kar 115.9 kg donosa. Za posamezne lege lahko rečemo, da so krepko presegle povprečja zadnjih let, ne samo za čas naših meritev.

Na splošno, preko štirih let spremljanja, smo pridobili zelo zanimive rezultate. Mnoge lokacije so uporabne tudi za čebelarje, nekatere so bile donosne skoraj vsako leto. Sezone so si na nekaterih lokacijah skoraj identične, na drugih pa se med seboj zelo razlikujejo. Poleg vremena, ki določa pojav medenja, je vzrok za med sezonsko različnost gotovo tudi cikel povzročitelja medenja – torej žuželke – in predatorjev teh vrst.

Velik izziv nam v vseh teh letih predstavlja zagotavljanje pridobivanja podatkov. Signal se tekom let in tudi znotraj let spreminja na kar nimamo vpliva, nam pa močno otežuje pridobivanje rednih podatkov. V prihodnje bo potrebno katero izmed lokacij prestaviti ali tiste z manjšimi donosi tekom štirih let ukiniti. Prav tako je težavno zagotavljati brezhibno delovanje elektronske tehnice. Te so nameščene na oddaljenih mestih v težjih vremenskih pogojih kar vpliva na njihovo delovanje in skrajšuje življenjsko dobo. Zato bi bilo dobro v prihodnje poskusiti tudi katero izmed ostalih čebelarskih tehnic, ki so na trgu.

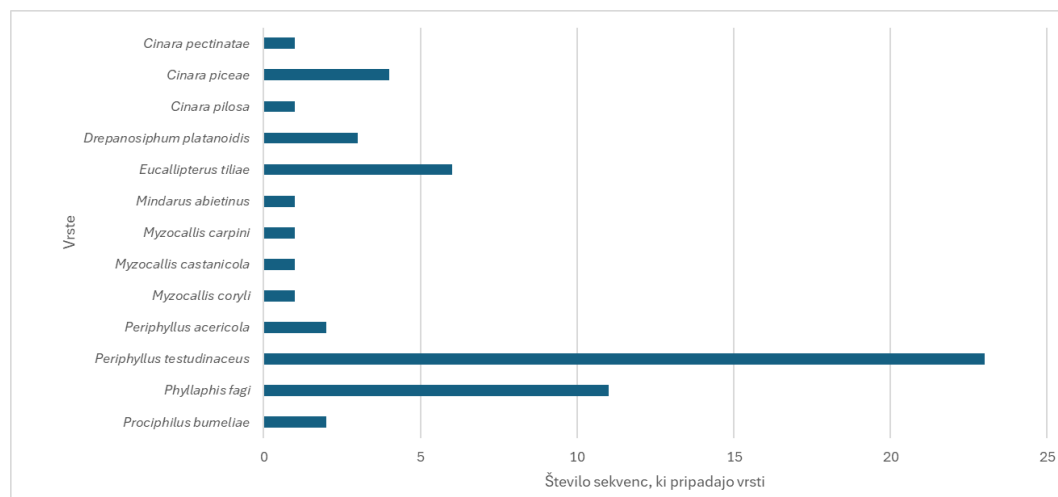
5.2 MOLEKULARNE ANALIZE POVZROČITELJEV MEDENJA

Mano proizvajajo kljunate žuželke (Hemiptera) iz podreda Coccoidea (kaparji, ščitaste uši) in Aphidoidea (listne uši), ter samo nekatere vrste podreda Psylloidea (bolšice ali listne bolhe) in Cicadoidea (škržati). Vrstna pestrost je izjemno visoka. Spremljanje vrstne pestrosti in pojavljanje proizvajalcev mane skozi daljše časovno obdobje več sezon je pomembno tako iz čebelarskega vidika kot vidika zaščite gozdov. Taksonomsko določanje povzročiteljev medenja do vrste je oteženo, kadar so osebki v juvenilnih stadijih. Posebno v teh primerih si lahko dokaj ustrezno pomagamo z molekularno identifikacijo, pri kateri pomnožimo in preberemo specifični del nukleotidnega zaporedja, za katerega obstaja v podatkovni zbirki evidentiran zapis za določeno vrsto.

Mitohondrijski označevalec COI (citokrom oksidaza 1) je mednarodno uveljavljen v študijah ugotavljanja vrstne pestrosti z metodo DNA (meta)barcoding. Podatkovno zbirko nukleotidnih zaporedij za fragment COI (barcode) za povzročitelje medenja v Sloveniji smo dopolnili z letošnjimi podatki. Podatkovna zbirka vsebuje podatek o lokaciji, slikovno gradivo, datum vzorčenja, nukleotidno zaporedje v fasta formatu. Vsa nukleotidna zaporedja smo tudi preverili v podatkovni zbirki BOLD. V letošnjem letu je bila vrstna pestrost nabranih in identificiranih osebkov nekoliko nižja kot preteklo leto (Tabela 19). Kljub temu smo med vzorci identificirali kar 4 vrste, ki jih v prejšnjih dveh letih nismo zaznali. V treh sezonah smo skupno identificirali 26 različnih vrst. Od teh je kar 14 takih vrst, ki smo jih zaznali zgolj v eni od treh sezon.

Največ zaporedij identificiranih povzročiteljev medenja v letu 2025 (23 od 57) je pripadalo javorjevi uši (*Periphyllus testudinaceus*), sledila je bukova uš (*Phyllaphis fagi*) z 11 osebki (Slika 90).

Iskanje alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja.
Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2025



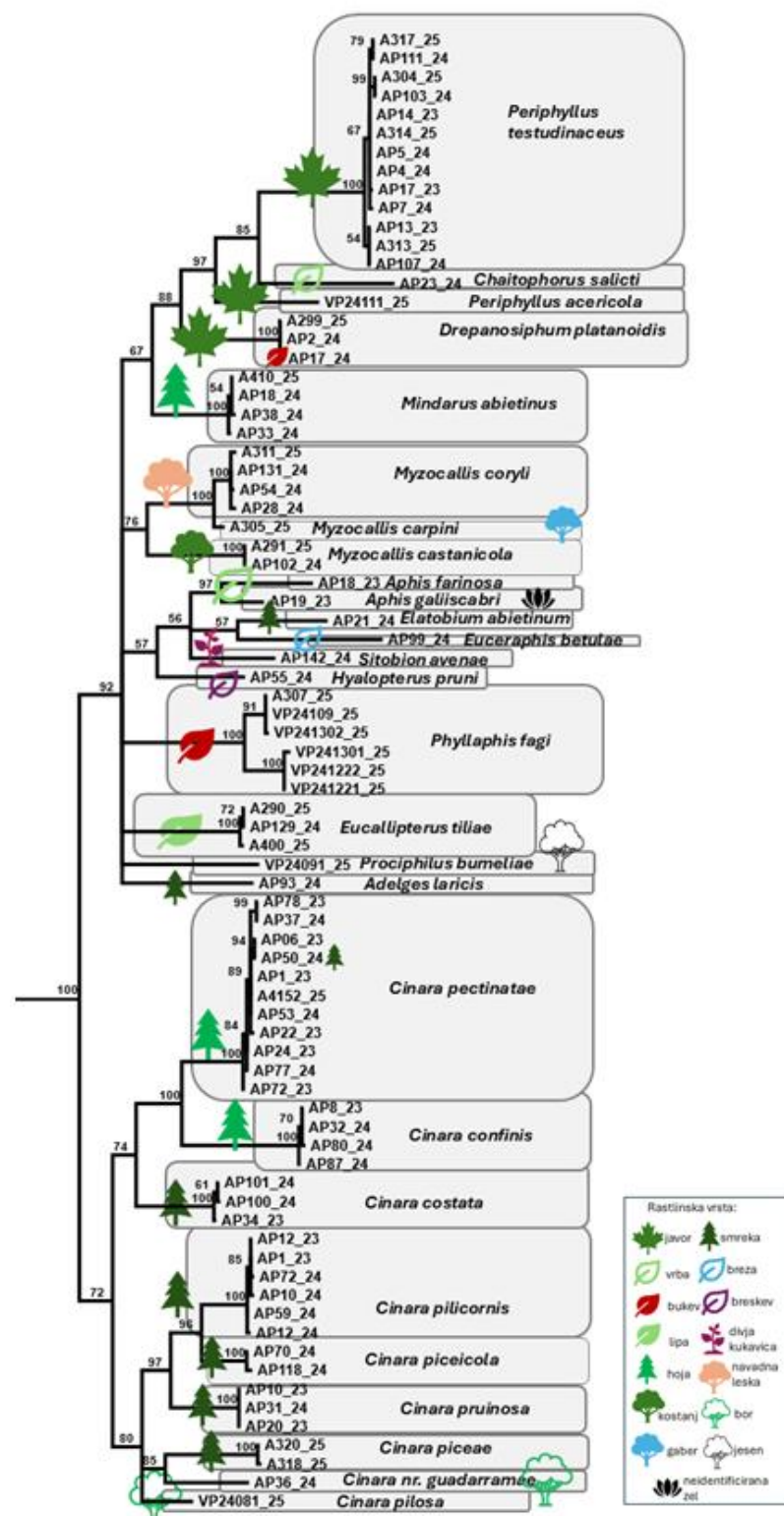
Slika 90. Grafični prikaz deležev vrst molekulsko identificiranih povzročiteljev medenja v letu 2025.

Tabela 19. Identificirani povzročitelji medenja v treh letih opazovanja.

Vrsta	2023	2024	2025
<i>Adelges laricis</i>	-	1	-
<i>Aphis farinosa</i>	1	-	-
<i>Aphis galliscabri</i>	1	-	-
<i>Chaitophorus salicti</i>	-	3	-
<i>Cinara confinis</i>	2	7	-
<i>Cinara costata</i>	1	3	-
<i>Cinara pectinatae</i>	45	13	1
<i>Cinara piceae</i>	-	-	4
<i>Cinara piceicola</i>	-	3	-
<i>Cinara pilicornis</i>	1	13	-
<i>Cinara pilosa</i>	-	-	1
<i>Cinara pruinosa</i>	3	1	-
<i>Drepanosiphum platanoidis</i>	-	4	3
<i>Elatobium abietinum</i>	-	1	-
<i>Eucallipterus tiliae</i>	-	4	6
<i>Euceraaphis betulae</i>	-	1	-
<i>Hyalopterus pruni</i>	-	4	-
<i>Mindarus abietinus</i>	-	8	1
<i>Myzocallis carpini</i>	-	-	1
<i>Myzocallis castanicola</i>	-	1	1
<i>Myzocallis coryli</i>	-	3	1
<i>Periphyllus acericola</i>	-	-	2
<i>Periphyllus testudinaceus</i>	7	21	23
<i>Phyllaphis fagi</i>	-	-	11
<i>Prociphilus bumeliae</i>	-	-	2
<i>Sitobion avenae</i>	-	1	-
ŠTEVILO VRST SKUPAJ	8	18	13

Na terenu smo našli in vzorčili tudi kaparje, toda nukleotidna zaporedja ponovno niso bila ustrezne kakovosti za zanesljivo identifikacijo. Preizkusili smo tudi drug odsek DNK za

pomnoževanje (Marques in sod., 2023), vendar ponovno pomnoževanje ni bilo uspešno. Pomnoženi fragmenti so ponovno namesto DNK kaparja pripadali DNK parazitoidne ose.



Slika 91. Koreninjeno Bayesovo filogenetsko drevo, ki prikazuje odnose med nukleotidnimi zaporedji za označevalec COI vseh unikatnih zaporedij analiziranih vzorcev povzročiteljev medenja v letih 2023, 2024 in 2025. Leto vzorčenja označuje številka ob oznaki (_23, _24 ali _25). Rastlinska vrsta, na kateri so bili povzročitelji medenja vzorčeni, je prikazana s simbolom ob ustrezni veji drevesa, legenda je na desni strani ob drevesu.

Filogenetsko drevo (Slika 91) prikazuje odnose med posameznimi nukleotidnimi zaporedji povzročiteljev medenja, vzorčenimi skupaj v letih 2023–2025. Dokaj enoten je klad s predstavniki rodu *Cinara*, vendar so podpore (posterioorne verjetnosti) predvsem zunanjih vozlišč, nizke. Drevesne vrste, gostitelji rodu *Cinara*, so izključno iglavci (smreka, hoja, bor). Drugi klad sestavljajo številni rodovi, njihovi predstavniki pa so bili vzorčeni na širokem naboru rastlin gostiteljic. Prevladujoče rastline gostiteljice so listavci. Za nekatere vrste je značilna menjava gostiteljske rastline med spolno in nespolno generacijo. Za vrsto *Adelges laricis* sta ti rastlinski vrsti smreka in macesen; za vrsto *Prociphilus bumeliae* pa sta gostiteljski rastlini jesen in hoja.

5.3 KROMATOGRAFSKE ANALIZE SLADKORJEV V MANI Z NAPRAVO HPLC

V letošnjem letu smo vzorce analizirali na vsebnost glukoze, fruktoze, saharoze, melicitoze, trehaloze, maltoze, turanoze in rafinoze. Izhajali smo iz metode za določanje sladkorjev v medu (Bogdanov, 2009). Ker količina mane pri vzorčenju ni natančno znana (nahaja se lahko tudi na zunanji površini kapilare, ter na steni vial) smo namesto koncentracije sladkorjev podali razmerja med različnimi sladkorji, ki smo jih zaznali v vzorcih. Tako kot v preteklem letu se je tudi letos izkazalo, da vzorci mane vsebujejo tudi sladkorje, ki jih nismo uporabili v standardih, te smo poimenovali kot »NEZNANA #« in pripis retencijskega časa, kjer vrh zaznamo na kromatogramu.

Po preizkusu dodatnih standardov sladkorjev v letu 2025 (poglavje 3.7.1) se je izkazalo da je sladkor "neznana 7" turanoza. Največja neznanka ostaja sladkor "neznana 15", katerega nam kljub preizkusu dveh dodatnih standardov za sladkorje v letu 2025 ni uspelo določiti. Ta sladkor se je v vzorcih pojavljal razmeroma pogosto in v večjih koncentracijah, kar bi lahko nakazovalo na to, da gre za pomemben sladkor v mani. Ostali sladkorji, označeni z oznako "neznana", se namreč pojavljajo redkeje in/ali le v sledovih in za samo sestavo sladkorjev mane posledično niso tako pomembni.

Primerjava deležev sladkorjev v vzorcih vsebine mednih želodčkov čebel in vzorcih mane iz let 2023 in 2024 kaže na veliko encimsko dejavnost v mednih želodčkih čebel zaradi katere se že pred prihodom v panj deleži posameznih sladkorjev spremenijo. Predvsem na račun saharoze in melicitoze se povečuje delež glukoze.

Primerjava med vzorci mane različnih povzročiteljev medenja kaže na to, da je sestava mane bolj kot od rastline odvisna od povzročitelja medenja na njej. Med vzorci različnih povzročiteljev medenja (tudi na isti drevesni vrsti) so vidne velike razlike v sestavi sladkorjev v mani. V prihodnje bo, predvsem pri povzročiteljih medenja kjer je bilo vzorcev malo, ob pridobitvi dodatnih vzorcev in podatkov, primerjavo med različnimi povzročitelji medenja smiselno nadaljevati. Zanimiva pa bo tudi primerjava med različnimi lokacijami in drugimi zunanjimi vplivi pri istem povzročitelju medenja, saj se opaža razmeroma velika razlika med vzorci tudi pri posameznih povzročiteljih medenja.

5.4 VZPOSTAVITEV PROTOKOLOV ZA DOLOČANJE BOTANIČNIH IN MANINIH ELEMENTOV V MEDU

Mitohondrijski genom, še posebej pa označevalec COI, ki ga vsebuje, je kot barcode – črtna koda – za razlikovanje med vrstami ustrezen pri živalih. Za taksonomsko identifikacijo rastlin pa je mitohondrijska COI neustrezna. MtDNK je namreč zaradi nizke stopnje substitucij neprimerna za taksonomske in sistematske študije pri rastlinah. Delovna skupina za rastline Konzorcija za črtno kodo življenja (CBOL) je ocenila več regij plazmidne DNK glede na univerzalnost, kakovost zaporedja in razlikovanje vrst ter priporočila uporabo kombinacije dveh lokusov delnih genov *rbcLa* in *matK* kot rastlinsko črtno kodo (CBOL Plant Working Group in sod., 2009). Žal univerzalni

lokusi za vrstno identifikacijo pri rastlinskih vrstah ne obstajajo. Druge študije predlagajo uporabo dodatnih lokusov (Kress & Erickson, 2007; Fazekas et al., 2008; China Plant BOL Group et al., 2011; Pang et al., 2012). Pri nekaterih rastlinskih skupinah določeni označevalci ne delujejo, na primer v nekaterih rodovih kritosemenk, kot sta *Salix* (Percy et al., 2014) in *Quercus* (Piredda et al., 2011) označevalci plazmidov morda sploh ne bodo delovali. V takih primerih je potrebno uporabiti jedrne fragmente.

Zaradi zgoraj opisane problematike, ki smo jo v preteklih sezonah zaznali tudi pri analizi naših vzorcev, smo se v letu 2024 pri vzpostavljanju protokolov osredotočili na botaničen izvor medu, v segmentu izboljšanja zanesljive in občutljive detekcije zastopanih rastlinskih vrst v vzorcu medu. Tako smo poleg dveh označevalcev za botanični izvor, ki smo jih preizkušali v prejšnji sezoni – jedrni označevalec ITS2 in kloroplastni označevalec trnL – uvedli še dodaten kloroplastni označevalec rbcLa.

Pri primerjavi analize NGS a pelodno analizo smo ugotovili, da analiza NGS zazna več rastlinskih taksonov kot pelodna analiza. Kljub temu je pelodna analiza nepogrešljiva, saj je standardizirana, v pelodni analizi se pojavljajo odčitki pelodov, ki jih v analizi NGS ni. Ena metoda ne more nadomestiti druge. Priporočamo, v kolikor je možno, hkratno uporabo obeh metod za pridobitev čimbolj celovite informacije.

V letu 2025 smo se osredotočili na entomološki izvor medu in optimizirali metode za pomnoževanje nukleotidnih fragmentov DNA maninih elementov (nevretenčarjev) iz vzorcev medu za potrebe NGS analiz. Glavni poudarek je bil na konstrukciji in preverjanju učinkovitosti različnih kombinacij oligonukleotidnih začetnikov. *In silico* analiza prileganja na nukleotidna zaporedja povzročiteljev medenja je pokazala, da so nova para Aphid1 in Aphid2 ter obstoječi par COI_H_F–COI_H_R med najbolj zanesljivimi in specifičnimi za NGS analize. V laboratoriju smo z gradientnim PCR nato potrdili uspešno pomnoževanje testnih vzorcev ušic rodu *Cinara*, pri čemer smo določili optimalne temperature naleganja (Aphid1: 55–60 °C, Aphid2: 46–52 °C).

Kljub splošno sprejeti primernosti označevalcev mitohondrijske DNA za določanje živalskih vrst se je pri določanju maninih elementov v medu pokazalo, da v nekaterih primerih niso optimalni. Variabilnost zaporedij med vrstami povzroči različno afiniteto vezave začetnikov, zato so PCR reakcije za posamezne vrste različno učinkovite, metoda pa ni kvantitativna. Pri razvoju začetnikov je treba upoštevati, da manjša specifičnost vezave omogoča pridobitev zaporedij širšega nabora vrst, a poveča tveganje za nastanek nespecifičnih produktov. Zaporedij kaparjev, pomembnih povzročiteljev medenja, nam navkljub uporabi degeneriranih začetnikov, ni uspelo pridobiti, zato bi bilo smiselno razviti specifične začetnike posebej zanje.

Nabor zaznanih vrst je bil kljub temu obsežen in predstavlja dragocen vir informacij o izvoru medu, ki ga z drugimi metodami ne bi mogli doseči. Skrbno načrtovani začetniki in optimizirani laboratorijski postopki sta ključna za določanje maninih elementov v zahtevni in heterogeni matrici, kot je med. Izboljšana obstoječa in dodatno novo razvita metodologija za določanje botaničnih in maninih elementov v medu nam omogoča poglobljeno analizo vzorcev medu. Ne glede na nekatere omejitve pri analizah, nam rezultati na podlagi molekularnih metod, v kombinaciji s pelodno, senzorično, kromatografsko in drugimi analizami, dajejo vpogled v sestavo slovenskega medu in pomagajo sklepati na preference čebel za določene paše v različnih obdobjih čebelarke sezone.

5.5 OCENA GOSTOTE IN KONKURENČNOSTI MED ČEBELJIMI DRUŽINAMI, KI TEKMUJEJO ZA ISTI VIR

Tri sezone, v katerih smo ugotavljali vpliv gostote in konkurenčnosti med čebeljimi družinami, so dale različne rezultate, ki pa so v svojem bistvu podobni: močnejša družina je bolj konkurenčna in čebelar lahko pričakuje bistveno več medu (primer leto 2025) oz. manjšo porabo zalog (primer leta 2023) v »suhem« delu leta.

V Sloveniji je večina virov medenja povezanih z drevesnimi vrstami; kmetijski posevki so manjšega pomena. Naša raziskava je pokazala, da lahko določeni posevki znatno pripomorejo k dvigu teže panja. Inkarnatka, ki cveti v maju je manj izpostavljena hladnemu vremenu kot oljna ogrščica, ki večinoma cveti v aprilu. Zato je inkarnatka lahko tudi pomemben vir medenja v osrednji Sloveniji. 15 ha je zadoščalo za 65 čebeljih družin znotraj 1 km kroga. Žal je semenska proizvodnja v Sloveniji omejena; vrste kot so inkarnatka, črna detelja ipd. se običajno spodorje pred cvetenjem. Ravno tako redke v Sloveniji so sončnice. V nekaterih predelih Evrope so kmetijske površine najpomembnejši vir medu.

Čebelarjevo bilanco oz. bilanco čebelje družine določa razlika med tem, ali čebela na povratku prinese v panj več medicine, kot jo je odnesla ob pašnem izletu. Pri tem sta pomembna velikost vira in razdalja do vira, dodatno pa še razvitost družine, kar določa delež nabiralk v družini. Glede na trend tehnic lahko zaključimo da vir, ki je cvetel v času spremljanja, ni zadostoval povpraševanju.

Čebelarska tehnika je zelo pomemben kos čebelarske opreme; čebelarje se ozavešča o njenem pomenu. Izkaže se, da je določitev povprečne družine izredno težka naloga, saj se čebelje družine med seboj ločijo tako po značaju kot po prehranskih preferencah. Zato so sistemi z več tehnicami na lokacijo zelo dobrodošli. Glavna kritika je nezanesljivost bolj kompleksnih sistemov. Pogosta pomanjkljivost kompleksnejših sistemov je večja poraba energije in manjša robustnost, zlasti če so nameščeni pod nakladnimi panji.

6 SPLOŠNE UGOTOVITVE

Donosi medu so v Sloveniji nezanesljivi in spremenljivi – odvisni so od vsakoletnih vremenskih razmer in bolezni. Učinkovitejše izkoriščanje alternativnih paš na višjih nadmorskih legah je ena od možnosti za optimizacijo pridelave medu. Da lahko ocenimo, koliko čebeljih družin lahko čebelarji pripeljejo na posamezno lokacijo in imajo z njimi še dobiček, moramo poznati dinamiko pojavljanja povzročiteljev medenja med sezonami in znotraj sezone.

V prvem triletnju perspektive 2023 - 2027 smo uspešno spremljali donose medu, vremenske razmere in medenje na 35 opazovalnih postajah. Z letom 2022 je to skupaj štiri leta podatkov. Pokazali so se prvi trendi in ugotovitve, katere lokacije so smiselne in katere ne. Hkrati je nujna študija kompeticije med družinami za iste vire, kar da metodologijo za preučevanje konkurenčnosti in optimalne gostote na viru.

Na novih lokacijah smo poleg tega spremljali in identificirali povzročitelje medenja. Za namen spremljanja virov medicinske pa smo vzpostavili protokole za molekularno identifikacijo botaničnih in entomoloških virov medenja. Ocenjujemo, da bo v prihodnje nujna dodatna optimizacija tako molekularnih kot bioinformatičnih analiz na tem področju ter navzkrižno primerjanje teh rezultatov tako s popisi taksonov v RS kot z dejanskimi organizmi, nabranimi v okolici merilnih postaj v času medenja.

Glavne ugotovitve so naslednje:

1. **Spremljanje medenja na višjih nadmorskih višinah:** Na 35 opazovalnih postajah se je spremljalo medenje. Pridobili smo izredno zanimive rezultate, izbrane lokacije pa se med seboj zelo razlikujejo. Nekatere so bile »donosne« vsa leta spremljanja. Pomanjkljivosti v pokritosti z omrežjem so povzročale težave pri posredovanju podatkov.
2. **Molekularne analize povzročiteljev medenja:** V letu 2025 je bilo identificiranih 13 vrst povzročiteljev medenja, pri čemer je bila največja vrstna pestrost znotraj rodov *Cinara* in *Myzocallis*. V treh sezonah smo skupno identificirali 26 vrst povzročiteljev medenja, od tega se jih je 14 pojavilo samo v posamezni sezoni.
3. **Kromatografske analize sladkorjev v mani:** Analize so razkrile prisotnost sladkorjev, ki niso bili zajeti v standardih HPLC in velike razlike v sestavi sladkorjev v mani med posameznimi povzročitelji medenja (tudi med takimi na isti drevesni vrsti). V letu 2025 smo dodatno identificirali sladkor turanozo ("neznana 7"), medtem ko "neznana 15" ostaja nedoločena, kljub pogosti prisotnosti in višjim koncentracijam. Rezultati potrjujejo, da je sestava mane odvisna predvsem od žuželke, ki jo izloča, ne toliko od rastline gostiteljice. Vse to nakazuje na potrebo po nadaljnjem raziskovanju in primerjavah med različnimi lokacijami, zunanjimi vplivi in povzročitelji.
4. **Vzpostavitev protokolov za določanje botaničnih in maninih elementov v medu:** Kombinacija različnih analiznih metod omogoča boljši vpogled v sestavo medu. Nadgradili smo metode za molekularno identifikacijo rastlinskih (2024) in entomoloških (2025) virov medu. Kombinacija NGS in pelodne analize se je izkazala kot najbolj celovit pristop, saj posamezna metoda sama ne daje popolne slike. Za entomološke vire smo razvili in optimizirali nove začetnike, ki bodo omogočili zanesljivo amplifikacijo DNK povzročiteljev medenja iz vzorcev medu z NGS.

5. **Ocena gostote in konkurenčnosti med čebeljimi družinami:** V nasprotju s prejšnjima letoma, je vir, ki je cvetel v času opazovanja, zadostoval potrebam čebel, kar se odraža na rezultatih tehtnic. Zaradi razlik med čebeljimi družinami je določanje povprečne družine težavno. Uporaba več tehtnic na vsaki lokaciji je zato priporočljiva, četudi so tovrstni – kompleksnejši – sistemi pogosto manj zanesljivi.

7 VIRI

Albrecht A.C. 2017. Illustrated identification guide to the Nordic aphids feeding on Conifers (Pinophyta) (Insecta,

Hemiptera, Sternorhyncha, Aphidomorpha). European Journal of Taxonomy 338: 1–160

Binazzi, A. & Scheurer, S. (2009). Atlas of the honeydew producing conifer aphids of Europe. Aracne. 132 pp. Einleitung

Bogdanov S. 2009. Harmonised methods of the International Honey Commission. Liebefeld, International Honey Commission, Bee Product Science (<https://www.ihc-platform.net/ihcmethods2009.pdf>)

Carter, C.R. & Maslen, N.R. (1982). Conifer Lachnids. Forestry Commission Bulletin No. 58, 75pp.

CBOL Plant Working Group¹ et al. (2009) CBOL Plant Working Group¹. Hollingsworth PM, Forrest LL, Spouge JL, Hajibabaei M, Ratnasingham S, van der Bank M, Chase MW, Cowan RS, Erickson DL, Fazekas AJ, Graham SW, James KE, Kim K-J, Kress WJ, Schneider H, van AlphenStahl J, Barrett SCH, van den Berg C, Bogarin D, Burgess KS, Cameron KM, Carine M, Chacón J, Clark A, Clarkson JJ, Conrad F, Devey DS, Ford CS, Hedderson TAJ, Hollingsworth ML, Husband BC, Kelly LJ, Kesanakurti PR, Kim JS, Kim Y-D, Lahaye R, Lee H-L, Long DG, Madriñán S, Maurin O, Meusnier I, Newmaster SG, Park C-W, Percy DM, Petersen G, Richardson JE, Salazar GA, Savolainen V, Seberg O, Wilkinson MJ, Yi D-K, Little DP. A DNA barcode for land plants. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2009;106(31):12794–12797. doi: 10.1073/pnas.0905845106.

China Plant BOL Group et al. (2011) China Plant BOL Group. Li DZ, Gao LM, Li HT, Wang H, Ge XJ, Liu JQ, Chen ZD, Zhou SL, Chen SL, Yang JB, Fu CX, Zeng CX, Yan HF, Zhu YJ, Sun YS, Chen SY, Zhao L, Wang K, Yang T, Duan GW. Comparative analysis of a large dataset indicates that internal transcribed spacer (ITS) should be incorporated into the core barcode for seed plants. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. 2011;108(49):19641–19646. doi: 10.1073/pnas.1104551108.

Chang F., Liu G.L., Liu C.J., Li M.M. 2015. Somatic Diseases (Cancer): Amplification-Based Next-Generation Sequencing. Clinical Genomics Elsevier Inc.

Chen S., Yao H., Han J., Liu C., Song J., Shi L., Zhu Y., Ma X., Gao T., Pang X., Luo K., Li Y., Li X., Jia X., Lin Y., Leon C. 2010. Validation of the ITS2 region as a novel DNA barcode for identifying medicinal plant species. PLoS ONE, 5, 1: 1–8

Elbrecht V and Leese F (2017) Validation and Development of COI Metabarcoding Primers for Freshwater Macroinvertebrate Bioassessment. Front. Environ. Sci. 5:11. doi: 10.3389/fenvs.2017.00011

Elflein, L. (2017). Spotlight Honey – Quality, Authenticity and Integrity: New approaches in sugar composition analysis for simultaneous honey quality and authenticity assessment. Eurofins@Anuga2017.

Fazekas et al. (2012) Fazekas AJ, Kuzmina ML, Newmaster SG, Hollingsworth PM. DNA barcodes. Totowa, NJ: Humana Press; 2012. DNA barcoding methods for land plants; pp. 223–252.

Folmer, O.; Black, M.; Hoeh, W.; Lutz, R.; Vrijenhoek, R. DNA primers for amplification of mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I from diverse metazoan invertebrates. *Mol. Mar. Biol. Biotechnol.* 1994, 3, 294–299.

Khansaritoreh E., Salmaki Y., Ramezani E., Akbari Azirani T., Keller A., Neumann K., Alizadeh K., Zarre S., Beckh G., Behling H. 2020. Employing DNA metabarcoding to determine the geographical origin of honey. *Heliyon*, 6, 11: e05596

Kress & Erickson (2007) Kress WJ, Erickson DL. A two-locus global DNA barcode for land plants: the coding *rbcL* gene complements the non-coding *trnH-psbA* spacer region. *PLOS ONE*. 2007;2(6):e508. doi: 10.1371/journal.pone.0000508.

Lubiarz M., Iwaszko E. (2015), Morphology of fundatrices of the genus *Periphyllus* (Hemiptera: Aphididae) on *Acer platanoides* in Poland with the first description of fundatrices of two species, *Zoologischer Anzeiger - A Journal of Comparative Zoology*, Volume 258, 2015, Pages 6-12,

Marques Joana F. , Winde Inis , Jönsson Anna Maria , Anderbrant Olle. 2023. Taxonomic relationship among four European *Physokermes* species (Hemiptera: Coccothymus) based on nuclear and mitochondrial DNA, *Frontiers in Forests and Global Change*, DOI=10.3389/ffgc.2023.1167541

Moškrič, Ajda ; Prešern, Janez ; Marinč, Andraž ; Mole, Katarina ; Bozovičar, Aleš; Debelak, Aljaž; Žerovnik, Tina. 2022. Raziskava iskanja alternativnih paš in karakteristike medu v povezavi s povzročitelji medenja : programsko obdobje 2020-2022; poročilo o izvedenih nalogah v letu 2022

M Mirdita, M Steinegger, F Breitwieser, J Söding, E Levy Karin, Fast and sensitive taxonomic assignment to metagenomic contigs, *Bioinformatics*, Volume 37, Issue 18, 15 September 2021, Pages 3029–3031, <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btab184>

Pang et al. (2012) Pang X, Liu C, Shi L, Liu R, Liang D, Li H, Cherny SS, Chen S. Utility of the *trnH-psbA* intergenic spacer region and its combinations as plant DNA barcodes: a meta-analysis. *PLOS ONE*. 2012;7(11):e48833. doi: 10.1371/journal.pone.0048833. [PMC free article] [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

Percy et al. (2014) Percy DM, Argus GW, Cronk QC, Fazekas AJ, Kesanakurti PR, Burgess KS, Husband BC, Newmaster SG, Barrett SCH, Graham SW. Understanding the spectacular failure of DNA barcoding in willows (*Salix*): does this result from a trans-specific selective sweep? *Molecular Ecology*. 2014;23:4737–4756. doi: 10.1111/mec.12837. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

Piredda et al. (2011) Piredda R, Simeone MC, Attimonelli M, Bellarosa R, Schirone B. Prospects of barcoding the Italian wild dendroflora: oaks reveal severe limitations to tracking species identity. *Molecular Ecology Resources*. 2011;11(1):72–83. doi: 10.1111/j.1755-0998.2010.02900.x. [PubMed] [CrossRef] [Google Scholar]

Prešern, Mihelič, Kobal. Growing stock of nectar- and honeydew-producing tree species determines the beekeepers' profit. *For Eco Management* 2019, 448, 490 - 498.

Rihar J. (1992), *Mana iglavcev - napovedovanje gozdnega medenja*. Ljubljana: Pansan.

Sathishkumar R., Balachandran K.R.S., Mohanasundaram S. 2015. DNA barcoding: a geno-mic-based tool for authentication of phytomedicinals and its products. *Botanics: Tar-gets and Therapy*, 77

Shokralla S., Spall J.L., Gibson J.F., Hajibabaei M. 2012. Next-generation sequencing technologies for environmental DNA research. *Molecular Ecology*, 21, 8: 1794–1805

Šivic F. Gozdna paša. Spletna stran ČZS. (<https://www.czs.si/content/C42>)

Prosser S.W.J., Hebert P.D.N. 2017. Rapid identification of the botanical and entomological sources of honey using DNA metabarcoding. *Food Chemistry*, 214: 183–191

Ronquist F, Teslenko M, van der Mark P, Ayres DL, Darling A, Höhna S, Larget B, Liu L, Suchard MA, Huelsenbeck JP. MrBayes 3.2: efficient Bayesian phylogenetic inference and model choice across a large model space. *Syst Biol.* 2012 May;61(3):539-42. doi: 10.1093/sysbio/sys029. Epub 2012 Feb 22. PMID: 22357727; PMCID: PMC3329765.

Utzeri, V.J., Schiavo, G., Ribani, A. et al. Entomological signatures in honey: an environmental DNA metabarcoding approach can disclose information on plant-sucking insects in agricultural and forest landscapes. *Sci Rep* 8, 9996 (2018). <https://doi.org/10.1038/s41598-018-27933-w>

Voelkerding K. V., Dames S.A., Durtschi J.D. 2009. Next-generation sequencing: from basic research to diagnostics. *Clinical Chemistry*, 55, 4: 641–658