

# Razumijevanje značaja oprašivanja kukcima

---

Arifović, Klara

Master's thesis / Diplomski rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Veterinary Medicine / Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:178:120174>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-11-27**



Repository / Repozitorij:

[Repository of Faculty of Veterinary Medicine -  
Repository of PHD, master's thesis](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
VETERINARSKI FAKULTET**

**KLARA ARIFOVIĆ**

**Razumijevanje značaja oprašivanja  
kukcima**

**DIPLOMSKI RAD**

Zagreb, 2021.

**Sveučilište u Zagrebu**  
**Veterinarski fakultet**  
**Zavod za biologiju i patologiju riba i pčela**

**PREDSTOJNIK:**

Izv. prof. dr. sc. Emil Gjurčević

**MENTORI:**

Prof. dr. sc. Ivana Tlak Gajger

Doc. dr. sc. Danilo Bevk

Članovi povjerenstva za obranu diplomskog rada:

1. Prof. dr. sc. Srebrenka Nejedli
2. Doc. dr. sc. Danilo Bevk, Biološki institut Slovenije
3. Prof. dr. sc. Ivana Tlak Gajger
4. Dr. sc. Josipa Vlainić, Institut Ruđer Bošković (zamjena)

*Rad je izrađen na Zavodu za biologiju i patologiju riba i pčela na Veterinarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu.*

## SADRŽAJ

|  |    |
|--|----|
| 1. UVOD.....   | 1  |
| 2. PODACI IZ LITERATURE .....                          | 3  |
| 2.1. Oprašivanje .....                                 | 3  |
| 2.2. Umjetno oprašivanje.....                          | 5  |
| 2.3. Kukci oprašivači .....                            | 6  |
| 2.3.1. Medonosna pčela ( <i>Apis mellifera</i> ) ..... | 6  |
| 2.3.2. Bumbari ( <i>Bombus</i> ) .....                 | 11 |
| 2.3.3. Solitarne pčele .....                           | 14 |
| 2.3.4. Muhe trepetavke ( <i>Syrphidae</i> ) .....      | 16 |
| 2.3.5. Kornjaši ( <i>Coleoptera</i> ) .....            | 18 |
| 2.3.6. Leptiri ( <i>Lepidoptera</i> ) .....            | 19 |
| 2.3.7. Ugroženost oprašivača .....                     | 21 |
| 3. MATERIJAL I METODE .....                            | 24 |
| 3.1. Anketni upitnik .....                             | 24 |
| 3.2. Uzorci .....                                      | 24 |
| 3.3. Sakupljanje podataka.....                         | 24 |
| 3.4. Izgled anketnog upitnika .....                    | 25 |
| 4. REZULTATI.....                                      | 29 |
| 5. RASPRAVA .....                                      | 47 |
| 6. ZAKLJUČCI.....                                      | 49 |
| 7. POPIS LITERATURE.....                               | 50 |
| 8. SAŽETAK .....                                       | 53 |
| 8. SUMMARY .....                                       | 54 |
| 9. ŽIVOTOPIS .....                                     | 55 |

## **Popis slika**

**Slika 1.** *Apis mellifera*.

**Slika 2.** *Bombus terrestris*.

**Slika 3.** *Osmia ruffa*.

**Slika 4.** *Syrphidae*.

**Slika 5.** *Titaneus giganteus*.

**Slika 6.** *Lepidoptera*.

## **Popis tablica**

**Tablica 1.** Spolna struktura anketiranih učenika.

**Tablica 2.** Prikaz autora i izdavača knjiga iz prirode i biologije u osnovnim školama.

## **Popis grafikona**

**Grafikon 1.** Odgovor na pitanje Gdje živim?

**Grafikon 2.** Odgovor na pitanje Koliko prehrane stanovništva ovisi o oprašivanju kukcima?

**Grafikon 3.** Odgovor na pitanje Što bi se dogodilo s hranom za stanovništvo ukoliko više ne bi bilo oprašivača?

**Grafikon 4.** Odgovor medonosne pčele.

**Grafikon 5.** Odgovor slobodnoživuće pčele.

**Grafikon 6.** Odgovor muhe trepetavke.

**Grafikon 7.** Odgovor kornjaši.

**Grafikon 8.** Odgovor leptiri.

**Grafikon 9.** Odgovor medonosne pčele.

**Grafikon 10.** Odgovor slobodnoživuće pčele.

**Grafikon 11.** Odgovor muhe trepetavke.

**Grafikon 12.** Odgovor kornjaši.

**Grafikon 13.** Odgovor leptiri.

**Grafikon 14.** Odgovor na pitanje Kako se u velikim stanovnicima oprašuje rajčica?

**Grafikon 15.** Odgovor na pitanje Koje od ispod navedenih biljaka oprašuje vjetar?

**Grafikon 16.** Odgovor na pitanje Približno koliko vrsta pčela je dosad nađeno u Hrvatskoj?

**Grafikon 17.** Odgovor klimatske promjene.

**Grafikon 18.** Odgovor intenzivna poljoprivreda.

**Grafikon 19.** Odgovor širenje gradova.

**Grafikon 20.** Odgovor bolesti.

**Grafikon 21.** Odgovor uvoz bumbara.

**Grafikon 22.** Odgovor na pitanje Kako prema Vašem mišljenju osigurati uspješno oprašivanje kukcima u budućnosti?

**Grafikon 23.** Odgovor na potpitanje Bumbari žive u zajednicama slično kao i medonosne pčele.

**Grafikon 24.** Odgovor na potpitanje Bumbari su sporiji nego medonosne pčele.



**Grafikon 25.** Odgovor na potpitanje Bumbari lete pri nižim vanjskim temperaturama nego medonosne pčele.

**Grafikon 26.** Odgovor na potpitanje Bumbari pri slijetanju protresu cvijet pa je oprašivanje uspješnije.

**Grafikon 27.** Odgovor na potpitanje Što su bumbari veći to im pesticidi manje štete.

**Grafikon 28.** Odgovor na potpitanje Bumbari su bolji prenosioci cvjetnog praha nego medonosna pčela.

**Grafikon 29.** Odgovor na potpitanje Slobodnoživući oprašivači žive i u gradovima.

**Grafikon 30.** Odgovor na potpitanje Solitarne pčele svoja gnijezda brane ubodima žalcem.

**Grafikon 31.** Odgovor na potpitanje Slobodnoživući kukci i oprašivači su više ugroženi nego medonosne pčele.

**Grafikon 32.** Odgovor na pitanje Imate li pčelara u obitelji?

**Grafikon 33.** Odgovor na pitanje Koji od ispod nabrojanih kukaca su opasni i zato ih se bojiš?

## ZAHVALE

*Zahvaljujem mentorima, prof. dr. sc. Ivani Tlak Gajger i doc. dr. sc. Danilu Bevk na pruženoj prilici i pomoći prilikom izrade diplomskog rada, kao i djelatnicima Zavoda za biologiju i patologiju riba i pčela na ukazanoj pomoći.*

*Također zahvaljujem cijeloj obitelji, ponajviše roditeljima i prijateljima, posebno kolegi dr. med.vet. Siniši Faraguni na trudu kroz svih šest godina studiranja, bezuvjetnoj podršci i odricanjima. Svom partneru zahvaljujem na požrtvornosti, a ponajviše strpljenju. Bez njih sve ovo ne bi bilo moguće.*



*Zahvaljujem i svim malim i velikim osnovnoškolcima bez kojih rad ne bi bio potpun.*

## 1. UVOD

U današnjem modernom svijetu, čovječanstvo je u potpunosti orijentirano na tehnologiju, pritom gubeći povezanost s prirodom. Mlađi naraštaji naviknuti su na gotove proizvode koji se nalaze na policama velikih ili malih prehrambenih lanaca, ne razmišljajući o njihovom porijeklu. Mnogi od njih nažalost nisu ni upoznati s pojmom oprašivanja, a posebno poveznicom na proizvodnju hrane koju svakodnevno konzumiramo.

Oprašivanje je proces koji povezuje prirodni ekosustav s onim kojeg kontrolira čovjek, te uvelike ovisi o simbiozi ova dva sustava. Današnjim razvojem gradova i tvornica, čovjek uvelike uništava prirodna staništa kukaca oprašivača, od kojih su najvažniji medonosna pčela (*Apis mellifera*), drugi korisni kukci (*Insecta*) i ptice (*Aves*), te na taj način onemogućava njihov prirodni razvoj. Kako bi se naglasila važnost kukaca oprašivača, dovoljno je napomenuti kako oprašivači utječu na 35 posto svjetske proizvodnje poljoprivrednih usjeva, prilikom čega izravno povećavaju proizvodnju čak 87 važnih poljoprivrednih usjeva (FOLNOVIC, 2020.). Značaj oprašivanja biljaka vidljiv je u mnogim aspektima poljoprivredne proizvodnje. To proizlazi iz činjenice da ukoliko oprašivanje nije primjenjivano u svom punom potencijalu, uzgojeni poljoprivredni proizvodi neće dosegnuti količinu ni kvalitetu hranjivih tvari koja bi se u njima trebala nalaziti. Osim u proizvodnji hrane, dovoljan broj kukaca oprašivača pridonosi održavanju bioraznolikosti. Od najranijih vremena, ljudi su spoznali važnost kukaca i vrijednost njihovih zajednica. Spoznali su važnost korištenja biljaka u prehrani, medicini te kozmetici. Osim toga, kukci oprašivači se u brojnim kulturama povezuju s plodnošću, snagom, nosiocima darova te glasnicima. O tome nam govori činjenica da postoji čitava znanost naziva etnobotanika koja, osim što proučava odnose između biljaka i životinja, proučava kako pojedine kulture i regije koriste kukce oprašivače i slobodnoživuće biljke.

Unatoč razvoju tehnologije, kod velikog broja stanovnika javlja se potreba za naglašavanjem važnosti očuvanja prirodnih ekosustava. Mnogi istomišljenici danas osnivaju udruge kojima se bore za zaštitu prirodnih staništa i klimatskih uvjeta, vraćaju se prirodi te o tome pokušavaju educirati javnost. Svjedoci smo promjena koje se događaju našem planetu iz dana u dan, educiramo odrasle ljude koji su već izgrađeni te nisu skloni mijenjati svoja mišljenja. Mnogi od njih nikada nisu naučili važnost ni značaj prirodnih kukaca oprašivača, a kod mnogih još uvijek postoji strah i odbojnost od kukaca kojeg onda prenose na mlađe generacije. Kako bi svom planetu i svojim najvažnijim radnicima kukcima oprašivačima

omogućili kvalitetan razvoj, važno je, osim šire javnosti, povećati obrazovanje mladih ljudi, djece, koji se još uvijek nalaze u ranim fazama školskog sustava.

Stoga je cilj rada bio pomoću ankete provjeriti da li se i kojom se važnosti svakodnevno govori o kukcima oprašivačima i koliko su učenici osnovnih škola diljem Republike Hrvatske upoznati s njima, njihovom građom, navikama, prirodnim staništima i u konačnici važnosti za održavanje bioraznolikosti u prirodi. Bitno je provjeriti i proširiti znanje o opisanoj tematici, jer kukce oprašivače moguće je spasiti jedino obrazovanjem mladih ljudi.

## 2. PODACI IZ LITERATURE

### 2.1. Oprašivanje

Oprašivanje je prenošenje cvjetnih ili peludnih zrnaca s prašnika tučak cvijeta. Baš kao i u ljudskoj zajednici, kukci oprašivači su genetski programirani za očuvanje svoje vrste. U biologiji je opće poznato da za nastavak neke vrste mora postojati sjeme koje se potom oplođuje i raste u novu jedinku. Isto tako, biljke pomoću svojih cvjetova stvaraju neoplođeno sjeme, koje kako bi se razvilo mora doći do iste takve jedinke koje ga je sposobna prihvatiti i nastaviti razvoj nove generacije. Biljke kao jedinke, nisu u mogućnosti samostalno prenositi pelud s jedne na drugu, te ovise o mnogim vanjskim čimbenicima. Oprašivanje pomoću vjetra naziva se anemofilija, pomoću vode hidromofilija, ali najveći postotak oprašivanja vrši se procesom zoidofilije, odnosno pomoću kukaca oprašivača. Ovisno pomoću koje životinjske vrste se oprašuju, postoje različite vrste biljaka. One koje se oprašuju s pomoću ptica nazivaju se ornitofilne, s pomoću šišmiša ciropterofilne, puževa malakofilne i kukaca entomofilne. Iako je proces oprašivanja jedan od najbitnijih procesa u održavanju raznolikosti biljaka, on se zapravo događa sasvim slučajno. Kod nekih uzgajanih biljaka kao što je npr. breskva uočeno je kako su samoplodne odnosno autofertilne, te zbog toga posjeduju mogućost samooprašivanja. Samooprašivanje je proces u kojem se pelud jedne biljke oprašuje sa vlastitim peludnim praškom. Iako u prirodi, osim navedene kulture postoje još neke biljke s istom sposobnošću, ipak se bolji rezultati postižu oprašivanjem biljaka pomoću prenositelja.

Istraživanja su pokazala kako na samooprašivanje otpada svega pet posto biljaka, dok se s pomoću kukaca oprašuje oko 85 posto, pri tome misleći na opnokrilce koji su zaslužni za 50%, dok na medonosnu pčelu (*Apis mellifera*) otpada gotovo 72 posto (PERUŠIĆ, 1961.). Već se u ranim počecima moderne poljoprivrede velika važnost pridavala kukcima oprašivačima. Oprašivači imaju važnu ulogu u održavanju raznolikosti biljaka, te samim time i u proizvodnji hrane za ljude i životinje (TLAK GAJGER, 2020.). Naime, kukci oprašivači, u potrazi za hranom dolaze na cvijet gdje im se na tijelo zalijepi peludni prah. Do druge biljke dolaze zbog istog razloga te prilikom hranjenja sa sebe stresu dio peludnog praha koji potom ulazi u biljku. Jednom kad je pelud s muškog dijela biljke došla u doticaj s ženskim dijelom biljke, izgledne su tri situacije. Za očuvanje prirode najbolja je ona u kojoj dolazi do oplodnje te samim time i razvojem i rastom ploda. Dvije manje zahvalne situacije su one u kojima dolazi do djelomične oplodnje te takav plod ili sjeme nije u mogućnosti sudjelovati u daljnjem razmnožavanju ili ne dođe do oplodnje. Mnogi čimbenici utječu na uspješnost oprašivanja. Svi

kukci oprašivači, posebice medonosna pčela, više su privučeni biljkama žarkih boja i intenzivnijeg mirisa. Kako bi lakše pronašli biljke za oprašivanje, kukcima oprašivačima bitni su vanjski uvjeti, poput temperature, svjetlosti i vedrine. Zbog toga, za nepovoljnih vremenskih prilika u vrijeme cvatnje, dolazi do smanjenog obima oprašivanja, te samim time plodovi ostaju bez dovoljnog broja sjemenki (KANTOCI, 2008.). Dokazano je kako biljke s većim brojem sjemenki, posebice kod mladih plodova sadrže hormone koji pospješuju diobu stanica, te dotok hranjivih tvari zbog kojeg su sami plodovi veći i veće kvalitete, dok biljke s manje sjemenki imaju cvjetove i plodove nepravilnih oblika, zaostaju u rastu te ni sami kasnije nisu u mogućnosti razmnožavati se (KANTOCI, 2008.).

U današnjim klimatskim uvjetima, još je više vidljiv problem s kojim se susreću mnogi poljoprivrednici. Gubitak zelenih površina dovodi do toga da kukci oprašivači nemaju dovoljno hrane, temperature u doba najvećeg cvata preniske su, dok jake oborine u svim godišnjim dobima zaustavljaju normalan proces oprašivanja, posebice kod bumbara i medonosne pčele (EUROPSKI REVIZORSKI SUD, 2020.). Povećana upotreba pesticida i insekticida dovela je do velikog pomora oprašivača, a prometom i globalnom trgovinom došlo je do unošenja novih invazivnih vrsta koje predstavljaju ugrozu za domaće vrste pčela. Osim prirodnih uvjeta koji dovode do smanjenog oprašivanja, u zadnje vrijeme javlja se i ekonomski problem. U zemljama svijeta, ponajviše u Sjevernoj Americi postoji praksa tzv. iznajmljivanja pčela za oprašivanje poljoprivrednih kultura. Takva praksa pogoduje poljoprivrednicima koji u kasnu zimu iz raznih dijelova SAD-a uvoze više od dva milijuna pčelinjih zajednica u Kaliforniju kako bi oprašivale cvjetove badema (KIMBROUGH, 2020.). Međutim, zbog smanjenja broja oprašivača, raste cijena takve trgovine, te si mnogi poljoprivrednici više nisu u mogućnosti priuštiti prirodne kukce oprašivače tijekom cijele godine što naposljetku dovodi i do pada proizvodnje. Osim velikih troškova, sam prijevoz pčela uvelike utječe na povišenu razinu stresa i velike gubitke. Idući problem s kojim se susreću pčelinje zajednice je jednoličnost hrane u prirodi. Za normalan rast i razvoj kukaca oprašivača potrebna je različitost biljaka, dok su „iznajmljene“ pčele, tijekom nekoliko mjeseci osuđene na samo jednu vrstu paše, zbog čega često dolazi do slabljenja zajednica i posljedične podložnosti bolestima.

Gledano s ekonomskog stajališta, oprašivanje ima najveću vrijednost u razvoju poljoprivrede. Vrijednost oprašivanja se procijenjuje na 235 do 577 milijardi američkih dolara godišnje. U zadnjih 50 godina, u poljoprivrednim gospodarstvima, došlo je do povećanja potrebe za kukcima oprašivačima za čak 300 posto (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION, 2019.).

## 2.2. Umjetno oprašivanje

Zbog kombinacije ekonomskih i prirodnih nepogoda, sve je manji broj zdravih i za oprašivanje sposobnih kukaca oprašivača, te se javlja sve veća potreba za umjetnim oprašivanjem, odnosno oprašivanjem uz pomoć čovjeka. U manjim područjima, umjetno se oprašivanje odvija ručno. Dakle, čovjek manualno prenosi pelud s jednog cvijeta na prašnik drugog i na taj način ih oploduje. Međutim, veliki nedostatak je vremenski čimbenik. Čovjeku je potrebno puno više truda i vremena kako bi na ovaj način oplodio samo jednu monokulturu, dok je gotovo nemoguće zamisliti kako bi čovjek u potpunosti mogao zamijeniti kukce oprašivače. Imajući na umu kako pčele nisu jedini oprašivači, a samo njihov broj prelazi ukupni broj ljudi na zemlji, može se pretpostaviti kako ljudska ruka ne može zamijeniti kukce oprašivače.

Današnjim razvojem tehnologije, došlo je do mnogobrojnih ideja kako bi se pokušalo nadomjestiti smanjenje broja populacija kukaca oprašivača. Jedna od vodećih ideja su mikro-dronovi. Ideja je bila konstruirati dronove koji bi veličinom i težinom bili što sličniji pčelama te na taj način osigurali da biljke ostanu neoštećene. Takvo istraživanje provedeno je 2017. godine u Japanu (MYAKO i sur., 2017.). Razvijen je dron veličine četiri centimetra koji na svom donjem dijelu ima ljepljive dlačice pomoću kojih bi pelud s jednog cvijeta prenio na drugi. Pokus je bio djelomično uspješan. Cvijeće je uspješno oplodeno, no dolazilo je do mehaničkog oštećenja cvijetova. Pokus su pokušali ponovno, no ovaj put, vodeći znanstvenik dobio je ideju kako bi s pomoću dronova mogao ispuštati balončiće. U laboratoriju su odabrali one detergente koji ne ometaju klijanje te su u laboratoriju uz pomoć običnih vodenih pištolja, uspješno oplodili cvjetove kruške. Idući korak bilo je provesti istraživanja u terenskim uvjetima. To su proveli u voćnjaku gdje su uspješno, unatoč vanjskim uvjetima, uspjeli oploditi kruške, koje su potom urodile plodovima. Izračunali su kako je s pomoću mjehurića za oprašivanje potrebno tek 0,06 miligrama peluda, te su u zadnjoj fazi istraživanja napravili dron koji će izbacivati mjehuriće iznad cvjetova te su na taj način dobili uspješnost oprašivanja od čak 90 posto (CHECHETKA i sur., 2017.). Iako je vidljivo kako bi se uz razvoj tehnologije mogao pronaći način za djelomičnu zamjenu prirodnih kukaca oprašivača, postavlja se pitanje koliko će takav način unazaditi trud brojnih znanstvenika i biologa koji se već godinama bore kako bi naglasili važnost očuvanja populacije oprašivača. Mnogi od njih se slažu kako broj oprašivača ne bi smanjivao ukoliko bi se energija i resursi utrošeni u razvoj umjetnog oprašivanja utrošili u zaštitu kukaca oprašivača (SAUNDERS, 2017.).

## 2.3. Kukci oprašivači

### 2.3.1. Medonosna pčela (*Apis mellifera*)

Medonosna pčela kukac je iz koljena Artropoda, razreda Insecta, reda Hymenoptera. Smatra se kako potječe iz Afrike, Europe i Bliskog Istoka, te se zbog toga dijeli u tri podvrste. To su afrička, orijentalna i europska. Ove vrste i podvrste u potpunosti su prilagođene klimatskim uvjetima u kojima se nalaze te je morfološki kategorizirano 29 podvrsta (MUNOZ i sur., 2009.). Kroz povijest medonosna pčela spominje se već iz doba starog Egipta, gdje je postojalo vjerovanje kako su pčele nastale iz suza boga Sunca, dok su u staroj Grčkoj već tada primijetili sposobnost pčela da oprašuje biljke (PERUŠIĆ, 1961.). Neke europske podvrste medonosne pčele danas su raširene po cijelom svijetu, osim na Antartici. Kao što je ranije spomenuto postoji nekoliko vrsta medonosne pčele, različitog zemljopisnog podrijetla:

*A. mellifera* - Europa, Afrika

*A. cerana*, *A. dorsata*, *A. florea* - Azija

*A. meliponinae* - tropska područja

Kako u Europi, tako i na području Hrvatske obitava nekoliko podvrsta europske medonosne pčele. Kranjska pčela (*Apis mellifera carnica*), drugog naziva „siva pčela“, veoma je cijenjena zbog visoke proizvodnosti, a obitava na području Slovenije, južne Austrije, Hrvatske, Bosne i Hercegovine, Srbije, Mađarske, Rumunjske i Bugarske. Kranjska pčela je prilagođena na područje današnje Slovenije ponajviše zbog velikog truda i rada pčelara Petera Pavla Glavara i Antona Janše. Ima tijelo crne boje, prekriveno sivkastosrebrnim dlačicama. Izgledom je slična ostalim grupama tamnih pčela, no svoju popularnost duguje dužini rilca (6,5 do 6,7 mm). Jedna je od najmanje agresivnih vrsta. Ima izvrsnu orijentaciju, te puno brže i lakše nalazi svoju košnicu te nije sklona zaljetanju. S obzirom da ima mogućnost prezimljavanja s puno manjim brojem pčela u zimskom leglu, može se držati i u područjima u kojima su zime nešto duže i hladnije. Radilice kranjske pčele u prosjeku žive i do 12 posto duže. Unatoč brojnim prednostima, kranjske pčele su sklonije rojenju u odnosu na druge pčele, u vrućim danima nešto slabije napreduju te je matica slična radilicama, te ju je stoga u košnici teško pronaći. Postoji čak i nekoliko ekotipova kranjske pčele: alpska, panonska i jadranska (sredozemna) (MORTENSEN, 2013.).



Talijanska pčela (*Apis mellifera ligustica*) najviše obitava na Apeninskom poluočuvu. Blaga je, te nije sklona rojenju. Postoji nekoliko različitih nijansi žute boje, no većina ih uz to ima i smeđe pruge po zatku. U odnosu na ostale pčele, ima manje tijelo i kraće rilce. Neki od nedostataka su joj nedostatak vitalnosti, slaba otpornost na bolesti te slabo iskorištavanje nektara i propolisa.

Kavkaska pčela (*Apis mellifera caucasica*) jedna je od najdugovječnijih podvrsta pčela koja se u pčelarstvu koristi preko 100 godina. Ima dugo rilce, marljiva je i aktivno se brani od pčela tuđica. Razlikujemo dvije vrste, to su siva i žuta. Karakteristike obje vrste su visoka sposobnost prikupljanja propolisa, nemaju tendenciju rojenja, te se lako prilagođavaju novim područjima, a samim time i novim pašama (AKYOL i KAFTANOGLU, 2001.).

Tamna europska pčela (*Apis mellifera mellifera*) je jedna od najbrojnijih podvrsta koja se nalazi na području Europe. Najviše se uzgaja u Njemačkoj. Građom je slična ostalim podvrstama, s nešto kraćim rilcem te je za razliku od ostalih, skoro potpuno crna. U odnosu na talijansku i kranjsku pčelu, nešto je slabije otpornosti na bolesti.

#### *Vanjske morfološke karakteristike*

Medonosna pčela je kukac, dužine do 1,8 centimetara. Tijelo joj je građeno od 13 hitinskih kolutića crne boje, sa žutim prstenovima na zatku i podijeljeno je na glavu, prsa i zadak. Na svakom kolutiću nalazi se leđna ljuščica (*tergit*) i trbušna ljuščica (*sternit*). Između svake ljuščice nalazi se intersegmentalna membrana, dok se sa svake strane nalazi lateralna membrana (TOT, 2009.). Na prsima, pčela je prekrivena sitnim dlačicama, čiji se broj smanjuje prema zatku. Dva para tankih krila također se nalaze na prsima, na spoju drugog i trećeg hitinskog kolutića. Krila su prošarana krilnim žilama koje provode dušnice, živce i hemolifmu (TOT, 2009.). Krilne žile koje se nalaze na krilima imaju stalan raspored te se uz pomoću njih određuje čistoća pasmine. Krila pčelama služe za let, te imaju mogućnost spajanja prednjeg i stražnjeg krila kako bi im let bio lakši. Naime, na stražnjoj strani prednjeg krila nalazi se žlijebasti nabor, dok se na prednjoj strani stražnjeg krila nalaze zubići s pomoću kojih se mogu zakačiti za žlijebasti nabor. Ovakva građa krila omogućuje im kružnu amplitudu kretanja, te samim time lakši let. Glava pčele trokutastog je oblika i sastoji se od štita (*clypeus*) i čeonog polja (*area frontalis*) (TOMAŠEC, 1949.). Na glavi nalaze tri mala točkasta oka za gledanje u blizinu i dva velika složena oka za gledanje u daljinu. Uz oči nalaze se i ticala koja pčeli služe kao organ njuha i okusa. Na glavi se također nalazi i usni otvor pomoću kojeg se pčela hrani, te zatiljni otvor kroz kojeg prolazi glavna krvna žila, živci, jednjak i dušnik. Prednji dio usnog

aparata na glavi sastoji se od neparne gornje usne (*labrum*), koja se potom nastavlja na štit. Sa strane usne nalazi se parna čeljust s pomoću koje pčela uzima krutu hranu te gradi saće. Na stražnjoj strani usnog aparata nalazi se rilce (TOMAŠEC, 1949.). Rilce je sastavljeno do dijelova donje usne i donje čeljusti. Sastoji se od podbratka (*submentum*), duguljaste bradice (*mentum*), jezika (*glossa*) i dva usna pipala (*palpi labiales*). Postoji mala anatomska razlika u duljini rilce između rilca truta, radilice i matice. Rilce radilice je najduže i prosječne je veličine od oko 6,7 mm, kod truta iznosi 4 mm, dok je kod radilice najkraće i iznosi svega 3,5 mm. Osim rilca, razlika u građi cijelog usnog aparata vidljiva je i u tome što radilice imaju oštar i ravan prednji rub mandibula na gonjem dijelu aparata, dok je taj rub kod truta i matice nazubljen. Nakon glave nastavljaju se prsa na kojima se uz krila nalaze i tri para nogu (GRGIĆ, 2013.). Noge su građene od tankog mišićnog sloja, sa zglobovima od nešto mekšeg hitina koji im omogućava fleksiju i ekstenziju. Kod pčela, noge imaju višestruku funkciju. Služe za hodanje po različitim površinama (hrapavim i glatkim), za sakupljanje peluda te za čišćenje tijela. Sastavljene su od kuka, bedrenog valjka, bedra, goljenice, stopala od 5 članaka, čaporaka i jastučića. Anatomske razlike vidljive su između 1. i 3. para nogu (GRGIĆ, 2013.). Na prvom članku prvog para stopala nalazi se aparat za čišćenje ticala. To je polukružni urez obrubljen hitinskim dlačicama, kojeg s vanjske strane zatvara goljenica. Na trećem paru nogu s lateralne strane nalazi se košarica (*corbicula*) koja pčelama služi za sakupljanje peluda. Prvi članak stopala sa lateralne strane sadrži ostrugu, a s medijalne strane deset redova četkica kojima je funkcija čišćenje tijela pčele, dok se u donjem dijelu goljenice nalazi tzv. peludni češalj. Na zadku pčele nalaze se voskovna žlijezda, mirisna žlijezda te žalac. Žalac pčele produžetak je otrovne žlijezde koja se nalazi u zatku te pčeli služi za obranu.



**Slika 1.** *Apis mellifera*

(Izvor: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apis\\_mellifera\\_Western\\_honey\\_bee.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Apis_mellifera_Western_honey_bee.jpg) 2020.)

### *Unutarnje morfološke karakteristike*

Kako bi što bolje obavljala svoje dužnosti u tijelu pčele nalaze se brojne žlijezde koje joj pomažu u svakodnevnim zadacima. Tako se u glavi, u području prednjih čeljusti nalazi čeljusna žlijezda (*glandula mandibularis*) čiji sekret otapa vosak i propolis, sprječava klijanje peludi, ima veliku ulogu u probavi i gradnji saća, a s obzirom da je najrazvijenija u matice izlučuje spolni hormon koji matici pomaže u svadbenom letu. Iduća žlijezda smještena je u gornjem dijelu glave, a naziva se mliječna žlijezda (*glandula pharyngealis*) (TOT, 2009.). Ova žlijezda ima funkciju izlučivanja matične mliječi koja služi za prehranu legla, te je stoga razvijena samo u radilica i to u dobi od osam do 12 dana. Treća žlijezda je žlijezda slinovnica (*glandula labialis*) i sastoji se od dva dijela, prsnog i tjemenog. Za razliku od ostalih, ova žlijezda nalazi se i kod ličinki i kod odraslih pčela. Za probavu u pčela zadužena je probavna cijev koja se sastoji od prednjeg crijeva u kojem se nalaze ždrijelo, jednjak i medni mjehur, srednjeg crijeva i zadnjeg crijeva koji se sastoji od tankog crijeva i rektuma. Disanje pčele odvija se preko deset pari odušaka i parnog dišnog voda (TOT, 2009.). Tri para odušaka nalaze se na prsima, dok se preostalih sedam nalazi na zatku. Disanje kod pčela posebno je zbog toga što se kisik ne prenosi krvlju već se cijeli mehanizam disanja odvija putem aktivnog (ventilacija) i pasivnog (difuzija) disanja. Pri tome se cijeli proces odvija zatvaranjem i otvaranjem dušnica prema potrebi. U procesu disanja veliki utjecaj ima mišićni sustav. Pri svakom udisaju, mišići istegnu zadak, dok ga pri svakom izdisaju skupe. Prosječni broj udisaja pčele iznosi oko 100, dok se prilikom rada može i udvostručiti (TOMAŠEC, 1949.). Krvožilni sustav kod pčele otvorenog je tipa, što znači da sva krv teče unutar krvnih žila, ali i tjelesnih šupljina. Srce pčele smještene je u abdomenu, sastoji se od pet odjeljaka s čijih se bočnih strana nalaze otvori kroz koje krv ulazi u srce. Iz srca se nastavlja spiralno uvijena aorta koja potom kroz zatiljni otvor odlazi u glavu, gdje naposljetku i završava. Krv pčele je bezbojna i glavni sastav joj je krvna plazma te mali broj krvnih stanica (TOMAŠEC, 1949.)

### *Razvoj medonosne pčele*

Razvoj pčele odvija se u četiri stadija. To su stadij jaja (*ovum*), ličinke (*larva*), kukuljice (*pupa*) te odrasle jedinke (*imago*). Cijeli razvoj traje 21 dan za pčelu radilicu, 24 dana za truta te samo 16 dana za maticu (TOT, 2009.). Nakon što matica polegne jaje u stanicu saća, ono u tom stadiju provodi od jedan do tri dana. Prvog dana jaje je položeno okomito u odnosu na dno stanice saća, dok se ono do trećeg dana položi na dno. Četvrtog dana, pčela prelazi u stadij savijene ličinke te u tom stadiju bude od četvrtog do devetog dana. U stadij ispružene ličinke prelazi deseti dan. Trinaestog dana, pčela prelazi u pretposljednji stadij, stadij kukuljice, a 21.

dana izlazi iz stanice saća, te postaje kućna pčela. Zadaci kućne pčele razlikuju se prema danima starosti. Od prvog do petog dana života pčele su čistačice te imaju zadatak grijanja legla i još uvijek ne mogu letjeti. Idući stadij je stadij hraniteljice u kojem imaju zadatak hraniti leglo prvo peludom i medom, a potom matičnom mliječi, te prvi puta odlaze u orijentacijski let. Zatim slijedi stadij graditeljice koji traje od 12. do 18. dana. Pčele u tom stadiju čiste košnicu, preuzimaju i spremaju hranu, te ventiliraju košnicu. Posljednji stadij kućne pčele koji traje od 18. do 21. dana je stadij stražarice, u kojem se pčele već pripremaju na izlazak iz košnice te sudjelovanju u skupljanju hrane. Jednom kad pčela napusti košnicu, njen životni vijek će uvelike ovisiti o vanjskim temperaturama, godišnjem dobu, te količini posla. Tako, tijekom ljeta, životni vijek radilice iznosi od pet do šest tjedana, dok će taj period tijekom zima biti duži zbog toga što se one zadržavaju u košnici, imaju dovoljne količine spremljene masti te nemaju velika radna opterećenja (TOT, 2009.). Za razliku od radilice, sudbina trutova ovisi o uspješnosti osjemenjivanja matice, te o gostoprimstvu ostalih pčela. Ukoliko je trut uspješan i oplodio je maticu tijekom svadbenog leta, on odmah umire, dok trutovi koji su manje uspješni ponovno dolaze u košnicu, gdje borave sve dok im to radilice dopuste. S obzirom da trutovi ne skupljaju hranu i nemaju kućnih zaduženja, nisu potrebni radilicama te ih one izbacuju iz košnice. U idealnim uvjetima životni vijek truta traje oko osam tjedana. Najduže živi matica, koja može preživjeti i nekoliko godina, no u proizvodnim zajednicama, matice treba promijeniti svake druge godine (MARINOVIĆ, 2019.).

### *Kako pčele oprašuju*

Pčela se tijekom godina pokazala kao ekonomski najvažniji oprašivač. Brze su, marljive i pouzdane, te im se velika prednost krije u prezimljavanju cijele zajednice. Pčela, osim što oprašivanjem utječe na proizvodnju hrane koju konzumiramo, te očuvanju prirodne bioraznolikosti, istodobno sebi skuplja hranu (nektar) te proizvodi med. Kako bi pčela mogla napuniti svoj medni mjehur nektarom, ona mora posjetiti 80 do 150 cvjetova. Ako znamo da pčela u prosjeku iz košnice izleti 12 puta, takva pčela će dnevno oprašiti oko 1000 cvjetova (KOVAČIĆ-TIGAR, 1992.). Kod spominjanja izravnog utjecaja i stvaranja pčelinjih proizvoda ističe se med. Tijekom povijesti primijećene su blagodati koje pruža med, te se u povijesnim knjigama čak navodi i kao hrana bogova. Osim meda, u kućanstvima diljem svijeta koristi se vosak. Vosak je proizvod koji uvelike financijski može sudjelovati u prihodima od pčelarstva, međutim dio takvog proizvoda ipak se vraća u same košnice, najčešće proizvodnjom satnih osnova. Preradom smolastih tvari koje pčele skupljaju pri povratku u košnicu, stvaraju propolis.

Ljekovita svojstva propolisa poznata su već dugi niz godina, te se ne smiju zanemariti kada se priča o izravnim utjecajima oprašivanja na okoliš. Osim izravnih utjecaja kojima pčela stvara proizvode koje koriste ljudi, ali i ona sama, smatra se kako je neizravni utjecaj i do nekoliko stotina puta veći. Opseg leta kojeg pčela prolazi tijekom jednog izlaska iz košnice iznosi oko tri kilometra, koji se prilikom slabijih pašnih prilika, može proširiti i do sedam kilometara. Prilikom takvih izlazaka pčela posjeti do nekoliko stotina cvjetova i time u košnicu donosi oko 20 do 25 mg cvjetnog praha i pri tome na sebi otprilike 5000 zrnaca cvjetnog praha (MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE, 2007.). Znajući kako pčele tijekom dana posjete samo jednu vrstu biljaka, one na taj način skupljeni cvjetni prah prenose preko svih biljaka koje su taj dan posjetile, čime osiguravaju uspješno oprašivanje jer samo oplođena sjemenka može osigurati dovoljnu količinu hormona koja je potrebna da se razvijaju poljoprivredne kulture. Osim količine proizvoda, oprašivanje pčelama ima i veliku prednost u kvaliteti proizvoda, povećanju klijavosti, u cvjetovima ostaje velik broj zametnutih sjemenki, te su proizvodi pravilnije građeni te ukusniji (KOVAČIĆ-TIGAR, 1992.).

### 2.3.2. Bumbari (*Bombus*)

Bumbari su kukci opnokrilci iz porodice Apidae, reda Hymenoptera. Najpoznatiji predstavnik je bumbar zemni (*Bombus terrestris*). Baš poput medonosnih pčela, rašireni su po čitavom svijetu, međutim bumbari vole nešto umjerenije klime, te će njihov rast i razvoj biti najizraženiji baš u tim područjima. Područja koja im klimatski ne odgovaraju su neki dijelovi Afrike i Indije, te zbog toga tamo nalazimo izrazito maleni broj jedinki. U Australiju su dovezeni prije nekoliko godina kako bi potpomogli oprašivanju i na taj način sudjelovali u poboljšanju biološke raznolikosti. Pripadnici roda *Bombus*, oprašuju biljke, stvaraju zajednice te mogu imati karakteristike nametničkih bumbara. Jedinke ovog roda moguće je naći diljem svijeta.



**Slika 2.** *Bombus terrestris* (Izvor: [https://en.wikipedia.org/wiki/Bombus\\_terrestris](https://en.wikipedia.org/wiki/Bombus_terrestris), 2020.).

### *Morfološke karakteristike*

Iako su bumbari bliski srodnici medonosnih pčela, među njihovim vanjskim karakteristikama i ponašaju u gnijezdu vidljive su brojne razlike. Za razliku od pčela, bumbari su veći. Ženka bumbara može dostići dužinu tijela do tri centimetra, dok su mužjaci nešto manji, oko 2,5 centimetra. Cijelo tijelo im je prekriveno s velikim brojem dlačica, te su crne boje sa nešto manje svijetložutih kolutića. Boja bumbara često može varirati zbog termoregulacije i mimikrije te se zbog toga često gube žuta obilježja, međutim potpuno crnog bumbara je teško naći u prirodi. Kao i pčelama, građa tijela im je podijeljena u glavu prsa i zadak (TLAK GAJGER, 2015.). Gledajući bumbara može se primijetiti kako im je zadak zaobljen, dok se kod ženki nalazi žalac koji se nakon uboda ponovno povlači. Za razliku od pčela, bumbari imaju bolje razvijeno prsno mišićje, te zbog toga, unatoč svojoj veličini i težini, mogu prilikom leta dostići veću brzinu od pčela.

### *Stanište i razvoj*

Kao i mnogi drugi kukci, pri dolasku hladnijeg vremena, najčešće se to događa u jesen, oplođena matica traži mjesto za hibernaciju. Prezimljava samo osjemenjena matica. Njena hibernacija završava u proljeće, kad ona odlazi u potragu za mjestom u kojem stvara gnijezdo. Iako među vrstama bumbara uočavamo različite afinitete prema mjestima gdje uspostavljaju zajednice, ipak će većina matica potražiti zemljane rupe, najčešće između kamenja, gdje će položiti jajašca. Matica je ta koja će, po polijeganju jajašca, otići po nektar kako bi prehranila

položena jajašca (MAKSIMOVIĆ, 2019.). Gnijezdo će biti formirano na način da ima samo jedan otvor kroz koji će matica ulazi i izlazi. Jedna matica najčešće u gnijezdo položi do šest jaja, koje obavije nektarom, te će do stadija ličinke, postavljati nove slojeve kako bi ličinke cijelo vrijeme imale dovoljno hrane. Iz ličinki se potom razvijaju radilice, koje kad budu sposobne preuzimaju ulogu matice, koja se povlači u gnijezdo i nastavlja lijegati jajašca. Tijekom cijelog proljeća i ljeta, matica neprekidno polaze jajašca, te proširuje zajednicu, koje u svojoj punoj veličini, ovisno o vrsti, doseže populaciju od nekoliko desetaka do nekoliko stotina jedinki (MAKSIMOVIĆ, 2019.). Jedna od pretpostavki je da, kako se temperature smanjuju, posebice krajem ljeta, tako matica počinje lijegati neoplođena jajašca iz kojih se razvijaju trutovi, te manji broj jajašaca iz kojih se razvijaju matice (VELIKANOVIĆ, 2015.). Prije nego što ponovno dođe jesen, mlade osjemenjene matice odlaze iz gnijezda te traže svoje mjesto za hibernaciju. Ostatak populacije, uključujući sve radilice, trutove te neoplođene matice, dolaskom nižih temperatura ugiba. Zbog ovakvih prilagodba, životni ciklus bumbara traje samo 180 dana.

### *Kako bumbari oprašuju*

S obzirom na građu prsnih mišića, bumbari imaju mogućnost podići svoju tjelesnu temperaturu na 40 stupnjeva Celzijusa. Zbog te prilagodbe, bumbari mogu i prije podizanja jutarnjih temperatura zraka, krenuti u oprašivanje i skupljanje peludi i nektara. Baš kao i medonosne pčele, bumbari unosom nektara i peludi u gnijezdo, osiguravaju hranu. Saće u koje bumbar skuplja med, nepravilnog su izgleda te različitih veličina. Fizikalni i kemijski sastav meda kojeg proizvodi bumbar znatno je drugačiji od onog kojeg proizvodi pčela. Proizvodi značajno manje količine izrazito rijetkog meda.

Unatoč tome, bumbari su vrsni oprašivači. Njihova veličina, brzina leta, istančano osjetilo njuha te prilagodba na niže temperature čine ih velikim konkurentima pčelama prilikom oprašivanja. Za vrijeme oprašivanja, bumbar obilazi cvijet odozdo prema gore, kako bi skupio što više nektara, te na taj način smanjuje potrebu za obilaskom jednog cvijeta više puta (DOPUĐA, 2008.). Zahvaljujući velikim brzinama leta, bumbar je u jednoj minuti u mogućnosti posjetiti od 20 do 30 biljaka. Zbog svoje veličine, ostvaraju bolji kontakt između tučka i prašnika, te su na taj način u mogućnosti prenijeti veće količine peludi. U vrijeme kada ostali oprašivači odlaze na noćenje, bumbari i dalje oprašuju. Naime, bumbari imaju mogućnost oprašivanja pri slabom svjetlu i temperaturama od pet stupnjeva Celzijevih. Prednosti

oprašivanja bumbarima uvelike su poznate. Njihovim oprašivanjem dobivaju se veći prinosi, te se zbog toga danas kupuju zajednice bumbara te se postavljaju u staklenike ili pored samih voćki. Njihova prednost očituje se jednostavnim uvjetima držanja te malim uzdržnim potrebama. Unatoč brojnim prilagodbama, bumbari su i dalje ostali netolerantni na pesticide. Za razliku od pčela, bumbari su puno mirniji oprašivači, te vrlo rijetko napadaju (DOPUĐA, 2008.).

### 2.3.3. Solitarne pčele

Solitarne pčele su pčele iz reda *Hymenoptera*, čiji broj u Europi doseže i do 1900 vrsta. Najpoznatije su *Osmia rufa*, *Osmia cornuta*, *Osmia coerulescens* i *Osmia leaiana*. Cijenjeni su oprašivači, te se baš kao i ostali nalaze diljem svijeta. Procjenjuje se da njihova populacija, zajedno s bumbarima i pčelolikim muhama iznosi oko 15 do 20 posto ukupnog broja svih kukaca oprašivača (OŠAP, 2017.).



**Slika 3.** *Osmia rufa* (Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/P%C4%8Dele\\_samice](https://hr.wikipedia.org/wiki/P%C4%8Dele_samice), 2020.).

#### *Morfološke karakteristike*

Za razliku od medonosne pčele, glavna karakteristika solitarnih pčela je ta da nemaju nagon za rojenjem, nemaju maticu ni radilice, već kako im ime govori, sve radove unutar svog staništa, a i vani, obavljaju svaka za sebe. U prirodi se pojavljuju već u rano proljeće. Izgledom su slične medonosnoj pčeli. Veličinom variraju od svega nekoliko milimetara pa do nekoliko centimetara (BAUER i sur., 2015.). Iako je veličinom sitniji, ticala mužjaka su nešto dulja nego kod ženki. Bojom i dlačicama sličnija je bumbaru nego medonosnoj pčeli. Glava i prsa su crne boje, dok je zadak smeđe žute boje. Cijelo tijelo prekriveno je gustim dlačicama s pomoću kojih prilikom oprašivanja sakupljaju pelud (TLAK GAJGER, 2015.).



### *Stanište i razvoj solitarnih pčela iz roda Osmia*

Stanište solitarnih pčela različito je u odnosu na druge oprašivače. Za svoje stanište, ove pčele najčešće koriste šupljine barske trstike *Phragmites australis*. U proljeće, za vrijeme povoljnih temperatura, solitarne pčele izlaze iz svog staništa. Potom će, tijekom svog životnog vijeka koji traje deset do 12 tjedana, stvarati potomstvo. Ženke su te koje će graditi gnijezda te u njih lijegati jajašca. Kada ženka nađe prikladno mjesto, odnosno prikladnu trstiku, ona ju očisti, izdubi, te polegne blato pomoću kojeg gradi tunele. U te pregrade potom postavlja pelud i nektar na kojima će ležati jaje. Ženka će napraviti onoliko malih pregrada koliko joj dužina same trstike dopusti. Kako bi razvoj bio što optimalniji, te kako bi zadovoljio potreba oprašivanja, bilo bi najbolje kad bi duljina trstike bila deset do 12 centimetara, s otvorom promjera od osam do deset milimetara (TLAK GAJGER, 2015.). Nakon što je položila dovoljni broj jajašca, ženka će većom količinom blata stvoriti čep kako bi osigurala dovoljnu temperaturu za razvoj jajašca. U povoljnim uvjetima, iz jajašca će za nekoliko dana nastati ličinka koja će se hraniti pohranjenim nektarom i peludom. Idući stadij je stadij pretkukuljice. Pretkukuljica se razvija u kukuljicu koja proizvodi svileni kokon. Krajem ljeta ili početkom jeseni, ovisno o temperaturi, u kokonu se razvija odrasla pčela koja će tijekom čitave zime boraviti unutar kokona te će izaći tek u proljeće (VELIKANOVIĆ, 2015.).

### *Kako solitarne pčele oprašuju*

Baš kako i bumbari, solitarne pčele vrlo su cijenjeni oprašivači zbog mogućnosti oprašivanja na nižim temperaturama. Solitarne pčele s oprašivanjem započinju u rano proljeće, pri temperaturama od otprilike osam stupnjeva Celzijevih. Često ih nalazimo blizu i u voćnjacima, te se i prilikom uzgoja mora imati na umu položaj njihovog staništa. Učinkovitost oprašivanje u odnosu na medonosne pčele vrlo im je visoka. Istraživanja su pokazala kako se oprašivanje voćnjaka jedne zajednice medonosne pčele može usporediti s učinkovitošću oprašivanja čak 120 radilica solitarne pčele (VELIKANOVIĆ, 2015.). Primjerom se to najbolje može prikazati na jednom hektaru nasada jabuke. Za njegovo oprašivanje potrebno je svega 500 ženki solitarnih pčela, dok je za tu istu površinu potrebno oko 60 000 radilica medonosne

pčele. Solitarne pčele bez problema oprašuju cvjetove kruške. Baš zbog toga što solitarne pčele ne preferiraju pojedinu vrstu biljke, one drže visoku važnost u svijetu oprašivača. U voćnjacima ili drugim nasadima u kojima se solitarne pčele drže zajedno s bumbarima ili drugim pčelama, one ne pokazuju želju za dokazivanjem, te baš zbog toga rade na povećanju proizvodnje i kvaliteti plodova (VELIKANOVIĆ, 2015.).

#### 2.3.4. Muhe trepetavke (*Syrphidae*)

Poznate i pod imenom osolike muhe, kukci su iz porodice *Syrphidae*, rod *Syrphus*. Diljem svijeta poznato je oko 4500 vrsta, u Europi oko 500 vrsta, dok u Hrvatskoj od toga samo oko 100 vrsta. Prisutne su na različitim staništima, od obala, planinskih vrhova, tundri pa čak i u pustinjama. Najpoznatije vrste koje nalazimo na području RH su: *Episyrphus baleatus*, *Eupeodes corollae* i *Syrphus ribesii*. Bezopasne su te ih često susrećemo na cvjetnim livadama, posebno na područjima s puno nektara, cvjetnog praha i medne rose (ROGERS, 2007.)



**Slika 4.** Syrphidae (Izvor: <https://www.wikiwand.com/en/Hoverfly>, 2020.).

#### *Morfološke karakteristike*

Tijelo muha zdepasto je i lagano izduženo. Imaju usku glavu i vitak prsni koš. Baš kao i kod ostalih kukaca oprašivača, prekriveno je gustim dlačicama. Bojom su slične pčelama, te ih često nalazimo u nijansama žute, narančaste, smeđe ili crne boje. Variraju veličinom od čak tri do 25 milimetara. Za razliku od ostalih oprašivača, na svim vrstama muha nalazi se različit raspored pruga, što uvelike olakšava identifikaciju pojedine vrste. Radišni su i cijenjeni

oprašivači, a svojim letom ističu se među mnoštvom. Ticala su im nešto kraća te se sastoje od samo tri članka, te imaju samo jedan par krila. Posebnost ovih muha krije se u tome što se hrane biljnim ušima, te na taj način smanjuju potrebu za korištenjem pesticida. Od drugih muka razlikuju se lažnom venom koja se paralelno proteže uz četvrtu longitudinalnu krilnu venu (ROGERS, 2007.). *Episyrphus baleatus* pojavljuje se u razdoblju od ožujka do listopada, te jedna ličinka dnevno može posisati do 100 biljnih ušiju. Pripadnici *Eupeodes* spp. prisutne su od travanja do rujna kada dnevno posišu do 800 biljnih ušiju. Vrsta *Syrphus ribessi* prisutna je od travnja pa sve do listopada. Jedna njena ličinka dnevno posiše do 150 biljnih ušiju (ŠEVAR, 2006.).

#### *Stanište i razvoj*

Muhe polažu jajašca najčešće na biljke, te ako je moguće u blizini biljnih ušiju. Jaja su veličine od pola do jednog milimetra te se iz njih u povoljnim uvjetima razvija ličinka. Ličinke su bez nogu, te se hrane biljnim ušima kraj kojih su se i razvile. Tijelo im je izduženo, trokutastog oblika, s ušiljenim prednjim krajem, dužine dva do deset milimetara (CIGLAR, 1998.). Ličinke se potom razvijaju u tri stupnja. Ličinke prvog i drugog stupnja hrane se pojedinačnim ušima, dok u zadnjem stadiju ličinke, premažu biljne uši ljepljivom izlučevinom zbog koje se one ne mogu kretati te im na taj način postaju obrok. Nakon svih stadija ličinke, dolazi stadij kukuljice koji se cijeli odvija na listu. Kukuljica muhe oblikom i bojom nalikuje na kapljicu, ali će prije izlijetanja muhe potamniti. Razvoj generacija se razlikuje od vrste do vrste, ali najčešće iznosi od tri do sedam generacija godišnje (ŠEVAR, 2006.).

#### *Kako muhe oprašuju*

Kako bi zadovoljile svoje potrebe za hranom i odlaganjem jajašca, muhe se kreću vrlo blizu cvjetova. Zbog svoje građe vrlo lako ulaze unutar cvjetova, što im uvelike olakšava oprašivanje, posebice zigomorfni cvjetova. Osim što ulaze u cvjetove, često iznad njih i lebde, te na taj način vrlo lako sakupljaju, ali i prenose pelud i nektar sa cvijeta na cvijet. Njihova važnost u oprašivanju vidljiva je i u tome što su za 30 vrsta usjeva, muhe navedene kao glavni oprašivači (ILIĆ, 2012.).

### 2.3.5. Kornjaši (*Coleoptera*)

Kornjaši su red kukaca koji se svojom građom razlikuju od ostatka svog razreda. Baš kao i ostali kukci, kornjaši su rasprostranjeni diljem svijeta, te su naselili gotovo sva staništa na kopnu, uključujući i kopnene vode, dok se najveći broj kornjaša nalazi u tropskim područjima. Smatra se kako kornjaši danas predstavljaju oko 40 posto ukupnog broja kukaca u svijetu. Do danas je identificirano oko 350 000 vrsta, koje su raspoređene u 200 porodica (GRESSITT, 2017.).

Podijeljeni su u četiri podreda: *Adephaga*, *Archostemata*, *Myxophaga* i *Polyphaga*. Prva tri podreda su grabežljivci te se rijetko hrane biljnom hranom, dok su pripadnici *Polyphaga* su njihova suprotnost, te oni svoj životini vijek provode kao biljojedi i u ovaj podred je svrstana većina trenutno živućih kornjaša u svijetu (GRESSITT, 2017.).



**Slika 5.** *Titanus giganteus* (Izvor: [https://www.wikiwand.com/war/Titanus\\_giganteus](https://www.wikiwand.com/war/Titanus_giganteus), 2020.).

#### *Morfološke karakteristike*

Glavna karakteristika koja kornjaše čini posebnima, je ta da su njihova prednja krila hitinizirala u tvrdo pokrtilje, dok im drugi par krila služi za let (potkrilje). Neke vrste žive kao solitarni kukci, dok se ostali skupljaju. Ovisno o vrsti, veličina im može varirati od nekoliko milimetara, pa do nekoliko desetaka centimetara, u širinu i u dužinu. Osim razlike u veličini, kornjaši se razlikuju i u građi tijela koja im može biti ovalna, spljoštena, izdužena, zaglađena ili izbrazdana. Glava im je slobodna i kao takva je utisnuta u prvi prsni kolutić. Čeljust im je potpuno prilagođena za grizenje. Ticala se nalaze na glavi svih kornjaša, međutim prilagođena su terenu na kojem pojedini kornjaši obitavaju. Oči se nalaze na glavi, sastavljene su, te su

razvijene onoliko koliko je to pojedinom kornjašu potrebno. Kreću se nogama, koje im osim za hodanje služe i za plivanje, skakanje, puzanje i kopanje (GRESSITT, 2017.).

Vrste se razlikuju i bojom, od živih pa do zagasitih. Mužjaci nekih vrsta imaju rogove koji mogu biti građeni iz jednog ili dva dijela. Spolni dimorfizam je jasno izražen u svih vrsta.

#### *Stanište i razvoj*

Ženke kornjaša jajašca polažu na biljke u okolišu ili u kori drveta, iz kojih se potpunom metamorfozom razvijaju mladi kornjaši. Tijekom godine ženka može stvoriti i do nekoliko generacija. Oplodnja se odvija s pomoću sperme mužjaka koja se nakon parenja pohranjuje u spermateku u zatku ženki te tamo čeka najpovoljniji trenutak za oplodnju jajašca. Nakon što ženka izlegne jajašca, iz njih se za 4 do 6 dana razvije ličinka. Ovisno o vrsti ličinka može ili ne mora imati noge. Ona će se hraniti dok joj kutikula ne bude premala, te će ju promijeniti više puta, najčešće pet. Nakon toga ulazi u stadij kukuljice koja je izgledom vrlo slična odraslom kornjašu, osim u tome što je mekana. Odrastao kornjaš će se razviti u trenutku kada se krila dovoljno rašire, te se pokrov kukuljice stvrdne. Cijeli stadij razvoja traje od 21 do 27 dana, ovisno o vanjskim temperaturama. Jednom kad se odrasli kornjaš razvije, njegov životni vijek može trajati i do 230 dana (GRESSITT, 2017.).

#### *Kako kornjaši oprašuju*

Najvažnija uloga kornjaša je detritofagija. Detritofagija je prikupljanje hranjivih tvari konzumacijom detritusa, odnosno raspadnute organske tvari. Kornjaši ovom sposobnošću osiguravaju pravilan unos hranjivih tvari. Takvim hranjenjem, rješavaju se raspadnutih biljaka, te omogućavaju stvaranje novih, koje zatim ponovno ulaze u novi ciklus oprašivanja (GRESSITT, 2017.).

#### 2.3.6. Leptiri (*Lepidoptera*)

Leptiri su red kukaca kojih u svijetu ima oko 150 000 vrsta podijeljenih u 90-ak porodica. Rašireni su po cijelom svijetu, dok su najbrojniji u tropskim područjima. U RH nalazimo oko 3000 vrsta, 186 danjih, a ostale su noćne vrste. Najveće i najpoznatije porodice leptira su: moljci

(*Tineidae*), grbice (*Geometridae*), sovice (*Noctuidae*), svilci (*Bombycidae*), prelci (*Saturniidae*), gubari (*Lymantriidae*), lastinrepci (*Papilionidae*) i bijelci (*Pieridae*). Najbroniji su kukci iza kornjaša. Ime im je izvedeno iz grčkog jezika, gdje *Lepidoptera* znači „luskasto krilato“, a odnosi se na karakteristiku gdje su krila leptira prekrivena mikroskopskim ljuskicama nalik na prašinu (CULIN, 2018.).



**Slika 6.** *Lepidoptera* (Izvor: <https://en.wikipedia.org/wiki/Lepidoptera>, 2020.).

#### *Morfološke karakteristike*

Za razliku od ostalih kukaca, leptiri se odlikuju s dva para velikih krila, raznih boja i ukrasa. Prednja krila veća su i jače razvijena od stražnjih. Veličina leptira mjeri se bez krila i kao takvi mogu biti od 3 mm do 7 cm. Tijelo leptira dlakavo je, dok im je glava slabo pokretljiva. Na glavi se nalaze dobro razvijene oči uz kojih se u nekih vrsta nalaze i dva jednostavna oka, ticala koja se razlikuju između vrsta, no kod svih im je primarna funkcija osjetilo njuha. Usni organi su im prilagođeni sisanju, dok postoje i neke vrste leptira koje se uopće ne hrane. Prsni kolutići su stopljeni, sadrže slabo razvijene noge, od kojih im prednje služe za čišćenje tijela. Zadak im se sastoji od 6 do 7 jasno odijeljenih kolutića. Spolni dimorfizam je vidljiv. Mužjaci su kod svih vrsta vidljivo veći, dok ženke nekih vrsta čak ni nemaju razvijena krila (CULIN, 2018.).

#### *Stanište i razvoj*

Kao i kod ostalih vrsta kukaca, razvoj leptira odvija se procesom potpune metamorfoze. Leptiri svoja jajašca odlažu u toplim područjima, najčešće na ili unutar biljaka. U jajašcu će se razviti prvi razvojni oblik koji se naziva mlada gusjenica. Mlada gusjenica potom prelazi u stadij ličinke koja je jedini razvojni stadij koji se hrani. Ličinke leptira imaju prilagođene organe

za grizenje, kratka ticala te 4 do 6 pari jednostavnih očiju. Imaju nekoliko pari pravih nogu uz koje se često nalaze panoge (lažne nožice). Prije nego što će se ličinka preobraziti u kukuljicu, gusjenica će se presvući nekoliko puta. Netom prije prelaska u kukuljicu, gusjenica se pričvrsti na zaštićeno mjesto, ispresti svilen zapredak te se zakukuljiti. Za vrijeme stadija kukuljice, propadaju organi gusjenice, dok se za isto vrijeme razvijaju organi budućeg leptira. Odrastao leptir prije leta raširi krila te ih osuši. Jednom kad je spreman za let, leptir ovisno o vrsti može živjeti od svega nekoliko sati pa čak i do nekoliko mjeseci (CULIN, 2018.).

### *Kako leptiri oprašuju*

Oprašivanje leptira ne razlikuje se od ostalih kukaca. Leptiri, posebno noćne vrste leptira, hrane se nektarom cvijeća. Na taj način obilaze cvijeće, te pelud i nektar prenose sa cvijeta na cvijet. Osim koristi leptiri mogu raditi i veliku štetu na biljkama, zbog toga što njihove gusjenice često rade veliku štetu na biljkama i na sjemenu. Unatoč tome, čak i vrste koje se smatraju štetnicima, u odraslom stadiju daju veliki doprinos u oprašivanju (CULIN, 2018.).

### 2.3.7. Ugroženost oprašivača

Kao što je i ranije spomenuto, u posljednjim desetljećima došlo je do znatnog pada broja i raznolikosti kukaca - prirodnih oprašivača. Iako postoje brojne organizacije koje apeliraju na važnost zaštite kukaca, zbog načina života i željom za profitom, ovo područje i dalje ostaje zanemareno.

Iako se već godinama nagađa o smanjenju broja populacija divljih medonosnih pčela, rezultati istraživanja provedenog 2009. godine potvrdili su tezu o izumiranju, te taj fenomen nazvali poremećaj propadanja zajednica. Poremećaj je okarakteriziran simptomima živčanog sustava, problemima s orijentacijom te samim time i otežanim vraćanjem u vlastitu košnicu. Kod velike zahvaćenosti, vrlo brzo dolazi do smanjenog dotoka hrane te ugibanja cijelih zajednica. Neke vrste pčela prvi puta su staljene na popis ugroženih vrsta (LOJKIĆ, 2018.). Smatra se kako najveći učinak na izumiranje ima sve veća upotreba pesticida u poljoprivrednoj proizvodnji, ponajviše neonikotinoida čija je upotreba masovno porasla u posljednjih 20-tak godina. Istraživanja su pokazala kako čak i male doze neonikotionida uzrokuju do tri puta veće ugibanje zajednica u usporedbi s onima koje su smještene u područjima nema primjene pesticida (PALIJAN, 2014.). Osim izravnog utjecaja na smanjenje broja pčela, dugotrajno tretiranje poljoprivrednih kultura s manjim dozama pesticida oslabljuje imunitet pčela te

posljedično tome dovodi do češćih bolesti i invazija nametnicima. Gledajući područje Europe, istraživanja su pokazala kako oko 9,1 posto cijele populacije pčela prijeti ugroza u padu broja zajednica, međutim za više od pola ukupne populacije divljih pčela podaci nisu bili dostatni kako bi se procijenila stvarna ugroženost. U odnosu na velik broj vrsta pčela koje se nalaze u Europi, *Apis mellifera*, kao najvažniji predstavnik pčela oprašivača, po istraživanju iz 2014. godine imala je manje od pet posto ugrožene populacije (NIETO i sur., 2014.). S obzirom na raširenost pčela diljem svijeta, može se pretpostaviti kako njihov broj i ugroženost variraju ovisno o geografskom području. Zbog te činjenice moguće je pronaći velik broj istraživanja koji podupiru ili odbacuju tezu o izumiranju pčela. Ususret ovom problemu, u brojnim zemljama Europe i svijeta dolazi do povećanja broja pčelara, te samim time i povećanja broja uzgajanih medonosnih pčela. Zbog toga je u Europi vidljiv porast populacije medonosnih pčela (PINTO-RODRIGUES, 2021.).

Kako bi se spriječio daljnji pad populacije pčela, Europska Unija je objavila Strategiju Europske Unije za bioraznolikost do 2030. godine. Njome su navedene mjere poput smanjene upotrebe pesticida, zadržavanje prirodne vegetacije na barem deset posto poljoprivrednih površina te poticanje održivih poljoprivrednih praksi. Smatra se kako će ove mjere uvelike pridonijeti u opstanku pčela i ostalih preživaca (MINISTARSTVO GOSPODARSTVA I ODRŽIVOG RAZVOJA, 2020.).

Unatoč istraživanjima koja ukazuju na smanjenje broja i raznolikosti divljih oprašivača, posebice medonosnih pčela, zadnjih godina dolazi do povećanja broja biljaka ovisnih o oprašivačima. To nam ukazuje kako je sustav oprašivanja dobro ustaljen, te je populacija divljih oprašivača dostatna za održavanje bioraznolikosti. Ovakvo istraživanje provedeno je na području 12 zemalja sa šest kontinenata. Kako bi ustvrdili bioraznolikost, istraživanje su proveli na 21 biljci (SENAPATHI i sur., 2021.). Najveći utjecaj na ugroženost populacije solitarnih pčela ima nedostatak materijala za gradnju gnijezda i zemlje jer se na taj način uništavaju njihova prirodna staništa. Na ovaj način godišnje nestaje i nekoliko vrsta. Zbog toga, sve je veći broj takozvanih umjetnih kućica koje ljudi postavljaju u svoje voćnjake ili na druge poljoprivredne površine. Na taj način, osiguravaju određen broj staništa gdje ženke mogu polagati jajašca, a ujedno i pospješuju oprašivanje.

Bumbari su uz pčele vrsta oprašivača koji su se našli pod prijetnjom izumiranja. Na Odjelu za biologiju Sveučilišta u Ottawi, proučavano je 66 vrsta bumbara s područja Europe i Sjeverne Amerike, te su uspoređivani podaci od 1901. do 1974. godine i oni od 2000. do 2014. godine. Istraživanjem su zaključili kako se broj bumbara ubrzano smanjuje na područjima gdje



je zabilježen nagli porast vanjskih temperatura. Ovaj fenomen porasta temperatura događa se upravo zbog klimatskih promjena (SOROYE i sur., 2020.).

Ugroženost muha trepetavki dovedena je u vezu s povećanim korištenjem pesticida, smanjenim brojem poljoprivrednih kultura te uništavanjem njihovih prirodnih staništa.

Kornjaši su ugroženi zbog promjena vanjskih temperatura te uništavanja staništa u kojima obitavaju. Pri tome se posebice misli na nedostatak trulih stabala i panjeva koji nestaju kao posljedica prekomjerne sječe šuma, a bitni za razvoj ličinki.

Ugroženost leptira se pripisuje uništavanju i nestanku prirodnih staništa (PASKA, 2011.). Pri tome se posebno misli na uništavanje močvarnih staništa, melioracije, prestanka tradicionalne košnje i ispaše životinja, pojačane urbanizacije te posebice na povećanu upotrebu pesticida i herbicida. Osim ovih razloga koji su prisutni i u smanjenu populacije ostalih oprašivača, leptiri su posebni u tome što njihov vanjski izgled privlači predatore, ali i brojne ljude koji se bave skupljanjem ove vrste oprašivača, ne imajući na umu kako na taj način smanjuju njihovu brojnost u prirodi.

### 3. MATERIJALI I METODE

#### 3.1. Anketni upitnik

Kod anketnog upitnika smo se odlučili za uporabu kauzalne (uzročno-posljedične) istraživačke metode te empirijskog istraživačkog pristupa u okviru kojega smo izveli kvantitativno istraživanje. Podatke smo potom analizirali u Excelu te ih grafički prikazali.

#### 3.2. Uzorci

Anketa je provedena u 11 osnovnih škola na području RH. Škole koje su sudjelovale su: Osnovna škola Ivana Kukuljevića Sisak, Osnovna škola 22.lipnja Sisak, Osnovna škola Runović, Osnovna škola Mladost Osijek, Osnovna škola Ljudevita Modeca Križevci, Osnovna škola Zrinskih i Frankopana Otočac, Prva Osnovna škola Bjelovar, Osnovna škola Marija Bistrica, Osnovna škola Sesevetska Sopnica, Osnovna škola Bogumila Tonija Samobor te Osnovna škola Fran Koncelak Drnje.

Anketom su obuhvaćeni učenici oba spola osmih razreda gore navedenih škola. U anketi je sudjelovalo ukupno 510 učenika, pri čemu su oba spola bila gotovo jednakomjerno zastupljena.

**Tablica 1.** Spolna struktura anketiranih učenika.

| Spol   | Broj | Postotak |
|--------|------|----------|
| Muški  | 235  | 46%      |
| Ženski | 275  | 54%      |
| Ukupno | 510  | 100%     |

#### 3.3. Sakupljanje podataka

Kako bi bolje utvrdili koliko su ispitanici tijekom školovanja bili upoznati s kucima i oprašivanjem, pregledani su udžbenici različitih izadavača petih, šestih i sedmih razreda osnovnih škola.

**Tablica 2.** Prikaz autora i izdavača knjiga iz prirode i biologije u osnovnim školama, te zastupljenost gradiva vezana uz oprašivanje.

|   | Građa cvijeta | Građa kukaca | Oprašivanje | Kukci oprašivači | Raznolikost kukaca |
|---|---------------|--------------|-------------|------------------|--------------------|
| Bendelja i sur.,<br>PRIRODA 5, ŠK       | +             |              |             |                  |                    |
| Bastić i sur.,<br>PRIRODA 5, ALFA       | +             |              |             |                  |                    |
| Bastić i sur.,<br>PRIRODA 6, ALFA       |               |              |             | +                |                    |
| Bendelja i sur.,<br>PRIRODA 6, ŠK       |               |              | +           |                  |                    |
| Džapo i sur.,<br>BIOLOGIJA 7,<br>PROFIL |               | +            |             | +                | +                  |
| Begić i sur.,<br>BIOLOGIJA 7, ALFA      | +             | +            | +           |                  |                    |

### 3.4. Izgled anketnog upitnika

#### UPITNIK

**Živim**

**Spol: M Ž**

- a) na selu – na poljoprivrednom gospodarstvu
- b) na selu - ne na poljoprivrednom gospodarstvu
- c) u gradu – imamo vrt
- d) u gradu – nemamo vrt

**1. Koliko prehrane stanovništva ovisi o oprašivanju kukcima? Zaokruži jedan odgovor.**

- a) desetina
- b) trećina
- c) polovica
- d) skoro sve
- e) ne znam

**2. Što bi se dogodilo s hranom za stanovništvo ukoliko više ne bi bilo oprašivača? Više je ispravnih odgovora.**

- a) hrane ne bi bilo
- b) hrane bi bilo više
- c) hrane bi bilo manje

- d) hrana bi bila manje raznovrsna
- e) hrana bi bila više raznovrsna
- f) hrana bi bila jeftinija
- g) hrana bi bila skuplja
- h) ne znam

**3. Među najvažnije životinjske oprašivače ubrajamo kukce. Koji kukci su najpotrebniji za oprašivanje poljoprivrednih kultura? Dane odgovore razvrstaj od 1 do 5, tako da na crtice ispred odgovora napišeš brojeve. Najviše potrebni – 1, najmanje potrebni – 5.**

- medonosne pčele
- slobodnoživuće pčele (bumbari, solitarne pčele)
- muhe trepetavke
- kornjaši
- leptiri

**4. Koji kukci su najpotrebniji za oprašivanje samoniklog bilja? Dane odgovore razvrstaj od 1 do 5, tako da na crtice ispred odgovora napišeš brojeve. Najviše potrebni – 1, najmanje potrebni – 5.**

- medonosne pčele
- slobodnoživuće pčele (bumbari, solitarne pčele)
- muhe trepetavke
- kornjaši
- leptiri

**5. Kako se u velikim staklenicima oprašuje rajčica? Zaokruži jedan odgovor.**

- a) pčelama
- b) bumbarima
- c) leptirima
- d) ručno s četkicama
- e) ne znam

**6. Koje od ispod nabrojanih biljaka oprašuje vjetar? Više je ispravnih odgovora.**

- a) kruška
- b) pšenica
- c) kukuruz
- d) maslina
- e) grah
- f) krastavac
- g) lijeska

**7. Približno koliko vrsta pčela (bumbara, solitarnih pčela, ...) je dosad nađenih u Hrvatskoj? Zaokruži jedan odgovor.**

- a) 10

- b) 50
- c) 100
- d) 500
- e) Ne znam

**8. Što ugrožava oprašivače?** Dane odgovore razvrstaj od 1 do 5, tako da na crtice ispred odgovora napišeš brojeve. Najviše – 1, najmanje – 5.

- \_ klimatske promjene
- \_ intenzivna poljoprivreda
- \_ širenje gradova
- \_ bolesti
- \_ uvoz bumbara

**9. Kako prema Vašem mišljenju osigurati uspješno oprašivanje kukcima u budućnosti?** Zaokruži odgovor s kojim se najviše slažete.

- a) Moramo očuvati ili povećati broj zajednica medonosnih pčela.
- b) Moramo očuvati ili povećati broj slobodnoživućih kukaca oprašivača.
- c) Moramo očuvati ili povećati raznolikost kukaca oprašivača.
- d) Ne znam.

**10. Zaokruži jednu točnu tvrdnju.**

**10.1** Bumbari žive u zajednicama slično kao medonosne pčele, ali su njihove zajednice manje i traju nekoliko mjeseci.

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**11.2** Bumbari su sporiji nego medonosne pčele (tijekom jednakog vremena obiđu manje cvjetova).

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**11.3** Bumbari lete pri nižim vanjskim temperaturama nego medonosne pčele.

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**11.4** Bumbari pri sljetanju protresu cvijet pa je oprašivanje uspješnije.

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**11.5** Što su bumbari veći to im pesticidi manje štete.

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**11.6** Bumbari su bolji prenosioci cvjetnog praha nego medonosna pčela.

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**11.7** Slobodnoživući oprašivači (bumbari, solitarne pčele...) žive i u gradovima.

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**10.8** Solitarne pčele svoja gnijezda brane ubodima žalcem.

TOČNO                      NETOČNO                      NE ZNAM

**10.9** Slobodnoživući kukci oprašivači su više ugroženi nego medonosna pčela.

TOČNO                      NETOČNO                      NEZNAM

**11. Imate li pčelara u obitelji?**

- a) Da. Već sam pomagao/la u radu na pčelinjaku.
- b) Da. Nisam pomagao/la u radu na pčelinjaku.
- c) Ne, ali sam pomagao/la u radu na pčelinjaku.
- d) Ne. Nisam pomagao/la u radu na pčelinjaku.

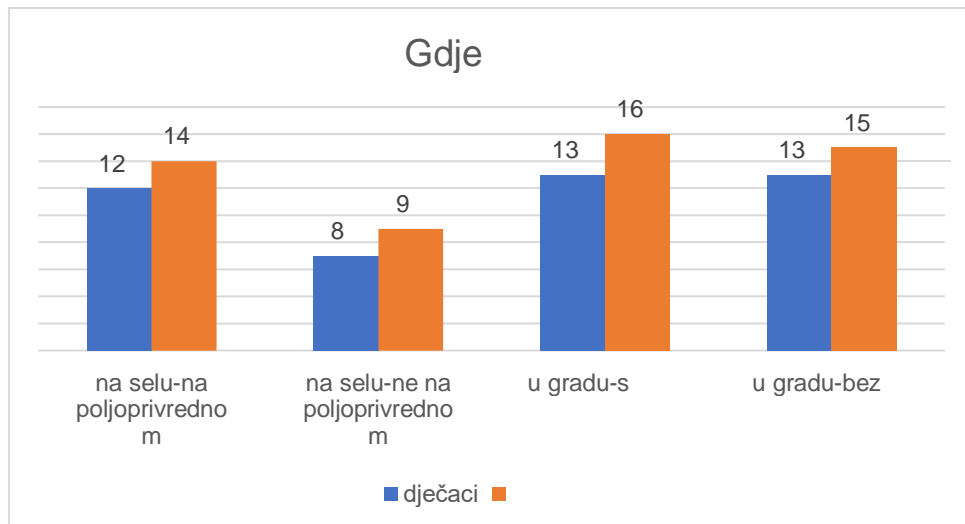
**12. Koji od ispod nabrojanih kukaca su opasni i zato ih se bojiš?**

- a) medonosna pčela
- b) bumbar
- c) solitarna pčela
- d) nabrojani kukci nisu opasni

## 4. REZULTATI

### 0. Gdje ispitanici žive?

U ovom pitanju učenici su morali odabrati samo jedan odgovor.

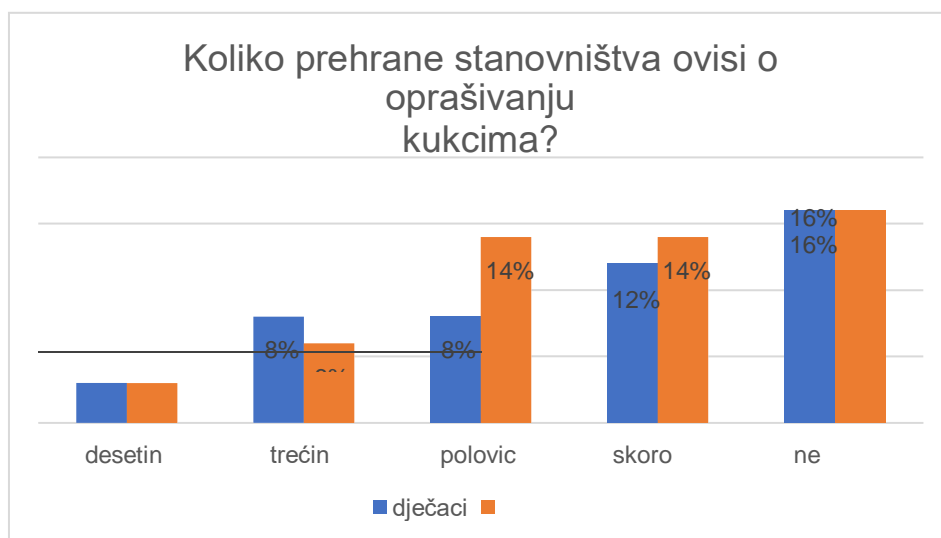


**Grafikon 1.** Odgovor na pitanje Gdje živim?

U ovom pitanju zanimalo nas je gdje učenici žive te koliko su prema tome u dodiru s prirodom. Na ovo pitanje odgovorilo je svih 510 ispitanika, a najviše (16%) učenica odgovara kako žive u gradu s vrtom. Za razliku o njih, najviše dječaka živi u gradu bez vrta (15%). Najmanje (9%) učenica i učenika (7%) živi na selu, ali ne na poljoprivrednom gospodarstvu.

### 1. Koliko prehrana stanovništva ovisi o oprašivanju kukcima?

Učenici su mogli zaokružiti samo jedan odgovor.

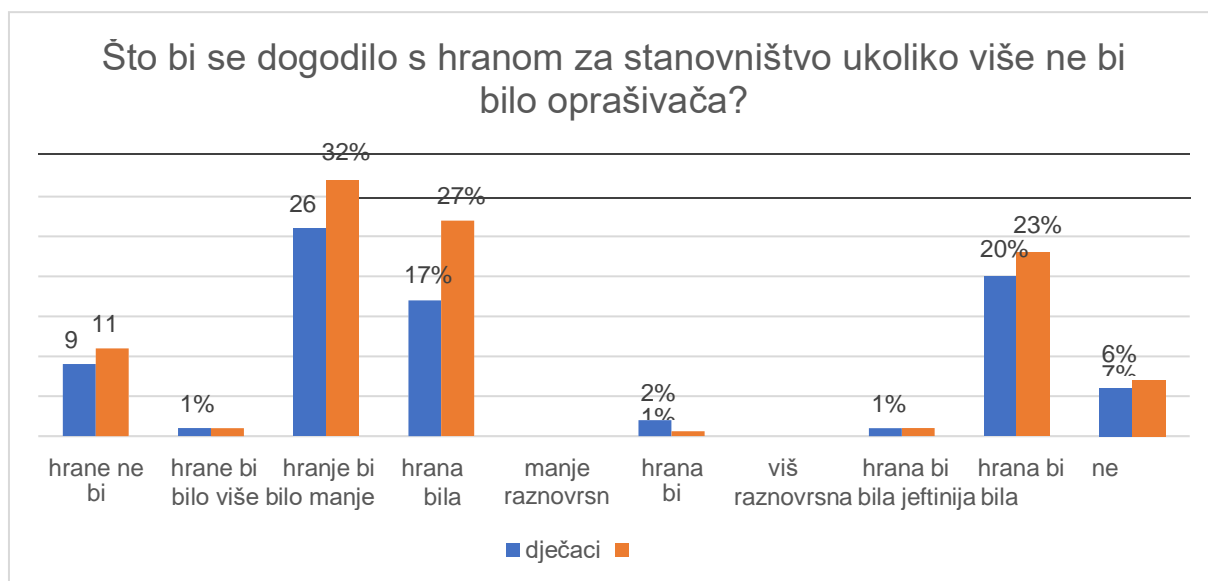


**Grafikon 2.** Odgovor na pitanje Koliko prehrane stanovništva ovisi o oprašivanju kukcima?

Svi ispitanici odgovorili su na ovo pitanje. Najviše (16%) ih je odgovorilo kako ne zna, te je taj odgovor jednako zastupljen i kod ženskih i muških učenika. Najmanje (3%) odgovaraju oba spola u jednakoj zastupljenosti te smatraju kako desetina prehrane ovisi o oprašivanju.

## 2. Što bi se dogodilo s hranom za stanovništvo ukoliko više ne bi bilo oprašivača?

U ovom pitanju bilo je moguće zaokružiti više ponuđenih odgovora.



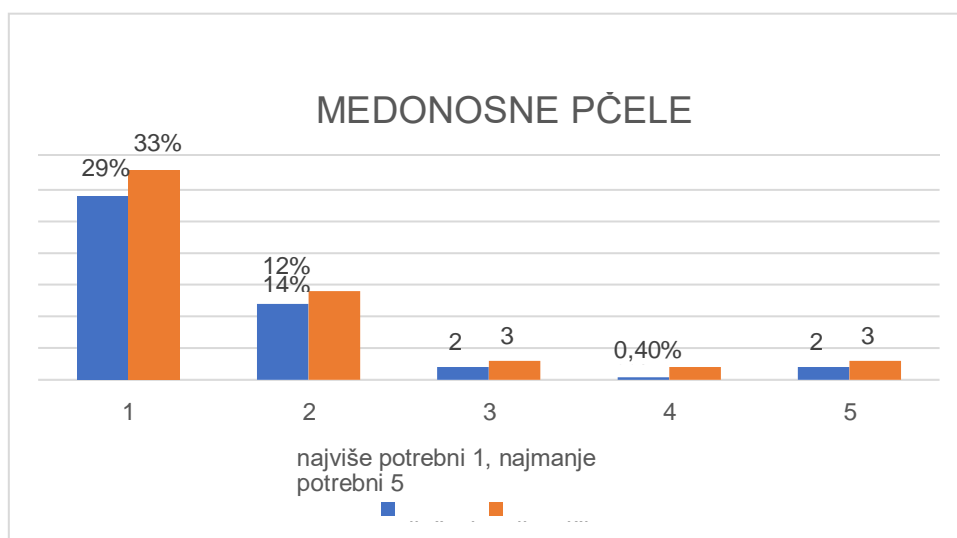
**Grafikon 3.** Odgovor na pitanje Što bi se dogodilo s hranom za stanovništvo ukoliko više ne bi bilo oprašivača?

Svi ispitanici odgovorili su na ovo pitanje, neki su se odlučili na više odgovora dok su ostali odabrali samo jedan. Najveći postotak (32%) odgovorila je populacija učenika te su odabrale odgovor kako bi hrane bilo manje. Najmanji postotak (0,6%) također odgovaraju učenice i one smatraju kako bi hrana bila raznovrsnija.

## 3. Među najvažnije životinjske oprašivače ubrajamo kukce. Koji kukci su najpotrebniji za oprašivanje poljoprivrednih kultura?

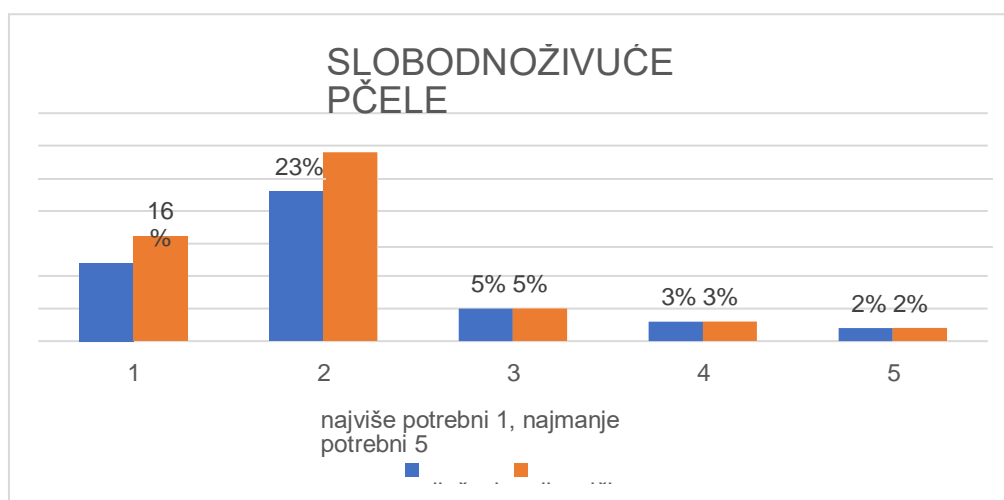
U ovom pitanju ispitanici su trebali ponuđene kukce razvrstati brojevima od 1 do 5. Jedan predstavlja one za koje smatraju da su najpotrebniji, dok pet predstavlja one za koje smatraju kako su najmanje potrebni. Na postavljeno pitanje su odgovorila 482 učenika od ukupno 510.





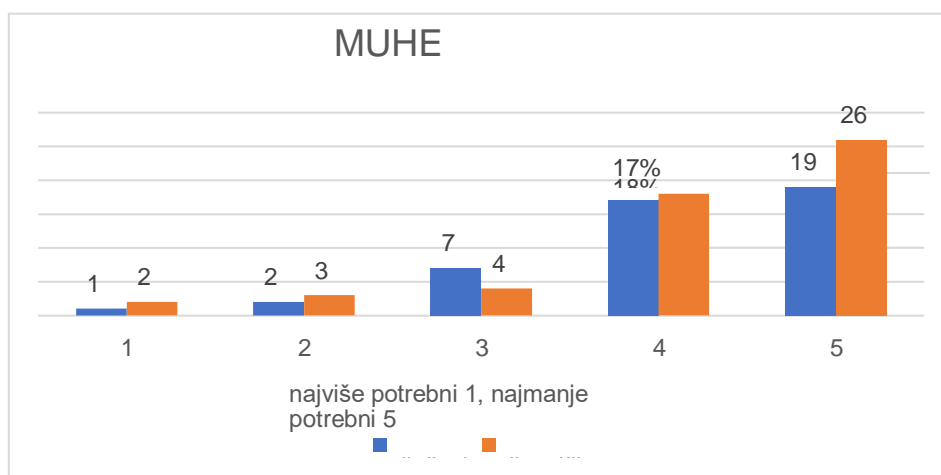
**Grafikon 4.** Odgovor medonosne pčele

Na ovo pitanje odgovorila su 482 učenika od ukupno 510. Za odgovor da su medonosne pčele najpotrebnije odlučilo se 157 (33%) učenica i 141 (29%) učenik, a da su najmanje potrebne odgovorilo je 13 (3%) učenica i 11 (2%) učenika.



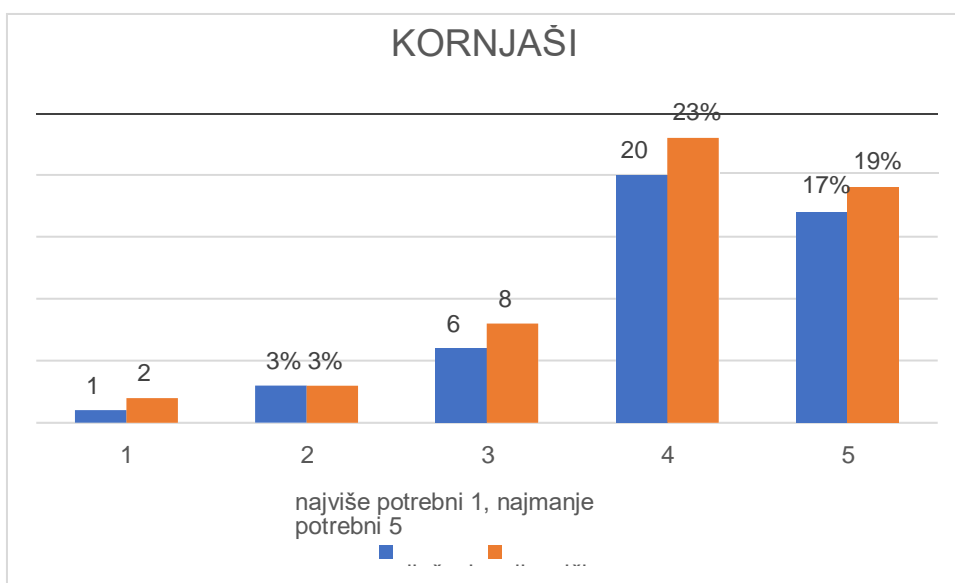
**Grafikon 5.** Odgovor slobodnoživuće pčele

Za odgovor da su slobodnoživuće pčele najpotrebnije odlučilo se 76 (16%) učenica i 58 (12%) učenika, a da su najmanje potrebne odgovorilo je 9 (2%) učenica i 11 (2%) učenika.



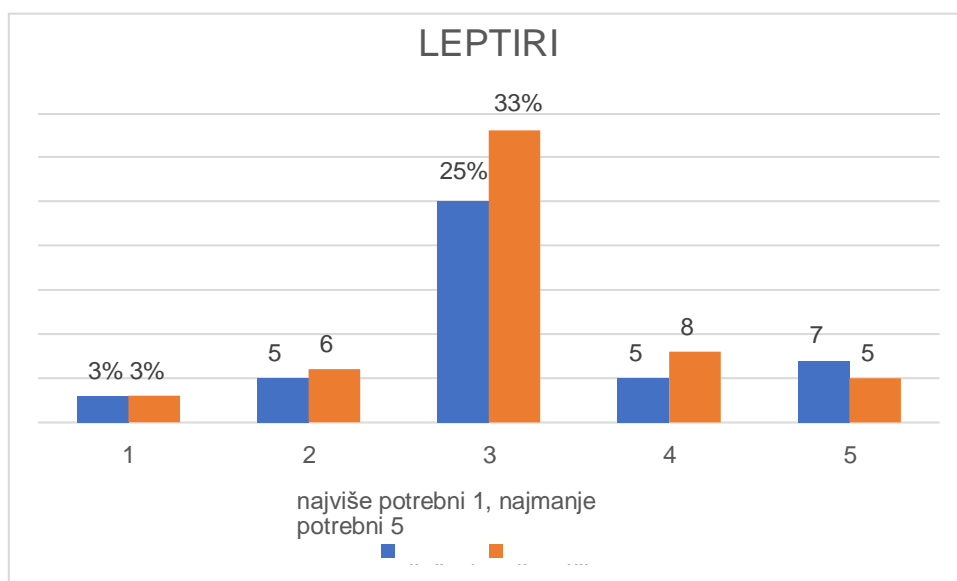
**Grafikon 6.** Odgovor muhe trepetavke.

Za odgovor da su muhe trepetavke najpotrebnije odlučilo se 12 (2%) učenica i 7 (1%) učenika, a da su najmanje potrebne odgovorilo je 128 (26%) učenica i 89 (19%) učenika.



**Grafikon 7.** Odgovor kornjaši.

Za odgovor da su kornjaši najpotrebniji odlučilo se 8 (2%) učenica i 6 (1%) učenika, a da su najmanje potrebni odgovorilo je 93 (19%) učenica i 80 (17%) učenika.

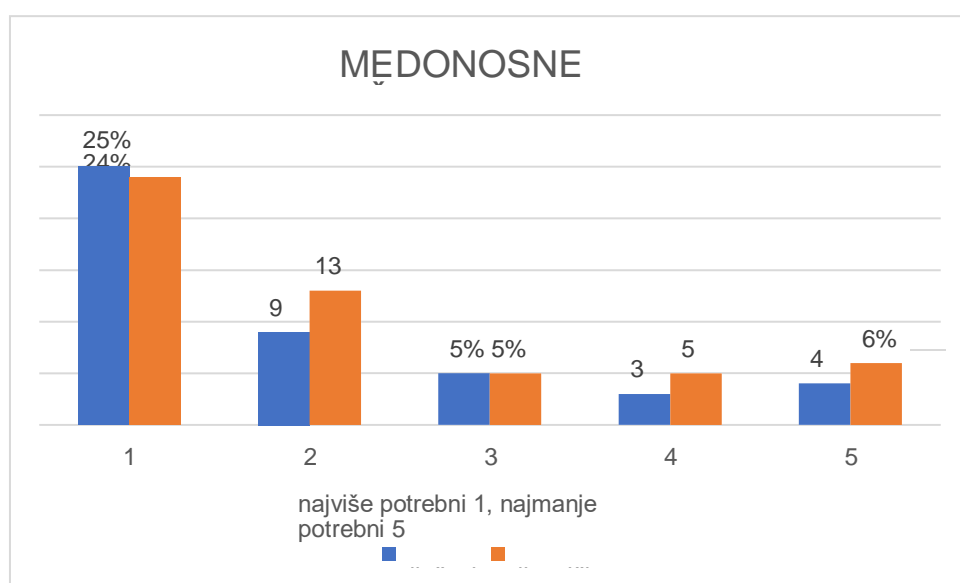


**Grafikon 8.** Odgovor leptiri.

Za odgovor da su leptiri najpotrebniji odlučilo se 12 (3%) učenica i 14 (3%) učenika, a da su najmanje potrebni odgovorilo su 22 (5%) učenice i 35 (7%) učenika.

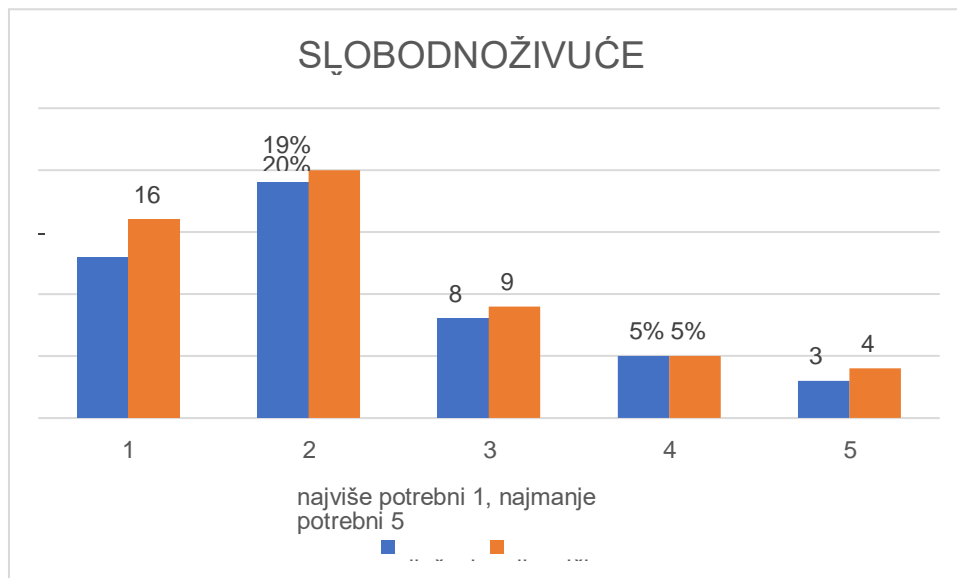
#### 4. Koji kukci su najpotrebniji za oprašivanje samoniklog bilja?

U ovom pitanju ispitanici su trebali ponuđene kukce razvrstati brojevima od 1 do 5. Jedan predstavlja one za koje smatraju da su najpotrebniji, dok pet predstavlja one za koje smatraju kako su najmanje potrebni. Na ovo pitanje odgovorilo je 470 od ukupno 510 učenika.



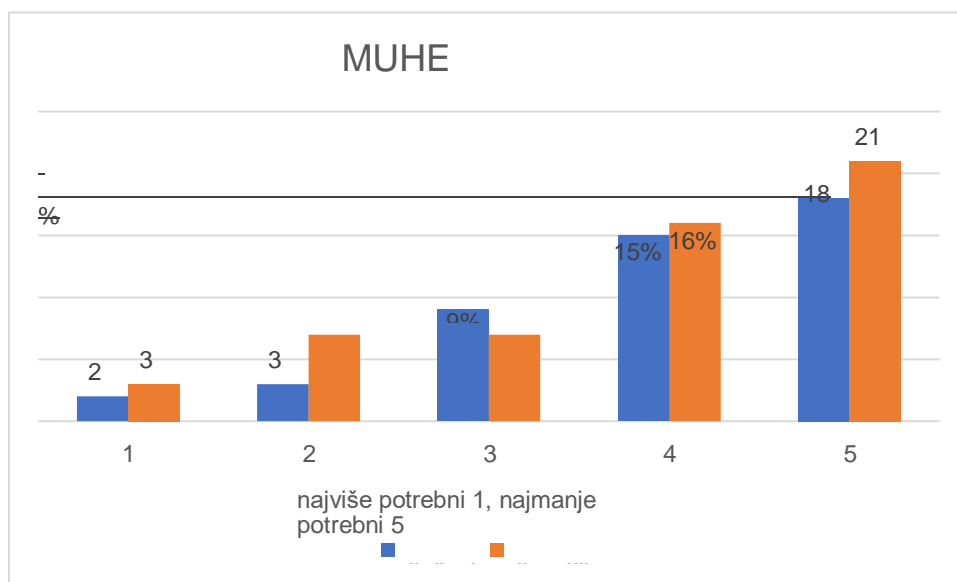
**Grafikon 9.** Odgovor medonosne pčele.

Za odgovor da su medonosne pčele najpotrebnije odlučilo se 114 (24%) učenica i 117 (25%) učenika, a da su najmanje potrebni odgovorilo je 27 (6%) učenica i 19 (4%) učenika.



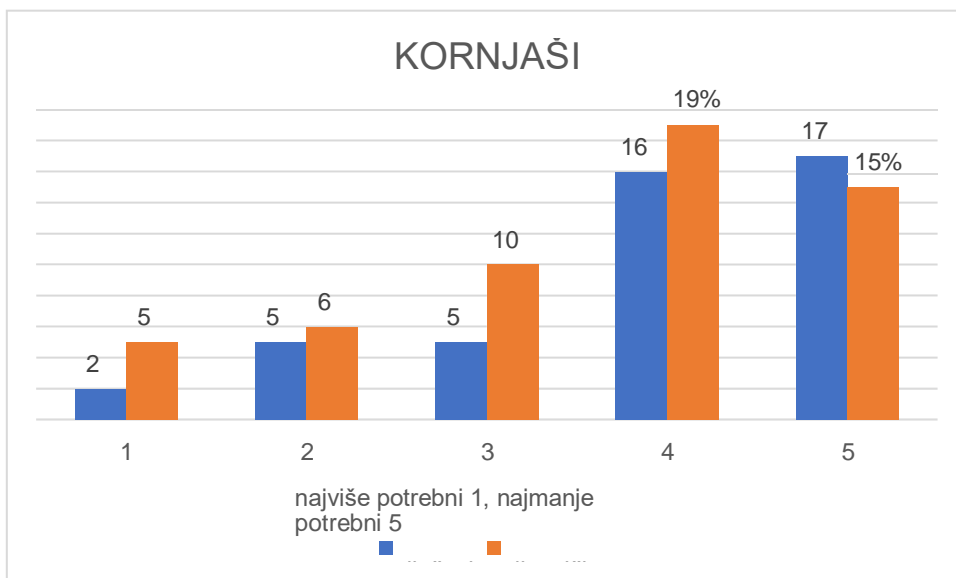
**Grafikon 10.** Odgovor slobodnoživuće pčele.

Za odgovor da su slobodnoživuće pčele najpotrebnije odlučilo se 77 (16%) učenica i 59 (13%) učenika, a da su najmanje potrebni odgovorilo je 18 (4%) učenica i 12 (3%) učenika.



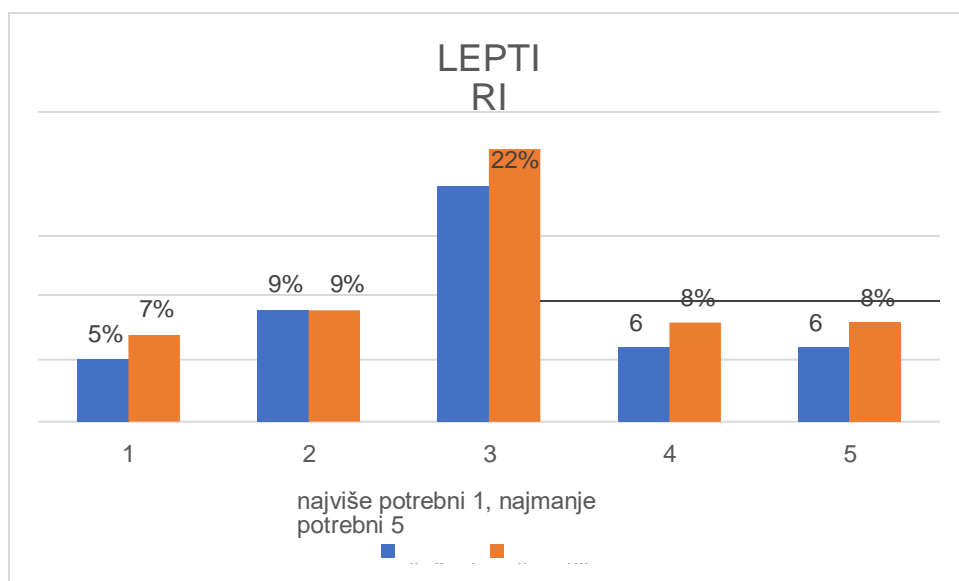
**Grafikon 11.** Odgovor muhe trepetavke.

Za odgovor da su muhe trepetavke najpotrebnije odlučilo se 12 (3%) učenica i 10 (2%) učenika, a da su najmanje potrebni odgovorilo je 99 (21%) učenica i 83 (18%) učenika.



**Grafikon 12.** Odgovor kornjaši.

Za odgovor da su kornjaši najpotrebniji odlučilo se 24 (5%) učenica i 11 (2%) učenika, a da su najmanje potrebni odgovorilo je 71 (15%) učenica i 80 (17%) učenika.

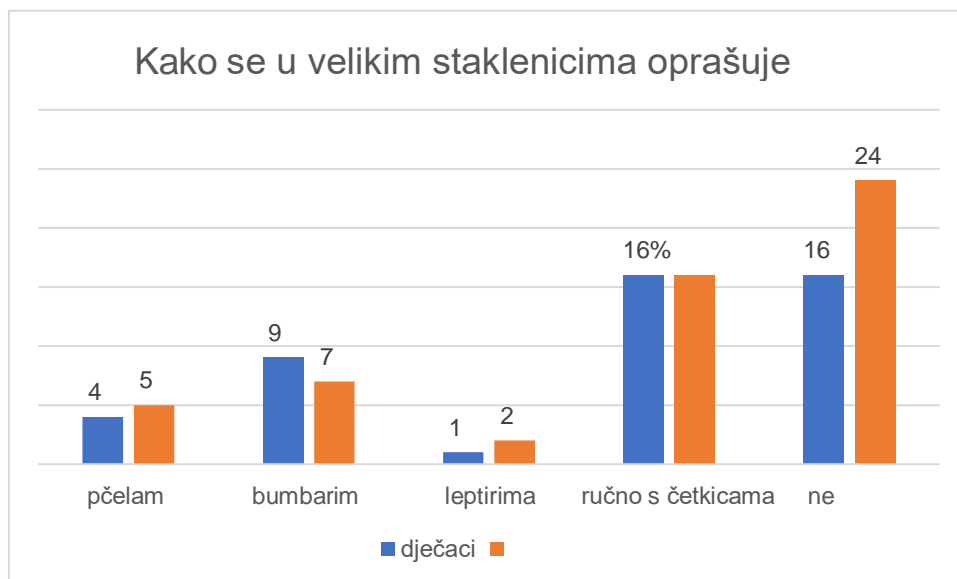


**Grafikon 13.** Odgovor leptiri.

Za odgovor da su leptiri najpotrebniji odlučilo se 32 (7%) učenica i 24 (5%) učenika, a da su najmanje potrebni odgovorilo je 39 (8%) učenica i 30 (6%) učenika.

## 5. Kako se u velikim staklenicima oprašuje rajčica?

Na ovo pitanje učenici su mogli odabrati samo jedan odgovor. Od 510 učenika, 508 ih je odgovorilo na pitanje.

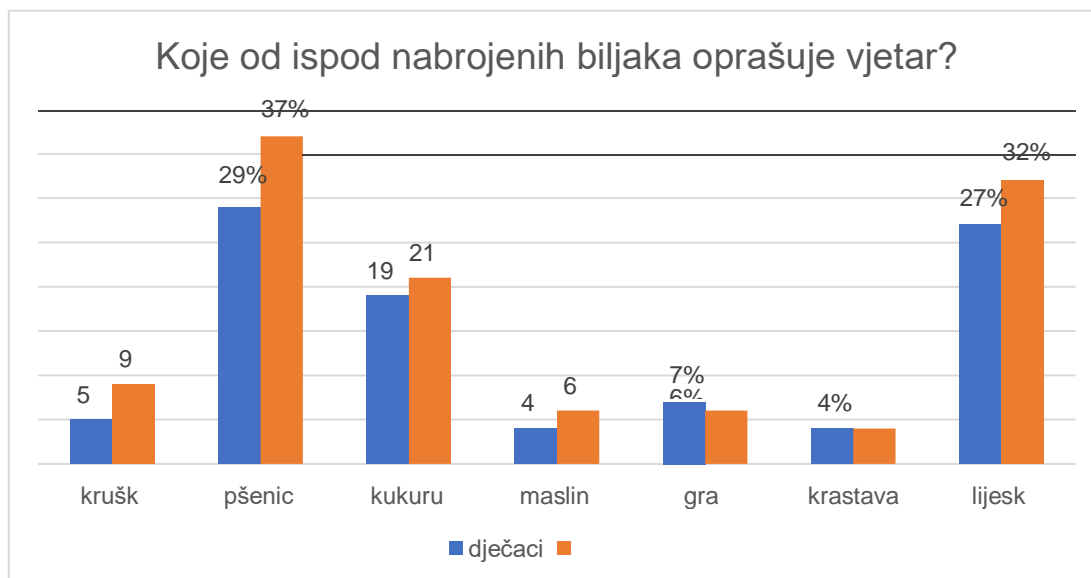


**Grafikon 14.** Odgovor na pitanje Kako se u velikim staklenicima oprašuje rajčica?

Najviše djevojčica (24%) i dječaka (16%) je odgovorilo ne znam, dok ih najmanje smatra kako se oprašuje leptirima; svega 2% djevojčica i 1% dječaka.

## 6. Koje od ispod nabrojanih biljaka oprašuje vjetar?

Na ovo pitanje učenici su mogli odabrati samo jedan odgovor. Unatoč tome, nekoliko učenika odabralo je više odgovora. Svih 510 učenika je odgovorilo na ponuđeno pitanje.

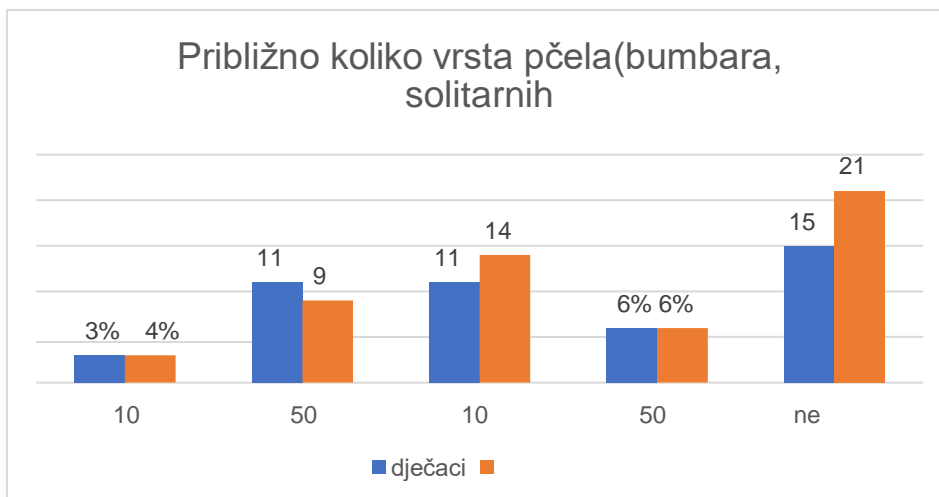


**Grafikon 15.** Odgovor na pitanje Koje od ispod nabrojanih biljaka oprašuje vjetar?

Najviše ih je odgovorilo kako pšenicu oprašuje vjetar (37%), a najmanje ih smatra kako se na ovaj način oprašuju krastavci (4%).

### 7. Približno koliko vrsta pčela (bumbara, solitarnih pčela, ...) je dosad nađenih u Hrvatskoj?

Na ovo pitanje učenici su mogli odabrati samo jedan odgovor. Od 510 učenika, 509 ih je odgovorilo.

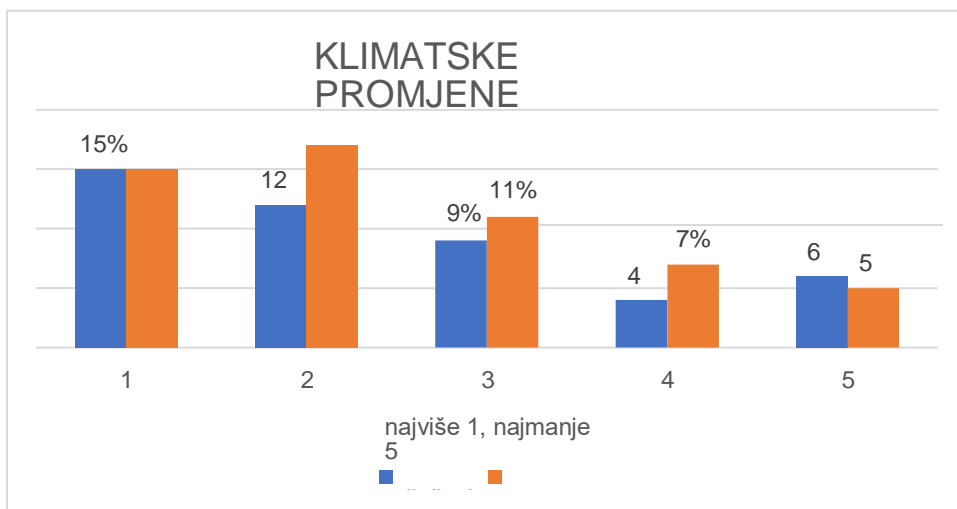


**Grafikon 16.** Odgovor na pitanje Približno koliko vrsta pčela je dosad nađenih u Hrvatskoj?

Najviše ih je odgovorilo ne znam (21%), dok ih je najmanje odgovorilo deset (3%).

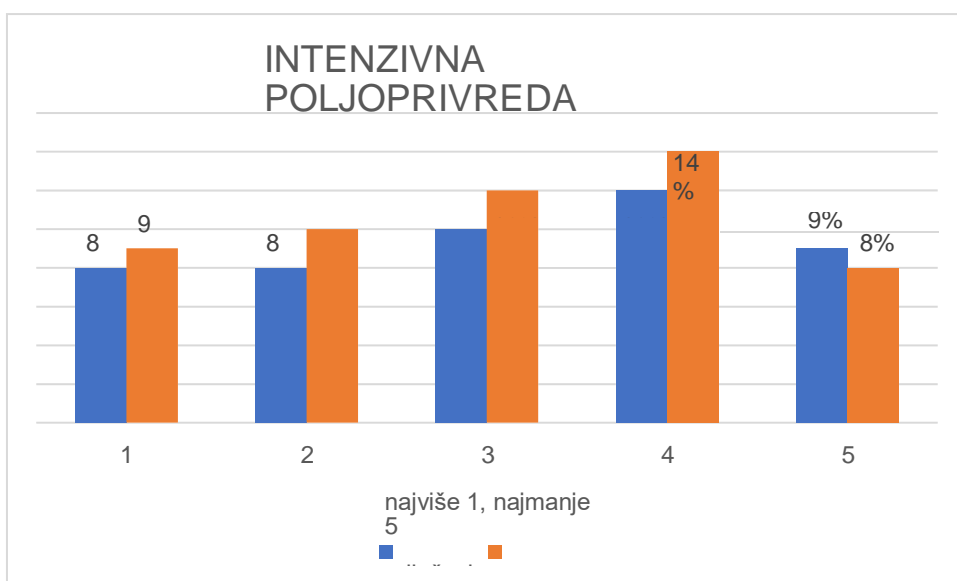
## 8. Što ugrožava oprašivače?

U ovom pitanju ispitanici su trebali od ponuđenih odgovora odabrati što najviše ugrožava kukce oprašivače. Za ono što smatraju da najviše ugrožava trebali su odabrati jedan, a što najmanje ugrožava trebali su odabrati pet. Od 510 učenika, 472 učenika odgovorila su na ponuđeno pitanje.



**Grafikon 17.** Odgovor klimatske promjene.

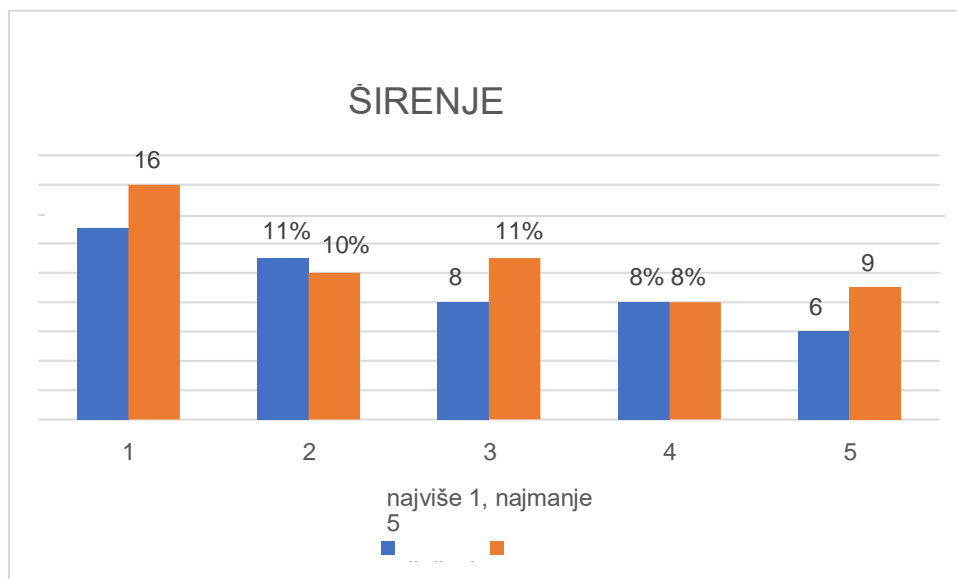
Da klimatske promjene najviše ugrožavaju oprašivače smatra 15% ispitanika, jednako kod oba spola, dok 5% učenica i 6% učenika smatra kako one najmanje ugrožavaju oprašivače.



**Grafikon 18.** Odgovor intenzivna poljoprivreda.

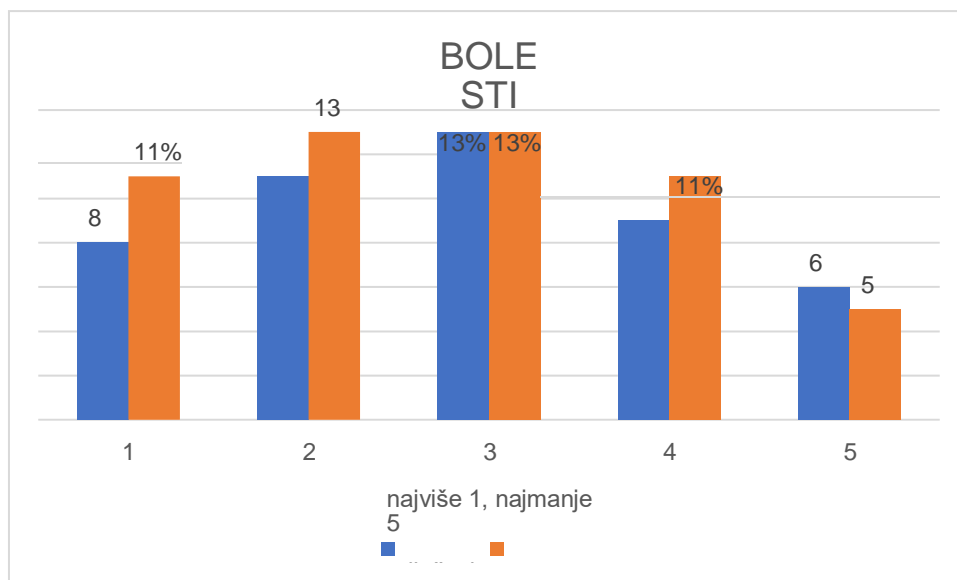


Da intenzivna poljoprivreda najviše ugrožava oprašivače smatra 9% učenica i 8% učenika, dok 8% učenica i 9% učenika smatra kako ona najmanje ugrožavaju oprašivače.



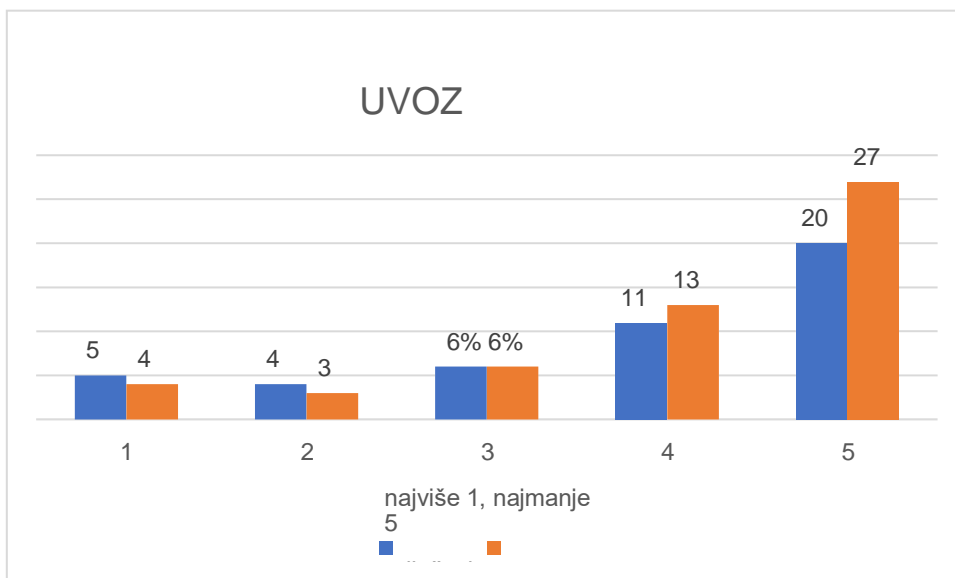
**Grafikon 19.** Odgovor širenje gradova.

Da širenje gradova najviše ugrožava oprašivače smatra 16% učenica i 13% učenika, dok 9% učenica i 6% učenika smatra kako ono najmanje ugrožavaju kukce oprašivače.



**Graf 20.** Odgovor bolesti.

Da bolesti najviše ugrožavaju kukce oprašivače smatra 11% učenica i 8% učenika, dok 5% učenica i 6% učenika smatra kako one najmanje ugrožavaju oprašivače.

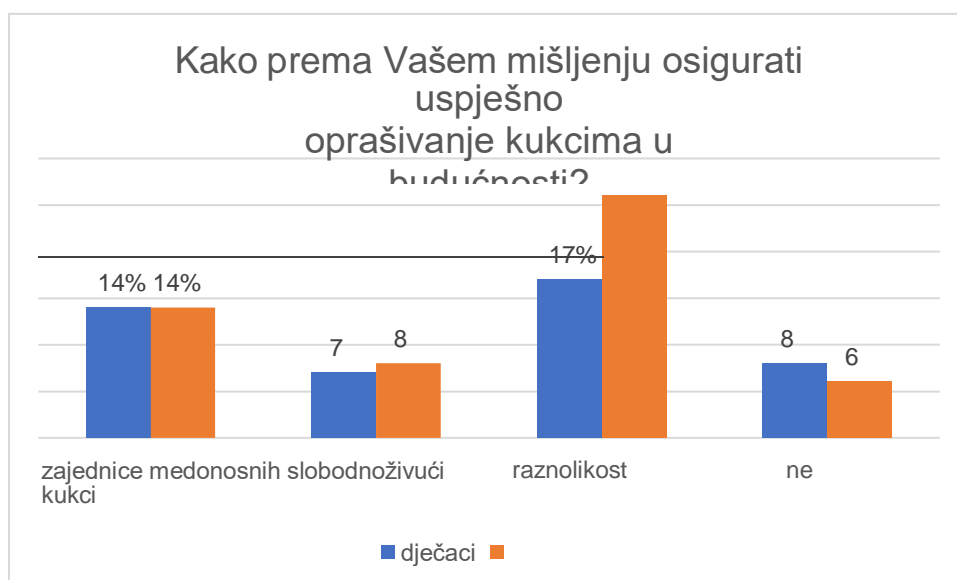


**Grafikon 21.** Odgovor uvoz bumbara.

Da uvoz bumbara najviše ugrožava oprašivače smatra 4% učenica i 5% učenika, dok 27% učenica i 20% učenika smatra kako ona najmanje ugrožavaju oprašivače.

### 9. Kako prema Vašem mišljenju osigurati uspješno oprašivanje kukcima u budućnosti?

Na ovo pitanje učenici su mogli odabrati samo jedan odgovor. Od 510 učenika, 504 je odgovorilo na postavljeno pitanje.

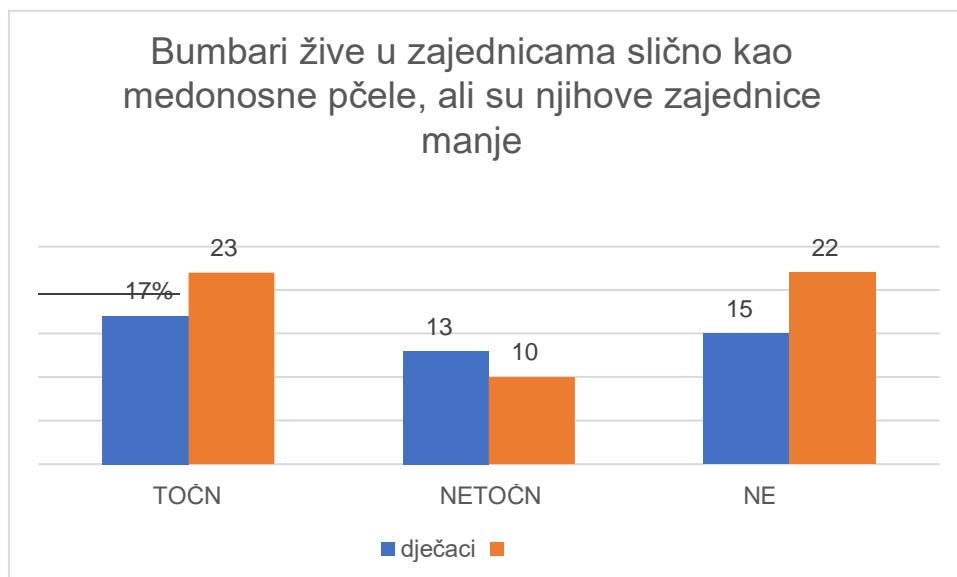


**Grafikon 22.** Odgovor na pitanje Kako prema Vašem mišljenju osigurati uspješno oprašivanje kukcima u budućnosti?

Najviše, 26% učenica i 17% učenika, je odgovorilo kako raznolikost kukaca može pridonijeti uspješnom oprašivanju.

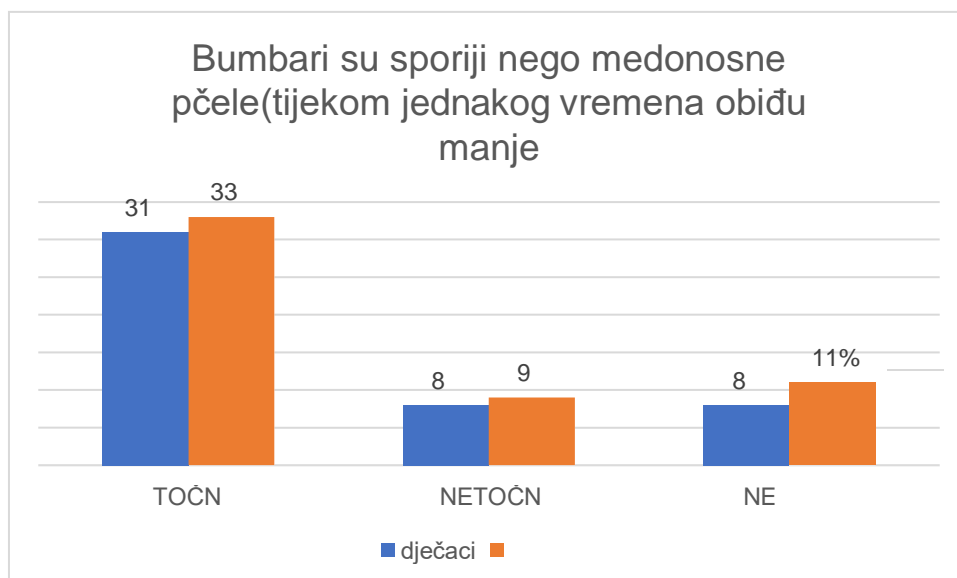
## 10. Zaokruži jednu točnu tvrdnju.

Ovo pitanje se sastoji od više potpitanja. Učenici su za svako potpitanje mogli odabrati jedan odgovor (TOČNO, NETOČNO ili NE ZNAM).



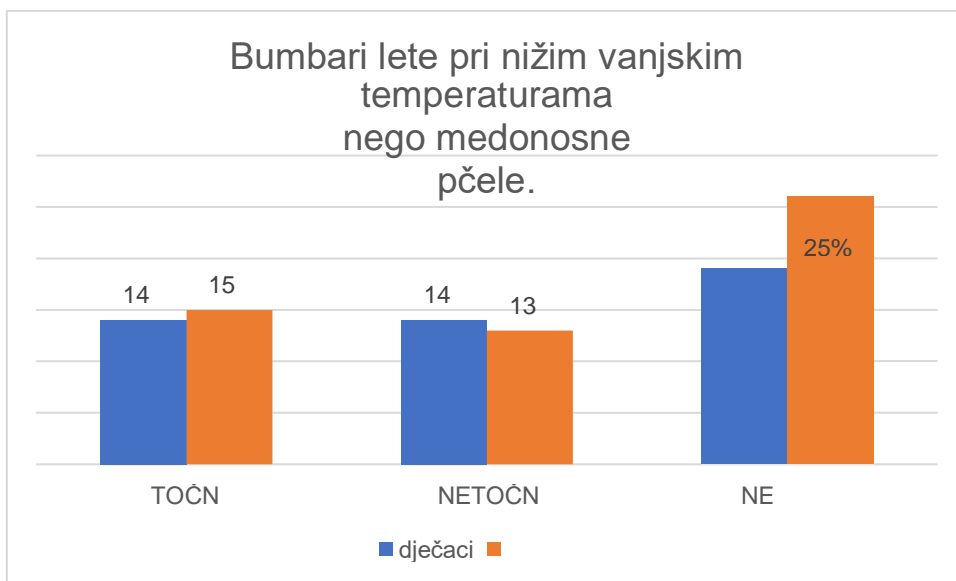
**Grafikon 23.** Odgovor na potpitanje Bumbari žive u zajednicama slično kao i medonosne pčele.

Na ovo potpitanje odgovorilo je 505 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju točno, 23% učenica i 17% učenika, a najmanje netočno, 10% učenica i 13% učenika.



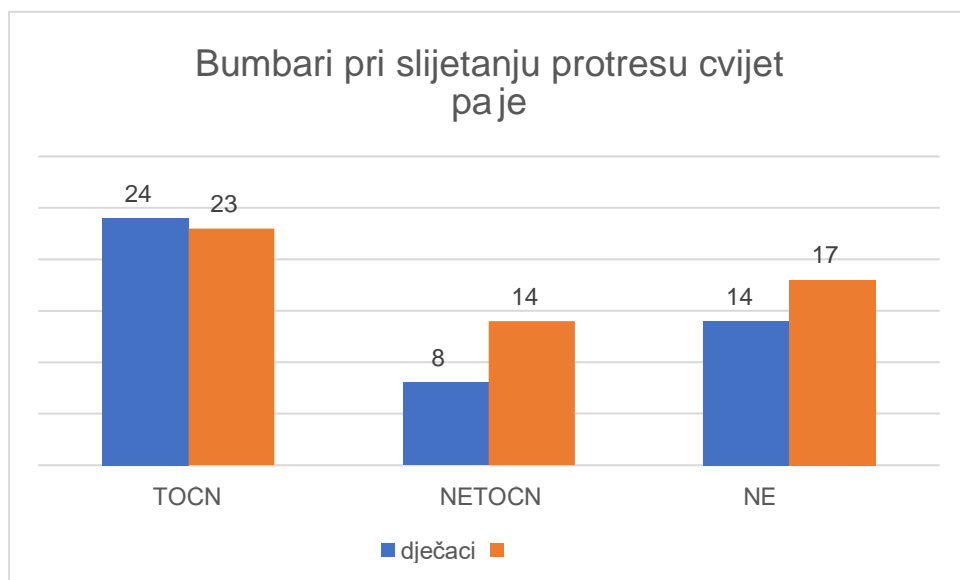
**Grafikon 24.** Odgovor na potpitanje Bumbari su sporiji nego medonosne pčele.

Na ovo potpitanje odgovorilo je 506 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju točno, 33% učenica i 31% učenika, a najmanje netočno, 9% učenica i 8% učenika.



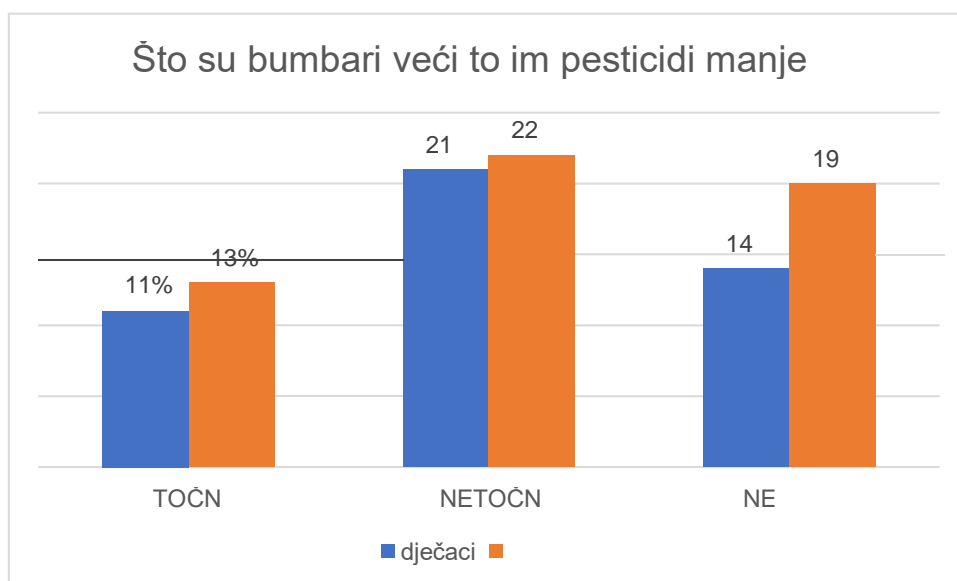
**Grafikon 25.** Odgovor na potpitanje Bumbari lete pri nižim vanjskim temperaturama nego medonosne pčele.

Na ovo potpitanje odgovorilo je 507 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju ne znam, 25% učenica i 19% učenika, a najmanje netočno, 13% učenica i 14% učenika.



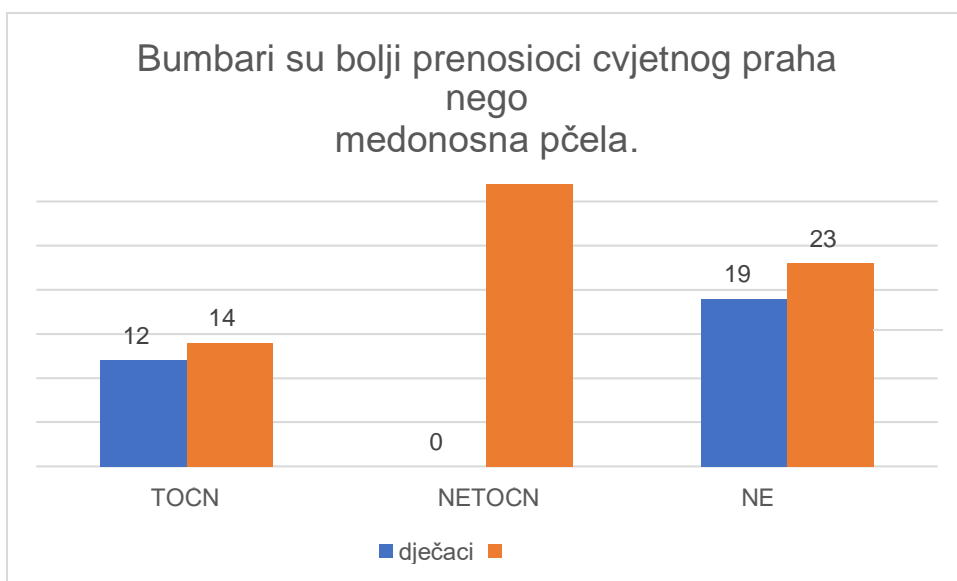
**Grafikon 26.** Odgovor na potpitanje Bumbari pri slijetanju protresu cvijet pa je oprašivanje uspješnije?

Na ovo potpitanje odgovorili su svi učenici. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju točno, 23% učenica i 24% učenika, a najmanje netočno, 14% učenica i 8% učenika.



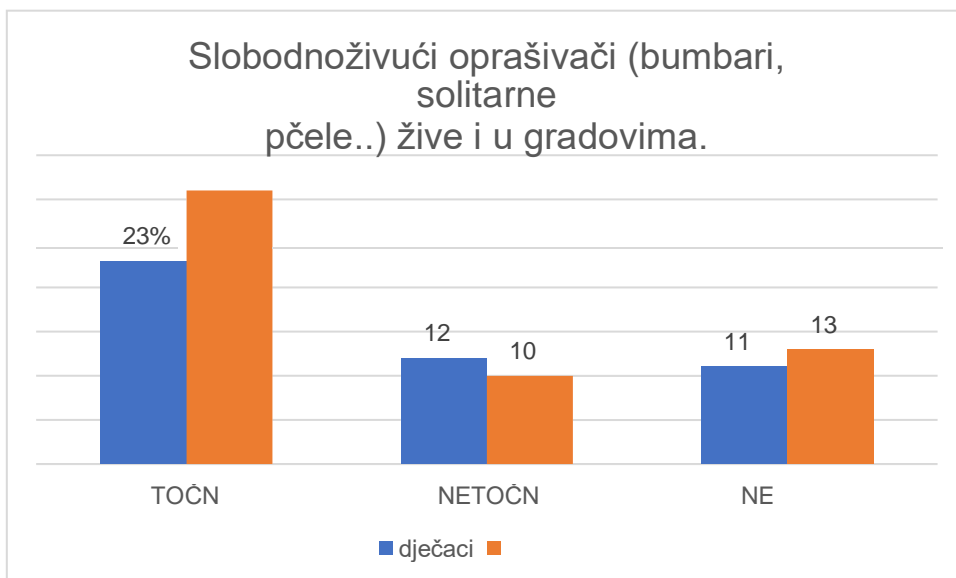
**Grafikon 27.** Odgovor na potpitanje Što su bumbari veći to im pesticidi manje štete?

Na ovo potpitanje odgovorilo je 508 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju netočno, 22% učenica i 21% učenika, a najmanje točno, 13% učenica i 11% učenika.



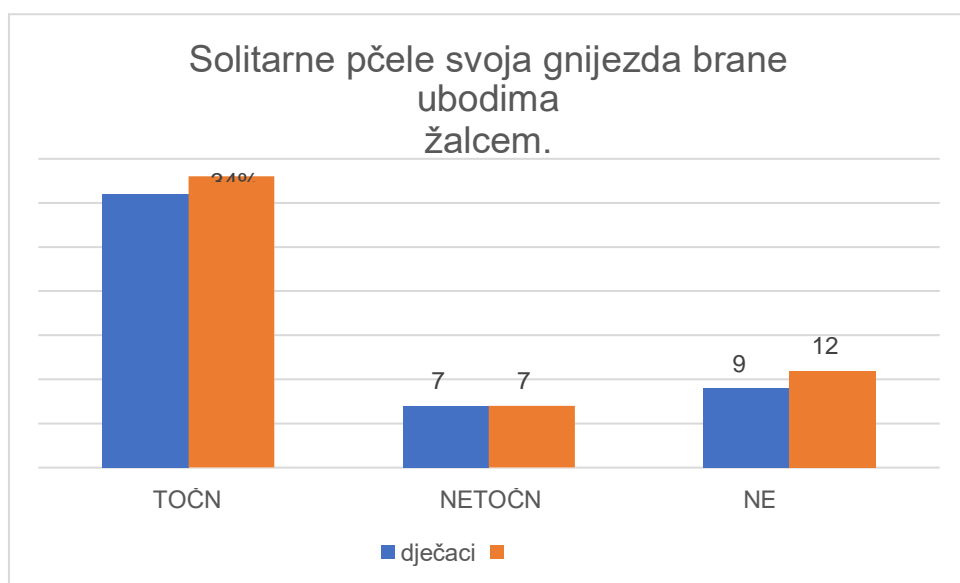
**Grafikon 28.** Odgovor na potpitanje Bumbari su bolji prenosioci cvjetnog praha nego medonosna pčela?

Na ovo potpitanje odgovorilo je 397 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju netočno, 32% učenica, dok su učenici najviše (23%) zaokružili tvrdnju ne znam. Najmanje učenica zaokružilo je tvrdnju točno, 14%, dok nitko od učenika nije zaokružio tvrdnju netočno.



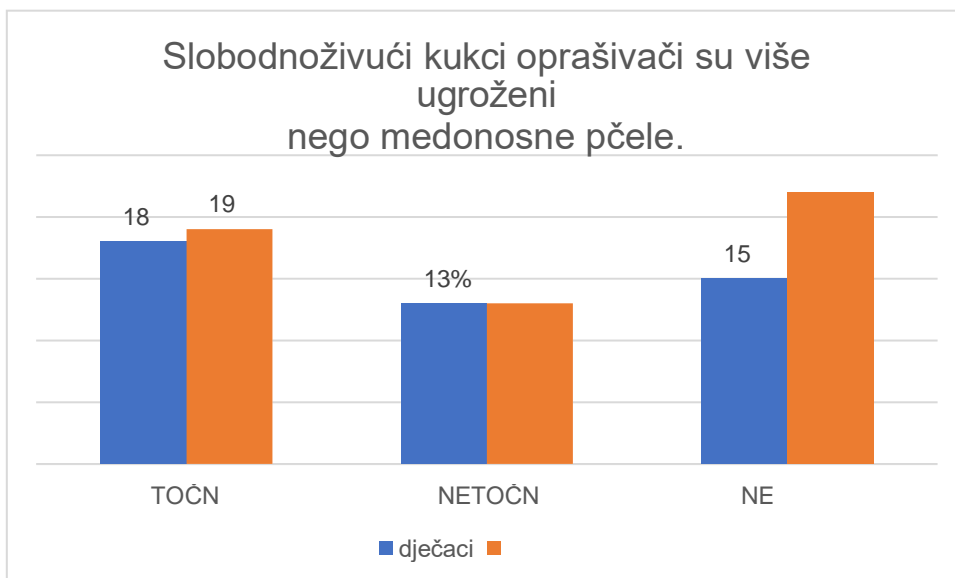
**Grafikon 29.** Odgovor na potpitanje Slobodnoživući oprašivači žive i u gradovima?

Na ovo potpitanje odgovorilo je 507 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju točno, 31% učenica i 23% učenika. Najmanje učenica zaokružilo je tvrdnju netočno (10%), dok je najmanje učenika (11%) zaokružilo tvrdnju ne znam.



**Grafikon 30.** Odgovor na potpitanje Solitarne pčele svoja gnijezda brane ubodima žalcem?

Na ovo potpitanje odgovorilo je 509 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju točno, 34% učenica i 31% učenika, a najmanje netočno, 7% učenica i 7% učenika.

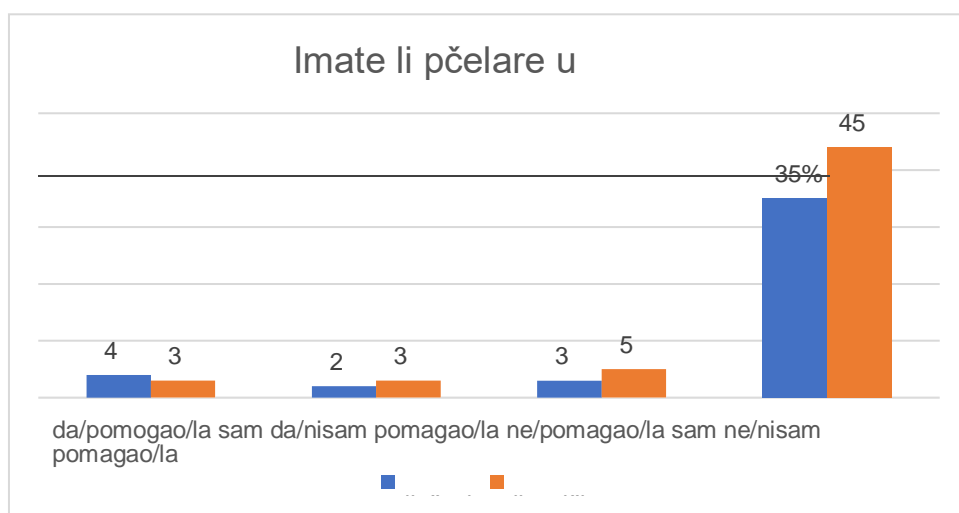


**Grafikon 31.** Odgovor na potpitanje Slobodnoživući kukci i oprašivači su više ugroženi nego medonosne pčele?

Na ovo potpitanje odgovorilo je 508 od 510 učenika. Najviše ih je zaokružilo tvrdnju ne znam, 22% učenica, dok su učenici najviše (18%) zaokružili tvrdnju točno. Najmanje je zaokružilo netočno, 13% učenica i 13% učenika.

### 11. Imate li pčelara u obitelji?

Na ovo pitanje učenici su mogli odabrati samo jedan odgovor. Od 510 učenika, 509 je odgovorilo na postavljeno pitanje.

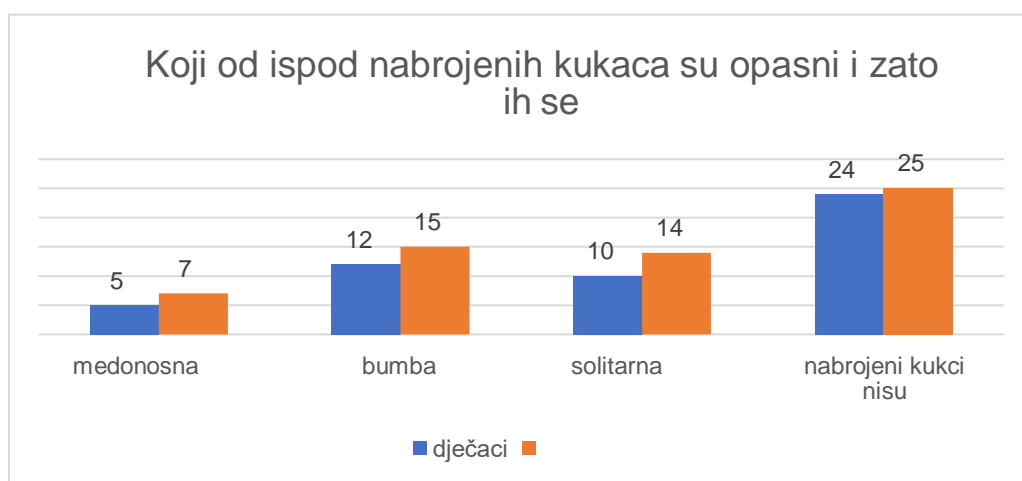


**Grafikon 32.** Odgovor na pitanje Imate li pčelare u obitelji?

Najviše ih je odgovorilo da nemaju pčelare u obitelji i da do sad nisu pomagali na pčelinjaku, 45% učenica i 35% učenika. Najmanje je odgovorilo kako imaju pčelare u obitelji ali nisu pomagali, 3% učenica i 2% učenika.

## 12. Koji od ispod nabrojanih kukaca su opasni i zato ih se bojiš?

Na ovo pitanje učenici su mogli odabrati samo jedan odgovor. Unatoč tome, nekoliko učenika odabralo je više točnih odgovora. Svih 510 učenika odgovorilo je na postavljeno pitanje.



**Grafikon 33.** Odgovor na pitanje Koji od ispod nabrojanih kukaca su opasni i zato ih se bojiš?

Najviše ih je odgovorilo kako nabrojani kukci nisu opasni, 25% učenica i 24% učenika. Najmanje ih je zaokružilo medonosna pčela, 7% učenica i 3% učenika.



## 5. RASPRAVA

Istraživanjem u osnovnim školama u RH željeli smo utvrditi koliko je opće znanje osnovnoškolaca završnih razreda o oprašivačima, oprašivanju, te njihovom utjecaju na raznolikost hrane koju konzumiramo. Prema dobivenim rezultatima zaključili smo kako osmaši imaju prosječno znanje o pojedinim kukcima oprašivačima, dok su na neka pitanje odgovorili ispod granice očekivanog. Kako bi bolje razumjeli rezultate ankete i predznanje osmaša, pregledali smo nekoliko udžbenika različitih autora s kojima su se učenici mogli susresti kroz peti, šesti i sedmi razred osnovnih škola. U njima smo primijetili kako su se učenici ipak upoznali s građom cvijeta, građom kukaca te pojmom oprašivanja. Od svih kukaca oprašivača najzastupljenije su bile pčele. Kroz cijelu anketu imamo podjednake odgovore od strane muških i ženskih ispitanika.

Većina sudionika živi na selu, na poljoprivrednim gospodarstvom ili u gradu s vrtom. Zbog toga je moguće pretpostaviti kako su imali prilike susresti se s brojnim kukcima, posebice učenici koji žive na poljoprivrednim gospodarstvima. Od njih se očekivalo kako imaju neko predznanje o tome kako se hrana proizvodi. Unatoč tome, više od 16 posto ispitanika oba spola je na pitanje koliko prehrane ovisi o oprašivanju dalo odgovor da ne znaju (Grafikon 2.). Podjednak broj ispitanika slaže se kako bi, kad ne bi bilo kukaca oprašivača, hrane bilo manje, bila bi manje raznolika te skuplja (Grafikon 3.). Time smo uočili kako su osmaši ipak svjesni da su oprašivači u prirodi prijeko potrebni. Većina ispitanih učenika odgovorila je da najveću važnost u oprašivanju poljoprivrednih kultura i samoniklog bilja imaju medonosne pčele (Grafikon 4., Grafikon 8.), dok nešto manji broj odgovora dobivaju slobodnoživuće pčele (Grafikon 5., Grafikon 9.). Za ostale oprašivače nisu smatrali kako imaju velik utjecaj u oprašivanju. U petom pitanju od ispitanika se tražilo da odgovore s pomoću kojih oprašivača se oprašuje rajčica u staklenicima. Najveći postotak ženski ispitanika odgovorio je medonosne pčele, dok je muški dio najviše odgovorio ne znam (Grafikon 13.). Osim oprašivača, velik broj ženskih i muških ispitanika slaže se kako se brojne biljke oprašuju vjetrom (Grafikon 14.).

S brojem vrsta pčela koji se nalaze u Hrvatskoj ispitanici nisu upoznati stoga je u ovom pitanju najčešći odgovor ne znam (Grafikon 15.). Kao najveću prijetnju kukcima oprašivačima, ispitanici smatraju širenje gradova (Grafikon 18.), te bolesti (Grafikon 19.), dok najmanjom prijetnjom smatraju uvoz bumbara (Grafikon 20.). U ovom pitanju razočaravajuća je činjenica da veći postotak ispitanika nije obratio veću pozornost na klimatske promjene.

Za osiguravanje uspješnog oprašivanja u budućnosti, ispitanici smatraju kako je potrebno očuvati i povećati raznolikost između zajednica pčela (Grafikon 21.). Kroz deseto pitanje, od ispitanika se tražilo znanje o pojedinom kukcu oprašivaču, na način da ih se kroz neka potpitanja uspoređuje s pčelama. Dobiveni odgovori ukazuju kako ispitanici imaju solidno znanje o bumbarima, osim kad ih se upita o temperaturama letenja, gdje je ipak najčešći odgovor ne znam (Grafikon 24.). Kroz ovo pitanje uočeno je i kako ispitanici znaju da kukci oprašivači žive i u gradovima (Grafikon 28.), a zanimljiva je činjenica kako čak oko 20% ispitanika oba spola smatra da su slobodnoživući kukci ugroženiji nego medonosne pčele (Grafikon 30.). Znanje koje smo dobili iz ove ankete pokušali smo povezati s kontaktom učenika i pčelara u njihovim obiteljima, međutim 44% učenica i 35% učenika je odgovorilo kako nemaju pčelare u obitelji te nikada nisu pomagali na pčelinjaku (Grafikon 31.). Kao posljednje pitanje zanimao nas je odnos, odnosno strah učenika prema oprašivačima. Osvježavajuća je činjenica ta da većina ispitanika smatra kako kukci oprašivači nisu opasni (Grafikon 32.). Slične ankete u osnovnim školama do sad nisu provedene, međutim brojne škole organiziraju radionice o podizanju svijesti o oprašivačima.

## 6. ZAKLJUČCI

- Analizom ankete možemo zaključiti kako kod ispitanih učenika završnih razreda osnovnih škola u RH, postoji svijest i znanje o oprašivanju te važnosti i raznolikosti oprašivača u prirodi.
- Kroz postavljena pitanja može se primijetiti kako su ispitanici svjesni ugroza na oprašivače, te imaju ideju kako bi očuvali populacije kukaca oprašivača za bolje oprašivanje u budućnosti.
- Kroz odgovore, moglo se zamijetiti kako ispitanici učenici, najveću važnost daju medonosnoj pčeli te bumbarima. Ovakav ishod ne iznenađuje s obzirom da se u udžbenicima s kojima se učenici susreću, malo ili ništa pažnje pridodaje ostalim kukcima oprašivačima, poput kornjaša, osolikih muha i leptira.
- Kao najveću ugrozu kukcima oprašivačima, ispitanici učenici smatraju urbanizaciju i bolesti. Važnost klimatskih promjena nažalost nije dovoljno zastupljena.
- Pojam oprašivanje nije dovoljno zastupljeno tijekom cijelog osnovnoškolskog obrazovanja, dok u nekim udžbenicima nije uopće spomenuto.
- Klimatske promjene koje se događaju u svijetu, gotovo se ne spominju tijekom osnovnoškolskog obrazovanja.

## 7. POPIS LITERATURE

1. AKYOL, E., O. KAFTANOGLU (2001): Colony characteristics and the performance of Caucasian (*Apis mellifera caucasica*) and Mugla (*Apis mellifera anatoliaca*) bees and their reciprocal crosses. J.Apic. Res., 11-15.
2. ANON (2021): Kornjaši. Hrvatska enciklopedija, mrežno izdanje. Leksikografski zavod Miroslav Krleža.
3. BAUER, E.C., L.I. LYNCH, D.A. GOLICK, T.J. WEISSLING (2015): Crating a Solitary Bee Hotel. NebGuide. (Izvor: <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g2256.pdf>)
4. CHECHETKA, S.A., Y. YU, M. TANGE, E. MIYAKO (2017): Materially Engineered Artificial Pollinators. Chem. 2, 224-239.
5. CIGLAR, I. (1998): Integrirana zaštita voćnjaka i vinograda. Zrinski, Čakovec.
6. CULIN, J. (2018): Lepidopteran. (Izvor: <https://www.britannica.com/animal/lepidopteran>).
7. DOPUĐA, B. (2008): Bumbari. (Izvor: <http://www.pse.pbf.hr/hrvatski/zumbar/bumbari.html>).
8. EUROPSKI REVIZORSKI SUD (2020): Zaštita divljih oprašivača u EU. Tematsko izvješće. (Izvor: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/pollinators-15-2020/hr/>)
9. FOLNOVIĆ, T. (2020): Oprašivači održavaju poljoprivrednu proizvodnju. (Izvor: <https://www.agrivi.com/hr/blog/oprasivaci-odrzavaju-poljoprivrednu-proizvodnju/>).
10. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2016): Pollinators vital to our food supply under threat. (Izvor: <http://www.fao.org/news/story/en/item/384726/icode/>)
11. GRESSITT, J.L. (2017): Coleopteran. (Izvor: <https://www.britannica.com/animal/beetle>).
12. GRGIĆ, M. (2013): Uloga medonosne pčele u horikulturi. Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Hrvatska.
13. ILIĆ, LJ. (2012): Faunističke značajke osolikih muha (Diptera: Syrphidae) na području Slavonije i Baranje. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Odjel za biologiju, Osijek, Hrvatska.
14. KANTOCI, D. (2008): Oprašivanje i oplodnja kod jabuke. Glasnik zaštite bilja. 31, 57-59.
15. KIMBROUGH, L. (2020): Bubbles, lasers and robo-bees: The blossoming industry of artificial pollination. (Izvor: <https://news.mongabay.com/2020/07/bubbles-lasers-and-robo-bees-is-artificial-pollination-here-to-stay/>).
16. KOVAČIĆ-TIGAR, G. (1992): Korištenje pčela u oprašivanju bilja. Sjemenarstvo. 9, 2-3.
17. LOJKIĆ, M. (2018): Pčele, marljivi čuvari našeg ekosustava: u opasnosti! (Izvor: <https://alternativa-za-vas.com/index.php/clanak/article/pcele-ugrozena-vrsta>).

18. MAKSIMOVIĆ, I. (2019): Bumbari: njihova primjena u poljoprivredi i utjecaj pesticida na njih. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet. Zagreb, Hrvatska.
19. MARINOVIĆ, I. (2019): Fantastični život pčela – zašto su bitne, koliki im je životni vijek i što ih može ugroziti. (Izvor: <https://www.logicno.com/novac-posao-ekonomija/fantasticni-zivot-pcela-zasto-su-bitne-koliki-im-je-zivotni-vijek-i-sto-ih-moze-ugroziti-feministkinjama-zabranjeno-citanje.html>).
20. MINISTARSTVO GOSPODARSTVA I ODRŽIVOG RAZVOJA (2020): Strategija EU-a za bioraznolikost do 2030. godine – Vraćanje prirode u naše živote. (Izvor: <https://mingor.gov.hr/vijesti/strategija-eu-a-za-bioraznolikost-do-2030-godine-vracanje-prirode-u-nase-zivote/5867>).
21. MINISTARSTVO POLJOPRIVREDE (2007): Pčela kao oprašivač u voćnjaku. (Izvor: <https://www.savjetodavna.hr/2007/04/03/pcela-kao-oprasivac-u-vocnjaku/>).
22. MORTENSEN, A.N., D. R. SCHMEHL, J. ELLIS (2013): European Honey Bee *Apis mellifera* Linnaeus and subspecies (Insecta: Hymenoptera: Apidae). (Izvor: <https://edis.ifas.ufl.edu/pdf/IN/IN100500.pdf>).
23. MUÑOZ, I., R. DALL'OLIO, M. LODESANI, P. DE LA RÚA (2009): Population and genetic structure of coastal Croatian honeybees (*Apis mellifera carnica*). *Apidologie*. 40, 617-626.
24. NIETO, A., S.P.M. ROBERTS, J. KEMP, P. RASMONT, M. KUHLAMANN, M. GARCIA CRIADO, J.C. BIESMEIJER, P. BOGUSCH, H.H. DATHE, P. DE LA RUA, T. DE MEULEMESSTER, M. DEHON, A. DEWULF, F.J. ORTIZ-SANCHEZ, P. LHOMME, A. PAULY, S.G. POTTS, C. PRAZ, M. QUARANTANA, V.G. RADCHENKO E. SCHEUCHL, J. SMIT, J. STRAKA, M. TERZO, B. TOMOZII, J. WINDOW, D. MICHEZ (2014): European Red List of Bees. (Izvor: [https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European\\_bees.pdf](https://ec.europa.eu/environment/nature/conservation/species/redlist/downloads/European_bees.pdf)) (7. 03. 2021).
25. OŠAP, M. (2017): Sistematika porodice pčela (Apidae, Insecta). Završni rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Hrvatska.
26. PALIJAN, I. (2014): Utjecaj neonikotinoida na pčele. Diplomski rad. Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet. Zagreb, Hrvatska.
27. PASKA, I. (2011): Zaštićene i ugrožene vrste leptira u Hrvatskoj. Završni rad. Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet. Zagreb, Hrvatska.
28. PERUŠIĆ, A. (1961): Oprašivanje poljoprivrednog bilja koje oprašuje pčela medarica. *Agronomski glasnik: Glasilo Hrvatskog agronomskog društva*. 11, 39-40.
29. PINTO-RODRIGUES, A. (2021): Bee population steady in Dutch cities thanks to pollinator strategy. (Izvor: <https://www.theguardian.com/environment/2021/apr/27/bee-population-steady-dutch-cities-thanks-to-pollinator-strategy>).
30. ROGERS, K.(2007): Hover fly. (Izvor: <https://www.britannica.com/animal/hover-fly>).
31. SAUNDERS, M. (2017): Artificial pollinators are cool, but not the solution (Izvor: <https://ecologyisnotdirtyword.com/2017/02/11/artificial-pollinators-are-cool-but-not-the-solution/>).
32. SENAPATHI, D., J. FRUND, M. ALBRECHT, M. P. D. GARRATT, D. KLEIJN, B. J. PICKLES, S. G. POTTS, J. AN, G. K. S. ANDERSSON, S. BANSCH, P. BASU, F. BENJAMIN, A. D. M. BEZERRA, R. BHATTACHARYA, J. C. BIESMEIJER, B.

- BLAAUW, E. J. BLITZER, C. A. BRITTAIN, L. G. CARVALHEIRO, D. P. CARIVEAU, P. CHAKRABORTY, A. CHATTERJEE, S. CHATTERJEE, S. CUSSER, B. N. DANFORTH, E. DEGANI, B. M. FREITAS, L. A. GARIBALDI, B. GESLIN, G. A. DE GROOT, T. HARRISON, B. HOWLETT, R. ISAACS, S. JHA, B. K. KLATT, K. KREWENKA, S. LEIGH, S. A. M. LINDSTROM, Y. MANDELIK, M. MCKERCHAR, M. PARK, G. PISANTY, R. RADER, M. REEMER, M. RUNDLOF, B. SMITH, H. G. SMITH, P. NUNES SILVA, I. S. DEWENTER, T. TSCHARNTKE, S. WEBBER, D. B. WESTBURY, C. WESTPHAL, J. B. WICKENS, V. J. WICKENS, R. WINFREE, H. ZHANG, A.-M. KLEIN (2021): Wild insect diversity increases inter-annual stability in global crop pollinator communities. *Proc. Biol. Sci.* 288, 2-12.
33. SOROYE, P., T. NEWBOLD, J. KERR (2020): Climate change contributes to widespread declines among bumble bees across continents. *Science* 367, 685-688.
34. ŠEVAR, M. (2006): Muhe cvjetare: osolike muhe. Hrvatski zavod za poljoprivrednu savjetodavnu službu. Zagreb.
35. TLAK GAJGER, I. (2015): Biologija, uzgoj i nametnici bumbara. Odabrane tematske cjeline. Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, Zagreb.
36. TLAK GAJGER, I. (2020): Veterinarska medicina u području pčelarstva. Hrvatski veterinarski vjesnik 28, 44-51.
37. TOMAŠEC, I. (1949): Biologija pčela. Nakladni zavod Hrvatske, Zagreb. Str. 5-22.
38. TOT, I. (2009): Ponašanje medonosne pčele *Apis mellifera*. Završni rad. Prirodoslovno-matematički fakultet Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb, Hrvatska.
39. VELIKANOVIĆ, T. (2015): Značaj oprašivača u voćarskoj proizvodnji. Diplomski rad. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Hrvatska.
40. YANG, X., E. MIYAKO (2020): Soap Bubble Pollination. *iScience*. 26, 101188.

## 8. SAŽETAK

Oprašivanje je proces koji povezuje prirodni ekosustav s onim kojeg kontrolira čovjek, te uvelike ovisi o njihovom međudjelovanju. Ubrzanom urbanizacijom čovjek uvelike uništava prirodna staništa i onemogućava prirodni razvoj kukaca oprašivača. Među kukcima oprašivačima postoje brojne razlike, od rasprostranjenosti, građe, brojnosti i dr., no svaki od njih ima svoju ulogu u održavanju bioraznolikosti u prirodi. Njihov značaj, osim u poljoprivrednoj proizvodnji, vidljiv je i u očuvanju zdravlja okoliša. Ljudi su već stoljećima svjesni važnosti kukaca oprašivača te se oni spominju kroz brojne zapise tijekom povijesti. Istraživanja su pokazala kako u posljednjih nekoliko godina dolazi do pada broja i raznolikosti oprašivača, te se zbog toga kod ljudi javlja potreba za njihovom zaštitom. Kako bi spoznali važnost kukaca oprašivača, o njihovoj važnosti mora se govoriti tijekom obrazovanja mladih ljudi, posebice školaraca. Stoga je cilj rada bio, pomoću ankete provjeriti koliko važnosti se pridaje poznavanju kukaca oprašivača tijekom osnovnoškolskog obrazovanja i koliko su učenici završnih razreda diljem Republike Hrvatske upoznati s njima, njihovom građom, navikama i prirodnim staništima.

**Ključne riječi:** oprašivanje, oprašivači, ugroženost, učenici, anketa

## **8. SUMMARY**

### **IMPORTANCE OF INSECT POLLINATION**

Pollination is a process that connects the natural ecosystem with the one controlled by humans, and largely depends on their interaction. Accelerated urbanization greatly destroys natural habitats and prevents the natural development of pollinating insects. There are numerous differences among pollinators, from distribution, body structure, abundance, etc., but each of them has its role in maintaining biodiversity in nature. Their importance, in addition to agricultural production, is visible in increasing the quality of water, air and soil. People have been aware of the importance of pollinators for centuries and they are mentioned through numerous records throughout history. Research has shown that in the last few years there has been a decline in the number and diversity of pollinators, which is why people need to protect them. In order to realize the importance of pollinators, their importance must be discussed during the education of young people, especially schoolchildren. Therefore, the aim of this study was to check how much importance is attached to the knowledge of pollinating insects during primary education and how much final grade students throughout the Republic of Croatia are familiar with them, their structure, habits and natural habitats.

**Key words:** pollination, pollinators, endangerment, students, survey



## 9. ŽIVOTOPIS

Rođena sam 24. veljače 1997. godine u Zagrebu. Osnovnu školu „Dragutina Domjanića“ u Svetom Ivanu Zelinu pohađala sam od prvog do petog razreda. Daljnje osnovnoškolsko obrazovanje nastavila sam u osnovnoj školi „Petra Preradovića“ u Zagrebu. Nakon završene osnovne škole upisala sam opći smjer XI. gimnazije u Zagrebu, koju sam završila 2015. godine. Iste godine sam upisala Veterinarski fakultet u Zagrebu. Tijekom studija sudjelovala sam u više projekata vezanih za promociju fakulteta u Europi, te sam napisala nekoliko studentskih radova. S jednim od studentskih radova osvojila sam treće mjesto na 43. Smotri studentskih radova u Novom Sadu 2019. godine. Dvije godine volontirala sam na Klinici za kirurgiju, ortopediju i oftalmologiju Veterinarskog fakulteta, te sam dvije godine bila demonstratorica na Zavodu za biologiju i patologiju riba i pčela.