

APPUTEKSNĒTĀJU IZPĒTE SKOLAS APKĀRTNĒ

Nodarbību mērķis: Pētnieciskā ceļā izvērtēt skolas apkārtnē pieejamo ekosistēmu nozīmi apputeksnētāju saglabāšanā, izvērtēt novēroto apputeksnētāju saistību ar tiem nozīmīgo resursu pieejamību pētāmajā teritorijā, un balstoties uz rezultātiem argumentēt uzlabojumu nepieciešamību.

Nodarbības formāts: lauka darbs, praktiskais darbs pāros

Nodarbības ilgums: 2 x 40 minūtes.

Nepieciešamie materiāli: skolēna darba lapa, paliktnis, rakstāmais, viedierīce ar kameru, kukaiņa piemērs noteikšanai (2. pielikums), Ilustratīvs Latvijā biežāk sastopamo apputeksnētāju **noteicējs** "Ziedmiļļi" (Latvijas Entomoloģijas biedrība, 2025). Pieejams: <http://www.entomologi.lv/apputeksnetaji/>

Kādi var būt apputeksnētāju pētīšanas mērķi skolā?

Uzskaites pētnieciskie mērķi var būt dažādi, atkarībā no skolas apkārtnē sastopamajām ekosistēmām. Ja apkārtnē ir ļoti vienvēidīga, iespējams veikt uzskaiti ar vienkāršu mērķi **raksturot apputeksnētāju sastāvu** vienā ekosistēmā, lai vēlāk, īstenojot nodarbību "*Kā plānot apputeksnētājiem draudzīgu apkārtni?*", būtu jau zināmi fakti par apkārtnē sastopamajiem kukaiņiem. Ja teritorijā ir sastopami, piemēram, dažādi apsaimniekoti zālāji, iespējams veikt kukaiņu **daudzveidības salīdzinājumu**, uzskaiti veicot gan vienā, gan otrā zālājā. Tāpat iespējams pētīt, kuri apputeksnētāji ir **biežāk sastopami**, savstarpēji salīdzinot to skaitu. Katrā ziņā pētījuma **mērķis ir skaidri jādefinē** pirms metodes izvēles un uzskaites sākšanas, lai skolēniem ir skaidrs kāpēc kas tiek darīts. Iespējams arī izvirzīt **hipotēzi**. Papildus, lai iegūtie rezultāti būtu precīzi saistāmi ar mērķi, ir būtiski definēt pētījuma **mainīgos lielumus**.

Pirms pētījuma uzsākšanas vēlams atkārtot un izmantot "Bioloģija I metodisko materiālu komplekts skolotājiem", temata "7. Vide un organismu evolucionārās pārmaiņas" apakštemata "Kompleksais pētījums" nodarbības "7.11. – 7.12. Kā analizēt kompleksā pētījuma rezultātus" (pieejams skolotājiem autorizējoties portālos www.mape.gov.lv vai www.skolo.lv).

Jāņem vērā, ka uzskaites rezultāti, skolēnu atšķirīgās pieredzes un precizitātes dēļ, būs atšķirīgi, tāpēc izvēloties par mērķi salīdzināt ekosistēmas, vēlams katram skolēnam uzskaiti veikt abās ekosistēmās. Visinformatīvākie rezultāti tiks iegūti, ja pēc lauka darbiem skolēnu iegūtie dati tiek apkopoti un analizēti kopā. Atkarībā no izvēlēta pētījuma dizaina un metodes, modificē darba lapas 2. uzdevuma tabulas pirmo aili.

1. STUNDA

Lauka nodarbība

Pirmās stundas **mērķis** ir iepazīties ar apputeksnētāju uzskaites metodēm, praktiski veikt to uzskaiti lauka apstākļos un raksturot apputeksnētājiem nozīmīgo resursu pieejamību pētāmajā teritorijā.

Kad veikt kukaiņu uzskaiti?

Kukaiņu novērošanai piemērotākais dienas laiks ir no 10.00–17.00, atkarībā no laikapstākļu piemērotības. Piemēroti laikapstākļi ir bezvējš vai lēns vējš (līdz 3 ballēm pēc Boforta skalas jeb līdz 5 m/s), gaisa temperatūra virs 13 °C, ja ir saulains laiks, virs 17 °C, ja ir apmācies. Vislielākā kukaiņu daudzveidība ir novērojama vasarā – jūnijā un jūlijā, tomēr arī mācību gada laikā, maijā un septembrī ir aktīvi gana daudz un dažādi apputeksnētāji. Pirms uzskaites nepieciešams tās apstākļus pierakstīt darba lapas 1. uzdevumā.

Kā uzskaitīt apputeksnētājus?

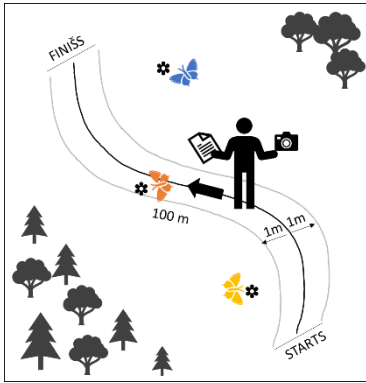
Apputeksnētājus var pētīt, izmantojot dažādas metodes. Vispiemērotākās metodes darbā ar skolēniem ir saistītas ar dzīvu kukaiņu uzskaiti un fotografēšanu. Uzskaiti var veikt maršrutā, parauglaukumā vai meklējot kukaiņus limitētā laikā. Uzskaitē maršrutā un parauglaukumā piemērotas datu savstarpējai salīdzināšanai, savukārt vienkārša teritorijas izstaigāšana limitētā laikā derīga tikai apputeksnētāju sastāva noskaidrošanai. Skolotājs izvēlas piemērotāko metodi atkarībā no iespējām, skolēnu skaita un teritorijas. Vislabāk izvēlēties maršruta vai parauglaukuma metodi, jo tad iespējams iegūt visvieglāk salīdzināmos datus. Jebkuru no uzskaitēm var veikt pāros – viens skolēns atbildīgs par skaita pierakstīšanu, bet otrs par uzskaitīto kukaiņu fotografēšanu. Izvēlēta metode pēc iespējas precīzi ir jāraksturo darba lapas **1. uzdevumā**.

Lauka darbā uzreiz vajadzētu identificēt kukaiņus līdz lielo apputeksnētāju grupu līmenim, piemēram, trīs dienastauriņi, viens naktstauriņš, divas bites utml. Šo informāciju pieraksta darba lapas **2. uzdevumā**. Sīkāku identifikāciju veic nākamajā stundā (skat. zemāk), izmantojot apputeksnētāju noteicēju.

Uzskaitē **maršrutā** (attēls A) ir viena no standarta metodēm entomoloģijā. Tās laikā novērotājs lēni pārvietojoties pa 100 m garu, taisnu vai lauzītu maršrutu, pierakstot visus apputeksnētājus, kas novēroti 2m platā joslā (1m uz katru pusi). Maršruta garumu var nomērīt ar mērlenti pirms uzskaites, vai izmantot kādu no noietā attāluma mērīšanas aplikācijām viedtālrunī. Klasiskā metode (angliski *Pollard walk*) paredz uzskaiti veikt 5x5x5 m iedomātā kastē, jeb platākā joslā (2,5 m uz katru pusi, 5 m uz priekšu un 5 m uz augsu), tomēr tas var būt pārāk apjomīgi priekš skolēniem, tāpēc šeit piedāvāts samazināts uzskaites platums. **Svarīgi** - *ejot maršrutu, uzskaita tikai tos kukaiņus, kas atrodas maršruta robežās (2x100 m), bet kukaiņus, kas lido ārpus tā – neskaita. Vienu kukaiņa individu pieraksta tikai vienreiz.*

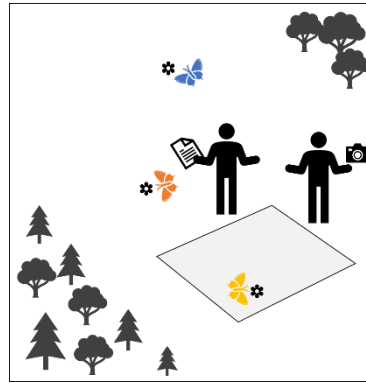
Alternatīvi, uzskaiti var veikt arī **parauglaukumā** (attēls B). Parauglaukums ir labi piemērots vietām, kur ir daudz ziedu, piemēram, ziedošā pļavā vai skolas apstādījumos. Parauglaukuma ierīkošanai nepieciešama mērlente, četri kociņi un striķis (piemēram, dzija). Piemērotākais parauglaukuma izmērs kukaiņu uzskaitē ir 5x5 m. Mazākā parauglaukumā krietni samazinās varbūtība novērot kādu kukaini. Pēc parauglaukuma ierīkošanas pagaida dažas minūtes, līdz izbiedētie kukaiņi atgriežas. Skolēns (vai skolēnu pāris) mierīgi stāv parauglaukuma ārpusē un limitētā laikā (piemēram, 10, 15 vai 20 minūtes) pieraksta visus kukaiņus, kas šķērsojuši parauglaukumu. Alternatīvi, iespējams pierakstīt tikai tos kukaiņus, kas nosēžas ziedos, tādējādi ar garantējot, ka novērotais kukainis tiešām veic apputeksnēšanu. Neskaita tos kukaiņus, kas lido ārpus parauglaukuma, vai kas novēroti pirms vai pēc laika atskaites. Par metodes modifikācijām ir jāvienojas visai klasei pirms pētījuma uzsākšanas, lai datus varētu apkopot.

Visvienkāršākais, bet mazāk zinātniskais kukaiņu izpētes variants ir meklēt kukaiņus **limitētā laikā** (attēls C). Šādu uzskaiti var veikt katrs skolēns individuāli, ar mērķi noskaidrot apputeksnētāju dažādību. Metodes pamatā ir vienkārša ekosistēmas apsekošana, to lēni izstaigājot, un fotografējot visus kukaiņus, kas novēroti izvēlētajā laika intervālā, piemēram 20 minūtēs. Izmantojot šo metodi jāņem vērā, ka novēroto kukaiņu skaits vairs nav standartizēts uz laukuma vienību, tāpēc tas nav kvantitatīvi salīdzināms ar citām ekosistēmām. Tomēr šādi ir iespējams iegūt plašāku informāciju par apputeksnētāju sugu bagātību.



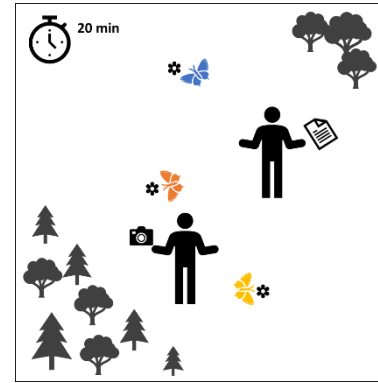
A – uzskaitē maršrutā.

Uzskaitīts tiek tikai oranžais tauriņš, jo tas šķērso uzskaites maršrutu.



B – uzskaitē parauglaukumā.

Uzskaitīts tiek tikai dzeltenais tauriņš, jo tas atrodas parauglaukumā.



C – uzskaitē laikā.

Uzskaitīti tiek visi tauriņi, ja tos paspēj ieraudzīt izvēlētajā laika intervālā.

Ieteikumi kukaiņu fotografēšanai

Lai fotografētu kukaiņus, pietiek ar vienkāršu viedtālruna kameru un nedaudz pacietības. Ievērojot kukaini, to fotogrāfē no attāluma. Tad, lēnām mēģina kukainim pietuvoties, uzņemot arvien tuvākus attēlus, lai palielinātu iespēju to noteikt. Ja skolā ir pieejami entomoloģiskie tīkliņi vai paraugu trauciņi, tad arī tos var izmantot, lai uz brīdi notvertu kukaini un to nofotografētu. Pēc tam kukaini atlaiž.

Dažādiem kukaiņiem atšķiras to noteikšanai būtiskākās pazīmes (skat. noteicēja “Ziedmīļi. Ilustratīvs biežāk sastopamo apputeksnētāju noteicējs” katras kukaiņu grupas ievadu). Kopumā galvenie rakursi veiksmīgai identificēšanai ir sekojoši:

- Bites – no virspuses un sāniem (vēlami vairāki rakursi);
- Lapsenes – no virspuses un sāniem;
- Divspārņi – no virspuses un sāniem (vēlami vairāki rakursi);
- Naktstauriņi – spārnu virspuse;
- Dienastauriņi – spārnu apakša;
- Vaboles – no virspuses.

Kā raksturot teritoriju?

Dažādiem apputeksnētājiem, atkarībā no to dzīves cikla un ekoloģijas, ir atšķirīgi dzīvei nepieciešamie resursi. Kopumā vissvarīgākais resurss, protams, ir ziedošie augi, jo tas ir galvenais barības resurss pieaugušiem kukaiņiem. Tomēr arī citi resursi, piemēram, dzīvs vai atmiris koks, smilšu laukumi, graudzāles un ūdens var būt nozīmīgi dažādām apputeksnētāju sugām. Vairāk par šo resursu nozīmi var iepazīties Latvijas Entomoloģijas biedrības mājaslapas sadaļā “Apputeksnētāji” vai noteicējā “Ziedmīļi. Ilustratīvs biežāk sastopamo apputeksnētāju noteicējs”. Tāpēc, lai skaidrotu kādu kukaiņu klātbūtni vai iztrūkumu, ir būtiski pierakstīt šo resursu pieejamību pētāmajā teritorijā. To dara pirms vai pēc kukaiņu uzskaites, aizpildot darba lapas 1. uzdevumu. Resursus var raksturot tikai pēc to klātbūtnes (darba lapas uzdevumā atzīmējot ar “ir” vai “nav”), vai arī raksturot to pieejamību relatīvās klasēs, piemēram, “nav”, “maz”, “vidēji”, “daudz”. Šādu klašu izmantošana pirms aizpildīšanas ar skolēniem jāizrunā, lai visi tās izmantotu līdzīgi.

2. STUNDA

Apputeksnētāju noteikšana

Otrās stundas **mērķis** ir raksturot apputeksnētāju daudzveidību apsekotajās teritorijās un izvērtēt novēroto apputeksnētāju saistību ar tiem nozīmīgo resursu pieejamību pētāmajā teritorijā.

Atkarībā no lauka nodarbībā konstatēto kukaiņu skaita, šo nodarbību var paildzināt uz vairākām stundām, paredzot arī novērojumu matemātisku analīzi un prezentēšanu. Atkarībā no iespējamā analīzes dziļuma, modificē darba lapas 3. uzdevumu, to papildinot ar vietu grafika izveidi (piemēram, lai salīdzinātu apputeksnētāju skaitu ekosistēmās, vai lai salīdzinātu biežāk novēroto apputeksnētāju skaitu).

Stundas plāns

| Stundas posms | Laiks | Skolotāja darbības | Skolēnu darbības |
|---------------|-------|---|---|
| Aktualizācija | 3 | Aicina paņemt savas darba lapas un iepazīstina ar stundas mērķi. | Paņem iepriekšējās stundas darba lapas un atrod lauka nodarbībā uzņemtas fotogrāfijas. |
| Apjēgšana | 5 | Aicina iepazīties ar apputeksnētāju noteicēju. Izmantojot vienu piemēru (2. pielikums), kopīgi ar skolēniem nosaka vienu kukaini, tādējādi iepazīstinot ar noteicēja izmantošanas principu. Informē, ka vēlamais noteikšanas līmenis ir dzimtas, bet ja attēla kvalitāte un noteicēja iespējas to ļauj, var kukaini noteikt līdz pat sugai. Jo precīzāka noteikšana, jo vairāk ekoloģijas informācijas iespējams iegūt interpretēšanai. | Klausās, piedalās kukaiņa noteikšanā, izskatot redzamās pazīmes. Uzdod jautājumus. |
| | 20 | Aicina patstāvīgi veikt lauka nodarbībā fotografēto kukaiņu noteikšanu. Konsultē pēc nepieciešamības. | Izmantojot lauka nodarbībā uzņemtos fotoattēlus un apputeksnētāju noteicēju, nosaka fotografētos kukaiņus. Papildina darba lapas 2. uzdevuma tabulu |
| | 7 | Aicina atkārtoti iepazīties ar pētījuma mērķi, izvirzīto hipotēzi un mainīgajiem lielumiem, un veidot stabiņu diagrammu. | Apkopo iegūtos rezultātus diagrammā (darba lapas 3. uzdevums), atbilstoši pētījuma mērķiem. |
| Refleksija | 4 | Aicina pildīt 4. uzdevumu darba lapā un dalīties ar galvenajām novērotajām sakarībām un argumentēt uzlabojumu nepieciešamību. | Pilda darba lapas 4. uzdevumu. Piedaloties diskusijā dalās ar iegūtajiem rezultātiem, galvenajām novērotajām sakarībām, iespējām uzlabot pētījumu. |
| | 1 | Iepazīstina, ka nākamajā stundā būs jā sagatavo jau konkrētāki praktiski ierosinājumi apputeksnētāju daudzveidības palielināšanai vai saglabāšanai pētītajā skolas apkārtnē. | |

Atsauce uz izglītības standartu: Nodarbību ciklu īsteno apgūstot 8.2. tematu "Ekosistēma". Nodarbības veidotas galvenokārt vidusskolas vecumposmam, tomēr uzdevumus vienkāršojot un pielāgojot, to iespējams īstenot arī pamatskolā. Īstenojot nodarbības tiek strādāts ar sasniedzamajiem rezultātiem Nr. 8.2.1. un 8.2.2.

Pamatizglītības (1.-9. klase) sasniedzamie rezultāti (MK noteikumi Nr. 747):

| Beidzot 3. klasi | Beidzot 6. klasi | Beidzot 9. klasi |
|--|--|---|
| 8.2. Ekosistēma | | |
| 8.2.1. Attēlo ar piemēriem, kas var augt un dzīvot tuvākajā apkārtnē, pļavā, mežā un purvā, novērojot, izmantojot piedāvātos informācijas avotus, lauka darbā iegūtos novērojumus, IKT | 8.2.1. Salīdzina cilvēku veidotās (pilsēta, parks) un dabiskās (mežs, purvs, pļava) ekosistēmas pēc sugu daudzveidības (augi, dzīvnieki, sēnes) un dabas apstākļiem (temperatūra, mitrums, augsnes slāņu biežums un krāsa, iežu daļiņu izmērs), veicot novērojumus, lauka darbu un modelējot | 8.2.1. Salīdzina Latvijai raksturīgās ekosistēmas pēc sugu daudzveidības (augi, sēnes, gliemji, posmkāji, mugurkaulnieki), dabas apstākļiem (temperatūra, nokrišņu daudzums un režīms, augsnes tips, apgaismojums), izvietojuma, veicot lauka darbu un modelējot. |
| | 8.2.2. Parāda saistību starp organismu, sugu un ekosistēmu, novērojot un izmantojot IKT | |

Vidējās izglītības (10.-12. klase) sasniedzamie rezultāti (MK noteikumi Nr. 416):

| Vispārīgais apguves līmenis | Optimālais apguves līmenis | Augstākais apguves līmenis |
|--|--|---|
| 8.2. Ekosistēma | | |
| 8.2.2. Rada ilgtspējīgus lokālas ekoloģiskās problēmas risinājumus un piedāvā esošu risinājumu uzlabojumus, izvērtējot problēmsituāciju un veicot pētījumu | 8.2.2. Izvērtē dažādu ekosistēmu ekoloģisko un saimniecisko nozīmi, veicot pētījumu un raksturojot ekosistēmas pēc dažādiem kritērijiem | |
| 11.1. Kompleksu problēmu risināšana | | |
| 11.1.1. Risina sadzīves situācijās ar dabaszinātniskajām zināšanām saistītas aktuālas problēmas pētnieciskā ceļā, organizējot pētniecisko procesu, veidojot kritērijus risinājumu izvērtēšanai | 11.1.1. Risina kompleksas dabaszinātniskas problēmas pētnieciskā ceļā individuāli vai sadarbojoties, patstāvīgi organizējot pētniecisko procesu, veidojot kritērijus risinājumu izvērtēšanai | 11.1.1. Risina kompleksas dabaszinātniskas problēmas pētnieciskā ceļā individuāli vai sadarbojoties, patstāvīgi izvēloties problēmu, organizējot pētniecisko procesu, veidojot kritērijus risinājumu izvērtēšanai |
| 11.8. Sadarbība un komunikācija pētniecībā | | |
| 11.8.1. Komunicē par vienkārša pētījuma rezultātiem un lietišķu problēmu risinājumiem, izmantojot atbilstošu komunikācijas veidu, starpdisciplināru terminoloģiju un informācijas tehnoloģijas | 11.8.1. Komunicē par pētījuma rezultātiem, kompleksu problēmu risinājumiem, zinātniskiem argumentiem, skaidrojumiem un idejām (parādības, procesa un/vai sistēmas darbība, cilvēka–vides mijiedarbība), izvēloties dažādām auditorijām un mērķiem atbilstošu komunikācijas veidu (mutiska, grafiska, rakstiska, matemātiska), izmantojot dabaszinātnēs pieņemtu terminoloģiju un informācijas tehnoloģijas | 11.8.1. Komunicē par pētījuma rezultātiem, kompleksu problēmu risinājumiem, zinātniskiem argumentiem, skaidrojumiem un idejām (parādības, procesa un/vai sistēmas darbība, cilvēka–vides mijiedarbība), izvēloties dažādām auditorijām un mērķiem atbilstošu komunikācijas veidu (mutiska, grafiska, rakstiska, matemātiska), komunikācijas kanālus (tiešā komunikācija, prese, internets, televīzija) un struktūru, izmantojot dabaszinātnēs pieņemtu terminoloģiju un IT, visos darbību posmos izvēlas darboties individuāli vai sadarboties grupā, sadalot pienākumus saskaņā ar pieņemto pētījuma plānu un iekšējās kārtības noteikumiem. |

Kukaiņa piemērs noteicēja izmantošanas apgūšanai



Noteikšanas gaita:

1. Vispirms iepazīstas ar noteicēja sadaļu **“Kā lietot noteicēju?”**.
2. Tad pāriet uz sadaļu **“Galveno apputeksnētāju grupu noteikšana”**. Apskata atbilstību galvenajām noteikšanas pazīmēm starp sešām lielajām apputeksnētāju grupām. Konstatē, ka šim kukainim ir lieli, krāsaini spārni un vāļišveida antenas, kā arī spārni sakļaujas taisni virs muguras. Tātad šis kukainis ir dienastauriņš.
Piezīme: ja kukainis neatbilst nevienai no šīm grupām, tas visticamāk nav apputeksnētājs (piemēram, spāres, cikādes, blaktis u.c.). Šiem kukaiņiem ir atšķirīga loma ekosistēmā.
3. Pāriet uz sadaļu “Dienastauriņi”. Ievadā iepazīstas ar to galvenajām **noteikšanas pazīmēm**.
4. Pāriet uz **tēžu-antitēžu noteicēju**. Secīgi iet cari tēzēm:
 - 1. tēze. Taustekļi ir paplašināti, spārni ir krāšņi un sakļauti virs ķermeņa. Tātad atbilst tēzei (nevis antitēzei), un tālāk jālasa 2. tēze.
 - 2. tēze. Taustekļi ir vāļišveida, jeb paplašinājums ir tikai tā galā. Tātad šis tiešām ir dienastauriņš, nevis dienā aktīvs, krāšņs naktstauriņš (raibspārnis), un tālāk jālasa 3. tēze.
 - 3. tēze. Spārnu pamattonis šim tauriņam ir zils, nevis balsts vai dzeltens, tāpēc pazīme atbilst antitēzei un tālāk jālasa 8. tēze.
 - 8. tēze. Spārnu virspuses dominējošā krāsa ir zila, tauriņš ir neliels. Tātad atbilst antitēzei un tālāk jālasa 9. tēze.
 - 9. tēze. Attēlā redzams, ka šim tauriņa spārnu apakšā ir melni punktiņi. Tātad šis tauriņš pieder zeltainīšu Lycaenidae dzimtai.
5. Tālāk pāriet uz zeltainīšu dzimtas **sugu piemēriem**. Redzams, ka dzimtā pieder gan zeltainīši, gan zilenīši. Šis tauriņš ir zilenītis, jo tam spārnu virspuse ir zila, nevis oranža. Salīdzinot šo tauriņu spārnu apakšu īpašības redzams, ka šim tauriņam nav apakšspārna malā zili “spoguļīši” kā viršu zilenītim. Viņu zilenītis ir līdzīgāks, tomēr tam ir mazāks oranžu laukumu apjoms. Tātad, šī apskatītā suga ir cita, noteicējā neiekļauta zilenīšu suga.
6. Tālāk, ja skolēns vēlas, var izpētīt papildus informācijas avotus, kas norādīti dienastauriņu sadaļas ievadā. To izmantojot, iespējams noteikt šo sugu – parastais zilenītis *Polyommatus icarus*.