

Pridobitev podatkov za protokol izvedbe monitoringa (spremljanja) raznovrstnosti opraševalcev in populacij opráševalcev

Končno poročilo



CKFF

CENTER ZA KARTOGRAFIJO
FAVNE IN FLORE

Miklavž na Dravskem polju
maj 2026

Pridobitev podatkov za protokol izvedbe monitoringa (spremljanja) raznovrstnosti opraševalcev in populacij opraševalcev

Končno poročilo

Naročnik:

Ministrstvo za naravne vire in prostor
Dunajska cesta 48
SI-1000 Ljubljana

Izvajalec:

Center za kartografijo favne in flore
Antoličičeva 1
SI-2204 Miklavž na Dravskem polju

Center za kartografijo favne in flore

Datum:

21. 5. 2026

(dopolnjeno 17.6.2026)

Direktor
Marijan Govedič

SEZNAM DELOVNE SKUPINE

Center za kartografijo favne in flore

Antoličičeva 1, SI-2204 Miklavž na Dravskem polju

Marijan Govedič, univ. dipl. biol. – priprava seznama redkih vrst, priprava seznama območij spremljanja, priprava seznama obdobja opazovanja, priprava predloga monitoringa opravevalcev za dnevne metulje;

Nika Kogovšek, univ. dipl. biol. – priprava seznama redkih vrst in načrt monitoringa dnevnih metuljev, priprava seznama obdobja opazovanja, priprava predloga monitoringa opravevalcev za dnevne metulje;

Barbara Zakšek, univ. dipl. biol. – priprava seznama redkih vrst;

Ali Šalamun, univ. dipl. biol. – priprava seznama območij spremljanja;

Aleksandra Lešnik, univ. dipl. biol. – poročilo.

Nacionalni inštitut za biologijo

Večna pot 121, SI-1000 Ljubljana

dr. Danilo Bevk, univ. dipl. biol. – priprava seznama redkih vrst in načrt monitoringa čebel, priprava seznama obdobja opazovanja, priprava predloga monitoringa opravevalcev za čebele;

Blaž Koderman, mag. ekol. biod. – priprava seznama redkih vrst in načrt monitoringa čebel, priprava seznama obdobja opazovanja, priprava predloga monitoringa opravevalcev za čebele;

Danijel Kablar, mag. var. nar. – priprava seznama redkih vrst in načrt monitoringa čebel, priprava seznama obdobja opazovanja priprava predloga monitoringa opravevalcev za čebele.

Gozdarski inštitut Slovenije

Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana

dr. Maarten de Groot – priprava seznama redkih vrst in načrt monitoringa muh trepetavk, priprava seznama obdobja opazovanja, priprava predloga monitoringa opravevalcev za muhe trepetavke.

ARICIA, Stanislav Gomboc s. p.

Gančani 110, SI-9231 Beltinci

Stanislav Gomboc, univ. dipl. inž. agr. – načrt monitoringa nočnih metuljev, priprava seznama obdobja opazovanja, priprava predloga monitoringa opravevalcev za nočne metulje.

Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo

Koroška cesta 160, SI-2000 Maribor

dr. Franc Janžekovič – priprava protokola za izračun indeksov stanja opravevalcev.

PRIPOROČEN NAČIN CITIRANJA

Govedič, M., D. Bevk, S. Gomboc, M. de Groot, F. Janžekovič, D. Kablar, B. Koderman, A. Lešnik, A. Šalamun, B. Zakšek & N. Kogovšek, 2026. Pridobitev podatkov za protokol izvedbe monitoringa (spremljanja) raznovrstnosti opravevalcev in populacij opravevalcev. Končno poročilo. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 85 str., priloge [Naročnik: Ministrstvo za naravne vire in prostor, Ljubljana].

KAZALO

KAZALO SLIK	4
KAZALO TABEL.....	5
1. UVOD	6
2. REZULTATI	8
2.1 Priprava seznama redkih vrst oprasevalcev za spremljanje.....	8
2.2 Seznam območij spremljanja za splošno razširjene vrste oprasevalcev in za ciljno spremljanje redkih vrst oprasevalcev	10
2.3 Seznam obdobja opazovanja za vsako območje spremljanja	16
2.4 Od terenskih opazovanj do kazalnikov biodiverzitetnih sprememb oprasevalcev – protokol za izračun indeksov stanja oprasevalcev po <i>Uredbi (EU) 2024/1991</i> in <i>Delegirani uredbi Komisije (EU) 2025/2188</i>	19
2.4.1 Uvod	19
2.4.2 Izračun kazalnikov	21
2.4.2.1 Smer A: Vrstna Abundanca–Pestrost – splošno izhodišče	21
2.4.2.2 Smer B: Vrstno bogastvo – samostojen analitični tok.....	37
2.4.2.3 Metodološki sklep	38
2.5 Strokovni predlog za vzpostavitev spremljanja stanja oprasevalcev	40
2.5.1 Čebele	40
2.5.2 Trepetavke	45
2.5.3 Dnevni metulji.....	50
2.5.4 Nočni metulji (vešče).....	57
2.5.4.1 Nočno aktivni nočni metulji (nočne vešče).....	59
2.5.4.2 Dnevno aktivni nočni metulji (dnevne vešče).....	82
3. ZAKLJUČEK	89
4. VIRI	94
PRILOGE.....	96
Priloga 1: Seznam vseh vrst čebel, trepetavk in dnevnih metuljev zajetih za vrednotenje.	I
Priloga 2: Digitalne priloge	IV

Kazalo slik

Slika 1: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) glede na več kot polovico površine v alpski ali celinski biogeografski regiji ter v območjih z varstvenim statusom ali brez.	11
Slika 2: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) po ekosistemskem tipu gozd ter z varstvenim statusom ali brez.	13
Slika 3: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) po ekosistemskem tipu kmetijsko ter z varstvenim statusom ali brez.	13
Slika 4: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) po ekosistemskem tipu drugo ter z varstvenim statusom ali brez.	14
Slika 5: Razporeditev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) in določitev izbranih, izločenih in rezervnih kvadratov. .	15
Slika 6: Razporeditev in oznaka izbranih območij (kvadratov) spremljanja.	18
Slika 7: Izgled profesionalne Robinsonove pasti, ki je v uporabi v Angliji (https://www.angleps.com/shop-all/p/shop-all/?itemId=professional-robinson-trap).	62
Slika 8: Ena od variant pasti za izvedbo monitoringa (Compact 20W Heath Moth Trap 12V - Battery Powered, https://www.wildcare.co.uk/compact-20w-heath-moth-trap-12v-battery-powered-11180.html).	63
Slika 9: Avtomatska LED svetlobna past razvita na Češkem, s programiranjem časa delovanja z mobilno aplikacijo, ki niso več dobavljive. (foto: Stanislav Gomboc, 24. 3. 2019).....	63
Slika 10: Past izbrana za izvedbo monitoringa v Sloveniji je 30 cm visoka past s 6 W superaktinjsko UV sijalko. (https://www.watdon.co.uk/acatalog/E7585C-Combo-6W-Heath-trap.html)	65
Slika 11: Izgled delno razstavljenе pasti z notranjostjo, kamor se postavijo kartoni za jajca, za zagotavljanje skrivališč za osebk. (foto: Bojan Zadravec).....	65
Slika 12: Avtomatska UV past po nočnem obratovanju, pred pregledom pasti zjutraj in karton za shranjevanje jajc z ujetimi metulji. (foto: Stanislav Gomboc, Črnotiče, 10. 9. 2005).....	67
Slika 13: Izgled ulova na avtomatski svetlobni pasti v jutranjih urah. (foto: Stanislav Gomboc, Črni log, 1. 5. 2013).....	68
Slika 14: Piramidast šotor za privabljanje nočnih metuljev v optimalnih vremenskih razmerah, s tisoči metuljev. (foto: Stanislav Gomboc, Ljubljansko barje, Ig, 9. 8. 2016).....	69
Slika 15: Preparirani metulji težje določljivih vrst na razpenjalih. (foto: Stanislav Gomboc, 8. 8. 2016)	69
Slika 16: Možni načini postavitve transektov v posameznem kvadratu.	92

Kazalo tabel

Tabela 1: Seznam redkih vrst oprasovalcev predlaganih za monitoring.	10
Tabela 2: Merila za združitev tipov rabe tal v ekosistemske tipe.	12
Tabela 3: Merila za združitev tipov rabe tal v ekosistemske tipe.	14
Tabela 4: Seznam obdobij opazovanja v mesecih po skupinah za izbrana območja (kvadrata) spremljanja.	16
Tabela 5: Pregled časovnega zaporedja statističnih analiz in izračunov kazalnikov.	38
Tabela 6: Časovnica poročanja kazalnikov (2027–2031).	39
Tabela 7: Pričakovane vrednosti monitoringa čebel.	40
Tabela 8: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa čebel v Sloveniji na letni ravni (ob predpostavki, da bo možno dnevno opraviti dve vzorčenji).	43
Tabela 9: Podrobnejši razrez ocene stroškov kabinetnega dela monitoringa čebel v Sloveniji na letni ravni.	43
Tabela 10: Pričakovane vrednosti monitoringa trepetavk.	45
Tabela 11: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa trepetavk v Sloveniji na letni ravni.	47
Tabela 12: Pričakovane vrednosti monitoringa dnevnih metuljev.	50
Tabela 13: Število ur potrebnih za izvajanje terenskega dela monitoringa dnevnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.	53
Tabela 14: Število ur potrebnih za izvajanje kabinetnega dela monitoringa dnevnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.	53
Tabela 15: V Sloveniji prisotne družine nočnih metuljev vključene v monitoring oprasovalcev s statistiko vrst za Slovenijo.	57
Tabela 16: Statistika predstavnikov nočnih metuljev vključenih v monitoring oprasovalcev po družinah in različnih kriterijih.	58
Tabela 17: Pričakovane vrednosti monitoringa nočnih vešč na svetlobnih pasteh.	59
Tabela 18: Omejitveni parametri, ko se svetlobnih pasti ne nastavlja, če je presežen vsaj eden izmed parametrov.	60
Tabela 19: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa nočno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni – varianta 1 (strokovnjaki)	71
Tabela 19b: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa nočno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni – varianta 2 (tehnik ali študenti)	72
Tabela 19c: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa nočno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni – varianti 3 in 4 (tehnik ali študenti in popolno delujoč sistem AI z minimalno dodatno kontrolo podatkov s strani strokovnjakov)	73
Tabela 20: Pregled dolžine noči po mesecih in števila pričakovanih vrst in osebkov po pasti (vrste vključene v monitoring).	76
Tabela 21: Pričakovane vrednosti monitoringa dnevnih vešč.	82
Tabela 22: Število ur potrebnih za izvajanje terenskega dela monitoringa dnevno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.	85
Tabela 23: Število ur potrebnih za izvajanje kabinetnega dela monitoringa dnevno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.	86

1. UVOD

Uredba (EU) 2024/1991 Evropskega parlamenta in Sveta z dne 24. junija 2024 o obnovi narave in spremembi Uredbe (EU) 2022/869 (v nadaljevanju Uredba) zahteva, da države članice EU s pravočasnim sprejemom ustreznih in učinkovitih ukrepov izboljšajo raznovrstnost oprasovalcev in obrnejo trend upada populacij oprasovalcev najpozneje do leta 2030, nato pa dosežejo trend povečanja populacij oprasovalcev, ki se od leta 2030 meri najmanj vsakih šest let, dokler se ne dosežejo zadovoljive ravni. *Uredba (EU) 2024/1991* določa tudi, da Evropska komisija sprejme delegiran akt, s katerim določi znanstveno utemeljeno metodo za spremljanje raznovrstnosti oprasovalcev in populacij oprasovalcev. *Delegirana uredba Komisije (EU) 2025/2188* o dopolnitvi *Uredbe (EU) 2024/1991* Evropskega parlamenta in Sveta je bila objavljena dne 19. septembra 2025. Države morajo vzpostaviti spremljanje raznovrstnosti oprasovalcev in populacij oprasovalcev. (povzeto po projektni nalogi)

Namen naloge:

- priprava seznama redkih vrst oprasovalcev za spremljanje,
- priprava seznama območij spremljanja za splošno razširjene vrste oprasovalcev in za ciljno spremljanje redkih vrst oprasovalcev,
- priprava seznama obdobja opazovanja za vsako območje spremljanja,
- priprava strokovnega predloga za vzpostavitev spremljanja stanja oprasovalcev in
- priprava protokola za izračun indeksov stanja oprasovalcev.

Oprasevalci v smislu *Uredbe* so:

- »čebele« – vrste Anthophila (naddružina Apoidea), razen medonosne čebele (*Apis mellifera*)

Anthophila je podskupina naddružine Apoidea, ki ima pogosto slovensko ime čebele. V skupino Anthophila spadajo vrste iz družin: peščinske čebele (Andrenidae), prave čebele (Apidae), opnarke (Colletidae), vitke čebele (Halictidae), znoske (Megachilidae) in žagorožke (Melittidae). V Sloveniji je bilo doslej zabeleženih 575 vrst (Gogala 2012, 2026) od 2130 znanih v Evropi (Michez in sod. 2026). Družine Ampulicidae, Crabronidae in Sphecidae iz naddružine Apoidea niso predmet *Uredbe*.

- »trepetavke« – vrste Syrphidae

Trepetavke, včasih imenovane tudi muhe trepetavke, so družina iz skupine dvokrilcev (Diptera). V Sloveniji je bilo doslej zabeleženih 362 vrst (Kočić in sod. 2023) od 890 znanih v Evropi (Vujić in sod. 2022).

– »**metulji**« – vrste Papilionoidea

Tej skupini metuljev v Sloveniji pravimo dnevni metulji (Rhopalocera), v katero uvrščamo metulje šestih družin: debeloglavčki (Hesperiidae), modrini (Lycaenidae), pisančki (Nymphalidae), jadranci (Papilionidae), belini (Pieridae) in marogarji (Riodinidae). V Sloveniji je bilo doslej zabeleženih 189 vrst (Verovnik s sod. 2012, Verovnik 2019) od 440 znanih v Evropi (Van Swaay in sod. 2025).

– »**vešče**« – nočni metulji: »dnevne vešče«, »nočne vešče«

V tej skupini so vrste iz naslednjih družin Heterocera: Brachodidae, Castniidae, Cimeriidae, Drepanidae, Erebididae (vključno z Lymantriinae), Euteliidae, Geometridae, Heterogynidae, Limacodidae, Noctuidae, Nolidae, Notodontidae, Sesiidae, Sphingidae, Uraniidae in Zygaenidae, če imajo razpon kril najmanj 20 mm, ocenjen na podlagi literature. Dnevne vešče so vrste nočnih metuljev, ki so v odrasli fazi življenjskega cikla dejavne podnevi, nočne vešče pa so vrste nočnih metuljev, ki so v odrasli fazi življenjskega cikla dejavne ponoči. V Sloveniji je trenutno poznanih okoli 3520 vrst nočnih metuljev, 1226 vrst pa iz omenjenih družin.

Obseg monitoringa (70 kvadratov), terensko metodo, minimalno število ponovitev in metodo obdelave podatkov določa *Delegirana Uredba Komisije (EU) (2025/2188)*. Ta je bila sprejeta na podlagi *Uredbe o obnovi narave (2024/1991)*. Slednja je predvidela »Za zagotovitev enakopravnega sodelovanja pri pripravi delegiranih aktov Evropski parlament in Svet zlasti prejmeta vse dokumente sočasno s strokovnjaki iz držav članic«. Želimo poudariti, da noben strokovnjak, ki je sodeloval pri predlogu tega načrta ni bil vključen v pripravo *Delegirane Uredbe* ali v času njenega nastanka kakor koli vplival na obseg monitoringa opraševalcev v Sloveniji.

2. REZULTATI

2.1 Priprava seznama redkih vrst opraševalcev za spremljanje

V Sloveniji novih vrst dnevnih metuljev, ki bi bili glede na *Evropski Rdeči seznam* ogroženi, ne pričakujemo. V prihodnosti pričakujemo spremembe *Evropskega Rdečega seznama*. Na seznam ogroženih vrst bodo verjetno uvrščene tudi naše vrste.

Seznam registriranih čebel in trepetavk se v Sloveniji še vedno daljša. Leta 2008 je bilo registriranih 274 vrst trepetavk, leta 2023 pa 362 vrst. Vso to znanje je rezultat dela enega strokovnjaka, ki se s trepetavkami ukvarja v prostem času. V Sloveniji lahko pričakujemo do 450 vrst. Večina podatkov je novejših in prostorsko točnih.

S čebelami se je v Sloveniji do nekaj let nazaj profesionalno ukvarjal le en raziskovalec zaposlen v Prirodoslovnem muzeju Slovenije. Šele zadnjih nekaj let delujejo v Sloveniji dodatni trije strokovnjaki za celotno skupino čebel. S podskupino čmrljev se ukvarja več oseb. V Sloveniji lahko pričakujemo do 700 vrst čebel, kar je podobna vrednost kot je število registriranih vrst v Avstriji. Večina podatkov o čebelah je starejših in prostorsko manj točnih.

Za pripravo seznama redkih vrst opraševalcev za spremljanje redkih vrst smo seznam slovenskih čebel, trepetavk in dnevnih metuljev (skupaj več kot 1100 vrst) primerjali z *EU Rdečimi seznammi* za čebele, dnevne metulje in trepetavke (Michez in sod. 2026, Van Swaay in sod. 2025, Vujič in sod. 2022). Upoštevali smo kategorije kritično prizadeta (CR), prizadeta (EN) in ranljiva (VU) vrsta. Upoštevali smo vrednotenje za celotno Evropo in ne podmnožico EU 27. V Sloveniji je bilo do sedaj registriranih 71 vrst, od tega 38 vrst trepetavk, 10 vrst dnevnih metuljev in 23 vrst čebel (Priloga 1). Podatki o pojavljanju vseh teh vrst v Sloveniji so objavljeni, morebitnih neobjavljenih podatkov (javne in zasebne zbirke, portali ljudske znanosti,...) nismo iskali. Pri tem velja poudariti, da bi v primeru boljšega poznavanja čebel in trepetavk bil seznam daljši. 41 vrst spada v kategorijo prizadetih (EN), 30 v kategorijo ranljivih (VU) glede na *Evropski rdeči seznam* (Priloga 1). V Sloveniji zaenkrat nimamo podatkov o prisotnosti kritično prizadetih (CR) vrst dnevnih metuljev, čebel ali trepetavk.

Za pripravo seznama 15 redkih vrst smo razvili vrednotenje, ki temelji na kategoriji ogroženosti vrste, opažanju vrste v zadnjih 30 letih, specializiranosti vrste, redkosti vrste (razširjenosti vrste) v Sloveniji ter indikatorski vrednosti makro in mikro habitata vrste (Priloga 1). Vsaka kategorija lahko prispeva največ 1 točko, skupaj je tako možnih največ 6 točk. Tako ima prizadeta vrsta (EN), ki je bila opažena v zadnjih 30 letih, je specialist, ki se pojavlja samo v eni regiji in je indikator za obe okolji 6 točk. Na drugi strani pa ima ranljiva vrsta (VU), ki v zadnjih 30 letih sploh ni bila opažena, ki ni ne specialist in ne indikator in o njenem pojavljanju ne vemo nič največ 0,5 točke. Kadar so imele vrste isto vsoto točk, smo upoštevali še kriterij ogroženosti, specializiranosti vrste in indikatorske vrednosti mikrohabitata.

Točkovanje:

Kategorija ogroženosti – ranljiva (VU) vrsta: 0,5 točke, prizadeta (EN) vrsta: 1 točka;

Opazanje vrste v zadnjih 30 letih – binarna vrednost 0 ali 1. Vrsta zabeležena v zadnjih 30 letih: 1 točka, vrsta ni bila zabeležena v zadnjih 30 letih: 0 točk.

Specializiranost vrste – binarna vrednost 0 ali 1. Specialisti so vse tiste vrste, katerih katera koli življenjska faza, običajno odrasla žival, je specialist. To pomeni npr. vezanost na specifično gostiteljsko rastlino, mikro habitat.... Vrsta je specialist: 1 točka, vrsta ni specialist: 0 točk.

Razširjenost vrste – vrednosti med 0 in 1 ($(12 - \text{število zasedenih statističnih regij})/11$). Za namene razvrščanja podatkov smo pregledali razširjenost vrst po statističnih regijah. Vrsta, ki se pojavlja samo v eni regiji dobi 1 točko, vrsta ki se pojavlja v vseh 12 regijah dobi 0 točk. Za bolj pogoste vrste je število točk zmanjšano glede na delež zasedenosti regij. Podatke o razširjenosti vrst smo črpali iz objavljenih in neobjavljenih podatkov.

Indikator makro in/ali mikro habitata – binarna vrednost 0 ali 1. Običajno so specialisti vezani tudi na specifične makro in/ali mikro habitate zaradi specifične vezanosti hranilne rastline. Ker to ne velja vedno, smo ločeno vpeljali vrednotenje za makro in mikro habitat. Vrsta vezana na specifičen makro in/ali mikro habitat: po 1 točka za vsako okolje, vrsta ni vezana ne na makro in ne na mikro habitat: 0 točk.

Tako smo razvrstili vseh 71 vrst (Priloga 1). Najvišje na seznamu je dnevni metulj *Coenonympha tullia* z maksimalnim številom točk, najnižje prav tako dnevna metulja *Thymelicus lineola* in *T. sylvestris*, ki se pojavljata v vseh regijah Slovenije. Za 20 vrst nimamo podatka o opazovanju v zadnjih 30 letih. *Colias myrmidone* je potrjeno izumrl.

V naslednji fazi smo preverili izvedljivost monitoringa na obstoječih podatkih. Za vse vrste smo preverili ali obstaja vsaj ena prostorsko točna lokacija, ki lahko predstavlja točno točko monitoringa. Za številne ogrožene vrste čebel to ni znano. Za nekatere vrste dnevnih metuljev se monitoring že izvaja (*Leptidea morsei*, *Phengaris teleius*), zato teh vrst ne vključujemo v monitoring redkih vrst opraševalcev. Nekatere vrste v Evropi ogroženih dnevnih metuljev v Sloveniji niso redke in je velika verjetnost njihove zaznave na predvidenih 70 transektih (npr. *Satyrion pruni*).

Tako smo oblikovali seznam 15 vrst, ki jih predlagamo za monitoring redkih vrst. Predlagana je ena vrsta dnevnega metulja, dve vrsti čebel in 12 vrst trepetavk (Tabela 1). Vse vrste so že razvrščene in jih dodatno ne razvrščamo v skupine po nujnosti monitoringa. To so vse zelo redke vrste in jih načeloma ne pričakujemo na 70 transektih, kjer se bodo spremljale splošno razširjene vrste. Prve vrste na seznamu glede na vrednotenje *Coenonympha tullia* za monitoring ne predlagamo, saj se pojavlja le na Zelencih, kamor vsakoletna hoja zgolj za njeno potrditev ni smiselna. Nacionalni monitoring te vrste je smisel v drugi obliki in ne zgolj kot vsakoletno potrjevanje vrste. Zadnja na seznamu je čebela *Halictus carinthiacus*, ki ima sicer manjše število skupnih točk kot trepetavke pred njo, vendar smo jo izbrali zaradi pripadnosti čebelam, saj bi v nasprotnem izvajali monitoring redkih vrst čebel samo za eno vrsto čebele. Več vrst čebel na seznam ni možno vključiti, saj imata samo dve vrsti od 23 znano vsaj eno točno lokacijo. Ostale vrste dnevnih metuljev s seznama pa so pričakovane na transektih ali pa se zanje že izvaja drug monitoring.

Na koncu poudarjamo, da bi lahko bil seznam 15 vrst v primeru preteklih ali pa zgolj intenzivnih enoletnih raziskav zelo drugačen. Verjetno bi bila najdena še kakšna nova vrsta muhe trepetavke in čebele, potrjene nekatere stare lokacije, prav tako pa vrste najdene v več regijah. Zato je treba za monitoring redkih vrst v nadaljnjih fazah predvideti vključevanje novih vrst, kar predvideva tudi

Uredba (»Število redkih vrst oprasovalcev, ki jih je treba spremljati, bi bilo treba proučiti in povečati, ko se bo zmogljivost za ciljno usmerjeno spremljanje v prihodnosti povečala«)

Tabela 1: Seznam redkih vrst oprasovalcev predlaganih za monitoring.

Kategorija ogroženosti: EN – prizadeta vrsta, VU – ranljiva vrsta (*Evropski Rdeči seznam*; Michez in sod. 2026, Van Swaay in sod. 2025, Vujić in sod. 2022);

Monitoring: razvrstitev vrst glede na vrednotenje;

Skupina	Vrsta	Kategorija ogroženosti	Monitoring
metulji	<i>Agriades optilete</i> (Knoch, 1781)	VU	1
trepetavke	<i>Microdon mutabilis</i> (Linnaeus, 1758)	VU	2
trepetavke	<i>Cheilosia laeviventris</i> Loew, 1857	EN	3
trepetavke	<i>Cheilosia morio</i> (Zetterstedt, 1838)	EN	4
trepetavke	<i>Cheilosia nivalis</i> (Becker, 1894)	EN	5
trepetavke	<i>Cheilosia lenta</i> (Becker, 1894)	EN	6
trepetavke	<i>Chalcosyrphus femoratus</i> (Linnaeus, 1758)	VU	7
čebele	<i>Bombus muscorum</i> (Fabricius, 1793)	VU	8
trepetavke	<i>Pipiza accola</i> Violenovich, 1985	EN	9
trepetavke	<i>Callicera fagesii</i> Guérin-Méneville, 1844	EN	10
trepetavke	<i>Cheilosia faucis</i> Becker, 1894	EN	11
trepetavke	<i>Cheilosia laeviseta</i> Claussen, 1987	EN	12
trepetavke	<i>Cheilosia pedemontana</i> Rondani, 1857	EN	13
trepetavke	<i>Cheilosia vangaveri</i> Timon-David, 1937	EN	14
čebele	<i>Halictus carinthiacus</i> Blüthgen, 1936	EN	15

Nobena od navedenih 15 vrst ni kritično ogrožena, *Delegirana Uredba 2025/2188* pa ne zahteva spremljanja stanja teh vrst. Seznam redkih vrst je bil pripravljen že v fazi vmesnega poročila. Ob potrditvi tega poročila smo s strani naročnika dobili usmeritev, da priprava lokacij in protokola spremljanja stanja redkih vrst oprasovalcev ni potrebna. Zato teh vsebin v pričujočem poročilu ne obravnavamo.

2.2 Seznam območij spremljanja za splošno razširjene vrste oprasovalcev in za ciljno spremljanje redkih vrst oprasovalcev

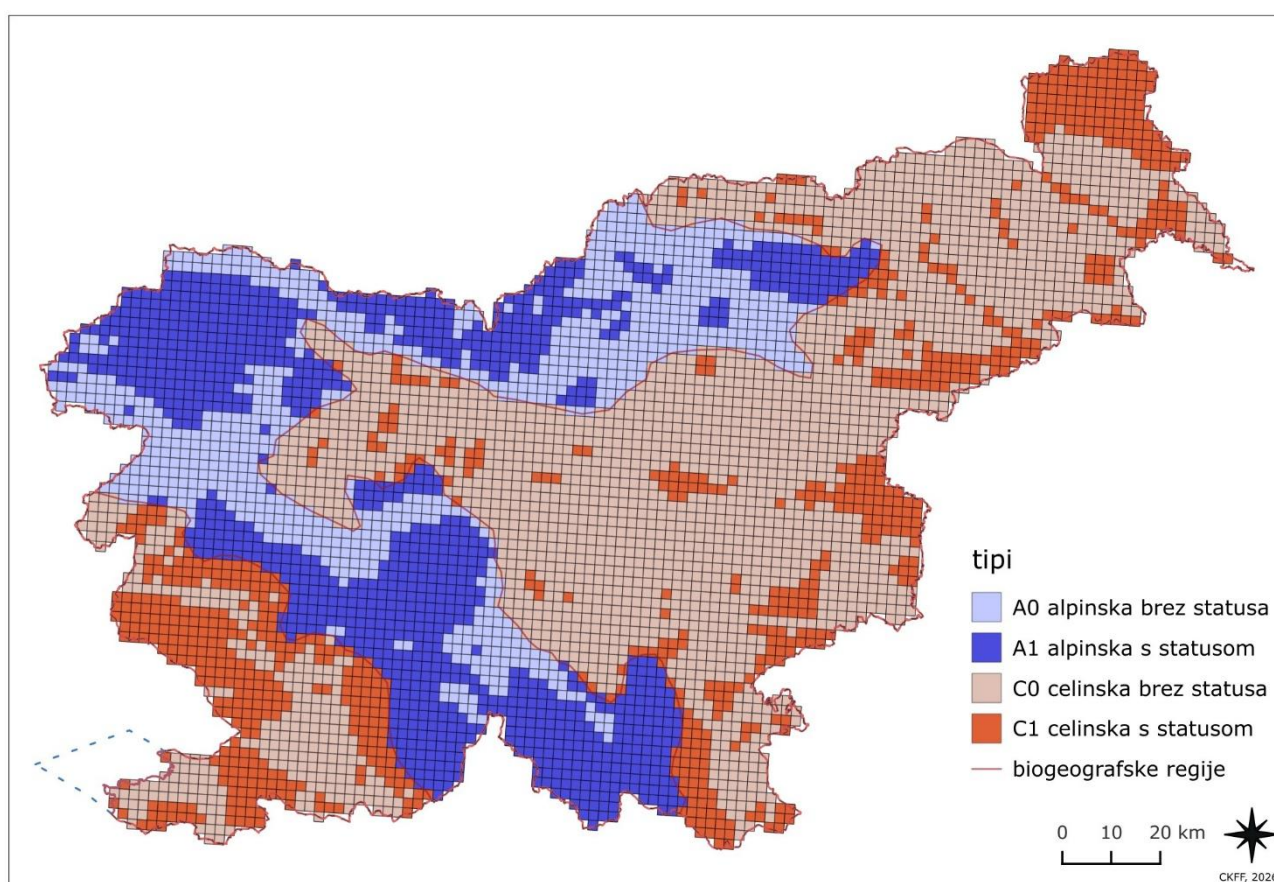
Po *Uredbi* (3. člen) je območje spremljanja opredeljeno kot kvadrat s stranico 2 km, katerega središče leži na točki glavne mreže LUCAS. Iz spletne zbirke Eurostat LUCAS (<https://ec.europa.eu/eurostat/web/lucas/database/primary-data>) smo prenesli mrežo centroidov, okoli katerih smo nato generirali mrežo kvadratov velikosti 2 km × 2 km.

Slovenijo prekriva 5396 kvadratov. Izločili smo 334 kvadratov, ki imajo manj kot 50 % površine v Sloveniji. Za izbor je tako ostalo 5062 kvadratov 2 km × 2 km.

Uredba zahteva stratificirano naključno vzorčenje. To pomeni »standardizirano statistično vzorčenje, pri katerem obstaja pri območjih spremljanja enaka verjetnost, da bodo izbrana iz populacije, ki je razdeljena na subpopulacije (sloje)«. Za Slovenijo je po *Uredbi* zahtevanih 70 območij spremljanja.

Stratifikacija se izvede po biogeografskih regijah in po ekosistemskih tipih (kmetijski ekosistemi; gozdni ekosistemi; drugi ekosistemi). Države članice lahko uporabijo stratifikacijo po regijah NUTS, razredih nadmorske višine, varstvenem statusu ali natančnejših kategorijah rabe ali pokrovnosti tal. Naročnik (MNVP) je predlagal uporabo varstvenega statusa, v katerem so združena zavarovana območja in območja Natura 2000.

Za prvi nivo stratifikacije smo uporabili biogeografske regije in varstveni status. Vsakemu kvadratu smo pripisali, ali spada v alpinsko ali celinsko biogeografsko regijo. Mejne kvadrate smo opredelili glede na delež površine v tisto biogeografsko regijo, kjer je več kot polovica kvadrata. Enako smo vsakemu kvadratu določili, ali je več kot polovica površine zavarovana oziroma v enem od območij omrežja Natura 2000. Tako je vsak kvadrat v izboru le enkrat. Razdelitev Slovenije glede na določen tip območja po teh dveh merilih je prikazana na Sliki 1.



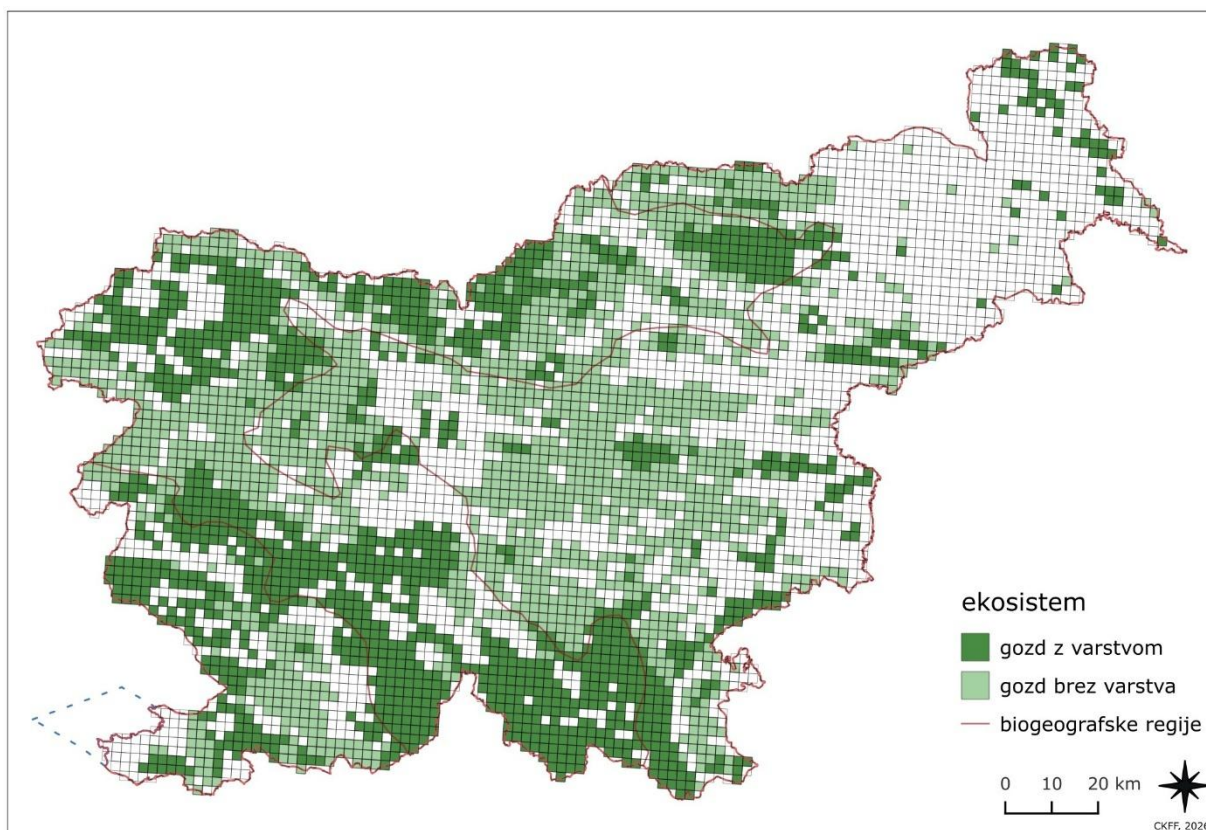
Slika 1: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) glede na več kot polovico površine v alpski ali celinski biogeografski regiji ter v območjih z varstvenim statusom ali brez.

V naslednjem koraku smo kvadrate opredelili glede na ekosistem. V Sloveniji nimamo nobenega uradnega sloja v katerem koli merilu, ki bi določal različne tipe ekosistemov ali vsaj ločeval kmetijski in gozdni ekosistem na ravni države in zagotavljal celotno pokritost. Zato smo v soglasju z naročnikom za opredelitev ekosistemskih tipov uporabili rabo tal. Uporabili smo najnovejši sloj, ki je bil v času priprave poročila na voljo, z dne 30. 4. 2026. Šifrant za združitev je v Tabeli 2.

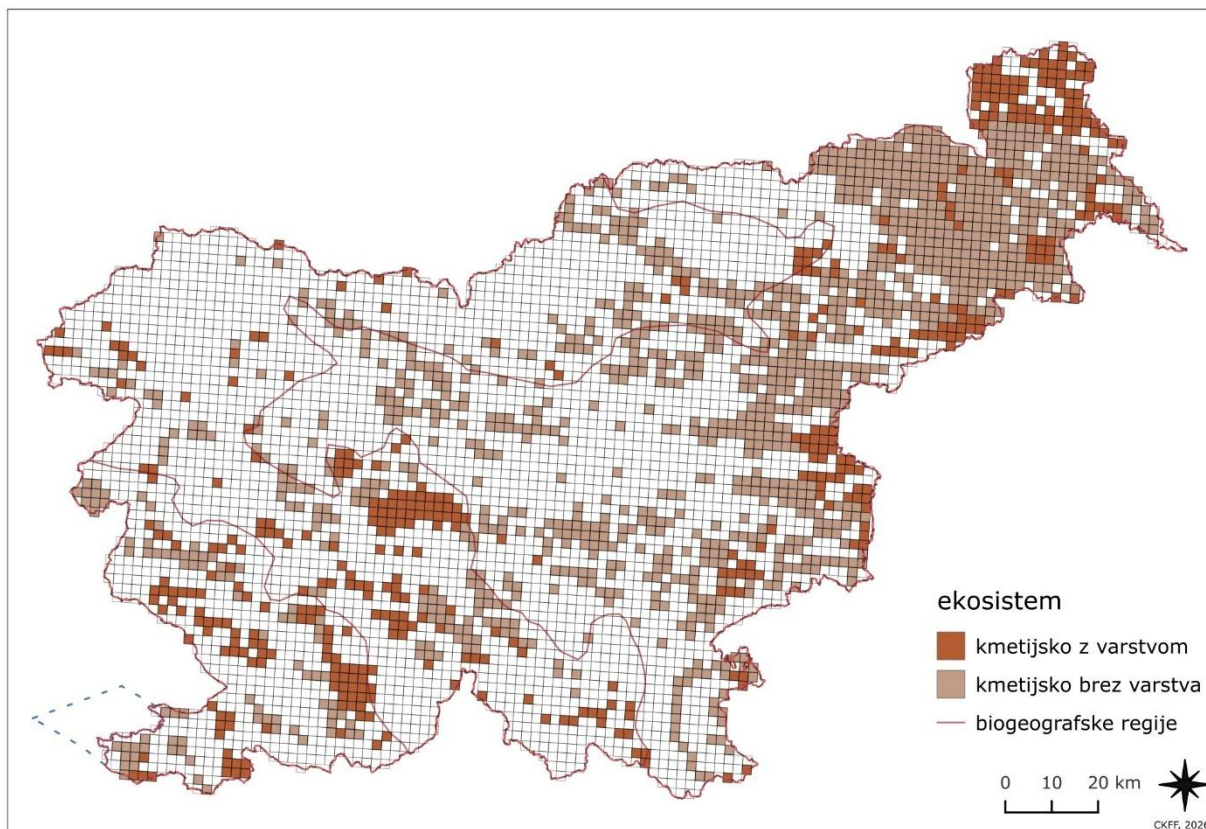
Tabela 2: Merila za združitev tipov rabe tal v ekosistemske tipe.

opis	raba_id	ekosistem
Njiva	1100	kmetijsko
Hmeljišče	1160	kmetijsko
Trajne rastline na njivskih površinah	1180	kmetijsko
Rastlinjak	1190	kmetijsko
Vinograd	1211	kmetijsko
Matičnjak	1212	kmetijsko
Intenzivni sadovnjak	1221	kmetijsko
Ekstenzivni oz. travniški sadovnjak	1222	kmetijsko
Oljčnik	1230	kmetijsko
Ostali trajni nasadi	1240	kmetijsko
Trajni travnik	1300	kmetijsko
Barjanski travnik	1321	kmetijsko
Kmetijsko zemljišče v zaraščanju	1410	kmetijsko
Plantaža gozdnega drevja	1420	kmetijsko
Drevesa in grmičevje	1500	kmetijsko
Neobdelano kmetijsko zemljišče	1600	kmetijsko
Kmetijsko zemljišče, poraslo z gozdnim drevjem	1800	kmetijsko
Gozd	2000	gozd
Pozidano in sorodno zemljišče	3000	drugo
Barje	4100	drugo
Trstičje	4210	drugo
Ostalo zamočvirjeno zemljišče	4220	drugo
Suho odprto zemljišče s posebnim rastlinskim pokrovom	5000	drugo
Odprto zemljišče brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom	6000	drugo
Voda	7000	drugo

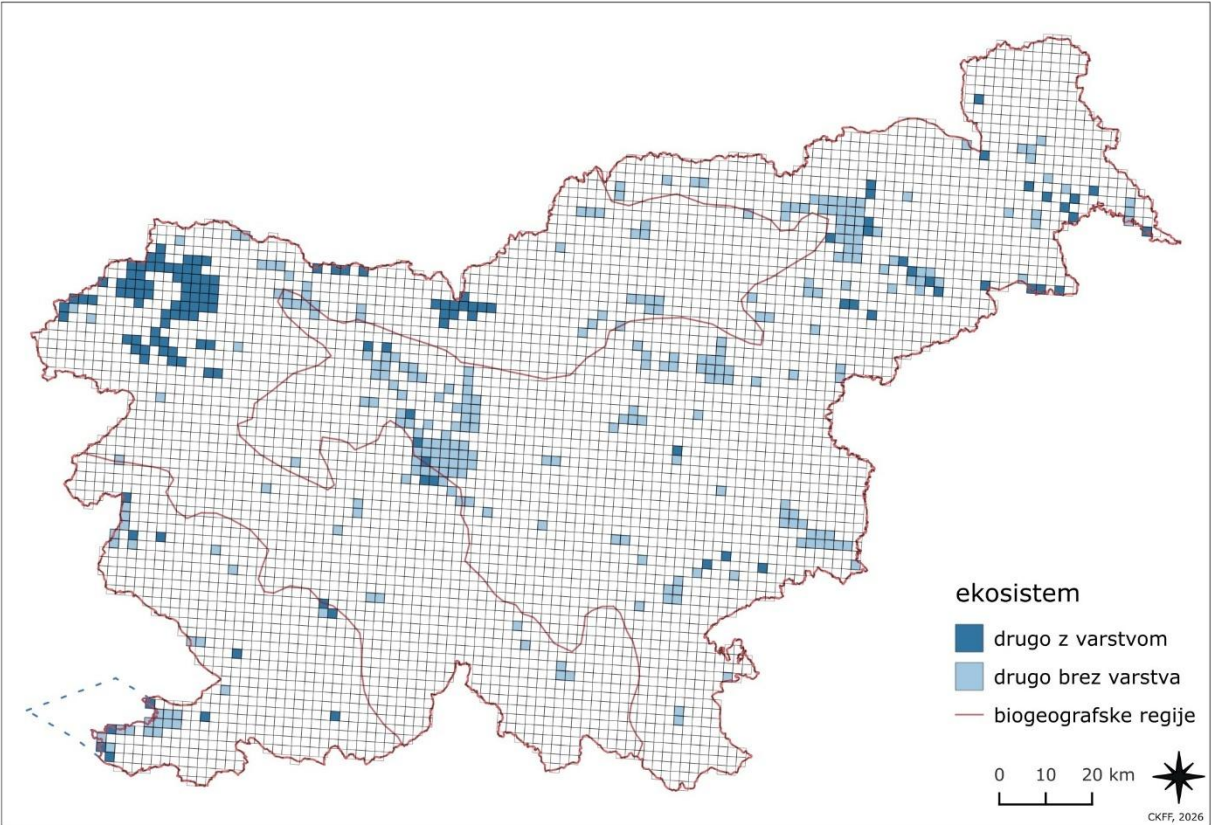
Ker so ekosistemski tipi trije, je razdelitev kvadratov kompleksnejša. Da bi zagotovili razdelitev kvadratov sorazmerno s realnim razmerjem v Sloveniji, smo za vseh 12 kombinacij izračunali površino (v km²) in glede na razmerja med temi izračunali, koliko kvadratov je treba izbrati v posameznem tipu območja (sloju) ter koliko kvadratov posameznega sloja ustreza deležu sloja v celi Sloveniji (Tabela 3). Pri tem so na nivoju cele države (5062 kvadratov) nastala odstopanja med realnimi deleži površine in številom kvadratov med biogeografskima regijama in predvsem med območji z ali brez varstvenega statusa. Razlika je pri slednjih večja, ker je večje tudi število površinsko manjših območij z varstvenim statusom, ki ne dosežejo kriterija zasedenosti polovice kvadrata. Napako smo popravili tako, da smo število vseh kvadratov vseh treh ekosistemov izračunali proporcionalno po 4 skupinah glede na znano število kvadratov v posamezni skupini biogeografskih regij in varstvenega statusa (tipi s Slike 1).



Slika 2: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) po ekosistemskem tipu gozd ter z varstvenim statusom ali brez.



Slika 3: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) po ekosistemskem tipu kmetijsko ter z varstvenim statusom ali brez.



Slika 4: Razdelitev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) po ekosistemskem tipu drugo ter z varstvenim statusom ali brez.

Skupna razdelitev vseh kvadratov in kvadratov za izbor je prikazana v Tabeli 3.

Tabela 3: Merila za združitev tipov rabe tal v ekosistemske tipe.

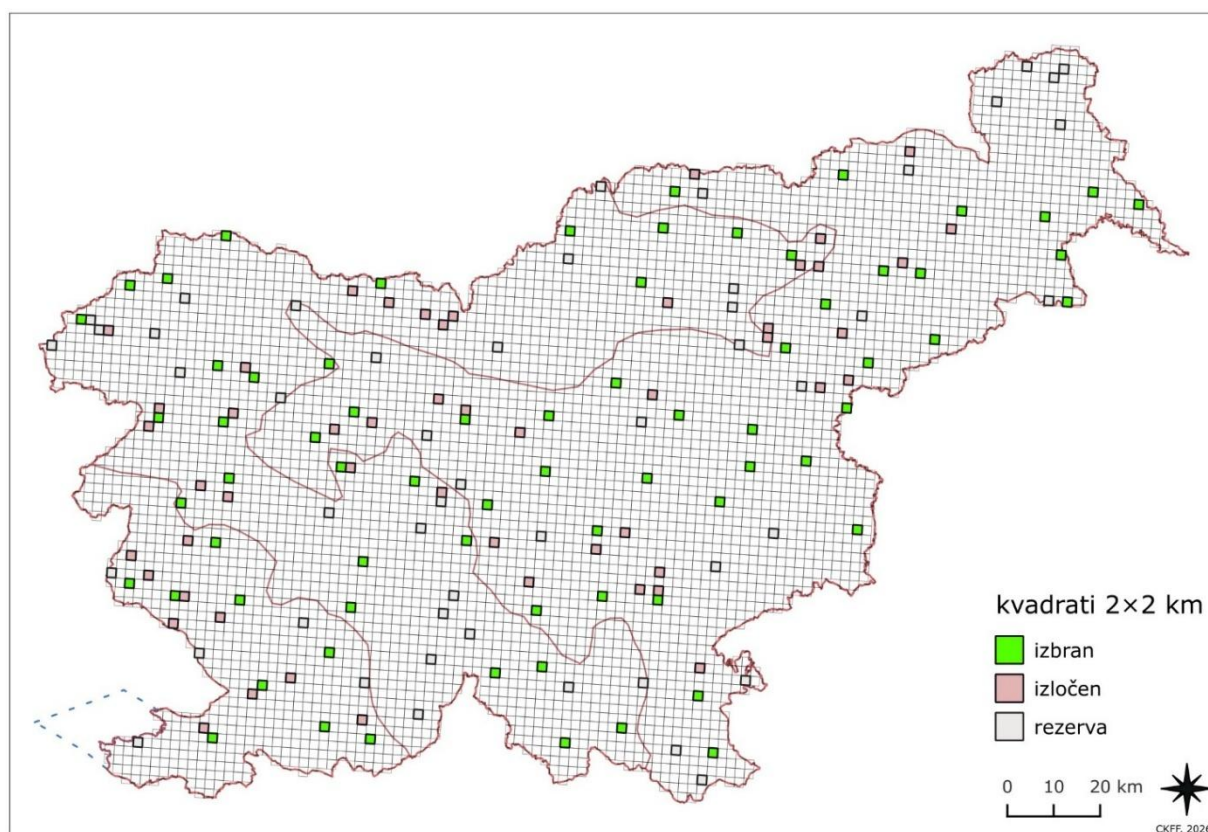
vs: varstveni status; **biogeo:** biogeografska regija; **ekotip:** ekosistemski tip; **tip:** oznaka okoljskega tipa (sloja).

vs	biogeo	ekotip	tip	površina (km ²)	kvadrati (Y)	vsi kvadrati (X)
da	celinska	drugo	C1D	197,08	1	46
da	celinska	kmetijsko	C1K	1293,07	4	302
da	celinska	gozd	C1G	2292,27	8	535
ne	alpinska	drugo	A0D	219,96	1	55
ne	alpinska	kmetijsko	A0K	862,00	3	215
ne	alpinska	gozd	A0G	2145,28	7	535
da	alpinska	drugo	A1D	356,55	1	88
da	alpinska	kmetijsko	A1K	622,33	2	155
da	alpinska	gozd	A1G	3428,78	12	852
ne	celinska	drugo	C0D	850,56	3	219
ne	celinska	kmetijsko	C0K	3884,99	14	1000
ne	celinska	gozd	C0G	4120,56	14	1060
SKUPAJ				20273,40	70	5062

V primeru vključitve katerega koli drugega sloja bi dobili preveliko število tipov območij, zaradi česar bi postala razdelitev 70 nemogoča ali nesmiselna.

Naključen izbor ustreznega števila kvadratov za vsak tip območja smo naredili z izborom naključnih števil v neurejenem vrstnem redu brez ponavljanja, v programu MS Excel 2024 s funkcijo `=TAKE(SORTBY(SEQUENCE(X);RANDARRAY(X));Y×Q)`, pri čemer je X število vseh kvadratov enega tipa območja in Y število potrebnih kvadratov za izbor (Tabela 3), ter Q večkratnik potrebnega števila kvadratov. Večkratnik smo izbrali zaradi izločanja neustreznih kvadratov v naslednjih korakih in hkrati zagotovili zadostno število nadomestnih kvadratov v istem izboru, tako da ponovni izračuni niso potrebni. Za tipe območij, kjer je potrebno izbrati manj kot 5 kvadratov, smo število Q množili s 4, če je potrebnih več kvadratov pa z 2. Dobljen rezultat smo povezali s prostorskim slojem, v katerem smo kvadrate vsakega tipa predhodno oštevilčili. Celoten izbor vseh 170 kvadratov je v Prilogi 2.

Za vsak tip območja smo glede na potrebno število kvadratov (Tabela 3) izbrali toliko prvih kvadratov po vrstnem redu. Izbrane kvadrate smo grafično pregledali ter izločili vse kvadrate z višjo zaporedno številko, ki so preblizu kvadratom z nižjo zaporedno številko in ne omogočajo izrisa transektov vsaj 5 km narazen (*Uredba 3. člen*), ter po vrstnem redu vzeli ustrezno število novih kvadratov. Ob potrditvi izbora posameznega kvadrata smo vse okoliške, oddaljene 4 km ali manj (sosednji ali en ali dva kvadrata vmes) v naprej izločili kot neprimerne.



Slika 5: Razporeditev kvadratov 2 km × 2 km (LUCAS) in določitev izbranih, izločenih in rezervnih kvadratov.

Z večanjem števila že izbranih kvadratov se možnost pojava neustreznega kvadrata povečuje. Izbor smo naredili v enakem vrstnem redu kot v Tabeli 3.

V prvem krogu smo izbrali 70 kvadratov v razmerju zapisanem v Tabeli 3. Pri tem smo 51 kvadratov določili kot neustrezne zaradi bližine z izbranimi, 49 kvadratov je trenutno rezervnih. Vse neustrezne je potrebno ohraniti, saj ob izločitvi enega od sedaj izbranih sosedov zaradi drugih razlogov (npr. nedostopnost) ti lahko zopet postanejo primerni za naslednje kroge izbora.

Prostorska razporeditev vseh 170 kvadratov in njihova klasifikacija je prikazana na Sliki 5.

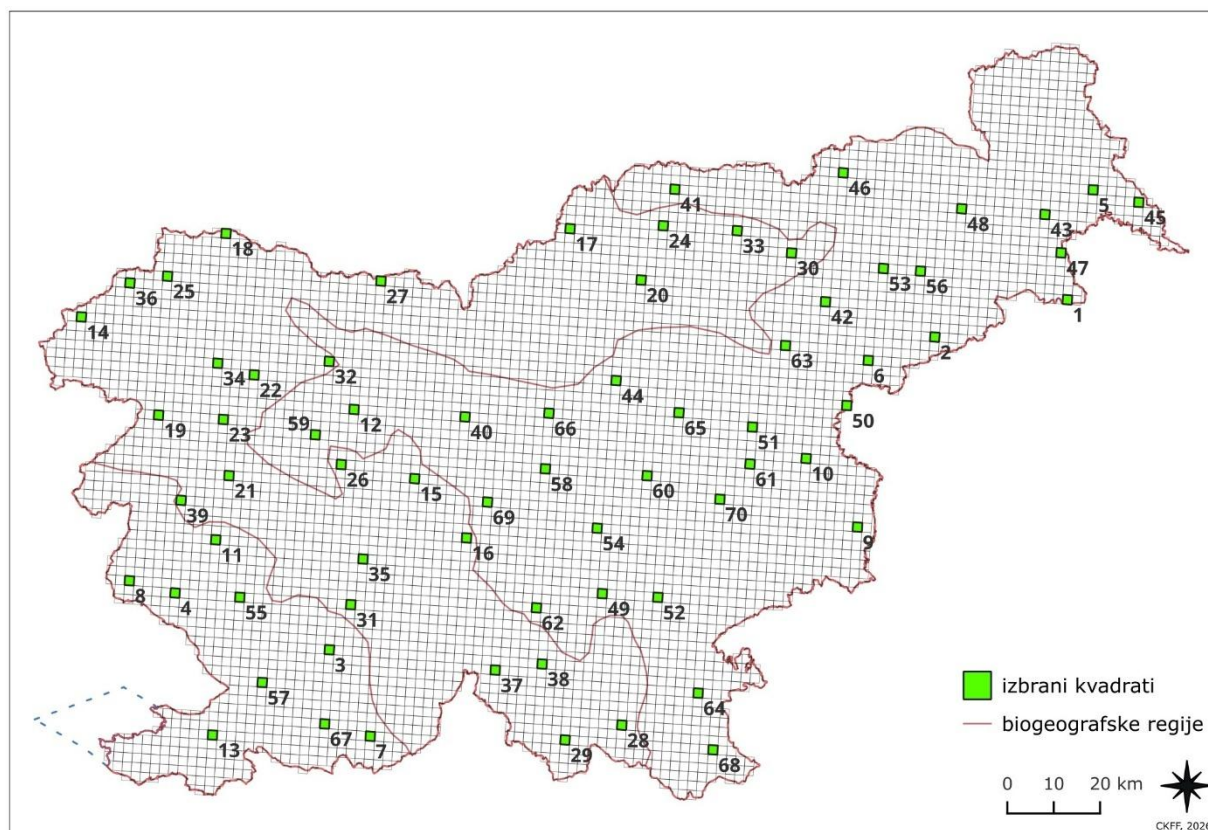
2.3 Seznam obdobja opazovanja za vsako območje spremljanja

Tabela 4: Seznam obdobj opazovanja v mesecih po skupinah za izbrana območja (kvadrate) spremljanja.

Številke v tabeli sovpadajo s številkami na Sliki 6.

izbrano območje (kvadrat) spremljanja	čebele	trepetavke	dnevni metulji	nočni metulji		opomba
				svetenje	transekt	
1	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
2	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
3	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
4	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
5	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
6	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
7	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
8	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
9	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
10	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
11	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
12	IV–IX	IV–IX	IV–IX	III–XI	III–XI	
13	IV–IX	IV–IX	IV–IX	II–XII	II–XII	
14	IV–IX	IV–IX	IV–IX	V–X	V–X	skrajšan interval
15	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
16	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
17	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
18	IV–IX	IV–IX	IV–IX	V–X	V–X	skrajšan interval
19	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
20	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
21	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
22	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
23	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
24	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
25	IV–IX	IV–IX	IV–IX	V–X	V–X	skrajšan interval
26	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
27	IV–IX	IV–IX	IV–IX	V–X	V–X	skrajšan interval
28	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
29	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
30	IV–IX	IV–IX	IV–IX	V–X	V–X	skrajšan interval
31	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
32	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	
33	IV–IX	IV–IX	IV–IX	IV–X	IV–X	

izbrano območje (kvadrat) spremljanja	čebele	trepetavke	dnevni metulji	nočni metulji		opomba
				svetenje	transekt	
34	IV-IX	IV-IX	IV-IX	IV-X	IV-X	
35	IV-IX	IV-IX	IV-IX	IV-X	IV-X	
36	IV-IX	IV-IX	IV-IX	IV-X	IV-X	skrajšan interval
37	IV-IX	IV-IX	IV-IX	IV-X	IV-X	
38	IV-IX	IV-IX	IV-IX	IV-X	IV-X	
39	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
40	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
41	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
42	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
43	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
44	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
45	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
46	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
47	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
48	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
49	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
50	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
51	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
52	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
53	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
54	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
55	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
56	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
57	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
58	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
59	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
60	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
61	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
62	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
63	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
64	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
65	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
66	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
67	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
68	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
69	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	
70	IV-IX	IV-IX	IV-IX	III-XI	III-XI	



Slika 6: Razporeditev in oznaka izbranih območij (kvadratov) spremljanja.

Številke na karti sovpadajo s številkami v Tabeli 4.

2.4 Od terenskih opazovanj do kazalnikov biodiverzitetnih sprememb opravevalcev – protokol za izračun indeksov stanja opravevalcev po *Uredbi (EU) 2024/1991* in *Delegirani uredbi Komisije (EU) 2025/2188*

2.4.1 Uvod

Evropska unija je z *Uredbo (EU) 2024/1991 o obnovi narave, Nature Restoration Regulation*, postavila pravno zavezujoč okvir za zaustavitev in obračanje upada biotske raznovrstnosti, pri čemer imajo opravevalci posebno vlogo kot ključni kazalnik stanja ekosistemov. V podporo izvajanju te *Uredbe* je bila sprejeta *Delegirana uredba Komisije (EU) 2025/2188*, ki vzpostavlja znanstveno utemeljeno in poenoteno metodologijo za spremljanje **številčnosti, raznovrstnosti in vrstnega bogastva opravevalcev** v državah članicah EU.

Namen delegirane uredbe ni zgolj zbiranje podatkov, temveč predvsem zagotovitev, da so podatki analizirani na način, ki omogoča **zanesljivo oceno dolgoročnih trendov**, primerljivost med državami in objektivno presojo učinkovitosti naravovarstvenih ter obnovitvenih ukrepov. Uredba zato natančno določa, **kateri kazalniki je treba izračunati**, na katerih ravneh in iz katerih podatkov, hkrati pa dopušča metodološko fleksibilnost pri organizaciji terenskega dela.

Pri tem je ključno razumeti, da delegirana uredba ne deluje kot priročnik za terensko vzorčenje, temveč kot **navodilo za pravilno analizo in interpretacijo zbranih podatkov**. Več kazalnikov, opredeljenih v *Prilogah II* in *III*, odgovarjajo na različna ekološka vprašanja in zato temeljijo na različnih analitičnih pristopih, ki jih ni dovoljeno metodološko spreminjati. Namen tega besedila je sistematično in razumljivo razložiti, kako iz istih terenskih podatkov izpeljemo **več ločenih, a med seboj dopolnjujočih se analitičnih smeri**, ki vodijo do kazalnikov, zahtevanih z *Uredbo*, ter kako te kazalnike interpretirati.

To besedilo smo pripravili kot operativno podporo izvajanju *Delegirane uredbe Komisije (EU) 2025/2188*, ki določa znanstveno utemeljeno metodologijo za spremljanje številčnosti in raznovrstnosti opravevalcev v državah članicah Evropske unije. *Uredba* vzpostavlja enoten analitični okvir, ki zagotavlja primerljivost podatkov med državami in omogoča zanesljivo ocenjevanje dolgoročnih trendov. Namen tega priročnika je ta okvir prevesti v jasno, pregledno in izvedljivo metodologijo, primerno za vsakodnevno analitično delo. Poseben poudarek je namenjen postopkom obdelave podatkov, izbiri ustreznih statističnih pristopov ter pravilni interpretaciji rezultatov. Priročnik tako predstavlja most med regulatornim besedilom in njegovo praktično implementacijo. Dokument je namenjen predvsem strokovnjakom, ki sodelujejo pri obdelavi in analizi podatkov monitoringa, ter nosilcem sistema, ki skrbijo za zagotavljanje kakovosti podatkov in dosledno izvajanje metodologije. Pri tem ne posega v organizacijo terenskega dela, temveč se osredotoča na fazo po zbiranju podatkov, kjer se surova opazovanja pretvorijo v kazalnike, relevantne za poročanje in vrednotenje stanja opravevalcev. Posebna pozornost je namenjena transparentnosti postopkov in ponovljivosti analiz. S tem priročnik omogoča, da so rezultati monitoringa ne le skladni z *Uredbo*, temveč tudi znanstveno utemeljeni in dolgoročno primerljivi.

Struktura priročnika – Priročnik je zasnovan v dveh med seboj povezanih, vendar jasno ločenih sklopih. Prvi sklop je namenjen predstavitvi **teoretičnega in metodološkega ozadja**, kjer so sistematično razloženi posamezni kazalniki, njihova vloga v monitoringu ter matematična in statistična logika njihovega izračuna. V tem delu je poudarek na razumevanju analitičnih postopkov, predpostavk modelov in interpretaciji rezultatov.

Drugi sklop je namenjen **implementaciji v programskem okolju R**, kjer so predstavljeni ključni koraki izračuna posameznih kazalnikov. Prikazane so osnovne programske rešitve za modeliranje abundance, izračun indeksov ter združevanje rezultatov v skupne kazalnike.

Pri tem je pomembno poudariti, da so v programskem delu vključeni zgolj **ključni analitični postopki**, neposredno povezani z modeliranjem in izračunom kazalnikov. Podrobne manipulacije s podatki, kot so filtriranje, razvrščanje, združevanje podatkovnih tabel in osnovne matematične operacije (npr. izračuni povprečij), niso vključene. Ti koraki se namreč v praksi prilagajajo strukturi in kakovosti konkretnih podatkov ter se izvajajo sproti v okviru priprave podatkov.

Prav tako priročnik ne vključuje sistematičnega pregleda podatkov na morebitne napake ali nekonsistentnosti. Kontrola kakovosti podatkov, vključno z odkrivanjem in odpravljanjem očitnih ali naključnih napak v zapisih, predstavlja samostojen in ključen korak v procesu obdelave, ki pa je zaradi svoje odvisnosti od konkretnih podatkov obravnavan ločeno od osnovnega analitičnega postopka.

Takšna zasnova omogoča jasno ločitev med razumevanjem metodologije in njeno implementacijo ter hkrati ohranja fleksibilnost pri obdelavi realnih podatkov, ki se lahko med posameznimi primeri bistveno razlikujejo.

Terenski podatki kot skupno izhodišče vseh analitičnih smeri – Celoten sistem spremljanja oprasovalcev temelji na standardiziranih terenskih popisih, ki se izvajajo večkrat v sezoni. Transektni popisi vseh skupin se bodo izvajali od aprila do septembra (šest ponovitev), le lov nočnih metuljev s svetlobnimi pastmi bo v daljšem obdobju, najdaljšem na vzorčnih mestih na Primorskem. Na posameznih lokacijah se ob vsakem popisu beleži število osebkov po vrstah, ločeno po letih in po potrebi po ekosistemskih odsekih. Podatki o abundanci živali se zbirajo ločeno za štiri skupine organizmov: čebele, muhe trepetavke, dnevni metulji in nočni metulji. Ti podatki predstavljajo **najnižjo raven sistema** in so edina raven, kjer obstajajo absolutna števila osebkov.

Statistično gledano so ti zapisi **osnovni podatki** (t. i. surovi podatki), iz katerih izhajajo vse nadaljnje analize. Vsako opazovanje lahko formalno opišemo kot število osebkov določene vrste na določeni lokaciji in ob obisku na določen datum, ki jih prispeva strokovno kompetenten, pošten in neodvisen popisovalec. Ta količina je diskretna (1, 2, 3, ...) in zelo pogosto vključuje veliko implicitnih ničel, saj vrste niso enakomerno prisotne v prostoru in času. Čeprav se pri terenskem popisu **v podatkovno bazo vnašajo izključno opažene (prisotne) vrste**, odsotnih vrst pa se ne beleži z ničelnimi vrednostmi, statistični modeli abundance temeljijo na širšem, vnaprej definiranem prostoru možnih opazovanj. Regresijski modeli, znotraj tega prostora kombinacij vrst, lokacij in datumov, obravnavajo manjkajoče zapise kot implicitna ničelna opazovanja, kar pomeni, da je bila vrsta bodisi ob določenem obisku iskana, vendar ni bila opažena bodisi je bila dejansko odsotna, kar je vključeno v modelno oceno. Ta implicitna prisotnost ničel je ključna za pravilno modeliranje številčnosti in trendov abundance. Medtem se pri izračunu raznovrstnosti s Shannon–Wienerjevim indeksom uporabljajo izključno dejansko opažene vrste, saj je cilj opisati strukturo združbe in ne zaznavnost ali odsotnost vrst.

V skladu z metodologijo monitoringa se **iz analiz izključijo tujerodne vrste**. V izračun kazalnikov abundance, raznovrstnosti in vrstnega bogastva so vključene le domorodne vrste oprasovalcev, saj kazalniki odražajo stanje naravnih združb. Tujerodne vrste, zlasti invazivne, lahko pomembno vplivajo na strukturo združb in umetno povečajo vrednosti kazalnikov, ne da bi to odražalo izboljšanje stanja ekosistema. Zato njihova vključitev lahko vodi do napačne interpretacije trendov. Posledično se vsi kazalniki izračunajo na filtriranem naboru podatkov, iz katerega so tujerodne vrste predhodno odstranjene.

Metodologija monitoringa omogoča tudi **ločeno analizo kazalnikov glede na tipe ekosistemov**, zlasti v kontekstu ocenjevanja učinkovitosti ukrepov za varstvo oprasovalcev. Ker se odziv oprasovalskih združb na upravljalvske ukrepe lahko razlikuje med različnimi okoljskimi konteksti, je takšna razdelitev ključna za pravilno interpretacijo rezultatov. V ta namen mora terensko beleženje vključevati opredelitev ekosistemskega tipa za vsak posamezen transekt, kar omogoča

kasnejšo analizo znotraj izbranih okoljskih kategorij. V tem navodilu je analiza predstavljena na ravni celotnega vzorca, ločena obravnava po ekosistemih pa ni posebej obravnavana. Takšne analize se izvajajo po potrebi, predvsem pri vrednotenju učinkovitosti konkretnih ohranitvenih ali obnovitvenih ukrepov.

Isti surovi terenski podatki o številu živali so izhodišče za **tri analitične smeri**, ki imajo različne cilje, uporabljajo različne analize in se tudi uporabljajo za različne kazalnike. Tukaj jih imenujemo Smer A, ki se že v osnovi deli v Smer A1 in analizira abundanco pogostih vrst ter smer A2, ki analizira pestrost združb. Smeri A1 in A2 se združita v CPI. Smer B analizira vrstno bogastvo.

Pri pripravi analize biodiverzitete opravevalcev smo izhajali iz metodološkega okvira, določenega v *Delegirani uredbi Komisije (EU) 2025/2188*, ki opredeljuje standardiziran pristop k obdelavi podatkov o abundanci, raznovrstnosti in vrstnem bogastvu. Ta okvir smo nadgradili z uveljavljenimi znanstvenimi pristopi, opisanimi v literaturi, zlasti v delih Dennis in sod. (2016), Freeman in sod. (2021), Massimino in sod. (2025) ter Janžekovič (2023), ki predstavljajo referenčne metode za modeliranje časovnih vrst abundance in izračun večvrstnih kazalnikov biodiverzitete.

2.4.2 Izračun kazalnikov

2.4.2.1 Smer A: Vrstna Abundanca–Pestrost – splošno izhodišče

Prva in osrednja analitična smer združuje informacije o **številčnosti** (abundanci) in **raznovrstnosti** (pestrosti) opravevalcev. Ta smer vodi do izračuna **Skupnega kazalnika opravevalcev CPI** in je določena v *Prilogi II Uredbe*.

Čeprav izračun obeh vidikov poteka po ločenih poteh, se v končni fazi združita. Izračun indeksa abundance in indeksa pestrosti se prične na istih podatkih in poteka **ločeno po dveh vzporednih poteh**, tok abundance in tok raznovrstnosti se na koncu združita v CPI.

2.4.2.1.1 Smer A1: Vrstna Abundanca – izračun GAI in obravnava časa

2.4.2.1.1.1 Korak 1. Vrstno-specifična abundanca znotraj posameznega leta

Osnovno enoto analize predstavljajo terenski podatki o številu opaženih osebkov posamezne vrste, zbrane na različnih lokacijah, ob več obiskih skozi sezono. Za vsako vrsto opravevalca nas zanima povprečna letna abundance, očiščena vplivov sezone in prostorske variabilnosti.

Razporeditev popisov oz. obiskov regulira *Uredba* in mora slediti **sezonski dinamiki skupine**. Zajeta morajo biti vsa tri obdobja sezone aktivnosti: v zgodnjem, srednjem in poznem delu sezone. Obiski naj bodo razporejeni tako, da je gostota popisov večja v obdobju največje aktivnosti opravevalcev. Število obiskov se lahko razlikuje med taksonomskimi skupinami glede na njihove biološke značilnosti. Večje število obiskov omogoča natančnejšo oceno sezonskega poteka abundance. Pomembno je, da poskušamo čim bolj ujeti konsistenco popisov med leti.

V izračun letne vrstno specifične abundance in GAI se vključijo **le dovolj pogoste vrste**, saj je za zanesljivo oceno časovnega trenda potrebna stabilna časovna vrsta opazovanj. Kriterij za vključitev vrste je povprečno vsaj 25 opazovanj v Sloveniji v tekočem letu oziroma 100 opazovanj v štirih letih, tudi če je v katerem letu 20, v drugem pa 30. Vse druge vrste se iz tega toka izločijo, ker njihovi podatki ne omogočajo statistično robustne ocene trenda številčnosti.

Obravnavanje manjkajočih podatkov – Podatki o abundanci oprasovalcev so v praksi pogosto nepopolni. Manjkajoče vrednosti se lahko pojavijo iz več razlogov, kot so neizvedeni popisi, vremenske razmere, odsotnost vrste na posamezni lokaciji ali sezonska neaktivnost. Takšna nepopolnost podatkov ni izjema, temveč pričakovana lastnost terenskih opazovanj.

Pri analizi abundance se manjkajoče vrednosti ne nadomeščajo z ročnim vstavljanjem ocen ali povprečij, saj bi to lahko vneslo sistematično pristranskost. Namesto tega se uporablja modelni pristop, v katerem so manjkajoči podatki implicitno upoštevani kot del statistične strukture.

V prvem koraku analize (izračun vrstno-specifičnih indeksov abundance) model črpa informacije iz vseh razpoložljivih opazovanj znotraj vrste ter omogoča oceno abundance tudi v primeru nepopolnega vzorčenja skozi sezono ali med lokacijami. V drugem koraku (večvrstni model abundance) pa se informacije združujejo med vrstami, pri čemer vsaka vrsta prispeva podatke le za tista leta, kjer so podatki na voljo.

Manjkajoči podatki se v prvem koraku analize obravnavajo znotraj posamezne vrste z uporabo posplošenega linearnega mešanega modela (GLMM), ki omogoča oceno časovne dinamike abundance kljub nepopolnim popisom. V naslednjem koraku, kjer se vrstno-specifični indeksi (GAI) združujejo v večvrstni indeks, se pojavi druga vrsta manjkajočih podatkov, povezana z nepopolnimi časovnimi serijami med vrstami. Freemanov model (model v prostoru stanj) takšne vrzeli obravnava kot del stohastičnega procesa ter na podlagi vseh razpoložljivih podatkov oceni skupni trend abundance. Manjkajoče vrednosti pri tem ne prekinajo analize, temveč zmanjšujejo količino informacij, kar se odraža v povečani negotovosti ocene.

Tak pristop omogoča, da se ohrani celotna struktura podatkov brez uvajanja dodatnih predpostavk, hkrati pa zagotavlja, da so rezultati robustni glede na realno razpoložljivost podatkov. Posledično je obravnavanje manjkajočih vrednosti neposredno vključena v modelno oceno in je neločljivo povezana z oceno negotovosti večvrstnega indeksa abundance.

Opazovanja zapišemo kot:

$$Y_{i,s,v,t}$$

kjer i označuje vrsto, s lokacijo, v obisk znotraj sezone in t leto.

Te podatke razumemo kot realizacijo **naključnega procesa preštevanja**, kjer je pričakovana vrednost odvisna od:

- leta (iskani signal, ki odraža časovne spremembe v številčnosti vrste),
- časa v sezoni (fenologija oziroma sezonski potek aktivnosti vrste),
- prostorskih razlik med lokacijami (habitatne in okoljske razlike),
- naključne variabilnosti v zaznavnosti.

Z drugimi besedami, podatki so: – prostorsko razpršeni, – sezonsko odvisni, – neenakomerno zbrani in – s časovnim trendom. Iz tega izhaja utemeljena predpostavka, da se vrednosti porazdelijo po negativni binomski porazdelitvi, kar zapišemo:

$$Y_{i,s,v,t} \sim \text{NegBin}(\mu_{i,s,v,t}, k).$$

Parameter $\mu_{i,s,v,t}$ predstavlja naključni učinek lokacije s , za vrsto i , ob popisu v in v letu t . Negativno-binomska oblika omogoča nadrazpršenost, ki je v ekoloških podatkih zelo pogosta. Vrednost koeficienta k podaja stopnjo nadrazpršenosti, glede na pričakovanje po Poissonovem modelu. Pri velikem k ($k > 10$) se podatki obnašajo skoraj po Poissonu, pri majhnem k ($k < 5$) so močno nadrazpršeni. Porazdelitev abundanc metuljev ima praviloma vrednosti okrog $k \approx 0,5-5$. V

posebnih primerih in izjemoma, kadar bi popis sestavljalo malo vrst z nizkimi abundancami in bi varianca bila podobna povprečju ($k > 20$) lahko uporabimo Poissonovo porazdelitev:

$$Y_{i,s,v,t} \sim \text{Poisson}(\mu_{i,s,v,t}).$$

Analiza posameznega leta poteka brez vključitve časovne spremenljivke. Model za leto t je:

$$\log(\mu_{i,s,v}) = \alpha_{i,t} + f_i(v) + u_{i,s}$$

kjer $\alpha_{i,t}$ predstavlja logaritemsko letno abundance vrste, $f_i(v)$ opisuje sezonski potek aktivnosti in $u_{i,s}$ opisuje naključni učinek lokacije.

Ta model omogoča, da odstranimo vpliv sezone in razlik med lokacijami ter ocenimo povprečno abundance vrste v danem letu. Letna abundance na naravni lestvici je:

$$A_{i,t} = \exp(\alpha_{i,t})$$

Ta količina predstavlja **pričakovano število osebkov vrste v letu** t na povprečni lokaciji in ob povprečnem času znotraj sezone. V tem koraku nas zanimajo zgolj absolutne razlike med leti, ki pa še niso interpretirane kot trend.

Ta del analize ni vključen v poročanje, ampak ga lahko uporabimo za sledenje opravljenega dela.

2.4.2.1.1.2 Korak 2. Vrstno-specifična abundance celotnega obdobja vzorčenja

Analiza abundance oprasovalcev temelji na podatkih o številu opaženih osebkov posameznih vrst, zbranih na različnih lokacijah, ob več obiskih znotraj sezone in v zaporednih letih. Osnovna opazovalna enota je:

$$Y_{i,s,v,t}$$

kjer i označuje vrsto, s lokacijo, v obisk in t leto. Ti podatki predstavljajo izhodišče za analizo časovne dinamike abundance, vendar jih v surovi obliki ni mogoče neposredno primerjati med leti, saj vključujejo vpliv sezone, prostora in neenakomernega vzorčenja.

Zato je cilj analize iz teh podatkov izpeljati standardiziran kazalnik, ki omogoča primerjavo abundance skozi čas. Ta kazalnik je **letni vrstno-specifični indeks abundance (GAI, Generalised Abundance Index)**, ki predstavlja temeljni rezultat analize na ravni posamezne vrste.

Izračun GAI temelji na statističnem modelu, ki hkrati upošteva sezonske, prostorske in časovne vplive:

$$\log(\mu_{i,s,v,t}) = \alpha_i + f_i(v) + u_{i,s} + \text{leto}_t$$

kjer $\mu_{i,s,v,t}$ predstavlja pričakovano abundanco, α_i predstavlja osnovno raven abundance vrste, $f_i(v)$ opisuje sezonski potek aktivnosti, $u_{i,s}$ predstavlja naključni učinek lokacije in leto_t zajema spremembe abundance med leti.

Model omogoča oceno relativnih razlik v abundanci med leti ob hkratni kontroli sezonskih in prostorskih vplivov. Na podlagi ocenjenega modela nato za vsako leto izračunamo **vrstno-specifični indeks abundance (GAI)**:

$$I_{i,t} = \exp(\widehat{\text{učinek leta}_t})$$

Indeks $I_{i,t}$ predstavlja relativno abundanco vrste v letu t glede na referenčno leto, ki je določeno z modelno parametrizacijo, v tem primeru začetek vzorčenja in leto 2027. Gre za standardizirano mero, ki omogoča primerjavo med leti ne glede na variabilnost v zaznavnosti ali vzorčnem naporu.

Interpretacija indeksa je neposredna:

- $I_{i,t} = 1$ pomeni referenčno stanje,
- $I_{i,t} > 1$ pomeni povečanje abundance,
- $I_{i,t} < 1$ pomeni zmanjšanje abundance.

GAI ne predstavlja absolutne velikosti populacije, temveč relativno spremembo abundance skozi čas. Njegova ključna vloga je standardizacija, ki omogoča, da so časovne vrste različnih vrst primerljive med seboj, kar je nujen pogoj za njihovo nadaljnjo združevanje v večvrstne kazalnike.

Izračun GAI temelji na skupni obdelavi podatkov vseh let spremljanja. Ob vključitvi novih let se model ponovno oceni na celotni časovni vrsti, kar pomeni, da se lahko vrednosti indeksa za pretekla leta nekoliko spremenijo zaradi boljše ocene modela. Tak pristop zagotavlja metodološko konsistentnost in maksimalno izrabo vseh razpoložljivih informacij.

Ločen izračun abundance po posameznih letih brez vključitve časovne komponente ni del formalnega postopka izračuna GAI, temveč lahko služi zgolj kot pomožni korak za diagnostiko podatkov ali interpretacijo rezultatov.

GAI je vrstno-specifični indeks abundance, ki za posamezno leto izraža relativno stanje abundance vrste glede na referenčno leto. Indeks sam po sebi ne predstavlja trenda, temveč časovno vrsto vrednosti, iz katere je mogoče sklepati o smeri sprememb abundance skozi čas.

2.4.2.1.1.3 Implementacija v R

Izračun vrstno-specifičnega indeksa abundance izvedemo z uporabo posplošenega linearnega mešanega modela GLMM, ki vključuje vse razpoložljive podatke za izbrano vrsto. Podatki morajo biti organizirani v tabeli z naslednjimi stolpci: vrsta, lokacija, obisk, leto in število opaženih osebkov. Ker indeks abundance računamo na ravni posamezne vrste, najprej izberemo podatke za izbrano vrsto:

```
data <- data.frame(vrsta = ..., lokacija = ..., obisk = ..., leto = ..., count = ... )  
data_sp <- subset(data, vrsta == "species_1")
```

Nato ocenimo model, ki vključuje časovno komponento:

```
library(glmmTMB)
model <- glmmTMB(count ~ leto + obisk + (1 | lokacija), family = nbinom2, data = data_sp)
summary(model)
```

V tem modelu ima spremenljivka leto vlogo časovnega faktorja, obisk opisuje sezonsko dinamiko, (1 | lokacija) pa zajema prostorske razlike med lokacijami. Negativno-binomska porazdelitev omogoča ustrezno obravnavo nadrazpršenih podatkov.

Po oceni modela iz njega neposredno izračunamo letni indeks abundance. To storimo tako, da iz modela izluščimo učinke posameznih let. Ker referenčno leto nima ločenega koeficienta, mu pripišemo vrednost nič, s čimer dobimo popolno časovno vrsto. Na tej osnovi izračunamo indeks abundance:

```
coef_model <- fixef(model)$cond
leto_effects <- coef_model[grep("leto", names(coef_model))]
leto_full <- c("leto2027" = 0, leto_effects)
GAI <- exp(leto_full)
```

Rezultat predstavlja časovno vrsto relativnih sprememb abundance za izbrano vrsto. Za nadaljnjo uporabo ga pretvorimo v pregledno tabelo:

```
gai_df <- data.frame(leto = as.numeric(gsub("leto", "", names(GAI))), GAI = as.numeric(GAI))
```

Dobljeni indeks omogoča neposredno interpretacijo sprememb abundance skozi čas in predstavlja vhodni podatek za naslednji analitični korak, kjer se vrste združujejo v večvrstni kazalnik.

Vrstno-specifični indeks abundance GAI predstavlja temeljno enoto analize dinamike opravevalcev. Njegov izračun temelji na skupni obdelavi podatkov vseh let in omogoča pretvorbo kompleksnih podatkov o številčnosti v standardizirano časovno vrsto relativnih sprememb. Takšna predstavitev omogoča primerljivost med vrstami in služi kot neposredna osnova za nadaljnje modeliranje skupnih trendov opravevalcev.

2.4.2.1.1.4 Korak 3. Večvrstni model abundance – Združevanje letnih indeksov GAI v skupni trend – Glajeni časovni trend s state-space pristopom

Po izračunu letnih vrstno-specifičnih indeksov abundance (GAI) za posamezne vrste opravevalcev dobimo za vsako posamezno vrsto opravevalca časovno vrsto vrednosti, ki opisuje relativne spremembe njene številčnosti skozi leta. Vsaka vrsta tako predstavlja lasten signal populacijske dinamike, vendar so ti signali pogosto obremenjeni z naključnimi nihanji, nepopolnimi podatki in neenakomerno zaznavnostjo.

Večvrstni indeks abundance MSI (Multi-Species Index) se izračuna ločeno za vsako taksonomsko skupino opravevalcev. Posamezne skupine (čebele, muhe trepetavke, dnevni metulji, nočni metulji) se analizirajo neodvisno, pri čemer se za vsako skupino uporabi nabor vrst, ki pripadajo tej skupini.

Za vsako taksonomsko skupino se najprej izračunajo vrstno-specifični indeksi abundance (GAI), nato pa se ti indeksi združijo v večvrstni indeks z uporabo metodologije Freeman in sod. (2021). S tem se zagotovi, da indeks odraža dinamiko abundance znotraj posamezne skupine. Takšna ločena obravnava je ključna, saj različne taksonomske skupine lahko kažejo različne odzive na okoljske spremembe. Večvrstni indeks abundance zato predstavlja skupni signal znotraj posamezne skupine, ne pa univerzalnega trenda za vse opravevalce.

Rezultat modela je časovna vrsta skupnega indeksa abundance, ki predstavlja dinamiko abundance na ravni skupine vrst. Poleg same vrednosti indeksa model hkrati oceni tudi negotovost te vrednosti, ki odraža variabilnost med vrstami, nepopolnost podatkov in naključna odstopanja. Trend in njegova negotovost sta tako neločljiva izhoda istega modelskega postopka in skupaj predstavljata osnovo za nadaljnjo oceno smeri sprememb abundance.

Namen večvrstnega modela je preseči raven posamezne vrste in oceniti **skupni trend abundance za celotno taksonomsko skupino**, pri čemer model loči dolgoročni signal, ki je skupen večini vrst od kratkoročnih in vrstno-specifičnih odstopanj.

V skladu s sodobnimi pristopi analize biodiverzitetnih kazalnikov je ustrezna uporaba **modelov v prostoru stanj SSM (state-space model)**, ki omogočajo hkratno modeliranje:

- skritega (latentnega) procesa, ki predstavlja dejanski trend abundance in
- opazovanih podatkov, ki so obremenjeni z napako.

Takšni modeli omogočajo tudi neposredno vključitev **časovnega glajenja**, ki izloči naključna nihanja in zagotovi stabilno oceno trenda skozi čas. Modeliranje in ocenjevanje potekata z uporabo algoritma, **Kalmanov filter**, ki omogoča optimalno kombiniranje informacij skozi zaporedne časovne korake.

Teoretični okvir state-space modela – V kontekstu večvrstnega je model abundance formuliran kot dvo-nivojski model, ki loči med latentnim procesom in opazovanjem:

- **Latentni proces** (skriti trend) opisuje, kako se skupna abundance spreminja skozi čas:

$$\theta_t = \theta_{t-1} + \varepsilon_t$$

kjer:

- θ_t predstavlja **resnični (nezaznani) skupni trend abundance v letu t** ,
- ε_t predstavlja naključno spremembo med leti.

Ta enačba opisuje gladek razvoj sistema, saj spremembe med zaporednimi leti niso neomejene, temveč sledijo postopnemu razvoju ekosistema.

- **Opazovalni model**, v tem primeru so opazovane vrednosti GAI posameznih vrst povezane z latentnim trendom:

$$\log(GAI_{i,t}) = \theta_t + u_i + \eta_{i,t}$$

kjer $GAI_{i,t}$ predstavlja letni indeks abundance za vrsto i v letu t , θ_t skupni trend abundance, u_i vrstno-specifični odmik in $\eta_{i,t}$ je napaka opazovanja.

Na ta način model predpostavi, da vse vrste delijo skupni časovni signal, vendar ima vsaka vrsta tudi lastno variabilnost.

Kalmanov filter – Ocena latentnega procesa θ_t poteka v okviru modela v prostoru stanj, pri čemer se uporablja Kalmanov filter kot računski postopek. Algoritem zaporedno posodablja oceno trenda skozi čas, kombinira preteklo stanje z novimi opazovanji in uravnoteži vpliv šuma in signala.

Kalmanov filter omogoča, da se iz zaporednih meritev z napako rekonstruira najbolj verjeten potek latentnega procesa, kar vodi do **zglajene časovne vrste**, ki odraža dejanske spremembe abundance. Rezultat takšnega postopka je stabilen trend, zmanjšan vpliv ekstremnih vrednosti in robustna ocena sprememb skozi čas.

Rezultat SSM modela ni več niz GAI za posamezne vrste, temveč **ena sama zgajena časovna vrsta θ_t , ki predstavlja skupni trend abundance za celotno taksonomsko skupino**. Ta časovna vrsta je interpretirana relativno, omogoča neposredno primerjavo med leti in služi kot vhod v nadaljnji izračun CPI.

Pomembno je poudariti, da se model izvede **ločeno za vsako taksonomsko skupino**, s čimer ohranimo biološke razlike med skupinami in zagotovimo metodološko konsistentnost.

Negotovost večvrstnega indeksa abundance – Pri izračunu večvrstnega indeksa abundance dobimo poleg vrednosti za posamezno leto tudi oceno njene negotovosti. To pomeni, da rezultat ni popolnoma točna vrednost, ampak ocena, ki jo spremlja določena stopnja nezanesljivosti.

Negotovost izhaja iz same narave podatkov. Podatki o opravevalcih so vedno omejeni, saj ne moremo opazovati vseh osebkov, vrste niso enakomerno razporejene v prostoru, popisi se izvajajo v različnih vremenskih razmerah, posamezne vrste kažejo različna nihanja v številčnosti ter za nekatere vrste ali leta podatki manjkajo.

Posledično ima vsaka ocena abundance določeno stopnjo napake. Ko združimo več vrst v večvrstni model, moramo upoštevati, da posamezne vrste ne dajejo povsem enakega signala. Freemanov model prostorov stanj SSM predpostavlja, da vsako opazovanje (tj. vrednost GAI posamezne vrste) vsebuje dve komponenti:

$$\log(GAI_{i,t}) = \theta_t + u_i + \epsilon_{i,t}$$

kjer θ_t predstavlja skupni trend (skriti signal), u_i predstavlja stalne razlike med vrstami, $\epsilon_{i,t}$ predstavlja naključno odstopanje (šum). Ključna ideja je, da model loči **skupni signal** (kaj se dogaja z vsemi vrstami) od **naključnih razlik** (kaj se dogaja s posamezno vrsto).

Ker vsaka vrsta daje nekoliko drugačen signal, model ne more z gotovostjo določiti skupnega trenda. Namesto tega oceni:

$$\theta_t \pm SE(\theta_t)$$

kjer θ_t predstavlja oceno skupnega indeksa, $SE(\theta_t)$ predstavlja standardno napako (negotovost). V okviru Freemanovega modela je negotovost rezultat statističnega modela. Model s pomočjo algoritma Kalmanov filter oceni najbolj verjetno vrednost θ_t , hkrati pa izračuna varianco:

$$Var(\theta_t)$$

Standardna napaka je:

$$SE(\theta_t) = \sqrt{Var(\theta_t)}$$

Najbolj intuitivno si lahko negotovost predstavljamo kot širino območja, v katerem bi se rezultat lahko nahajal, če bi merjenje ponovili še enkrat. Pri tem ozko območje pomeni visoka zanesljivost ter široko območje nizko zanesljivost.

Negotovost večvrstnega indeksa abundance je neposredna posledica variabilnosti v podatkih in razhajanj med vrstami. Ne predstavlja napake modela, temveč realno omejitev informacij, ki jih imamo na voljo. Freemanov model to negotovost kvantificira in jo vključi v rezultat, kar omogoča zanesljivo interpretacijo dinamike abundance in predstavlja osnovo za nadaljnje analitične korake.

Implementacija v R – V tem delu pokažemo, kako iz podatkov GAI izračunamo **zglajen večvrstni trend abundance in njegovo oceno negotovosti** z uporabo state-space modela in Kalmanovega filtra. Postopek bomo razvijali postopoma, da izpostavimo proces analize.

Podatke pripravimo v obliki dolge tabele s tremi stolpci: vrsta, leto, GAI in ločeno po taksonomskih skupinah. Vsaka vrstica podaja informacijo o relativni abundanci določene vrste oprasovalca v določenem letu. Ker model deluje na logaritemski lestvici, naredimo transformacijo in logaritemsko transformirane vrednosti GAI vključimo v state-space model. Model SSM vključuje dve komponenti: skriti trend skozi čas in razlike med vrstami:

```
library(KFAS)
gai_data$log_GAI <- log(gai_data$GAI) # log-transformacija GAI
model_ss <- SSMModel(log_GAI ~ SSMtrend(degree = 1, Q = NA) +
  SSMregression(~ vrsta - 1, Q = 0), H = NA, data = gai_data)
```

Ocenjevanje modela s prileganjem k podatkom:

```
fit <- fitSSM(model_ss, inits = c(0, 0), method = "BFGS")
model_fitted <- fit$model
```

Izračun trenda s Kalmanovim filtrom, glajenje in izluščenje skupnega trenda *theta*:

```
kfs <- KFS(model_fitted, smoothing = "state")
theta <- kfs$alphahat[,1]
```

Ker smo modelirali na log lestvici, rezultat pretvorimo v naravno obliko:

```
result <- data.frame(leto = sort(unique(gai_data$leto)),
  multi_species_index = exp(theta))
```

Vrednosti večvrstnega indeksa abundance interpretiramo relativno glede na referenčno stanje skozi opazovano obdobje: vrednost 1 pomeni raven abundance skladno z referenčno, vrednosti manjše od 1 pomenijo podpovprečno abundance (zmanjšana številčnost), vrednosti večje od 1 pa nadpovprečno abundance (povečana številčnost); na primer vrednost 1,20 pomeni, da je bila skupna abundance v tem letu približno za 20 % višja, medtem ko bi vrednost 0,80 pomenila približno 20 % nižjo abundance v primerjavi z referenco.

Ocena negotovosti – Po oceni Freemanovega modela s paketom KFAS dobimo objekt, ki vsebuje tako ocene skupnega trenda kot tudi njegovo negotovost. Negotovost ocenimo na osnovi variance latentnega stanja z izračunom standardne napake, ki predstavlja **mero negotovosti**. Večja vrednost pomeni manj zanesljivo oceno. Za interpretacijo negotovosti izračunamo interval zaupanja (95 %):

```
se_theta <- sqrt(kfs$V[1, 1, ])  
lower_log <- theta - 1.96 * se_theta  
upper_log <- theta + 1.96 * se_theta
```

Faktor 1,96 izhaja iz normalne porazdelitve in pomeni približno 95 % verjetnost, da prava vrednost leži znotraj intervala. Ker je model definiran na logaritemski lestvici, moramo rezultate pretvoriti v naravno lestvico, na kateri dobimo neposredno interpretabilne vrednosti:

```
MSI <- exp(theta)  
lower <- exp(lower_log)  
upper <- exp(upper_log)  
result <- data.frame( leto = years, MSI = MSI, lower = lower, upper = upper, SE = se_theta)
```

Razlaga rezultata – Rezultat je tabela, kjer vsaka vrstica predstavlja eno leto:

- MSI → ocena skupnega indeksa abundance,
- lower, upper → interval zaupanja,
- SE → negotovost ocene.

Kaj izračun negotovosti dejansko dela – Ko model izračuna varianco latentnega stanja, dejansko odgovarja na vprašanje: *kako zanesljiva je ocena skupnega trenda v tem letu?* Če različne vrste kažejo podoben vzorec, je varianca majhna, kar pomeni visoko zanesljivost. Če pa so podatki med vrstami neenotni ali redki, se varianca poveča in ocena postane bolj negotova.

Pretvorba variance v standardno napako omogoča enostavno interpretacijo. Standardna napaka deluje kot merilo razpršenosti – pove, koliko se lahko rezultat razlikuje, če bi analizo ponovili z drugim vzorcem podatkov.

Interval zaupanja ta koncept še dodatno konkretizira. Namesto ene same vrednosti dobimo območje, znotraj katerega se z veliko verjetnostjo nahaja prava vrednost indeksa. To je posebej pomembno pri interpretaciji rezultatov, saj omogoča razlikovanje med jasnimi spremembami in tistimi, ki so lahko posledica naključnega nihanja. Celoten postopek daje informacijo o trendu abundance pa tudi, kako zanesljiv je ta trend.

Povzetek analitskega toka A1: Od terenskih podatkov do zglajenega večvrstnega indeksa abundance

Analiza abundance opraševalcev se začne s terenskimi popisi, pri katerih se beleži število osebkov posameznih vrst na določenih lokacijah in ob različnih obiskih znotraj leta. Ker na opaženo številčnost vplivajo sezona, razlike med lokacijami in neenakomeren napor vzorčenja, surovih podatkov ni mogoče neposredno primerjati med leti.

V prvem koraku se z uporabo posplošenega linearnega mešanega modela (GLMM), ki vključuje podatke vseh let spremljanja, za vsako vrsto oceni časovna dinamika abundance ob hkratnem upoštevanju sezonskih vplivov (npr. terminov obiskov) in prostorske variabilnosti med lokacijami. Model je običajno formuliran z ustrezno porazdelitvijo za številske podatke (negativno-binomsko), kar omogoča obravnavo nadrazpršenosti v podatkih. Na tej osnovi se ocenijo letne spremembe abundance, ki opisujejo relativne razlike med leti.

Da bi bile te spremembe primerljive skozi čas, se rezultati pretvorijo v letni vrstno-specifični indeks abundance (GAI). GAI postavi vsako leto v odnos do referenčnega leta (npr. 2027), določenega z modelom, in omogoča enostavno interpretacijo, ali je bila abundance v posameznem letu višja ali nižja kot v izhodiščnem letu spremljanja.

Ker se posamezne vrste lahko obnašajo različno in so posamezne časovne serije pogosto obremenjene z naključnimi nihanji, se vrstno-specifični indeksi GAI v naslednjem koraku združijo v večvrstnem modelu, ki temelji na modelu v prostoru stanj (state-space model). Ta model loči med skritim (latentnim) skupnim trendom abundance in opazovanimi vrednostmi posameznih vrst ter omogoča, da se iz podatkov izlušči tisti del sprememb, ki je skupen večini vrst.

Model združuje informacije skozi čas in zmanjšuje vpliv naključnih odstopanj posameznih vrst, kar omogoča oceno stabilnega skupnega trenda abundance. Poleg samega trenda model za vsako leto oceni tudi njegovo negotovost, ki odraža variabilnost med vrstami, razpršenost podatkov ter morebitne vrzeli v opazovanjih. Rezultat tega postopka je zglajena časovna vrsta, ki skupaj z oceno negotovosti predstavlja najboljšo razpoložljivo oceno skupnega gibanja abundance za celotno taksonomsko skupino.

Ta večvrstni indeks abundance je stabilnejši od posameznih vrstnih indeksov, manj občutljiv na ekstremne vrednosti in predstavlja najboljšo oceno splošnega gibanja abundance opraševalcev skozi čas. Takšna zglajena časovna vrsta je neposredno primerna za interpretacijo, poročanje in nadaljnje združevanje v skupni kazalnik opraševalcev (CPI).

2.4.2.1.2 Smer A2: Vrstna raznolikost – Shannon–Wienerjev indeks in letna integracija

Vzporedno s tokom abundance poteka tok raznovrstnosti oziroma pestrosti. Iz istih surovih terenskih podatkov se izračuna Shannon–Wienerjev indeks (SW), ki meri strukturo in enakomernost vrstne združbe. Indeks se najprej izračuna na ravni posameznega transekt (site-specific), pri čemer vsak transekt predstavlja osnovno enoto opazovanja. Letna raznovrstnost za taksonomsko skupino se nato pridobi z agregacijo Shannonovih indeksov čez vse transekte v posameznem letu.

Raznovrstnost opraševalcev opisuje strukturo združbe, torej kako so osebkii porazdeljeni med posamezne vrste v določenem prostoru in času. V nasprotju z abundanco, ki meri količino osebkov, raznovrstnost združuje dve informaciji: število vrst in enakomernost njihove zastopanosti. Za ocenjevanje raznovrstnosti *Uredba* določa uporabo Shannon–Wienerjevega indeksa kot standardizirane mere pestrosti združb na ravni posameznega transekt.

V skladu z *Uredbo* se Shannon–Wienerjev indeks najprej izračuna na ravni posameznega transekt (opazovalnega mesta) za vsako leto posebej. To pomeni, da se za vsak transekt v posameznem letu najprej združijo podatki vseh veljavnih popisov skozi sezono, tako da dobimo skupno število opaženih

osebkov posamezne vrste na tem transektu v tem letu. Na tej osnovi se nato izračuna raznovrstnost združbe na tem mestu.

Na podlagi teh vrednosti se nato določi letna raznovrstnost za taksonomsko skupino kot agregat Shannonovih indeksov čez vse transekte v državi. Takšna agregacija ohranja prostorsko strukturo podatkov in zagotavlja, da imajo posamezna opazovalna mesta enakovreden vpliv na končno oceno raznovrstnosti.

Posebno pozornost je treba nameniti manjkajočim popisom. Če posamezen transekt v določenem letu ali ob določenem obisku ni bil popisani (npr. zaradi slabega vremena), se to ne obravnava kot ničelna vrednost, temveč kot manjkajoče opazovanje, ki se v izračun ne vključi. Nasprotno pa velja, da vrste, ki so bile iskane, vendar v določenem letu niso bile opažene na nobenem transektu, v izračun raznovrstnosti ne vstopijo. Takšne implicitne ničle niso eksplicitno vključene v formulo, temveč se odražajo posredno preko porazdelitve opaženih vrst.

2.4.2.1.2.1 Korak 1. Združevanje opazovanj skozi sezono

V posameznem letu se popisi na istem transektu izvajajo večkrat, zato ima vsaka vrsta na tem transektu več vrednosti (po posameznih obiskih). Da dobimo enotno informacijo o številčnosti vrste na tem mestu, te vrednosti združimo v skupno letno število osebkov:

$$N_{i,s,t} = \sum_v Y_{i,s,v,t}$$

kjer $Y_{i,s,v,t}$ predstavlja število opaženih osebkov vrste i na transektu s , ob obisku v in v letu t , vsota $\sum_v$ poteka čez vse veljavne obiske v sezoni, $N_{i,s,t}$ je skupno število osebkov vrste i na transektu s v letu t .

Ta korak pomeni, da sezonsko dinamiko posamezne vrste oprasovalca pretvorimo v eno skupno letno vrednost na transektu.

2.4.2.1.2.2 Korak 2. Izračun relativnih deležev vrst

Na podlagi skupnega števila osebkov posameznih vrst izračunamo njihov delež v združbi na posameznem transektu.

$$p_{i,s,t} = \frac{N_{i,s,t}}{\sum_i N_{i,s,t}}$$

kjer $\sum_i N_{i,s,t}$ predstavlja skupno število osebkov vseh vrst na tem transektu v tem letu, $p_{i,s,t}$ je relativni delež vrste i v združbi.

Ti deleži so osnova za izračun raznovrstnosti, saj Shannonov indeks temelji na porazdelitvi osebkov med vrstami.

2.4.2.1.2.3 Korak 3. Shannon–Wienerjev indeks na ravni transeкта

Za vsak transekt in leto izračunamo Shannonov indeks:

$$H'_{s,t} = - \sum_i p_{i,s,t} \log(p_{i,s,t})$$

Ta indeks združuje informacijo o številu vrst, upošteva enakomernost njihove zastopanosti, doseže višje vrednosti, kadar je združba bolj raznolika in uravnotežena.

Tako dobimo eno vrednost raznovrstnosti za vsak transekt v posameznem letu.

2.4.2.1.2.4 Korak 4. Agregacija na letni ravni

V zadnjem koraku združimo informacije iz vseh transektov in dobimo letno raznovrstnost za celotno taksonomsko skupino.

$$H'_t = \frac{1}{S} \sum_s H'_{s,t}$$

kjer S predstavlja število transektov, H'_t je povprečna raznovrstnost v letu t . Ta korak zagotavlja, da ima vsak transekt enak vpliv, ohranimo prostorsko strukturo podatkov in dobimo robusten kazalnik raznovrstnosti na ravni države.

Izračun SW indeksa se izvede ločeno za vsako taksonomsko skupino opraševalcev. To pomeni, da se raznovrstnost vedno ocenjuje na podlagi podatkov znotraj posamezne skupine (čebele, muhe trepetavke, dnevni metulji, nočni metulji), brez združevanja med skupinami. Tak pristop ohranja biološke razlike med skupinami in omogoča smiselno primerjavo sprememb raznovrstnosti skozi čas.

2.4.2.1.2.5 Implementacija v R

Korak 1: Izračun letnega Shannon–Wienerjevega indeksa

Priprava podatkov – Za izračun SW indeksa morajo biti podatki organizirani na raven **vrsta–transekt–leto**. To pomeni, da se za vsak transekt in leto seštejejo vsi opaženi osebki posamezne vrste preko vseh obiskov v sezoni. Na tej osnovi dobimo skupno število osebkov posamezne vrste na posameznem transektu v določenem letu.

V praksi mora imeti podatkovna tabela naslednje stolpce:

- **leto** – koledarsko leto popisa,
- **lokacija** – identifikator transekta,
- **vrsta** – identifikator vrste (ime ali koda),
- **count** – skupno število opaženih osebkov te vrste na transektu v tem letu.

Za izračun SW indeksa uporabimo paket `vegan`, ki je standardno orodje za ekološko analizo raznovrstnosti.

Shannonov indeks se nato izračuna **ločeno za vsak transekt in leto**. Vrste, ki na določenem transektu v tem letu niso bile opažene, se ne pojavijo kot vrstice – to so tako imenovane implicitne ničle, ki se v izračun ne vključujejo neposredno. Koda za izračun Shannonovega indeksa na enem transektu je:

```
library(vegan)
H_site <- diversity(data_site$count, index = "shannon")
H_site
```

Rezultat je ena vrednost Shannon–Wienerjevega indeksa, ki predstavlja raznovrstnost združbe na posameznem transektu v določenem letu. V naslednjem koraku se te vrednosti agregirajo čez vse transekte, da dobimo eno vrednost raznovrstnosti za leto.

Korak 2: Agregacija Shannon indeksa na letno raven

V naslednjem koraku združimo Shannonove indekse posameznih transektov in dobimo eno vrednost raznovrstnosti za leto. Izračun se vedno izvede ločeno za posamezno taksonomsko skupino opravevalcev, pri čemer vsaka skupina uporablja le svoje podatke. To pomeni, da se analize izvajajo neodvisno za posamezne skupine (čebele, muhe trepetavke, dnevni metulji, nočni metulji), s čimer ohranimo njihove biološke posebnosti.

Na tej stopnji je analiza raznovrstnosti zaključena. Shannon–Wienerjev indeks predstavlja časovno vrsto letnih vrednosti, ki se ne modelira dodatno, temveč se neposredno uporabi v naslednjem koraku za izračun skupnega kazalnika opravevalcev (CPI), kjer se združi z indeksom abundance.

2.4.2.1.3 Združitev smeri A1 in A2 v skupni kazalnik opravevalcev (CPI), združitev abundance in raznovrstnosti

Na dosedANJI poti smo ločeno **ocenili časovno dinamiko abundance** ter **izračunali časovno vrsto raznovrstnosti** za posamezno taksonomsko skupino.

Posamezni kazalnik opisuje pomemben vidik stanja opravevalcev: abundance izraža količino osebkov, medtem ko raznovrstnost opisuje strukturo združbe. Ker nobeden od teh vidikov sam po sebi ne poda celostne slike, uredba predvideva njuno združevanje v **skupni kazalnik opravevalcev (CPI)**.

Ključna ideja CPI je, da dobro stanje opravevalcev pomeni hkratno ohranjanje številčnosti in raznovrstnosti. Zmanjšanje katere koli od teh komponent lahko kaže na poslabšanje stanja ekosistema, tudi če druga komponenta ostaja nespremenjena.

CPI zato združuje informacijo o spremembah abundance in raznovrstnosti na način, ki omogoča celostno oceno smeri razvoja opravevalskih združb skozi čas. Pri tem združevanje ne temelji na neposrednem aritmetičnem povprečenju kazalnikov, temveč na skupni interpretaciji njihove časovne dinamike v okviru enotnega ocenjevalnega postopka.

Matematično se CPI izračuna hierarhično. Najprej smo za vsako taksonomsko skupino opravevalcev ločeno določili:

- **večvrstni indeks abundance** $A_t^{(g)}$, skupaj z oceno njegove negotovosti,
- **časovno vrsto raznovrstnosti** $D_t^{(g)}$ na osnovi Shannon–Wienerjevega indeksa,

kjer indeks t označuje leto, indeks g pa posamezno taksonomsko skupino.

Ta kazalnika predstavljata izhodiščni informaciji za nadaljnjo analizo, vendar nista neposredno primerljiva, saj merita različne vidike sistema. V nadaljevanju oba kazalnika pretvorimo v skupno interpretacijsko obliko, ki omogoča njuno združevanje. Ker so abundance rezultat statističnega modela z oceno negotovosti, raznovrstnost pa neposreden izračun, se oba kazalnika najprej izrazita kot verjetnosti spremembe glede na referenčno stanje.

1. Pretvorba abundance v verjetnost spremembe – Za posamezno taksonomsko skupino imamo iz večvrstnega modela oceno:

$$\theta_t^{(g)}, SE\left(\theta_t^{(g)}\right)$$

kjer $\theta_t^{(g)}$ predstavlja spremembo abundance v letu t . Na tej osnovi izračunamo verjetnost pozitivne spremembe:

$$P_A^{(g)}(t) = \Phi\left(\frac{\theta_t^{(g)}}{SE(\theta_t^{(g)})}\right)$$

kjer Φ označuje standardno normalno porazdelitveno funkcijo. Ta verjetnost izraža, kako verjetno je, da se abundance povečuje.

2. Pretvorba raznovrstnosti v spremembo glede na referenco

Za Shannonov indeks imamo časovno vrsto:

$$D_t^{(g)} = H_t^{(g)}$$

Najprej določimo razliko glede na referenčno leto:

$$\Delta D_t^{(g)} = D_t^{(g)} - D_{\text{ref}}^{(g)}$$

Na tej osnovi definiramo smer spremembe:

$$P_D^{(g)}(t) = \begin{cases} 1, & \Delta D_t^{(g)} > 0 \\ 0, & \Delta D_t^{(g)} \leq 0 \end{cases}$$

Ta izraz pove, ali se raznovrstnost v primerjavi z izhodiščem povečuje ali ne.

3. Združitev abundance in raznovrstnosti (na ravni skupine)

Ko sta obe komponenti izraženi na isti skali $[0, 1]$, ju združimo:

$$CPI_t^{(g)} = \frac{P_A^{(g)}(t) + P_D^{(g)}(t)}{2}$$

Ta vrednost predstavlja skupno oceno smeri spremembe za posamezno taksonomsko skupino.

4. Nacionalni CPI

Na ravni države združimo vse taksonomske skupine:

$$CPI_t^{(\text{national})} = \frac{1}{G} \sum_{g=1}^G CPI_t^{(g)}$$

kjer je G število skupin.

5. Interpretacija

- $CPI \approx 0.5 \rightarrow$ stabilno stanje
- $CPI > 0.5 \rightarrow$ izboljšanje
- $CPI < 0.5 \rightarrow$ poslabšanje

Pomembno je poudariti, da CPI ne predstavlja neposredne meritve, temveč končni rezultat večstopenjskega analitičnega postopka. Ta vključuje modeliranje abundance in izračun vrstnih indeksov GAI, analizo raznovrstnosti s Shannonovim indeksom in njihovo združevanje v skupni kazalnik CPI.

Zaradi tega CPI ne odraža zgolj trenutnega stanja, temveč integrira informacije o spremembah populacij opravevalcev skozi čas. CPI tako podaja temeljno informacijo monitoringa o tem, ali se stanje opravevalcev kot celote izboljšuje, ostaja stabilno ali se slabša.

Abundanca opisuje količino opravevalcev, raznovrstnost njihovo porazdelitev med vrstami, CPI pa združi informacijo o spremembah obeh komponent v enoten kazalnik, ki omogoča interpretacijo smeri razvoja celotnega sistema.

Implementacija CPI v R

Izračun CPI v R temelji na zaporedju štirih korakov:

1. priprava vhodnih podatkov
2. izračun verjetnosti spremembe abundance
3. izračun spremembe raznovrstnosti
4. združitev v CPI

1. Vhodni podatki

Za izračun CPI potrebujemo dve tabeli, prva tabela je z abundancami iz poti A1 (SSM model) in druga tabela z Shannonovim indeksom raznovrstnosti iz poti A2. V R jih predstavimo v obliki dveh tabel. Tukaj je pomembno poudariti, da theta predstavlja **oceno spremembe abundance**, SE opisuje **negotovost te ocene**, H pa je **neodvisno izračunana raznovrstnost**, brez modela.

```
abundance <- data.frame( skupina = ..., leto = ..., theta = ..., SE = ...)  
diversity <- data.frame( skupina = ..., leto = ..., H = ...)
```

2. Pretvorba abundance v verjetnost spremembe

Ker je abundanca rezultat statističnega modela, ga ne kombiniramo neposredno, temveč najprej izrazimo kot verjetnost, da se stanje izboljšuje. Ta korak ima jasen pomen:

- razmerje theta / SE pove, kako izrazit je trend glede na njegovo negotovost,
- funkcija pnorm() to razmerje pretvori v verjetnost,
- rezultat P_A je število med 0 in 1.

Interpretacija:

- vrednosti blizu 1 pomenijo močan pozitiven trend,
- vrednosti blizu 0 pomenijo negativen trend,
- vrednost okrog 0,5 pomeni odsotnost jasnega trenda.

```
abundance$P_A <- pnorm(abundance$theta / abundance$SE)
```

3. Pretvorba raznovrstnosti v spremembo glede na referenco

Za raznovrstnost nimamo modela, zato spremembo ocenimo v odnosu do referenčnega leta, to je 2027. Nato za vsako skupino izračunamo referenčno vrednost:

```
library(dplyr)
ref_year <- 2027
ref_div <- diversity %>%
filter(leto == ref_year) %>%
select(skupina, H_ref = H)
```

Referenco nato združimo z vsemi leti in na tej osnovi izračunamo spremembo in jo pretvorimo v verjetnostno obliko:

```
diversity <- diversity %>%
left_join(ref_div, by = "skupina")
diversity$delta_H <- diversity$H - diversity$H_ref
diversity$P_D <- ifelse(diversity$delta_H > 0, 1, 0)
```

4. Združitev abundance in raznovrstnosti

Ko sta obe komponenti izraženi na skupni skali [0,1], ju lahko združimo. Najprej podatke povežemo. Nato izračunamo CPI na ravni posamezne taksonomske skupine:

```
data_cpi <- merge(abundance, diversity, by = c("skupina", "leto"))
data_cpi$CPI_group <- (data_cpi$P_A + data_cpi$P_D) / 2
```

5. Izračun nacionalnega CPI

Na koncu združimo vse taksonomske skupine v enoten kazalnik za državo. Ta korak zagotavlja enakovreden prispevek vseh skupin, robustnost kazalnika, primerljivost skozi čas.

```
cpi_national <- data_cpi %>%
group_by(leto) %>%
summarise(CPI = mean(CPI_group), .groups = "drop")
```

6. Interpretacija rezultatov

Dobljeni CPI ima preprosto interpretacijo:

- **CPI $\approx$ 0,5** → stanje je stabilno,
- **CPI > 0,5** → stanje se izboljšuje,
- **CPI < 0,5** → stanje se slabša.

2.4.2.2 Smer B: Vrsto bogastvo – samostojen analitični tok

Poleg izračuna CPI *Uredba* določa še ločeno analitično smer: **vrstno bogastvo**, opisano v *Prilogi III*. Ta smer iz istih terenskih podatkov izpelje **letno število opaženih vrst**, ločeno po taksonomskih skupinah. Ta kazalnik se poroča ločeno in ni del CPI.

Za vsako skupino se iz letnega števila vrst izračuna **trend vrstnega bogastva** z ustreznimi metodami analize časovnih vrst. Vrsto bogastvo predstavlja najosnovnejši kazalnik biotske raznovrstnosti in opisuje **število različnih vrst**, ki so bile opažene v določenem letu.

V kontekstu monitoringa opraševalcev vrstno bogastvo dopolnjuje druge kazalnike, saj omogoča zaznavanje sprememb, ki jih abundance ali Shannonov indeks ne zajameta v celoti. Na primer, zmanjšanje števila vrst se lahko pojavi tudi v primeru, ko skupna abundanca ostaja stabilna, ali ko raznovrstnost ne pokaže jasnega signala zaradi kompenzacijskih sprememb med vrstami.

V skladu z metodologijo se vrstno bogastvo izračuna **ločeno za vsako taksonomsko skupino** in temelji na združenih podatkih vseh transektov v posameznem letu. Posamezna vrsta se šteje kot prisotna, če je bila vsaj enkrat opažena v tem letu.

Matematično je vrstno bogastvo definirano kot:

$$S_t^{(g)} = \sum_{i=1}^N I(n_{i,t} > 0),$$

kjer je $S_t^{(g)}$ število vrst skupine g v letu t , $n_{i,t}$ število opaženih osebkov vrste i , $I(\cdot)$ indikatorska funkcija (1, če je vrsta prisotna; 0, če vrsta ni prisotna – presence-based indikator).

Tako dobljena vrednost predstavlja letno vrstno bogastvo posamezne taksonomske skupine. Ta količina tvori časovno vrsto, ki omogoča analizo sprememb vrstnega bogastva skozi čas. Za oceno smeri spremembe vrstnega bogastva se uporabi analiza časovne vrste. Najenostavnejši pristop temelji na linearni regresiji, kjer je vrstno bogastvo odvisno od časa:

$$S_t^{(g)} = \alpha^{(g)} + \beta^{(g)}t + \varepsilon_t$$

kjer $\beta^{(g)}$ predstavlja naklon trenda in opisuje povprečno letno spremembo vrstnega bogastva in ε_t predstavlja preostanek modela. Pozitivna vrednost $\beta^{(g)}$ nakazuje naraščanje vrstnega bogastva, negativna upadanje, vrednost blizu nič pa stabilno stanje.

Uporaba linearnega modela omogoča enostavno in pregledno oceno smeri sprememb, pri čemer se lahko po potrebi uporabijo tudi druge metode analize časovnih vrst, zlasti kadar so prisotna nelinearna ali nestacionarna nihanja.

Implementacija v R

Podatki so organizirani v treh stolpcih: leto, vrsta, abundanca, za vsako skupino posebej. Prvi korak je izračun vrstnega bogastva po letih, ki ga izvedemo:

```
library(dplyr)
richness <- data_year %>% group_by(leto) %>%
  summarise(S = n_distinct(vrsta))
richness
```

Izračunano vrstno bogastvo (richness) vključimo v linearni model:

```
model_S <- lm(S ~ leto, data = richness)
summary(model_S)
```

Model ocenjuje **povprečno spremembo števila vrst na leto**. Regresijski koeficient β v modelu *model_S* pove, **za koliko vrst se v povprečju vsako leto poveča ali zmanjša število prisotnih vrst v opazovani skupini**; če je β pozitiven, se število vrst skozi čas povečuje, če pa je negativen, se število vrst zmanjšuje. Vrednost β okrog 0 pomeni stabilen sistem, katerega biodiverziteta izbrane skupine se ne spreminja.

2.4.2.3 Metodološki sklep

Sistem spremljanja oprasovalcev je zasnovan hierarhično in jasno ločuje tri analitične smeri. Smer **abundance–raznovrstnost** združuje robustne informacije o številčnosti in strukturi združb v skupni kazalnik (CPI), medtem ko smer **vrstno bogastvo** neodvisno sledi spremembam v številu vrst. Takšna zasnova omogoča, da so kazalniki hkrati statistično utemeljeni in ekološko smiselni ter medsebojno dopolnjuječi.

V okviru petletnega spremljanja se prvi zanesljivi pokazatelji smeri sprememb pojavijo po približno treh letih zbiranja podatkov, medtem ko se celovita interpretacija trendov in kazalnika CPI doseže po petih letih, kot je prikazano v Tabeli 5 in v Tabeli 6.

Tabela 5: Pregled časovnega zaporedja statističnih analiz in izračunov kazalnikov.

Leto	Smiselna vsebina izračunov	Status
2027	GAI, SW, vrstno bogastvo	izhodiščne vrednosti
2028	letni kazalniki	še brez trendov
2029	prvi večvrstni trendi, preliminarne CPI	prvi trendi
2030	stabilni trendi	zanesljivo
2031	polna 5-letna ocena	končna presoja

Tabela 6: Časovnica poročanja kazalnikov (2027–2031).

Leto	A_t (letna abundanca)	β_t	GAI	Trend abundance	Shannon (H')	Trend raznovrstnosti	Vrstno bogastvo (S)	Trend vrstnega bogastva	CPI	Vsebina poročanja
2027	izračun	–	–	–	izračun	–	izračun	–	–	poročanje: metodologija, baseline (H' , S)
2028	izračun	izračun	izračun	–	izračun	–	izračun	izračun (omejeno)	–	poročanje: tehnično (brez trendov)
2029	izračun	izračun	izračun + poročanje	izračun + poročanje	izračun	izračun + poročanje	izračun	izračun + poročanje	izračun + poročanje	poročanje: prvi trendi
2030	izračun	izračun	izračun + poročanje	izračun + poročanje	izračun	izračun + poročanje	izračun	izračun + poročanje	izračun + poročanje	poročanje: stabilni kazalniki
2031	izračun	izračun	izračun + poročanje	izračun + poročanje	izračun	izračun + poročanje	izračun	izračun + poročanje	izračun + poročanje	poročanje: polno poročilo

2.5 Strokovni predlog za vzpostavitev spremljanja stanja oprasovalcev

Protokol zbiranja podatkov za čebele, trepetavke, dnevne metulje in vešče (nočni metulji: nočne in dnevne vešče) precej jasno opredeljuje *Uredba*. *Uredba* definira terenske metode, število kvadratov, frekvenco opazovanj, okoljske parametre za spremljanje. Prav tako jasno opredeljuje identifikacijo vrst (8. člen): *Države članice identificirajo opazovane ali ulovljene primerke ciljnih vrst na ravni vrste z uporabo strokovne diagnostike, metod na podlagi DNK, umetne inteligence ali drugih znanstveno dokazanih metod*.

V nadaljevanju za vsako posamezno skupino predstavljamo načrt izvedbe monitoringa in vsebino, ki jo *Uredba* prepušča državam članicam.

2.5.1 Čebele

Tabela 7: Pričakovane vrednosti monitoringa čebel.

število registriranih vrst v Sloveniji:	575
število pričakovanih vrst na vseh 70 transektih:	200
število vrst, ki jih lahko strokovnjak določi do vrste neposredno na terenu:	23
število vrst, ki so določljive po fotografijah:	23
število vrst, ki so določljive le z genetskimi metodami:	10
število vrst, za katere se pričakuje več kot 25 opazovanj letno*:	60
pričakovano število vrst na enem popisu transeкта:	15
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – kmetijska krajina:	30 (20–50)
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – gozd:	10 (5–15)

*Za izračun letnega indeksa številčnosti vrst se po *Uredbi* upoštevajo samo vrste, ki so bile v državi članici v ocenjevalnem obdobju v povprečju opažene vsaj 25-krat letno.

Okoljski pogoji, v katerih se lahko izvaja transektni popis čebel v skladu s 5. členom *Uredbe*

(a) temperatura (v °C):

- ob sončnem vremenu (manj kot 50 % oblačnosti), minimalna T = 13 °;
- ob oblačnem vremenu (več kot 50% oblačnosti), minimalna T = 15°C

(b) oblačnost (v oktah): vključeno v korak (a) zgoraj;

(c) hitrost vetra (v m/s): maksimalno 5. stopnja po Beaufortovi lestvici ($\sim < 10$ m/s);

(d) megla (prisotnost/odsotnost): brez megle;

(e) padavine (prisotnost/odsotnost): brez padavin;

(f) čas začetka (uu.mm): interval med 10.00–16.00; v toplejših delih leta je interval lahko širši (npr. 9.00–17.00);

(g) kateri koli drugi ustrezni parametri, ki lahko vplivajo na zbiranje podatkov:

- različne vrste so različno dejavne preko dneva, zato popis dopoldne lahko prinese drugačen rezultat kot popis popoldne, zato je pri dveh popisih dnevno transekte treba izvajati izmenjujoče (če transekt A obiščemo dopoldan in transekt B popoldan, v naslednjem mesecu vrstni red obrnemo, torej A popoldan in B dopoldan).

Izvedba transektov

Za izvedbo transektov je potreben strokovnjak ali usposobljena oseba z izkušnjami pri vzorčenju čebel (npr. opravljeno izobraževanje EPIC Bee). Terenski popis zahteva visoko stopnjo koncentracije, saj so številne vrste velike le 5–10 mm. Živali najlažje opazimo na cvetočih rastlinah, dodatno pa je treba pozornost nameniti tudi golim tlom na kolovozih, nagnjenim gozdnim usekom ter razpadajočemu lesu, ki predstavljajo ključna gnezdišča. Čebele ulovimo s pomočjo metuljnice.

Prepoznavnost vrst na terenu je zaradi majhnosti in podobnosti osebkov večinoma nemogoča. Izkušen strokovnjak lahko brez ulova prepozna do pet vrst, nekatere (npr. pogostejše čmrlje) pa določi po kratkotrajnem zajemu v *zip-lock* vrečko. Manj izkušeni popisovalci morajo vse zajete osebkove odvzeti za kasnejšo laboratorijsko obdelavo.

Podatke se beleži na način, ki popisovalcu omogoča najhitrejše delo (diktafon, mobilne aplikacije, napisi na etikete ali vrečke). Takšni podatki ob ustrezni preparaciji tvorijo znanstveno vredne zbirke z dolgotrajno informativno vrednostjo.

Zajete osebkove shranimo v *zip-lock* vrečke in jih odložimo v torbo (v temo). Ker lahko vrste z močnejšimi čeljustmi vrečko pregrizejo, je treba vse osebkove predhodno usmrtiti z etil acetatom ali uporabiti dvojno embalažo. Po končanem popisu vzorce preložimo v hladilno torbo, ob vrnitvi pa jih do preparacije zamrzemo.

Skladno z *Uredbo* medonosna čebela ni predmet monitoringa. Zaradi visoke gostote populacije v Sloveniji bi njeno popisovanje odvrčalo pozornost od manjših in hitrejših divjih čebel, kar potencialno pomeni manj popisanih vrst divjih čebel in podaljšano samo izvedbo transektov. Medonosno čebelo se z nekaj treninga hitro loči od divjih vrst po specifičnem gibanju, silhueti in prisotnosti koškov za cvetni prah, zato njen zajem ni potreben.

Izvedbeni načrt

Terenski popisi potekajo enkrat mesečno od aprila do septembra, z vsaj tritedenskim premorom na posameznem transektu. Skladno s *5. členom Uredbe* se popis izvaja 1,5 m na vsako stran od popisovalca, 1,5 m pred popisovalcem in 1,5 m nad popisovalcem. Čisti čas popisa, samo hoja in opazovanje ter iskanje osebkov brez lovljenja osebkov, traja 60 minut. Skupaj z lovljenjem, etiketiranjem in shranjevanjem vzorcev pa celoten obisk lokacije traja vsaj še enkrat toliko. Pri načrtovanju je treba upoštevati tudi čas za dostop do samega mesta popisa.

Število osebkov, ki jih lahko pričakujemo na posameznem transektu, je težko zanesljivo predvideti. Zelo je odvisen od habitata in vremena. Število čebel tudi zelo niha, zato lahko pričakujemo velike razlike med leti. To vpliva tako na čas, ki je potreben za izvedbo transektov, kot tudi na čas, ki je potreben za pregled vzorcev.

Ob primernem vremenu, se transekt začne izvajati ob 9.00, kar v primeru povprečnega časa vožnje do prvega transektov (več kot ura) pomeni začetek delovnega dne med 7.00 in 8.00. Naslednji transekt se, ob zakonskem odmoru in predpostavki, da traja vožnja med dvema območjema eno uro, ter premikom od avta do popisnega mesta, lahko začne izvajati ob 13.00 in konča okrog 15.00. Domov se vrnemo med 16.00 in 17.00. Sledi shranjevanje vzorcev (0,5 ure), urejanje podatkov (0,5 ure) in priprava na naslednji teren (0,5 ure), kar pomeni zaključek delovnega dne med 17.00 in 18.00, kar predstavlja od 9 do 11 urni delavnik za dva opravljena transektov na enega popisovalca. Pri nekaterih lokacijah (daljša pot) ali na začetku in koncu sezone (krajši dan in nižje temperature) bo mogoče izvedljiv samo en popis dnevno.

Ob predpostavki, da bo za izvedbo monitoringa primernih polovica delovnih dni v mesecu ocenjujemo, da bomo za izvedbo 70 transektov po zgoraj opisanem scenariju v obdobju od začetka aprila do konca septembra potrebovali najmanj štiri, optimalno pa pet usposobljenih oseb.

Potrebna oprema

- posebna oprema: metuljnica, naprava za georeferenciranje podatkov (telefon, GPS, pametna ura,...); plastične vrečke za shranjevanje osebkov, hladilna torba za hrambo vzorcev;
- osebna zaščitna in delovna oprema v skladu z notranjimi pravili izvajalca;

Popisovalske kapacitete in taksonomski strokovnjaki

V Sloveniji so trenutno na voljo štirje strokovnjaki z ustreznimi kompetencami za izvedbo transektnih popisov čebel. Zaradi usposabljanja in čimbolj standardiziranega dela kratkotrajni ali občasni sodelavci, npr. prostovoljci, občanska znanost ali študenti ne pridejo v poštev.

Na NIB sta za namene morfološkega določanja čebel do vrst usposobljena dva strokovnjaka, z izkušnjami določanja tudi do 4000 osebkov letno (izkušnje s CRP Zasnova monitoringa divjih oprasovalcev v Sloveniji). Tretji strokovnjak je na žalost že upokojen.

Zaradi pomanjkanja kadra je treba tekom prvih treh let projekta izobraziti dodatne strokovnjake, a sama izvedba monitoringa kljub temu ni ogrožena, saj obstajajo alternativne metode prepoznavanja osebkov. Predvsem terenski tehniki bi se lahko priučili določanja lažje določljivih vrst in tako pomagali pri pregledovanju vzorcev.

Kabinetno delo

Po *Uredbi* je treba čebele določiti do vrste, kar vzame še več časa kot terenski del monitoringa. Vzorce je treba najprej na hitro pregledati in izločiti osebkke, ki se jih da določiti brez preparacije. Ostale čebele je treba preparirati, kar je pri nekaterih vrstah še posebej zahtevno, saj je treba izveči in preparirati tudi spolni aparat. Ravno slednji je pogosto tudi edini zanesljiv določevalni znak. Po sušenju vzorcev sledi določanje pod stereomikroskopom. Ocenjujemo, da bo hiter pregled in prepariranje v povprečju zahtevalo 5,5 ur, določanje pa 7,7 ur na vzorec enega transeкта.

Oprema: entomološke igle, entomološke škatle, nedenaturiran EtOH za genske analize, mikrocentrifugirke, stereomikroskop s primerno osvetlitvijo.

Za uspešen pregled 420 vzorcev letno (8400 čebel) bi potrebovali dva do tri strokovnjake. Ob večjem številu čebel bi bilo treba del čebel določiti z genetskimi metodami. V vsakem primeru pa bo treba osebkke morfološko nedoločljivih vrst, do 100 osebkov letno, določiti z metodo DNK-barkodiranja.

Določanje čebel na podlagi fotografij je zelo omejeno in uporabno le v redkih primerih. Prepoznavanje vrst s fotografij je sicer mogoče ob pomoči strokovnjakov na različnih forumih ali skupinah, npr. Facebook ali iNaturalist, a je za zanesljivo prepoznavo pogosto potrebno posneti izjemno kvalitetne fotografije, kar pa zahteva zelo veliko časa (več kot traja obdelava v laboratoriju). Osebkke se lahko pod stereomikroskopom fotografira tudi preparirane, pri čemer lažje ujamemo morfološke karakteristike, ki strokovnjakom pomagajo pri določitvi. Časovni zalogaj takšnega fotografiranja, shranjevanja in nalaganja fotografij na različne portale je okvirno ena ura na osebk, pri čemer določitev tudi po vsem vloženem naporu ni vedno možna. Hkrati ne moremo biti prepričani, da bo anonimna oseba čebelo pravilno določila.

Uporaba umetne inteligence za določanje čebel je trenutno zanesljiva samo pri prepoznavanju do rodu. A ta korak veliko hitreje opravimo z uporabo literature na podlagi morfologije.

Ker bo med aprilom in septembrom prioriteta terensko delo, bo večji del kabinetnega dela, lahko opravljenega šele po končani terenski sezoni. Končne rezultate monitoringa je tako realno pričakovati februarja ali marca (odvisno tudi od števila ujetih čebel). V primeru, da bi morali biti vsi rezultati znani že konec novembra, za delo potrebujemo dodatni kader.

Tabela 8: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa čebel v Sloveniji na letni ravni (ob predpostavki, da bo možno dnevno opraviti dve vzorčenji).

terensko delo	2 vzorčenji na dan	mesec (35 terenov)	leto (210 terenov)
priprava	1,5	52	315
vožnja	3,5	122,5	840
transekt	4,5	157,5	945
usklajevanje ekipe, koordinacija	1	35	210
skupaj			2310
kabinetno delo	1 vzorec	70 vzorcev	420 vzorcev
predpregled vzorca			210
prepariranje			1680
določanje			2590
urejanje podatkov			420
skupaj tehnik			2100
skupaj strokovnjak			2800
SKUPAJ			7210

Tabela 9: Podrobnejši razrez ocene stroškov kabinetnega dela monitoringa čebel v Sloveniji na letni ravni.

kabinetno delo	apr	maj	jun	jul	avg	sep	skupaj
povprečno pričakovano št. osebkov/vzorec	10	20	40	35	10	5	8400
predpregled vzorca (strokovnjak) (št. ur)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	210
prepariranje (tehnik) (št. ur)	2	4	8	7	2	1	1680
določanje (strokovnjak) (št. ur)	3	6	12	11	3	2	2590
urejanje podatkov (tehnik) (št. ur)	1	1	1	1	1	1	420
skupaj tehnik (70 vzorcev) (št. ur)	210	350	630	560	210	140	2100
skupaj strokovnjak (70 vzorcev) (št. ur)	245	455	875	805	245	175	2800

Pavšalna ocena stroškov dela

Pavšalna ocena stroškov terenskega dela: 127.050 €/leto (2310 × 55)

Pavšalna ocena stroškov kabinetnega dela: 259.000 €/leto (2100 × 40, 1400 × 70, 1400 × 55)

Za namene grobe ocene stroškov smo upoštevali urne postavke 70 €/uro za glavnega strokovnjaka oziroma koordinatorskega, 55 €/uro za terenskega strokovnjaka in 40 €/uro za tehniškega. 2800 ur smo enakovredno razdelili med koordinatorskega in strokovnjaka.

Drugi materialni stroški (3.000 €/leto):

- preparirne igle
- pincete
- preparirna pena (plastazote)
- preparirno lepilo
- nadenaturiran alkohol
- vrečke za zajem vzorcev (»zip-lock«)
- entomološke škatle
- etil acetat
- zaščitna oprema

Potni stroški: 42.000 €/leto

- 210 terenskih dni; povprečen strošek poti za dve lokaciji je 100 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevica 13,88 €);

Drugi stroški: 2.000 €/letno

- predvideno je barkodiranje do 100 osebkov letno (pavšalna ocena 20 €/primerek);

Opozorilo glede stroškov

Navedeni stroški so podani v neto vrednostih brez DDV. V oceno niso všteti režijski, amortizacijski in drugi pavšalni stroški, saj se ti med organizacijami razlikujejo. Organizacije jih lahko določajo različno med projekti in so pogosto odvisni od pogajanj z naročniki. Dodatni zagonski stroški zaenkrat niso predvideni. Morebitni stroški izobraževanja dodatnega kadra so vključeni v urne postavke.

Letni strošek prepariranja in določanja vzorcev je ocenjen na 209.450 €. Za čebele trenutno še niso na voljo ustrezne referenčne genetske knjižnice. Če bi bile takšne knjižnice vzpostavljene, bi strošek genetskega določanja enakega števila osebkov (8400) po trenutnih ocenah znašal približno 126.000-168.000 €.

2.5.2 Trepetavke

Tabela 10: Pričakovane vrednosti monitoringa trepetavk.

število registriranih vrst v Sloveniji:	363
število pričakovanih vrst na vseh 70 transektih:	356
število vrst, ki jih lahko strokovnjak določi do vrste neposredno na terenu:	127
število vrst, ki so določljive po fotografijah:	122
število vrst, ki so določljive le z genetskimi metodami:	2 vrsti: samci in samice, 31 vrst: samo samice
število vrst, za katere se pričakuje več kot 25 opazovanj letno*:	
pričakovano število vrst na enem popisu transeкта:	
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – kmetijska krajina:	Me = 50, max = 300 (max pri posamezni vrsti = 50)
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – gozd:	

*Za izračun letnega indeksa številčnosti vrst se po *Uredbi* upoštevajo samo vrste, ki so bile v državi članici v ocenjevalnem obdobju v povprečju opažene vsaj 25-krat letno.

Okoljski pogoji, v katerih se lahko izvaja transektni popis trepetavk v skladu s 5. členom Uredbe

- temperatura (v °C): > 10 °C; < 35 °C v kmetijskih in drugih ekosistemih, zgornja temperaturna meja ne velja za gozdne ekosisteme;
- oblačnost (v oktah): največ 4 (50 %), če je temperatura < 17 °C, pri višjih temperaturah je oblačnost lahko tudi večja, pri temperaturah > 30 °C je oblačnost lahko tudi 8 (100 %);
- hitrost vetra (v m/s): < 11 m/s;
- megla (prisotnost/odsotnost): brez megle;
- padavine (prisotnost/odsotnost): brez padavin;
- čas začetka (uu.mm): izvajanje prvega transeкта se ne sme začeti prej kot 3,5 ure po sončnem vzhodu, izvajanje zadnjega transeкта pa se mora začeti najpozneje ob 16.00, saj mora biti transekt zaključen do 17.00 oziroma 3,5 ure pred sončnim zahodom;
- kateri koli drugi ustrezni parametri, ki lahko vplivajo na zbiranje podatkov: upoštevati je treba lokalne razmere zasenčenosti kmetijskega transeкта, ki je lahko v določenih delih dneva v senci – zato naj se takšni transekti med vzorčevalnimi obdobji izvajajo ob različnem času; gozdni transekti, ki jih bo približno 60 %, naj se izvajajo v čim bolj vročem delu dneva in ko so najbolj osončeni;

Potrebna oprema

- specifična oprema: metuljnica, vzorčevalne epruvete, lupa, stereomikroskop, pinceta;
- osebna zaščitna in delovna oprema v skladu z notranjimi pravili izvajalca;
- v primeru genetskega določanja vrst: oprema in material za genetske analize (materialni strošek zunanjih izvajalcev); v primeru izdelovanja genitalnih preparatov: tehnična laboratorijska oprema;

Izvedba transektov

Transektni monitoring trepetavk mora izvajati strokovnjak, ki lahko na terenu prepozna večino očitnih vrst in razlikuje skupino trepetavk od drugih skupin, s katerimi jih je mogoče zamenjati (na primer s čebelami ali drugimi vrstami muh). Strokovnjak mora biti med izvajanjem transektov sposoben tudi ujeti vse osebkke, ki jih ni mogoče prepoznati neposredno na terenu.

V primeru, da bo transekt izvajal strokovnjak, bo lahko že na terenu prepoznal 70 pogostih vrst. Od pričakovanega povprečja 50 osebkov na posamezen transekt bo v laboratorij prinesel manj kot 20 osebkov neprepzanih vrst.

V primeru, da bo transekt izvajal tehnik, ki prepozna le skupino trepetavk, mora poloviti vse osebkke in jih prinesiti v laboratorij. Zaradi lova vseh osebkov se čas izvajanja transektnega popisa pri manj izkušenem popisovalcu bistveno podaljša, lahko tudi podvoji.

V vsakem primeru je pri delu ključna visoka koncentracija popisovalca, saj gre večinoma za živali manjše od 1 cm.

Transektni popisi se izvajajo od vključno aprila do vključno septembra, in sicer obvezno enkrat mesečno, s čimer se zagotovi šest vzorčenj. Ob tem je treba upoštevati najmanj 21 dni razmaka med ponovitvami popisov na posameznem transektu.

Za trepetavke 5. Člen Uredbe predvideva izvajanje popisa 1,5 m na vsako stran od popisovalca, 1,5 m pred popisovalcem in 1,5 m nad popisovalcem. Uredba predvideva, da popis na posameznem transektu traja 60 minut. Ta čas ne vključuje časa, potrebnega za ulov osebkov, ravnanje z njimi, njihovo identifikacijo in beleženje, niti časa vračanja po izvedenem popisu na izhodiščno točko (torej do vozila).

Posebej v gozdu so trepetavke zgoščene na odprtih, s cvetjem bogatih zaplatah. Zaradi večjega števila vrst je lahko čas izvajanja transektov, porabljen v teh mikrohabitatih, daljši.

Trenutno je v Sloveniji znanih 363 vrst trepetavk (Kočić in sod. 2023, Tabela 10). Na vseh transektih je pričakovati skupaj 356 vrst. Samo 127 vrst je mogoče določiti neposredno na terenu, preostale pa je treba za določitev odnesti v laboratorij. Na podlagi fotografij* je mogoče prepoznati 122 vrst. Na posameznem transektu pričakujemo v povprečju 50 osebkov, največ pa do 300 osebkov. Ocenjujemo, da se lahko transekt v dolžini 1 km, skupaj z lovljenjem osebkov, v povprečju izvede v 2 urah. Dejanski čas izvedbe je odvisen od hitrosti zapisovanja podatkov na popisni list, intenzivnosti lovljenja osebkov ter morebitnega fotografiranja osebkov.

Kar zadeva fotografiranje na terenu, je na terenu sicer mogoče določiti 122 vrst, vendar je za pravilno določitev na podlagi fotografij potrebnega veliko časa, da so diagnostični znaki dovolj jasno vidni. Manjših vrst pogosto ni mogoče učinkovito fotografirati, saj bi to vzelo preveč časa, poleg tega pa znaki na fotografijah ne bi bili dovolj razločni za zanesljivo določitev. Dodatno je pričakovati, da bo kakovost fotografij na terenu slabša (npr. zaradi večje oddaljenosti osebkov), zato bo verjetno število vrst, ki jih bo mogoče določiti na podlagi fotografij, še nižje od navedenega.

Izvedbeni načrt

V tabeli 11 sta prikazana dva možna scenarija izvedbe:

1. Terensko delo opravi strokovnjak, ki je sposoben prepoznati večino vrst trepetavk. V laboratorij se za določitev prinesejo le težje določljive vrste.
2. Terensko delo opravi splošno usposobljen biolog (tehnik), ki zna ločiti trepetavke od drugih skupin. V tem primeru je treba vse osebkke trepetavk ter morebitne podobne osebkke iz drugih skupin prenesti v laboratorij, kjer jih nato določi strokovnjak.

Transekti za trepetavke se izvajajo od aprila do septembra. To pomeni, da se na vsakem transektu izvede eno vzorčenje na mesec. Ocenjujemo, da je za terensko delo, ki vključuje pripravo, vožnjo in

izvajanje transektov, za vse transekte v vzorčevalnem obdobju potrebnih 1995 ur, če jih opravijo strokovnjaki oziroma 2625 ur, če jih opravljajo tehniki (Tabela 11). Potrebne vremenske razmere so opisane zgoraj. Ocenjujemo, da bo v posameznem mesecu v povprečju 10 dni, ko bodo izpolnjeni pogoji za izvedbo monitoringa. Zlasti na odprtih območjih je lahko težava veter. V enem dnevu lahko ena oseba, ki dela s trepetavkami, opravi največ dva transektov. Če upoštevamo, da je za monitoring na voljo samo 10 primernih dni na mesec, je treba opraviti sedem transektov na dan. To pomeni, da so za izvedbo transektov na terenu potrebne štiri osebe, ki opravijo do dva transektov na dan.

Morebitni vpliv vzorčevalca ali časa vzorčenja na podatke

Vrstni red transektov v istem dnevu naj se po potrebi med posameznimi meseci rotira. Prav tako naj se znotraj leta izmenjajo različni strokovnjaki na različnih transektih – ta izmenjava naj bo smiselna glede na območje oz. regijo popisa, da se posamezen strokovnjak ne vozi na drug konec države.

Popisovalske kapacitete

V Sloveniji je trenutno na voljo le en strokovnjak, ki lahko izvaja transektni popis trepetavk. V primeru, da bi transektne popise izvajali tehniki z ustreznim taksonomskim znanjem, pa je razpoložljivih oseb več.

Tabela 11: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa trepetavk v Sloveniji na letni ravni.

terensko delo	scenarij 1 (terensko delo opravi strokovnjak)			scenarij 2 (terensko delo opravi tehnik)		
	2 vzorčenja na dan	mesec (35 terenov)	leto (210 terenov)	2 vzorčenja na dan	mesec (35 terenov)	leto (210 terenov)
priprava	1	35	210	1	35	210
vožnja	3,5	122,5	735	3,5	122,5	735
transekt	4	140	840	6	210	1260
usklajevanje ekipe, koordinacija	1	35	210	2	70	420
skupaj			1995			2625
laboratorijsko delo	1 vzorec	70 vzorcev	420 vzorcev	1 vzorec	70 vzorcev	420 vzorcev
predpregled vzorca	0	0	0	1	70	420
prepariranje	1	70	420	1	70	420
določanje	4	280	1680	4	70	1680
urejanje podatkov	1	70	420	1	70	420
skupaj			2520			2940
SKUPAJ			4515			5565

Pavšalna ocena stroškov dela:

scenarij 1 (terensko delo opravijo strokovnjaki): 260.925 €/leto ($1995 \times 55, 1680 \times 70, 840 \times 40$)

scenarij 2 (terensko delo opravi tehnik): 318.675 €/leto ($2625 \times 55, 1680 \times 70, 420 \times 55, 840 \times 40$)

Za namene grobe ocene stroškov smo upoštevali urne postavke 70 €/uro za glavnega strokovnjaka oziroma koordinatorja, 55 €/uro za uro za terenskega strokovnjaka in 40 €/uro za tehnika).

Drugi materialni stroški (3000 €/leto):

- vzorčevalne epruvete
- preparirne igle
- pincete
- preparirna pena (plastazote)
- nedenaturiran alkohol
- entomološke škatle
- zaščitna oprema

Potni stroški: 42.000 €/leto

- 210 terenskih dni; povprečen strošek poti za dve lokaciji je 100 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevica 13,88 €);

Drugi stroški: 2.000 €/letno

- predvideno je barkodiranje do 100 osebkov letno (pavšalna ocena 20 €/primerek);

Opozorilo glede stroškov

Navedeni stroški so podani v neto vrednostih brez DDV. V oceno niso všteti režijski, amortizacijski in drugi pavšalni stroški, saj se ti med organizacijami razlikujejo. Organizacije jih lahko določajo različno med projekti in so pogosto odvisni od pogajanj z naročniki. Dodatni zagonski stroški zaenkrat niso predvideni. Morebitni stroški izobraževanja dodatnega kadra so vključeni v urne postavke.

Letni strošek prepariranja in določanja vzorcev je ocenjen na 142.800 €. Za muhe trepetavke trenutno še niso na voljo ustrezne referenčne genetske knjižnice. Če bi bile takšne knjižnice vzpostavljene in bi povprečno na vzorčenje ujeli 20 osebkov (skupaj na leto 8400), bi strošek genetskega določanja po trenutnih ocenah znašal 126.000-168.000 €.

Laboratorijsko delo

Obseg laboratorijskega dela je ocenjen na 2520 ur, če teren izvedejo strokovnjaki (Tabela 11). Če terensko delo opravijo tehniki, je tudi obseg laboratorijskega dela večji (2940 ur; Tabela 11), saj vsak vzorec najprej pregleda strokovnjak, ki izloči osebkke iz drugih skupin. Prav tako strokovnjak na hitro določi enostavno prepoznavne osebkke trepetavk, preden gre preostanek vzorca v prepariranje.

To delo bi bilo treba razporediti v obdobju od začetka vzorčevalnega obdobja, torej od začetka aprila, do roka za poročanje (31. 10.). V tem sedemmesečnem obdobju ena oseba opravi 176 delovnih ur na mesec, kar skupaj pomeni 1232 delovnih ur na osebo. To pomeni, da bi bili v navedenem obdobju potrebni dve polno zaposleni osebi za laboratorijsko delo.

Trenutno je v Sloveniji samo ena oseba, ki lahko določi vse vrste trepetavk. Po naših informacijah se je vsaj še ena oseba udeležila tečaja v okviru projekta EPI-FLY, vendar ne vemo, ali ima dovolj terenskih izkušenj za določanje vrst. Zato bo treba za determinacijo materiala najeti dodatnega strokovnjaka, poslati material v tujino ali pa ga določiti s pomočjo genetskih analiz. Strokovnjakov v tujini je dovolj.

S pomočjo stereomikroskopa je načeloma mogoče fotografirati skoraj vse vrste trepetavk, vključno z manjšimi vrstami. Na podlagi fotografij ni mogoče določiti le vrst, ki zahtevajo identifikacijo na podlagi genitalij, kriptičnih vrst ali vrst, ki se določajo na podlagi larvalnih oblik. Trenutno še ni avtomatiziranega modela umetne inteligence, ki bi lahko zanesljivo določil vse vrste trepetavk, zato bi morali v takem primeru fotografije preveriti drugi strokovnjaki iz tujine.

Beleženje podatkov

- datum,
- čas začetka in konca izvajanja transekta (uu.mm),
- popisovalec,
- številka transekta,
- tip habitata (v primeru deljenega transekt se popisni listi izpolnijo za vsak odsek ločeno),
- okoljski parametri – temperatura (v °C), oblačnost (v oktah), hitrost vetra (v m/s), megla (prisotnost/odsotnost), padavine (prisotnost/odsotnost) in še kateri koli drugi ustrezni parametri, ki lahko vplivajo na zbiranje podatkov;
- seznam vrst in število opazovanih osebkov ter morebitni odvzeti primerki.

2.5.3 Dnevni metulji

Tabela 12: Pričakovane vrednosti monitoringa dnevnih metuljev.

število registriranih vrst v Sloveniji:	189
število pričakovanih vrst na vseh 70 transektih:	150
število vrst, ki jih lahko strokovnjak določi do vrste neposredno na terenu:	144
število vrst, ki so določljive po fotografijah:	144
število vrst, ki so določljive le z genetskimi metodami:	0
število vrst, za katere se pričakuje več kot 25 opazovanj letno*:	70–90
pričakovano število vrst na enem popisu transeкта:	Me = 7, max = 39
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – kmetijska krajina:	Me = 60; max = 350
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – gozd:	ni podatka

*Za izračun letnega indeksa številčnosti vrst se po *Uredbi* upoštevajo samo vrste, ki so bile v državi članici v ocenjevalnem obdobju v povprečju opažene vsaj 25-krat letno.

Okoljski pogoji, v katerih se lahko izvaja transektni popis dnevnih metuljev v skladu s 5. členom Uredbe

- temperatura (v °C): > 13 °C in < 35 °C v kmetijskih in drugih ekosistemih, zgornja temperaturna meja ne velja za gozdne ekosisteme;
- oblačnost (v oktah): največ 4 (50 %), če je temperatura < 17 °C, pri višjih temperaturah je oblačnost lahko tudi večja, pri temperaturah > 30 °C je oblačnost lahko tudi 8 (100 %);
- hitrost vetra (v m/s): < 11 m/s;
- megla (prisotnost/odsotnost): brez megle;
- padavine (prisotnost/odsotnost): brez padavin;
- čas začetka (uu.mm): izvajanje prvega transeкта se ne sme začeti prej kot 3,5 ure po sončnem vzhodu, izvajanje zadnjega transeкта pa se mora začeti najpozneje ob 15.30, saj mora biti transekt zaključen do 17.00 oziroma 3,5 ure pred sončnim zahodom;
- kateri koli drugi ustrezni parametri, ki lahko vplivajo na zbiranje podatkov: upoštevati je treba lokalne razmere zasenčenosti kmetijskega transeкта, ki je lahko v določenih delih dneva v senci – zato naj se takšni transekti med vzorčevalnimi obdobji izvajajo ob različnem času; gozdni transekti, ki jih bo približno 60 %, naj se izvajajo v čim bolj vročem delu dneva in ko so najbolj osenčeni;

Potrebna oprema

- specifična oprema: diktafon, metuljnica;
- osebna zaščitna in delovna oprema v skladu z notranjimi pravili izvajalca;
- v primeru genetskega določanja vrst: oprema in material za genetske analize (materialni strošek zunanjih izvajalcev);
- v primeru izdelovanja genitalnih preparatov: tehnična laboratorijska oprema;

Izvedba transektu

Transektu monitoring dnevnih metuljev mora izvajati strokovnjak, ki lahko na terenu prepozna večino vrst dnevnih metuljev Slovenije in jih je v naravi tudi sposoben opaziti. Na transektu ni pomembna samo zaznava vrst, temveč tudi zaznava vseh osebkov vsake posamezne vrste.

Transektu popisi se izvajajo od vključno aprila do vključno septembra, in sicer obvezno enkrat mesečno, s čimer se zagotovi šest vzorčenj. V istem obdobju se v Sloveniji izvaja tudi *European Butterfly Monitoring Scheme (eBMS)*, vendar od 15. 4. do 15. 9. Glede na vremenske pogoje naj se upošteva, da se transektu monitoring v prvem tednu aprila in v zadnjem tednu septembra izvaja v toplih regijah. Ob tem je treba upoštevati najmanj 21 dni razmaka med ponovitvami popisov na posameznem transektu.

Za dnevne metulje 5. Člen Uredbe se popis izvaja 2,5 m na vsako stran od popisovalca, 2,5 m pred popisovalcem in 2,5 m nad popisovalcem. Uredba predvideva, da popis na posameznem transektu traja 60 minut. Ta čas ne vključuje časa, potrebnega za ulov osebkov, ravnanje z njimi, njihovo identifikacijo in beleženje, niti časa vračanja po izvedenem popisu na izhodiščno točko (torej do vozila). To je občutno počasneje kot *eBMS*, ki ocenjuje, da se 1 km dolg transekt v celoti izvede v 45–60 minutah z vsem delom z osebki. Slednji čas so predvideli tudi Potts in sod. (2021), ko so predlagali in vrednotili shemo monitoringa opravevalcev.

V poletnem vrhu na posameznem transektu lahko pričakujemo tudi več kot 300 osebkov in do 40 vrst dnevnih metuljev (Tabela 12). V ekstenzivni kmetijski krajini pričakujemo, da bosta za izvedbo enega transektu v dolžini 1 km, potrebni vsaj 2 uri v obdobju od maja do avgusta. V intenzivni kmetijski, gozdni ter ekstenzivni kmetijski krajini v aprilu in septembru pa pričakujemo, da se transekt lahko izvede v 1,5 uri. To je predvidena hitrost dela izkušenega strokovnjaka za metulje, ki mu za prepoznavo ni treba ujeti večine osebkov ampak le izbrane primerke metuljev. Popisovalec na transektu ne porablja časa za pisanje na papir ali vnos podatkov v različne aplikacije. Izoblikovala se je praksa sprotnega diktiranja prepoznanih vrst in števila osebkov v diktafon, kar se kasneje prepiše na fizični popisni list oziroma v elektronsko obliko za arhiv. Po zaključku popisa tako popisovalec porabi še 0,5 ure za digitalizacijo posameznega transektu, kar lahko opravi v času, ko pogoji za popisovanje metuljev niso primerni (torej zjutraj ali zvečer ali v deževnih dneh in tako ne porablja časa med 9.00 in 17.00 v lepih sončnih dnevih).

V primeru, da transektu popis izvaja manj izkušeni popisovalec, se lahko čas na transektu bistveno podaljša, lahko se tudi podvoji, zaradi lova in prepoznave večine osebkov.

Vsi osebki morajo biti določeni do vrste. Zaradi primerljivosti znotraj države morebitni kompleksi vrst zaradi težje določljivosti ne smejo biti regionalno pogojeni. Izkušeni popisovalec bo za kasnejšo določitev/potrditev/preveritev odvzel ali fotografiral največ 10 osebkov. Čas odvzema ali fotografiranja teh osebkov je zanemarljiv.

Izvedbeni načrt

Izvedbeni načrt za transektu monitoring dnevnih metuljev temelji na naslednjih predpostavkah:

- popise v predvidenem času (največ 1,5 oziroma 2 uri na transekt) izvajajo strokovnjaki, ki lahko ob ugodnih vremenskih razmerah v enem dnevu opravijo tudi tri transekte (en kmetijski, dva gozdna) – tako je mogoče 60 popisov izvesti v 20 dneh, preostalih 10 popisov pa v dodatnih petih dneh;
- povprečen čas, ki ga popisovalec porabi za prihod do prvega popisnega območja in za vračanje domov po zaključku dela na tretjem popisnem območju, je približno 2,5 ure;
- povprečen čas med zaključkom enega in začetkom naslednjega transektu, vključno s hojo in premikom z avtomobilom, je približno 1 ura.

Izvajanje popisov od maja do avgusta

V primernem dnevu se transekt začne izvajati ob 9.00, kar v primeru povprečnega časa vožnje do prvega transektu (ena ura) pomeni začetek delovnega dne ob 7.00. Prvi transekt naj bo izveden vedno v kmetijskem ekosistemu. Ob zakonskem odmoru je začetek izvajanja drugega transektu v gozdu možen okoli 12.30, začetek tretjega transektu pa ob 15.00. Tretji transekt se zaključi ob približno 16.30. Vrnitev na izhodiščno točko je ob 18.00, ureditev podatkov ($3 \times 0,5$ ure) skupaj z jutranjim načrtom, pripravo in preverjanjem stanja vseh cest (0,5 ure) istega dne tako predstavlja 12 urni delovnik.

Glede na vremenske razmere izvajanje transektnih popisov računamo na tri delovne dni na teden in tri delovne tedne na mesec. En teden na mesec ostane za rezervo v primeru slabšega vremena, nepredvidljivih dogodkov, zapor cest in podobnih razmer. Glede na razpored kvadratov in verjetnost spremembe (poslabšanja) vremena v posameznem dnevu tako en popisovalec v devetih delovnih terenskih dnevih v mesecu opravi le 25 kvadratov in ne 27 (kot bi jih pričakovali po izračunu $3 \text{ transekti} \times 3 \text{ dnevi} \times 3 \text{ tedni}$).

Izvajanje popisov v aprilu in septembru

V aprilu in septembru je verjetnost poslabšanja vremena tekom dneva večja, prav tako so dnevi krajši, jutra hladnejša in zato možnost izvedbe transektov v ugodnih vremenskih razmerah manjša kot v poletnih mesecih (maj–avgust). Zato predvidevamo, da bo v večini dneh možno izvesti le dva transektu na dan in le v tretjini primerov tri (kot v poletnih mesecih). Hkrati pa bo verjetno število osebkov in število vrst metuljev na transektu manjše, kar pomeni, da bo večino transektov možno izvesti v 1,5 ure.

Za izvedbo 70 transektov, za katero ocenjujemo porabo 1710 ur po zgoraj napisanem scenariju, od začetka aprila do konca septembra, ves čas potrebujemo tri strokovnjake za dnevne metulje, ki bodo na terenu izvajali transektne popise dnevnih metuljev skoraj vsak primeren dan. Ti strokovnjaki tako v poletnem času ne morejo opravljati nobenega drugega dela, le transektni monitoring dnevnih metuljev v sklopu monitoringa oprasovalcev.

Dodatna koordinacija ekipe, morebitno medsebojno preverjanje podatkov, določevanje zahtevnejših vrst ter izmenjava izkušenj so ocenjeni na 0,5 ure na strokovnjaka za posamezen popis.

Alternativne rešitve

V primeru izvajanja le dveh transektov dnevno oziroma da zaradi omejitev 12-urnega delovnika ni dopustno zahtevati treh popisov na dan, za izvedbo popisov od začetka aprila do konca septembra ves čas potrebujemo štiri strokovnjake za dnevne metulje.

V primeru, da bi posamezen popis občasno izvajal prostovoljec oziroma manj izkušena oseba (in ne strokovnjak za metulje), bi se bistveno povečal obseg dela koordinatorja. Ta bi moral zagotavljati dodatno usmerjanje in koordinacijo prostovoljca, določati morebitne fotografirane primerke ter reševati druga strokovna vprašanja, povezana z izvedbo popisa. Ocenjujemo, da bi dodatna obremenitev koordinatorja v takšnem primeru znašala več kot 1 uro na posamezen transekt, ki ga opravi manj izkušena oseba. Pri popisih dnevnih metuljev odvzem osebkov praviloma ni potreben, saj je večino vrst mogoče zanesljivo določiti na terenu ali na podlagi fotografij.

Občasna občanska znanost ali delo s študenti ne pride v poštev, saj neizkušen popisovalec ne more niti opaziti vseh vrst, kaj šele prešteti vse osebkke metuljev na transektu. Čas za izvajanje transektu bi se v tem primeru še dodatno podaljšal. Opravljenih bi bilo tudi manj transektov, predvsem pa bi strokovnjaki imeli več dela s prepoznavo metuljev na fotografijah in dodatno komunikacijo s popisovalci. V primeru občanske znanosti je potrebna hitra odzivnost, zato bi moral biti strokovnjak ves čas na voljo neizkušenim popisovalcem, kar pomeni, da v istem času ne bi mogel

izvajati svojega transekta. V primeru, da »občan« ali »študent« obvlada dnevne metulje, ga smatramo za strokovnjaka.

Morebitni vpliv vzorčevalca ali časa vzorčenja na podatke

Vrstni red transektov v istem dnevu naj se po potrebi med posameznimi meseci rotira. Prav tako naj se znotraj leta izmenjajo različni strokovnjaki na različnih transektih – ta izmenjava naj bo smiselna glede na območje oziroma regijo popisa, da se posamezen strokovnjak ne vozi na drug konec države.

Gozdni transekti se morajo izvajati v najtopplejšem delu dneva, ko so najbolj osončeni.

Popisovalske kapacitete

V Sloveniji je strokovnjakov za izvajanje popisov dovolj.

Tabela 13: Število ur potrebnih za izvajanje terenskega dela monitoringa dnevnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.

terensko delo maj–avg	1 mesec (25 terenov)				skupaj maj–avg
	3 vzorčenja na dan	mesec (20 terenov)	2 vzorčenja na dan	mesec (5 terenov)	3 meseci (100 terenov)
priprava	0,5	10	0,5	2,5	50
vožnja	5	100	4	20	480
transekt	5	100	3,5	17,5	470
prepariranje		0		0	0
določanje		0		0	0
urejanje podatkov	1,5	30	1	5	140
skupaj	12	240	9	45	1140

terensko delo apr, sep	1 mesec (30 terenov)				skupaj apr, sep
	3 vzorčenja na dan	mesec (10 terenov)	2 vzorčenja na dan	mesec (20 terenov)	2 meseca (60 terenov)
priprava	0,5	5	0,5	10	30
vožnja	5	50	4	80	260
transekt	4,5	445	3	60	210
prepariranje		0		0	0
določanje		0		0	0
urejanje podatkov	1,5	15	1	20	70
skupaj	11,5	115	8,5	170	570

Tabela 14: Število ur potrebnih za izvajanje kabinetnega dela monitoringa dnevnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.

kabinetno delo	1 popis	420 popisov
digitalizacija	1	420
dnevna koordinacija	0,5	210
priprava preparatov in določitev	0,5	210
skupaj	2	840

Kabinetno delo

Kabinetno delo, ki vključuje digitalizacijo in medsebojno komunikacijo med tremi strokovnjaki, je ocenjeno na 630 ur. Brez posebnih šestih težje določljivih vrst bodo tudi strokovnjaki odvzeli povprečno dva osebka težje določljivih vrst na transekt. Te osebkke bodo naknadno določili na podlagi genitalnih preparatov. Za to delo za 420 vzorčenj ocenjujemo dodatnih 210 ur.

Dodatno kabinetno delo in dodatni stroški določanja so odvisni od taksonomskega nivoja, na katerem se bo izvajal monitoring dnevnih metuljev. Variante za izvedbo popisa so tako vezane izključno na taksonomski nivo.

Analiza podatkov ali izračun indeksov nista ocenjena.

Varianta 1: Določitve najmanj šestih težje določljivih vrst se ne izvajajo

- *Leptidea sinapis* in *L. juvernica* se na vseh transektih beležita kot *L. sinapis/juvernica*,
- *Colias hyale* in *C. alfacarencis* se na vseh transektih beležita kot *C. hyale/alfacarenis*,
- *Pyrgus malvae* in *Pyrgus malvoides* se na vseh transektih beležita le kot *Pyrgus malvae/malvoides*.

Posamezne določitve teh vrst do vrste tako niso pomembne, prav tako ne vrstna prepoznavla le ene vrste na nekaterih transektih, saj morajo biti podatki enotni za celotno državo.

Varianta 2: Vse osebkke je treba določiti do nivoja vrste

V primeru določanja vseh osebkov do nivoja vrste je treba za vse omenjene vrste navedene pri varianti 1 odvzeti po nekaj primerkov. Na vsako vzorčenje (420 vzorčenj) je treba dodati dve kabinetni uri dela za pripravo materiala in določitve teh osebkov, za kar skupno ocenjujemo dodatnih 840 ur dela.

Varianta 3: Dodatne analize I

V primeru, da bi naročnik želel v prihodnosti analize monitoringa na pododseke glede na podrobnejšo rabo tal, tip/rabo gozdov,... je treba temu primerno prilagoditi zbiranje podatkov in njihovo obdelavo. Tako bi se povečal predvsem čas potreben za digitalizacijo podatkov, saj bi bilo treba transekte vnaprej razdeliti na pododseke in za vsak posamezen pododsek izpolniti ločen popisni list. Čas dela na terenu se v tem primeru ne bi spremenil.

Varianta 4: Dodatne analize II

V primeru, da bi naročnik želel v prihodnosti vse možne analize, za katere danes niti ne vemo, bi morali za vsak osebek zabeležiti koordinate. To bi terjalo več časa na terenu in verjetno le izvedbo dveh transektov dnevno. Posledično bi to pomenilo bistveno večje terenske in kabinetne stroške, zato te variante vnaprej dodatno ne predvidevamo.

Beleženje podatkov

- datum,
- čas začetka in konca izvajanja transekta (uu.mm),
- popisovalec,
- številka transekta,
- tip habitata (v primeru deljenega transekta se popisni listi izpolnijo za vsak odsek ločeno),
- okoljski parametri – temperatura (v °C), oblačnost (v oktah), hitrost vetra (v m/s), megla (prisotnost/odsotnost), padavine (prisotnost/odsotnost) in še kateri koli drugi ustrezni parametri, ki lahko vplivajo na zbiranje podatkov;
- seznam vrst in število opazovanih osebkov ter morebitni odvzeti primerki.

Pavšalna ocena stroškov dela:

varianta 1: 131.850 €/leto (1710×55 , 210×70 , 420×55)

varianta 2: 143.400 €/leto (dodatnih 210×55 € glede na varianto 1)

Za namene grobe ocene stroškov smo upoštevali urne postavke 70 €/uro za glavnega strokovnjaka oziroma koordinatorskega in 55 €/uro za terenskega strokovnjaka.

Drugi materialni stroški (le za varianto 2: 500 €/leto):

- vzorčevalne epruvete
- preparirne igle
- pincete
- preparirna pena (plastazote)
- nadenaturiran alkohol
- entomološke škatle
- zaščitna oprema

Potni stroški: 42.000 €/leto za obe varianti

- 210 terenskih dni; povprečen strošek poti za dve lokaciji je 100 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevna 13,88 €);

Opozorilo glede stroškov

Navedeni stroški so podani v neto vrednostih brez DDV. V oceno niso všteti režijski, amortizacijski in drugi pavšalni stroški, saj se ti med organizacijami razlikujejo. Organizacije jih lahko določajo različno med projekti in so pogosto odvisni od pogajanj z naročniki. Dodatni zagonski stroški zaenkrat niso predvideni. Morebitni stroški izobraževanja dodatnega kadra so vključeni v urne postavke.

Monitoring dnevnih metuljev s prostovoljci

Za delo s prostovoljci mora biti na voljo koordinator, ki jim pomaga pri odločanju o odhodu na teren, sprotnem določanju fotografij, morebitni prekinitvi dela, ravnanju z ujetimi osebkami in o drugih metodoloških vprašanjih. Koordinator mora biti dosegljiv vsem prostovoljcem ves čas popisa na transektu. To pomeni približno 140 ur na mesec, skupaj 840 ur v šestih mesecih. Koordinator mora pregledati tudi vse zbrane podatke ter po potrebi določiti odvzete metulje. To je 1 ura na izvedeni transekt, skupaj 420 ur letno.

Če bi posamezen usposobljen prostovoljec pokrival le en transekt, bi potrebovali 70 prostovoljcev. Če bi vsak prevzel dva transekt, bi zadostovalo 35 prostovoljcev, v primeru štirih transektov na osebo pa najmanj 18. Najbolj realna ocena potrebnega števila prostovoljcev je med 18 in 35. Pri tem je treba upoštevati časovne omejitve: zadnji transekt se mora začeti najpozneje ob 15.30, da je zaključen do 17.00 oziroma 3,5 ure pred sončnim zahodom. To pomeni, da morajo biti transekti za zaposlene prostovoljce v neposredni bližini njihovega doma, saj ni realno pričakovati, da bodo popise izvajali izključno ob vikendih ali celo v času dopusta. Kljub temu, bo večina terenskega dela verjetno opravljenega prav ob vikendih. To pomeni, da bi moral koordinator od aprila do septembra delati večino vremensko lepih sobot in nedelj.

Ob predpostavki, da se prostovoljci odrečejo vsem stroškom, ki jim sicer pripadajo po Zakonu o prostovoljstvu, letni strošek koordinacije prostovoljcev znaša 69.300 eur.

Vendar pa usposobljenih prostovoljcev za takšno delo zaenkrat ni. Umetna inteligenca sicer dobro prepozna fotografije dnevnih metuljev, vendar predvsem kakovostne posnetke. Večina fotografij, ki bi jih naredili neizkušeni prostovoljci, bi bila posneta z živaljo v mreži, takšne pa AI prepozna bistveno slabše. Fotografirati podnevi aktivne metulje je praktično nemogoče, edino če jih ujamemo in potem nekako fotografiramo. Zato morajo biti prostovoljci temeljito usposobljeni za prepoznavanje metuljev in opazovanje. Zato je takšne prostovoljce treba najprej ustvariti – z izobraževanjem, motivacijo in dolgoročnim vključevanjem. Obstaja tudi velika verjetnost, da bodo nekateri transekti sčasoma opustili, ker jim delo ne bo več zanimivo in bodo raje metulje pričeli raziskovati drugje. Vzpostavitev stabilne baze prostovoljcev je zato večletni proces.

Potrebne bi bile aktivnosti, kot so organizacija naravoslovnih taborov, izdaja slovenskega določevalnega ključa ter širša popularizacija metuljev, podobno kot je to pri pticah v zadnjih desetletjih uspešno izvajal DOPPS. Takšne aktivnosti zahtevajo polno zaposleno osebo za več let. Sami ne vidimo realne možnosti, da bi lahko bilo v treh letih ustvarjenih 30 prostovoljcev, ki bi bili pripravljeni redno izvajati transektni popis dnevnih metuljev.

Prostovoljstvo v Sloveniji ureja Zakon o prostovoljstvu. Ta v petem členu določa »*Za prostovoljsko delo se ne šteje brezplačno opravljanje dela:*

-za katero je glede na naravo dela potrebno skleniti pogodbo o zaposlitvi,

-če obveznost opravljanja temelji na pravnem poslu, ki ga ne določa ta zakon, ali pa ga je ena oseba dolžna izvajati za drugo fizično ali pravno osebo na temelju zakona ali drugega predpisa ali na podlagi sodne odločbe«

Načrt monitoringa je natančno predpisan z EU Uredbo. Po našem laičnem mnenju ima izvajanje monitoringa vse bistvene elemente delovnega razmerja, za katerega bi bilo treba skleniti pogodbo o zaposlitvi. Prav tako se verjetno sploh ne sme izvajati s prostovoljci.

2.5.4 Nočni metulji (vešče)

Po *Uredbi* je v monitoring oprasovalcev vključenih 16 družin nočnih metuljev, ki so znani po tem, da imajo sesalo in se hranijo z nektarjem, kar pomeni, da so oprasovalci. To so predvsem družine večjih predstavnikov nočnih metuljev, ki so med strokovnjaki bolj poznane in v Evropi bolj raziskane.

Družine vključene v monitoring po *Uredbi* so: *Brachodidae*, *Castniidae*, *Cimeliidae*, *Drepanidae*, *Erebidae*, *Euteliidae*, *Geometridae*, *Heterogynidae*, *Limacodidae*, *Noctuidae*, *Nolidae*, *Notodontidae*, *Sesiidae*, *Sphingidae*, *Uraniidae*, *Zygaenidae*.

Uredba določa, da so v monitoring vključene vrste, če je njihov razpon kril najmanj 20 mm, ocenjen na podlagi literature.

Ena od teh družin v Sloveniji nima predstavnika. To je bolj tropska družina z imenom *Uraniidae* (ena vrsta v Evropi) in je najbolj sorodna *pedicem*. V tropih ima ta družina veliko predstavnikov, med katerimi so izjemno barvite vrste.

Tabela 15: V Sloveniji prisotne družine nočnih metuljev vključene v monitoring oprasovalcev s statistiko vrst za Slovenijo.

Latinsko ime družine	Slovensko ime družine	Število vrst
Brachodidae	čokatčki	1
Castniidae	vrtači	1
Sesiidae	steklokrilci	44
Heterogynidae	dimorfni črnivčki	1
Limacodidae	polžarji	2
Zygaenidae	ovniči	24
Cimeliidae	mlečkarji	1
Drepanidae	srparji	18
Sphingidae	vešci	22
Geometridae	pedici	449
Notodontidae	hrbtorožke	37
Erebidae	pasovke	140
Euteliidae	rujevke	1
Nolidae	kokonarji	20
Noctuidae	sovke	465

Skupaj je v Sloveniji doslej znanih 1226 vrst, ki pripadajo petnajstim družinam (Tabela 15). Med temi je 1149 vrst, ki so večje od 20 mm v premeru kril (Tabela 16). Te vrste so po *Uredbi* vključene v monitoring oprasovalcev, v skupino nočnih metuljev. Ker mnoge vrste po velikosti kril variirajo, tudi že po spolu, je ta seznam pripravljen na osnovi velikosti slovenskih predstavnikov teh vrst, saj *Uredba* ne predvideva poenotenega seznama teh vrst.

Med nočnimi metulji je precej vrst, ki so aktivne tudi podnevi. Ponekod so to celo vsi predstavniki nekaterih družin, kot so steklokrilci (*Sesiidae*) in ovniči (*Zygaenidae*).

Pri pripravi seznama smo ugotovili, da je pretežno podnevi aktivnih 100 vrst nočnih metuljev, ki jih je potrebno vključiti v transektni monitoring skupaj z dnevnimi metulji. Podnevi aktivnih je še dodatnih 50 vrst, a so te pretežno nočno aktivne, zato smo jih vključili v monitoring nočnih vrst metuljev. Končna odločitev o uvrstitvi vrste pa bo sprejeta šele v fazi obdelave podatkov monitoringa

glede na število podatkov vrste na transektu ali svetlobnih pasteh. Pomembno je le, da vrsta ni obravnavana v dveh statistikah.

Tabela 16: Statistika predstavnikov nočnih metuljev vključenih v monitoring oprasovalcev po družinah in različnih kriterijih.

Družina	Št. vrst v SLO	Večja od 20 mm	Aktivna podnevi	Nočno aktivna	Redka	Pogosta*	Določanje		Tujerodna
							genitalni preparat	DNK- barkodiranje	
Brachodidae	1	1	1		1		1		
Castniidae	1	1	1						1
Sesiidae	44	44	44		3		14		
Heterogynidae	1	1	1		1			1	
Limacodidae	2	1		1		1			
Zygaenidae	24	24	24	0	3	10	10		
Cimeliidae	1	1		1	1				
Drepanidae	18	18		18	1	13	1		
Sphingidae	22	22	4	18	6	10			
Geometridae	449	388	14	373	38	105	54	9	
Notodontidae	37	37		37	2	12	1		
Erebidae	140	133	4	128	20	27	11		1
Euteliidae	1	1		1					
Nolidae	20	13		13		1	4	1	
Noctuidae	465	464	7	456	66	82	74	18	4
Skupaj	1226	1149	100	1046	142	261	170	29	6

*Za izračun letnega indeksa številčnosti vrst se po *Uredbi* upoštevajo samo vrste, ki so bile v državi članici v ocenjevalnem obdobju v povprečju opažene vsaj 25-krat letno.

V monitoring nočnih metuljev je na podlagi kriterijev zgornje tabele (Tabela 16) vključenih 1046 vrst, od katerih jih je 261 pogostih, 142 redkih, 170 je mogoče zanesljivo določiti le na podlagi priprave mikroskopskega preparata in preiskave spolnih organov primerkov, 29 pa na podlagi genetskih analiz (DNK-barkodiranja).

Ker je priprava mikroskopskih preparatov zahtevna in časovno zamudna, bi bila racionalnejša genetska preiskava tkiva metulja – DNK-barkodiranje. V DNK-barkodiranje bi vključili okrog 300 vrst, ki sicer niso zanesljivo določljive.

Za DNK-barkodiranje je potrebnih okrog 0,5 ure za pripravo materiala za en vzorec in 10 EUR za laboratorijsko analizo po vzorcu v multiplošči s 95-imi vzorci.

Priprava genitalnega preparata navadno vzame 1,5 ure s celotno proceduro ter najmanj 1 uro za določitev vrste na podlagi pripravljenega preparata.

Šest v Sloveniji prisotnih vrst je po izvoru tujerodnih in so priseljene v našo favno ali pa so občasni selivci na velike razdalje (palmov vrtač, ambrozijina sovka ipd.).

2.5.4.1 Nočno aktivni nočni metulji (nočne vešče)

V nadaljevanju je podan strokovni predlog za vzpostavitev spremljanja stanja nočnih vešč s svetlobnimi pastmi.

Tabela 17: Pričakovane vrednosti monitoringa nočnih vešč na svetlobnih pasteh.

število registriranih vrst v Sloveniji:	1046 nočno aktivnih, > 20 mm (1226 vseh)
število pričakovanih vrst na svetilnih mestih v sezoni:	680
število vrst, ki jih lahko strokovnjak določi do vrste neposredno na terenu:	550
število vrst, ki so določljive po fotografijah:	600
število vrst, ki so določljive le z genetskimi metodami:	80
število vrst, za katere se pričakuje več kot 25 opazovanj letno*:	320
pričakovano število vrst na enem svetilnem mestu v eni noči:	40-60, podrobnosti so v tabeli v nadaljevanju
pričakovano število osebkov na enem svetilnem mestu v eni noči:	100-200, podrobnosti so v tabeli v nadaljevanju

*Za izračun letnega indeksa številčnosti vrst se po *Uredbi* upoštevajo samo vrste, ki so bile v državi članici v ocenjevalnem obdobju v povprečju opažene vsaj 25-krat letno.

Omejitveni parametri za izvedbo popisov nočnih vešč, ko pasti ne postavljamo

Aktivnost nočnih metuljev je močno povezana z vremenskimi in mikroklimatskimi razmerami, predvsem z minimalno nočno temperaturo, hitrostjo vetra, zračno vlago in prisotnostjo padavin. V določenih kombinacijah teh dejavnikov nočni metulji niso aktivni oziroma je njihova aktivnost izrazito zmanjšana, zaradi česar vzorčenje ni reprezentativno.

V spomladanskem in jesenskem obdobju so glavni omejitveni dejavnik predvsem nizke nočne temperature, med glavno sezono aktivnosti pa dolgotrajne padavine, močan veter in v visokogorju tudi sneženje ali snežna odeja. Pomemben dejavnik je tudi visoka zračna vlaga oziroma intenzivna rosa, saj se na krilih metuljev nabirajo kapljice vode, zaradi katerih zlasti manjše vrste ne morejo učinkovito letati.

Zaradi navedenih razlogov predlagamo uporabo omejitvenih vremenskih parametrov, pri katerih postavljanje pasti ni smiselno, saj je pričakovani ulov zelo majhen ali pa ga ni. Ti pragovi se razlikujejo glede na tip ekosistema, predvsem med:

- gozdnimi habitati,
- ter odprtimi habitati (travniki, njive, ekstenzivne kmetijske površine).

V gozdnih habitatih je veter v času vegetacijske sezone praviloma šibkejši kot na odprtih površinah, prav tako so temperaturna nihanja manj izrazita, saj gozd zadržuje toploto in zmanjšuje izgubo radiacije ponoči. Na odprtih površinah so nočne temperature pogosto nižje, veter pa izrazitejši, kar pomembno vpliva na aktivnost nočnih metuljev.

Pri načrtovanju vzorčenja se zato ni mogoče zanašati zgolj na splošne prognostične meteorološke podatke. Potrebno je upoštevati tudi značilnosti posameznega ekosistema in lokalne mikroklimatske razmere na sami lokaciji postavitve pasti. Pred odhodom na teren je treba oceniti dejanske razmere na vzorčni lokaciji in preveriti, ali so pogoji primerni za učinkovito vzorčenje. V tem primeru preverimo prognostične podatke pred odpravo na teren za postavitve pasti. Pri tem upoštevamo podatke na spletni strani <https://meteo.arso.gov.si/met/sl/>, lahko pa tudi na mobilni aplikaciji ARSO, ki prikazuje podatke istih prognostičnih modelov.

Skladno z zahtevami *Uredbe* se morajo ob vsakem vzorčenju beležiti tudi ključni vremenski parametri (temperatura, hitrost vetra, oblačnost, padavine, megla), saj ti pomembno vplivajo na primerljivost podatkov med lokacijami in leti.

Tabela 18: Omejitveni parametri, ko se svetlobnih pasti ne nastavlja, če je presežen vsaj eden izmed parametrov.

Mesec	Minimalna temperatura ob postavitvi pasti	Padavine	Snežna odeja	Veter	Dodatni pogoji
marec	> 5 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	tla v okolici pasti pretežno brez snega	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose ali megle
april	> 5 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	tla v okolici pasti pretežno brez snega	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose ali megle
maj	> 8 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	brez snežne odeje	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose
junij	> 8 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	brez snežne odeje	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose
julij	> 10 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	brez snežne odeje	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose
avgust	> 10 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	brez snežne odeje	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose
september	> 8 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	brez snežne odeje	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose ali megle
oktober	> 5 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	tla v okolici pasti pretežno brez snega	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose ali megle
november	> 5 °C	brez trajnih padavin med delovanjem pasti	tla v okolici pasti pretežno brez snega	< 4 m/s (odprto), < 6 m/s (gozd)	brez močne rose ali megle

Minimalna nočna temperatura je eden ključnih dejavnikov, ki vplivajo na aktivnost nočnih metuljev. Pri prenizkih temperaturah metulji praviloma niso aktivni oziroma je njihova aktivnost močno zmanjšana.

Dolgotrajne padavine pomembno vplivajo na aktivnost nočnih metuljev. Če dežuje večji del dneva ali noči, se metulji zadržujejo v skrivališčih in praviloma ne letajo. Njihova krila se prekrijejo z vodnimi kapljicami, kar dodatno otežuje ali onemogoča letenje.

Drugače je pri kratkotrajnih plohah in nevihtah, zlasti v poletnem obdobju, ko so temperature visoke. V takšnih razmerah lahko nekatere vrste pred nevihtami ali med kratkotrajnimi padavinami postanejo celo bolj aktivne. Omejitveni dejavnik v teh primerih je predvsem močan veter, ki lahko zmanjša aktivnost metuljev, poškoduje pasti ali poškoduje že ujete osebkke v pasti.

Pomemben omejitveni dejavnik je tudi snežna odeja. Če je popisna površina še vedno prekrita s strnjeno snežno odejo brez kopnih zaplat, kjer so tla vidna, večje aktivnosti nočnih metuljev ni pričakovati. Sezonska aktivnost se praviloma začne v obdobju višjih temperatur in taljenja snega.

Ta dejavnik je posebej pomemben v visokogorju, kjer je sezona aktivnosti nočnih metuljev kratka. V visokogorskih območjih lahko sneženje občasno nastopi še v juniju, ponovno pa tudi od avgusta

dalje, kar pomembno omejuje obdobje primerne vzorčenja. V alpskem svetu se popisom v primeru napovedanega sneženja izogibamo in pasti postavimo v vremensko primernejših dneh.

Pri vetru velja, da ob močnejšem vetru nočni metulji niso več aktivni oziroma je njihova aktivnost močno zmanjšana, kadar hitrost vetra preseže določene vrednosti. Kot priporočeni omejitveni pragovi veljajo:

- **odprti habitati:** < 3–4 m/s,
- **gozdni habitati:** < 5–6 m/s.

V gozdnih habitatih je vpliv vetra praviloma manj izrazit zaradi zavetja, ki ga ponujajo drevesa v gozdu, medtem ko veter na odprtih površinah bistveno hitreje omeji aktivnost metuljev, posebno manjših vrst, ki so slabši letalci.

Ponoči se veter pogosto umiri, razen v primeru prehoda vremenskih front ali izrazite burje. Zaradi tega je kot operativni prag pri začetku postavitve pasti predlagana višja mejna vrednost hitrosti vetra, in sicer 10 m/s, ob predpostavki, da se bo veter ponoči zmanjšal. Če gre za kratkotrajne sunke vetra ali prehodne nevihte, se lahko pasti postavi tudi pri nekoliko višjih hitrostih vetra, zlasti kadar vremenska napoved kaže na umiritev razmer po sončnem zahodu.

Poseben primer predstavlja burja na Primorskem. V primeru napovedane dolgotrajne močne burje se pasti ne postavljajo, saj nočni metulji v takšnih razmerah praviloma ne letajo. Tudi po umiritvi vetra se aktivnost metuljev ne vzpostavi takoj, temveč postopoma, ker se nočni metulji ob močnem vetru zavlečejo globlje v zavetišča, ki so razne špranje, lubje, med korenine travniške vegetacije.

Močan veter lahko poleg zmanjšane aktivnosti metuljev povzroči tudi mehanske poškodbe pasti ter poškoduje v pasteh ujete osebkke, ker so ti nemirni, dodatno letajo in si tako poškodujejo vzorce na krilih, zato so potem težko določljivi.

Skladno z metodologijo monitoringa se vremenski in mikroklimatski parametri ob vzorčenju natančno zabeležijo, saj bistveno vplivajo na uspešnost ulova in primerljivost podatkov med posameznimi lokacijami in leti. Čeprav *Uredba* ne predvideva omejitvenih faktorjev za postavitev avtomatskih pasti, mislimo, da jih je vseeno smiselno upoštevati, da v pasteh zagotovimo vsaj minimalni ulov, posebno v spomladanskem in jesenskem obdobju.

Izvedba monitoringa z avtomatskimi svetlobnimi pastmi

Predpisana metoda monitoringa nočnih večer se izvaja z dvema avtomatskima pastema na posamezni popisni lokaciji. Pasti so živolovke, kar pomeni, da se po jutranjem pregledu, štetju in določitvi osebkov ti izpustijo na mestu postavitve pasti. S terena se odvzame le material, ki ga ni mogoče zanesljivo določiti na terenu.

Poleg štetja se na terenu opravi tudi fotografiranje vrst, ki so za popisovalce težje določljive, vendar jih je mogoče določiti naknadno s pomočjo specialistov za nočne metulje ali z uporabo dodatnih metod (npr. analiza fotografij, laboratorijska determinacija ali genetska analiza).

Avtomatske pasti za nočne metulje kot vir svetlobe uporabljajo UV svetila, ki so lahko LED ali superaktinijske cevne sijalke, odvisno od tipa pasti in načina napajanja. Med državami obstajajo razlike pri uporabi teh pasti, predvsem glede moči svetil in velikosti (volumna) pasti.

Največje pasti uporabljajo v Angliji, kjer lahko volumen pasti doseže tudi 50 litrov, svetlobni vir pa predstavljajo živosrebrne sijalke z močjo 125 W ali več. Takšne pasti so praviloma napajane iz električnega omrežja ali agregatov, zato za terensko delo na večjem številu vzorčnih ploskev v Sloveniji niso primerne. Za monitoring zato predlagamo uporabo manjših avtomatskih pasti, ki kot vir svetlobe uporabljajo superaktinijske cevne fluorescentne UV sijalke ali UV LED diode, ki se v zadnjem obdobju vse bolj uveljavljajo. *Uredba* namreč ne predpisuje moči temveč le, da naj ima svetlobni vir posamezne svetlobne pasti visoko emisijo v ultravijoličnem in modrem območju svetlobnega spektra.



Slika 7: Izgled profesionalne Robinsonove pasti, ki je v uporabi v Angliji (<https://www.angleps.com/shop-all/p/shop-all/?itemId=professional-robinson-trap>).

Takšna past je sestavljena iz lovne posode, v kateri so nameščeni kartoni za jajca ali drug material, ki zagotavlja veliko površino skrivališč za ujete metulje, s čimer se zmanjša možnost poškodb njihovih kril. Na vrhu pasti je lijak, ki služi za zajem metuljev, ki jih prestrežejo prestrezalne loputice ob luči, nameščene v zgornjem delu lijaka. V sredini pasti, med loputicami, je nameščena UV sijalka, ki privablja metulje.

Nad loputicami je običajno nameščena zaščita pred dežjem. V notranjosti pasti, v lovni posodi, se nahaja še dodatni manjši lijak, ki služi za prestrezanje vode iz zgornjega lijaka in njeno odvajanje iz lovne posode.

Svetlobni vir mobilnih pasti je napajan z 12 V baterijo in krmiljen z elektronskim modulom, ki omogoča samodejni vklop in izklop sijalke, bodisi na osnovi svetlobnega senzorja bodisi s časovnim stikalom, ki ga je mogoče programirati ter elektroniko za krmiljenje sijalke.

Celotna oprema je zasnovana tako, da je zaščiten pred vremenskimi vplivi, kar omogoča delovanje pasti tudi v primeru dežja in vetra.

Pri postavitvi pasti mora biti zadoščeno *Uredbi*:

- okoli pasti mora biti **vsaj 1 m prostega prostora**, da metulji nemoteno priletijo do svetlobnega vira (brez neposrednih ovir, kot so drevesa ali grmovje ter visoke zeli ali trave);
- pasti morajo biti nameščene **najmanj 10 m od vodnih teles** in **najmanj 50 m od virov umetne svetlobe** (npr. javne razsvetljave);
- svetlobni vir mora imeti visok izkoristek v **UV in modrem spektru (350–550 nm)**, optimalno v območju **365–400 nm**;
- višina postavitve pasti (vrh svetlobnega vira) mora biti **med 30 cm in 1 m nad tlemi**;
- past se samodejno vklopi **ob mraku** in izklopi **ob zori**, bodisi s pomočjo svetlobnega senzorja bodisi s programiranim časovnim stikalom;
- vzorčenje se izvaja na način, ki omogoča **primerljivost podatkov skozi čas in med lokacijami**, kar je ključno za izračun trendov populacij nočnih večšč.



Slika 8: Ena od variant pasti za izvedbo monitoringa (Compact 20W Heath Moth Trap 12V - Battery Powered, <https://www.wildcare.co.uk/compact-20w-heath-moth-trap-12v-battery-powered-11180.html>).



Slika 9: Avtomatska LED svetlobna past razvita na Češkem, s programiranjem časa delovanja z mobilno aplikacijo, ki niso več dobavljive. (foto: Stanislav Gomboc, 24. 3. 2019)

Vzorčenje se izvaja na 70 kvadratih s po dvema pastema, kar zneso $70 \times 2 = 140$ vzorčnih točk. Predpostavka je, da bi monitoring izvajali z do 10 specialisti za nočne metulje, ki obvladajo nočne metulje. Če računamo, da lahko v idealnih pogojih, če so lokacije dovolj blizu skupaj en popisovalec izvede popise nočnih metuljev na dveh popisnih kvadratih, bi en popisovalec za te popise potreboval 4 pasti. Če upoštevamo še odpoved, uničenje ali odtujitev pasti na terenu, je potrebno imeti tudi rezervo, 1–2 pasti na popisovalca. Skupaj bi tako **potrebovali 50–55 avtomatskih pasti**.

Zaenkrat metodologija s pastmi ni dovolj jasna. Lahko se upoštevajo le živali v pasti, živali tudi na pasti ali živali, ki jih je luč privabila, vendar se niso zaletale v past, da bi vanjo padle. Ta del metodologije še ni dorečen. Mi predlagamo, da bi pod past postavili črno plahto velikosti 1×1 m, ki bi služila za prestrezanje in lažje iskanje primerkov, ki bi se nahajali okrog pasti, ker je teh primerkov lahko tudi precej. Ti primerki tako ne bi bili skriti v vegetaciji ali listju in jih je lažje opaziti.

V primeru vetra, je past potrebno v tla fiksirati z vrvicami in kavlji, na katere napnemo vrvice, da je veter ne podre ali odpihne.

Vsaka past ima svetlobni senzor, da se avtomatsko prižge ob mraku in ugasne ob svitu. S tem je zagotovljeno, da deluje vso noč, kot je predvideno v *Uredbi*.

Pasti se na lokacijo popisa postavijo pred mrakom, ne prezgodaj, ker je ob postavitvi potrebno zabeležiti tudi vremenske parametre (razen, če bi se uporabljalo avtomatske loggerje). Po postavitvi pasti se na popisni list zabeležijo podatki, ki so obvezni za vsak popis nočnih večč.

Če so popisne lokacije (kvadrati) medsebojno oddaljene približno 20 km, bi lahko en popisovalec pasti postavil na dveh lokacijah, skupaj 4 pasti na noč, če pa so te bolj oddaljene, pa je to logistično neizvedljivo, ker vožnja tako daleč po lokalnih cestah in poteh lahko traja tudi uro ali več.

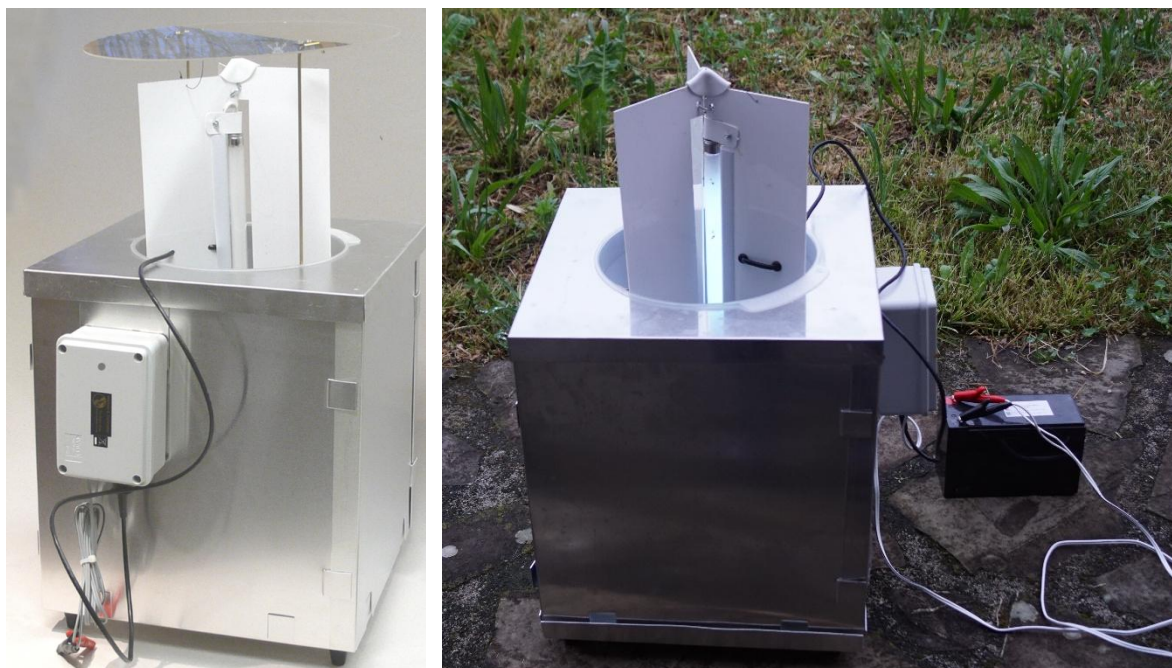
Oprema in material za izvedbo monitoringa nočnih večč

Za izvedbo monitoringa nočnih večč je potrebno kar precej terenske opreme, ki se nanaša neposredno na izvedbo monitoringa, na popis in zajem podatkov, vključno s fotografiranjem na terenu in kasnejšo obdelavo na terenu zbranega gradiva in vzorcev, za zanesljivo določitev vrst.

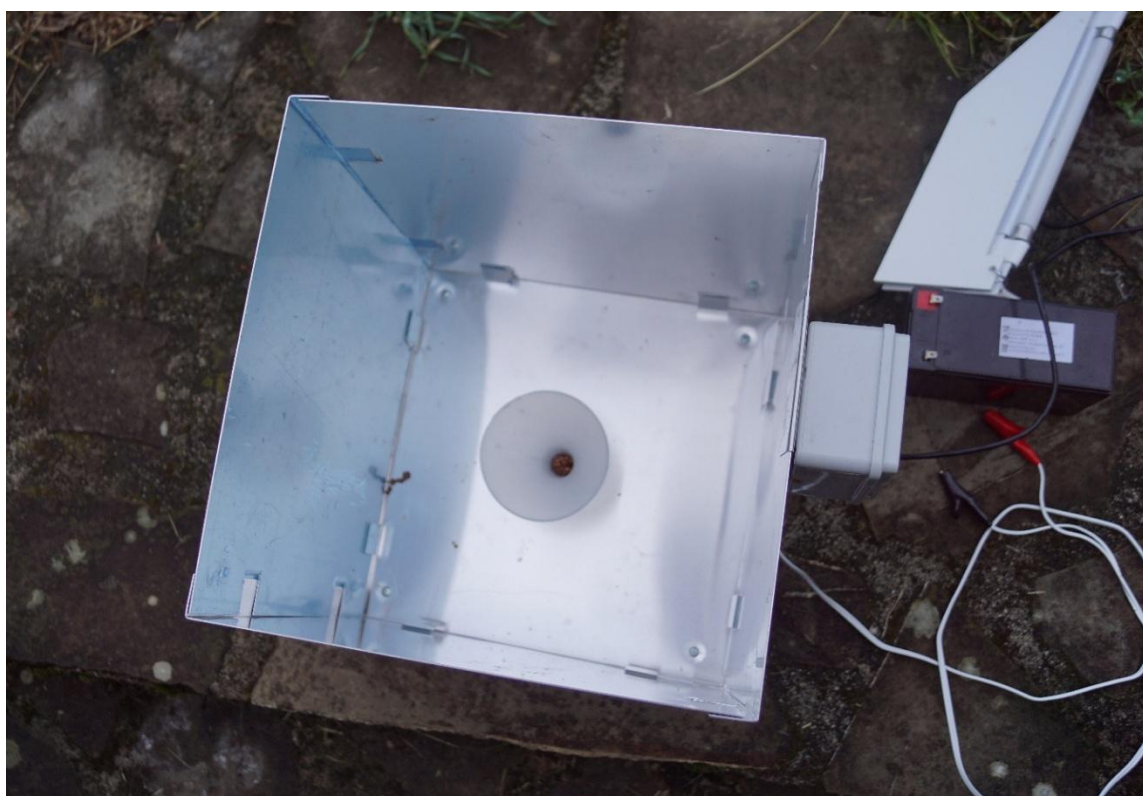
Terenska oprema

- zmogljivejši mobilni telefon (za fotografiranje in zajem terenskih koordinat – GPS) ali boljši ročni GPS,
- boljši zrcalni fotoaparati z obročkasto (ring) bliskavico in makro objektivom za fotografiranje osebkov,
- avtomatske svetlobne pasti,
- Li-ion baterije (12 V) za napajanje pasti,
- polnilci za Li-ion baterije,
- ročni anemometer (za merjenje hitrosti vetra),
- digitalni termometer (za merjenje temperature zraka),
- polnilna naglavna svetilka,
- diktafon ali mobilna aplikacija za snemanje terenskih opomb,
- plastične flaške za zbiranje vzorcev,
- plastične posodice za začasno shranjevanje in prevoz vzorcev,
- etikete za označevanje vzorcev,
- popisni listi ali digitalni obrazci za beleženje terenskih podatkov,
- alkalne baterije za napajanje razne terenske opreme.

Za izvedbo monitoringa v Sloveniji smo glede na dobavljivost in ceno izbrali naslednjo svetlobno past, ki je dobavljiva iz Anglije.



Slika 10: Past izbrana za izvedbo monitoringa v Slovenji je 30 cm visoka past s 6 W superaktinjsko UV sijalko. (<https://www.watdon.co.uk/acatalog/E7585C-Combo-6W-Heath-trap.html>)



Slika 11: Izgled delno razstavljene pasti z notranjostjo, kamor se postavijo kartoni za jajca, za zagotavljanje skrivališč za osebk. (foto: Bojan Zadavec)

Oprema za vzorčenje, prepariranje in hranjenje primerkov:

- etil acetat (za evtanazijo osebkov, kadar je to potrebno za determinacijo),
- razpenjala za prepariranje primerkov,
- entomološki material za prepariranje (igle, pergamentni papir, pincete, vata),
- entomološke škatle za shranjevanje prepariranih primerkov.

Laboratorijska oprema

- material za pripravo mikroskopskih preparatov:
 - Eppendorf epruvete za maceracijo zadkov,
 - grelnik za eppendorf epruvete (5–100° C),
 - objektna in krovna stekelca,
 - KOH, etanol, mlečna kislina, glicerol za maceracijo in pripravo preparatov,
 - Euparal essence in Euparal za izdelavo trajnih mikroskopskih preparatov,
 - Plastične škatle za trajno hranjenje mikroskopskih preparatov,
 - mikroeppruvetke za hranjenje glicerinskih preparatov,
- stereolupa za določanje vrst,
- material za genetske analize (DNK-barkoding):
 - fotoaparati za fotografiranje primerkov,
 - mikropipete,
 - laboratorijske multiplošče za vzorčenje tkiv,
 - etanol,
 - pincete za odvzem tkiv,
 - igle za odvzem tkiv,
 - škarjice za odvzem tkiv,
 - mikroplošče,
 - gorilnik za sterilizacijo pincet ali drugega orodja za odvzem tkiv,
- sredstva za pošiljanje vzorcev na DNK-barkoding analizo.

Izvedba popisa v pasteh ujetih nočnih več s strani strokovnjakov

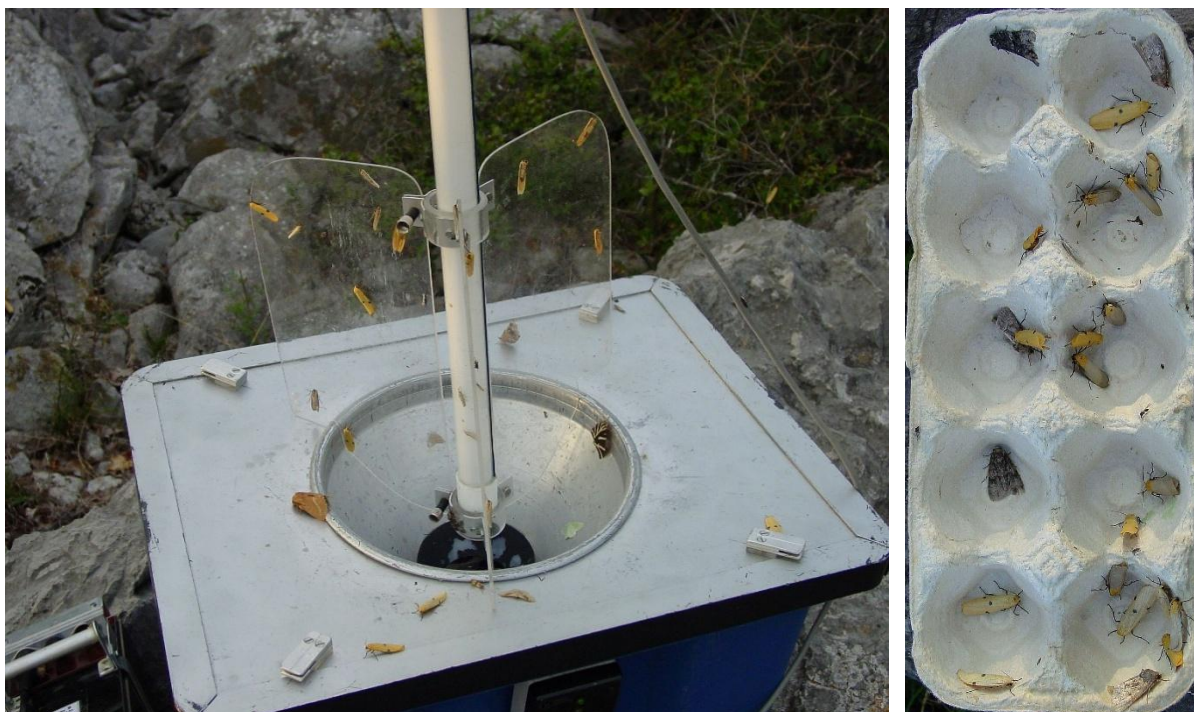
Strokovnjaki za nočne metulje morajo te dobro poznati, da na terenu določijo vsaj 80 % v pasteh prisotnih vrst. Kar ne poznajo, naj fotografirajo, če gre za vrste, ki jih je mogoče razpoznati po fotografiji. Za težje določljive vrste se iz pasti odvzame primerke, ki se jih preparira in etiketira. Če je primerkov več, zadostujeta do dva primerka na vrsto in pasto, ki služita za določitev materiala po prepariranih primerkih, s primerjavo zbirk, za DNK-barkodiranje ali pripravo genitalnih preparatov osebkov in naknadno določitev na ta način. Pri tem pa si mora jasno zapisati, koliko je bilo vseh osebkov, od katerih jih je nekaj odvzel.

Ko popisovalec zjutraj, ob svitu, pride do pasti, lahko zabeleži jutranje okolijske parametre, ki pri monitoringu sicer niso obvezni. Obvezen je le čas delovanja pasti, ki pa se ga lahko dobi računsko iz podatkov o dolžini noči ob posameznem datumu. V primeru avtomatskih pasti se to lahko izračuna tudi kasneje.

Popisovalec zatem počasi pristopi do pasti, da ne splaši metuljev okrog pasti. Najprej pregleda črno plahto in popiše ter prešteje metulje na njej. Potem pregleda zunanost pasti in popiše ter prešteje metulje, ki sedijo na zunanem ograjenju pasti, na prestreznih loputicah, na luči, na površini lijaka in ograjenju pasti. Sledi previdno odpiranje pasti, da metuljev v pasti ne splašimo in previdno

pregledovanje jajčnih kartonov, ki so v notranjosti pasti ter popisovanje primerkov, ki jih sproti opazimo. Metulje na kartonih lahko tudi najprej fotografiramo, skupaj s celim kartonom in kasneje posamezne osebkke, če je to potrebno. To je dobro, ker ob štetju lahko splašimo določene osebkke in nam ti pobegnejo, preden jih lahko določimo. Tako postopoma pregledamo vse v pasti prisotne kartone in na koncu še notranjost pasti. V pasti bo v poletnih nočeh lahko tudi do več kot 300 metuljev, ki jih bo vse potrebno prešteti in pripisati posameznim vrstam. Zaradi velikega ulova v poletnih mesecih, so strokovnjaki za metulje avtomatske svetlobne pasti uporabljali v glavnem le v jesenskem in spomladanskem času. Veliko metuljev v pasti poleti je povzročalo tudi nenehni nemir v pasti, zato so bila krila metuljev takrat pogosto uničena in vzorci na njih so bili nerazpoznavni.

Primerke sproti beležimo na diktafon. Če naenkrat opazimo več primerkov iste vrste, lahko za te vse hkrati zabeležimo kot en zvočni posnetek, sicer jih beležimo posamično. Primer: *Noctua pronuba* 5, *Lasiocampa quercus* 1, *Peribatodes rhomboidaria* 2 ipd. Številke se nanašajo na število primerkov iste vrste.



Slika 12: Avtomatska UV past po nočnem obratovanju, pred pregledom pasti zjutraj in karton za shranjevanje jajc z ujetimi metulji. (foto: Stanislav Gomboc, Črnotiče, 10. 9. 2005)

Ko pregledamo prvo past, gremo k drugi v kvadratu, ki je bolj v senčni legi, sicer metulji ob vzhodu sonca postanejo nemirni in odletijo ali pa jih poberejo ptice, ki so jim metulji pogosta hrana. Zato je pomembno, da ulov v pasteh pregledamo in popišemo čim prej.

Po potrebi primerke, ki na terenu niso določljivi pobereмо v usmrtilnike in jih za vsako past in lokacijo posebej spravimo v plastični kontejner z vato in vlažnim robčkom, da jih prepariramo po prihodu iz terena ali pa jih kratkotrajno zamrznemo. Daljše zamrzovanje povzroči degeneracijo DNK, kar ni dobro za kasnejše DNK-barkodiranje.

Če lokacije med seboj niso preveč oddaljene, opravimo še pregled pasti na drugi lokaciji na isti način. Po pregledu pasti s pripadajočo opremo pospravimo in po potrebi še očistimo na terenu ali doma.

Po prihodu s terena damo baterije na polnjenje in se lotimo izpolnjevanja popisnega lista s podatki iz diktafona. Sledimo posnetkom, beležimo vrste in pri vsaki vrsti dodajamo število primerkov iz vseh zabeleženih zvočnih posnetkov. Ko izpolnimo popisni list za prvo past, nadaljujemo s popisnim listom za drugo itn. Pri vpisovanju vrst je potrebno preverjanje nazivov vrst z literaturo in spletnimi portali, da se prepričamo, ali so imena vrst pravilna. To je pogosto nujno potrebno, da zagotovimo ustrezno zanesljivost podatkov.

Potem iz fotoaparata ali mobilnega telefona na prenosnik prenesemo fotografije in vrste skušamo določiti še po njih ali pa te spravimo po lokacijah, pasteh in datumih za naknadno določevanje.



Slika 13: Izgled ulova na avtomatski svetlobni pasti v jutranjih urah. (foto: Stanislav Gomboc, Črni log, 1. 5. 2013)

Material, ki smo ga prinesli iz terena pripravimo na razpenjalih, kjer se potem posuši. Primerke ustrezno označimo – etiketiramo, da vemo za lokacijo in ID pasti ter datum. Po odpenjanju primerkov te etiketiramo z lokacijsko etiketo in z etiketo vrste, ko material določimo. Material shranimo v entomološke škatle za nadaljnje preglede določitve, pripravo genitalnih preparatov ali za odvzem vzorca tkiva za DNK-barkodiranje, kjer se pri metuljih navadno odvzame 1–2 nogi.

Zaradi terenske logistike, postavitve pasti zvečer in praznjenje pasti ob svitu, štetjem in določevanjem ter izpolnjevanem popisnih listov, je potrebno, da strokovnjaki prenočijo v prenočišču blizu lokacije kvadrata, kjer izvajajo popis.



Slika 14: Piramidast šotor za privabljanje nočnih metuljev v optimalnih vremenskih razmerah, s tisoči metuljev. (foto: Stanislav Gomboc, Ljubljansko barje, Ig, 9. 8. 2016)



Slika 15: Preparirani metulji težje določljivih vrst na razpenjalih. (foto: Stanislav Gomboc, 8. 8. 2016)

Izvedbeni načrt

En strokovnjak na dan/noč lahko tako opravi popis na 1–2 popisnih kvadratih. Na teren gre popoldan, se nastani, kjer ima prenočišče in pred večerom nastavi pasti, jih fotografira in izpolni začetne podatke na popisnih listih.

Potem gre prenočit do svita, kar je poleti relativno malo za normalno spanje. Vstati mora še pred svitom, da do svita pride do lokacije s pastmi, kjer začne z določevanjem in štetjem ujetih osebkov.

Za določevanje, beleženje, fotografiranje porabi 3–4 ure na kvadrat + logistika prevoza. Če hkrati popisuje dva kvadrata je to 6–8 ur dela. Dodatne 3–4 ure porabi še za prepis podatkov iz diktafona na popisne liste in ureditev podatkov. Kašno uro še za kopiranje in ureditev manjšega števila fotografij, če je teh veliko pa celo 2–3 ure po kvadratu.

Za prepariranje vzorčenega materiala in kasnejše etiketiranje, ureditev primerkov v entomološke škatle se dodatno porabi v povprečju 2–4 ure na popis. Več poleti, ko je vrst več, manj spomladi in jeseni.

Glede na porabo časa in logistike isti popisovalec naslednji večer lahko opravi monitoring na drugi lokaciji le, če ni pregledoval pasti na več kot enem kvadratu (2 pasti). Čim pregleduje 4 pasti, porabi preveč časa, da bi pasti postavil takoj naslednjo noč, to je mogoče šele v intervalu dveh dni.

Popisovalec bi tako v dobrih vremenskih pogojih na teden lahko izvedel največ 3 nočne popise v enem tednu. Glede na vremenske razmere bi na mesec lahko opravil največ 15 kvadratov popisov, ker bi redko na dan lahko popisal po dva kvadrata.

Za manipulacijo materiala (etiketiranje, prepariranje) iz vsake pasti enega vzorčenja lahko v povprečju upoštevamo 3 ure (12 ur za 4 pasti). V primeru 6 ponovitev popisov na leto je to 2.520 laboratorijskih ur.

Za izvedbo monitoringa (logistika prevozov, postavitvev pasti, zajem podatkov ob postavitvi, jutranji popis vrst, fotografiranje, vzorčenje, prepis podatkov iz diktafona na popisne liste, kontrola zabeleženih vrst, urejanje fotografij, ureditev opreme, polnjenje baterij, popisovalec potrebuje 6 ur na past, kar pomeni 12 ur na popisni kvadrat. Letno, ob šestih ponovitvah popisov to znese ($12 \times 6 \times 70$) 5.040 ur. K temu pa še nismo prišteli druge logistike za kasnejše urejanje podatkov, določevanje vrst, vnos podatkov v informacijski sistem, vnos fotografij v podatkovne zbirke in povezavo teh s podatki.

Ker en popisovalec ne more delati cele dneve in noči lahko opravi največ 3 kvadrate tedensko. Glede na vremenske razmere lahko tako naredi največ 15 kvadratov, saj ne bo možno delati vsakič po 2 kvadrata. Za izvedbo monitoringa nočnih vešč bi tako potrebovali 5 strokovnjakov. Poleg tega je potrebno 1 FTE računati za koordinatorskega monitoringa in eksperta za nočne metulje, ki pomaga pri določanju vrst po fotografijah, osebkih in genitalnih preparatih, za logistiko in pomoč pri opremi, elektronskih komponentah in pri QA kontrolah.

Tabela 19: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa nočno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni – **varianta 1 (strokovnjaki)**

terensko delo mar, apr, nov	1 mesec				skupaj mar, apr, nov (3 meseci)
	1 kvadrat na dan	10 × 1 kvadrat/noč	2 kvadrata na dan	30 × 2 kvadrat/noč	
priprava	0,5	5	0,5	15	60
vožnja	3	30	5	150	540
postavljanje	1	10	2	60	210
pobiranje, določanje, popravljanje	3	30	6	180	630
urejanje podatkov (0,5 ure na past)	1	10	2	60	210
skupaj	8,5	85	15,5	465	1.650
prepariranje, etiketiranje, hramba	3	30	6	180	630
terensko delo maj, okt	1 mesec				skupaj maj, okt (2 meseca)
	1 kvadrat na dan	20 × 1 kvadrat/noč	2 kvadrata na dan	25 × 2 kvadrat/noč	
priprava	0,5	10	0,5	12,5	45
vožnja	3	60	5	125	370
postavljanje	1	20	2	50	140
pobiranje, določanje, popravljanje	4	80	8	200	560
urejanje podatkov in dokaznih fotografij (1 uro na past)	2	40	4	100	280
skupaj	10,5	210	19,5	487,5	1.395
prepariranje, etiketiranje, hramba	5	100	10	250	700
terensko delo jun, jul, avg, sep	1 mesec				skupaj jun, jul, avg, sep (4 meseci)
	1 kvadrat na dan	30 × 1 kvadrat/noč	2 kvadrata na dan	20 × 2 kvadrat/noč	
priprava	0,5	15	0,5	10	100
vožnja	3	90	5	100	760
postavljanje	1	30	2	40	280
pobiranje, določanje, popravljanje	5	150	10	200	1400
urejanje podatkov in dokaznih fotografij (1,5 ura na past)	3	90	6	120	840
skupaj	12,5	375	23,5	470	3.380
prepariranje, etiketiranje, hramba	8	240	16	320	2.240
SKUPAJ					9.995

Tabela 19b: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa nočno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni – varianta 2 (tehnik ali študenti)

terensko delo		skupaj	
mar, apr, nov	1 kvadrat (2 pasti) na dan	mar, apr, nov	(3 meseci)
priprava	0,5	105	
vožnja	3	630	
postavljanje	1	210	
pobiranje, fotografiranje in nalaganje fotografij v AI, popravljanje	6	1.260	
urejanje podatkov (0,5 ure na past)	1	210	
skupaj (tehnik)	11,5	2.415	
skupaj strokovnjak (prepariranje, etiketiranje, hramba)	3	630	
terensko delo		skupaj	
maj, okt	1 kvadrat (2 pasti) na dan	maj, okt	(2 meseca)
priprava	0,5	70	
vožnja	3	420	
postavljanje	1	140	
pobiranje, fotografiranje in nalaganje fotografij v AI, popravljanje	8	1120	
urejanje podatkov in dokaznih fotografij (1,5 uro na past)	3	420	
skupaj (tehnik)	15,5	2.170	
skupaj strokovnjak (prepariranje, etiketiranje, hramba)	5	700	
terensko delo		skupaj	
jun, jul, avg, sep	1 mesec	jun, jul, avg, sep	(4 meseci)
	60 × 1 past/noč		40 × 2 pasti/noč
priprava	0,5	0,5	200
vožnja	2,5	3	1.080
postavljanje	0,5	1	280
pobiranje, fotografiranje in nalaganje fotografij v AI, popravljanje	6	8	2.720
urejanje podatkov in dokaznih fotografij (1,5 ura na past)	4	6	1.920
skupaj (tehnik)	13,5	18,5	6.200
skupaj strokovnjak (prepariranje, etiketiranje, hramba)	4	8	2.240
SKUPAJ (tehnik)			10.785
SKUPAJ (strokovnjaki)			2.240

Tabela 19c: Število ur potrebnih za izvajanje monitoringa nočno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni – varianti 3 in 4 (tehniki ali študenti in popolno delujoč sistem AI z minimalno dodatno kontrolo podatkov s strani koordinatorja)

terensko delo mar, apr, nov	1 kvadrat (2 pasti) na dan		skupaj mar, apr, nov (3 meseci)
priprava	0,5		105
vožnja	3		630
postavljanje	1		210
pobiranje, fotografiranje in nalaganje fotografij v AI, popravljanje	6		1260
skupaj (tehniki)	11,5		2415
terensko delo maj, okt	1 kvadrat (2 pasti) na dan		skupaj maj, okt (2 meseca)
priprava	0,5		70
vožnja	3		420
postavljanje	1		140
pobiranje, fotografiranje in nalaganje fotografij v AI, popravljanje	8		1120
skupaj (tehniki)	12,5		1750
terensko delo jun, jul, avg, sep	1 mesec		skupaj jun, jul, avg, sep (4 meseci)
	60 × 1 past/noč	40 × 2 pasti/noč	
priprava	0,5	0,5	200
vožnja	2,5	3	1080
postavljanje	0,5	1	280
pobiranje, fotografiranje in nalaganje fotografij v AI, popravljanje	6	8	2720
skupaj (tehniki)	9,5	12,5	4.280
SKUPAJ (tehnik)			8.445

Pavšalna ocena stroškov dela:

varianta 1 (terensko delo opravljajo strokovnjaki): skupaj letni strošek dela 685.325 €/leto

terensko delo: 353.375 €/leto (6425×55)

kabinetno delo: 196.350 €/leto (3570×55)

koordinator: 44.100 €/leto ($9 \text{ mesecev} \times 1 \text{ ura vzorčenje} \times 70 \text{ €}$)

potni stroški: 61.500 €/leto

410 poti: $3 \times 40 \text{ poti/mesec}$ (mar, apr, nov), $2 \times 45 \text{ poti/mesec}$ (maj, okt), $4 \times 50 \text{ poti/mesec}$ (junij-sept); povprečen strošek poti je 150 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevnic 13,88 €, strošek prenočevanja 50 eur/noč)

Drugi materialni stroški: 20.000 eur/letno

Drugi stroški: 10.000 €/letno (predvideno je barkodiranje do 500 osebkov letno (pavšalna ocena 20 €/primerek))

varianta 2 (terensko delo opravljajo tehniki; AI delno delujoč): skupaj letni strošek dela 836.400 €/leto

terensko delo: 431.400 €/leto (10785×40)

kabinetno delo: 196.350 €/leto (3570×55)

koordinator: 66.150 €/leto ($9 \text{ mesecev} \times 1,5 \text{ ure vzorčenje} \times 70 \text{ €}$)

potni stroški: 112.500 €/leto

750 poti: $3 \times 70 \text{ poti/mesec}$ (mar, apr in nov), $2 \times 70 \text{ poti/mesec}$ (maj, okt), $4 \times 100 \text{ poti/mesec}$ (junij-sept); povprečen strošek poti je 150 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevna 13,88 €, strošek prenočevanja 50 eur/noč)

Drugi materialni stroški: 20.000 eur/letno

Drugi stroški: 10.000 €/letno (predvideno je barkodiranje do 500 osebkov letno (pavšalna ocena 20 €/primerek))

Varienta 2 predvideva delno delujoč sistem AI za prepoznavanje nočnih metuljev. Tehniki na terenu fotografirajo vse osebe. Tiste, ki jih AI ne prepozna, odvzamejo in predajo strokovnjakom.

varianta 3 (terensko delo opravljajo tehniki, popolnoma delujoč AI): skupaj letni strošek dela 494.400 €/leto

terensko delo: 337.800 €/leto (8445×40)

koordinator: 44.100 €/leto ($9 \text{ mesecev} \times 1 \text{ ure vzorčenje} \times 70 \text{ €}$)

potni stroški: 112.500 €/leto

750 poti: $3 \times 70 \text{ poti/mesec}$ (mar, apr, nov), $2 \times 70 \text{ poti/mesec}$ (maj, okt), $4 \times 100 \text{ poti/mesec}$ (junij-sept); povprečen strošek poti je 150 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevna 13,88 €, strošek prenočevanja 50 eur/noč)

Varienta 3 predvideva popolno delujoč sistem AI za prepoznavanje nočnih metuljev. Tehniki na terenu fotografirajo vse osebe. Ker AI prepozna vse osebe se nobenega ne odvzame.

varianta 4 (delo le s študenti in popolnoma delujoč AI): skupaj letni strošek dela 512.800 €

terensko delo: 253.350 €/leto ($8445 \times 30 \text{ eur/ura}$)

koordinator: 66.150 €/leto ($9 \text{ mesecev} \times 1,5 \text{ ure vzorčenje} \times 70 \text{ €}$)

potni stroški: 183.300 €/leto

750 poti: $3 \times 70 \text{ poti/mesec}$ (mar, apr, nov), $2 \times 70 \text{ poti/mesec}$ (maj, okt), $4 \times 100 \text{ poti/mesec}$ (junij-sept); povprečen strošek poti je 150 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevna 13,88 €, strošek prenočevanja); povečano za faktor 1,63 zaradi dajatev na študentsko delo

drugi stroški: 10.000 €/leto

(izobraževanja študentov, zdravstveni pregledi, varstvo pri delu, ...)

Varianta 4 tako kot varianta 2 predvideva popolno delujoč sistem AI za prepoznavanje nočnih metuljev. Tehniki na terenu fotografirajo vse osebkke. Ker AI prepozna vse osebkke se nobenega ne odvzame.

Glavna motivacija dela študentov je praviloma zaslužek. Redna študentska dela so pogosto slabše plačana kot občasna. Če študent opravlja preprosto redno delo 40 ur na teden po 10 € na uro, zasluži približno 400 € neto. Pri transektnih popisih pa je situacija bistveno drugačna: delo je nepredvidljivo in močno odvisno od vremenskih razmer, zato se je treba urniku nenehno prilagajati. Zaradi te nepredvidljivosti študent, ki sodeluje pri monitoringu, v preostalem času ne more opravljati drugega dela. Realno lahko opravi le dva terenska dneva tedensko, kar pomeni, da mu moramo ponuditi občutno višjo urno postavko, da je delo sploh konkurenčno. Predvideli smo urno postavko 18 €, kar skupaj z vsemi dajatvami znaša približno 30 € bruto. Študentu lahko povrnemo potne stroške in stroške prenočevanja le prek študentske napotnice, pri čemer se tudi ti povračili obdavčita s faktorjem 1,63. Pri tehniki znaša strošek za 10 ur dela približno 550 € ($10 \times 40 \text{ €} + 150 \text{ €}$). Strošek študenta pa je primerljiv, okoli 540 € ($30 \text{ €} \times 10 \text{ ur} + 240 \text{ €}$ povračil). Kljub temu pa študent v enem tednu z monitoringom zasluži manj kot pri enostavnejšem rednem delu. Namesto približno 400 €, kolikor bi zaslužil pri stabilnem delu s 40 urami tedensko, zasluži le okoli 360 €. To dodatno potrjuje potrebo po višji urni postavki, da je delo za študente sploh konkurenčno.

Če sodelujemo s študenti, ki še obiskujejo predavanja, imajo ti na voljo čas predvsem poleti. Povprečno lahko sodelujejo le 2–3 leta, zato je treba stalno iskati in uvajati nove sodelavce. V poletnem scenariju lahko študent obdeluje le eno past dnevno, saj delo vključuje večurno fotografiranje in nalaganje fotografij. Za izvedbo monitoringa bi tako potrebovali približno 15 študentov, ki bi v sedmih idealnih nočeh obdelali 70 kvadratov oziroma 140 pasti.

Scenarij 4 je pripravljen izključno za oceno stroškov. Pri tem je treba poudariti, da je načrt monitoringa — 70 lokacij, en popis mesečno, šest mesecev na leto, več zaporednih let — natančno predpisan in dolgoročen. Po našem laičnem mnenju ima izvajanje takšnega dela po ZDR-1 vse bistvene elemente delovnega razmerja.

Opozorilo glede stroškov

Navedeni stroški so podani v neto vrednostih brez DDV. V oceno niso všteti režijski, amortizacijski in drugi pavšalni stroški, saj se ti med organizacijami razlikujejo. Organizacije jih lahko določajo različno med projekti in so pogosto odvisni od pogajanj z naročniki.

Investicijski strošek vseh variant

Nakup svetil 60.000 eur (60 pasti skupaj s senzorji za vklop in izklop, baterijami in polnici, rezervna žarnica, rezervno opremo..)

Popisovalske kapacitete

V Sloveniji imamo zaenkrat dovolj dobrih poznavalcev nočnih metuljev, vendar so ti strokovnjaki trenutno v drugih službah. Ti bi to delo lahko opravljali kot svoje dopolnilno/popoldansko delo. Nekateri strokovnjaki za metulje pa so že upokojeanci, ti pa bi to delo prav tako lahko opravljali kot dopolnilno delo. Monitoring bi zato izvedli s pogodbenimi izvajalci in deloma z zaposlenimi, skupaj računamo na ekipo do deset popisovalcev.

Okvirni sezonski parametri monitoringa nočnih več v Sloveniji

Tabela 20: Pregled dolžine noči po mesecih in števila pričakovanih vrst in osebkov po pasti (vrste vključene v monitoring).

Mesec	Povprečna dolžina noči	Nastop mraka*	Nastop svita*	Pričakovano št. vrst v pasti	Pričakovano št. osebkov
marec	11–12 ur	18:00–19:00	5:30–6:30	5–25	10–60
april	9–11 ur	19:00–20:00	5:00–6:00	10–40	15–70
maj	8–9 ur	20:00–21:00	4:30–5:00	20–60	40–160
junij	7–8 ur	20:45–21:30	4:00–4:30	35–80	70–350
julij	8–9 ur	20:30–21:15	4:30–5:00	40–90	70–400
avgust	9–10 ur	19:45–20:30	5:00–5:45	40–90	70–400
september	10–11 ur	18:30–19:30	5:30–6:15	35–75	40–200
oktober	11–13 ur	17:00–18:00	6:00–7:00	15–40	20–160
november	13–14 ur	16:00–17:00	6:30–7:30	5–25	10–70

* Časi mraka in svita so okvirni in se razlikujejo glede na geografsko lego, nadmorsko višino in prehod med poletnim ter zimskim časom.

Ocena vrst in številčnosti osebkov v pasti je podana na podlagi dolgoletnega niza podatkov podobnega monitoringa in sezonske dinamike vrst v Sloveniji. Število vrst in primerkov je močno odvisno od vremenskih razmer v času popisa, zato številke močno nihajo. V optimalnih pogojih, ohranjenih naravnih habitatih in poletnih mesecih je v eni pasti možno najti tudi več kot 1000 osebkov metuljev. Ker so krila teh ob takem številu navadno poškodovana, je tak ulov zelo težko ovrednotiti – določiti vrste in prešteti primerke, ki kateri vrsti pripadajo, posebno, če štejemo žive primerke v pasti.

Obdobje monitoringa

Opazovalno obdobje monitoringa nočnih več se določi glede na biogeografske in klimatske razmere posameznih območij. Obdobja morajo biti stalna skozi celotno ocenjevalno obdobje. Prilagoditev obdobja je mogoča le v okviru vnaprej določenih nacionalnih pravil.

Alpski svet nad 1800 m

- 25. 5.–15. 10., odvisno od sezone in trajanja snežne odeje;
- monitoring se izvaja **na okvirno 3 tedne**, zaradi kratke sezone (**približno 6 vzorčenj na sezono**);

Predalpski svet 600–1800 m

- 1. 4.–15.10.
- monitoring se izvaja **praviloma enkrat mesečno (približno 7 vzorčenj na sezono)**;

Celinska Slovenija

- 1. 3.–15. 11., odvisno od sezonskih razmer (zlasti temperatur zgodaj spomladi in pozno jeseni);
- monitoring se izvaja **enkrat mesečno (približno 9 vzorčenj na sezono)**;

Primorje (Slovenska Istra z obalo do Kraškega roba)

- 15. 2.–15. 12., saj so nočne večje lahko aktivne tudi v zimskem obdobju;
- monitoring se izvaja **enkrat mesečno (približno 10 vzorčenj na sezono)**;

Pomemben vidik monitoringa nočnih večj je tudi ustrezno dolgo in dovolj široko zastavljeno obdobje vzorčenja. Fenologija številnih vrst je namreč močno odvisna od vremenskih razmer, nadmorske višine, geografskega območja in tipa habitata. Posledično se lahko čas pojavljanja posameznih vrst med leti precej razlikuje.

Če bi se določena vrsta pojavljala izključno v enem mesecu (npr. le marca), bi obstajala velika verjetnost sistemske napake, saj bi bila v primeru neustreznega načrtovanega vzorčenja redno spregledana in posledično izločena iz analiz. V praksi pa se številne vrste v enem letu pojavljajo predvsem marca, v drugem letu pa šele aprila, odvisno od vremenskih razmer in poteka zime.

Dodatno se fenologija vrst razlikuje tudi znotraj Slovenije. Posamezne vrste se lahko v istem letu na Primorskem pojavijo že februarja, medtem ko se v hladnejših delih Slovenije ali v višjih legah pojavijo šele aprila ali maja. Zaradi teh razlik je nujno, da monitoring zajema:

- dovolj dolgo sezonsko obdobje,
- različne biogeografske regije ter
- širok nabor habitatov in nadmorskih višin.

V nasprotnem primeru lahko pride do:

- podcenjevanja dejanske vrstne pestrosti,
- nepotrditve nekaterih vrst,
- napačne razvrstitve vrst med redke ali pogoste ter
- večjega medletnega nihanja populacijskih indeksov, ki je posledica metodoloških omejitev, sezonskih vremenskih razmer in ne dejanskih sprememb populacij.

To je še posebej pomembno pri vrstah z zgodnjo ali pozno sezonsko aktivnostjo ter pri vrstah z ozko fenološko aktivnostjo. Brez ustrezno razširjenega obdobja vzorčenja del teh vrst sploh ne bi registrirali, kar bi vplivalo na kakovost izračunov številčnih indeksov in dolgoročnih populacijskih trendov.

Glede na trenutno poznavanje favne nočnih metuljev v Sloveniji, kjer je znanih približno 3520 vrst nočnih metuljev, od katerih je v monitoring oprasovalcev vključenih 1046 vrst, je za reprezentativno spremljanje populacij nujno zagotoviti dovolj široko časovno in prostorsko pokritost vzorčenja. Le tako je mogoče zmanjšati vpliv fenoloških razlik med leti in izboljšati stabilnost ter primerljivost populacijskih indeksov.

Podatki, ki se beležijo pri monitoringu nočnih vešč

Pri vsakem terenskem popisu nočnih vešč se zabeležijo naslednji podatki:

Osnovni podatki o lokaciji in vzorčenju

- lokacija (ime vzorčnega mesta z natančno geokodirano lokacijo po LUCAS mreži),
- šifra postavljene pasti,
- tip ekosistema (npr. gozdni, traviščni, kmetijski),
- območje (npr. alpsko, predalpsko, celinsko, primorsko),
- datum začetka in datum konca delovanja pasti,
- ura začetka in ura konca delovanja pasti,
- natančne koordinate (GPS) vsake pasti,
- fotografija postavljene pasti (iz vseh štirih smeri neba),
- ime popisovalca.

Okoljski (vremenski) podatki

- temperatura zraka ob začetku postavitve pasti (°C),
- (opcijsko temperatura ob pregledu pasti (°C)),
- hitrost vetra (m/s),
- oblačnost (razpon 0–8),
- prisotnost padavin (da/ne),
- prisotnost megle (da/ne),
- lunina faza (v % osvetljenosti ali kot lunina mena).

Seznam zabeleženih vrst/taksonov

Seznam zabeleženih vrst se vodi ločeno za vsako posamezno past. Tako zbrani podatki se lahko v nadaljnji analizi združijo na nivoju vzorčnega mesta, kar omogoča primerljivost podatkov in izračun populacijskih trendov in boljšo analizo tudi v primeru izpada katere izmed pasti.

Določitev se opravi do **najnižje možne sistematske kategorije**, ki jo je mogoče zanesljivo določiti na terenu (npr. vrsta, rod ali družina). Kadar določitev na terenu ni mogoča, se uporabi začasni opisni zapis, dokler ni izvedena natančnejša determinacija.

Za vsak zabeležen takson se evidentirajo naslednji podatki:

- latinsko ime vrste oziroma najnižja določena sistematska kategorija (npr. rod ali družina ali opisni način, dokler določitev ni izvedena do vrste),
- število osebkov v pasti,
- (opcijsko) spol osebkov, 2 atributa: št. samcev, št. samic,
- ime določevalca (osebe, ki je izvedla determinacijo)
 - metoda določitve (morfološka, fotografija, AI, genitalni preparat, DNK-barkoding),
 - zanesljivost določitve (potrjena določitev, začasna določitev, napačno pojavljanje vrste v sezoni, napačna določitev, nepotrjena določitev ipd.).
- povezava na fotografijo (če obstaja),
- povezava na vzorec (če obstaja),
- naziv zbirke, kjer je shranjen primerek,
- opombe (npr. poškodbe, dvomi, posebnosti).

Obdelava podatkov in arhiviranje

- prenosnik za vnašanje terenskih podatkov, obdelavo in urejanje slik,
- USB ključki in prenosni diski za shranjevanje in prenos digitalnih podatkov (fotografije, lokacijski podatki, digitalne karte, podatkovne zbirke),
- centralni repozitorij fotografij s podatkovno bazo za njihovo hranjenje.

Človeški viri

- koordinator in ekspert za nočne metulje (1),
- terenski vzorčevalci, hkrati specialisti za nočne metulje (5-6).

Koordinator centralno pregleduje in upravlja zbirko fotografij ter zagotavlja konsistentnost in pravilnost določitev. Poleg tega skrbi za kontrolo kakovosti podatkov, naključno preverja vzorčenja in določitve terenskih popisovalcev, odgovarja na vprašanja terenskih popisovalcev, skrbi za usklajenost metod dela med terenskimi ekipami ter za standardizacijo postopkov, kar je ključno za dolgoročno primerljivost podatkov.

Terenski vzorčevalci morajo obvladati osnovno do dobro poznavanje nočnih metuljev, tako da lahko na terenu samostojno določijo večino vrst nočnih metuljev vključenih v monitoring (približno 80 % vrst). To pomeni, da gre za izkušene poznavalce lokalne favne nočnih metuljev z večletnimi terenskimi izkušnjami.

Izkušeni terenski sodelavci bistveno prispevajo k učinkovitosti monitoringa, saj:

- zmanjšujejo potrebo po nepotrebnem fotografiranju,
- omejujejo obseg nepotrebne odvzema živali,
- zmanjšujejo količino materiala za naknadno laboratorijsko determinacijo ter
- s tem optimizirajo čas in stroške obdelave podatkov.

Terenski popisovalci po terenskem delu pripravijo končne sezname vrst, uredijo na terenu zbrane fotografije, pripravijo iz terena prinesen material, ga na koncu etiketirajo in zberejo v entomološke škatle. Kasneje opravijo določitev tako zbranega materiala, po potrebi pripravijo mikroskopske preparate za material, ki ga je potrebno določiti na podlagi struktur kopulacijskih organov zbranih primerkov. Preparate se pripravi v primerih, ko determinacija na terenu ni zanesljiva. V teh primerih se dodatne metode za zanesljivo določitev (fotografija, mikroskopska analiza, DNK-barkodiranje), pri čemer mora biti zagotovljena sledljivost med vzorcem, fotografijo in končno določitvijo, skladno z zahtevami za zagotavljanje kakovosti podatkov.

Za zagotavljanje kakovosti in skladnosti z zahtevami *Uredbe* je potrebno zagotoviti:

- standardizirano zbiranje in obdelavo podatkov,
- sledljivost med vzorcem, fotografijo in končno določitvijo,
- dolgoročno shranjevanje podatkov v ustreznih nacionalnih in mednarodnih zbirkah ter
- redno kontrolo kakovosti z občasno preveritvijo izvajanja terenskega dela monitoringa, določevanjem vrst in naknadno redno vzorčno preverbo določenih primerkov posameznih določevalcev po fotografijah in zbranim materialu.

V Sloveniji zaenkrat še imamo dovolj izkušene strokovnjake za nočne metulje. Vendar pa izvedba takšnega monitoringa za njih predstavlja izziv le v prvih letih. Z rotacijo med lokacijami bodo spoznali različne kraje, na katere pa se ne bodo želeli vračati. Njim so v izziv vedno nove lokacije in iskanje novih redkih vrst. Vzorčenje vedno na istih mestih, pa jim ne predstavlja izziva. Edini način, da so to pripravljeni početi, je korektno plačilo tudi če svoje običajne terene delajo na lastne stroške za veselje. Izvedba monitoringa s temi strokovnjaki je vsaj delno povračilo njihovega desetletnega vlaganja. Ne nazadnje je vse, kar danes vemo o biodiverziteti nočnih metuljev, pa tudi objavljeni sezname vrst, plod njihovega prostovoljnega dela.

Strokovnjaki niso postali čez noč. Ogromno količino znanja so pridobili skozi leta izkušenj, učenja in ogromnega vlaganja lastnih sredstev. Niti en strokovnjak nočnih metuljev ne popisuje profesionalno in se ni izučil v javni službi na javne stroške.

Starost trenutnih strokovnjakov za nočne metulje je visoka, zato je potrebno razmišljati tudi o izobraževanju in usposabljanju mlajšega kadra, ki bo monitoring izvajal v nadaljevanju. V to znanje bodo vlagali posamezniki ali inštitucije le v primeru, če bodo v tem videli smisel. Npr. dolgoročno zaposlitev in ne kratkotrajnega priložnostnega dela iz leta v leto.

Alternativne rešitve

Monitoringa nočnih več s svetlobnimi pastmi, ki ga na terenu ne izvajajo strokovnjaki, si ne predstavljamo oziroma je po našem mnenju neizvedljiv in je precej dražji.

Tudi če bo vzpostavljen AI-sistem za določanje nočnih metuljev, ocenjujemo, da za vsaj 1/3 naših vrst ne bo deloval dovolj zanesljivo. To pomeni, da bi neizkušeni terenski vzorčevalci odvzeli mnogo preveč osebkov, kar pa ni bil namen *Uredbe*, saj bi v tem primeru predpisala enostavnejše mrtvolovne pasti. Strošek lova s temi pastmi je cenejši, strošek kasnejše manipulacije z osebki pa kumulativno dražji. Tisoče osebkov bi morali določiti s pomočjo DNK. Pri tem pa ne omenjamo vpliva vzorčenja, ki bi verjetno tekom let že vplival na izlov osebkov in negativno krivuljo populacij na vzorčnih kvadratih.

Prav tako si ne predstavljamo, da bi vse metulje v pasteh fotografirali, saj je fotografiranje plašnih metuljev težavno, te fotografije je potrebno naknadno določiti, kar je možno, če so primerki v pasteh lepi in nepoškodovani in če so fotografije dobre. Neizkušena oseba bi tako morala vsakega od metuljev najprej fotografirati in naložiti v program.

Prav tako je za nevedčje poznavalce nočnih metuljev zelo težko oziroma pogosto nemogoče zanesljivo ločiti skupine vrst, ki so vključene v monitoring, od tistih, ki vanj niso vključene. Številne vrste travniških večč so namreč večje od 20 mm in zato na prvi pogled ustrezajo kriterijem monitoringa, čeprav formalno niso vključene v seznam ciljnih skupin. Kljub temu imajo tudi te vrste pomembno ekološko vlogo, saj se odrasli osebkovi prehranjujejo z nektarjem in sodelujejo pri oprasovanju.

V Sloveniji je trenutno poznanih približno 3700 vrst metuljev, od tega okoli 3520 vrst nočnih metuljev. V monitoring oprasovalcev je po veljavni metodologiji vključenih le 1046 vrst. Zaradi tako velike vrstne pestrosti in zahtevne determinacije bi bilo sistematično fotografiranje vseh osebkov za terenske vzorčevalce organizacijsko in strokovno zelo težko izvedljivo, hkrati pa bi povzročilo veliko količino nepotrebnega materiala za naknadno obdelavo.

Zato je ključno, da monitoring izvajajo izkušeni terenski poznavalci nočnih metuljev, ki lahko že na terenu prepoznajo večino pogostih vrst in ločijo ciljne skupine od vrst, ki niso vključene v monitoring. Fotografiranje in dodatno vzorčenje se tako omeji predvsem na:

- težje določljive vrste,
- taksone, pri katerih je potrebna dodatna laboratorijska determinacija,
- ter primere, kjer je potrebna kontrola kakovosti določitve (QA/QC).

Takšen pristop bistveno zmanjša količino podatkov za naknadno obdelavo, poveča učinkovitost monitoringa in izboljša kakovost ter primerljivost zbranih podatkov skozi čas.

Pri tem poudarjamo, da fotografiranje živih osebkov, ki se premikajo (to ni fotografiranje na nočnem šotoru!) ni enostavno. Ko bi program vrnil določitev, bi strokovnjak moral preveriti, če ne gre za vrste, ki so v Sloveniji problematične, dvomljive in imajo sestrške vrste. Šele potem bi vedeli ali se osebek lahko izpusti. Za vsako nedoločeno vrsto bi morali narediti novo fotografijo. Če tudi ta ne bi bila prepoznana, pa bi osebek mora odvzeti. Takšno praznjenje polne pasti (približno 200 osebkov) bi lahko vzelo 6–8 ur časa. Zato bi lahko bila obdelana le ena past s strani ene osebe na lokacijo, ne pa dve.

Uredba ne sledi le indeksu številčnosti pogostih vrst, temveč vsem vrstam. Ravno redke pa bo neizkušeno oko hitro spregledalo.

Dokler Komisija ne predstavi realne izvedbe monitoringa nočnih metuljev z avtomatskimi pastmi brez terenskih strokovnjakov, ta opcija v Sloveniji ni realna. Fotografiranje, nalaganje fotografij v sisteme in prepoznavanje fotografij z umetno inteligenco za slovenske vrste nočnih metuljev tudi ni realno izvedljiva, ker so mnoge vrste močno variabilne in imajo ozko sorodne vrste. Že npr. medvedki lišajarji (rod *Eilema*) so težko določljivi že za strokovnjake kaj šele za umetno inteligenco. Če fotografija ni posneta iz pravega zornega kota in včasih še s spodnjimi krili, večina vrst po fotografijah ni določljivih.

Pri pisanju predloga tega monitoringa smo poizkušali nekaj fotografij določiti z Googlovim orodjem za prepoznavanje vrst po fotografijah in pri tem ugotovili, da na ta način kvečjemu pridemo zgolj do približka določitve, le redko tudi do vrste. Če vrst ne poznamo, si s tem orodjem ne moremo veliko pomagati.

2.5.4.2 Dnevno aktivni nočni metulji (dnevne večje)

V nadaljevanju je podan strokovni predlog za vzpostavitev spremljanja stanja dnevnih več s transekti.

Tabela 21: Pričakovane vrednosti monitoringa dnevnih več.

število registriranih vrst v Sloveniji:	100
število pričakovanih vrst na vseh 70 transektih:	90
število vrst, ki jih lahko strokovnjak določi do vrste neposredno na terenu:	50
število vrst, ki so določljive po fotografijah:	55
število vrst, ki so določljive le z genetskimi metodami:	20
število vrst, za katere se pričakuje več kot 25 opazovanj letno*:	40
pričakovano število vrst na enem popisu transeкта:	8
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – kmetijska krajina:	10
pričakovano število osebkov na enem popisu transeкта – gozd:	5

*Za izračun letnega indeksa številčnosti vrst se po *Uredbi* upoštevajo samo vrste, ki so bile v državi članici v ocenjevalnem obdobju v povprečju opažene vsaj 25-krat letno.

Okoljski pogoji, v katerih se lahko izvaja transektni popis dnevnih več v skladu s 5. členom Uredbe

- temperatura (v °C): $> 13\text{ °C}$ in $< 35\text{ °C}$ v kmetijskih in drugih ekosistemih, zgornja temperaturna meja ne velja za gozdne ekosisteme;
- oblačnost (v oktah): največ 4 (50 %), če je temperatura $< 17\text{ °C}$, pri višjih temperaturah je oblačnost lahko tudi večja, pri temperaturah $> 30\text{ °C}$ je oblačnost lahko tudi 8 (100 %);
- hitrost vetra (v m/s): $< 5\text{ m/s}$;
- megla (prisotnost/odsotnost): brez megle;
- padavine (prisotnost/odsotnost): brez padavin;
- čas začetka (uu.mm): izvajanje prvega transeкта se ne sme začeti prej kot 3,5 ure po sončnem vzhodu, izvajanje zadnjega transeкта pa se mora začeti najpozneje ob 15.30, saj mora biti transekt zaključen do 17.00 oziroma 3,5 ure pred sončnim zahodom;
- kateri koli drugi ustrezni parametri, ki lahko vplivajo na zbiranje podatkov: upoštevati je treba lokalne razmere zasenčenosti kmetijskega transeкта, ki je lahko v določenih delih dneva v senci – zato naj se takšni transekti med vzorčevalnimi obdobji izvajajo ob različnem času; gozdni transekti, ki jih bo približno 60 %, naj se izvajajo v čim bolj vročem delu dneva in ko so najbolj osončeni;

Potrebna oprema

- specifična oprema: diktafon, metuljnica;
- osebna zaščitna in delovna oprema v skladu z notranjimi pravili izvajalca;
- v primeru genetskega določanja vrst: oprema in material za genetske analize (materialni strošek zunanjih izvajalcev);
- v primeru izdelovanja genitalnih preparatov: tehnična laboratorijska oprema;

Izvedba transektu

Transektni monitoring dnevnih večš mora izvajati strokovnjak, ki lahko na terenu prepozna večino vrst dnevnih večš Slovenije in jih je v naravi tudi sposoben opaziti. Na transektu ni pomembna samo zaznava vrst, temveč tudi zaznava vseh osebkov vsake posamezne vrste.

Transektni popisi dnevnih večš se izvajajo od vključno marca do vključno novembra, in sicer obvezno enkrat mesečno. V istem obdobju kot v kvadratu poteka monitoring lova nočnih večš s pastmi. Ob tem je treba upoštevati najmanj 21 dni razmaka med ponovitvami popisov na posameznem transektu.

Za dnevne večše 5. Člen Uredbe predvideva popisovanje 2,5 m na vsako stran od popisovalca, 5 m pred popisovalcem in 5 m nad popisovalcem. Uredba predvideva, da popis na posameznem transektu traja 60 minut. Ta čas ne vključuje časa, potrebnega za ulov osebkov, ravnanje z njimi, njihovo identifikacijo in beleženje, niti časa vračanja po izvedenem popisu na izhodiščno točko (torej do vozila).

V poletnem maksimumu aktivnosti števila vrst na posameznem transektu lahko pričakujemo tudi več kot 90 osebkov dnevnih večš in še do 20 vrst nočnih večš (npr. Kraški rob, vznožja Trnovskega gozda), na travnikih pa v povprečju do 10 vrst dnevnih večš na lokacijo (Tabela 21). Pričakujemo, da je za izvedbo enega transektu v dolžini 1 km, potrebnih 90 minut. To je predvidena hitrost dela izkušenega strokovnjaka za nočne metulje, ki mora najprej vse osebkke ujeti in jih nato sorazmerno hitro prepozna do vrste. Popisovalec na transektu ne porablja časa za pisanje na papir ali vnos podatkov v različne aplikacije. Izoblikovala se je praksa sprotnega diktiranja prepoznanih vrst in števila osebkov v diktafon, kar se kasneje prepiše na fizični popisni list oziroma v elektronsko obliko za arhiv. Po zaključku popisa tako popisovalec porabi še 0,5 ure za digitalizacijo posameznega transektu, kar lahko opravi v času, ko pogoji za popisovanje niso primerni (torej zjutraj ali zvečer ali v deževnih dneh in tako ne porablja časa med 9.00 in 17.00 v lepih sončnih dnevih).

V primeru, da transektni popis izvaja manj izkušeni popisovalec, se lahko čas na transektu bistveno podaljša, lahko se tudi podvoji, zaradi lova in prepoznavne večine osebkov.

Vsi osebki morajo biti določeni do vrste. Zaradi primerljivosti znotraj države morebitni kompleksi vrst zaradi težje določljivosti ne smejo biti regionalno pogojeni. Izkušeni popisovalec bo za kasnejšo določitev/potrditev/preveritev odvzel ali fotografiral največ 10 osebkov (največ iz družine Sesiidae in Zygaenidae). Čas odvzema ali fotografiranja teh osebkov je zanemarljiv.

Izvedbeni načrt

Izvedbeni načrt za transektni monitoring dnevnih večš temelji na naslednjih predpostavkah:

- popise v predvidenem času (največ 90 minut) izvajajo strokovnjaki, ki lahko ob ugodnih vremenskih razmerah v enem dnevu opravijo tudi tri transekte – tako je mogoče 60 popisov izvesti v 20 dneh, preostalih 10 popisov pa v dodatnih petih dneh;
- povprečen čas, ki ga popisovalec porabi za prihod do prvega popisnega območja in za vračanje domov po zaključku dela na tretjem popisnem območju, je približno 2,5 ure;
- povprečen čas med zaključkom enega in začetkom naslednjega transektu, vključno s hojo in premikom z avtomobilom, je približno 1 ura.

Izvajanje popisov od maja do septembra

V primernem dnevu se transekt začne izvajati ob 9.00, kar v primeru povprečnega časa vožnje do prvega transektu (ena ura) pomeni začetek delovnega dne ob 7.00. Prvi transekt naj bo izveden vedno v kmetijskem ekosistemu. Ob zakonskem odmoru je začetek izvajanja drugega transektu v gozdu možen okoli 12.30, začetek tretjega transektu pa ob 15.00. Tretji transekt se zaključi ob približno 16.30. Vrnitev na izhodiščno točko je ob 18.00, ureditev podatkov ($3 \times 0,5$ ure) skupaj z

jutranjim načrtom, pripravo in preverjanjem stanja vseh cest (0,5 ure) istega dne tako predstavlja 12 urni delovnik.

Glede na vremenske razmere izvajanje transektnih popisov računamo na tri delovne dni na teden in tri delovne tedne na mesec. En teden na mesec ostane za rezervo v primeru slabšega vremena, nepredvidljivih dogodkov, zapor cest in podobnih razmer. Glede na razpored kvadratov in verjetnost spremembe (poslabšanja) vremena v posameznem dnevu tako en popisovalec v devetih delovnih terenskih dnevih v mesecu opravi le 25 kvadratov in ne 27 (kot bi jih pričakovali po izračunu $3 \text{ transekti} \times 3 \text{ dnevi} \times 3 \text{ tedni}$).

Izvajanje popisov marca, aprila, oktobra in novembra

V teh mesecih je verjetnost poslabšanja vremena tekom dneva večja, prav tako so dnevi krajši, jutra hladnejša in zato možnost izvedbe transektov v ugodnih vremenskih razmerah manjša kot v poletnih mesecih (maj–avgust). Zato predvidevamo, da bo v večini dneh možno izvesti le dva transekt na dan in le v tretjini primerov tri (kot v poletnih mesecih). Hkrati pa bo verjetno število osebkov in število vrst na transektu manjše, kar pomeni, da bo večino transektov možno izvesti v eni uri.

Za izvedbo 70 transektov (420 popisov), za katero ocenjujemo porabo 1506 ur po zgoraj napisanem scenariju, ves čas potrebujemo tri strokovnjake za nočne vešče, ki bodo na terenu izvajali transektne popise več skoraj vsak primeren dan. Ti strokovnjaki tako v poletnem času ne morejo opravljati nobenega drugega dela, le transektni monitoring dnevnih metuljev v sklopu monitoringa opraševalcev. Za izvedbo 520 popisov je potrebnih 1952 ur.

Alternativne rešitve

V primeru, da bi posamezen popis občasno izvajal prostovoljec oziroma manj izkušena oseba (in ne strokovnjak za dnevne vešče) bo čas izvajanja transektov daljši, tako da sta dnevno lahko izvedena le dva transekt. Dodatno je treba vključiti delo strokovnjaka za koordinacijo in povečati čas za določitev odvzetih osebkov. Ta bi moral zagotavljati dodatno usmerjanje in koordinacijo prostovoljca, določati morebitne fotografirane primerke ter reševati druga strokovna vprašanja, povezana z izvedbo popisa. Ocenjujemo, da bi dodatna obremenitev koordinatorja v takšnem primeru znašala 1 uro na terenski dan, ki ga opravi manj izkušena oseba. V tem primeru bi za izvedbo 420 popisov potrebovali 2310 ur, za 560 popisov pa 3080 ur.

Občasna občanska znanost ali delo s študenti ne pride v poštev, saj neizkušen popisovalec ne more niti opaziti vseh vrst, kaj šele prešteti vse osebke metuljev na transektu. Čas za izvajanje transektov bi se v tem primeru še dodatno podaljšal. Opravljenih bi bilo tudi manj transektov, predvsem pa bi strokovnjaki imeli več dela s prepoznavo več na fotografijah in dodatno komunikacijo s popisovalci. V primeru občanske znanosti je potrebna hitra odzivnost, zato bi moral biti strokovnjak ves čas na voljo neizkušenim popisovalcem, kar pomeni, da v istem času ne bi mogel izvajati svojega transektov. V primeru, da »občan« ali »študent« obvlada dnevne vešče, ga smatramo za strokovnjaka.

Morebitni vpliv vzorčevalca ali časa vzorčenja na podatke

Vrstni red transektov v istem dnevu naj se po potrebi med posameznimi meseci rotira. Prav tako naj se znotraj leta izmenjajo različni strokovnjaki na različnih transektih – ta izmenjava naj bo smiselna glede na območje oziroma regijo popisa, da se posamezen strokovnjak ne vozi na drug konec države. Gozdni transekti se morajo izvajati v najtoplejšem delu dneva, ko so najbolj osončeni.

Tabela 22: Število ur potrebnih za izvajanje terenskega dela monitoringa dnevno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.

STROKOVNJAKI					
terensko delo maj–avg	1 mesec				skupaj maj–avg (4 meseci)
	3 vzorčenja (dan)	mesec (20 terenov)	2 vzorčenja (dan)	mesec (5 terenov)	
priprava	0,5	10	0,5	2,5	50
vožnja	4,5	90	3,5	17,5	430
transekt	4,5	90	3	15	420
prepariranje		0		0	0
določanje		0		0	0
urejanje podatkov	1,5	30	1	5	140
skupaj	11	220	9	45	1060
terensko delo mar, april, sept, okt	1 mesec				skupaj mar, april, sept, okt (4 meseci)
	3 vzorčenja (dan)	mesec (6 terenov)	2 vzorčenja (dan)	mesec (26 terenov)	
priprava	0,5	3	0,5	13	64
vožnja	4,5	27	3,5	91	472
transekt	3	18	2	52	280
prepariranje		0			0
določanje		0			0
urejanje podatkov	1	6	0,5	13	76
skupaj	9	54	6,5	169	892
NEISKUŠENI POPISOVALCI					
terensko delo	2 vzorčenja (dan)	mesec (35 terenov)	420 popisov	560 popisov	
priprava	0,5	17,5	105	160	
vožnja	3,5	122,5	735	980	
transekt	4	140	840	1120	
koordinacija	1	35	210	280	
določanje	1	35	210	280	
urejanje podatkov	1	35	210	280	
skupaj	11	385	2310	3080	

Tabela 23: Število ur potrebnih za izvajanje kabinetnega dela monitoringa dnevno aktivnih nočnih metuljev v Sloveniji na letni ravni.

STROKOVNJAKI			
kabinetno delo	1 popis	420 popisov	560 popisov
digitalizacija	0,5	210	280
dnevna koordinacija	0,5	210	280
priprava preparatov in določitev	1	420	560
skupaj		840	1120
NEIZKUŠENI POPISOVALCI			
kabinetno delo	1 popis	420 popisov	560 popisov
digitalizacija	0,5	210	280
dnevna koordinacija	0,5	210	280
priprava preparatov in določitev	2	840	1120
skupaj		1260	1680

Pavšalna ocena stroškov dela

varianta 1 (strokovnjaki): skupaj 196.320 eur

terensko delo: 107.360 (1952x55)

kabinetno delo: 61.600 (1120x55)

potni stroški: 27.360 €/leto

228 poti: 4 × 25 poti/mesec (maj, jun, jul, avg), 4 × 32 poti/mesec (mar, apr, sept, okt),

povprečen strošek poti je 120 € (250 km, 0,43 €/km, znižana dnevnicca 13,88 €)

varianta 2 (tehnik, delno delujoč AI): skupaj 243.600 eur

terensko delo: 123.200 (3080x40)

kabinetno delo: 92.400 (1680x55)

potni stroški: 28.000 €/leto

280 poti: 35 poti/mesec; strošek poti je 100 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevnicca 13,88 €)

Variant 2 predvideva delno delujoč sistem AI za prepoznavanje nočnih metuljev. Tehniki na terenu fotografirajo vse osebk. Tiste, ki jih AI ne prepozna, odvzamejo in predajo strokovnjakom.

Variant 3 (tehnik, polno delujoč AI): skupaj 182.000 eur

terensko delo: 123.200 (3080x40)

kabinetno delo: 30.800 ((560+280) x55)

potni stroški: 28.000 €/leto

280 poti: 35 poti/mesec; strošek poti je 100 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevnicca 13,88 €)

Variant 3 predvideva popolno delujoč sistem AI za prepoznavanje nočnih metuljev. Tehniki na terenu fotografirajo vse osebk. Ker AI prepozna vse osebk se nobenega ne odvzame.

Varianta 4 (priključitev monitoringa k monitoringu dnevnih metuljev): skupaj 77.130

terensko delo: 24.530 (446x55; marec oktober)

kabinetno delo: 46.200 (1120x55)

potni stroški: 6.400 €/leto

64 poti: 32 poti/mesec marec, oktober), strošek poti je 100 € (200 km, 0,43 €/km, znižana dnevnic 13,88 €)

Varianta 4 predvideva delno delujoč sistem AI za prepoznavanje nočnih metuljev oziroma dodatna znanja strokovnjakov za dnevne metulje. Med dnevno aktivnimi nočniki je kar nekaj vrst, ki jih AI ne bo mogel prepoznati. Ti osebki bodo odvzeti in predani strokovnjakom v določitev.

Opozorilo glede stroškov

Navedeni stroški so podani v neto vrednostih brez DDV. V oceno niso všteti režijski, amortizacijski in drugi pavšalni stroški, saj se ti med organizacijami razlikujejo. Organizacije jih lahko določajo različno med projekti in so pogosto odvisni od pogajanj z naročniki.

Popisovalske kapacitete

V Sloveniji je strokovnjakov za izvajanje popisov dovolj.

Kabinetno delo

Kabinetno delo je ocenjeno na 1,5 ure na popis. Tudi strokovnjaki bodo odvzeli nekaj osebkov težje določljivih vrst na transekt. Te osebkove bodo naknadno določili na podlagi genitalnih preparatov. Za to delo za 420 vzorčenj ocenjujemo dodatnih 630 ur.

Analiza podatkov ali izračun indeksov nista ocenjena.

Beleženje podatkov

- datum,
- čas začetka in konca izvajanja transeкта (uu.mm),
- popisovalec,
- številka transeкта,
- tip habitata (v primeru deljenega transeкта se popisni listi izpolnijo za vsak odsek ločeno),
- okoljski parametri – temperatura (v °C), oblačnost (v oktah), hitrost vetra (v m/s), megla (prisotnost/odsotnost), padavine (prisotnost/odsotnost) in še kateri koli drugi ustrezni parametri, ki lahko vplivajo na zbiranje podatkov;
- seznam vrst in število opazovanih osebkov ter morebitni odvzeti primerki.

3. ZAKLJUČEK

Ocene obsega terenskega in kabinetnega dela temeljijo na izkušnjah ter znanju naših lokalnih strokovnjakov. Ti so ocenili pričakovano število vrst in osebkov na transektih, pri čemer so za vsako skupino jasno navedene tudi ocene predvidenega lova oziroma odvzema osebkov. Naše ocene so večkrat višje od ocen v Potts in sod. (2021) – menimo, da so tam predvidena števila osebkov bistveno prenizka. Avtorji v navedenem delu so na primer ocenili, da bo na posameznem transektu povprečno ujetih le 3,29 čebel in manj kot ena muha trepetavka, medtem ko je predvidena poraba časa za pot, izvedbo transektu in določitev posameznega osebkov zelo podobna našim ocenam. Tudi pričakovano število osebkov, ulovljenih s svetlobnimi pastmi, je bilo ocenjeno zelo nizko. Menimo, da so naše ocene za razmere v Sloveniji bolj realistične.

Tehnično izvedbo monitoringa ter posledično oceno pričakovanega števila osebkov in stroškov je mogoče razmeroma enostavno preveriti s testnimi primeri na terenu. Zato nekatere države že letos izvajajo pilotna terenska testiranja, predvsem za nočne metulje (osebna komunikacija s kolegi iz Avstrije). Že leta 2021 je bilo namreč precej jasno, da bo monitoring oprasevalcev prej ali slej uveden na ravni Evrope, določene pa so bile tudi skupine oprasevalcev, vključene v spremljanje. Za Slovenijo je bilo takrat predvidenih 19 vzorčnih mest.

»Tako Evropski parlament v resoluciji z dne 9. junija kot Svet v sklepih z dne 17. decembra 2020 o Posebnem poročilu Evropskega računskega sodišča št. 15/2020 sta pozvala k odločnejšim ukrepom za boj proti zmanjševanju števila oprasevalcev, k vzpostavitvi okvira za spremljanje oprasevalcev po vsej Uniji ter k jasnim ciljem in kazalnikom v zvezi z zavezo za obrnitev trenda zmanjševanja števila oprasevalcev. Evropsko računsko sodišče je v Posebnem poročilu, objavljenem leta 2020, priporočilo, naj Komisija vzpostavi ustrezne mehanizme upravljanja in spremljanja ukrepov za obravnavo nevarnosti za oprasevalce.«

Zato menimo, da bi bilo smiselno tudi v Sloveniji že v letu 2026 izvesti testne popise, s katerimi bi preverili pričakovano število osebkov in s tem povezane stroške. Predvsem za nočne metulje. Po našem mnenju je naša teoretična ocena dober približek dejanskemu stanju, vendar je treba poudariti, da večina strokovnjakov nima izkušenj s tako dolgimi transektnimi popisi. Tovrstne izkušnje imajo le popisovalci dnevnih metuljev in s 500 m dolgimi transekti popisovalci čebel. Lov s svetlobnimi pastmi je pri nočnih metuljih sicer pogosta metoda, vendar se običajno uporabljajo svetlobne piramide in ne živolovke, ki jih je treba pregledovati zgodaj zjutraj. Piramide se običajno postavi zvečer, delo pa nato poteka ponoči, pogosto vse do jutranjih ur. Pri predvidenem monitoringu pa se od strokovnjakov pričakuje postavitve pasti v večernem času, nato zburjanje sredi noči ter nadaljevanje dela od zgodnjih jutranjih ur dalje.

Pomemben vidik je tudi organizacijska vzpostavitev celotnega procesa monitoringa – od načrtovanja terenskega dela do izračuna končnega indeksa. Za učinkovito delovanje in koordinacijo celotnega monitoringa je treba predvideti najmanj 0,5 FTE. Organizacijska struktura vključuje ustrezne kadre, koordinacijo med sodelujočimi, hrambo, vzdrževanje, kontrolo in obdelavo podatkov. Vsi postopki in procesi morajo biti ponovljivi in sledljivi.

V celinski Sloveniji že potekajo obsežni monitoringi na področju kvalitete vode, gozdne inventure ter spremljanja kmetijskih in gozdnih škodljivcev. Vsi ti imajo vzpostavljeno svojo lastno organizacijsko strukturo. Sistematičnega monitoringa biodiverzitete na ravni države Slovenija nima. Monitoring izbranih vrst Natura 2000 so večinoma vrstno specifični, zato med njimi ni potrebe po

medsebojni koordinaciji. Večji del kmetijske krajine Slovenije trenutno pokriva le transektni monitoring ptic kmetijske krajine (t. i. SIPKK).

V zadnjih letih je bil vzpostavljen sistem NarcIS, ki na enem mestu omogoča hrambo podatkov različnih monitoringov. Kljub temu v Sloveniji (še) nimamo vzpostavljene celovite organizacijske strukture monitoringa biodiverzitete, v katero bi bilo mogoče povezati še monitoring oprasevalcev, kot ga zahteva *Uredba*. Monitoring, kot ga predvideva *Uredba*, je zelo zahteven tako organizacijsko, kot z vidika usklajevanja človeških virov, izvedbe terenskega dela, kontrole kvalitete podatkov, dolgoročne hrambe podatkov in izračunavanja indeksov. Pri tem je treba tudi upoštevati, da vsako novo znanje, ki spreminja taksonomske določitve, združuje ali razdružuje vrste, posledično spreminja vrednosti indeksov. Zaradi tega je treba indekse za potrebe izračuna trendov sproti posodabljanju oziroma ponovno izračunavati. Monitoring oprasevalcev zato zahteva popolno kontrolo in sledljivost zajema, obdelave in spreminjanja podatkov. V primeru določanja vrst z DNK-barkodiranjem morajo biti v podatkovnih bazah shranjene tudi sekvence, ki so bile podlaga za določitev posameznega osebka. Podatki o analiziranih vzorcih in pripadajočih identifikacijah se shranjujejo v mednarodni podatkovni bazi Barcode of Life Data Systems (BOLD). Vzorci in podatki iz nacionalne baze se z navedeno bazo povezujejo prek ustreznih (URL) povezav, kar omogoča sledljivost, primerljivost in dolgoročno dostopnost podatkov. Ob vsakem izračunu indeksov je treba preveriti ali so se v genetskih bazah spremenili taksoni za sekvence zbrane v monitoringu oprasevalcev.

V naši nalogi ti organizacijski stroški še niso bili posebej obravnavani. Ocene ur za posamezne skupine vključujejo le izvedbo terena in digitalizacijo do nivoja prvega vnosa v strukturirano tabelo (npr. xlsx), brez kasnejših popravkov in zagotavljanja sledljivosti sprememb. Po našem vedenju se s slednjim ukvarja tudi Komisija, ki pripravlja tehnično podporo državam članicam. Ta pomoč bo predvidoma omejena predvsem na tehnično infrastrukturo. Za izvajanje tako obsežnega monitoringa, z več kot 1000 terenskimi dnevi letno, pa je nujna vzpostavitev tudi ustreznega koordinacijskega jedra.

Menimo, da so ob polni izvedbi monitoringa stroški celotne koordinacije terenskega dela, vzdrževanja podatkov in sledljivost vseh sprememb podatkov potrebna 2 FTE.

Organizacijske in deloma tudi kadrovske težave bi bile bistveno manjše, če bi v Sloveniji že imeli vzpostavljen monitoring biodiverzitete, kakršen je bil predlagan že leta 2003 (Ferlin s sod. 2003). Že takrat je bila za izvajanje monitoringa prostoživečih živali predvidena vzpostavitev skupine polno zaposlenih in financiranih strokovnjakov, organiziranih na medinstitucionalni ravni.

Če bi bil predlagani monitoring izbranih skupin – med drugim tudi metuljev – takrat dejansko vzpostavljen, bi danes že imeli izkušnje pri organizaciji in izvajanju takšnega sistema oziroma delujoč sistem, na katerega bi bilo mogoče priključiti še monitoring čebel in trepetavk. Verjetno bi bilo mogoče vsaj delno nadaljevali tudi delo na predvidenih popisnih ploskvah, saj je bil že takrat predviden stratificiran način izbora ploskev, ki ga dopušča tudi aktualna *Uredba*. Predlog iz leta 2003 je predvideval stratifikacijo gozdnega in kmetijskega prostora, pri čemer je bil kmetijski prostor dodatno razdeljen na intenzivne in travniško pašniške površine.

V primeru primanjkljaja strokovnjakov je mogoče nabrati material določiti tudi s pomočjo DNK-barkodiranja, kar kot možno metodo predvidevajo tudi Potts in sod. (2021). Vsaj pri čebelah bo treba vzorce kljub temu hraniti še vsaj nekaj let, saj je v primerjalnih knjižnicah sekvenc za območje Balkana še vedno preveč napak za zanesljivo določanje.

Cena DNK-barkodiranja posameznega osebka se med slovenskimi ponudniki precej razlikuje in znaša od 12 do 60 € na vzorec (brez DDV). Večina ponudnikov hkrati ocenjuje, da se bodo stroški te storitve v prihodnosti še zniževali, zato je za okvirne izračune smiselno upoštevati ceno med 15

in 20 € na vzorec. Določitev vseh osebkov do nivoja vrste je tako izvedljiva tudi v primeru nezadostnega števila strokovnjakov.

Čeprav DNK-barkodiranje postaja poceni alternativa klasični taksonomiji, je njegova učinkovita uporaba mogoča šele po vzpostavitvi zanesljivih referenčnih primerjalnih genetskih knjižnic, ki temeljijo na ustrezno določenih zbirkah osebkov. Zato tudi komisija v EPIC projektih spodbuja izdelavo referenčnih primerjalnih zbirk, ki so pomemben sestavni del infrastrukture za izvajanje takšnih monitoringov.

Manjko nekaterih strokovnjakov je potencialno eden ključnih dejavnikov pri izvedbi načrta monitoringa oprasovalcev. Pri obravnavi pomanjkanja človeških virov se lahko sklicujemo na zapis Ivana Kosa v Ferlin (2003): *»Velike kadrovske omejitve, ki jih pri nekaterih živalskih skupinah navajajo specialisti, niso posledica dejanskega pomanjkanja kadrovskega potenciala (obstaja npr. veliko število diplomiranih biologov), temveč so le problem zagotovitve ustrezne finančne podpore države. Če bi le-ta bila zagotovljena, bi bilo mogoče – ob ustreznem dodatnem usposabljanju – zagotoviti precej večje število popisovalcev oziroma računati z večjim možnim obsegom monitoringa.«*

V Sloveniji sistematičnega vlaganja v taksonome skupin oprasovalcev ni. V zadnjih letih je bil na tem področju izveden le en CRP projekt, katerega pomemben dolgoročni rezultat je tudi usposobitev novega strokovnjaka za čebele. Nobena ustanova v Sloveniji ne šola kadra, ki ga država potrebuje za izvedbo monitoringa oprasovalcev. Gre za zelo ozko specializirano znanja, ki zahtevajo dolgoročno usposabljanje.

Posamezniki in institucije v takšna specializirana znanja praviloma ne vlagajo, če v tem ne vidijo jasne koristi. Ena ključnih spodbud je zanesljivo dolgoročno zaposlitev, ki omogoča tudi prenos znanja, ali unovčenje pridobljenega znanja. V nasprotnem primeru strokovnjakov, ki v ta znanja vlagajo svoj prosti čas in lastna sredstva, zahtevano vzorčenje ob določenem času na določenem mestu, ne bo zanimalo. Zato je z vidika dolgoročnega monitoringa oprasovalcev treba graditi na razvoju kadrov. To deloma počne Evropska unija z različnimi projekti vezanimi na oprasovalce, a prepočasi in ne dovolj usmerjeno. Hkrati mora obstajati tudi interes med biologi, ki pa ga verjetno brez ustreznih sistemskih pogojev ne bo v zadostni meri.

Za zagotavljanje prenosa znanja in dolgoročne strokovne kontinuitete je zato nujno takojšnje vzpostavljane sistema mentorstva, rednih usposabljanj in vključevanja novih generacij strokovnjakov. Te je treba ustrezno motivirati, na primer z možnostjo dolgoročne zaposlitve na tem področju, sicer k usposabljanjem ne bodo pristopale. Takšen pristop lahko primerjamo z izobraževanjem zdravnikov specialistov, kjer medicinska fakulteta najprej izobrazi splošne zdravnike, nato pa država glede na potrebe razpiše specializacije.

Ker *Uredba* zahteva trajno in dolgoročno izvajanje monitoringa, njegove izvedbe ni mogoče zagotoviti s projektnimi sredstvi ali letnimi razpisi, ki kader puščajo v finančni negotovosti. Ključno je zato vzpostaviti sistemske pogoje za dolgoročno financiranje stalnih delovnih mest za taksonome, terenske biologe, analitike in koordinatorje.

Resnih alternativnih rešitev za drugačno izvedbo monitoringa ne vidimo. Obstajajo le delne rešitve, pri katerih bi posamezni lokalni strokovnjaki lahko pokrivali omejeno število vzorčnih mest. Pri monitoringu bi tako lahko sodelovali posamezni strokovnjaki iz nekaterih parkov, vendar bi moral biti prevzem obveznosti jasno opredeljen in zagotovljen.

V praksi to pomeni, da je treba zaradi nepredvidljivih okoliščin zagotoviti izvedbo terenskega dela kdaj tudi ob koncih tedna, hkrati pa predvideti delo preko polnega delovnega časa ter ustrezno

nadomeščanje kadra v času dopustov in bolniških odsotnosti. Podobni izzivi se lahko pojavijo tudi pri delu s prostovoljci.

Takšne omejitve odpadejo v primeru, ko monitoring izvaja usklajena ekipa usposobljenih strokovnjakov, ki se medsebojno koordinirajo, dopolnjujejo in nadomeščajo. Delo z neizšolanim ali prostovoljnim kadrom je sicer omejeno že zaradi zahtev *Uredbo*, ki predvideva izračun indeksov, za katere je treba ne le prepoznati, temveč tudi natančno prešteti vse osebkke. Delo z manj usposobljenim kadrom bi bilo izvedljivo le v primeru, da bi bil predviden zgolj indeks vrstne pestrosti (seznam vrst) znotraj leta, brez definiranega vzorčenega napora.

Metoda predvideva razmeroma velik odvzem osebkov trepetavk in čebel, pa tudi precej nočnih metuljev, če bodo strokovnjaki za nočne metulje vključeni le v fazo določanja in manj v terensko delo. Zato je treba zagotoviti, da bodo vsi zbrani osebki, tudi tisti, ki ne bodo določeni, na koncu odloženi v Prirodoslovni muzej Slovenije ali druge referenčne zbirke. Prav tako je smiselno, da se zbrani osebki drugih taksonomskih skupin ne zavržejo.

Za izvedbo vzorčenj in odvzema osebkov je treba urediti vsa ustrezna dovoljenja, vključno z dovoljenji za redni dostop na zasebna zemljišča, za odvzem osebkov na območjih parkov ter za odvzem zavarovanih vrst. Pri izbiri lokacij za transekte ali postavitve svetlobnih pasti se je smiselno izogibati območjem, kjer dovoljenja morda ne bo možno dobiti (npr. naravni rezervati). Pri razporejanju terenskega dela je smiselno upoštevati usposobljenost kadra – manj usposobljeni tehniki naj izvajajo terensko delo na območjih, kjer je manjša verjetnost pojavljanja zavarovanih vrst, s čimer osebkov teh vrst ne bo treba po nepotrebnem odvezovati.

Pri izboru lokacij za transekte predlagamo, da se vsaj v polovici kvadratov vzpostavi enoten ali deljen transekt znotraj istega ekosistema (Slika 16). S tem se zmanjša logistika. V primeru, da bi država želela analize ločeno glede na upravljanje gozdov ali npr. različne tipe kmetijstva, pa se lahko transekte še dodatno razdeli. Vendar je treba poudariti, da takšna dodatna razdelitev podaljšuje čas urejanja podatkov, čeprav na samo terensko delo bistveno ne vpliva.



Slika 16: Možni načini postavitve transektov v posameznem kvadratu.

Predlagani monitoring po skupinah je že optimiziran. Pri vseh skupinah, razen pri nočnih metuljih, je predvidenih največ šest ponovitev. Prav tako je predvideno, da terensko delo opravlja ena oseba, čeprav bi marsikdaj zaradi varnosti pri delu morali biti hkrati na terenu prisotni dve osebi. Dodatna optimizacija monitoringa med posameznimi skupinami je z vidika zmanjševanja stroškov le deloma izvedljiva.

Strokovnjake za nočne metulje bo treba angažirati le za popis nočnih metuljev s svetlobnimi pastmi, čeprav bi v Sloveniji večina poznavalcev nočnih metuljev lahko izvajala tudi popis dnevnih metuljev in popis dnevno aktivnih nočnih metuljev na transektih.

Monitoring dnevno aktivnih nočnih metuljev se v obdobju od aprila do septembra lahko priključi k monitoringu dnevnih metuljev, medtem ko se marca in oktobra izvaja samostojno. V tem primeru se monitoring dnevnih metuljev podaljša za eno uro dnevno, dodatno pa je treba predvideti še kabinetno delo strokovnjakov za določanje osebkov odvzetih metuljev. Strokovnjake za dnevne metulje je v primeru sočasnega izvajanja obeh monitoringov (dnevni metulji in dnevno aktivni nočni metulji) treba dodatno usposobiti za opazovanje in prepoznavanje dnevno aktivnih nočnih metuljev, kar je razmeroma hitro izvedljivo. Čeprav bo v začetni fazi večino osebkov treba odvzeti za natančno določitev, se jih bodo sčasoma naučili prepoznavati tudi na terenu (naučiti se bodo morali prepoznati do 100 novih vrst).

V primeru, da bi ena oseba izvajala transekt za čebele in trepetavke, je realno pričakovati vsaj štiri ure zbranega, fokusiranega dela na transektu. Ob visoki stopnji koncentracije, ki je potrebna za spremljanje žuželk, manjših od 10 mm, je med posameznimi popisi potreben odmor v trajanju vsaj 0,5 ure. Zato bi ista oseba najprej izvedla popis ene skupine, nato pa druge. Na ta način bi lahko ena oseba v enem dnevu izvedla popisa dveh različnih skupin na isti lokaciji. Kljub temu ocenjujemo, da je bolj smotrno, da ena oseba v enem dnevu izvede popise iste skupine na dveh različnih lokacijah. Delo je namreč bolj učinkovito, kadar so strokovnjaki glede na število vrst v posamezni skupini in njihovo ekologijo specializirani za posamezno skupino.

V primeru, da bi dve različni osebi istočasno opravljali transekt za čebele in trepetavke, je treba med prvim in drugim opazovalcem zagotoviti 15-minutni zamik. S tem se zmanjša vpliv motenj na organizme ter prepreči težave, povezane s prehitovanjem ali čakanjem popisovalcev na transektu. Pri obeh skupinah se namreč vsi osebki aktivno lovijo. Če bi se transektu priključil tudi strokovnjak za metulje, bi moral popis začeti prvi, pred ostalima popisovalcema. V primeru racionalizacije stroškov prevoza, bi bila takšna organizacija sicer mogoča, vendar bi to zmanjšalo učinkovitost dela strokovnjaka za metulje, saj zaradi usklajevanja z drugima popisovalcema ne bi mogel opraviti treh transektov dnevno. Vsak poskus optimizacije posameznega stroška vpliv na druge vidike monitoringa (organizacija, izvedba). Z vidika razporejanja dela je zato še vedno najbolj smiselno, da ima vsaka ekipa strokovnjakov svojo organizacijo in koordinacijo dela. Ta pa ni vezana zgolj na običajni osemurni delovnik, temveč tudi na podaljšan delovni čas, ki je pri terenskem delu pogosto odvisen še od drugih zunanjih dejavnikov.

Menimo, da je monitoring opraševalcev kot je napisan, izvedljiv. Vendar pa je treba takoj začeti z vzpostavljanem terenske ekipe. Prav tako je treba čimprej sprejeti odločitev o tipu pasti za lov nočnih metuljev in kupiti vso potrebno opremo.

4. VIRI

- Dennis, E. B., B. J. T. Morgan, S. N. Freeman, T. M. Brereton & D. B. Roy, 2016. A generalized abundance index for seasonal invertebrates. *Biometrics* 72(4): 1305–1314. [<https://doi.org/10.1111/biom.12506>]
- European Commission, 2025. Commission Delegated Regulation (EU) 2025/2188 of 19 September 2025 supplementing Regulation (EU) 2024/1991 by establishing a science-based method for monitoring pollinator diversity and pollinator populations. Official Journal of the European Union, L series.
- Ferlin, F. (ur.), 2004. Razvoj mednarodno primerljivih kazalcev biotske pestrosti v Sloveniji in nastavitve monitoringa teh kazalcev – na podlagi izkušenj iz gozdnih ekosistemov. Sintezno poročilo. CRP projekt 2001–2003. Gozdarski inštitut Slovenije, Ljubljana. 40 str. [Naročnik: MŠZŠ in MOP, Ljubljana].
- Freeman, S. N., N. J. B. Isaac, P. Besbeas, E. B. Dennis & B. J. T. Morgan, 2021. A generic method for estimating and smoothing multispecies biodiversity indicators using intermittent data. *Journal of Agricultural, Biological, and Environmental Statistics* 26: 71–89. [<https://doi.org/10.1007/s13253-020-00410-6>]
- Gogala, A., 2012. New records of bees (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) in Slovenia. *Acta entomologica slovenica*, Ljubljana 20(1): 59–64.
- Gogala, A., 2026. Divje čebele v Sloveniji. Pridobljeno s <https://www2.pms-lj.si/andrej/cebele.htm> [12. 3. 2026]
- Janžekovič, F., 2023. Makroekologija: analiza biodiverzitetnih podatkov. Univerzitetna založba, Univerza v Mariboru, Maribor. [<https://doi.org/10.18690/um.fnm.2.2023>]
- Kočić, A., A. Vujić, T. Tot, M. Janković Milosavljević & M. de Groot, 2023. An updated checklist of the hoverflies (Diptera: Syrphidae) of Slovenia. *Zootaxa* 5297(2): 189–227. [doi: 10.11646/zootaxa.5297.2.2.]
- Massimino, D. in sod., 2025. The breeding bird survey of the United Kingdom. *Global Ecology and Biogeography* 34: e13943. [<https://doi.org/10.1111/geb.13943>]
- Michez, D., M. Boustani, A. Sentil, J. Benrezkallah, N. de Manincor, T. J. Wood, P. Álvarez Fidalgo, M. Aubert, V. Bellotto, P. Biella, P. Bogusch, J. Bosch, T. Brau, K. Browne, F. Carion, L. Castro, B. Cederberg, J. Clay, T. Debont, J. Bila Dubaić, R. Dall'Olio, S. Dellicour, J. Devalez, R. Devorsine, E. Dufrêne, P. De la Rúa, B. De Tandt, D. Evrard, S. Flaminio, W. Fiordaliso, P. Fontana, S. Gadoum, M. Galbany Casals, H. Gaspar, A. Gekière, M. Gérard, B. Geslin, M. Kasperek, J. Kierat, P. L. Kohl, M. Kuhlmann, P. Kryger, N. Leclercq, R. Le Divelec, S. Lemaire, S. Lescot, P. Lhomme, J. Litman, L. Marshall, G. P. McCormack, A. Moro, S. Mudri Stojnić, E. Ockermueller, A. Oleksa, F. J. Ortiz-Sánchez, S. Patiny, J. Paukkunen, A. Perrard, T. Petanidou, M. A. Pinto, S. G. Potts, C. Praz, S. C. L. Put, V. G. Radchenko, P. Rasmont, F. Requier, S. Reverté, S. Risch, S. Rogenstein, P. Rosa, C. Ruiz, B. Rutschmann, R. Santerre, J. Smit, J. Straka, J. Thulier, C. Tourbez, A. Trottet, N. J. Vereecken, P. H. Williams, E. Winter, D. Zimmermann & G. Ghisbain, 2026. Measuring the pulse of European biodiversity using the Red List. *European Red List of Bees*. Brussels, Belgium: European Commission. [doi.org/10.2779/521877]
- Potts, S. G., J. Dauber, A. Hochkirch, B. Oteman, D. B. Roy, K. Ahrné, K. Biesmeijer, T. D. Breeze, C. Carvell, C. Ferreira, U. FitzPatrick, N. J. B. Isaac, M. Kuussaari, T. Ljubomirov, J. Maes, H. Ngo, A. Pardo, C. Polce, M. Quaranta, J. Settele, M. Sorg, C. Stefanescu, & A. Vujić, 2021. Proposal for an EU Pollinator Monitoring Scheme. EUR 30416 EN. Publications Office of the European Union, Ispra [[doi:10.2760/881843](https://doi.org/10.2760/881843), JRC122225.]
- Sevilleja, C. G., C. A. M. van Swaay, N. Bourn, S. Collins, J. Settele, J., M. S. Warren, I. Wynhoff & D. B. Roy, 2019. Butterfly Transect Counts: Manual to monitor butterflies. Report VS2019.016. Butterfly Conservation Europe & DeVlinderstichting/Dutch Butterfly Conservation, Wageningen. Pridobljeno s <https://butterfly-monitoring.net/sites/default/files/Publications/Butterfly%20Transect%20Counts-Manual%20v1.pdf>
- Van Swaay, C., Warren, M., Ellis, S., Clay, J., Bellotto, V., Allen, D.J. and Trottet, A., 2025. Measuring the pulse of European biodiversity. *European Red List of Butterflies*. European Commission, Brussels, Belgium. [doi.org/10.2779/1280375]
- Verovnik, R., 2019. Prenovljeni seznam dnevnih metuljev (Lepidoptera: Papilionidea) Slovenije. *Acta entomologica slovenica*, Ljubljana 27(1): 5–15.

- Verovnik, R., F. Rebeušek & M. Jež, 2012. Atlas dnevnih metuljev (Lepidoptera: Rhopalocera) Slovenije [Atlas of butterflies (Lepidoptera: Rhopalocera) of Slovenia]. Atlas faunae et florae Sloveniae 3. Center za kartografijo favne in flore, Miklavž na Dravskem polju. 456 str.
- Vujić, A., F. Gilbert, G. Flinn, E. Englefield, C. C. Ferreira, Z. Varga, F. Eggert, S. Woolcock, M. Böhm, R. Mergy, A. Ssymank, W. van Steenis, A. Aracil, R. Földesi, A. Grković, L. Mazanek, Z. Nedeljković, G. W. A. Pennards, C. Pérez, S. Radenković, A. Ricarte, S. Rojo, G. Ståhl, L.-J. van der Ent, J. van Steenis, A. Barkalov, A. Campoy, M. Janković, L. Likov, I. Lillo, X. Mengual, D. Milić, M. Miličić, T. Nielsen, G. Popov, T. Romig, A. Šebić, M. Speight, T. Tot, A. van Eck, S. Veselić, A. Andric, P. Bowles, M. De Groot, M. A. Marcos-García, J. Hadrava, X. Lair, S. Malidžan, G. Nève, D. Obreht Vidakovic, S. Popov, J. T. Smit, F. Van De Meutter, N. Veličković, & J. Vrba, 2022. Pollinators on the edge: our European hoverflies. The European Red List of Hoverflies. European Commission, Brussels, Belgium.

PRILOGE

Priloga 1: Seznam vseh vrst čebel, trepetavk in dnevnih metuljev zajetih za vrednotenje.

Ogroženost – kategorija ogroženosti: EN prizadeta vrsta, VU – ranljiva vrsta (Evropski Rdeči seznam; Michez in sod. 2026, Van Swaay in sod. 2025, Vujič in sod. 2022);

Opazanje – opazanje vrste v zadnjih 30 letih;

Makro indikator – indikator makro habitata;

Mikro indikator – indikator mikro habitata;

Razširjenost – število statističnih regij, v katerih je vrsta prisotna;

Točna lokacija – znana točna lokacija pojavljanja, kjer se monitoring lahko izvaja;

Monitoring – razvrstitev vrst glede na vrednotenje;

Skupina	Vrsta	Ogroženost	Opazanje	Specialist	Makro indikator	Mikro indikator	Razširjenost	Točna lokacija	Vsota točk	Monitoring	Opomba
metulji	<i>Coenonympha tullia</i> (Müller, 1764)	EN	1	1	1	1	1	da	6,00	0	monitoring ni smiseln
čebele	<i>Nomada emarginata</i> Morawitz, 1877	EN	1	1	1	1	2	ne	5,91	0	ni točne lokacije
čebele	<i>Nomada errans</i> Lepeletier, 1841	EN	1	1	1	1	3	ne	5,82	0	ni točne lokacije
metulji	<i>Agriades optilete</i> (Knoch, 1781)	VU	1	1	1	1	1	da	5,50	1	
čebele	<i>Dufourea minuta</i> Lepeletier, 1841	VU	1	1	1	1	3	ne	5,32	0	ni točne lokacije
metulji	<i>Leptidea morsei</i> (Fenton, 1881)	VU	1	1	1	1	4	da	5,23	0	monitoring se izvaja
čebele	<i>Andrena pallitarsis</i> Pérez, 1903	VU	1	1	1	1	6	ne	5,05	0	ni točne lokacije
čebele	<i>Rophites quinquespinosus</i> Spinola, 1808	VU	1	1	1	1	6	ne	5,05	0	ni točne lokacije
trepetavke	<i>Microdon mutabilis</i> (Linnaeus, 1758)	VU	1	1	1	1	6	da	5,05	2	
trepetavke	<i>Cheilosia laeviventris</i> Loew, 1857	EN	1	1	1	0	1	da	5,00	3	
trepetavke	<i>Cheilosia morio</i> (Zetterstedt, 1838)	EN	1	1	1	0	2	da	4,91	4	
trepetavke	<i>Cheilosia nivalis</i> (Becker, 1894)	EN	1	1	1	0	2	da	4,91	5	
trepetavke	<i>Cheilosia lenta</i> (Becker, 1894)	EN	1	0	1	1	2	da	4,91	6	
metulji	<i>Phengaris teleius</i> (Bergsträsser, 1779)	VU	1	1	1	1	8	da	4,86	0	monitoring se izvaja
čebele	<i>Colletes graeffei</i> Alfken, 1900	EN	1	1	1	0	4	ne	4,73	0	ni točne lokacije
metulji	<i>Satyrium pruni</i> (Linnaeus, 1758)	VU	1	1	1	1	11	da	4,59	0	vrsta bo zaznavna na transektih
čebele	<i>Anthidium montanum</i> Morawitz, 1864	VU	0	1	1	1	1	ne	4,50	0	ni točne lokacije
čebele	<i>Nomada rhenana</i> Morawitz, 1872	VU	0	1	1	1	1	ne	4,50	0	ni točne lokacije
čebele	<i>Nomada argentata</i> Herrich-Schäffer, 1839	VU	1	1	1	0	1	ne	4,50	0	ni točne lokacije
trepetavke	<i>Chalcosyrphus femoratus</i> (Linnaeus, 1758)	VU	1	1	0	1	2	da	4,41	7	
čebele	<i>Bombus muscorum</i> (Fabricius, 1793)	VU	1	0	1	1	2	da	4,41	8	
čebele	<i>Biastes truncatus</i> (Nylander, 1848)	VU	0	1	1	1	3	ne	4,32		ni točne lokacije
čebele	<i>Nomada alpigena</i> Schwarz, Gusenleitner & Mazzucco, 1999	EN	1	1	0	0	1	ne	4,00		ni točne lokacije
trepetavke	<i>Cheilosia subpictipennis</i> Claussen, 1998	EN	0	1	1	0	1	ne	4,00		ni točne lokacije
čebele	<i>Dufourea inermis</i> (Nylander, 1848)	EN	0	1	1	0	1	ne	4,00		ni točne lokacije

Skupina	Vrsta	Ogroženost	Opažanje	Specialist	Makro indikator	Mikro indikator	Razširjenost	Točna lokacija	Vsota točk	Monitoring	Opomba
trepetavke	<i>Eumerus ruficornis</i> Meigen, 1822	EN	0	1	1	0	1	ne	4,00		ni točne lokacije
trepetavke	<i>Pipiza accola</i> Violovich, 1985	EN	1	1	0	0	1	da	4,00	9	
trepetavke	<i>Callicera fagesii</i> Guérin-Méneville, 1844	EN	1	0	0	1	1	da	4,00	10	
trepetavke	<i>Cheilosia faucis</i> Becker, 1894	EN	1	0	1	0	1	da	4,00	11	
trepetavke	<i>Cheilosia laeviseta</i> Claussen, 1987	EN	1	0	1	0	1	da	4,00	12	
trepetavke	<i>Cheilosia pedemontana</i> Rondani, 1857	EN	1	0	1	0	1	da	4,00	13	
trepetavke	<i>Cheilosia vangaveri</i> Timon-David, 1937	EN	1	0	1	0	1	da	4,00	14	
trepetavke	<i>Eumerus ovatus</i> Löw, 1848	EN	1	0	1	0	1	da	4,00		
trepetavke	<i>Syrphus auberti</i> Goeldlin de Tiefenau, 1996	EN	1	0	1	0	1	da	4,00		
čebele	<i>Nomada incisa</i> Schmiedeknecht, 1882	EN	1	1	0	0	2	ne	3,91		
čebele	<i>Nomada confinis</i> Schmiedeknecht, 1882	EN	0	1	1	0	2	ne	3,91		
trepetavke	<i>Brachyopa bimaculosa</i> Doczkal and Dziock, 2004	EN	1	0	0	1	2	da	3,91		
trepetavke	<i>Cheilosia impudens</i> (Becker, 1894)	EN	1	0	1	0	2	da	3,91		
trepetavke	<i>Neoscasia unifasciata</i> (Strobl, 1898)	EN	1	0	1	0	2	da	3,91		
trepetavke	<i>Pipizella nigriana</i> (Séguy, 1961)	EN	1	0	1	0	2	da	3,91		
trepetavke	<i>Cheilosia crassiset</i> Löw, 1859	EN	1	0	1	0	3	da	3,82		
čebele	<i>Halictus carinthiacus</i> Blüthgen, 1936	EN	1	0	1	0	3	da	3,82	15	
trepetavke	<i>Pipizella bispina</i> Šimič, 1987	EN	1	0	1	0	4	da	3,73		
trepetavke	<i>Cheilosia gagatea</i> Löw, 1857	EN	1	0	1	0	5	da	3,64		
metulji	<i>Euphydryas maturna</i> (Linnaeus, 1758)	VU	1	1	1	0	11	da	3,59		
metulji	<i>Satyrium spini</i> (Denis & Schiffermüller, 1775)	VU	1	0	1	1	11	da	3,59		
čebele	<i>Lasioglossum laeve</i> (Kirby, 1802)	VU	0	0	1	1	1	ne	3,50		
trepetavke	<i>Callicera aenea</i> (Fabricius, 1777)	VU	1	0	0	1	1	da	3,50		
trepetavke	<i>Callicera aurata</i> (Rossi, 1790)	VU	1	0	0	1	1	da	3,50		
trepetavke	<i>Chrysotoxum cisalpinum</i> Rondani, 1845	VU	1	0	1	0	1	da	3,50		
čebele	<i>Andrena aberrans</i> Eversmann, 1852	VU	0	1	1	0	2	ne	3,41		
čebele	<i>Bombus confusus</i> Schenck, 1861	VU	0	0	1	1	2	ne	3,41		
trepetavke	<i>Chrysogaster basalis</i> Löw, 1857	VU	1	0	1	0	2	ne	3,41		
metulji	<i>Colias myrmidone</i> (Esper, 1781)	VU	0	1	0	1	3	ne	3,32		
trepetavke	<i>Brachypalpus chrysites</i> Egger, 1859	VU	1	0	0	1	3	da	3,32		
čebele	<i>Ammobates vinctus</i> Gerstaecker, 1869	EN	0	1	0	0	1	ne	3,00		
čebele	<i>Nomada laticrus</i> Mocsáry, 1883	EN	0	1	0	0	1	ne	3,00		
trepetavke	<i>Paragus bradesui</i> Stanescu, 1981	EN	0	0	1	0	1	ne	3,00		
trepetavke	<i>Paragus finitimus</i> Goeldlin, 1971	EN	0	0	1	0	1	ne	3,00		
trepetavke	<i>Psarus abdominalis</i> (Fabricius, 1794)	EN	0	0	1	0	1	ne	3,00		

Skupina	Vrsta	Ogroženost	Opažanje	Specialist	Makro indikator	Mikro indikator	Razširjenost	Točna lokacija	Vsota točk	Monitoring	Opomba
trepetavke	<i>Eumerus tarsalis</i> Loew, 1848	EN	1	0	0	0	1	da	3,00		
trepetavke	<i>Paragus albifrons</i> (Fallén, 1817)	EN	1	0	0	0	1	da	3,00		
trepetavke	<i>Cheilosia pictipennis</i> Egger, 1860	EN	0	0	1	0	1	da	3,00		
trepetavke	<i>Cheilosia balkana</i> Vujić, 1994	EN	0	1	0	0	2	da	2,91		
trepetavke	<i>Epistrophe leiophthalma</i> (Schiner & Egger, 1853)	EN	1	0	0	0	2	da	2,91		
trepetavke	<i>Cheilosia loewi</i> Becker, 1894	EN	0	0	1	0	2	da	2,91		
čebele	<i>Lasioglossum peregrinum</i> (Blüthgen, 1923)	VU	1	0	0	0	1	ne	2,50		
čebele	<i>Bombus pomorum</i> (Panzer, 1805)	VU	0	0	1	0	1	ne	2,50		
trepetavke	<i>Pipizella zloti</i> Vujić, 1997	VU	1	0	0	0	1	da	2,50		
metulji	<i>Thymelicus lineola</i> (Ochsenheimer, 1808)	VU	1	0	0	0	12	da	1,50		
metulji	<i>Thymelicus sylvestris</i> (Poda, 1761)	VU	1	0	0	0	12	da	1,50		

Priloga 2: Digitalne priloge

1. Excel datoteka **izbor_oprasevalci.xlsx** s tremi listi:

- a. izbor_formula: polja s formulami za izbor številke posameznega tipa območja
- b. fiksna: polja s izbranimi številkami kvadratov po tipih območja
- c. fiksna_urejena: združene izbrane številke kvadratov za povezavo s prostorskim slojem

2. Prostorski sloj izbranih kvadratov v projekciji D96TM:

Ime datoteke:	oprasevalci_izbor.gpkg
Ime podatkovnega sloja:	izbor_kvadratov
Format podatkovnega sloja:	GeoPackage
Število objektov:	170 poligonov, 7 atributnih polj
Atributna polja:	– zap_skup: skupna zaporedna številka kvadrata; – tip: šifra tipa območja; – zap_tip: zaporedna številka kvadrata posameznega tipa območja; – kvadrat: šifra kvadrata iz izbora; – izbor: 1-izbran; 0-izločen; 9-rezerva; – razlaga: razlaga opredelitve ali opomba; – sif_kvad: številka kvadrata iz skupnega nabora za izbor (5062).