



Kmetijski inštitut Slovenije

Oddelek za živinorejo

Čebelarstvo

Hacquetova ulica 17

SI-1001 Ljubljana

Slovenija

T: 01 280 51 74

F: 01 280 52 55

PROJEKTNA NALOGA št. 430-60/2023

RAZVOJ IN TESTIRANJE TEHNOLOGIJ ZA POVEČANJE EKONOMIČNOSTI IN TRAJNOSTI V UPRAVLJANJU S ČEBELJIMI DRUŽINAMI PREKO INOVACIJSKIH PROJEKTOV za obdobje 2023 – 2025

Poročilo o izvedenih nalogah v letu 2025



Vodja naloge:

dr. Maja Ivana SMODIŠ ŠKERL

Poročilo pripravili:

doc. dr. Maja Ivana SMODIŠ ŠKERL

doc. dr. Janez Prešern

dr. Ajda Moškrič

Manca Kojek

Katarina Jenko

Mirjam Javornik

31. julij 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 Programom podintervencije Razvoj in testiranje tehnologij za povečanje ekonomičnosti in trajnosti v upravljanju s čebeljimi družinami preko inovacijskih projektov za obdobje 2023 – 2025, ki je objavljen na spletni strani Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Kmetijskim inštitutom Slovenije s številko 2330-23-111031.

Raziskava je v skladu z javnim naročilom in zajema primerjavo treh različnih panjskih tehnologij na treh lokacijah v različnih klimatskih pogojih. V okviru raziskave smo vzdrževali 72 panjev (LR, AŽ 10 in AŽ 11+3) s čebeljimi družinami na treh lokacijah (Senično, Jable in Štanjel). Spremljali smo težo panjev, merili temperaturo v panju in zalegi, ocenjevali razvoj družin in merili porabo časa in materiala na lokaciji Jable. Anketo je izvedel podizvajalec Biotehnična fakulteta Univerze v Ljubljani.

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.

POVZETEK	1
1 UVOD.....	2
2 METODE DELA	4
2.1 OSKRBA ČEBELJIH DRUŽIN	4
2.2 ELEKTRONSKE TEHTNICE IN SENZORJI	7
2.3 OCENJEVANJE RAZVOJA DRUŽIN	11
2.4 MERJENJE PORABE ČASA IN MATERIALA TER MERITVE RAZVOJA DRUŽIN	12
2.5 ANKETA ZA ČEBELARJE.....	12
3 REZULTATI.....	13
3.1 OCENJEVANJE ČEBELJIH DRUŽIN	13
3.2 TEMPERATURA V PANJU IN ZALEGI, DONOS MEDU	15
3.2.1 <i>Temperatura in relativna vlaga na lokacijah, v panjih in zalegi</i>	15
3.2.2 <i>Donos medu</i>	55
3.3 IZVAJANJE IN TRAJANJE ČEBELARSKIH OPRAVIL, STROŠEK HLAJENJA, PORABA MATERIALA, OCENJEVANJE DRUŽIN	59
3.4 ANKETA ZA ČEBELARJE.....	60
4 INTERPRETACIJA REZULTATOV	62
4.1 TEMPERATURA IN VLAGA V PANJIH IN ZALEGI	62
4.1.1 <i>Temperatura in relativna vlaga v 2023/2024</i>	62
4.1.2 <i>Temperatura in relativna vlaga v panjih v 2024/2025.....</i>	62
4.2 OCENJEVANJE ČEBELJIH DRUŽIN.....	65
4.3 DONOS MEDU	66
4.3.1 <i>Tehtnice</i>	66
4.3.2 <i>Pridelek medu.....</i>	67
4.4 PORABA ČASA IN MATERIALA	68
4.5 RAZPRAVA O REZULTATIH ANKETE S ČEBELARJI IN PRIMERJAVA Z UGOTOVITVAMI RAZISKAVE	68
4.6 ZAKLJUČEK	69
5 SPLOŠNE UGOTOVITVE	71
6 LITERATURA	72
PRILOGA.....	1

KAZALO SLIK

Slika 1. Lokacije čebelnjakov in prostorski prikaz podnebnih tipov za območje Slovenije (po Kozjek, 2016). Zvezdice označujejo lokacije čebelnjakov: na sredini – Jable, zgoraj - Senično in spodaj - Štanjel.	4
Slika 2. Lokacija Jable (osrednjeslovenska regija). Panjski sistemi (A) AŽ 10, (B) AŽ 11+3 in (C) LR. Številka čebelnjaka SI318082.	5
Slika 3. Lokacija Senično (gorenjska regija). (A) panjski sistemi AŽ 11+3 in AŽ 10, (B) LR. Številka čebelnjaka SI118581.	6
Slika 4. Lokacija Štanjel (obalno-kraška regija). Panjski sistemi od leve proti desni: AŽ 10, AŽ 11+3 in LR. Številka čebelnjaka SI355894.	6
Slika 5. Skica lokacij z nameščenimi senzorji Senzemo, data loggerji (LOG210) in elektronskimi tehtnicami) v postavitvi od julija 2024 do julija 2025.	8
Slika 6. Skica lokacij in nova razporeditev senzorjev Senzemo, Hygrochron gumbkov in tehtnic od julija 2025.	8
Slika 7. Na novo postavljen solarni panel z GateWay in LoRaWan za prenos podatkov senzorjev Senzemo v čebelnjaku Štanjel.	9
Slika 8. Postavitev senzorjev v panje: senzorji zadaj (A) v AŽ10 in (B) AŽ11+3 panjih na vseh treh lokacijah.	9
Slika 9. Senzorji v AŽ10 (A) in AŽ11+3 (B) spodaj ter in v LR pod pokrovom (C) v Seničnem in Jablah, rdeča puščica.	10
Slika 10. Senzorji so na vseh treh lokacijah nameščeni na sredino zalege in v Štanjelu tudi v medišče v vseh panjskih sistemih: (A) AŽ10, (B) AŽ11+3 in (C) LR, rdeča puščica.	10
Slika 11. Vremenska postaja (Senzemo ; Hygrochron) (A). Dodatni senzorji Hydrochron: na žrelu LR (B) in AŽ (C) ter ob zadnji steni plodiščne naklade LR (D), rdeča puščica.	11
Slika 12. Ocenjevanje razvoja čebeljih družin. Štetje kvadratkov z zalego s pomočjo mreže in število zasedenih ulic s čebelami.	12
Slika 13. Povprečna površina zalege (cm ²) za loakcijo Jable in Senično, v maju 2025.	13
Slika 14. Povprečna površina zalege za lokacijo Štanjel, v maju 2025.	14
Slika 15. Povprečno število zasedenih ulic za lokacije Jable, Senično in Štanjel, v maju 2025.	15
Slika 16. Jable. Temperatura v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).	17
Slika 17. Jable. Vlaga v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).	18
Slika 18. Temperatura v panju – senzor zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR), primerjava z meritvami z vremenske postaje.	19

Slika 19. Vlaga v panju – senzor zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR), primerjava z meritvami z vremenske postaje.	20
Slika 20. Jable. Temperatura spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).	21
Slika 21. Jable. Vlaga spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).	22
Slika 22. Jable. Temperatura spomladi v zalegi in primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).	23
Slika 23. Jable. Vlaga spomladi v zalegi in primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja). ...	24
Slika 24. Jable. Temperatura poleti v panjih zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).	25
Slika 25. Jable. Vlaga poleti v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).	26
Slika 26. Temperatura v panju, senzor v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	27
Slika 27. Vlaga v panju, senzor v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja)...	28
Slika 28. Senično. Temperatura v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	29
Slika 29. Senično. Vlaga v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	30
Slika 30. Senično. Temperatura spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	31
Slika 31. Senično. Vlage spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	32
Slika 32. Senično. Temperatura jeseni v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	33
Slika 33. Senično. Vlaga jeseni v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja)...	34
Slika 34. Senično. Temperatura spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	35
Slika 35. Senično. Vlaga spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	36
Slika 36. Senično. Temperatura spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	37

Slika 37. Senično. Vlaga spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).....	38
Slika 38. Senično. Temperatura spomladi v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	39
Slika 39. Senično. Vlaga v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	40
Slika 40. Štanjel. Temperatura v zalegi jeseni (november). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).....	41
Slika 41. Štanjel. Vlaga v zalegi jeseni (november). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	42
Slika 42. Štanjel. Temperatura jeseni (november) v panju. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).....	43
Slika 43. Štanjel. Vlaga jeseni (november) v panju. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	44
Slika 44. Štanjel. Temperatura spomladi v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	45
Slika 45. Štanjel. Vlaga spomladi v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	46
Slika 46. Štanjel. Temperatura spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).....	47
Slika 47. Štanjel. Vlaga spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).....	48
Slika 48. Štanjel. Temperatura (julij) poleti v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	49
Slika 49. Štanjel. Vlaga poleti (julij) v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	50
Slika 50. Štanjel. Temperatura (julij) poleti v medišču. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	51
Slika 51. Štanjel. Vlaga poleti (julij) v medišču. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	52
Slika 52. Štanjel. Temperatura poleti (julij) v zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).	53
Slika 53. Štanjel. Vlaga poleti (julij) v zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).....	54
Slika 54. Jable. Donos tehnic od aprila do julija 2025.....	56

Slika 55. Senično. Donos tehtnic od aprila do julija 2025.	57
Slika 56. Štanjel. Donos tehtnic od aprila do julija 2025.	57

KAZALO TABEL

Tabela 1. Površina zalege v maju in juliju 2025.	14
Tabela 2. Število zasedenih ulic v maju 2025.	15
Tabela 3. Povprečne letne vrednosti temperature in vlage na lokacijah od junija 2024 do julija 2025.	16
Tabela 4. Temperatura v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.11. do 25.11.2024.	17
Tabela 5. Relativna vlaga v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.11. do 25.11.2024.	18
Tabela 6. Temperatura v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.5. do 25.5.2025.	19
Tabela 7. Vlaga v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.5. do 25.5.2025.	20
Tabela 8. Temperatura v panjih spodaj in v medišču v Jablah v obdobju 23.5 do 25.5. 2025.	21
Tabela 9. Relativna vlaga spodaj in v medišču v panjih v Jablah obdobju 23.5 do 25.5. 2025.	22
Tabela 10. Temperatura v zalegi v Jablah v obdobju 23.5 do 25.5.2025.	23
Tabela 11. Relativna vlaga v zalegi v obdobju 23.5 do 25.5.2025.	24
Tabela 12. Temperatura v panju – senzor zadaj in pod pokrovom Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.	25
Tabela 13. Vlaga v panju – senzor zadaj in pod pokrovom v Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.	26
Tabela 14. Temperatura v panju – senzor v zalegi Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.	27
Tabela 15. Vlaga v panju – senzor v zalegi na lokaciji v Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.	28
Tabela 16. Temperatura v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.11. in 25.11.2025.	29
Tabela 17. Relativna vlaga v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.11. in 25.11.2024.	30
Tabela 18. Temperatura v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.5. in 25.5.2025.	31
Tabela 19. Relativna vlaga v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.5. in 25.5.2025.	32
Tabela 20. Temperatura v zalegi v obdobju 23.11 do 25.11.2024.	33
Tabela 21. Vlaga v zalegi v obdobju 23.11 do 25.11.2024 v Seničnem.	34
Tabela 22. Temperatura v panju - senzor spodaj in v medišču v Seničnem v obdobju 23.5 do 25.5. 2025.	35
Tabela 23. Relativna vlaga spodaj in v medišču v panjih v Seničnem obdobju 23.5 do 25.5. 2025.	36
Tabela 24. Temperatura v panju - senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.	37

Tabela 25. Relativna vlaga v panju - senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.	38
Tabela 26. Temperatura v zalegi v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.	39
Tabela 27. Relativna vlaga v panju - v zalegi v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.	40
Tabela 28. Temperatura v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23. do 25.11. 2024.	41
Tabela 29. Vlaga v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23. do 25.11. 2024.	42
Tabela 30. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 23. do 25.11.2024.	43
Tabela 31. Vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 23. do 25.11.2024.	44
Tabela 32. Temperatura v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23.5. do 25.5. 2025.	45
Tabela 33. Relativna vlaga v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23.5. do 25.5. 2025.	46
Tabela 34. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 23.5. in 25.5.2025.	47
Tabela 35. Relativna vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 23.5. do 25.5.2025.	48
Tabela 36. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.	49
Tabela 37. Relativna vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.	50
Tabela 38. Temperatura v medišču na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.	51
Tabela 39. Vlaga v medišču na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.	52
Tabela 40. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.	53
Tabela 41. Vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.	54
Tabela 42. Povprečni donos glede na panjski sistem in lokacijo v 2025.	55
Tabela 43. Donos po panju po posameznem stojišču.	56
Tabela 44. Pridelek po panjskem sistemu v letu 2025.	58
Tabela 45. Skupna količina pridelka medu in število točenj po lokaciji.	58
Tabela 46. Izvajanje čebelarskih opravil od 1.7.2024 do 4.7.2025.	60
Tabela 47. Povprečna poraba materiala od 1.7.2024 do 4.7.2025.	60

POVZETEK

V okviru triletna naloge (2023–2025) smo razvijali in testirali tehnologije za izboljšanje ekonomičnosti in trajnosti čebelarstva z uporabo sodobnih panjskih sistemov (AŽ 10, AŽ 11+3, LR) in digitalnih merilnih orodij. Na treh lokacijah z različnimi klimatskimi pogoji (Jable – osrednjeslovenska regija, Senično – gorenjska regija, Štanjel – obalno-kraška regija) smo spremljali 72 čebeljih družin ter sistematično beležili temperaturo in vlago v panjih, razvoj zalege, porabo časa in materiala, ter medonosnost. Panj AŽ11+3 se je izkazal kot najbolj stabilen sistem glede mikroklima, z uravnoteženo temperaturo in vlago skozi vse leto. Ponuja visoko produktivnost v ugodnih razmerah (Štanjel), a je občutljiv na neustrezne pogoje (Senično). AŽ10 je bil najučinkovitejši v poletnem obdobju, s stabilno klimo in najnižjo porabo materiala; dosegel je najvišji povprečni pridelek v Jablah (21,21 kg/panj). LR panji omogočajo hiter spomladanski razvoj (npr. Senično), vendar so poleti izpostavljeni pregrevanju in imajo najvišjo porabo materiala, a tudi najnižjo časovno zahtevnost. Notranja klima v panjih sledi sezonskim vzorcem, z najvišjo stabilnostjo v AŽ11+3 in najmočnejšim uravnavanjem v AŽ10 poleti. Razvoj čebeljih družin je bil izrazito odvisen od letnega časa in lokacije, medtem ko je bil pridelek medu največji v Štanjelu (833 kg skupno), z največjo povprečno vrednostjo pri AŽ10 v Jablah. Anketni podatki kažejo visoko navezanost na tradicionalne panje, a tudi pripravljenost na uvajanje sodobnih tehnologij. Raziskava potrjuje, da ni univerzalno najboljšega sistema – uspešnost je odvisna od lokalnih razmer in ciljev čebelarja, kar zahteva prilagodljiv in podatkovno podprt pristop k sodobnemu čebelarjenju. Projekt prispeva k razumevanju vpliva panjskih sistemov na biološke in ekonomske kazalnike ter postavlja temelje za podatkovno podprto in trajnostno čebelarstvo v Sloveniji. Nadaljnji poudarek bo namenjen prenosu znanja in izobraževanju čebelarjev za uporabo teh tehnologij v praksi.

1 UVOD

Slovensko čebelarstvo ostaja izpostavljeno številnim izzivom, ki jih povzročajo podnebne spremembe, nestanovitni vremenski vzorci in vse bolj nepredvidljiva paša. V takih razmerah je prilagajanje s pomočjo sodobnih tehnoloških rešitev ključnega pomena za ohranjanje ekonomske vzdržnosti čebelarstva. Uporaba digitalnih orodij in senzorjev omogoča boljše spremljanje razmer v panjih in okolici, s čimer se povečuje učinkovitost dela, odpornost čebeljih družin ter možnosti pravočasnega odzivanja na okoljske spremembe.

V letu 2023 smo vzpostavili čebelnjake na treh lokacijah po Sloveniji: Jable, osrednjeslovenska regija, Senično, gorenjska regija in Štanjel, obalno-kraška regija. Postavili smo panjske tehnologije AŽ 10, AŽ 11+3 in LR ter jih naselili s čebelami in mladimi sestrskimi maticami. Namestili smo elektronske tehtnice in data loggerje za meritve teže, temperature in vlage. V letu 2024 smo pričeli s spremljanjem porabe časa in materiala na lokaciji Jable, ocenjevali družine in merili donosnost na vseh treh lokacijah. Meritve mikroklimе smo nadgradili s senzorji Senszemo, ki izmerke pošiljajo v platformo na 10 minut. V programskem letu 2025 smo senzorje še nadgradili ter nadaljevali zbiranje podatkov o razvoju čebeljih družin v različnih klimatskih in pašnih pogojih. Poseben poudarek smo namenili spremljanju temperature in vlage v panjih, saj ti dejavniki pomembno vplivajo na razvoj zalege in zdravstveno stanje čebel. Na vseh treh lokacijah (Štanjel, Jable in Senično) smo razširili merilno infrastrukturo z dodatnimi senzorji, med njimi Senszemo naprave ter Hygrochron merilce (gumbke). Meritve so do julija 2025 potekale v zalegi, na zadnji strani AŽ panjev in pod pokrovom LR panjev. Z julijem smo razširili merjenje še v medišče, pod satjem oz. na žrelu na zadnji steni panjev (AŽ in LR), kar bo v prihodnje omogočalo boljše razumevanje notranje mikroklimе posameznega panjskega sistema in vpliv lokacije. **V poročilu podajamo rezultate in primerjavo panjskih tehnologij za vsa tri leta trajanja naloge.**

Raziskava se osredotoča na oceno ekonomske upravičenosti različnih tehnoloških rešitev, vključno z merjenjem donosa medu, beleženjem porabe časa in materiala ter oceno odziva čebeljih družin na različne ukrepe. Zbiranje in analiza teh podatkov bosta prispevala k oblikovanju priporočil za čebelarje, kako s pomočjo tehnologije izboljšati učinkovitost in trajnost upravljanja s čebeljimi družinami. Z anketo smo pridobili več podatkov o načinu čebelarjenja v Sloveniji ter vpogled v trenutno stanje. Izkazalo se je, da so čebelarji pripravljeni izboljšati delo s čebelami, vendar se pri tem pojavljajo izzivi, ki so neposredno povezani s starostno strukturo in navezanostjo na tradicijo.

Vlaganje v razvoj odpornega in prilagodljivega čebelarstva, ki temelji na podatkih in tehnoloških rešitvah, ostaja nujno za dolgoročno stabilnost sektorja. Poudarek v nadaljevanju naloge bo tudi na prenosu znanja

in izkušenj v prakso ter izobraževanju čebelarjev za uporabo novih tehnologij in tehnoloških izboljšav v vsakdanjem delu.

Vzdrževanje stabilnih mikroklimatskih pogojev v panju je eden ključnih dejavnikov za zdrav razvoj čebelje družine, njeno imunološko odpornost in dolgoročno produktivnost. Temperatura in relativna vlaga v območju zalege neposredno vplivata na razvoj ličink in vitalnost odraslih čebel, medtem ko spremembe v masi panja pogosto napovedujejo spremembe donosa, rojenje ali druge ključne dogodke v družini (Senger in sod., 2024; Guesmi in sod., 2024). Natančno spremljanje teh parametrov s pomočjo digitalnih senzorjev je postalo osrednje orodje sodobnega čebelarstva, saj omogoča sprotno zaznavanje stanja v panju in zgodnje odkrivanje stresnih pojavov, ki jih klasične metode pogosto zaznajo prepozno ali preveč invazivno (Cecchi in sod., 2020; Hunor in sod., 2024).

Raziskave so potrdile, da čebelje družine tudi v zelo različnih klimatskih razmerah uspešno vzdržujejo optimalno temperaturo in vlago v območju zalege, kar je rezultat kompleksnih vedenjskih prilagoditev, kot so aktivna ventilacija, regulacija vlažnosti z vodo in usklajena termoregulacija (Senger in sod., 2024; Kamboj in sod., 2024). Kljub tej prilagodljivosti pa podnebne spremembe in povečana vremenska nihanja predstavljajo vse večji izziv za vzdrževanje stabilne notranje klime v panjih (O'Connell in sod., 2024; Rowland in sod., 2021).

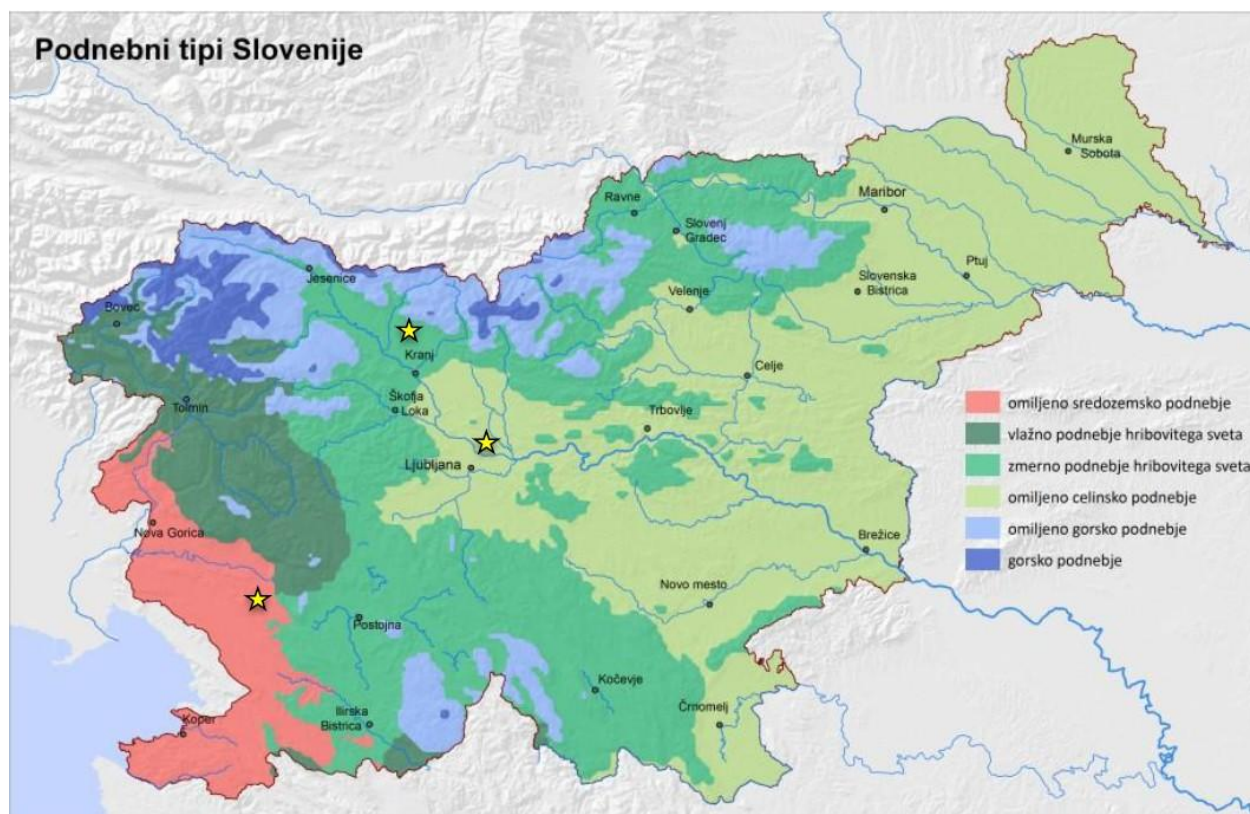
S celovitim pristopom, ki združuje senzorske meritve, regijsko primerjalno analizo, donosnost, biološki razvoj čebeljih družin in čebelarstvo prakso, smo želeli ovrednotiti uporabnost sodobnih panjskih tehnologij v različnih okoljskih pogojih in preveriti, v kolikšni meri lahko s podatki podprto čebelarjenje izboljša odzivnost, učinkovitost ter dolgoročno vzdržnost čebelarstva v Sloveniji.

2 METODE DELA

2.1 OSKRBA ČEBELJIH DRUŽIN

Programsko obdobje junij – julij 2023

V letu 2023 so bili vzpostavljeni trije čebelnjaki na lokacijah Jable (Osrednjeslovenska regija), Senično (Gorenjska regija) in Štanjel (Obalno-kraška regija), slika 1. Na vsaki lokaciji je bilo postavljenih po 24 panjev različnih panjskih sistemov: AŽ 10 (Alberti – Žnideršič, 10 – satni panj), AŽ 11+3 (Alberti – Žnideršič, 11+3 satni panj) in LR (Langstroth – Root), skupaj 72 panjev. Uporabljene so bile elektronske tehnice BeeConn z daljinskim prenosom podatkov, napajane preko solarnega panela ali baterij. Panje smo na novo naselili s čebelami in sati ter mladimi sestrskimi maticami. Pričeli smo s spremljanjem začetnih meritev mase in pogojev okolja.



Slika 1. Lokacije čebelnjakov in prostorski prikaz podnebnih tipov za območje Slovenije (po Kozjek, 2016). Zvezdice označujejo lokacije čebelnjakov: na sredini – Jable, zgoraj - Senično in spodaj - Štanjel.

Programsko obdobje avgust 2023 – julij 2024

V letu 2024 smo nalogo nadaljevali na enakih lokacijah z 72 panji. Spremljali smo temperaturo in vlago v panjih in zalegi z data loggerji ter s senzorji (Senzemo, Senstick), ocenjevali razvoj družin (zasedenost ulic s čebelami, površina zalege), spremljali porabo materiala in časa (na lokaciji Jable), ter izvedli anketo med čebelarji. Na lokaciji Senično je bila zaradi pojava poapnele zalege izvedena prenova vseh družin.

Programsko obdobje avgust 2024 – julij 2025

V tretjem programskem obdobju smo na treh različnih lokacijah z različnimi klimatskimi pogoji vzdrževali tri čebelnjake: Jable, Senično in Štanjel, slike 2-4. Čebelje družine smo oskrbovali v skladu z dobro čebelarsko prakso. Na vseh lokacijah smo čebelje družine tretirali proti varoji in jih ustrezno krmili. Izenačene družine smo spremljali in ocenjevali po programu naloge.



Slika 2. Lokacija Jable (osrednjeslovenska regija). Panjski sistemi (A) AŽ 10, (B) AŽ 11+3 in (C) LR. Številka čebelnjaka SI318082.



A



B

Slika 3. Lokacija Senično (gorenjska regija). (A) panjski sistemi AŽ 11+3 in AŽ 10, (B) LR. Številka čebelnjaka SI118581.



Slika 4. Lokacija Štanjel (obalno-kraška regija). Panjski sistemi od leve proti desni: AŽ 10, AŽ 11+3 in LR. Številka čebelnjaka SI355894.

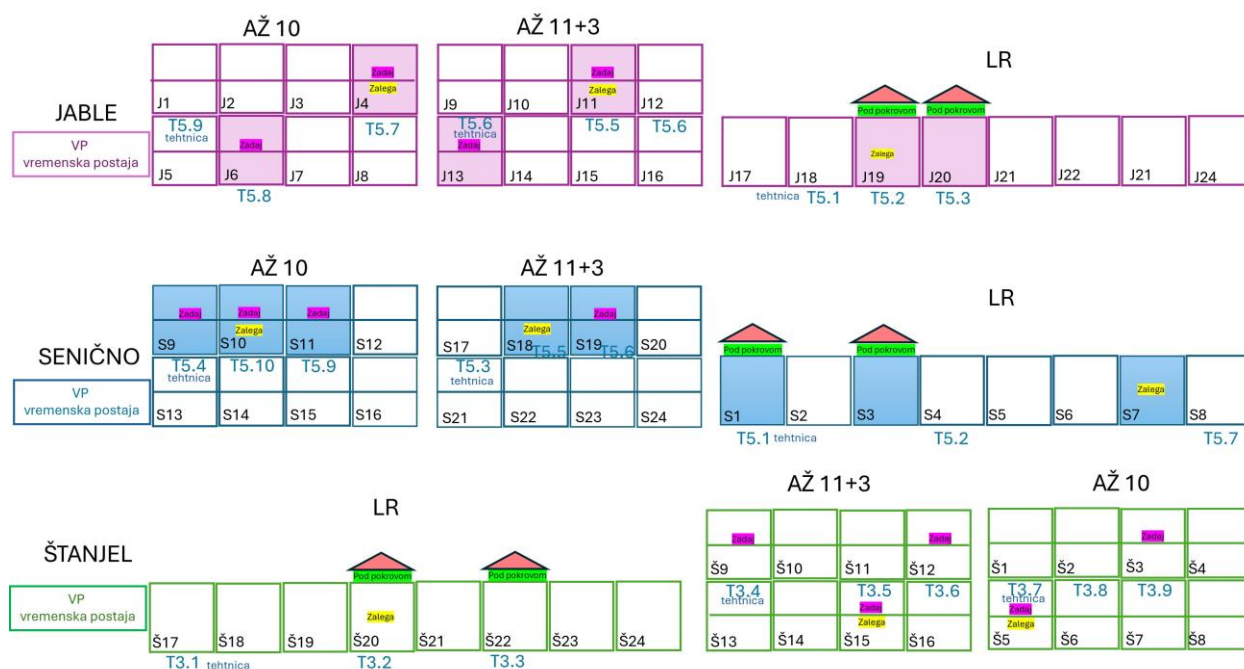
Poleg spremljanih lokacij imamo rezervne družine ali opremo še na lokaciji v Ljubljani, na Mengeškem polju, Brdu pri Kranju, na Rašici in v Rojah. Na lokacije so se vozili člani delovne skupine (dokazila so izjava o sestavi delovne skupine, časovnice, dnevniki aktivnosti in potni nalogi). Na nekatere druge lokacije smo se peljali zaradi nabave materiala (čebelarstva oprema in material, čebelje matice). Pri vseh čebelarstvih opravilih so sodelovali tudi študentje preko študentskega servisa (člani delovne skupine: Laura Marjetka Košič, Klara Gajšek, Lucija Dolinar, Sara Grmek, Mojca Lazar). Dokazila so računi za študentsko delo.

Za potrebe izdelave okvirjev za senzorje (v zalegi, medišču) smo nabavili orodje (razno orodje: klešče, kladivo, vrtalnik-vijačnik akumulatorski s pripadajočim setom ključev, kovček za orodje). Za delo v čebelnjaku smo nabavili dimak, vilice za odkrivanje satja, pokrove za LR panje, zdravilo Apivar in izolacijsko transportno škatlo, refraktometer za meritve vlage v medu, luknjač za satnike, cvetni prah, matične rešetke. Tehnice pošiljajo podatke preko telefonskega omrežja, kar smo mesečno plačevali preko naročin (Telekom Slovenije). Senzorji in nekaj tehnic (LR panji) se napajajo preko baterij, ki smo jih prav tako nabavili. Za vizualizacijo in obdelavo podatkov smo zakupili letno naročnino za spletno orodje Julius.

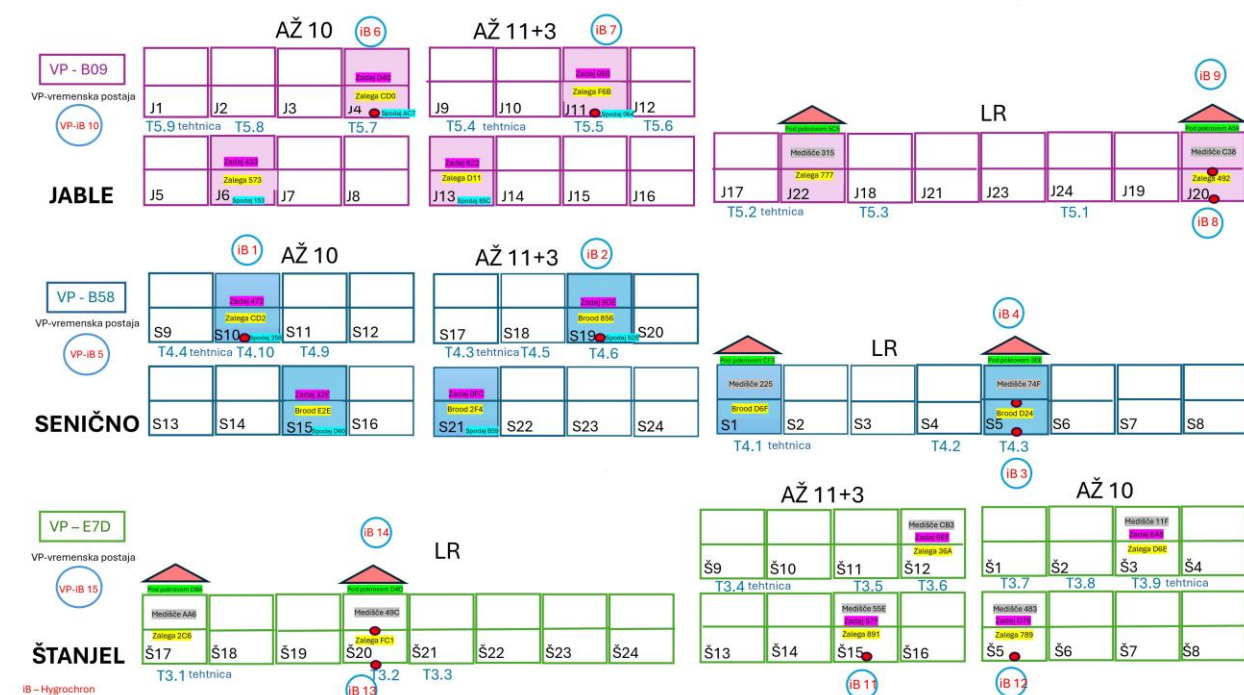
2.2 ELEKTRONSKE TEHTNICE IN SENZORJI

V tretjem letu izvedbe naloge smo merili temperaturo in relativno vlago v panjih in zalegi, in sicer z data loggerji (LOG210) in elektronskim daljinskim merjenjem s senzorji (Senzemo, Senstick), ter težo panjev s čebelarstvi tehnicami BeeConn (slika 5). Vsaka lokacija je imela senzor (VP – vremenska postaja) za vremenske meritve (slike 5, 6 in 11A). V novembru 2024 smo zakupili uporabo platforme za spremljanje senzorjev preko računalnika v realnem času.

V začetku leta 2025 smo nabavili dodatne senzorje, solarni panel z GateWay in LoRaWan za prenos podatkov v platformo. V obdobju od maja do julija smo inštalirali dodatne senzorje v Seničnem in Jablah, nato še na lokaciji Štanjel. Na novo smo namestili 19 Senzemo senzorjev in dodatno na vseh lokacijah manjše senzorje - gumbke ('iB', Hygrochron) na predele v panju: žrelo (AŽ10, AŽ 11+3, LR) in znotraj zadnje stene LR panja (slika 6, rdeče pike). V marcu smo v LR panjih zamenjali pokrove s plastičnimi, ker imajo možnost zračenja in so bolj priročni. Skica trenutne postavitve senzorjev v Štanjelu z začetkom v mesecu juliju 2025 je prikazana na sliki 6.



Slika 5. Skica lokacij z nameščenimi senzorji Senszemo, data loggerji (LOG210) in elektronskimi tehtnicami v postavitvi od julija 2024 do julija 2025.



Slika 6. Skica lokacij in nova razporeditev senzorjev Senszemo, Hygrochron gumbkov in tehtnic od julija 2025.



Slika 7. Na novo postavljen solarni panel z GateWay in LoRaWan za prenos podatkov senzorjev Senszemo v čebelnjaku Štanjel.

Meritve temperature in vlage se beležijo na 10 minut. Senzorji so nameščeni v dveh družinah na panjski sistem, na vsaki od lokacij. V AŽ10 in AŽ11+3 sistemih so senzorji nameščeni v panjih zadaj (slika 8A in B) in spodaj (slika 9A in B), v LR pod pokrovom (slika 9C), ter v zalegi (slika 10A in B) in medišču (slika 10C). Zunanjo temperaturo in vlago merijo merilne postaje z istimi senzorji (slika 11A).

Dodatno smo v juliju vstavili Hygrochron gumbke na pozicijo žrela v AŽ in LR panju, v zadnji del stene plodišča LR panja in pri čebelnjaku kot vremensko postajo (slika 11A-C).



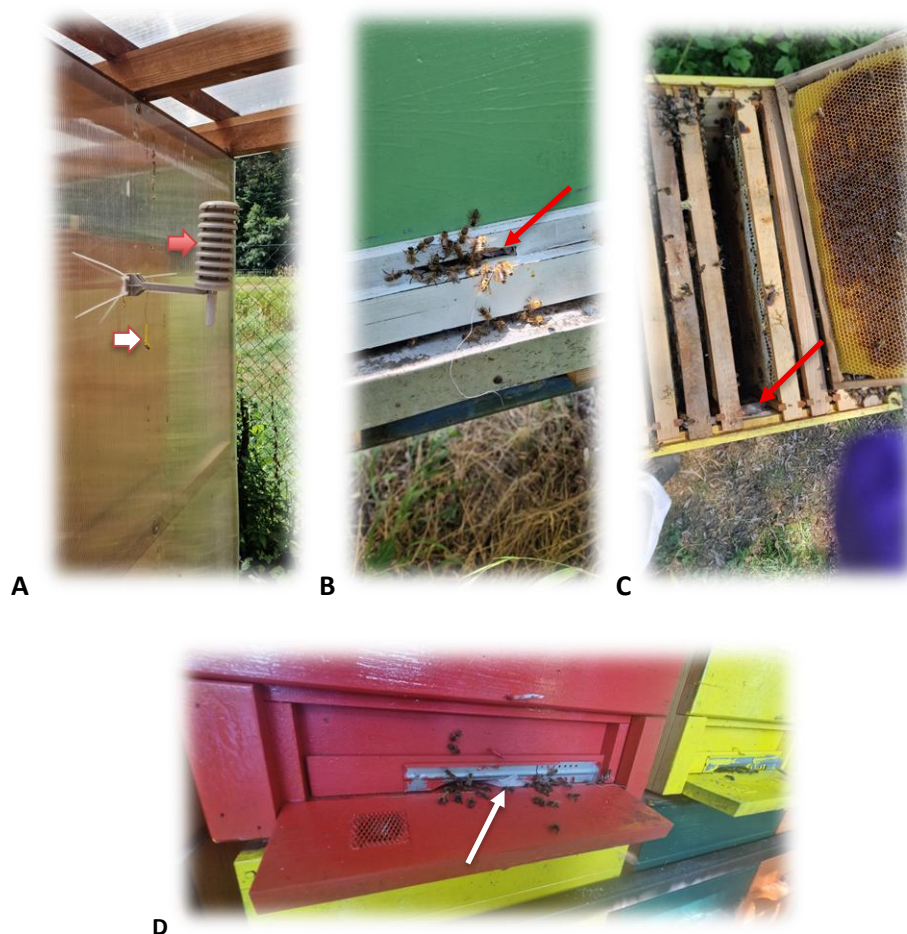
Slika 8. Postavitev senzorjev v panje: senzorji zadaj (A) v AŽ10 in (B) AŽ11+3 panjih na vseh treh lokacijah.



Slika 9. Senzorji v AŽ10 (A) in AŽ11+3 (B) spodaj ter in v LR pod pokrovom (C) v Seničnem in Jablah, rdeča puščica.



Slika 10. Senzorji so na vseh treh lokacijah nameščeni na sredino zalege in v Štanjelu tudi v medišče v vseh panjskih sistemih: (A) AŽ10, (B) AŽ11+3 in (C) LR, rdeča puščica.



Slika 11. Vremenska postaja (Senzemo ➡ ; Hygrochron ➡) (A). Dodatni senzori Hygrochron: na žrelu LR (B) in AŽ (C) ter ob zadnji steni plodiščne naklade LR (D), rdeča puščica.

Študenti iz delovne skupine (Laura Marjetka Košič, Klara Gajšek, Lucija Dolinar) so sodelovali na terenu (nameščanje senzorjev, pregledovanje družin, čebelarska opravila, točenje medu itd.) in v laboratoriju (čiščenje podnic, opreme, žičenje satnikov, barvanje panjev, krmljenje, čiščenje čebelnjaka in čebelarske opreme, urejanje podatkov, priprava podatkov za statistično obdelavo itd.).

2.3 OCENJEVANJE RAZVOJA DRUŽIN

Čebelje družine smo oskrbovali po načelu dobre čebelarske prakse. Vse čebelarske aktivnosti smo beležili. Skozi zimsko obdobje in spomladi smo imeli nekaj izgub. Nadomestili smo jih z novimi družinami takoj, ko je bilo mogoče glede na temperature in razvoj družin. Družine smo ocenjevali v aprilu, maju in juliju 2025 po Liebefeldovi metodi. Prešteli smo zasedenost ulic in ocenjevali površino zalege (slika 12).



Slika 12. Ocenjevanje razvoja čebeljih družin. Štetje kvadratkov z zalego s pomočjo mreže in število zasedenih ulic s čebelami.

2.4 MERJENJE PORABE ČASA IN MATERIALA TER MERITVE RAZVOJA DRUŽIN

Na lokaciji Jable smo nadaljevali spremljanje izvajanja in trajanja čebelarских opravil, porabo materiala in ocenjevali razvoj družin. Beležili smo čas posega v posamezni panjski sistem, vrsto posega in porabo materiala. Podatke smo sproti zapisovali. Število družin ni bilo enako zaradi nekaj zimskih izgub.

Študentje (Laura Marjetka Košič, Lucija Dolinar, Sara Grmek, Mojca Lazar) so urejali podatke (vnos, priprava beležk, tabel).

2.5 ANKETA ZA ČEBELARJE

Anketo o panjskih sistemih je izvedla podizvajalka Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, po pogodbi KIS – BF št. 001/2024. Dr. Janko Božič je nadaljeval z izvajanjem spletne ankete, povabilo razširil po družbenih omrežjih in z objavo na relevantnih spletnih straneh. Večino anketirancev je obiskal osebno in z njimi opravil anketo. Vprašanja so se nanašala na panjski sistem, velikost čebelarstva, klimatske pogoje lokacije, donosnost, kontrolo napadenosti z varojami, zdravljenje, krmljenje, pridobivanje drugih čebeljih pridelkov, oceno čebelarja po porabi dela itd. Rezultate je obdelal in pripravil poročilo za leto 2025 (v prilogi končnega poročila).

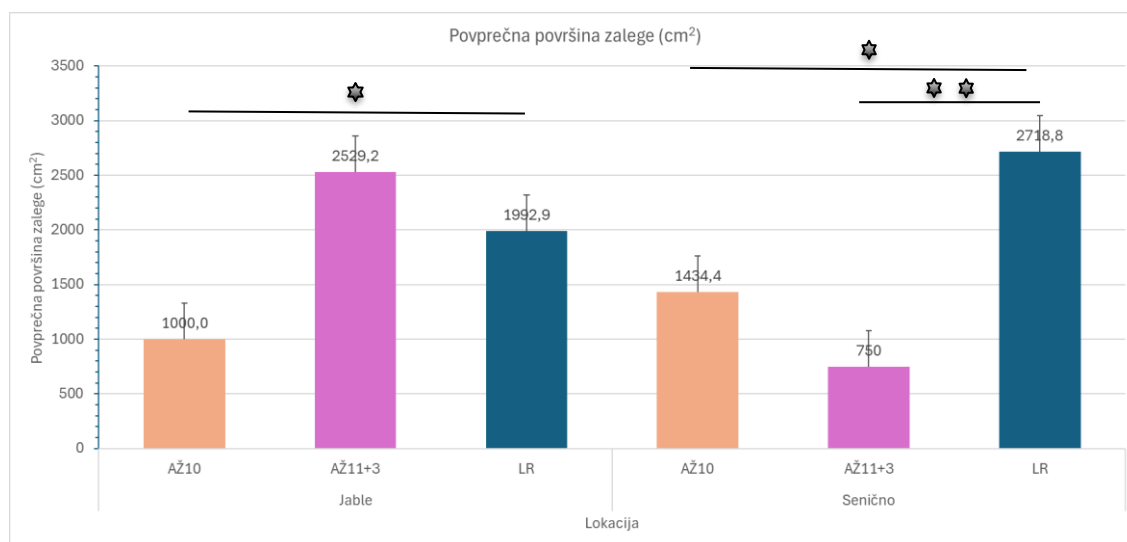
3 REZULTATI

Vzpostavitev čebelnjakov z ustrežno tehnično infrastrukturo je bila v letu 2023 uspešno izvedena na vseh treh lokacijah. Vsi panji so bili opremljeni z elektronskimi tehtnicami, prvi podatki so bili zbrani in potrjujejo delovanje sistema. Na vsaki lokaciji so bile družine izenačene z novo zalego in sestrskimi maticami.

V letu 2023 – 2024 smo pridobili prve podatke o temperaturi in vlagi v panjih in zalegi. Najvišje temperature in najnižja relativna vlaga so bile izmerjene v LR panjih, medtem ko so AŽ panji imeli bolj stabilne pogoje. Največji povprečni donos medu je bil v LR panjih v Jablah (15,9 kg/panj), najmanjši v AŽ10 v Seničnem (4,7 kg/panj). Največ čebel in zalege je bilo v panjih AŽ11+3 v Štanjelu.

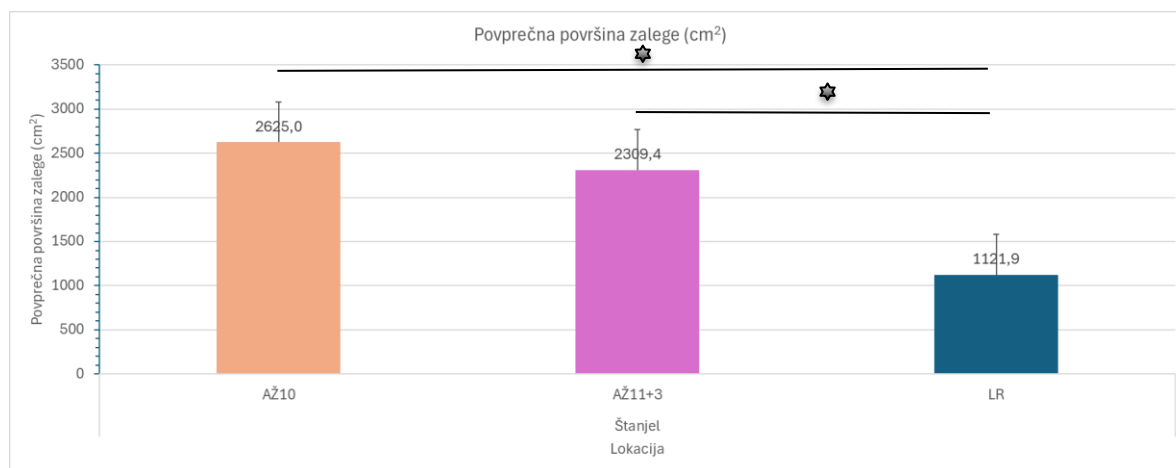
V tretjem programskem obdobju (2024/2025) smo meritve nadgrajevali. V nadaljevanju podajamo rezultate, ki smo jih pridobili od julija 2024 do začetka julija 2025.

3.1 OCENJEVANJE ČEBELJIH DRUŽIN



Slika 13. Povprečna površina zalege (cm²) za loakcijo Jable in Senično, v maju 2025.

Na zgornji sliki (13) je prikazana povprečna površina zalege na lokacijah Jable in Senično za mesec maj 2025, za tri različne panjske sisteme. Ugotovili smo, da je bila na lokaciji Jable v povprečju največja površina zalege pri AŽ 11+3, in sicer v povprečju 2529,2 cm², med tem ko je imel ta sistem na drugi lokaciji v tem letu najmanjšo površino zalege. Na lokaciji Senično je bila površina zalege največja pri LR in je znašala 2718,8 cm².



Slika 14. Povprečna površina zalege za lokacijo Štanjel, v maju 2025.

Na sliki 14 je prikazana povprečna površina zalege za lokacijo Štanjel za mesec maj 2025, prav tako za 3 različne panjske sisteme. Ugotovili smo, da je imel sistem AŽ 10 na tej lokaciji v tem letu največjo povprečno površino zalege, in sicer 2625,0 cm².

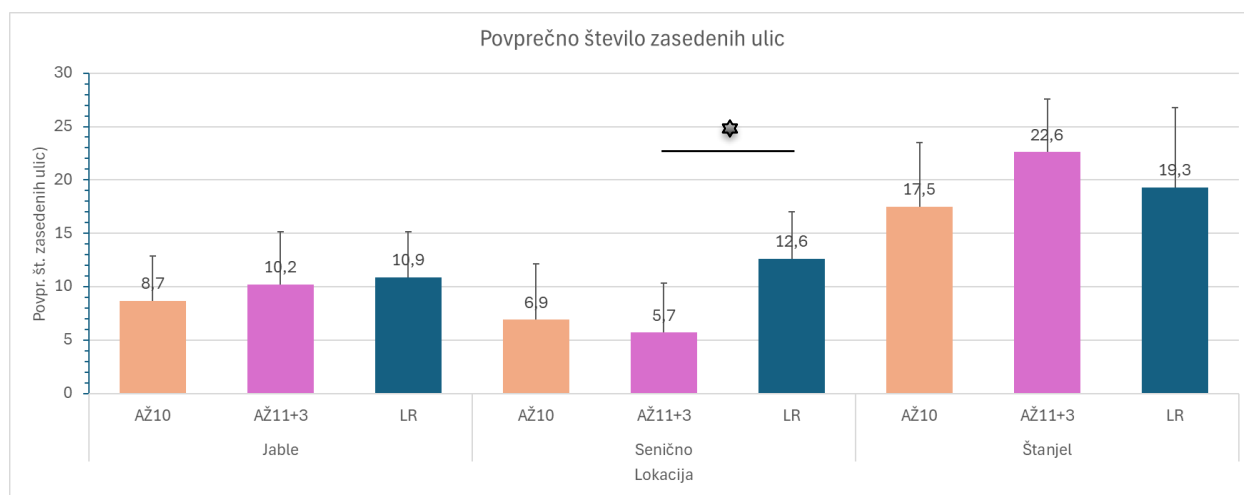
Tabela 1. Površina zalege v maju in juliju 2025.

Datum	Lokacija	Panjski sistem	Površina zalege (cm ²)	Statistična razlika	p vrednost
MAJ	Jable	AŽ10	1000,0		
		AŽ11+3	2529,2	AŽ11+3 in AŽ10	0,0243592
		LR	1992,9		
MAJ	Senično	AŽ10	1434,4	LR in AŽ10	0,0108317
		AŽ11+3	750,0	LR in AŽ11+3	0,0005077
		LR	2718,8		
JULIJ	Štanjel	AŽ10	2625,0	LR in AŽ10	0,0103086
		AŽ11+3	2309,4	LR in AŽ11+3	0,0455399
		LR	1121,9		

Tabela 1 prikazuje površino zalege, pri različnih panjskih sistemih v različnih mesecih v letu 2025. V mesecu maju je bila na lokaciji Senično največja površina zalege pri LR panjih, in sicer 2718,8 cm². Tako so bile največje statistično pomembne razlike med LR in AŽ 10 ($p=0,0108317$) ter med panji LR in AŽ 11+3 ($p=0,0005077$), kar dokazuje da obstaja razlika v površini zalege med omenjenimi tehnologijami.

V mesecu maju je bila prav tako razlika v površini zalege med AŽ 11+3 ter AŽ 10 ($p=0,0243592$). Največjo površino zalege je imel AŽ 11+3, in sicer 2529,2 cm².

Na lokaciji Štanjel je imel v mesecu juliju največjo površino zalege AŽ 10, in sicer 2625,0 cm². Pomembne statistične razlike so bile med panjskimi sistemi LR in AŽ 10 ($p=0,0103086$) ter LR in AŽ 11+3 ($P=0,0455399$), tabela 1.



Slika 15. Povprečno število zasedenih ulic za lokacije Jable, Senično in Štanjel, v maju 2025.

Največja zasedenost ulic v tem mesecu je bila na lokaciji Štanjel, kar je prikazano na sliki 15. Izmed vseh treh tehnologij je bila zasedenost največja pri AŽ 11+3 sistemu (22,6 ulic). V povprečju je bila najmanjša zasedenost ulic na lokaciji Senično, natančneje pri AŽ 11+3 (5,7 ulic).

Tabela 2. Število zasedenih ulic v maju 2025.

Datum	Lokacija	Panj	Št. zasedenih ulic	Statistična razlika	p vrednost
MAJ	Senično	AŽ10	6,9		
		AŽ11+3	5,7	LR in AŽ11+3	0,036934
		LR	12,6		

Pri merjenju števila zasedenosti ulic smo ugotovili, da so bile v mesecu maju na lokaciji Senično pomembne statistične razlike, med LR in AŽ 11+3 ($p=0,036934$), tabela 2. Prav tako pa je bila v tem mesecu pri LR panjih največje število zasedenih ulic, in sicer 12,6.

3.2 TEMPERATURA V PANJU IN ZALEGI, DONOS MEDU

Z merjenjem temperature v panjih in zalegi smo pridobili veliko količino podatkov, jih obdelali in interpretirali. V nadaljevanju podajamo pomembnejše izsledke.

3.2.1 Temperatura in relativna vlaga na lokacijah, v panjih in zalegi

Vremenski podatki so se zbirali na senzorju v neposredni bližini čebelnjakov. Grafa letnega gibanja temperature in vlage v Jablah, Seničnem in Štanjelu so prikazane na sliki 16.

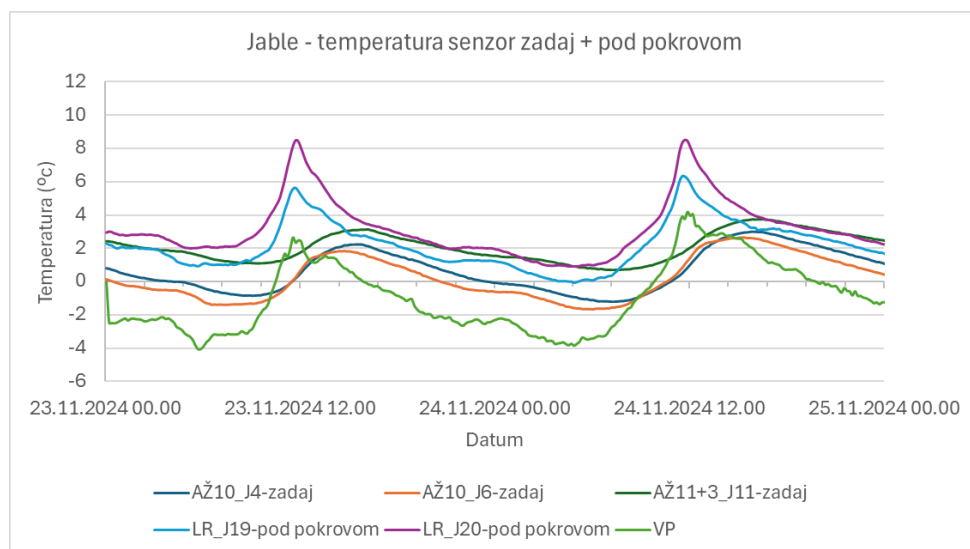
Tabela 3. Povprečne letne vrednosti temperature in vlage na lokacijah od junija 2024 do julija 2025.

		Jable	Senično	Štanjel
Temperatura (°C)	Povprečje	17,46	11,13	14,36
	SD	7,90	8,83	8,30
	SE	0,06	0,04	0,09
	min	1,02	-7,78	0,00
	maks	38,42	38,32	39,10
Vlaga (%)	Povprečje	85,78	81,85	84,95
	SD	16,92	18,73	20,82
	SE	0,13	0,08	0,23
	min	32,69	16,22	0,00
	maks	100,00	100,00	98,10
	N	16724	49980	7967

Najvišje povprečne letne temperature so bile izmerjene v Jablah in najmanjše v Seničnem. Maksimum temperature je dosegal Štanjel, minimum pa Senično. Najvišjo povprečna vlago je dosegala lokacija Jable, ki je skupaj z lokacijo Senično dosegla tudi najvišjo maksimalno vlago.

Lokacija Jable

V Jablah zbiramo podatke s senzorjev Senzemo v AŽ 10 in AŽ 11+3 zadaj znotraj panja, v LR pod pokrovom, in v zalegi. Rezultate za tri-dnevno obdobje v jeseni 2024, spomladi in poleti 2025 so prikazani na slikah 17 do 28 in v tabelah 4 do 15.

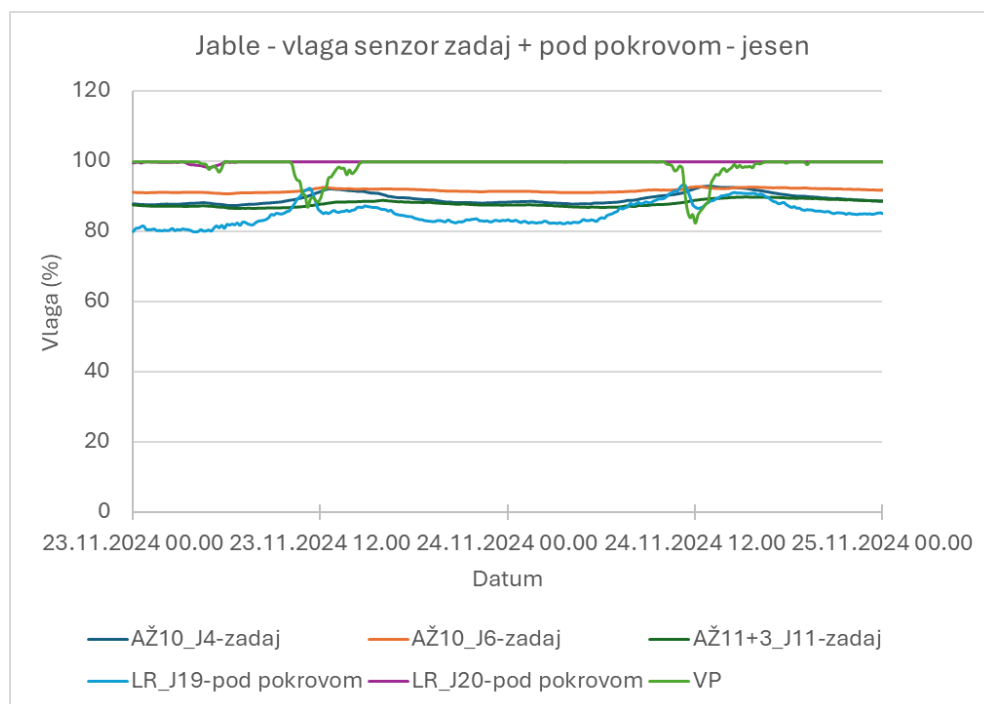


Slika 16. Jable. Temperatura v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 4. Temperatura v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.11. do 25.11.2024.

TEMPERATURA JABLE (°C)	AŽ10_J4-zadaj	AŽ10_J6-zadaj	AŽ11+3_J11-zadaj	LR_J19-pod pokrovom	LR_J20-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	1,42	1,02	2,71	2,91	3,85	0,35
SE	0,10	0,10	0,08	0,10	0,11	0,15
SD	2,03	2,05	1,61	2,02	2,27	3,21
Minimum	-1,23	-1,67	0,70	-0,07	0,90	-4,07
Maksimum	5,82	5,54	6,48	7,85	10,26	8,77
Število meritev	430	430	430	430	430	430

V času jesenskih meritev so bile temperature v panjih višje kot na vremenski postaji, kjer je povprečje znašalo 0,35 °C. V notranjosti panjev AŽ10 (zadaj) so bile povprečne temperature med 1,0 in 1,4 °C, nekoliko višje v AŽ11+3 (2,7 °C), najvišje pa pod pokrovom panjev LR (2,9 in 3,9 °C). Najnižje izmerjene temperature v panjih so bile med -1,7 °C (AŽ10) in 0,7 °C (AŽ11+3), kar kaže na delno izolacijsko vlogo različnih panjskih sistemov. Pod pokrovom LR panjev so bile tudi najvišje maksimalne temperature (do 10,3 °C), kar lahko kaže na toplotno akumulacijo ali večjo izpostavljenost soncu. Vremenska postaja je beležila širši temperaturni razpon (od -4,1 do 8,8 °C). Standardni odklon je bil največji na vremenski postaji (3,2 °C), kar pomeni, da so bile tam temperaturne spremembe najbolj izrazite. Najmanjši standardni odklon je bil v panju AŽ11+3, kar nakazuje bolj stabilne razmere v tem tipu panja.

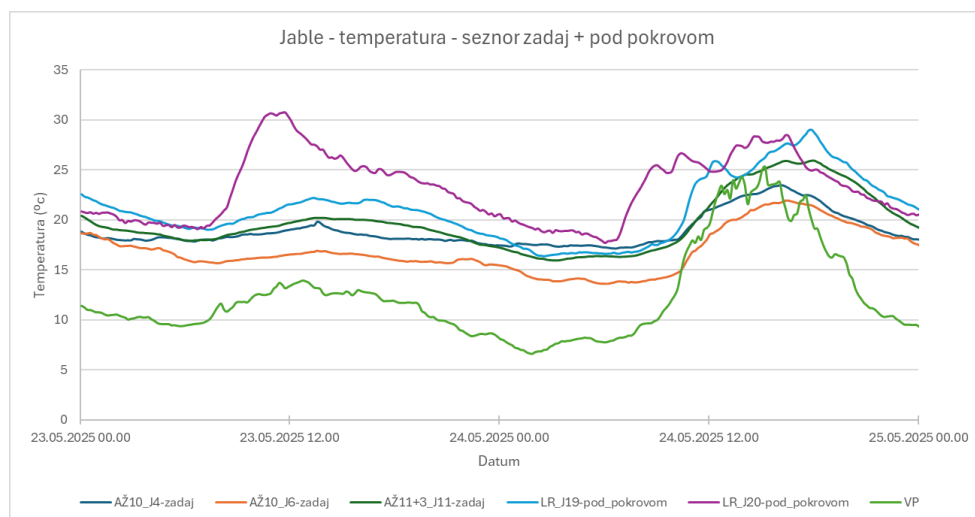


Slika 17. Jable. Vlaga v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 5. Relativna vlaga v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.11. do 25.11.2024.

VLAGA JABLE (%)	AŽ10_J4-zadaj	AŽ10_J6-zadaj	AŽ11+3_J11-zadaj	LR_J19-pod pokrovom	LR_J20-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	90,00	92,02	88,61	86,60	99,96	97,63
SE	0,09	0,04	0,08	0,19	0,01	0,21
SD	1,85	0,81	1,57	3,85	0,21	4,41
Minimum	87,45	90,69	86,45	79,78	98,32	80,88
Maksimum	94,96	93,95	92,25	96,15	100,00	100,00
Število meritev	430	430	430	430	430	430

Jesenske meritve kažejo visoke ravni relativne vlage v vseh panjskih sistemih. Najvišja povprečna vlaga je bila izmerjena pod pokrovom LR panja (99,96 %), kar se je približalo vrednostim vremenske postaje (97,6 %). Tudi minimum v LR panju (98,3 %) je bil višji kot v ostalih panjih, kar kaže na izrazito zaprto okolje pod pokrovom. Zadaj v panjih AŽ10 je bila povprečna vlaga visoka (90,0 in 92,0 %), v AŽ11+3 nekoliko nižja (88,6 %). V LR panju J19 (pod pokrovom) pa se je vlaga gibala okrog 86,6 %, z največjo variabilnostjo (SD = 3,85 %), kar pomeni večje nihanje pogojev v tem delu panja. Najnižja relativna vlaga je bila zabeležena pri LR panju (79,8 %) in na vremenski postaji (80,9 %), kar potrjuje izpostavljenost zunanjim razmeram. Najstabilnejše vrednosti (najmanjši SD) so bile pod pokrovom LR panja J20 in v panju AŽ10 J6, kar kaže na manjša nihanja vlažnosti v teh pogojih.



Slika 18. Temperatura v panju – senzor zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR), primerjava z meritvami z vremenske postaje.

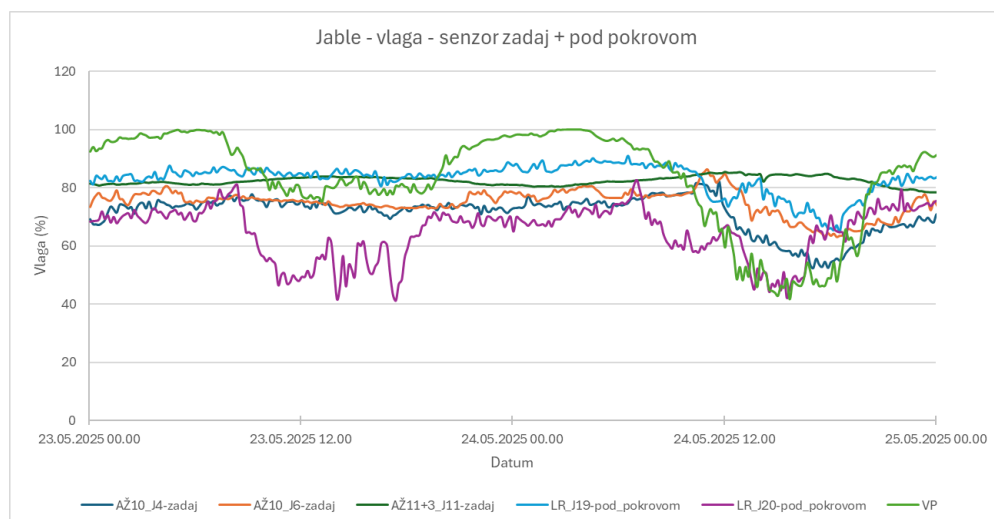
Tabela 6. Temperatura v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.5. do 25.5.2025.

TEMPERATURA JABLE (°C)	AŽ10_J4-zadaj	AŽ10_J6-zadaj	AŽ11+3_J11-zadaj	LR_J19-pod pokrovom	LR_J20-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	19,13	17,30	20,24	21,85	23,43	13,10
SE	0,11	0,13	0,16	0,19	0,18	0,26
SD	2,26	2,79	3,29	3,98	3,71	5,39
Minimum	14,64	12,41	15,51	14,93	17,71	5,28
Maksimum	24,51	22,71	26,18	29,67	32,56	27,65
Število meritev	430	430	430	430	430	430

Spomladanske meritve so pokazale izrazito višje temperature v panjih v primerjavi z vrednostmi na vremenski postaji (13,1 °C). Najvišje povprečne temperature so bile pod pokrovom LR panjev (21,9 in 23,4 °C), sledil je AŽ11+3 (20,2 °C), nekoliko nižje pa so bile v panjih AŽ10 zadaj (17,3 in 19,1 °C).

Najvišje temperature v panjih so presegle 30 °C (LR J20: 32,6 °C), kar kaže na možnost intenzivnega ogrevanja zaradi zunanjih pogojev ali aktivnosti čebel. V primerjavi s tem je bila najvišja temperatura na vremenski postaji 27,7 °C. Tudi minimalne vrednosti so bile v panjih višje kot zunaj (v panjih med 12,4 in 17,7 °C, vremenska postaja 5,3 °C), kar potrjuje izolacijski učinek panjev.

Največje temperaturne razlike znotraj panjev so bile izmerjene pri LR panjih (SD do 3,98 °C), kar nakazuje večje nihanje pod pokrovom, medtem ko so bile razmere v AŽ10 bolj stabilne. Temperaturni profil spomladi kaže na ogrevanje notranjosti panjev z delovanjem sonca in dejavnostjo družin, ob ohranjanju bolj stabilnih pogojev v primerjavi z zunanjim okoljem.



Slika 19. Vlaga v panju – senzor zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR), primerjava z meritvami z vremenske postaje.

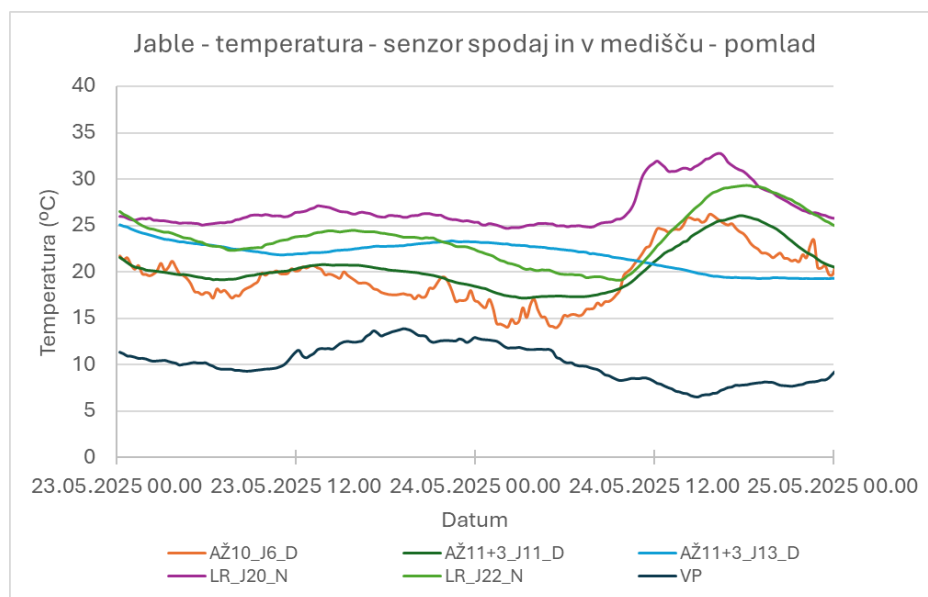
Tabela 7. Vlaga v panjih zadaj in pod pokrovom na lokaciji Jable od 23.5. do 25.5.2025.

VLAGA JABLE (%)	AŽ10_J4-zadaj	AŽ10_J6-zadaj	AŽ11+3_J11-zadaj	LR_J19-pod-pokrovom	LR_J20-pod-pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	69,72	74,16	82,00	80,86	66,89	80,25
SE	0,33	0,23	0,09	0,34	0,47	0,84
SD	6,90	4,68	1,96	7,16	9,86	17,44
Minimum	51,34	63,04	77,61	58,85	40,72	37,05
Maksimum	82,23	86,23	85,55	90,86	83,13	100,00
Število meritev	430	430	430	430	430	430

V pomladnem obdobju so bile razlike v relativni vlagi med posameznimi tipi panjev precej izrazite. Najvišje povprečne vrednosti vlage so bile v panju AŽ11+3 (82,0 %) in pod pokrovom LR J19 (80,9 %), medtem ko sta bila oba AŽ10 panja nekoliko bolj suha (69,7 % in 74,2 %). Najnižja povprečna vlažnost je bila izmerjena v LR panju J20 (66,9 %).

Zelo visoke variabilnosti so bile opažene v LR panju J20 (SD = 9,9 %) in na vremenski postaji (SD = 17,4 %), kar kaže na večje spremembe vlage v teh okoljih. Najbolj stabilne razmere glede vlage so bile v panju AŽ11+3, kjer so bila tudi najvišja minimalna izmerjena vrednost (77,6 %) in najmanjše nihanje.

Zunanje vrednosti (vremenska postaja) so se gibale v najširšem razponu (od 37,1 % do 100 %), kar kaže na vpliv vremenskih nihanj. Pogoji znotraj panjev so bili kljub temu bolj stabilni, pri čemer je panj AŽ11+3 omogočal najbolj uravnoteženo mikroklimo.



Slika 20. Jable. Temperatura spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

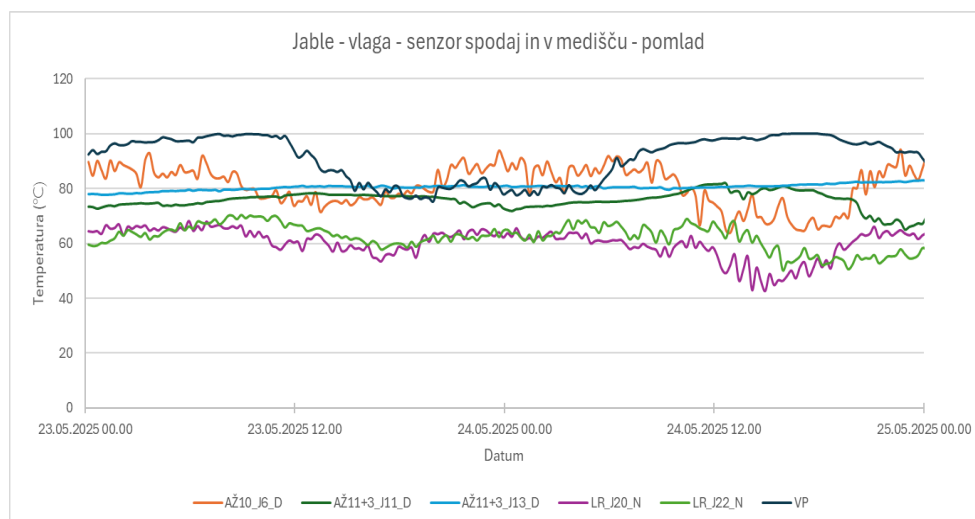
Tabela 8. Temperatura v panjih spodaj in v medišču v Jablah v obdobju 23.5 do 25.5. 2025.

TEMPERATURA V MEDIŠČU (°C)	AŽ10_J6_D	AŽ11+3_J11_D	AŽ11+3_J13_D	LR_J20_N	LR_J22_N	Vrem. postaja
Povprečje	20,03	20,96	22,59	27,48	24,43	12,37
SD	0,20	0,17	0,12	0,16	0,20	0,27
SE	3,45	2,96	2,08	2,77	3,46	4,61
Minimum	13,84	16,52	19,28	23,88	17,78	6,58
Maksimum	26,23	27,19	26,64	34,24	31,57	25,27
Število meritev	284	286	287	287	287	287

Temperaturne razmere v mediščih in spodnjem delu panjev so bile v tem obdobju znatno višje kot na vremenski postaji, kjer je povprečna temperatura znašala 12,4 °C. Najvišje povprečje je bilo izmerjeno v medišču LR panja J20 (27,5 °C), sledil je LR J22 (24,4 °C). V AŽ panjih so bile povprečne temperature nižje – med 20,0 in 22,6 °C.

Najvišje temperature so presegale 30 °C (LR J20 do 34,2 °C), kar kaže na izrazito segrevanje medišča v LR panjih. V AŽ panjih so se najvišje vrednosti gibale med 26,2 in 27,2 °C, kar je kljub nižji konstrukciji panja doseglo ustrezne temperaturne pogoje za razvoj zalege in shranjevanje medu.

Najnižje vrednosti v panjih niso padle pod 13,8 °C (AŽ10) oziroma 16,5 °C (AŽ11+3), kar je bistveno višje od zunanje najnižje temperature (6,6 °C). Tudi temperaturna stabilnost je bila znotraj panjev visoka – standardni odkloni so bili nizki (vsi pod 0,3 °C), kar kaže na ohranjanje stalnih razmer znotraj panjev ne glede na zunanje nihanje. To potrjuje učinkovito toplotno uravnavanje v panjih, zlasti v mediščih LR sistema.



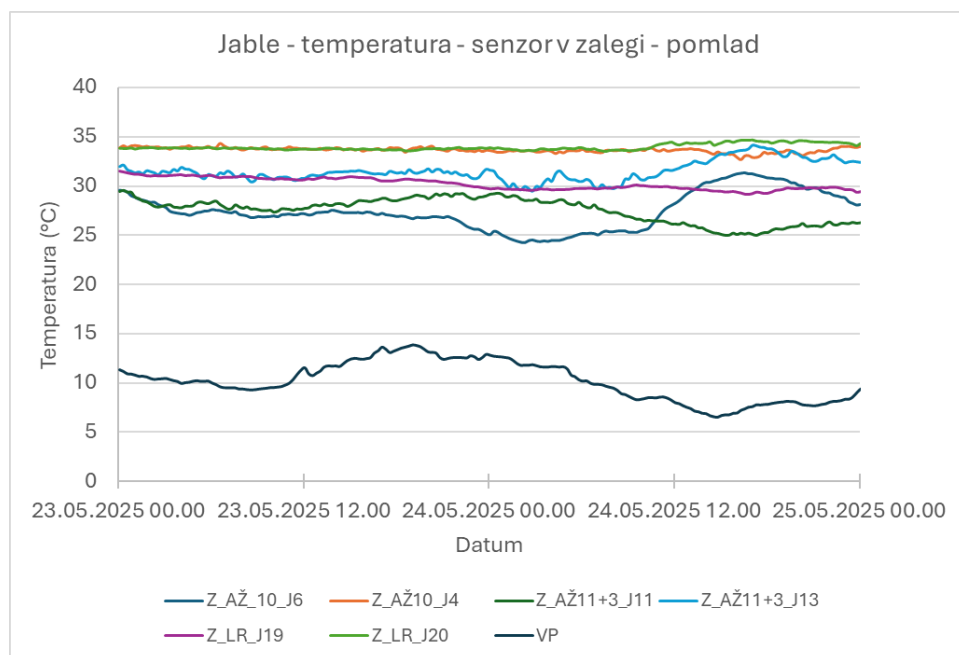
Slika 21. Jable. Vlaga spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 9. Relativna vlaga spodaj in v medišču v panjih v Jablah obdobju 23.5 do 25.5. 2025.

VLAGA V MEDIŠČU (%)	AŽ10_J6_D	AŽ11+3_J11_D	AŽ11+3_J13_D	LR_J20_N	LR_J22_N	Vrem. postaja
Povprečje	80,88	74,74	80,54	60,09	60,79	83,14
SD	0,45	0,23	0,08	0,38	0,32	0,96
SE	7,57	3,94	1,39	6,46	5,35	16,30
Minimum	63,92	65,08	77,62	40,71	44,61	41,72
Maksimum	94,31	81,94	83,74	72,73	70,31	100,00
Število meritev	284	286	287	287	287	287

Pomladne meritve relativne vlage kažejo izrazite razlike med panjskimi tipi. Najvišje povprečne vrednosti so bile izmerjene v panju AŽ10 (80,9 %) in AŽ11+3 J13 (80,5 %), kar nakazuje na sposobnost zadrževanja vlage v spodnjem delu teh panjev. Vrednosti so bile podobne tudi zunanjim (vremenska postaja: 83,1 %). V mediščih LR panjev so bile povprečne vrednosti občutno nižje – okoli 60 %, z najmanjšo izmerjeno vlažnostjo pri LR J20 (40,7 %). To kaže na bolj suh notranji zračni prostor v LR panjih v zgornjih delih, kar je lahko posledica njihove večje zračne prostornine ali intenzivnejšega prezračevanja.

Najmanjša nihanja vlage so bila izmerjena v AŽ11+3 J13 (SD = 0,08 %), kar kaže na zelo stabilne pogoje, medtem ko je bila najvišja variabilnost izmerjena na vremenski postaji (SD = 0,96 %) in v panju AŽ10. Razlika med minimumi in maksimumi potrjuje, da je bila vlaga v panjih precej bolj uravnavana kot v zunanjem okolju, zlasti v sistemih AŽ.



Slika 22. Jable. Temperatura spomladi v zalegi in primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

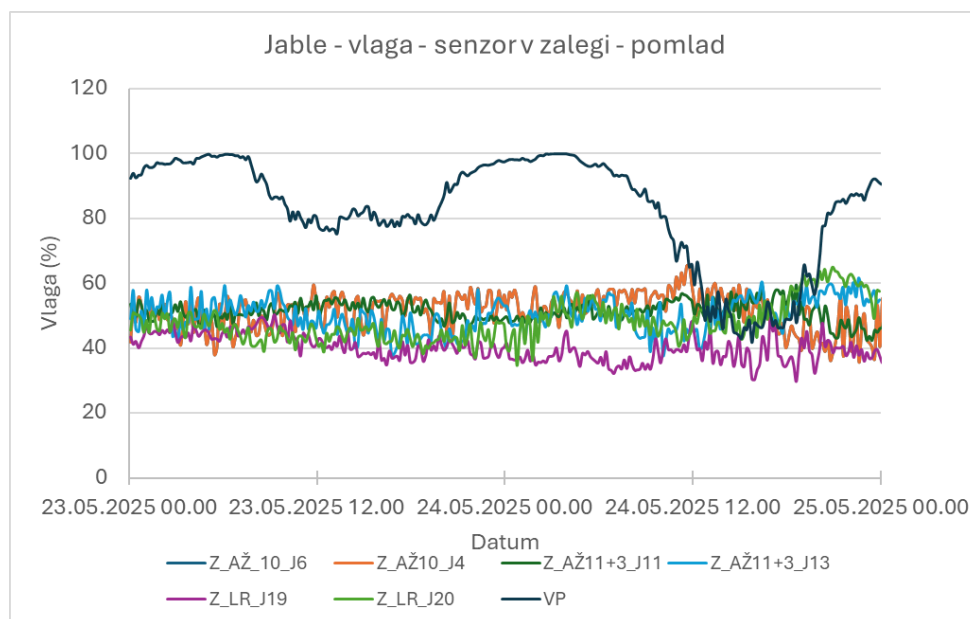
Tabela 10. Temperatura v zalegi v Jablah v obdobju 23.5 do 25.5.2025.

TEMPERATURA V ZALEGI (°C)	Z_AŽ10_J6	Z_AŽ10_J4	Z_AŽ11+3_J11	Z_AŽ11+3_J13	Z_LR_J19	Z_LR_J20	Vrem. postaja
Povprečje	27,83	33,78	28,44	31,86	30,34	34,11	12,38
SE	0,13	0,02	0,12	0,07	0,04	0,02	0,27
SD	2,17	0,26	2,08	1,23	0,65	0,39	4,61
Minimum	24,29	32,69	24,99	29,44	29,11	33,55	6,58
Maksimum	31,91	34,37	33,38	34,59	31,50	34,98	25,27
Število meritev	286	286	286	286	286	286	286

Meritve v območju zalege so pokazale, da čebelje družine uspešno vzdržujejo temperaturo, primerno za razvoj, kljub nižjim zunanjim temperaturam (vremenska postaja: 12,4 °C). Najvišje povprečne temperature v območju zalege so bile izmerjene pri LR J20 (34,1 °C) in AŽ10 J4 (33,8 °C), kar je zelo blizu optimalnim pogojem za razvoj ličink.

AŽ11+3 panji so imeli nekoliko nižje povprečne temperature (28,4 °C in 31,9 °C), podobno tudi AŽ10 J6 (27,8 °C), kar lahko kaže na razliko v razvoju ali razlike v moči družin. LR panji so se izkazali z najmanjšo temperaturno variabilnostjo (SD = 0,4–0,7 °C), kar pomeni stabilnejše pogoje znotraj območja zalege.

Najnižja izmerjena temperatura v zalegi ni nikjer padla pod 24 °C, kar potrjuje uspešno toplotno regulacijo v vseh tipih panjev. Tudi najvišje vrednosti niso presegale 35 °C, kar kaže na učinkovito preprečevanje pregrevanja. Podatki potrjujejo, da čebelje družine aktivno uravnavajo temperaturo v območju zalege ne glede na panjski sistem.



Slika 23. Jable. Vlaga spomladi v zalegi in primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

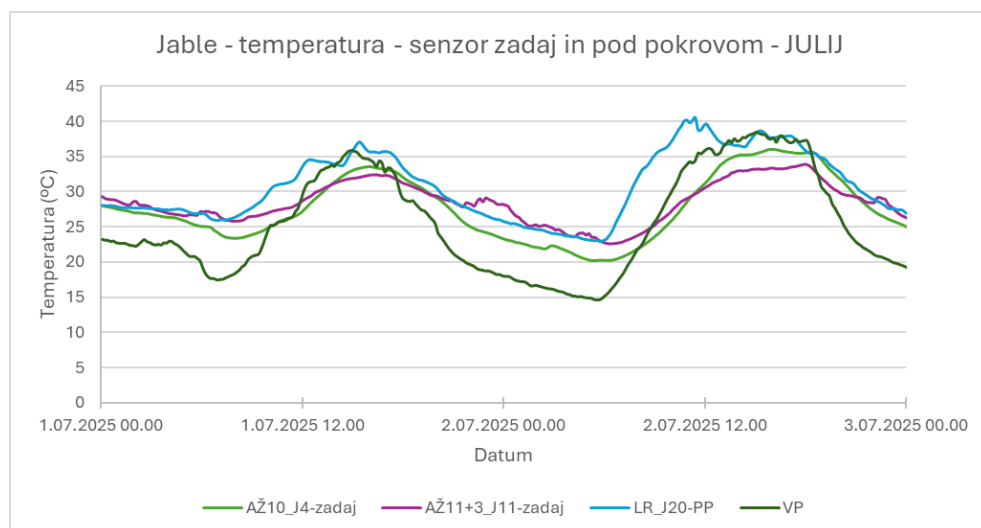
Tabela 11. Relativna vlaga v zalegi v obdobju 23.5 do 25.5.2025.

VLAGA V ZALEGI (%)	Z_AŽ10_J6	Z_AŽ10_J4	Z_AŽ11+3_J11	Z_AŽ11+3_J13	Z_LR_J19	Z_LR_J20	Vrem. postaja
Povprečje	49,39	49,39	50,38	50,21	39,22	48,09	80,28
SE	0,32	0,32	0,17	0,30	0,24	0,36	0,84
SD	6,57	6,57	3,55	5,14	4,91	6,06	17,42
Minimum	33,57	33,57	42,31	37,75	25,89	34,63	37,05
Maksimum	65,35	65,35	59,49	61,59	50,77	65,14	100,00
Število meritev	430	430	430	430	430	430	430

V območju zalege je bila relativna vlaga bistveno nižja kot v zunanjem okolju (vremenska postaja: 80,3 %), kar potrjuje aktivno uravnavanje mikroklima s strani čebel. Povprečne vrednosti so se gibale med 39,2 % (LR J19) in 50,4 % (AŽ11+3 J11). AŽ panji so na splošno vzdrževali nekoliko višjo vlažnost kot LR panji.

V vseh panjih so najnižje izmerjene vrednosti vlage v območju zalege znašale med 25,9 % in 42,3 %, kar kaže na precej suhe pogoje, ki so lahko posledica intenzivnega prezračevanja. Najvišje izmerjene vrednosti pa so bile v večini panjev pod 66 %, razen v LR J19, kjer je maksimum dosegel 50,8 %.

Najstabilnejše pogoje so ohranjali panji AŽ11+3, kjer so bila tudi najmanjša nihanja ($SD = 3,6 \%$), medtem ko so imeli AŽ10 in LR panji večjo variabilnost. Vse meritve potrjujejo, da čebele vzdržujejo specifično in razmeroma stabilno mikroklimo v območju zalege, neodvisno od visokih zunanjih vrednosti relativne vlage.



Slika 24. Jable. Temperatura poleti v panjih zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

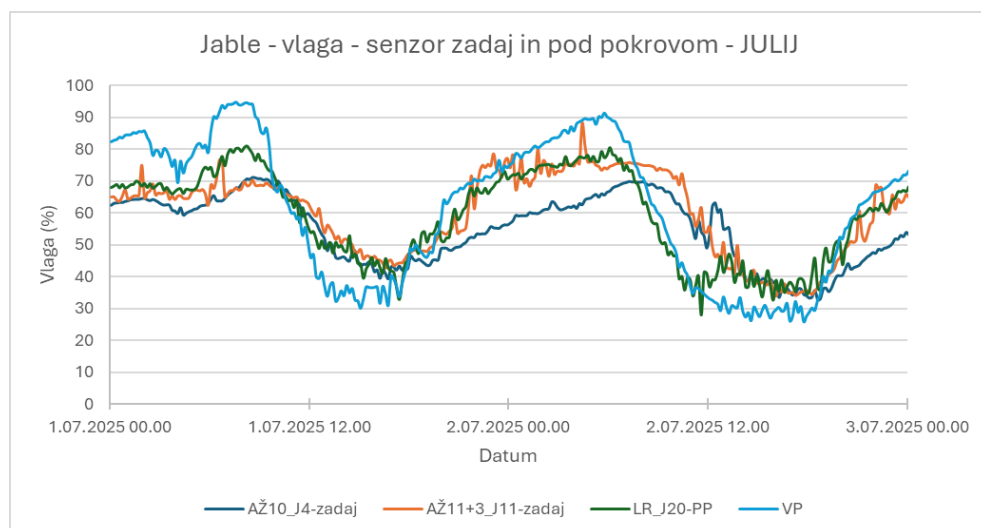
Tabela 12. Temperatura v panju – senzor zadaj in pod pokrovom Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.

TEMPERATURA V PANJU (°C)	AŽ10_J4-zadaj	AŽ11+3_J11-zadaj	LR_J20-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	28,26	28,58	31,48	26,31
SE	0,26	0,17	0,25	0,39
SD	5,33	3,53	5,12	7,95
Minimum	20,16	21,94	22,91	14,59
Maksimum	38,73	35,26	40,53	41,39
Število meritev	428	428	428	427

Poletne meritve kažejo višje temperature v vseh panjih glede na zunanje razmere. Povprečne temperature so bile najvišje pod pokrovom LR panja (31,5 °C), sledita AŽ11+3 (28,6 °C) in AŽ10 (28,3 °C), medtem ko je bila povprečna temperatura na vremenski postaji 26,3 °C.

Maksimalna temperatura v LR panju je dosegla 40,5 °C, kar nakazuje močno segrevanje v zgornjih delih panja, podobno kot zunaj (vremenska postaja: 41,4 °C). Najnižje izmerjene temperature v panjih so bile med 20,2 in 22,9 °C, kar kaže na blaženje temperaturnih nihanj v notranjosti panjev.

Največje temperaturno nihanje je bilo na vremenski postaji (SD = 7,95 °C), kar potrjuje izpostavljenost zunanjim vplivom. Med panji je bil najmanjši standardni odklon v AŽ11+3 (SD = 3,53 °C), kar pomeni nekoliko bolj stabilne razmere v tem panjskem sistemu. Poletni podatki potrjujejo, da panji nudijo delno zaščito pred ekstremen zunanji segrevanjem, pri čemer se LR panji segrejejo bolj, zlasti v zgornjem delu.



Slika 25. Jable. Vlaga poleti v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z zunanjimi meritvami (VP-vremenska postaja).

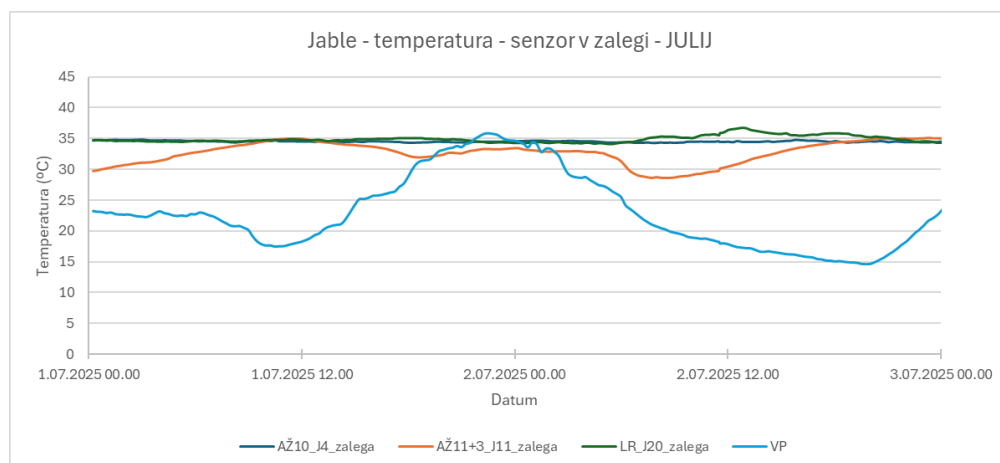
Tabela 13. Vlaga v panju – senzor zadaj in pod pokrovom v Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.

VLAGA V PANJU (%)	AŽ10_J4-zadaj	AŽ11+3_J11-zadaj	LR_J20-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	52,88	58,04	56,52	53,65
SE	0,56	0,68	0,71	1,06
SD	11,48	14,02	14,76	21,95
Minimum	27,45	30,05	27,80	27,80
Maksimum	71,23	88,36	80,98	94,69
Število meritev	428	428	428	427

Poletne meritve relativne vlage kažejo zmerno vlažne razmere v notranjosti panjev, z manjšimi razlikami med posameznimi tipi. Povprečne vrednosti so bile najvišje v panju AŽ11+3 (58,0 %), sledita LR panj pod pokrovom (56,5 %) in AŽ10 (52,9 %). Zunanja povprečna vlažnost (vremenska postaja) je bila primerljiva (53,7 %).

Vlačnost v panjih je bila bolj stabilna kot na vremenski postaji, kjer je bil izmerjen največji standardni odklon (SD = 21,95 %), kar kaže na močno nihanje zunanjih pogojev. V panjih so bile vrednosti SD nižje (od 11,5 % do 14,8 %), a kljub temu kažejo na dnevna nihanja znotraj panjev.

Najnižja izmerjena vlaga je bila skoraj enaka v vseh sistemih (27–30 %), najvišja pa je bila izmerjena v panju AŽ11+3 (88,4 %), kar nakazuje na sposobnost ohranjanja višje vlage, ko je to potrebno (npr. zaradi zalege ali aktivnosti čebel). Vrednosti v LR panju in AŽ10 so bile nekoliko nižje, vendar v podobnem območju. Poletni podatki kažejo, da panji ublažijo nihanja zunanjih razmer, vendar se notranja vlaga kljub temu lahko precej spreminja.



Slika 26. Temperatura v panju, senzor v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

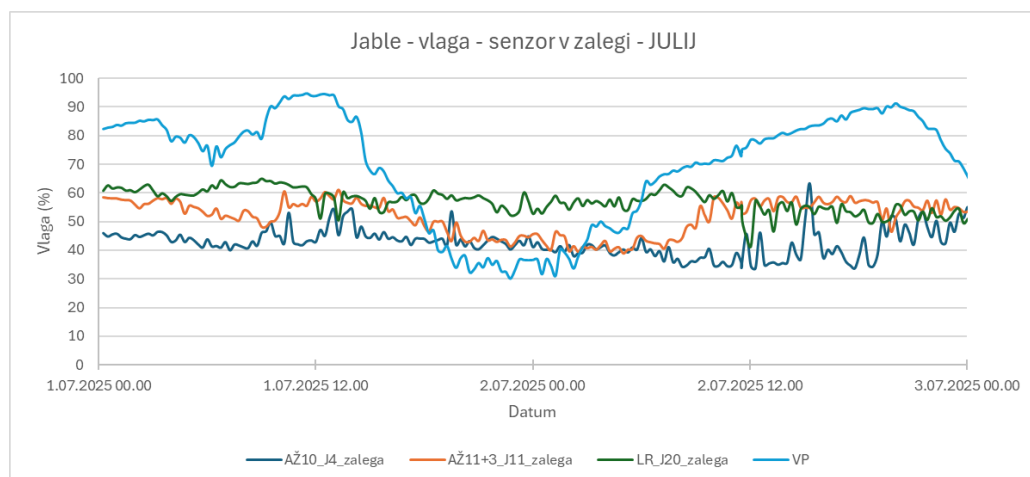
Tabela 14. Temperatura v panju – senzor v zalegi Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.

TEMPERATURA V ZALEGI (°C)	AŽ10_J4-zalega	AŽ11+3_J11-zalega	LR_J20-zalega	Vrem. postaja
Povprečje	34,55	32,50	34,87	25,43
SE	0,01	0,12	0,03	0,43
SD	0,20	2,03	0,58	7,29
Minimum	34,17	28,01	33,66	14,59
Maksimum	35,37	35,17	36,68	38,43
Število meritev	290	290	290	290

Poletne meritve temperature v območju zalege kažejo, da čebelje družine uspešno ohranjajo optimalne pogoje za razvoj zalege tudi v vročem obdobju. Povprečne temperature so bile najvišje v LR panju (34,9 °C) in AŽ10 (34,6 °C), nekoliko nižje pa v AŽ11+3 (32,5 °C).

Najnižje izmerjene temperature v zalegi niso padle pod 33,7 °C v LR panju in 34,2 °C v AŽ10, kar kaže na izredno stabilne pogoje. V panju AŽ11+3 je bil opažen večji temperaturni razpon (minimum 28,0 °C), kar se odraža tudi v višjem standardnem odklonu (SD = 2,03 °C), medtem ko sta bila LR in AŽ10 izrazito stabilna (SD < 0,6 °C). Nižje temperature lahko botrujejo tudi poziciji senzorja (nekoliko odmaknjen od sredine gnezda).

Vremenska postaja je medtem beležila bistveno nižje in bolj spremenljive temperature (povprečje 25,4 °C, SD = 7,29 °C). Ti podatki potrjujejo učinkovito termoregulacijo v območju zalege ne glede na zunanje vremenske razmere, pri čemer panjska sistema LR in AŽ10 ohranjata najbolj konstantne pogoje.



Slika 27. Vlaga v panju, senzor v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 15. Vlaga v panju – senzor v zalegi na lokaciji v Jablah v obdobju 1.7 do 3.7.2025.

VLAGA V ZALEGI (%)	AŽ10_J4-zalega	AŽ11+3_J11-zalega	LR_J20-zalega	Vrem. postaja
Povprečje	42,59	50,09	55,73	61,22
SE	0,31	0,39	0,25	1,28
SD	5,32	6,56	4,33	21,72
Minimum	33,85	37,25	41,52	25,80
Maksimum	65,70	61,23	65,01	94,69
Število meritev	290	290	290	290

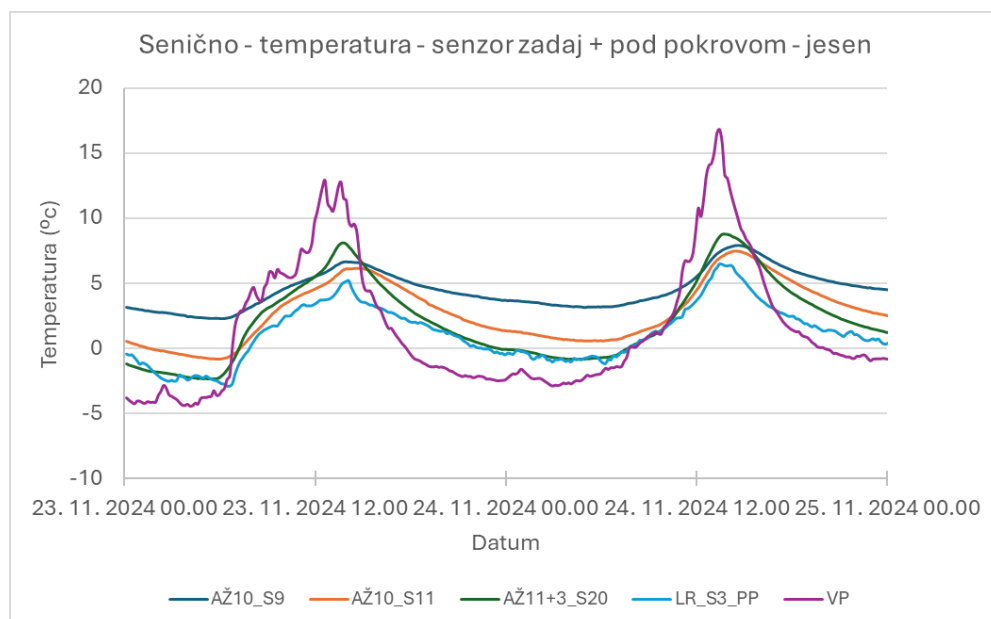
Poletne meritve relativne vlage v območju zalege kažejo, da čebele ohranjajo precej nižjo zračno vlago v primerjavi z zunanjimi pogoji (vremenska postaja: povprečno 61,2 %). Najvišjo povprečno vlago v zalegi je imel LR panj (55,7 %), sledil je AŽ11+3 (50,1 %), najnižja pa je bila v panju AŽ10 (42,6 %).

Notranje vrednosti so bile bistveno bolj stabilne kot zunaj – na vremenski postaji je bil najvišji standardni odklon (SD = 21,7 %), medtem ko so bili v panjih SD-ji pod 7 %. Najbolj enakomerni pogoji so bili v LR panju, kjer je bila tudi najvišja minimalna izmerjena vlaga (41,5 %), kar kaže na vzdrževanje stalnih pogojev za razvoj zalege.

Maksimalne vrednosti so bile v vseh panjih pod 66 %, medtem ko je vremenska postaja dosegla skoraj 95 %, kar potrjuje, da čebele z aktivnim prezračevanjem preprečujejo previsoko zračno vlago v območju zalege. Podatki potrjujejo uravnavanje mikroklima v skladu s potrebami gnezda tudi v razmerah poletne vročine.

Lokacija Senično

V Seničnem zbiramo podatke s senzorjev Senzemo v AŽ 10 in AŽ 11+3 zadaj (znotraj) panja, v LR pod pokrovom, in v zalegi. Spomladi 2025 smo zbrali podatke tudi pod sati (spodaj) in v medišču. Rezultati so prikazani na slikah 29 do 40 in v tabelah 16 do 27.



Slika 28. Senično. Temperatura v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 16. Temperatura v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.11. in 25.11.2025.

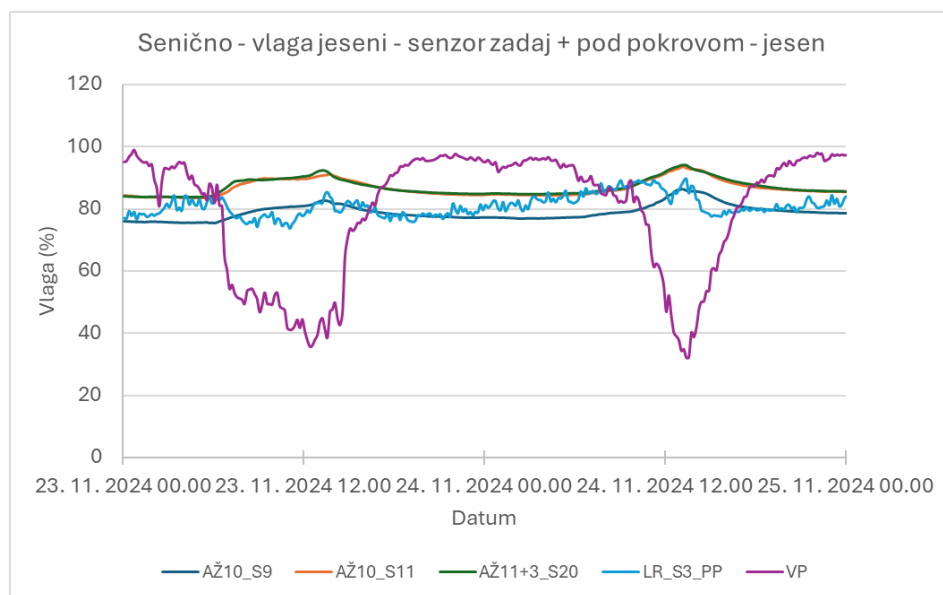
TEMPERATURA V PANJIH SENIČNO (°C)	AŽ10_S9	AŽ10_S11	AŽ11+3_S20	LR_S3-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	5,05	3,49	2,85	2,20	2,35
SE	0,08	0,12	0,16	0,15	0,24
SD	1,69	2,58	3,24	3,12	4,98
Minimum	2,32	-0,83	-2,37	-2,91	-4,41
Maksimum	8,62	8,40	8,95	10,01	16,87
Število meritev	429	427	430	424	430

Jesenske meritve temperature v panjih na lokaciji Senično kažejo, da so bile razmere znotraj panjev večinoma toplejše kot zunaj (vremenska postaja: povprečje 2,4 °C), vendar z manjšimi razlikami kot na drugi lokaciji. Najvišje povprečne vrednosti so bile izmerjene v panju AŽ10 S9 (5,1 °C), medtem ko je bila temperatura v LR panju pod pokrovom 2,2 °C, kar je primerljivo z vrednostmi vremenske postaje.

Najnižje temperature so bile opažene v LR panju (-2,9 °C) in AŽ11+3 (-2,4 °C), kar kaže, da je v nekaterih panjih lahko prišlo do večjega ohlajanja kot v okolici. Vrednosti v panjih AŽ10 so bile stabilnejše, saj se minimum ni spustil pod -0,8 °C ali 2,3 °C.

Standardni odkloni kažejo na večje temperaturne spremembe v AŽ11+3 in LR panjih (SD nad 3 °C), kar pomeni manj stabilne pogoje v primerjavi z AŽ10 panji. Vremenska postaja je zaznala največje

temperaturne razpone ($SD = 4,98\text{ }^{\circ}\text{C}$), s temperaturami vse od $-4,4$ do $16,9\text{ }^{\circ}\text{C}$, kar potrjuje blažilno funkcijo panjev tudi v hladnem pozno novembrskem obdobju.



Slika 29. Senično. Vlaga v jeseni v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

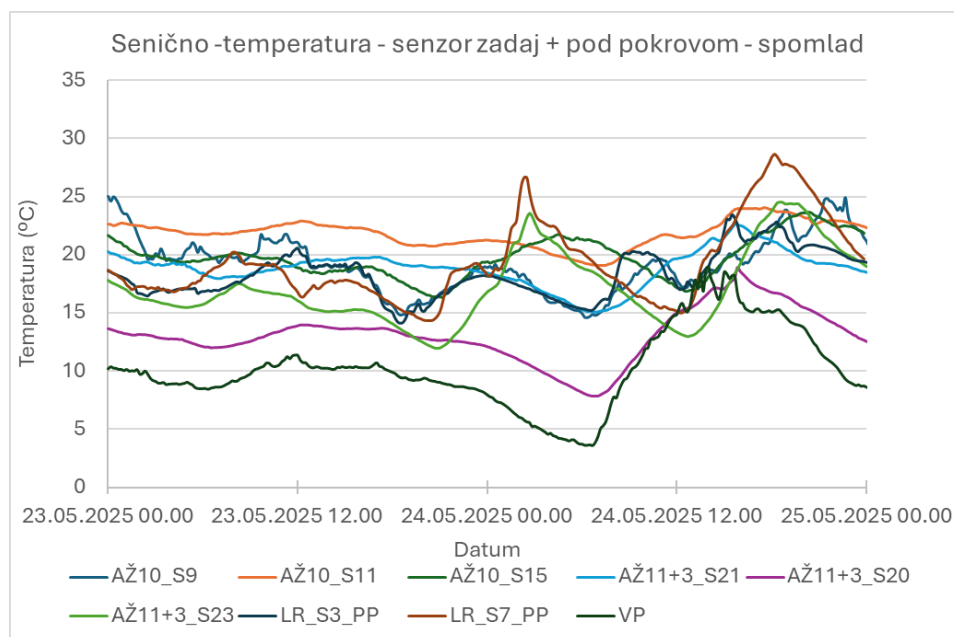
Tabela 17. Relativna vlaga v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.11. in 25.11.2024.

VLAGA V PANJIH SENIČNO (%)	AŽ10_S9	AŽ10_S11	AŽ11+3_S20	LR_S3-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	79,49	87,17	87,41	81,40	81,93
SE	0,12	0,12	0,12	0,20	0,89
SD	2,55	2,56	2,54	4,04	18,46
Minimum	75,33	83,64	83,90	73,60	32,13
Maksimum	86,28	93,70	94,22	92,82	100,00
Število meritev	429	427	430	424	430

Vlačnost v panjih na lokaciji Senično je bila v poznem novembru visoka in precej stabilna. Najvišji povprečni vrednosti sta bila izmerjeni v panjih AŽ11+3 (87,4 %) in AŽ10 S11 (87,2 %), kar kaže na učinkovito zadrževanje vlage v teh panjskih sistemih. Tudi LR panj pod pokrovom (81,4 %) in AŽ10 S9 (79,5 %) sta imela visoko vlažnost, vendar nekoliko nižjo.

Vremenska postaja je beležila enako povprečno vrednost (81,9 %), a z zelo visokim standardnim odklonom ($SD = 18,5\%$), kar pomeni, da so bile zunanje razmere izredno spremenljive (od 32,1 % do 100 %). V primerjavi s tem so panji ohranjali veliko bolj stabilno mikroklimo – standardni odkloni so bili nizki (okoli 2,5 %), z izjemo LR panja ($SD = 4,04\%$).

Najnižja izmerjena vlažnost v panjih je bila vedno nad 73 %, medtem ko je zunanja relativna vlaga padla vse do 32 %. Podatki potrjujejo, da panji zadržujejo višjo in enakomernejšo zračno vlago kot okolje, pri čemer so AŽ11+3 in AŽ10 panji v tem pogledu najbolj učinkoviti.



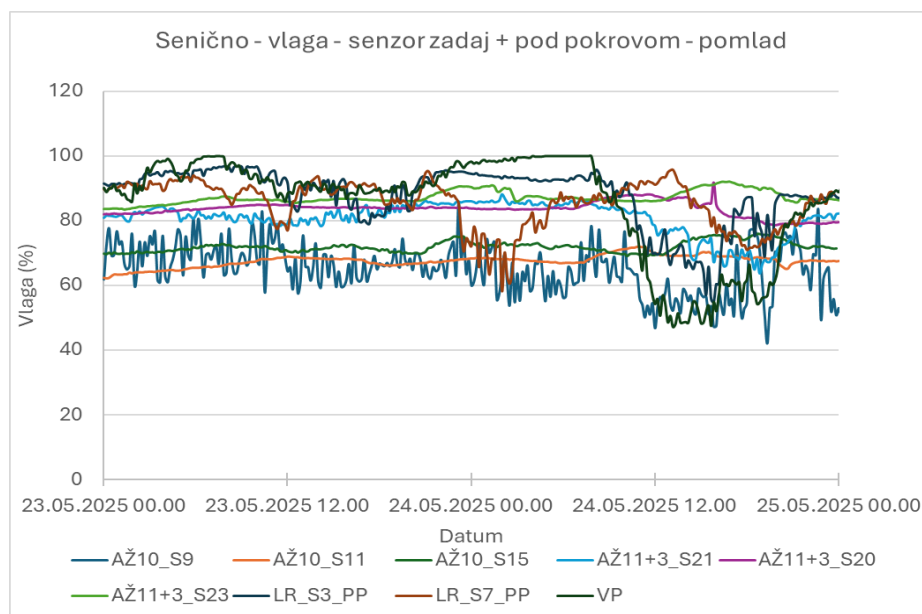
Slika 30. Senično. Temperatura spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 18. Temperatura v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.5. in 25.5.2025.

TEMPERATURA V PANJIH SENIČNO (°C)	AŽ10 _S9	AŽ10 _S11	AŽ10 _S15	AŽ11+3 _S21	AŽ11+3 _S20	AŽ11+3 _S23	LR_S3- pod pokrovom	LR_S7- pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	20,20	22,00	19,77	19,04	13,55	17,22	19,89	19,38	10,99
SE	0,17	0,07	0,10	0,10	0,14	0,19	0,18	0,20	0,21
SD	3,60	1,39	1,75	2,05	2,89	3,17	3,69	3,43	4,26
Minimum	14,59	19,10	16,30	14,96	7,85	11,99	14,10	14,37	3,61
Maksimum	28,25	25,86	23,68	23,62	19,62	24,52	29,78	28,61	20,43
Število meritev	431	426	287	430	430	288	430	287	430

Spomladanske meritve temperature v panjih v Seničnem so pokazale, da so bile povprečne vrednosti v vseh panjih občutno višje kot zunaj (vremenska postaja: 11,0 °C). Najtoplejši je bil panj AŽ10 S11 (22,0 °C), sledijo panji AŽ10 S9 in LR S3 (okrog 20 °C), medtem ko je bila temperatura najnižja v AŽ11+3 S20 (13,6 °C).

Največja temperaturna nihanja so bila v LR panju S3 (SD = 3,69 °C) in v AŽ10 S9 (SD = 3,60 °C), kar kaže na večje temperaturne spremembe v teh panjih v primerjavi z AŽ10 S11, kjer je bila temperatura najbolj stabilna (SD = 1,39 °C). Vremenska postaja je zaznala še večja nihanja (SD = 4,26 °C), kar potrjuje, da panji blažijo zunanja temperaturna nihanja. Najnižje vrednosti v panjih niso padle pod 7,9 °C (AŽ11+3 S20), medtem ko je vremenska postaja zabeležila 3,6 °C. Najvišje temperature so bile izmerjene v LR panjih (do 29,8 °C), kar kaže na možnost dodatnega segrevanja v zgornjih delih panjev, zlasti ob sončnem vremenu. Povprečne vrednosti kažejo temperaturne razlike tudi med panji istega tipa, kar lahko odraža razliko v legi, jakosti družin ali osvetljenosti. AŽ10 S11 je ohranjal najstabilnejše in najtoplejše razmere, kar je lahko posledica močne družine ali bolj izoliranega položaja panja.



Slika 31. Senično. Vlage spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 19. Relativna vlaga v panjih – senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem med 23.5. in 25.5.2025.

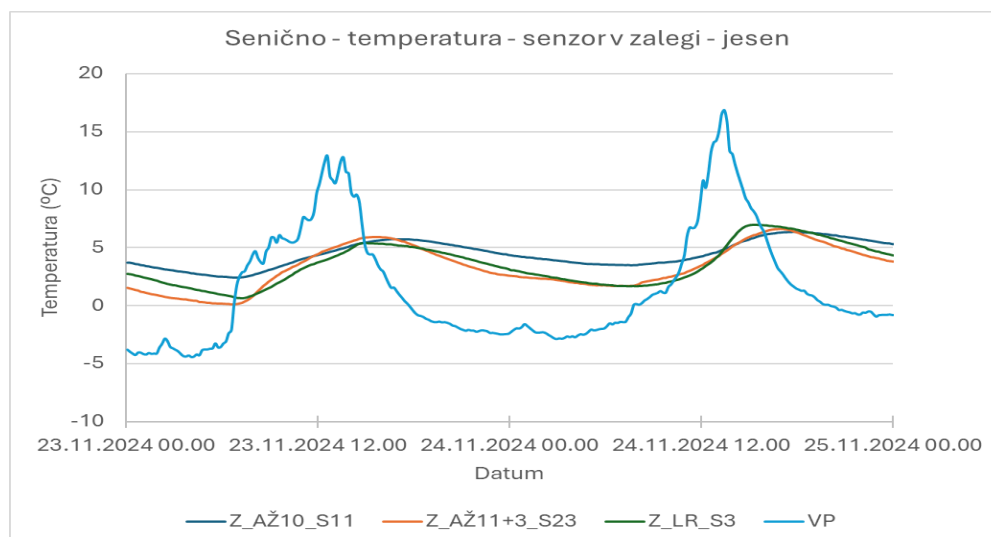
VLAGA V PANJIH SENIČNO (%)	AŽ10_S9	AŽ10_S11	AŽ10_S15	AŽ11+3_S21	AŽ11+3_S20	AŽ11+3_S23	LR_S3-pod pokrovom	LR_S7-pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	64,66	67,57	71,91	79,43	82,57	87,24	83,75	85,38	81,97
SE	0,35	0,12	0,10	0,27	0,14	0,11	0,51	0,43	0,85
SD	7,34	2,40	1,71	5,67	2,86	1,93	10,67	7,26	17,59
Minimum	42,22	61,77	68,99	63,84	76,09	83,56	49,77	58,15	41,63
Maksimum	85,62	73,70	75,92	88,13	91,78	92,04	96,80	95,83	100,00
Število meritev	431	426	287	430	430	288	287	430	430

Spomladanske meritve relativne vlage v panjih na lokaciji Senično kažejo na jasne razlike med panjskimi tipi in tudi med panji istega sistema. Povprečne vrednosti vlage so bile najvišje v panjih AŽ11+3 S23 (87,2 %) in LR S3 ter S7 (nad 83 %), kar nakazuje na bolj vlažne razmere v teh panjih. Nasprotno pa so bile najnižje povprečne vrednosti v AŽ10 S9 (64,7 %) in AŽ10 S11 (67,6 %).

Standardni odkloni kažejo, da so bile razmere najstabilnejše v panju AŽ10 S15 in AŽ11+3 S23 (SD pod 2 %), medtem ko je bila variabilnost največja v LR panju S3 (SD = 10,7 %) in v AŽ10 S9 (SD = 7,3 %). Na vremenski postaji so bile spremembe vlažnosti še izrazitejše (SD = 17,6 %), kar potrjuje, da panji ublažijo zunanja nihanja.

Najnižja vlažnost je bila izmerjena v AŽ10 S9 (42,2 %), najvišje vrednosti pa v AŽ11+3 S23 in LR panjih, kjer je vlažnost dosegla skoraj 97 %. Zunanja vlažnost se je gibala od 41,6 % do 100 %, kar kaže na precejšnje zunanje spremembe, ki so bile v notranjosti panjev uspešno blažene.

Podatki potrjujejo, da panjski sistemi AŽ11+3 in LR vzdržujejo višjo in bolj enakomerno vlago, kar je lahko povezano z močnejšo družino, lego panjev ali konstrukcijo, ki bolje zadržuje vlago v panju.



Slika 32. Senično. Temperatura jeseni v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 20. Temperatura v zalegi v obdobju 23.11 do 25.11.2024.

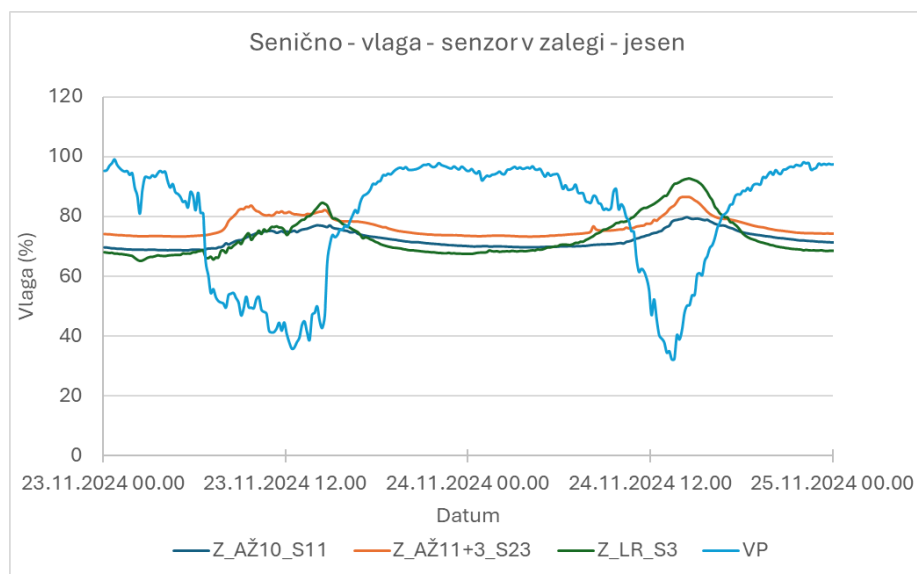
TEMPERATURA V ZALEGI (°C)	Z_AŽ10_S11	Z_AŽ11+3_S23	Z_LR_S3	Vrem. postaja
Povprečje	5,02	4,22	4,23	2,35
SE	0,07	0,12	0,11	0,24
SD	1,53	2,45	2,18	4,98
Minimum	2,42	0,14	0,65	-4,41
Maksimum	8,21	9,67	8,55	16,87
Število meritev	431	431	430	431

V poznem novembru so bile temperature v območju čebelje gruč v vseh panjskih sistemih nekoliko višje kot zunaj, vendar precej nizke glede na optimalne pogoje za zimsko gručo. Povprečne vrednosti so bile najvišje v panju AŽ10 S11 (5,0 °C), nekoliko nižje pa v panjih AŽ11+3 S23 in LR S3 (okrog 4,2 °C). Na vremenski postaji je bila povprečna temperatura 2,4 °C.

Najnižje vrednosti v gruč so bile v AŽ11+3 S23 (0,1 °C) in LR panju S3 (0,7 °C), kar kaže, da je temperatura ponekod padla zelo blizu ledišča, kar lahko vpliva na termoregulacijo čebel, če gruča miruje. Panj AŽ10 S11 je ohranjal nekoliko višje minimalne temperature (2,4 °C), kar nakazuje na bolj učinkovito izolacijo ali dejavnost družine.

Standardni odkloni kažejo na večja temperaturna nihanja v AŽ11+3 in LR panjih (SD nad 2 °C), medtem ko je bil AŽ10 bolj stabilen (SD = 1,53 °C). V primerjavi z razmerami na vremenski postaji (SD = 4,98 °C) so bile temperature v panjih bolj stabilne, vendar še vedno občutljive na zunanje razmere.

Podatki potrjujejo, da so bile družine v tem obdobju v zimski gruč, saj so temperature v tem območju le nekoliko nad okolico.



Slika 33. Senično. Vlaga jeseni v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

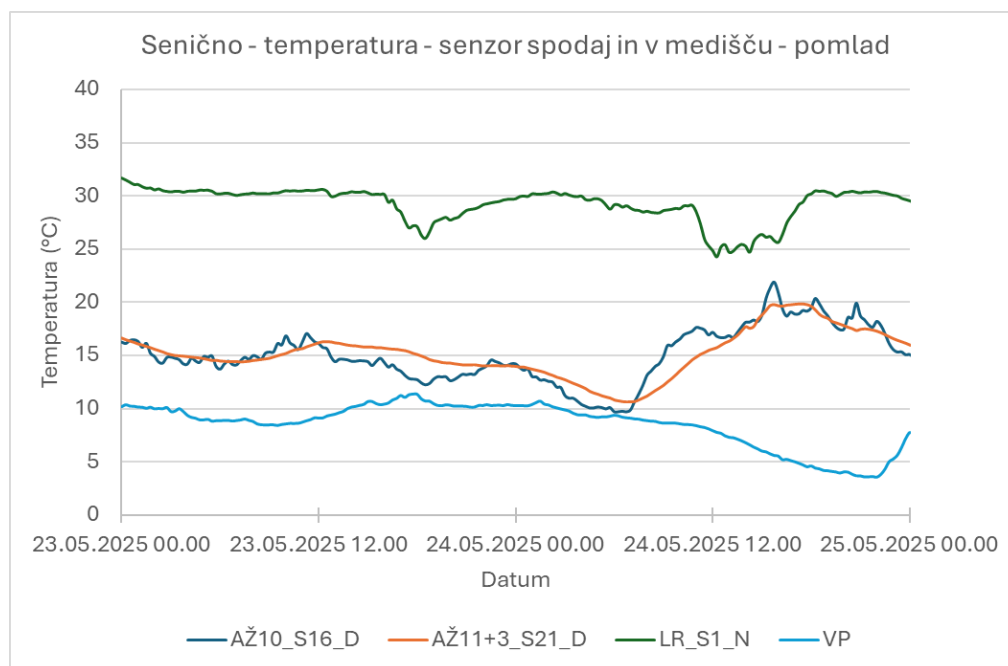
Tabela 21. Vlaga v zalegi v obdobju 23.11 do 25.11.2024 v Seničnem.

VLAGA V ZALEGI (%)	Z_AŽ10_S11	Z_AŽ11+3_S23	Z_LR_S3	Vrem. postaja
Povprečje	73,23	76,43	74,33	81,96
SE	0,17	0,17	0,35	0,89
SD	3,51	3,46	7,26	18,45
Minimum	68,74	72,10	65,26	32,13
Maksimum	83,60	86,51	92,83	100,00
Število meritev	431	431	430	431

V poznem jesenskem obdobju so bile vrednosti relativne vlage v območju zalege visoke in precej stabilne, z manjšimi razlikami med panji. Najvišjo povprečno vlago je imel panj AŽ11+3 S23 (76,4 %), sledijo LR S3 (74,3 %) in AŽ10 S11 (73,2 %), medtem ko je bila zunanja vlaga na vremenski postaji nekoliko višja (81,9 %).

Najnižja izmerjena vlažnost v panjih se ni spustila pod 65 %, kar kaže, da je bilo okolje v območju zalege dovolj vlažno tudi v hladnem obdobju. Največje dnevno nihanje vlage je bilo prisotno v LR panju (SD = 7,26 %), kar je precej več kot v AŽ panjih (SD ≈ 3,5 %), in kaže na manj stabilne razmere v tem panjskem sistemu.

V primerjavi z vremensko postajo, kjer je vlaga nihala med 32,1 % in 100 %, so panji zagotavljali bolj uravnotežene pogoje. Vrednosti kažejo, da čebelje družine tudi v obdobju brez zalege ali z zmanjšano aktivnostjo vzdržujejo ustrezno mikroklimo, pri čemer so AŽ panji ohranjali nekoliko bolj enakomerno raven vlage.



Slika 34. Senično. Temperatura spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 22. Temperatura v panju - senzor spodaj in v medišču v Seničnem v obdobju 23.5 do 25.5. 2025.

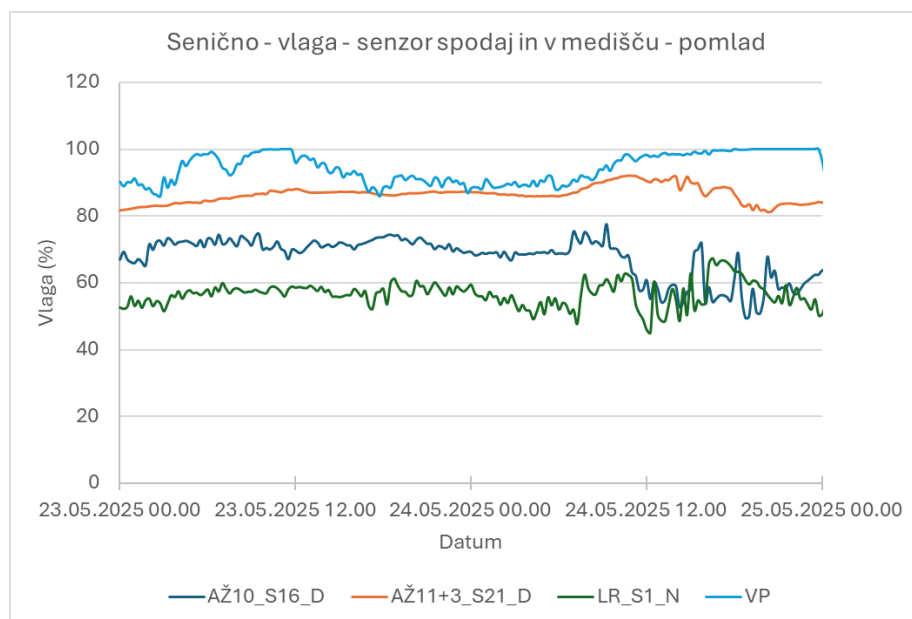
TEMPERATURA V PANJIH SPODAJ IN V MEDIŠČU (°C)	AŽ10_S16_D	AŽ11+3_S21_D	LR_S1_N	Vrem. postaja
Povprečje	16,16	15,72	29,50	10,22
SD	0,23	0,16	0,12	0,20
SE	3,88	2,73	1,99	3,39
Minimum	9,75	10,60	24,29	3,61
Maksimum	25,50	21,51	33,51	18,98
Število meritev	287	285	286	287

Spomladanske meritve kažejo izrazite razlike v temperaturi glede na lokacijo senzorjev v panju. Najvišja povprečna temperatura je bila izmerjena v medišču LR panja (29,5 °C), kar kaže na učinkovito ogrevanje zgornjega dela panja in aktivnost čebel v območju, kjer čebele pretvarjajo medičino v med in ga shranjujejo.

V spodnjih delih panjev AŽ10 in AŽ11+3, to je pod sati plodišča, so bile povprečne temperature nižje (16,2 °C in 15,7 °C), a še vedno znatno višje kot zunaj (vremenska postaja: 10,2 °C). Najnižje vrednosti v spodnjem delu AŽ panjev so se gibale med 9,8 °C in 10,6 °C, kar je blizu zunanjim minimalnim temperaturam, medtem ko se medišče LR panja ni ohladilo pod 24,3 °C, kar potrjuje stabilno notranjo mikroklimo v tem delu panja.

Temperaturna nihanja so bila zelo majhna v vseh panjih (SD < 0,3 °C), kar kaže na učinkovito termoregulacijo kljub zunanjim spremembam. Najvišje temperature v LR panju (do 33,5 °C) so blizu optimalnim razmeram za razvoj čebelje zalege.

Podatki potrjujejo, da medišče LR panja vzdržuje bistveno višjo in bolj konstantno temperaturo v primerjavi s spodnjimi deli AŽ panjev, kar lahko vpliva na razvoj družine in intenzivnost zaleganja v tem obdobju.



Slika 35. Senično. Vlaga spomladi pod sati (AŽ) in v medišču (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

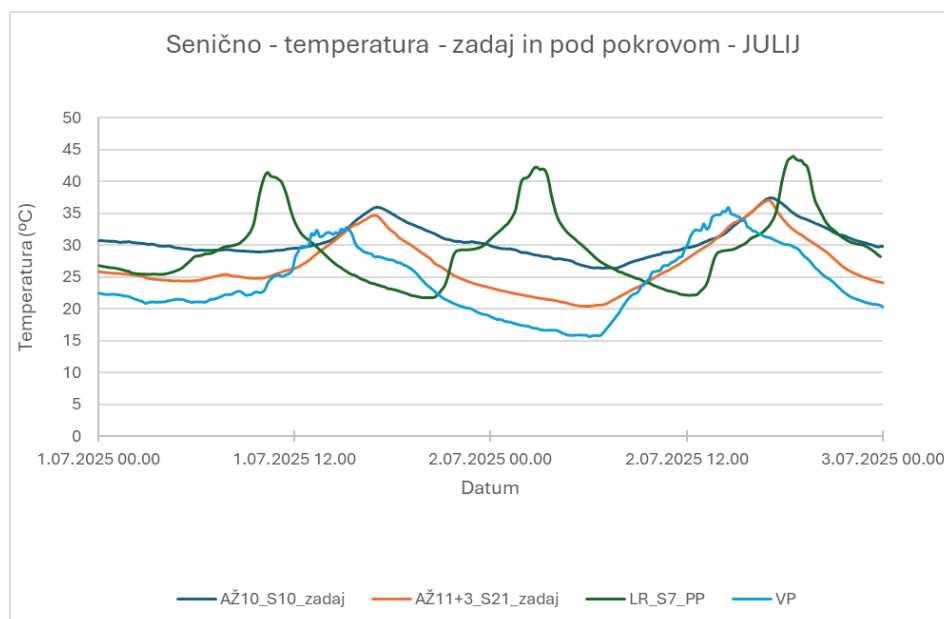
Tabela 23. Relativna vlaga spodaj in v medišču v panjih v Seničnem obdobju 23.5 do 25.5. 2025.

VLAGA V PANJIH SPODAJ IN V MEDIŠČU (%)	AŽ10_S16_D	AŽ11+3_S21_D	LR_S1_N	Vrem. postaja
Povprečje	66,74	85,96	56,73	85,58
SD	0,38	0,21	0,28	0,91
SE	6,48	3,53	4,77	15,47
Minimum	49,43	76,32	42,36	47,12
Maksimum	83,39	92,89	67,49	100,00
Število meritev	287	287	287	287

Meritve relativne vlage kažejo izrazite razlike med panjskimi tipi in točkami merjenja. Najvišjo povprečno vlago sta imela AŽ11+3 panj (85,96 %) in vremenska postaja (85,58 %), kar nakazuje na visoko vlažnost zunanjega in spodnjega okolja. V nasprotju s tem je bila relativna vlaga v medišču LR panja bistveno nižja (56,7 %), kar kaže na izrazito suh zračni prostor v zgornjem delu tega panjskega sistema.

Panj AŽ10 je imel povprečno vlago 66,7 %, torej zmerno vlažno okolje v spodnjem delu, ki se razlikuje tako od vlažnega AŽ11+3 kot suhega LR. Tudi minimalne vrednosti potrjujejo ta trend: v LR panju se je vlaga spustila do 42,4 %, medtem ko so bile v AŽ11+3 vedno nad 76 %.

Variabilnost vlage je bila nizka v vseh panjih ($SD < 0,4$ %), najvišja pa na vremenski postaji ($SD = 0,91$ %), kar kaže na stabilno mikroklimo znotraj panjev. Najvišje izmerjene vrednosti so bile najvišje v AŽ11+3 panju (do 92,9 %), kar kaže, da ta panjski sistem učinkovito zadržuje vlago. Podatki potrjujejo, da ima medišče LR panja v tem obdobju izrazito suhe razmere v primerjavi z drugima panjskima sistemoma, kar lahko vpliva na razvoj ličink in shranjevanje hrane, medtem ko AŽ11+3 zagotavlja stalno visoko vlago v spodnjem delu panja.



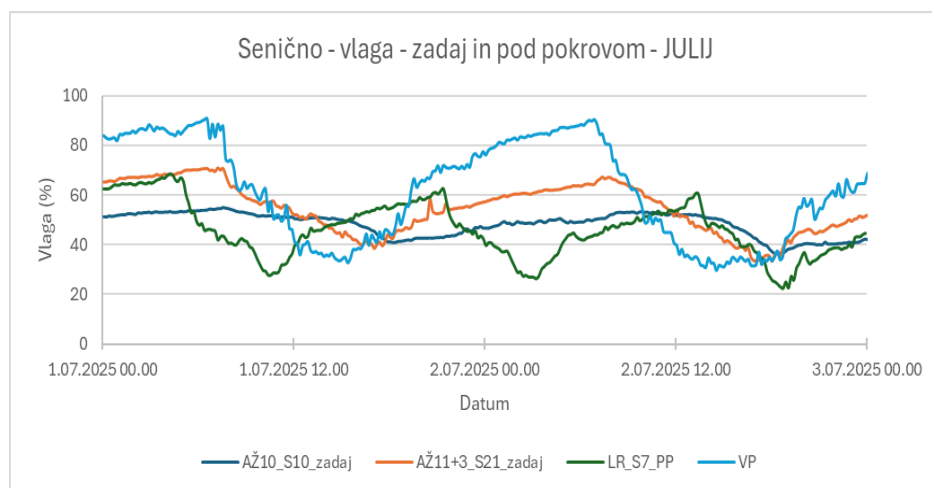
Slika 36. Senično. Temperatura spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 24. Temperatura v panju - senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.

TEMPERATURA V PANJIH ZADAJ IN POD POKROVOM (°C)	AŽ10_S10_zadaj	AŽ11+3_S21_zadaj	LR_S7_pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	30,80	27,19	26,85	24,86
SD	0,14	0,22	0,33	0,28
SE	2,89	4,59	5,62	5,87
Minimum	26,36	20,40	21,80	15,71
Maksimum	38,97	38,58	43,99	37,95
Število meritev	432	432	288	432

Poletne temperature v panjih v Seničnem so bile znatno višje kot na vremenski postaji (povprečje 24,9 °C), kar kaže na močno segrevanje notranjosti panjev v toplem obdobju. Najvišje povprečne vrednosti so bile izmerjene zadaj v panju AŽ10 (30,8 °C), sledita AŽ11+3 zadaj (27,2 °C) in LR panj pod pokrovom (26,9 °C). Najvišje izmerjene temperature so bile v LR panju (43,99 °C), kar je najverjetneje posledica segrevanja pod pokrovom ob intenzivni sončni obsevanosti. Podobno visoke vrednosti so bile tudi v panju AŽ10 (38,97 °C), kar potrjuje, da tudi zadaj v panju lahko pride do močnega segrevanja, zlasti ob visokih zunanjih temperaturah.

Najnižje izmerjene vrednosti so se gibale med 20,4 °C (AŽ11+3) in 26,4 °C (AŽ10), kar kaže, da tudi v jutranjih ali nočnih urah panji ohranjajo toploto bolje kot zunanji zrak (vremenska postaja minimum: 15,7 °C). Temperaturna nihanja so bila v panjih manj izrazita (SD pod 0,4 °C) kot zunaj, kar potrjuje, da čebelje družine kljub visokim zunanjim temperaturam uspešno uravnavajo notranjo mikroklimo. Razlike med panji odražajo vpliv konstrukcije, postavitve in verjetno tudi moči družin.



Slika 37. Senično. Vlaga spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 25. Relativna vlaga v panju - senzor zadaj in pod pokrovom v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.

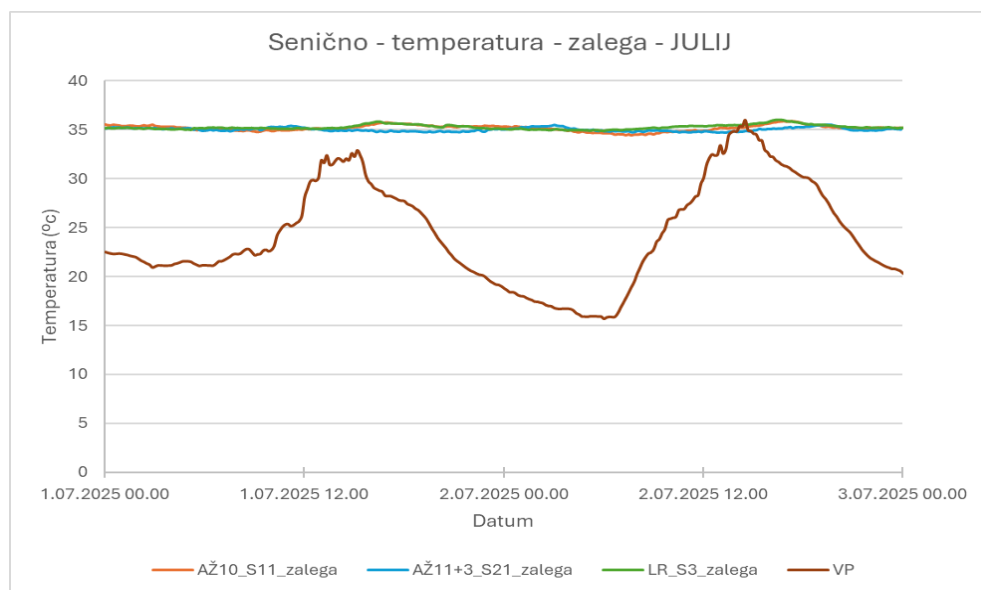
VLAGA V PANJIH ZADAJ IN POD POKROVOM (%)	AŽ10_S10_zadaj	AŽ11+3_S21_zadaj	LR_S7_pod pokrovom	Vrem. postaja
Povprečje	46,67	52,64	46,15	59,02
SD	0,25	0,50	0,65	1,17
SE	5,29	10,36	11,08	20,05
Minimum	35,45	30,89	22,58	24,20
Maksimum	54,93	70,91	68,45	90,56
Število meritev	432	432	288	432

Poletne meritve relativne vlage kažejo na zmerno suhe razmere v notranjosti panjev, zlasti pod pokrovom in v zadnjem delu panjev AŽ in LR. Povprečne vrednosti vlage v panjih so bile nižje kot na vremenski postaji (59,0 %), najnižjo pa je imel LR panj pod pokrovom (46,2 %).

Panj AŽ11+3 je bil v tem obdobju najbolj vlažen (52,6 %), z najširšim razponom vrednosti – od 30,9 % do 70,9 %, kar kaže na večjo dinamiko uravnavanja vlage v tem panjskem sistemu. AŽ10 in LR panj sta imela podobni povprečni vrednosti (okrog 46 %), a je bila pri LR panju tudi najnižja izmerjena vrednost (22,6 %), kar kaže na možnost izrazito suhih pogojev pod pokrovom ob visokih zunanjih temperaturah.

Največjo stabilnost je izkazoval AŽ10 (SD = 0,25 %), medtem ko so bile spremembe v LR panju največje (SD = 0,65 %). Vremenska postaja je beležila še večje dnevno nihanje (SD = 1,17 %), kar potrjuje, da panji kljub vročini ohranjajo relativno enakomerno mikroklimo.

Podatki potrjujejo, da v poletnem času relativna vlaga v zgornjih delih panjev pogosto pade precej pod optimalne vrednosti, kar lahko vpliva na oskrbo in razvoj zalege ali zorenje medu, zlasti v panjih z večjo izpostavljenostjo soncu ali šibkejšo družino.



Slika 38. Senično. Temperatura spomladi v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 26. Temperatura v zalegi v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.

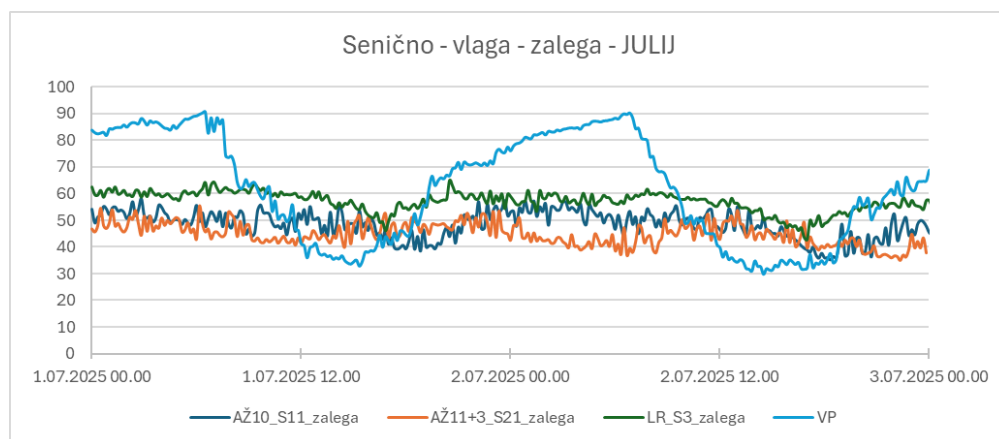
TEMPERATURA V PANJIH ZADAJ IN POD POKROVOM (°C)	<i>AŽ10_S11_zalega</i>	<i>AŽ11+3_S21_zalega</i>	<i>LR_S3_zalega</i>	<i>Vrem. postaja</i>
Povprečje	35,15	35,16	35,34	24,86
SD	0,02	0,01	0,01	0,28
SE	0,35	0,19	0,26	5,87
Minimum	34,43	34,69	34,93	15,71
Maksimum	36,21	35,48	36,25	37,95
Število meritev	430	288	430	432

Poletne meritve kažejo, da so vse čebelje družine na lokaciji Senično uspešno vzdrževale temperaturo v območju zalege na optimalni ravni. Povprečne vrednosti so bile zelo visoke in skoraj enake v vseh panjskih sistemih – med 35,15 °C (AŽ10) in 35,34 °C (LR), kar ustreza idealnim pogojem za razvoj zalege.

Najnižje izmerjene vrednosti niso padle pod 34,4 °C, najvišje pa so bile okoli 36,2 °C, kar pomeni, da so čebele tudi ob visokih zunanjih temperaturah (vremenska postaja: povprečje 24,9 °C) uspešno uravnavale toploto znotraj gnezda.

Standardni odkloni so bili izjemno nizki ($SD \leq 0,02$ °C), kar kaže na izredno stabilno mikroklimo v območju zalege, ne glede na panjski sistem. Tudi pri LR panju, kjer je pogosto večje toplotno nihanje pod pokrovom, je bila temperatura v območju zalege zelo konstantna.

Ti podatki potrjujejo aktivno in natančno termoregulacijo v panjih, kar je znak prisotnosti močnih družin in aktivnega zaleganja tudi v poletnem obdobju.



Slika 39. Senično. Vlaga v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 27. Relativna vlaga v panju - v zalegi v Seničnem v obdobju 1.7. do 3.7. 2025.

VLAGA V PANJIH ZADAJ IN POD POKROVOM (%)	AŽ10_S11_zalega	AŽ11+3_S21_zalega	LR_S3_zalega	Vrem. postaja
Povprečje	47,73	44,83	55,91	59,02
SD	0,27	0,25	0,21	0,96
SE	5,51	4,22	4,26	20,05
Minimum	33,75	34,91	42,71	24,20
Maksimum	58,21	55,31	64,95	90,56
Število meritev	430	288	430	432

Poletne meritve relativne vlage v območju zalege kažejo na suhe, a precej stabilne pogoje v vseh panjskih sistemih. Najvišjo povprečno vlažnost je dosegal LR panj (55,9 %), sledita AŽ10 (47,7 %) in AŽ11+3 (44,8 %), medtem ko je bila zunanja vlažnost na vremenski postaji nekoliko višja (59,0 %).

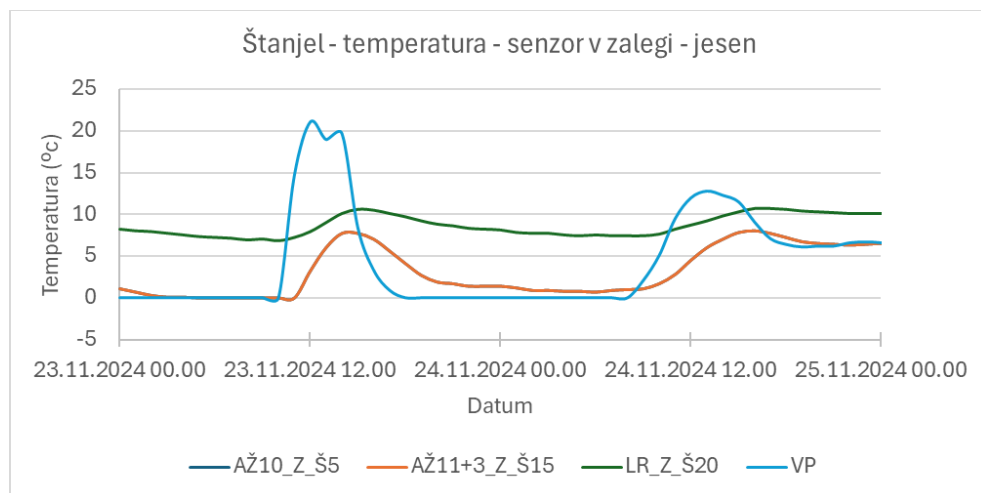
Najnižja izmerjena vlaga v območju zalege se je gibala med 33,8 % (AŽ10) in 42,7 % (LR), kar potrjuje, da čebele v vročih dneh aktivno znižujejo vlago v gnezdu. Najvišje vrednosti so bile povsod pod 65 %, torej precej pod zunanjimi maksimalnimi vrednostmi (vremenska postaja: 90,6 %).

Standardni odkloni so bili nizki v vseh panjih (SD med 0,21 % in 0,27 %), kar kaže na stabilno notranjo mikroklimo kljub visokim temperaturam in spremenljivim zunanjim razmeram. Največja stabilnost je bila dosežena v LR panju, kjer so bile razmere tudi najbolj vlažne.

Podatki potrjujejo, da čebelje družine aktivno regulirajo vlažnost v območju zalege.

Lokacija Štanjel

Na lokaciji Štanjel smo temperaturo v panju in zalegi merili z Data loggerji, kasneje smo namestili senzorje Senzemo (v juliju 2025). Rezultati so prikazani v slikah 41 do 54 in tabelah 28 do 41.



Slika 40. Štanjel. Temperatura v zalegi jeseni (november). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 28. Temperatura v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23. do 25.11. 2024.

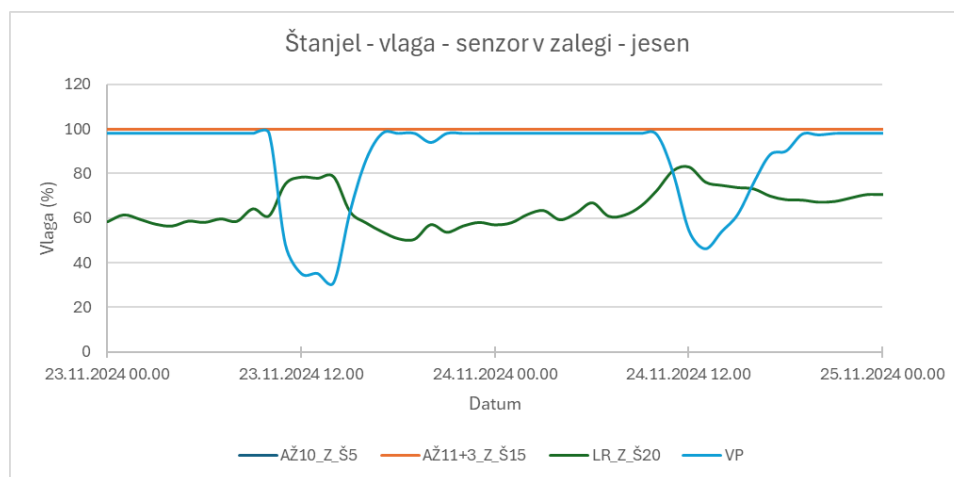
TEMPERATURA V ZALEGI (°C)	AŽ10_Z_Š5	AŽ11+3_Z_Š15	LR_Z_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	4,81	4,81	9,27	8,36
SD	0,38	0,38	0,17	0,66
SE	3,16	3,16	1,47	4,54
Minimum	0,00	0,00	6,80	0,00
Maksimum	9,70	9,70	11,60	21,10
Število meritev	71	71	71	71

V poznem jesenskem obdobju so temperature v območju zalege vseh treh panjskih sistemov precej odražale zunanjo ohlaiditev. Povprečne temperature v območju zalege panjev AŽ10 in AŽ11+3 so znašale 4,81 °C, kar je enako in nekoliko nižje od zunanjih povprečij na vremenski postaji (8,36 °C).

Izstopa pa panj LR_Z_Š20, kjer je bila povprečna temperatura višja (9,27 °C), z manjšim standardnim odklonom (SD = 0,17 °C), kar kaže na bolj stabilne pogoje in možno zadrževanje toplote v tem panju kljub splošnemu znižanju temperatur.

Najnižje izmerjene temperature v AŽ panjih in na vremenski postaji so padle do 0 °C, kar potrjuje izrazito ohlajene razmere. V panju LR so temperature ostale nad 6,8 °C, kar lahko pomeni boljšo izoliranost ali še prisotno, a zmanjšano aktivnost čebel.

Skupno podatki kažejo, da so družine prešle v zimsko mirovanje. Tip panja LR je zadrževal nekoliko več toplote, medtem ko so panji AŽ beležili temperature skoraj enake zunanjim.



Slika 41. Štanjel. Vlaga v zalegi jeseni (november). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 29. Vlaga v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23. do 25.11. 2024.

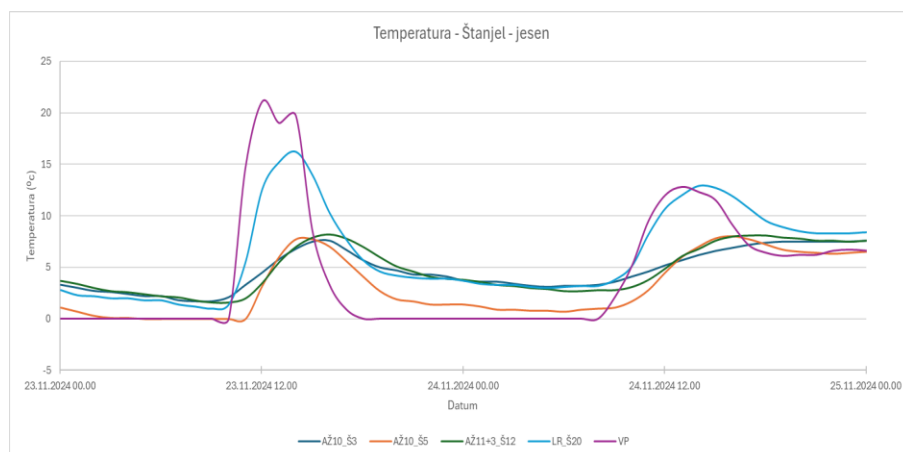
VLAGA V ZALEGI (°C)	AŽ10_Z_Š5	AŽ11+3_Z_Š15	LR_Z_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	100,00	100,00	67,83	88,49
SD	0	0	1,00	2,10
SE	0	0	8,461885	17,83684
Minimum	100,00	100,00	50,70	31,10
Maksimum	100,00	100,00	83,10	98,10
Število meritev	71	71	71	71

V poznem jesenskem obdobju so bile izmerjene vrednosti relativne vlage v območju zalege zelo različne med panjskimi sistemi. V panjih AŽ10 in AŽ11+3 je bila vlaga konstantno na 100 %, brez variacije (SD = 0), kar lahko nakazuje na zaprto okolje z majhnim pretokom zraka, kondenzacijo, ali omejitev merilnega senzorja, ki ni zaznal sprememb. Takšne vrednosti pogosto nastopijo, kadar panj ni dobro prezračen ali je notranjost nasičena z vlago.

Nasprotno je bil v LR panju izmerjen nižji in bolj realističen povprečni nivo vlage (67,8 %), z zaznanimi nihanjem (SD = 1,00 %) in razponom med 50,7 % in 83,1 %. Ta panj je očitno imel bolj aktivno izmenjavo zraka in bolj suhe razmere, kar je za prezimovanje čebel ugodneje, saj visoka vlaga povečuje tveganje za kondenzacijo in bolezni.

Na vremenski postaji je bila povprečna vlaga visoka (88,5 %) in zelo spremenljiva (SD = 2,10 %), z vrednostmi od 31,1 % do 98,1 %, kar potrjuje, da so bile zunanje razmere dinamične in vlažne.

Skupno podatki kažejo, da panji AŽ v tem obdobju zadržujejo vlago brez večjih nihanj, kar je lahko problematično, če ni zagotovljeno ustrezno prezračevanje. V nasprotju s tem LR panj ohranja zmernejšo in bolj stabilno raven vlage, kar predstavlja primernejše mikrookolje za prezimovanje.



Slika 42. Štanjel. Temperatura jeseni (november) v panju. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 30. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 23. do 25.11.2024.

TEMPERATURA V PANJIH ŠTANJEL (%)	AŽ10_Š3	AŽ10_Š5	AŽ11+3_Š12	LR_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	5,90	4,81	5,96	7,34	8,36
SE	0,29	0,38	0,31	0,47	0,66
SD	2,48	3,16	2,67	4,01	4,54
Minimum	1,70	0,00	1,60	1,00	0,00
Maksimum	9,80	9,70	10,30	16,20	21,10
Število meritev	71	71	71	71	71

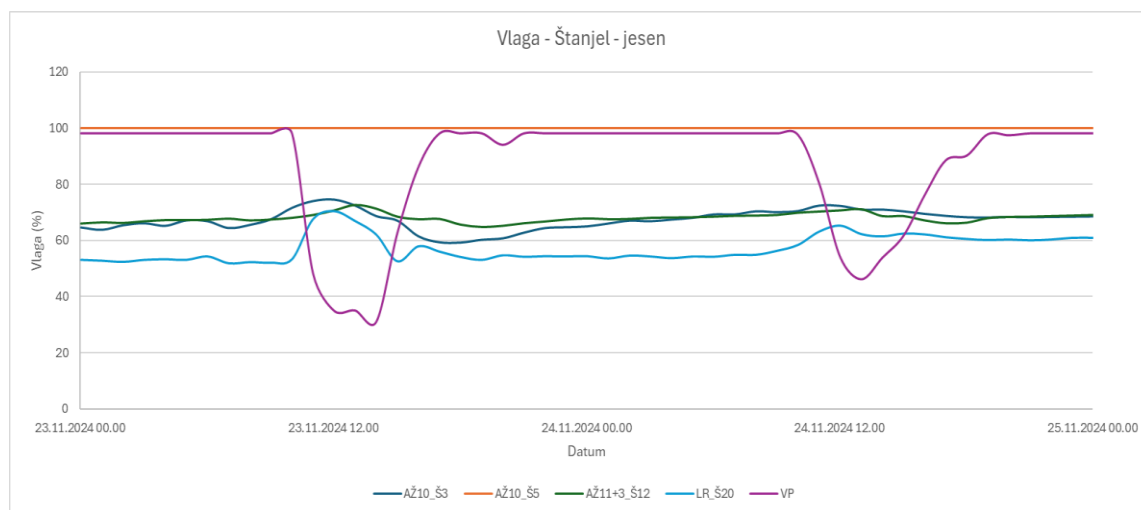
V poznojesenskem obdobju so bile povprečne temperature v panjih nekoliko nižje kot na vremenski postaji (8,36 °C), pri čemer so vse panje zaznamovale razmeroma nizke vrednosti in nihanja, ki kažejo zimsko gručo.

Najvišjo povprečno temperaturo je imel panj LR Š20 (7,34 °C), sledita AŽ11+3 Š12 (5,96 °C) in AŽ10 Š3 (5,90 °C). Najnižjo povprečno vrednost je dosegel panj AŽ10 Š5 (4,81 °C), kar je skladno z že opaženo nižjo temperaturo v območju zalege tega panja.

Vse panje so zaznamovali široki temperaturni razponi: od najnižjih vrednosti pri 0 °C (AŽ10 Š5 in vremenska postaja) do najvišjih med 9,7 °C in 16,2 °C (LR Š20). Še višje zunanje temperature (do 21,1 °C) potrjujejo sončne dneve z znatnim segrevanjem okolja.

Standardni odkloni so bili največji v LR panju Š20 (SD = 4,01 °C), kar kaže na večje temperaturne spremembe v tem panju, bodisi zaradi njegove konstrukcije bodisi zaradi večje izpostavljenosti soncu ali vetru. AŽ panji so imeli nekoliko bolj stabilne razmere (SD ≈ 2,5–3,2 °C).

Panji AŽ in AŽ11+3 ohranjajo nekoliko nižje in bolj stabilne temperature kot LR, pri čemer je ta zadrževal največ toplote in izkazal največjo notranjo dinamiko.



Slika 43. Štanjel. Vlaga jeseni (november) v panju. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 31. Vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 23. do 25.11.2024.

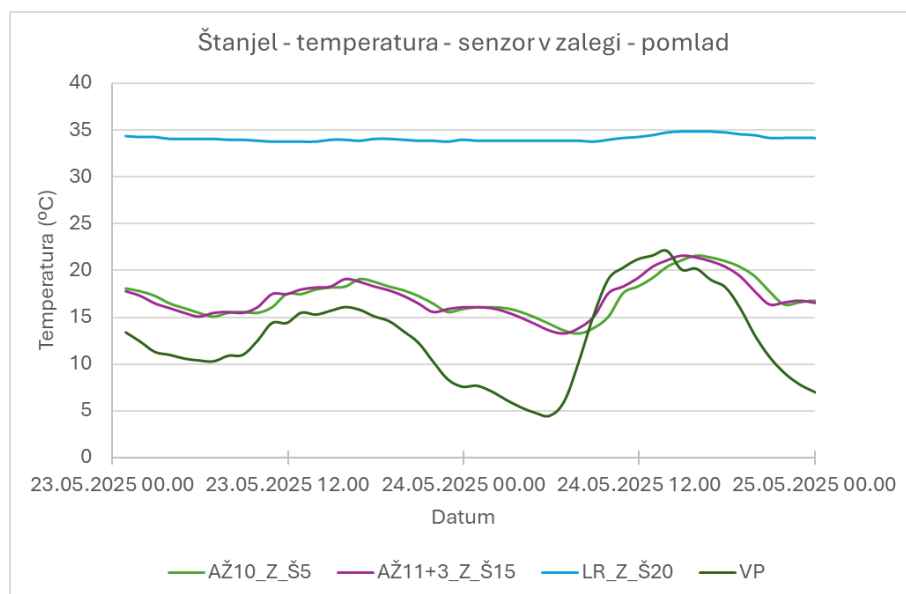
VLAGA V PANJIH ŠTANJEL (%)	AŽ10_Š3	AŽ10_Š5	AŽ11+3_Š12	LR_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	67,91	100,00	68,43	58,98	88,49
SE	0,37	0,00	0,17	0,55	2,10
SD	3,13	0,00	1,42	4,69	17,84
Minimum	59,30	100,00	64,90	52,00	31,10
Maksimum	74,50	100,00	72,60	70,40	98,10
Število meritev	71	71	71	71	71

Jesenske meritve relativne vlage v panjih so pokazale izrazite razlike med panji in v primerjavi z zunanjim okoljem (vremenska postaja: povprečje 88,5 %, širok razpon med 31,1 % in 98,1 %).

Panj AŽ10 Š5 je izstopal s konstantno vlažnostjo 100 %, brez kakršnih koli nihanj (SD = 0 %). Takšna vrednost lahko kaže na izjemno zaprto notranje okolje brez zračenja ali na morebitno omejitev senzorja. Takšna vlažnost sicer ni zaželena, saj lahko poveča tveganje za kondenzacijo in razvoj plesni v panju.

V ostalih panjih so bile povprečne vrednosti vlage zmernejše: AŽ11+3 Š12 (68,4 %), AŽ10 Š3 (67,9 %) in najnižje v LR panju Š20 (58,98 %). Ti podatki kažejo, da so v panjih prevladovali vlažni, a bolj uravnoteženi pogoji. LR panj je bil najbolj suh, kar ustreza prej opaženim rezultatom glede učinkovitega prezračevanja in manjšega zadrževanja vlage. Najnižja izmerjena vlaga je bila v LR panju (52 %), medtem ko sta AŽ10 Š3 in AŽ11+3 Š12 ohranjala vse vrednosti nad 59 %. Vlažnost je bila v teh dveh panjih bolj stabilna (SD 1,4–3,1 %), v primerjavi z visoko zunanjo variabilnostjo (SD = 17,8 %).

Skupno podatki kažejo, da AŽ in AŽ11+3 panji v tem obdobju ohranjajo vlažne pogoje, pri čemer ekstremno visoka in nespremenljiva vlažnost v panju AŽ10 Š5 lahko nakazuje težave s prezračevanjem. Nasprotno pa LR panj vzdržuje nižjo in stabilnejšo vlago, kar predstavlja ugodnejše pogoje za prezimovanje čebel v suhem okolju.



Slika 44. Štanjel. Temperatura spomladi v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

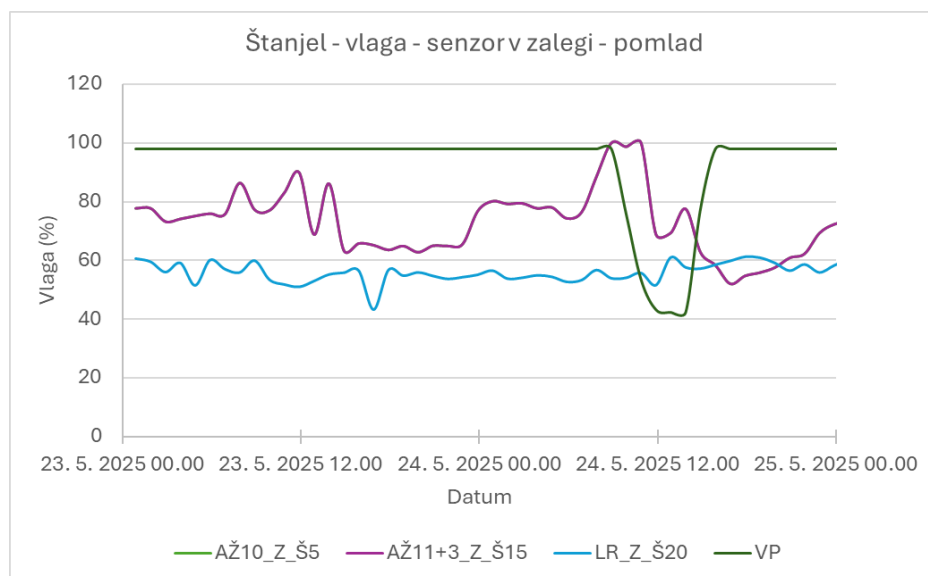
Tabela 32. Temperatura v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23.5. do 25.5. 2025.

TEMPERATURA V ZALEGI (°C)	AŽ10_Z_Š5	AŽ11+3_Z_Š15	LR_Z_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	17,35	17,33	34,25	13,27
SD	0,27	0,27	0,04	0,65
SE	2,29	2,29	0,38	5,51
Minimum	13,30	13,30	33,80	4,40
Maksimum	21,80	21,80	35,20	23,40
Število meritev	71	71	71	71

Na lokaciji Štanjel so meritve pokazale izrazite razlike med panjskimi sistemi. Medtem ko sta imela panja AŽ10 in AŽ11+3 povprečni temperaturi v območju zalege okoli 17,3 °C, je bil LR panj z znatno višjo povprečno temperaturo 34,3 °C očitno v fazi intenzivne zalege.

V panjih AŽ je bila temperatura enaka (17,35 °C in 17,33 °C), kar kaže, da družini v tem obdobju verjetno nista bile v fazi aktivnega ogrevanja gnezda oz. je bil senzor postavljen ob strani gnezda. Minimalne temperature sta dosegli 13,3 °C, kar je blizu zunanjim temperaturam (vremenska postaja: minimum 4,4 °C).

LR panj je bil termično zelo stabilen (SD = 0,04 °C) z vrednostmi od 33,8 °C do 35,2 °C – skoraj optimalno območje za razvoj zaroda. To kaže na prisotnost močne družine z aktivnim ogrevanjem zalege.



Slika 45. Štanjel. Vlaga spomladi v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

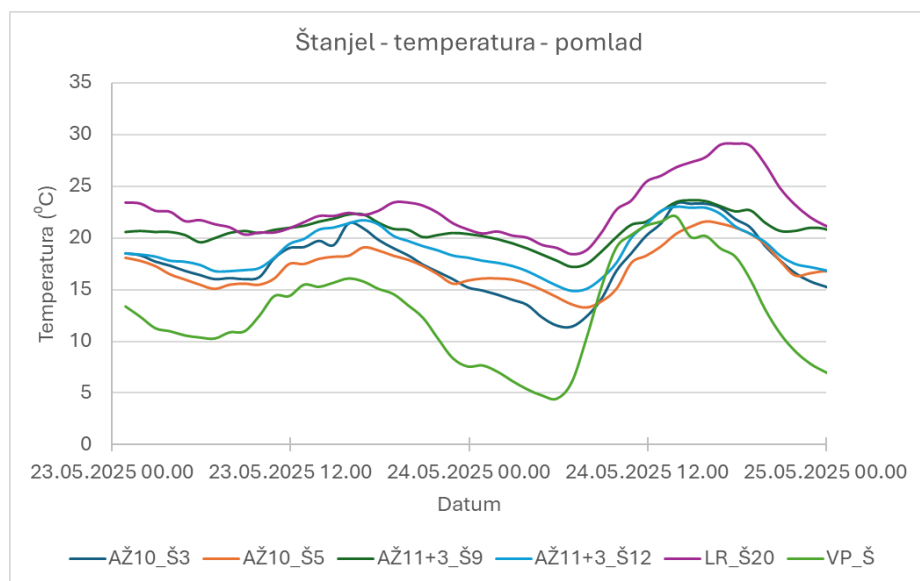
Tabela 33. Relativna vlaga v panju - senzor v zalegi v Štanjelu v obdobju 23.5. do 25.5. 2025.

VLAGA V ZALEGI (%)	AŽ10_Z_Š5	AŽ11+3_Z_Š15	LR_Z_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	73,07	73,07	56,96	92,94
SD	1,35	1,35	0,40	1,61
SE	11,44	11,44	3,36	13,67
Minimum	52,20	52,20	43,30	42,40
Maksimum	100,00	100,00	64,20	98,10
Število meritev	71	71	71	71

V panjih na lokaciji Štanjel so bile razmere glede relativne vlage med panjskimi sistemi izrazito različne. Povprečna vlažnost v območju zalege v panjih AŽ10 in AŽ11+3 je bila enaka (73,1 %), medtem ko je bila v LR panju znatno nižja (56,9 %). Zunanja vlaga, izmerjena na vremenski postaji, je bila zelo visoka (92,9 %). AŽ panja sta imela širok razpon vrednosti (od 52,2 % do 100 %), kar kaže na obdobja povečanega izhlapevanja ali kondenzacije. V LR panju je bila vlaga bolj stabilna (SD = 0,40 %), z nižjimi ekstremi (43,3 % do 64,2 %), kar ustreza pogojem intenzivnega oskrbovanja zalege, kot je bilo razvidno tudi iz temperaturnih meritev.

Nižje vrednosti v LR panju potrjujejo aktivno regulacijo vlage v funkciji vzdrževanja suhega mikrokolija, kar je značilno za močne družine v fazi zaleganja matice. Nasprotno pa višja povprečna vlažnost in večja nihanja v AŽ panjih lahko nakazujejo manjšo aktivnost družin.

Skupno kažejo rezultati, da je bila mikroklima v območju zalege v LR panju bolj stabilna in suha, kar je v skladu z zaznanimi optimalnimi temperaturnimi pogoji za zaleganje.



Slika 46. Štanjel. Temperatura spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 34. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 23.5. in 25.5.2025.

TEMPERATURA V PANJIH ŠTANJEL (°C)	AŽ10_Š3	AŽ10_Š5	AŽ11+3_Š9	AŽ11+3_Š12	LR_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	17,66	17,35	20,73	18,80	23,18	13,27
SE	0,40	0,27	0,20	0,30	0,39	0,65
SD	3,41	2,29	1,67	2,51	3,27	5,51
Minimum	11,40	13,30	16,90	13,30	18,40	4,40
Maksimum	24,60	21,80	23,80	23,60	29,70	23,40
Število meritev	71	71	71	71	71	71

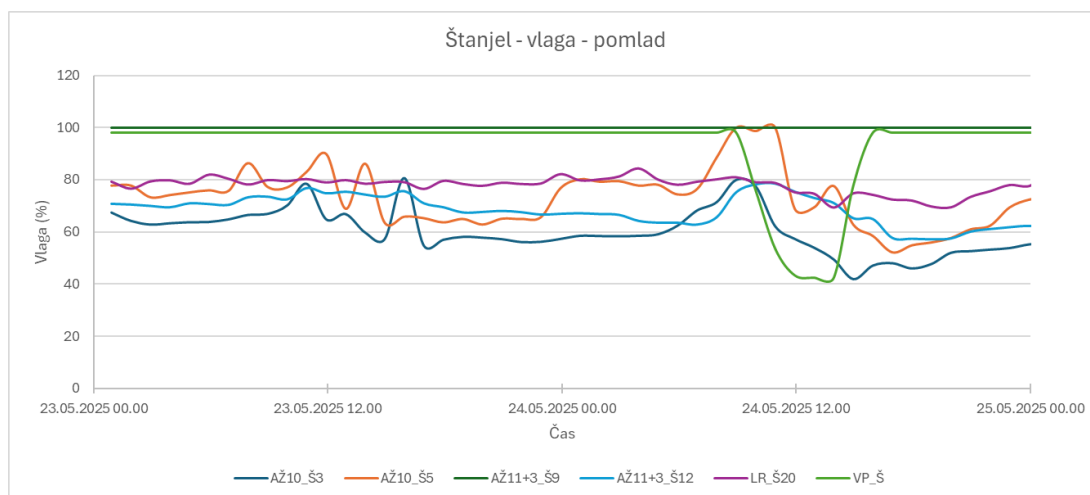
Spomladanske meritve temperature v panjih na lokaciji Štanjel kažejo, da so bile razmere v panjih precej bolj stabilne in toplejše kot zunaj (vremenska postaja: povprečje 13,3 °C). Najvišjo povprečno temperaturo je imel panj LR Š20 (23,2 °C), kar nakazuje na aktivno čebeljo družino ali boljše ogrevanje medišča.

Povprečne temperature v AŽ panjih so bile nižje – med 17,4 °C in 17,7 °C – kar kaže na manj intenzivno toplotno regulacijo, medtem ko je bil panj AŽ11+3 Š9 toplejši (20,7 °C), kar je lahko posledica večje aktivnosti čebel ali prisotnosti zalege.

Najnižje izmerjene temperature v panjih AŽ10 (do 11,4 °C) so bile bistveno višje kot na vremenski postaji (4,4 °C), kar potrjuje blažilni učinek panjskih sten. Najvišje temperature so se gibale med 21,8 °C (AŽ10 Š5) in 29,7 °C (LR Š20), kar kaže na segrevanje notranjosti panjev v sončnih delih dneva.

Standardni odkloni so bili najvišji v AŽ10 Š3 (SD = 3,41 °C) in LR Š20 (SD = 3,27 °C), kar nakazuje na večje dnevne temperaturne spremembe, medtem ko je bil panj AŽ11+3 Š9 najbolj termično stabilen (SD = 1,67 °C).

Skupno kažejo podatki, da so panji v maju že vzdrževali razmeroma toplo notranjost, vendar z razlikami glede na panjski sistem, moč družine in lego panja. Panj LR Š20 je ohranjal najtoplejše pogoje in največje temperaturno nihanje, kar ustreza njegovemu bolj odprtemu zgornjemu delu.



Slika 47. Štanjel. Vlaga spomladi v zadnjem delu panjev (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 35. Relativna vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 23.5. do 25.5.2025.

VLAGA V PANJIH ŠTANJEL (%)	AŽ10_Š3	AŽ10_Š5	AŽ11+3_Š9	AŽ11+3_Š12	LR_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	59,77	73,07	100,00	67,17	77,64	92,94
SE	1,02	1,36	0,00	0,76	0,41	1,62
SD	8,63	11,44	0,00	6,42	3,45	13,67
Minimum	41,90	52,20	100,00	53,90	69,20	42,40
Maksimum	80,60	100,00	100,00	80,50	84,30	98,10
Število meritev	71	71	71	71	71	71

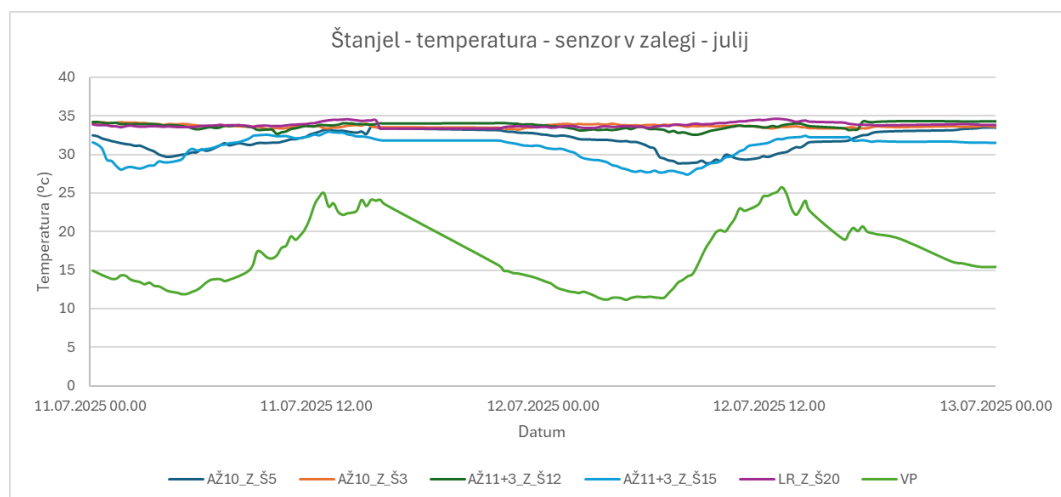
Spomladanske meritve relativne vlage v panjih na lokaciji Štanjel razkrivajo precejšnje razlike med panji in panjskimi sistemi. Najvišjo in popolnoma konstantno vlažnost (100 %) je imel panj AŽ11+3 Š9, kar lahko kaže na senzor z omejeno občutljivostjo ali na posebne pogoje v panju (npr. kondenzacija ali motena ventilacija).

Med ostalimi panji je imel najvišjo povprečno vlago LR Š20 (77,6 %), sledil je AŽ10 Š5 (73,1 %) in AŽ11+3 Š12 (67,2 %). Najnižjo vlažnost je imel panj AŽ10 Š3 (59,8 %), kar kaže na bolj suhe razmere, lahko tudi zaradi razlike v legi ali prezračevanju panja.

Vremenska postaja je imela višjo povprečno vlažnost (92,9 %), a z veliko večjo variabilnostjo (SD = 13,7 %), kar kaže na tipična nihanja zunanjih pogojev. Največja stabilnost znotraj panjev (razen pri 100 % vrednosti) je bila v LR panju (SD = 3,45 %), medtem ko sta imela AŽ10 Š5 in AŽ11+3 Š12 nekoliko večje dnevne razpone (SD > 6 %).

Panj AŽ10 Š3 je izstopal z najnižjimi minimalnimi vrednostmi (41,9 %), kar lahko pomeni večjo suhost ali izpostavljenost soncu. Panji, ki so dosegli najvišje vrednosti (100 %), so kazali na prisotnost zelo vlažnih pogojev, lahko tudi začasnih kondenzacijskih pojavov.

Skupno rezultati kažejo, da panji vzdržujejo razmeroma visoko vlažnost v maju, vendar se ta razlikuje glede na konstrukcijo, mikroklimo in morebitno aktivnost čebel. AŽ11+3 panji kažejo na večjo sposobnost zadrževanja vlage, LR panj pa na bolj stabilno in nekoliko bolj suho notranjo klimo.



Slika 48. Štanjel. Temperatura (julij) poleti v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 36. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.

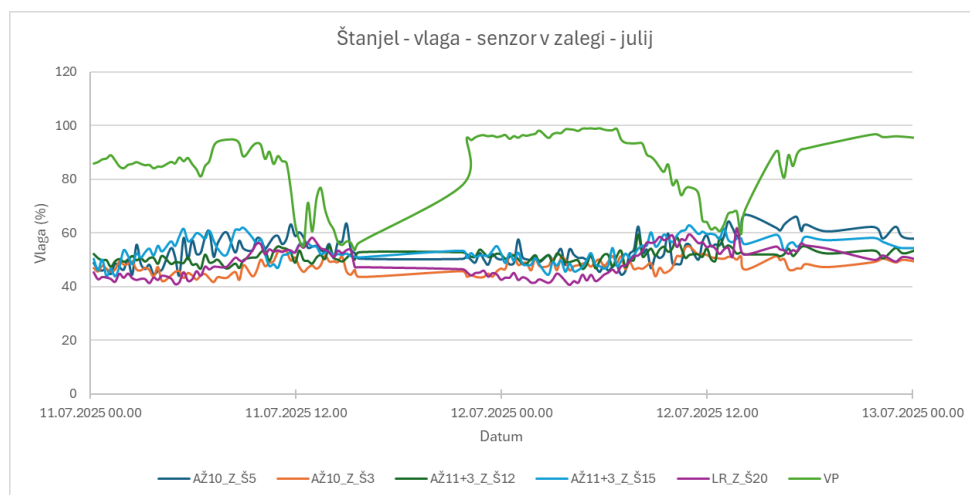
TEMPERATURA V PANJIH ŠTANJEL (%)	AŽ10_Š5	AŽ10_Š3	AŽ11+3_Š12	AŽ11+3_Š15	LR_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	31,60	33,73	33,67	30,61	33,88	17,33
SE	0,10	0,02	0,03	0,13	0,02	0,37
SD	1,29	0,25	0,39	1,57	0,31	4,61
Minimum	28,89	33,17	32,61	27,34	33,35	11,21
Maksimum	33,59	34,25	34,27	32,92	34,66	25,78
Število meritev	157	157	157	157	157	157

Poletne meritve temperature na lokaciji Štanjel so pokazale izrazite razlike med notranjostjo panjev in zunanjimi pogoji. Povprečne temperature v panjih so bile precej višje kot v okolici čebelnjaka, kjer je bila povprečna vrednost 17,3 °C. V vseh panjih so povprečne temperature presegale 30 °C, kar potrjuje aktivno termoregulacijo čebeljih družin.

Najvišjo povprečno temperaturo je imel LR panj Š20 (33,88 °C), zelo podobne vrednosti pa tudi AŽ10 Š3 (33,73 °C) in AŽ11+3 Š12 (33,67 °C). Najnižjo povprečno temperaturo med panji je imel AŽ11+3 Š15 (30,61 °C), ki je bil hkrati tudi panj z največjo temperaturno variabilnostjo (SD = 1,57 °C), kar nakazuje na večja nihanja znotraj merjenega obdobja.

Temperaturni razpon v panjih je bil ozek, pri čemer najnižje vrednosti niso padle pod 27,3 °C (AŽ11+3 Š15), najvišje pa niso presegale 34,7 °C (LR Š20), kar kaže na zelo učinkovito uravnavanje notranje mikrokline. V primerjavi s panji je bila okolica izpostavljena večjim temperaturnim nihanjem (SD = 4,61 °C; min: 11,2 °C, max: 25,8 °C), kar dodatno potrjuje vlogo panjske konstrukcije in aktivnosti čebel pri blaženju okoljskih ekstremov.

Povprečne in maksimalne vrednosti blizu 34 °C v panjih potrjujejo, da so bile družine v aktivni fazi zaleganja, pri čemer so s primerno termoregulacijo ohranjale optimalno temperaturo v območju zalege in širšem panjskem prostoru.



Slika 49. Štanjel. Vlaga poleti (julij) v zalegi. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 37. Relativna vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.

VLAGA V PANJIH ŠTANJEL (%)	AŽ10_Š5	AŽ10_Š3	AŽ11+3_Š12	AŽ11+3_Š15	LR_Š20	Vrem. postaja
Povprečje	53,62	47,99	51,31	53,93	48,86	85,75
SE	0,41	0,23	0,18	0,34	0,42	0,97
SD	5,17	2,85	2,29	4,25	5,24	12,19
Minimum	44,14	41,67	46,55	43,91	40,63	53,73
Maksimum	66,86	55,06	59,52	62,90	61,87	99,81
Število meritev	157	157	157	157	157	157

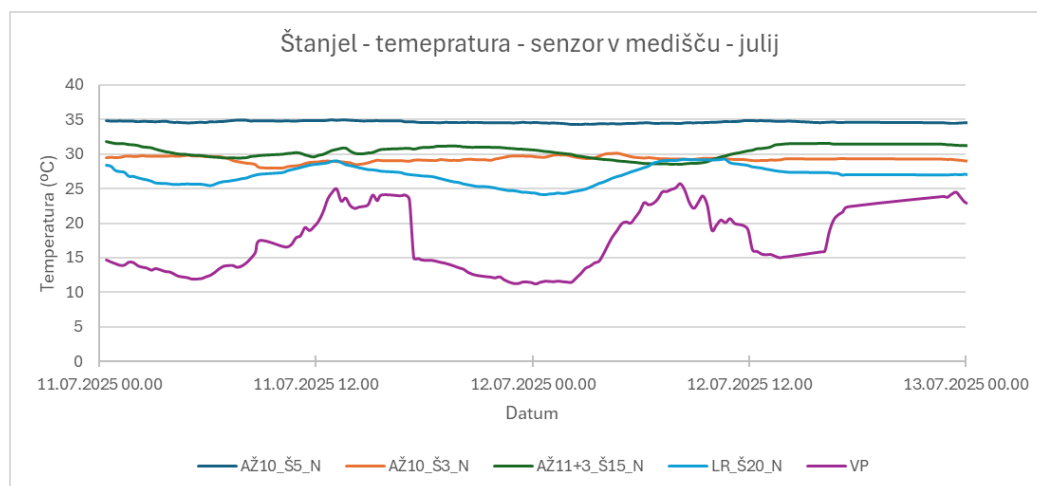
Meritve relativne vlage na lokaciji Štanjel v poletnem obdobju so pokazale zmerno vlažne pogoje znotraj panjev, ob izrazito višji in bolj spremenljivi zunanji vlagi. Povprečne vrednosti vlage v panjih so se gibale med 48 % in 54 %, medtem ko je bila povprečna vrednost na vremenski postaji kar 85,8 %.

Najvišjo povprečno relativno vlago v panjih sta imela AŽ11+3 Š15 (53,93 %) in AŽ10 Š5 (53,62 %), najnižjo pa AŽ10 Š3 (47,99 %) in LR Š20 (48,86 %). Vse vrednosti so precej nižje kot zunaj, kar kaže, da čebelarje družine v tem obdobju vzdržujejo suho mikroklimo z aktivnim prezračevanjem – kar je značilno v fazi intenzivnega zorenja medu in ohranjanja zdravih pogojev v satju.

Vlačnost v panjih je bila stabilna – standardni odkloni so bili nizki (2,3 % do 5,2 %), najvišja variabilnost pa je bila v LR panju in v AŽ10 Š5. Nasprotno pa je bila zunanja vlaga močno spremenljiva (SD = 12,2 %), z razponom od 53,7 % do skoraj 100 %.

Minimalne vrednosti relativne vlage v panjih so bile med 40 % in 46 %, kar je precej suho okolje, zlasti za panje z mlado zalego ali procesom zorenja medu. Najvišje vrednosti v panjih (do 66,9 %) so še vedno znatno nižje od zunanjih maksimalnih (99,8 %).

Skupno podatki potrjujejo, da so čebelarje družine v tem obdobju aktivno uravnale notranjo vlažnost, pri čemer panji AŽ11+3 in AŽ10 ohranjajo nekoliko višjo in bolj enakomerno vlago kot LR panj.



Slika 50. Štanjel. Temperatura (julij) poleti v medišču. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 38. Temperatura v medišču na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.

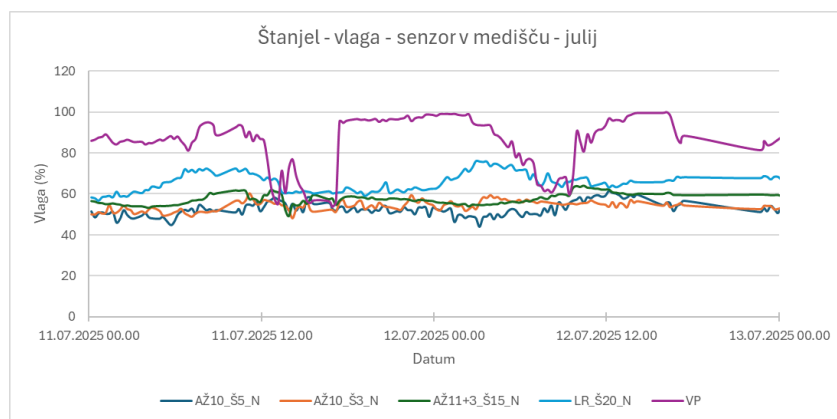
TEMPERATURA V PANJH ŠTANJEL (%)	AŽ10_Š5_N	AŽ10_Š3_N	AŽ11+3_Š15_N	LR_Š20_N	Vrem. postaja
Povprečje	34,65	29,29	30,53	27,05	18,34
SE	0,01	0,03	0,07	0,12	0,44
SD	0,18	0,31	0,90	1,44	4,83
Minimum	34,29	28,50	28,59	24,12	11,21
Maksimum	35,04	30,10	32,00	29,23	25,78
Število meritev	196	171	194	184	156

Poletne meritve temperature v mediščih panjev na lokaciji Štanjel so pokazale izrazite razlike med panjskimi sistemi. Povprečne temperature so bile v vseh panjih bistveno višje kot zunanja temperatura (18,3 °C), kar potrjuje aktivno termoregulacijo in močno aktivnost čebeljih družin v zgornjem delu panjev.

Najvišjo in najbolj stabilno temperaturo v medišču je imel panj AŽ10 Š5 (34,7 °C), z zelo ozkim razponom (min: 34,3 °C, max: 35,0 °C) in izjemno nizkim standardnim odklonom (SD = 0,18 °C), kar kaže na prisotnost močne družine v aktivni fazi zaleganja in izjemno natančno uravnavanje mikroklima.

Nižje povprečne temperature so bile izmerjene v medišču LR panja (27,1 °C) in AŽ11+3 Š15 (30,5 °C), kar je lahko povezano z razlikami v zasnovi panja, prezračevanju ali jakosti družine. Panj AŽ10 Š3 je imel nekoliko nižjo povprečno temperaturo (29,3 °C), vendar prav tako stabilno, z razponom le med 28,5 °C in 30,1 °C. Največja variabilnost temperature je bila v LR panju (SD = 1,44 °C), kar nakazuje večje vplive zunanjih pogojev ali manj enakomerno delovanje čebel pri uravnavanju temperature v medišču.

Skupno podatki potrjujejo, da čebele v vseh panjskih sistemih aktivno vzdržujejo višje temperature v medišču kot zunaj, pri čemer je bila stabilnost najvišja v AŽ10 panju z izrazito natančnim ogrevanjem, kar kaže na optimalne pogoje za razvoj zalege in zorenje medu.



Slika 51. Štanjel. Vlaga poleti (julij) v medišču. Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 39. Vlaga v medišču na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.

VLAGA V PANJIH ŠTANJEL (%)	AŽ10_Š5_N	AŽ10_Š3_N	AŽ11+3_Š15_N	LR_Š20_N	Vrem. postaja
Povprečje	53,76	55,41	58,64	67,28	85,19
SE	0,28	0,20	0,21	0,40	1,28
SD	3,48	2,29	2,57	4,86	13,91
Minimum	44,16	48,17	49,24	59,17	53,73
Maksimum	62,63	61,09	64,22	78,38	99,81
Število meritev	196	171	194	184	156

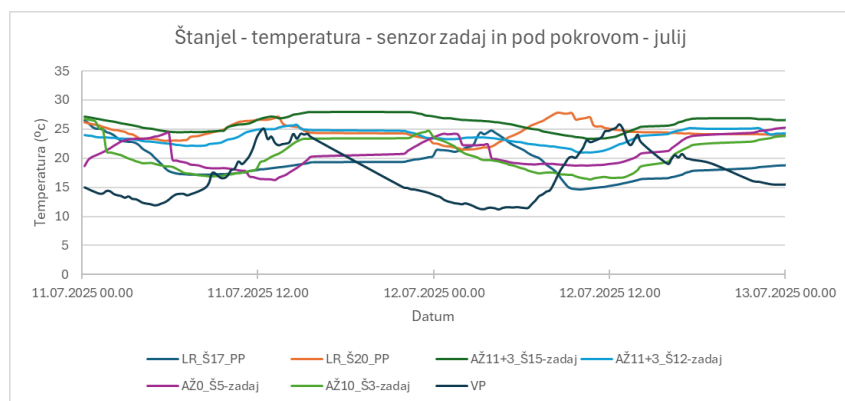
Meritve relativne vlage v medišču panjev so pokazale, da je bila notranja vlaga v vseh panjih znatno nižja in bolj stabilna kot v zunanjem okolju, kjer je vremenska postaja beležila povprečno 85,2 % in širok razpon vrednosti (od 53,7 % do 99,8 %).

Med panji je imel najvišjo povprečno vlažnost medišča LR panj Š20 (67,3 %), vendar tudi največjo variabilnost (SD = 4,86 %) in najširši razpon meritev (59,2 % – 78,4 %). Ta visoka vrednost je lahko posledica slabšega zračenja ali večje količine zrelega medu v zgornjih delih panja.

Povprečne vrednosti vlažnosti so bile v AŽ panjih nižje – med 53,8 % (AŽ10 Š5) in 58,6 % (AŽ11+3 Š15). Najnižjo in tudi najbolj stabilno vlago je ohranjal panj AŽ10 Š3 (SD = 2,29 %), kar kaže na dobro prezračevanje medišča ter suhe pogoje, ki so ugodni za zorenje medu.

Minimalne vrednosti v mediščih niso padle pod 44,2 %, kar pomeni, da ni prihajalo do izsuševanja. Najvišje vrednosti pa so bile vedno pod 80 %, kar ustreza ciljni vlažnosti, ki jo čebele vzdržujejo za pravilno konzervacijo medu.

Skupno podatki kažejo, da čebelarje družine učinkovito uravnavajo relativno vlago v mediščih, pri čemer panji AŽ vzdržujejo suhejše in bolj stabilne pogoje, medtem ko je v LR panju vlažnost višja in bolj spremenljiva. To odraža razlike v konstrukciji panjev in intenzivnosti dejavnosti čebel v zgornjem delu panja.



Slika 52. Štanjel. Temperatura poleti (julij) v zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 40. Temperatura v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.

TEMPERATURA V PANJIH ŠTANJEL (%)	LR_Š17	LR_Š20	AŽ11+3_Š15	AŽ11+3_Š12	AŽ10_Š5	AŽ10_Š3	Vrem. postaja
Povprečje	19,30	24,82	25,85	23,44	20,73	19,93	18,05
SE	0,21	0,14	0,10	0,09	0,23	0,20	0,40
SD	2,61	1,75	1,22	1,10	2,68	2,47	4,99
Minimum	14,66	21,50	23,30	21,03	16,26	16,34	11,21
Maksimum	24,82	29,01	27,92	25,79	27,26	24,73	27,10
Število meritev	166	166	166	166	141	166	166

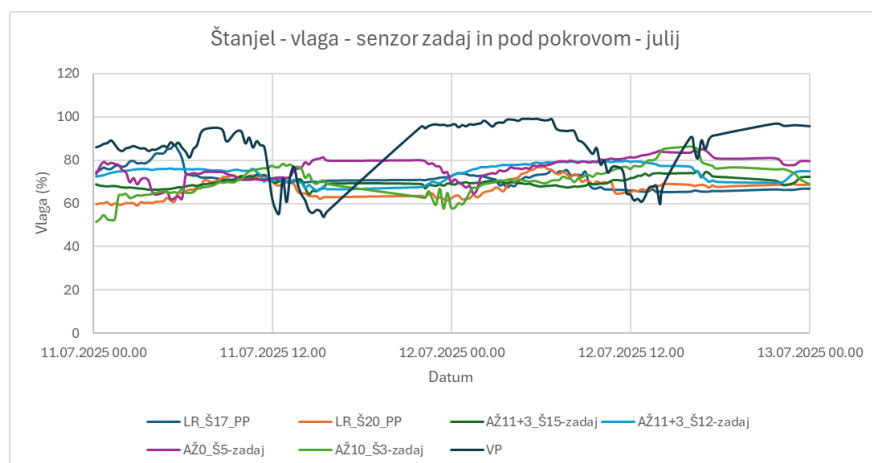
Temperaturne meritve panjev na lokaciji Štanjel v poletnem obdobju so pokazale, da so bile notranje temperature v povprečju višje od zunanjih (vremenska postaja: 18,05 °C), vendar s precejšnjimi razlikami med posameznimi panji in tipi panjev.

Najvišjo povprečno temperaturo je imel panj AŽ11+3 Š15 (25,85 °C), sledita LR Š20 (24,82 °C) in AŽ11+3 Š12 (23,44 °C). Tudi AŽ10 panja sta imela nekoliko višje temperature kot zunanje okolje (AŽ10 Š5: 20,73 °C; AŽ10 Š3: 19,93 °C), medtem ko je bil LR panj Š17 (19,30 °C) po povprečju najbližje zunanji temperaturi.

Najnižjo izmerjeno temperaturo je imel panj LR Š17 (14,66 °C), ki je bil tudi med najbolj spremenljivimi (SD = 2,61 °C), kar lahko nakazuje na manjšo aktivnost čebel ali slabšo toplotno izolacijo. Nasprotno je bil panj AŽ11+3 Š12 termično zelo stabilen (SD = 1,10 °C) z minimalnimi nihanji in s konstantno toploto, kar lahko kaže na aktivno družino s prisotnostjo zalege.

Temperaturni razponi so bili v vseh panjih manjši kot na vremenski postaji (SD = 4,99 °C), kar potrjuje, da panji kljub vročinskemu obdobju učinkovito blažijo nihanja zunanjih temperatur.

Podatki kažejo na dobro toplotno stabilnost v vseh panjskih sistemih, z najvišjo povprečno temperaturo v panjih AŽ11+3, kar je verjetno povezano z večjo notranjo aktivnostjo in intenzivnim razvojem družin v tem obdobju.



Slika 53. Štanjel. Vlaga poleti (julij) v zadaj (AŽ) in pod pokrovom (LR). Primerjava z vremenskimi meritvami (VP-vremenska postaja).

Tabela 41. Vlaga v panjih na lokaciji Štanjel med 11.7 do 13.7.2025.

VLAGA V PANJIH ŠTANJEL (%)	LR_Š17	LR_Š20	AŽ11+3_Š15	AŽ11+3_Š12	AŽ10_Š5	AŽ10_Š3	Vrem. postaja
Povprečje	70,93	68,99	70,27	75,81	75,86	71,42	85,08
SE	0,37	0,39	0,19	0,31	0,46	0,45	0,99
SD	4,63	4,92	2,45	3,91	5,33	5,65	12,48
Minimum	63,58	59,06	64,12	66,08	61,96	57,65	53,73
Maksimum	87,03	78,47	74,96	81,01	85,22	86,36	99,81
Število meritev	166	166	166	166	141	166	166

Meritve relativne vlage na lokaciji Štanjel so pokazale, da panji vzdržujejo zmerno visoko, a bolj stabilno vlažnost kot zunanje okolje. Povprečne vrednosti so bile v vseh panjih nižje kot na vremenski postaji (85,1 %), kar potrjuje aktivno regulacijo vlage s strani čebel, predvsem v času poletne vročine in zorenja medu.

Najvišjo povprečno vlažnost so imeli panji AŽ10 Š5 in AŽ11+3 Š12 (oba nad 75,8 %), sledita AŽ10 Š3 (71,4 %) in LR panj Š17 (70,9 %). Najnižjo povprečno vlažnost je imel LR panj Š20 (68,99 %), kar je kljub temu še vedno precej višje kot v zgornjih delih panjev (npr. mediščih), kjer so bile vrednosti v prejšnjih meritvah pogosto pod 60 %.

Najnižja izmerjena vlaga v panjih je bila med 57,7 % (AŽ10 Š3) in 66,1 % (AŽ11+3 Š12), kar je v območju, ki omogoča normalno zorenje medu in zdravo mikroklimo v gnezdu. V primerjavi s tem je vremenska postaja beležila bistveno širši razpon (od 53,7 % do skoraj 100 %).

Stabilnost vlage je bila v panjih precej višja kot zunaj – standardni odkloni (SD) so bili v razponu od 2,5 % (AŽ11+3 Š15) do 5,7 % (AŽ10 Š3), v nasprotju z vremensko postajo, kjer je SD znašal 12,5 %. Panji AŽ11+3 so ponovno izstopali po stabilnejši klimi.

Skupno podatki potrjujejo, da čebelje družine tudi v obdobju poletne vročine ohranjajo uravnoteženo vlago v spodnjem delu panjev. AŽ panji zagotavljajo višjo in bolj stabilno relativno vlago, medtem ko LR panji izkazujejo nekoliko bolj suho, a še vedno primerno mikroklimo.

3.2.2 Donos medu

Donos medu smo merili s tehtnicami z daljinskim prenosom podatkov. Občasno smo imeli težave s prenosom podatkov, baterijskim akumulatorjem (Štanjel), okvaro tehtnice ali koncentratorja, in tudi zaradi odmrtnosti posamezne družine zaradi zimskih izgub. V spodnji tabeli (34) so prikazani povprečni donosi in donosi po panju v tabeli 35. Rezultati so prikazani za obdobje april – julij.

Tabela 42. Povprečni donos glede na panjski sistem in lokacijo v 2025.

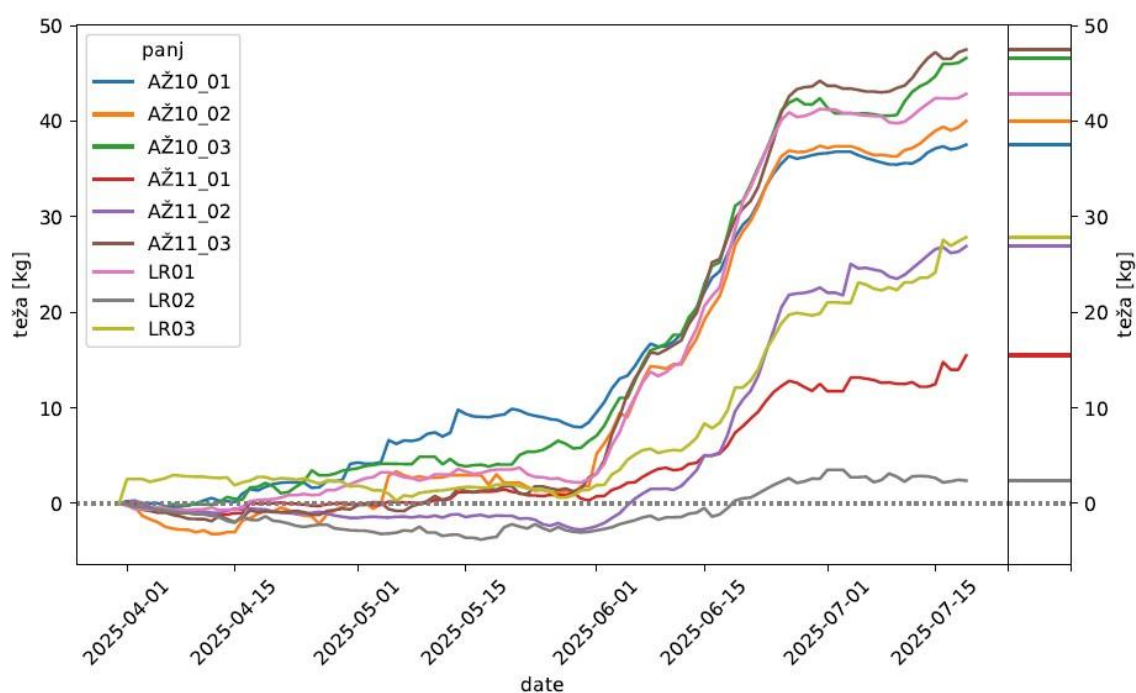
LR	<i>Jable (kg)</i>	<i>Senično (kg)</i>	<i>Štanjel (kg)</i>
Povprečje	7,06	6,29	1,66
SE	4,36	1,99	0,59
SD	7,54	3,45	1,03
Minimum	-0,84	4,09	0,53
Maksimum	14,19	10,27	2,55
Vsota	21,17	18,87	4,99

AŽ10	<i>Jable (kg)</i>	<i>Senično (kg)</i>	<i>Štanjel (kg)</i>
Povprečje	14,44	6,82	6,63
SE	1,00	6,40	1,93
SD	1,73	9,05	2,72
Minimum	12,48	0,42	4,70
Maksimum	15,73	13,22	8,55
Vsota	43,32	13,64	13,25

AŽ11+3	<i>Jable (kg)</i>	<i>Senično (kg)</i>	<i>Štanjel (kg)</i>
Povprečje	8,01	6,87	7,65
SE	3,18	6,69	2,01
SD	5,51	11,60	3,48
Minimum	3,98	-1,10	3,64
Maksimum	14,29	20,17	9,91
Vsota	24,02	20,61	22,95

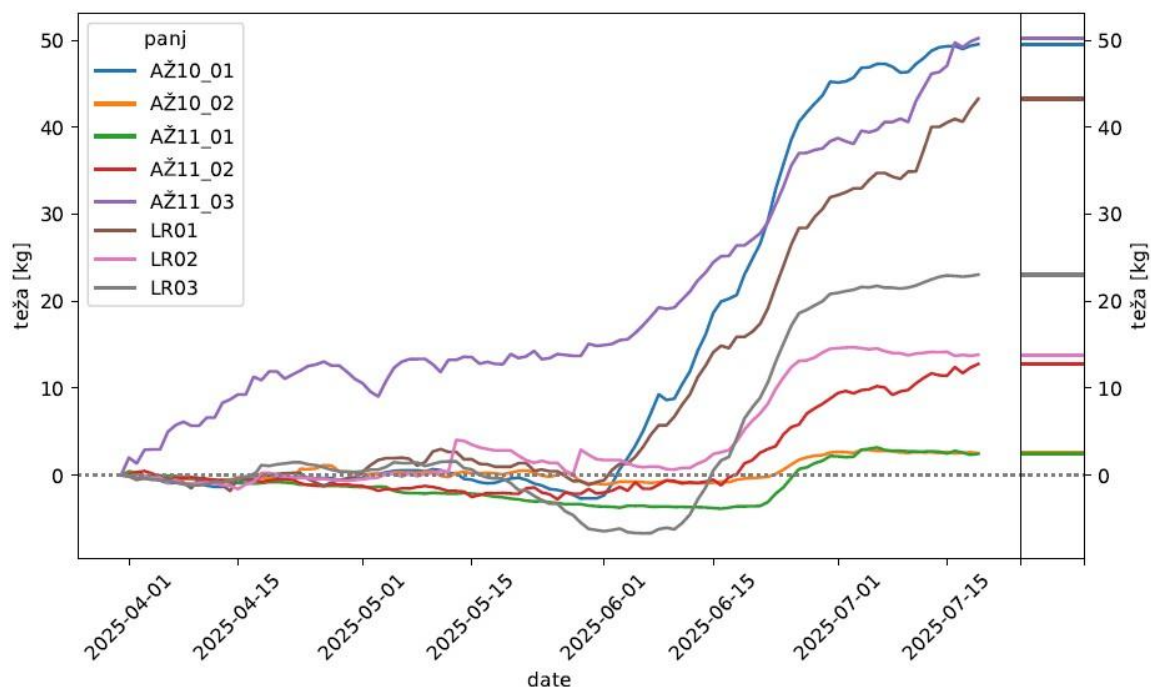
Tabela 43. Donos po panju po posameznem stojišču.

Panj/lokacija	Jable (kg)	Senično (kg)	Štanjel (kg)
LR01	14,19	10,27	0,53
LR02	-0,84	4,09	1,91
LR03	7,82	4,52	2,55
AZ10_01	15,11	13,22	8,55
AZ10_02	12,48	0,42	4,70
AZ10_03	15,73	np	np
AZ11_01	3,98	-1,10	9,39
AŽ11_02	5,75	1,54	9,91
AZ11_03	14,29	20,17	3,64



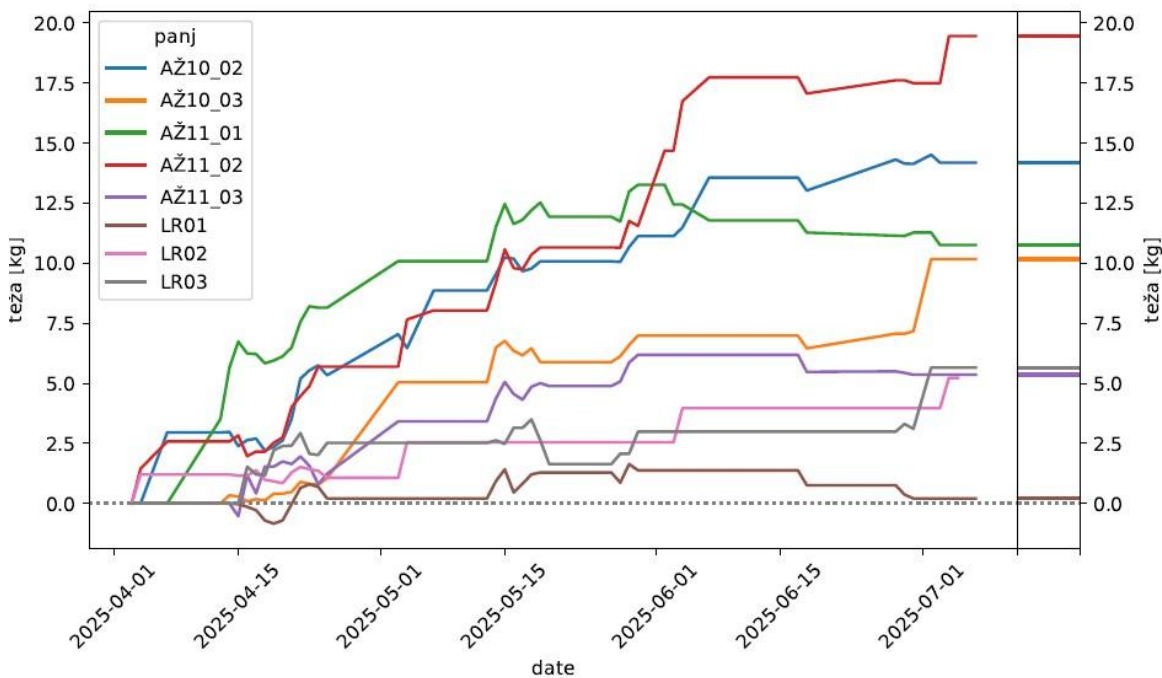
Slika 54. Jable. Donos tehtnic od aprila do julija 2025.

V Jablah je bilo v predstavljenem obdobju ključno cvetenje kostanja in lipe. Ocenjujemo, da spomladanski njivski posevki zaradi vremena niso bili relevantni za razvoj večina družin. Virov je bilo ravno zadosti, da družine niso zgubljale teže do začetka junija, ko se je pojavila prva večja paša in je približno polovica družin začela pridobivati na teži; druga polovica je sledila v drugi polovici junija. Le ena merjena družina je ostala pod 10 kg, tri so bile pod 30 kg, ena med 30 in 40 kg, štiri pa med 40 in 50 kg. Jable so se letos izkazale kot odlična lokacija.



Slika 55. Senično. Donos tehtnic od aprila do julija 2025.

Tudi v Seničnem je bilo za pozitivne bilance ključno zlasti cvetenje lipe in lipova mana. Pred tem so le redke družine pridobivale na teži. Po končani lipi pa se je nadaljevalo gozdno medenje, ki do konca merjenja še ni bilo zaključeno, kar se vidi na dveh tehtnicah, katerih naraščanje teže se še ni uravnalo. V Seničnem je bila druga polovica sezone zelo ugodna; nekatere družine so pridobile od aprila skoraj 50 kg.



Slika 56. Štanjel. Donos tehtnic od aprila do julija 2025.

Lokacija Štanjel se je letos izkazal kot odlična. Medeno satje iz panjev smo stočili trikrat: na začetku cvetenja akacije v maju, po končani akaciji in še enkrat, pred sušnim obdobjem v začetku julija, ko se je zaključila cvetlična paša. Zaradi slabega signala kar nekaj podatkov manjka, zato podatki s tehnic niso tako relevantni kot na drugih dveh lokacijah.

Pridelek medu

V letošnjem letu je bila narava radodarna. V Štanjelu smo točili trikrat in po enkrat v Jablah in Seničnem. Spodnji tabeli 36 in 37 prikazujeta skupno količino stočenega medu (v kg) glede na tip panja in lokacijo. Vidno je, da sta bila v Štanjelu najuspešnejša panjska sistema AŽ11+3 in AŽ10, kar je deloma posledica večkratnega točenja. V Jablah so bile količine med posameznimi tipi panjev bolj izenačene, vendar je bilo tam izvedeno le eno točenje.

Tabela 44. Pridelek po panjskem sistemu v letu 2025.

Lokacija	Tip panja	Povprečje (kg)	Stand. odklon	Min (kg)	Maks (kg)	Pridelek na panj (kg)	Skupaj (kg)
Jable	AŽ10	21.21	5.74	9.80	27.80	21.21	169.65
	AŽ11+3	18.55	13.62	0.00	34.15	21.19	148.36
	LR	16.53	8.97	0.00	28.65	18.89	132.25
Senično	AŽ10	9,99	9,96	0	23,15	15,98	79.90
	AŽ11+3	4,20	6,42	0	17,15	11,20	33.60
	LR	10,28	11,11	0	23,5	20,56	82.25
Štanjel	AŽ10	11.67	5.27	1.35	19.25	36.09	280.15
	AŽ11+3	12.71	5.73	0.00	22.70	39.81	305.05
	LR	10.33	8.10	0.00	33.40	37.98	247.80

Tabela 45. Skupna količina pridelka medu in število točenj po lokaciji

Lokacija	Skupaj (kg)	Število točenj	Povprečje na točenje (kg)
Senično	195,75	1	195,75
Jable	450.26	1	450.26
Štanjel	833.00	3	277.67

Tabeli 44 in 45 prikazujeta rezultate pridelka medu za leto 2025. Podajamo razlago pridelka po lokacijah.

Jable - vsi panjski sistemi so dosegli visoke povprečne pridelke, pri čemer je imel sistem AŽ10 najvišji povprečni pridelek na panj (21,21 kg), z razmeroma nizkim standardnim odklonom (5,74 kg), kar kaže na enakomeren pridelek med panji. Panjski sistem AŽ11+3 je imel nekoliko nižji povprečni pridelek (18,55 kg), vendar tudi najvišjo variabilnost (SD = 13,62 kg). LR panji so imeli povprečno 16,53 kg medu. Skupno je bilo v Jablah pridelanih 450,26 kg medu (Tabela 45), največ z AŽ10 (169,65 kg).

Senično - je lokacija z najmanjšimi povprečnimi in skupnimi pridelki. LR panji so dosegli najvišji povprečni pridelek (10,28 kg) in tudi najvišji skupni pridelek (82,25 kg). AŽ10 je imel povprečje 9,99 kg, AŽ11+3 pa zgolj 4,20 kg, kar pomeni tudi največjo razliko med sistemi na tej lokaciji.

Štanjel - vsi panjski sistemi so dosegli najvišje skupne pridelke. AŽ11+3 je bil najuspešnejši tako po skupnem pridelku (305,05 kg, Tabela 45) kot po številu panjev in povprečju na panj (12,71 kg). Sledita AŽ10 s povprečjem 11,67 kg in LR z 10,33 kg. Kljub nižjim povprečjem v primerjavi z Jablami so bile količine višje zaradi večjega števila produktivnih čebeljih družin.

3.3 IZVAJANJE IN TRAJANJE ČEBELARSKIH OPRAVIL, STROŠEK HLAJENJA, PORABA MATERIALA, OCENJEVANJE DRUŽIN

Primerjava panjskih tehnologij glede porabe časa in materiala (1. 7. 2024 – 4. 7. 2025)

V tretjem letu izvajanja naloge smo beležili porabo časa in materiala na eni izmed lokacij. Beležili smo začetek in konec izvajanja čebelarskih opravil (pregledi, posegi) v posameznem panjskem sistemu ter porabo materiala. Zabeleženi podatki obsegajo opravila med 1.7.2024 in 4.7.2025. V času izvajanja naloge nekaj družin ni preživelo, zato je bila aktivnost omejena na nekatere družine, dokler ni bilo možnosti naselitve nadomestnih družin (vremenski pogoji, razvoj družin itd.).

Za vsa opravila skupaj smo največ časa na panj porabili pri AŽ (3,68 ur), sledi AŽ 11+3 (2,75) in najmanj pri LR (2,34 ur) (Tabela 11). Za pregled družin in menjavo satja je bilo največ časa porabljenega za AŽ 10.

Poraba satnih osnov in praznih satov je bila največja pri AŽ 11+3, kjer pa je bila obenem poraba medenih satov najmanjša (Tabela 12). Največ sladkorne raztopine smo porabili za LR in najmanj za AŽ 10. V vseh panjskih sistemih smo zdravili petkrat.

Na podlagi podatkov iz Tabel 11 in 12 smo primerjali tri panjske tehnologije (LR, AŽ 10, AŽ 11+3) z vidika porabe časa za izvajanje čebelarskih opravil ter porabe osnovnega materiala na panj.

Poraba časa

Panjska tehnologija **LR** je zahtevala najmanj časa za izvajanje vseh del, tako skupno kot na posamezen panj. Časovno najbolj obremenjujoča je bila menjava satja pri panjski tehnologiji AŽ 10, kjer je bilo za menjavo porabljenih kar 1,62 ure na panj, v primerjavi z 0,77 ure pri LR. Pregled družin je bil najhitrejši pri LR in AŽ 11+3 (1,23 ure/panj), medtem ko je bil pri AŽ 10 nekoliko daljši (1,5 ure/panj).

Poraba materiala

Glede porabe materiala se je kot najugodnejša pokazala panjska tehnologija **AŽ 10**, ki je porabila najmanj sladkorne raztopine na panj (7,00 L), ob primerljivi porabi satnih osnov z LR (8,75 oz. 8,88 na panj). Nasprotno pa je bila poraba materiala največja pri sistemu **AŽ 11+3**, kjer je bilo na panj porabljenih v povprečju 12,83 satnih osnov, 2,67 praznih satov in 12,25 litra sladkorne raztopine.

Tabela 46. Izvajanje čebelarskih opravil od 1.7.2024 do 4.7.2025.

Število panjev	Panjska tehnologija	Delo skupaj [ur]	Delo skupaj na panj [ur]	Pregled vseh družin [ur]	Pregled družin na panj [ur]	Menjava satja [ur]	Menjava satja na panj [ur]
8	LR	18,72	2,34	9,82	1,23	6,15	0,77
4 (do 8)	AŽ 10	14,70	3,68	5,98	1,5	6,48	1,62
6 (do 8)	AŽ 11+3	16,48	2,75	7,37	1,23	8,2	1,37

Tabela 47. Povprečna poraba materiala od 1.7.2024 do 4.7.2025.

Število panjev	Panjska tehnologija	Satne osnove/panj	Prazni sati/panj	Medeni sati/panj	Sladkorna raztopina [L]/panj	Število zdravljenj
8	LR	8,88	0,50	1,75	14,19	5
4 (do 8)	AŽ 10	8,75	0,75	1,75	7,00	5
6 (do 8)	AŽ 11+3	12,83	2,67	1,33	12,25	5

Strošek hlajenja

Mesečni strošek hladilniškega kontejnerja za namen hlajenja znaša 630 EUR.

Ocenjevanje družin

V Jablah smo v spomladanskem obdobju ocenjevali družine po Liebefeldovi Metodi. Rezultati so prikazani v tabeli 1 in na grafičnem prikazu (slika 13).

3.4 ANKETA ZA ČEBELARJE

Anketo je za leto 2025 izvedla Biotehniška fakulteta kot podizvajalec. V anketi o načinu čebelarjenja je zajeta prezimitev, tehnologija in delo s čebelami, pogoji čebelarjenja ter kontrola in zatiranje varoj.

Navajamo ključne ugotovitve iz ankete s čebelarji:

V anketi, ki je bila izvedena med 73 čebelarji po Sloveniji, smo analizirali njihove prakse glede panjskih tehnologij, upravljanja čebeljih družin, zatiranja varoj in drugih vidikov sodobnega čebelarjenja. Anketa ni zajela reprezentativnega vzorca, temveč ciljno skupino digitalno pismenih čebelarjev, kar pa dobro odraža tiste, ki so bolj dovzetni za prihodnji razvoj in uporabo novih tehnologij.

- Povprečna starost anketiranih čebelarjev je bila 52 let, več kot 80 odstotkov jih je moških, polovica jih ima več kot 15 let izkušenj. Večji čebelarji so pogosto tudi bolj izkušeni.

- Večji čebelarji pogosteje izvajajo selitveno čebelarjenje, medtem ko manjši ostajajo stacionarni. Mobilnost omogoča višjo produktivnost in boljši izkoristek paše.
- Najpogosteje uporabljeni panjski sistemi so AŽ in LR panji. Večji čebelarji pogosteje uporabljajo prostorninsko večje AŽ panje, kot so 11+3 ali trietažni panji. Manjši čebelarji so glede izbire bolj razpršeni.
- Matice večina čebelarjev označuje in jih proaktivno zamenjuje, najpogosteje z lastno vzrejo. Večji čebelarji pogosteje uporabljajo prirezovanje kril in sistematične metode menjave.
- Za zimsko krmljenje se najpogosteje uporablja sladkorna raztopina, pogosto dopolnjena s pogačami. Med večjimi in manjšimi čebelarji ni večjih razlik v izbranih tehnikah.
- Večji čebelarji pogosteje uporabljajo panjske tehnice, medtem ko tradicionalno beleženje (na papir) še vedno prevladuje. Elektronsko vodenje evidenc se postopoma uveljavlja.
- Povprečen pridelek medu na gospodarsko družino je pri večjih čebelarjih 18 kilogramov, pri manjših pa 11 kilogramov. Le manjši delež čebelarjev izračunava lastno ceno pridelkov.
- Za zatiranje varoj se najpogosteje uporabljajo oksalna in mravljična kislina, sledijo sintetična sredstva. Uporaba organskih kislin narašča, vendar se jih pogosto kombinira s klasičnimi akaricidi.
- Čebelarji so v svojih komentarjih poudarili potrebo po večjem prostoru v panjih, zanesljivejših sredstvih za zatiranje varoj, več usposabljanjih in poenostavitvi dostopa do subvencij za začetnike.
- Analiza je pokazala pomembne povezave med obsegom čebelarstva in mobilnostjo, tipom panja in načinom upravljanja, ter filozofijo zatiranja varoj in ekonomsko naravnostjo čebelarjev.
- Čeprav sektor temelji na bogatih tradicionalnih znanjih, se čebelarji soočajo s sodobnimi izzivi, kjer bodo za povečanje odpornosti in trajnostnega razvoja potrebne ciljno usmerjene podpore, tehnološke izboljšave in sistematično izobraževanje.

Te ugotovitve so delno odsev stanja čebelarstva v Sloveniji, prikazujejo pa izkušnje čebelarjev ter izzive in priložnosti, s katerimi se soočajo. Celotno poročilo z rezultati in ugotovitvami izvedene ankete so v prilogi tega poročila.

4 INTERPRETACIJA REZULTATOV

Cilj naloge v tretjem letu izvajanja je bil ugotoviti, katera od treh proučevanih tehnologij omogoča najbolj napredno upravljanje čebeljih družin, najboljšo učinkovitost dela in ekonomičnost čebelarstva.

4.1 TEMPERATURA IN VLAGA V PANJIH IN ZALEGI

V panjih v Štanjelu smo uporabljali data loggerje in nato do sredine julija 2025 namestili senzorje Senzemo (Senstick) z daljinskim prenosom podatkov. Ti senzorji so priročni, sistem pa podaja meritve skoraj v realnem času na platformo proizvajalca, kjer so podatki takoj dostopni. Za uporabo tovrstnih elektronskih senzorjev je potreben vir električnega napajanja in LoRaWAN povezava preko SIM kartice. Senstick uporabljamo na lokacijah Senično in Jable, z mesecem majem 2025 tudi v Štanjelu.

V nadaljevanju podajamo povzetek izsledkov rezultatov za preteklo programsko obdobje in sklepne ugotovitve rezultatov meritev temperature in vlage v panjih za leto 2024/2025.

4.1.1 Temperatura in relativna vlaga v 2023/2024

V predhodnem programskem obdobju so rezultati na lokaciji Jable pokazali najvišjo povprečno temperaturo v LR panjih, ker so senzorji postavljeni neposredno pod pokrov panja. Za boljšo ventilacijo imajo nakladni panji (torej tudi LR) na dnu mrežo, kar omogoča boljšo ventilacijo. Na drugi strani je bila v AŽ10 panjih zabeležena najmanjša temperatura, kar lahko vpliva na aktivnost čebel in razvoj zalege. Povprečna vlaga v panjih je bila najvišja v AŽ11+3 sistemih, kar bi lahko bilo posledica slabe ventilacije ali prekomernega kondenziranja, kar pa lahko vpliva na zdravje čebel in kakovost medu.

Senično je pokazalo skrajne temperature, z izjemno visoko maksimalno temperaturo v LR panju (48,8 °C), kar je izredno nevarno za čebelje družine. Visoke temperature lahko povzročijo stres čebel, toploto in morebitne izgube družin. Hkrati je bilo zaznано, da je AŽ10 sistem imel najnižjo povprečno vlago, kar je pozitivno za zdravje družin, saj prekomerna vlaga lahko povečuje možnost razvoja glivičnih okužb.

V Štanjelu smo v preteklem obdobju izmerili nižje temperature in visoko vlago, kar lahko nakazuje na izzive pri vzdrževanju idealne mikrokline.

4.1.2 Temperatura in relativna vlaga v panjih v 2024/2025

Jesen (november 2024)

V jesenskem obdobju so bile temperature v panjih vseh tipov (AŽ10, AŽ11+3, LR) povprečno višje kot na vremenskih postajah, vendar še vedno nizke, kar odraža prehod v zimsko mirovanje čebeljih družin.

Razlike med panjskimi sistemi so bile zmerne, nekoliko višje povprečne vrednosti pa so bile izmerjene v LR panjih pod pokrovom in v AŽ11+3 panjih, kar lahko nakazuje na zadrževanje toplote v zgornjih delih panjev. Temperaturna variabilnost je bila največja na vremenskih postajah, panji pa so v večini primerov delovali kot toplotni blažilci.

V območju zalege so bile temperature nizke in skoraj enake kot v ostalih delih panja, kar potrjuje odsotnost intenzivne zalege v tem obdobju. Vlažnost v panjih je bila visoka in stabilna, kar je značilno za manjšo ventilacijo ob nizki čebelji aktivnosti. V večini panjev je relativna vlaga presegala 80 %, pogosto pa se je gibala tik pod mejo nasičenosti. Najbolj stabilne razmere so bile v panjih AŽ11+3 in AŽ10, medtem ko so LR panji pokazali nekoliko večja nihanja, predvsem pod pokrovom.

Pomlad (maj 2025)

V spomladanskem obdobju so se temperature v panjih občutno zvišale glede na jesenski termin. V območju zalege in v mediščih so se temperature približale optimalnim vrednostim (33–35 °C), kar nakazuje na prisotnost aktivne zalege. Najvišje temperature v zalegi in mediščih so bile praviloma izmerjene v LR panjih, kjer se zgornji deli panja hitreje segrejejo, vendar so pogosto tudi bolj izpostavljeni temperaturnim nihanjem.

Panj AŽ11+3 je v več primerih kazal bolj uravnoteženo notranjo klimo, z manjšimi temperaturnimi odstopanji in zanesljivimi vlažnostnimi pogoji. AŽ10 panji so vzdrževali nekoliko nižje temperature in bolj suho notranjost, vendar še vedno v območju primernem za razvoj družin.

Relativna vlaga je bila spomladi zmerna – v večini panjev med 60 % in 80 %, pri čemer je bila bolj suha klima izmerjena v mediščih LR panjev, kar ustreza razmeram za zorenje medu. V nekaterih AŽ panjih in pri močnih družinah je bila vlaga bolj stabilna in nekoliko višja, kar kaže na dobro uravnavanje mikroklimе v gnezdju.

Poletje (julij 2025)

Poletni rezultati jasno kažejo na aktivno uravnavanje toplote in vlage s strani čebeljih družin. Temperature v območju zalege in v mediščih so bile stabilno visoke – povprečno okoli 34–35 °C, z izredno nizkimi standardnimi odkloni, kar kaže na intenzivno termoregulacijo in prisotnost zalege v vseh opazovanih panjih.

Temperatura v panjih se je v tem obdobju približala zgornji fiziološki meji, vendar so čebelje družine uspešno vzdrževale mikroklimo. V AŽ10 panjih je bila temperatura v medišču najvišja in hkrati najbolj

stabilna. LR panji so kazali nekoliko večjo variabilnost, še posebej pod pokrovom, kjer so bile izmerjene tudi najvišje temperaturne vrednosti (nad 40 °C).

Relativna vlaga v območju zalege in mediščih je bila poleti nižja kot spomladi – povprečno med 45 % in 60 %, kar je značilno za fazo zorenja medu. Najbolj suho notranje okolje je bilo izmerjeno v zgornjih delih LR panjev, medtem ko so AŽ11+3 in AŽ10 panji ohranjali nekoliko višjo, a stabilno vlago. Zunanja vlaga je bila bistveno višja in močno nihajoča, kar potrjuje, da čebele učinkovito prilagajajo razmere znotraj panjev ne glede na okolico.

Primerjava med panjskimi sistemi

Na podlagi večsezonskih meritev temperature in relativne vlage v panjih različnih konstrukcij (AŽ10, AŽ11+3 in LR) na treh lokacijah (Jable, Senično in Štanjel) ugotavljamo naslednje ključne razlike in značilnosti posameznih sistemov:

Panji AŽ10 - V vseh obdobjih (jesen, pomlad, poletje) so AŽ10 panji ohranjali zmerne temperature in nekoliko bolj suho notranjost, še posebej v medišču. Termoregulacija je bila učinkovita, zlasti v zgornjih delih panja, pri čemer so bile temperature v območju zalege stabilne v času aktivne sezone. Vlažnost je bila pogosto nižja kot pri AŽ11+3, kar je lahko prednost pri zorenju medu, vendar zahteva pozornost v bolj sušnih razmerah.

Panji AŽ11+3 - Ta sistem se je izkazal kot najbolj uravnotežen glede mikroklima, z zanesljivo termoregulacijo in stabilno vlažnostjo skozi vse letne čase. V območju zalege in medišču so bile temperature pogosto blizu optimalnim vrednostim (33–35 °C), z zelo majhnimi odstopanji. Vlažnost v panju je bila najstabilnejša, kar kaže na dobro izolacijsko sposobnost in učinkovitost družin pri uravnavanju notranjega okolja.

Panji LR - LR panji so kazali največjo temperaturno in vlažnostno variabilnost, zlasti pod pokrovom in v medišču. V zgornjih delih panjev je pogosto prihajalo do preseganja 40 °C poleti, kar zahteva učinkovito hlajenje s strani čebel. Vlažnost je bila večinoma nižja kot pri AŽ sistemih, zlasti v medišču, kar ustreza zorenju medu, a lahko v sušnih razmerah predstavlja izziv. V nekaterih primerih (npr. LR Š20) so bile zaznane izrazito suhe razmere in temperaturna nihanja, kar lahko vpliva na razvoj zalege in kakovost mikroklima.

Vsi trije panjski sistemi so omogočali preživetje in termoregulacijo čebeljih družin v različnih sezonskih pogojih, vendar se je AŽ11+3 sistem izkazal kot najbolj stabilen glede notranje mikrokline, LR panji kot najbolj odzivni na zunanje razmere, AŽ10 pa kot zanesljiv kompromis med stabilnostjo in zračnostjo, z nekoliko nižjo notranjo vlažnostjo.

Za optimizacijo čebelarjenja je priporočljivo upoštevati te razlike pri umeščanju panjev v prostor (lega, senčenje) ter pri spremljanju razmer v panju, še posebej v poletnih mesecih in med intenzivnim zaleganjem.

4.2 OCENJEVANJE ČEBELJIH DRUŽIN

Za oceno razvoja čebeljih družin smo spremljali dva kazalnika: površino pokrite zalege (v cm²) kot pokazatelj intenzivnosti zaleganja matice in število zasedenih ulic, ki odraža moč družine oz. velikost populacije čebel v panju. Rezultati so pokazali očitne razlike glede na lokacijo in panjski sistem, kar potrjuje vpliv konstrukcijskih lastnosti panjev in okoljskih pogojev na razvoj družin.

Maj 2025

Jable - Na tej lokaciji je imel panjski sistem AŽ11+3 največjo povprečno površino zalege (2529,2 cm²), kar je bila tudi statistično pomembna razlika v primerjavi z AŽ10 ($p = 0,024$). Kljub temu AŽ10 in LR nista kazala bistveno slabšega razvoja – LR je imel 1992,9 cm² zalege. To kaže, da je AŽ11+3 na tej lokaciji omogočal najintenzivnejše zaleganje, verjetno zaradi dobre mikrokline, ki je bila potrjena tudi v temperaturnih meritvah.

Senično - Tukaj je bil razvoj družin pri AŽ11+3 najslabši, tako po površini zalege (750 cm²) kot po številu zasedenih ulic (5,7), kar je bila tudi statistično značilna razlika v primerjavi z LR ($p = 0,0005$ za zalego, $p = 0,0369$ za ulice). LR panji so imeli največjo povprečno površino zalege (2718,8 cm²) in največje število zasedenih ulic (12,6), kar kaže na najmočnejše družine med vsemi panjskimi tehnologijami na tej lokaciji.

Razlika med lokacijama Jable in Senično nakazuje, da ima enak panjski sistem lahko zelo različen učinek glede na okolje. AŽ11+3 je bil v Jablah najboljši, v Seničnem pa najslabši, kar verjetno odraža razliko v osvetljenosti, legi ali toplotni zaščiti panjev.

Julij 2025

Štanjel - V poletnem terminu so bile vse družine že razvite, vendar se razlike med panji še vedno odražajo v podatkih o zalegi. Največjo povprečno površino zalege je imel panjski sistem AŽ10 (2625 cm²), sledil mu je AŽ11+3 (2309,4 cm²), medtem ko je imel LR panj znatno manjšo površino zalege (1121,9 cm²). Razlike

so bile statistično pomembne med LR in obema AŽ sistemoma ($p < 0,05$), kar kaže na poletni zaostanek razvoja v LR panjih, kljub spomladanski prednosti v Seničnem.

To potrjuje, da LR panjski sistem bolje deluje v pomladnem času in hladnejših razmerah, medtem ko AŽ sistemi, zlasti AŽ10, omogočajo močnejši poletni razvoj – verjetno zaradi boljše izolacije in manjše zračne prostornine, ki omogoča lažje vzdrževanje optimalne mikroklimе v toplejšem obdobju.

Skupna ugotovitev razvoja družin po panjskih sistemih

AŽ10: Družine v tem sistemu so v poletnem času dosegle največji razvoj. Sistem se izkazuje kot učinkovit za ohranjanje moči družine v topli polovici leta, zlasti v sredozemskih pogojih (Štanjel). V maju je bil pri tem sistemu razvoj slabši kot pri AŽ11+3 ali LR.

AŽ11+3: Sistem omogoča intenziven spomladanski razvoj, kot potrjujejo podatki z lokacije Jable. V primerjavi z AŽ10 omogoča večjo zaležno površino v hladnejših ali bolj senčnih pogojih. Vendar pa je njegovo delovanje močno odvisno od lokalnih pogojev, kot kaže slabo stanje v Seničnem.

LR: Ta sistem je omogočil najhitrejši spomladanski razvoj (Senično), z največjim številom čebel in zalege v maju. V poletnem času (Štanjel) pa je sistem zaostajal za drugima dvema, kar nakazuje na težave z uravnavanjem mikroklimе v toplejših razmerah in večjo izpostavljenost pregrevanju.

4.3 DONOS MEDU

4.3.1 Tehnice

V predhodnem programskem letu so najvišje donose dosegli LR panji v Jablah, najnižje pa AŽ10 panji v Seničnem.

Rezultati tehnic prikazujejo dejanski potek prirasta mase panjev in tako bolj neposredno odražajo dinamiko medenja skozi sezono, v primerjavi s skupnim iztočenim pridelkom. Kljub občasnim težavam z delovanjem tehnic, prenosom podatkov ali odmrtnjem posameznih družin, nam ti rezultati omogočajo vpogled v uspešnost paš v prvi polovici sezone.

Jable - Najvišji povprečni donos je bil zabeležen pri panjskem sistemu AŽ10 (14,44 kg), z zelo nizko variabilnostjo ($SD = 1,73$ kg), kar kaže na stabilnost znotraj skupine. LR panji so bili zelo raznoliki ($SD = 7,54$ kg): en panj celo z negativno spremembo (-0,84 kg), drugi pa z zelo dobrim donosom (14,19 kg), kar kaže na različno moč ali stanje posameznih družin. AŽ11+3 panji so imeli srednji povprečni donos (8,01 kg), vendar z večjo variabilnostjo ($SD = 5,51$ kg). Iz opisov tehnic je razvidno, da so Jable nudile dovolj medenih virov šele od konca maja dalje, ko se je začelo cvetenje lipe in kostanja. Kljub temu so skoraj vse družine pridobivale težo in v tem pogledu je bila lokacija med najboljšimi v sezoni.

Senično - Največji povprečni donos je bil pri AŽ11+3 (6,87 kg), vendar z izredno visoko variabilnostjo (SD = 11,60 kg) – razpon od -1,10 kg do 20,17 kg kaže na neenotno uspešnost družin.

Tudi AŽ10 panji so imeli zelo različno uspešnost (povprečje 6,82 kg; SD = 9,05 kg), z enim panjem nad 13 kg in drugim komaj nad 0,4 kg. LR panji so imeli bolj enoten rezultat, a najnižji povprečni donos (6,29 kg). Šele po cvetenju lipe in ob gozdnem medenju so družine začele aktivno pridobivati na teži. Dva panja sta ob koncu meritev še vedno kazala naraščanje, kar kaže, da je bilo zadnje obdobje sezone v Seničnem zelo produktivno.

Štanjel - Kljub precej nizkim povprečnim vrednostim v primerjavi z Jablami, so bile razmere za posamezne panje zelo dobre – panji so bili trikrat stočeni. Najvišji povprečni donos so dosegli AŽ11+3 panji (7,65 kg), sledijo AŽ10 (6,63 kg) in LR (1,66 kg). Vendar so bile pri LR panjih vsi donosi pod 3 kg, kar je verjetno posledica dveh dejavnikov: manjkajoči podatki zaradi slabega signala in odmrtnje ene družine.

Ob zaključku akacije in pred sušo v juliju so bili panji izpraznjeni, kar je vplivalo na skupni zajem podatkov iz tehnic. Zato je treba te številke obravnavati previdno – niso primerljive z drugima dvema lokacijama, kjer ni bilo vmesnega točenja.

4.3.2 Pridelek medu

Rezultati za leto 2025 so pokazali pomembne razlike med panjskimi sistemi in lokacijami. Povprečni pridelek medu na panj je bil najvišji na lokaciji Jable, kjer je panjski sistem AŽ10 dosegel 21,21 kg medu na panj, s čimer se je izkazal kot najbolj učinkovit na tej lokaciji. Tudi panji AŽ11+3 in LR so dosegli primerljive rezultate, kar kaže, da so razmere v Jablah omogočale dober razvoj in donos vseh panjskih tehnologij.

Na drugi strani je bila lokacija Senično najmanj produktivna – tako po povprečnih vrednostih kot tudi po skupni količini medu. Najslabše se je odrezal sistem AŽ11+3, ki je imel povprečno le 4,20 kg medu na panj, kar nakazuje, da ta panjski sistem morda ni ustrezen za tamkajšnje pogoje, bodisi zaradi mikroklima, pašnih razmer ali slabšega razvoja čebeljih družin.

Lokacija Štanjel je izstopala po najvišjem skupnem pridelku, predvsem zaradi večjega števila panjev. AŽ11+3 je bil tukaj najuspešnejši sistem s skupno pridelavo 305,05 kg medu, sledi mu AŽ10 s 280,15 kg. Tudi LR panji so dosegli visok skupni pridelek (247,80 kg), kar potrjuje, da so razmere v Štanjelu omogočale učinkovit izkoristek pašnega potenciala ne glede na uporabljeno tehnologijo.

Z vidika variabilnosti rezultatov so bili najbolj stabilni v pridelku panji AŽ10 v Jablah (nizek SD), medtem ko so imeli AŽ11+3 panji v Jablah največja odstopanja med posameznimi panji (SD = 13,62 kg), kar kaže na dejavnike razvoja in zdravstvenega stanja, ki vplivajo na posamezno družino.

4.4 PORABA ČASA IN MATERIALA

Rezultati v predhodnem programskem obdobju so pokazali, da je LR sistem zahteval manj časa za opravljanje čebelarских opravil, vendar z najvišjo porabo materiala. Podobno ugotavlja Šauperl (1998) v svoji raziskavi gospodarnosti čebelarjenja iz leta 1974, ko je primerjal 30 gospodarskih družin na treh stojiščih (30 AŽ10 standardnih panjev, 30 Kirarjevih panjev tipa 'A' in 30 nakladnih panjev). Piše, da je porabil najmanj časa in pridobil največ pridelka z nakladnimi panji. Ob tem moramo upoštevati, da gre sicer le za enoletno raziskavo, ki pa je dovolj informativna in zanimiva, da potrjuje smiselnost izvajanja tovrstnih raziskav in primerjav panjskih sistemov.

Če upoštevamo predvsem časovno učinkovitost, sta LR in AŽ10 sistema najprimernejša, saj omogočata hitro izvajanje del. Če je ključnega pomena zmanjšanje porabe materiala, zlasti sladkorja, je AŽ 10 ugodnejša izbira.

V nadaljnjih analizah bi bilo smiselno oceniti tudi kakovost pridelkov (% vlage v medu) in morebitne prednosti različnih panjskih tehnologij za zdravje čebeljih družin, da bi dobili celovito sliko o ekonomiki posameznih sistemov.

4.5 RAZPRAVA O REZULTATIH ANKETE S ČEBELARJI IN PRIMERJAVA Z UGOTOVITVAMI RAZISKAVE

V letih 2024 in 2025 smo izvedli dve anketi, namenjeni ugotavljanju uporabe tehnoloških praks med slovenskimi čebelarji. Leta 2024 je sodelovalo 29 anketirancev, leto kasneje pa 73. Cilj primerjave je bil prepoznati kontinuitete in spremembe v tehnoloških pristopih ter vpliv regionalnih in motivacijskih dejavnikov na odzivnost čebelarjev.

Profil anketirancev

Struktura anketirancev je bila v obeh letih primerljiva. V obeh vzorcih je približno polovica čebelarjev poročala o več kot 16 oziroma 17 letih izkušenj. Prav tako je bila struktura prezimovalnih stojišč med letoma skoraj identična.

Uporaba tehnologij in čebelarских praks

Uporaba panjskih tehnologij se med letoma bistveno ni spremenila, čeprav je bilo v letu 2025 zaznati nekoliko večji delež standardnih AŽ panjev. Pomembna razlika je bila opažena pri uporabi lastno vzrejenih matic – delež je padel z 65,5 % v letu 2024 na 42,5 % v letu 2025. Uporaba panjskih tehnic in način označevanja matic sta ostala sorazmerno nespremenjena. Podobnosti so bile tudi pri nadzoru in obvladovanju okužb z varojo.

Regionalne razlike in pašni pogoji

Razlike v odzivnosti čebelarjev so bile deloma posledica regijskih značilnosti in metod povabila k sodelovanju. V letu 2025 so se bolje odzvali čebelarji iz predalpskega območja, leto prej pa tisti iz subpanonskega dela. Različni pašni pogoji so vplivali tudi na zaznano pomembnost posameznih paš – leta 2024 je bila kot glavna spomladanska paša izpostavljena robinija, medtem ko so v letu 2025 prevladovali divja češnja in sadno drevje.

Odzivnost in motivacijski dejavniki

Na odziv anketirancev so pomembno vplivali način vabila in tema ankete. Če je bila anketa usmerjena v poročanje o izgubah čebeljih družin, se je odzvalo več tistih, ki so imeli večje izgube. Tako je v vzporedni anketi projekta COLOSS približno 30 čebelarjev poročalo o povprečni izgubi 30 %, medtem ko sta tehnološki anketi v letih 2024 in 2025 pokazali izgube le 10 % oziroma 8 %.

Ugotovitve in širši pomen

Anketi iz 2024 in 2025 sta zagotovili dragocene podatke o raznolikosti tehnologij in praks upravljanja čebel v Sloveniji. Ugotovitve kažejo tudi na pripravljenost čebelarjev za izboljšanje dela, vendar se pri tem pojavljajo izzivi, povezani s starostno strukturo in navezanostjo na tradicijo.

Namesto osredotočanja zgolj na pridobivanje mladih čebelarjev bi bilo smiselno obstoječe, domnevno zaviralne dejavnike, kot so starost in tradicija, preoblikovati v prednosti. Čebelarstvo namreč predstavlja pomembno dejavnost tretjega življenjskega obdobja, ki poleg ključne ekosistemske vloge čebel omogoča razvoj dopolnilne turistične ponudbe, zlasti na področju dobrega počutja in uporabe čebeljih pridelkov.

4.6 ZAKLJUČEK

AŽ11+3 panjski sistem se je izkazal kot najbolj uravnotežen glede notranje mikroklimе skozi vse leto. Omogoča intenziven razvoj spomladi in visoke donose v poletnem času, če so razmere ustrezne (npr.

Jable, Štanjel). Občutljiv pa je na neugodne mikroklimatske razmere (npr. Senično), zato je priporočljiv za dobro zaščitena in osenčena stojišča.

AŽ10 panj je najbolj zanesljiv poleti, še posebej v sredozemskih in toplih razmerah. Omogoča visoke donose z nizko porabo materiala in stabilno notranjo klimo. Je tudi časovno učinkovit in robusten v delovanju. Predstavlja kompromis med tradicijo in modernimi zahtevami.

LR panjski sistem omogoča najhitrejši pomladni razvoj, a kaže največje težave pri vzdrževanju mikroklimе poleti. Večja prostornina in izpostavljenost povzročata pregrevanje in večje izgube vlage. Kljub najvišji časovni učinkovitosti ima najvišjo porabo materiala. Primeren je za zgodnje izkoriščanje paše, a manj stabilen v ekstremnih pogojih.

Priporočila za prakso

Pri izboru panjskega sistema naj čebelar upošteva lokacijo stojišča, senčenje, vetrovno izpostavljenost in pričakovane pašne razmere. AŽ10 je priporočljiv za toplejše predele z dolgim poletjem, AŽ11+3 za lokacije z bolj konstantno mikroklimo in zahtevnejšim razvojem spomladi, LR pa za čebelarje, ki ciljajo na zgodnje medenje in imajo možnost aktivnega nadzora pogojev v panju. Uporaba tehnic in senzorjev z daljinskim dostopom je priporočena kot standard za spremljanje stanja v panjih, saj omogoča hitro odzivanje in boljše razumevanje razmer, ki vplivajo na uspešnost in produktivnost čebeljih družin.

5 SPLOŠNE UGOTOVITVE

V okviru triletno raziskave smo preizkusili delovanje treh panjskih tehnologij (AŽ10, AŽ11+3, LR) v različnih klimatskih in pašnih pogojih na treh lokacijah: Senično, Jable in Štanjel. Preučevali smo razvoj čebeljih družin, notranjo mikroklimo v panjih, pridelek medu, porabo časa in materiala ter mnenja slovenskih čebelarjev. Rezultati so omogočili celovito oceno učinkov posameznih tehnologij.

V nadaljevanju podajamo ključne ugotovitve.

Panj AŽ11+3 - Najbolj stabilen sistem glede notranje klime – temperature in vlaga so bile skozi vse leto najbolj uravnotežene. Omogoča intenziven spomladanski razvoj, če so pogoji ustrezni (npr. senčna lega, zaščiteno stojišče). Najuspešnejši v Štanjelu (najvišji skupni pridelek medu), a manj učinkovit v neugodnih pogojih (npr. Senično).

Panj AŽ10 - Učinkovit v toplejšem delu sezone – poleti dosega najvišji razvoj družin in visoke donose. Ima nižjo porabo materiala in omogoča stabilno notranjo klimo tudi v sušnih razmerah. Najvišji povprečni pridelek medu v Jablah (21,21 kg na panj) in najmanjša variabilnost med družinami.

Panj LR - Omogoča zelo hiter spomladanski razvoj (npr. Senično), z največjo zalego in številom čebel. Občutljiv na poletno pregrevanje – največja nihanja temperature in vlage, kar vpliva na poletni razvoj in donos. Najvišja poraba materiala, a najkrajši čas za opravljanje čebelarskih opravil.

Temperatura in vlaga v panjih - Jasno izražena sezonska dinamika: v zimskem času nizke temperature in visoka vlaga; v poletnem času visoka temperatura in suha notranjost, z dobro termoregulacijo družin. Največja stabilnost mikroklimo je bila zabeležena v panjih AŽ11+3, najmočnejša aktivna uravnavanja pa v AŽ10 poleti. LR panji so kazali večjo odzivnost na zunanje vplive, kar predstavlja izziv v vročih razmerah.

Razvoj čebeljih družin - Sezonsko in lokacijsko odvisen – npr. LR panji najboljši v maju v Seničnem, AŽ10 najboljši v juliju v Štanjelu. Pomemben vpliv ima izolacija panjev, volumen medišča in lega stojišča (senčenje, osvetljenost).

Pridelek medu - Najvišji skupni pridelek dosežen v Štanjelu (skupno 833 kg), predvsem zaradi večjega števila panjev. Najboljši povprečni pridelek po panju v Jablah (AŽ10 – 21,21 kg), najslabši v Seničnem (AŽ11+3 – 4,20 kg). Tehnice so pokazale sezonsko dinamiko pridobivanja medu in variabilnost med panji znotraj istega sistema.

Poraba časa in materiala - LR panji so najbolj učinkoviti časovno, saj zahtevajo manj dela za pregled in menjavo satja. AŽ10 panji so imeli najnižjo porabo sladkorja in drugega materiala, kar pozitivno vpliva na ekonomiko. AŽ11+3 sistem je srednje zahteven tako časovno kot materialno, z visokim potencialom za razvoj in donos.

Mnenje čebelarjev - Večina čebelarjev v anketah še vedno uporablja AŽ panje, vendar se kaže zanimanje za optimizacijo tehnologij. Regionalne razlike vplivajo na uporabo tehnologije in uspešnost pridelave – predvsem zaradi pašnih virov in klime. Tradicionalne oblike panjev ostajajo pomembne, vendar se z večanjem dostopa do tehnologij (senzorji, tehtnice) povečuje interes za natančnejše upravljanje.

Raziskava je potrdila, da ni enoznačnega odgovora na vprašanje, kateri panjski sistem je najboljši. Vsaka tehnologija ima svoje prednosti in slabosti, ki se pokažejo v odvisnosti od lokacije, letnega časa in pristopa k čebelarjenju. Za učinkovito in trajnostno čebelarjenje je ključno, da panjski sistem prilagodimo lokalnim razmeram in ciljem čebelarja – ne obratno.

6 LITERATURA

Cecchi, S., Spinsante, S., Terenzi, A., Orcioni, S. (2020). A Smart Sensor-Based Measurement System for Advanced Bee Hive Monitoring. *Sensors (Basel)*, 20(10), 2927

Guesmi, K., et al. (2024). Enhancing honeybee breeding for sustainable agriculture under Southern Mediterranean climatic conditions: genetic parameters for in-hive temperature and relative humidity. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 21(2), 392–402.

Hunor, B., Bodor, Z., Keresztesi, Á., et al. (2024). Advances in Beehive Monitoring Systems: Low-Cost Integrating Sensor Technology for Improved Apiculture Management. *E3S Web of Conferences* 589, 04001.

Kamboj, S., et al. (2024). Understanding the Impact of Heat Stress on Honeybee Populations. *Uttar Pradesh J. Zool.*, 45(12), 1–13.

Senger, D., Gruber, C., Kluss, T., & Johannsen, C. (2024). Weight, temperature and humidity sensor data of honey bee colonies in Germany, 2019–2022. *Data in Brief*, 54, 110145.

Šauperl S. (1998) Primerjava gospodarnosti čebelarjenja v let 1974 v Alberti-Žnidaršičevem, Kirarjevem panju tipa 'A' in nakladnem panju, *Slovenski Čebelar*, 269-272; 303-304.

PRILOGA

1. Anketa za leto 2025