

VPLIV KAJENJA NA OKOLJE

PODROČJE: BIOLOGIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

ŽIVA DEBELJAK IN NAJA KASTELIC

9. RAZRED

MENTORICA: TINKARA ROZINA

SOMENTOR: ROK GODEC

2025

OSNOVNA ŠOLA KAŠELJ

VPLIV KAJENJA NA OKOLJE

PODROČJE: BIOLOGIJA

RAZISKOVALNA NALOGA

9. RAZRED

## Kazalo vsebine

Povzetek .....	3
Uvod .....	1
Cilji raziskovalne naloge .....	2
Postavljene hipoteze .....	2
Teoretična izhodišča .....	3
Od tobaka do cigarete, cigaretnega dima in ogorka .....	3
Cigaretni dim .....	4
Cigaretni ogorki .....	5
Uporaba tobaka in okoljske posledice.....	5
Biološki testi strupenosti .....	6
Metode dela .....	7
Določevanje števila ogorkov v okolici naše šole.....	7
Določevanje trdih delcev v ozračju ob kajenju cigarete.....	7
Vpliv cigaretnih ogorkov na kaljivost vrtno kreše .....	7
Vpliv cigaretnih ogorkov na rast rastlin na hidroponiki .....	8
Rastni poskus v zemlji.....	10
Risanje grafov in izračun povprečnih vrednosti .....	10
Rezultati z razpravo .....	11
Število cigaretnih ogorkov v okolici šole .....	11
Določevanje trdih delcev v ozračju ob kajenju cigarete.....	12
Kalitveni test.....	13
Rastni poskus na hidroponiki .....	15
Rastni poskus v zemlji.....	18
Zaključek.....	20
Kazala grafikonov, slik, tabel in zemljevidov .....	2
Viri in literatura .....	21

## Kazala grafikonov, slik, tabel in zemljevidov

Grafikon I: Število vzkaljenih semen v šestih dneh .....	14
<i>Grafikon II: Povprečna dolžina poganjka in korenine po 10 dneh.</i> .....	16
Grafikon III: Prikaz rasti poganjka in korenin rastnega poskusa v zemlji .....	19
Slika I: Predelava tobaka [7] .....	3
Slika II: Hidroponski sistem (FOTO: Naja Kastelic).....	9
Slika III: Rastni poskus v zemlji s 5 ogorki (FOTO: Naja Kastelic) .....	10
Slika IV: Zaslon ekrana naprave za merjenje trdih delcev (FOTO: Živa Debeljak) .....	12
Slika V: Kalitveni poskus, petrijevka zalita z raztopino petih cigaret (FOTO: Naja Kastelic).....	15
Slika VI: Kalitveni poskus, petrijevka zalita z raztopino dveh cigaret (FOTO: Naja Kastelic) .....	15
Slika VII: Kontrola kalitvenega poskusa .....	15
Slika VIII: Korenina kontrole rastnega poskusa na hidroponiki (FOTO: Naja Kastelic) .....	16
Slika IX: Korenina rastnega poskusa na hidroponiki iz raztopine dveh cigaret (FOTO: Naja Kastelic) ..	16
Slika X: Korenina rastnega poskusa na hidroponiki iz raztopine petih cigaret. (FOTO: Naja Kastelic)..	16
Slika XI: Nekroze na listih hidroponskega poskusa (FOTO: Naja Kastelic).....	17
Slika XII: Nekroze na listih hidroponskega poskusa (FOTO: Naja Kastelic).....	17
Slika XIII: Rastni poskus v zemlji z dvema cigaretnima ogorkoma (FOTO: Naja Kastelic).....	18
Slika XIV: Rastni poskus v zemlji s petimi cigaretnimi ogorki (FOTO: Naja Kastelic) .....	18
<i>Tabela 1: prikaz količine trdih delcev PM 2,5 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) in PM 10 (<math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math>) .....</i>	12
Zemljevid 1: Onesnaženje s cigaretnimi ogorki v okolici Oš Kašelj .....	11

## Povzetek

V raziskovalni nalogi sva se ukvarjali z okoljsko problematiko kajenja. Na začetku sva preučili sestavo cigaret, cigaretne dima in ogorkov. Ugotovili sva, da vsebujejo številne strupene snovi, ki se v obliki dima in cigaretne dima kopičijo v okolju.

Pri kajenju se sproščajo trdi delci, ki onesnažujejo zrak in negativno vplivajo na njegovo kakovost. Pokazali smo, da se pri oddaljenosti enega metra od kadilca vrednost trdih delcev PM<sub>2,5</sub> poveča za sedemkrat. Vrednost PM<sub>10</sub> delcev pa se poveča za faktor 7,5.

Ugotovili smo, da cigaretne ogorki predstavljajo eno najpogostejših oblik odpadkov in da jih je v okolju izjemno veliko. Eksperimentalno smo dokazali, da cigaretne ogorki, odvrženi v naravo, zavirajo rast in kalitev rastlin, kar kaže na škodljive kemikalije, ki se iz njih sproščajo v prst.

Rezultati raziskave potrjujejo, da kajenje ni le zdravstveni, temveč tudi resen okoljski problem, saj prispeva k onesnaževanju zraka, tal in vode ter ogroža ekosisteme.

Naša raziskava poudarja potrebo po ozaveščanju in ukrepih za zmanjšanje negativnih vplivov kajenja na okolje.

## Uvod

Pravijo, da so Krištofu Kolumbu, ko je leta 1492 prispel v Ameriko, domačini najprej ponudili pipo tobaka. Tobak naj bi tako našel pot v Evropo, kjer se je dobro ukoreninil. Seveda je k širitvi tobaka močno pripomogla industrijska masovna proizvodnja tobačnih izdelkov, predvsem cigaret [1].

Poraba tobačnih izdelkov je izredno velika in še naprej narašča. Vsako leto se na svetu proizvede in porabi več kot šest bilijonov običajnih gorljivih cigaret [2].

Vpliv kajenja na zdravje ljudi je dobro znan, saj zaradi tobaka letno umre okoli osem milijonov ljudi. S kajenjem cigaret vdihujemo strupen dim, ki nastaja pri gorenju tobaka. V tobačnih izdelkih in dimu so številne spojine, ki so dokazano strupene za dihala, krvožilje, nekatere spojine pomembno vplivajo na razmnoževanje in razvoj še nerojenega otroka [3]. Pljučni rak, rak grla in glasilk, pljučni emfizem, kronična obstruktivna bolezen so močno povezane prav s kajenjem ([4], [5], [6]).

Veliko manj je poznan prispevek kajenja (cigaretnega dima in odvrženih ogorkov) k onesnaževanju okolja. Redko se pogovarjamo o vplivu kajenja na proizvodnjo hrane, na čistost vode in zraka. Običajno se ne sprašujemo, kako cigaretni ogorki, ki pogosto končajo na tleh, spremenijo kakovost vode in tal, torej življenjskega prostora mikroorganizmov, rastlin, živali in ljudi.

Odločili sva se, da se bova v najini raziskovalni nalogi ukvarjali z vplivom kajenja na onesnaževanje okolja in njegovim posrednim vplivom na živa bitja.

## **Cilji raziskovalne naloge**

Cilj najine raziskovalne naloge je bil pregled literature in ugotovitev, iz katerih snovi je cigareta, cigaretni dim in ogorek. Želeli sva ugotoviti, kako cigaretni dim in cigaretni ogorki vplivajo na okolje in s tem na živa bitja.

Cilj eksperimentalnega dela je bil ugotoviti, koliko okoljsko problematičnih cigaretnih ogorkov se odvrže v našem šolskem okolju in kako se ob kajenju spreminjajo vsebnosti trdih delcev v ozračju. Raziskali pa sva tudi, kakšen vpliv imajo v okolju odvrženi cigaretni ogorki v kombinacijami s padavinami na kalitev in rast rastlin.

## **Postavljene hipoteze**

1. Število cigaretnih ogorkov v okolju naše šole se bo večalo z oddaljevanjem od glavnega vhoda v šolo.
2. Koncentracija trdih delcev v ozračju se zaradi kajenja zvišuje.
3. Rastlina s snovmi iz več cigaretnih ogorkov bo negativno vplivala na kalitev semen kreše.
4. Večje število ogorkov v raztopini bo vplivalo na rast nekaj dni starih sončnic.
5. Cigaretni ogorek v prsti lahko povzroči večjo rast rastlin.

## Teoretična izhodišča

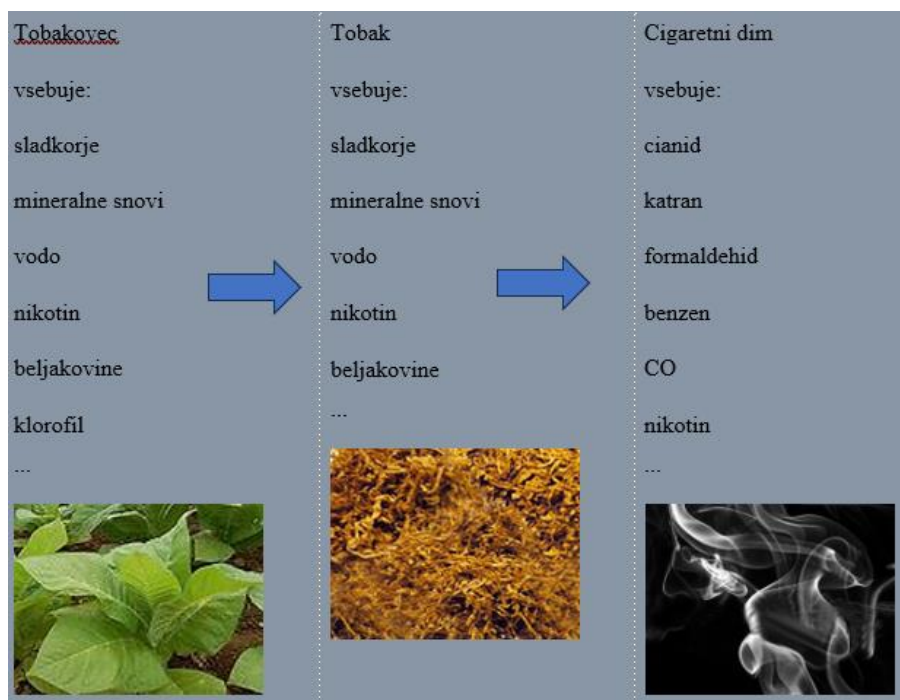
### Od tobaka do cigarete, cigaretne dima in ogorka

Obstaja več kot 70 vrst tobaka. Osnovni vir tobaka v tobačni industriji je *nicotiana tabacum* ali navadni tobak.

Tobak, tako kot vse rastline, za svojo rast in razvoj potrebuje zemljo, vodo, zrak in sonce. Tobak požanjejo, ko dozori. To je takrat, ko začnejo njegovi listi rumeneti. Liste zatem posušijo, da postanejo čisto rjavi. Posušene liste narežejo in zdrobijo. Posušeni tobak je po sestavi podoben svežemu tobaku, le da se klorofil razgradi. Tobak nato skupaj s filtrom zavijejo v papir in tako nastane cigareta.

Pri gorenju cigarete se tobak spremeni, nastajajo nove kemične spojine, saj od cigarete ostaneta samo ogorek in pepel. Pri gorenju lahko temperatura doseže celo 900 °C. Takrat iz tobaka in dodatkov nastane več kot 7000 kemičnih spojin, od katerih jih je 98 identificiranih kot rakotvornih ([7], [2]).

Med kajenjem se kemijske spojine sproščajo v obliki dima. Po kajenju pa ostane tudi cigaretni ogorek.



Slika 1: Predelava tobaka [7]

## Cigaretni dim

Cigaretni dim, kot sva že omenili, nastane pri izgorevanju tobačnih listov in snovi, ki so dodane tobaku in gradijo cigareto. Večina kemičnih snovi v tobačnem dimu nastane med gorenjem tobaka, nekatere pa so prisotne že v rastlini tobaka in ob kajenju prehajajo v dim (nikotin, težke kovine in insekticidi, ki se uporabljajo pri gojenju tobaka) [3].

Cigaretni dim lahko razdelimo na cigaretni dim, ki ga kadilec inhalira in izdihne (glavni tok), in dim, ki se sprošča iz goreče cigarete neposredno v okolje (stranski tok) [8].

Med identificiranimi kemičnimi spojinami v cigaretnem dimu so:

**Plinaste spojine:** ogljikov monoksid (CO), ogljikov dioksid (CO<sub>2</sub>), dušikovi oksidi (NO<sub>x</sub>), vodikov cianid (HCN), amoniak (NH<sub>3</sub>).

**Organske spojine:** policiklični aromatski ogljikovodiki (PAH), formaldehid, katran, nikotin, benzopiren.

**Težke kovine:** kadmij, svinec, nikelj, krom, arzen.

## Trdi delci

### *Trdi delci v cigaretnem dimu*

Z izrazom trdi delci označujemo prah, ki je prisoten v zraku. Največkrat je iz ogljika, na njega pa se lahko vežejo še drugi elementi. Označimo jih z oznako PM. PM pomeni premer trdih delcev v mikrometrih.

Najpogosteje spremljamo vsebnost delcev PM<sub>2,5</sub> in PM<sub>10</sub>. PM<sub>10</sub> pomeni, da je premer delca manjši od 10 mikrometrov. Ti delci so dovolj majhni, da jih lahko vdihnemo in prodrejo v dihalna. PM<sub>2,5</sub> pa so delci s premerom manjšim od 2,5 mikrometra. Ti delci lahko zaradi svoje majhnosti pridejo v krvni obtok.

Dovoljena mejna letna vrednost trdih delcev v zraku za varovanje zdravja v primeru PM<sub>10</sub> je 35 µg/m<sup>3</sup>, za PM<sub>2,5</sub> pa je mejna vrednost 20 µg/m<sup>3</sup>. Če se te vrednosti presežejo, to pomeni povečano tveganje za zdravstvene težave, kot so bolezni dihal in srca [9].

Trdi delci (PM) so ena najresnejših okoljskih groženj za javno zdravje. Na prostem so glavni vir trdih delcev promet in industrijske emisije, v zaprtih prostorih pa jih povzročajo predvsem kuhanje in kajenje. Med kajenjem cigaret se koncentracija trdih delcev v zraku dramatično poveča, saj se v dimu nahajajo saje (črni ogljik). V glavnem toku dima celotna količina trdih delcev znaša približno 50 mg na enoto (eno pokajeno cigareto). Koncentracija trdih delcev v zaprtih prostorih med kajenjem cigaret je med 100 in 500  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , kar je **10-100-krat več** kot v primeru, da se v prostoru ne kadi [10].

Življenjska doba trdih delcev je zelo različna. Odvisna je od izvora, velikosti in svetlosti delcev. Večji delci se zadržujejo v atmosferi nekaj ur. Manjši delci ostanejo v atmosferi več tednov. Kot že omenjeno, iz atmosfere pridejo na tla, največkrat jih iz ozračja izperejo padavine [9].

## **Cigaretetni ogorki**

Čeprav je cigaretetni ogorek majhen in je videti nepomemben, je eden najpogostejših odpadkov na svetu in predstavlja resen okoljski problem. Vsako leto je po svetu odvrženih 4,5 bilijona cigaretetnih ogorkov [11].

Cigaretetni ogorki vsebujejo preostali tobak in pepel. V cigarettnem ogorku so torej vse kemijske spojine oziroma elementi, ki jih najdemo v tobaku. Poleg težkih kovin, nikotina in katrana so za okolje nevarni tudi filtri [11]. Cigaretetni filtri so narejeni iz celuloznega acetata. To je termoplastični polimer, narejen iz celuloze, ki je obdelana z očetno kislino. Da se ta vlakna razgradijo, je potrebnih tudi več desetletij [12].

## **Uporaba tobaka in okolijske posledice**

Neposreden vpliv kajenja na okolje se začne že z izsekovanjem gozdov za pridobitev površin za proizvodnjo tobaka. Vsako leto je zaradi tobačne industrije posekanih kar 200.000 hektarjev gozdov. Pri gojenju tobaka uporabljajo ogromno agrokemikalij. Slednje onesnažujejo vodne vire, kar dokazujejo agrokemični odpadki v vodah v bližini skupnosti, ki se ukvarjajo z gojenjem tobaka [11].

Cigaretetni dim in njegovo sestavo sva že omenjali. Po sproščanju v okolje se cigaretetni dim razprši v ozračje. Dim se meša z okoliškim zrakom, kar povzroči njegovo redčenje, hkrati pa omogoča širjenje škodljivih snovi na večje razdalje.

Določene snovi cigaretne dima lahko v ozračju pod vplivom svetlobe razpadejo, druge reagirajo z drugimi onesnaževalci. Nekatere organske spojine lahko oksidirajo v še bolj reaktivne spojine, ki prispevajo k nastanku sekundarnih onesnaževal [13].

Težke kovine in trdi delci v cigaretnem dimu se s časom odložijo na tla, v reke, morja, kar vpliva na kakovost tal in voda, ki predstavljajo življenjski prostor številnim organizmom [2].

Na tla pa se ne odložijo le delci cigaretne dima. Rezultati raziskav, ki so jo izvedli v nevladni organizaciji Ekologi brez meja, kažejo, da več kot 40 odstotkov kadilcev cigaretnih ogorkov ne odvrže v pepelnik ali v smeti, temveč na tla, v travo, vodo ali pa v kanalizacijski jašek. Nepravilno odvrženi cigaretni ogorki lahko povzročijo onesnaženje tal in vode ter predstavljajo nevarnost za živali, ki jih lahko zaužijejo.

Ena izmed raziskav, s katero so znanstveniki poskušali dokazati nevarnost odvrženih cigaretnih ogorkov v okolje, je bila izvedena na ribah. V vodo, v kateri so predhodno namakali cigaretno ogorko, nato pa jih odstranili, so spustili ribe. Po štirih dneh je polovica rib poginila. Rezultat govori o tem, da so snovi iz cigaretnih ogorkov prehajale v vodo in so bile za živali strupene oziroma smrtno nevarne [12].

Raziskovalci so ugotovili, da sproščene strupene snovi iz cigaretnih ogorkov negativno vplivajo tudi na rastline in mikroorganizme v prsti. Vse to lahko vodi do zmanjšane rodovitnosti tal. Strupi uničujejo celice listov, kar zmanjšuje fotosintetsko aktivnost, posledično pa seveda vpliva na rast in razvoj [2].

## **Biološki testi strupenosti**

Koncentracije kemikalij v vodi merimo z inštrumenti, strupenost pa lahko ugotovimo samo s testi na živih organizmih, saj naprava, s katero bi merili strupenost, ne obstaja. Rezultati kemijskih analiz so večinoma izmerjene koncentracije snovi, ki se primerjajo z mejnimi vrednostmi. Ti podatki včasih ne povedo dosti o učinkih onesnaževanja na živi svet, saj lahko strupenost povzročijo snovi, ki v kemijsko analizo niso vključene. Včasih snovi ne presegajo mejnih vrednosti, a so lahko v določenih kombinacijah ali v določenih okoljskih razmerah izredno strupene. Strupeni pa so lahko tudi razgradni ali pretvorbeni produkti snovi [14].

## Metode dela

### Določevanje števila ogorkov v okolici naše šole

Cigaretne ogorke sva šteli v neposredni bližini osnovne šole, en meter od klopi/tribun, in na izbranih lokacijah (gl. zemljevid). Zemljevid sva naredili s programskim orodjem QGIS 3.36.1. Kot podlago za risanje zemljevida sva vzeli zemljevid OpenStreetMap [15]. Na zemljevid sva vrisali območja, kjer sva šteli odvržene cigaretne ogorke, in za vsako območje vnesli podatek o številu ogorkov. Iz podatkov sva s pomočjo programskega orodja QGIS izračunali število ogorkov na kvadratni meter za vsako lokacijo. Gostoto sva izračunali, da sva dobili primerljive podatke, saj preučevane površine niso bile povsod enako velike. Gostota (število cigaretnih ogorkov na m<sup>2</sup>) na posameznih lokacijah je prikazana na zemljevidu *Onesnaženost z ogorki v okolici OŠ Kašelj*<sup>1</sup>, pri čemer različne barve označujejo različno gostoto cigaretnih ogorkov na kvadratni meter (gl. legendo).

### Določevanje trdih delcev v ozračju ob kajenju cigarete

Koncentracijo trdih delcev v ozračju sva merili z napravo Air Quality Monitor. Z aparaturo sva lahko določili delce PM<sub>2,5</sub> in PM<sub>10</sub>.

Najprej sva izmerili število trdih delcev v ozračju. To je predstavljajo najino kontrolo.

Meritev sva ponovili še na različnih razdaljah od osebe, ki je kadila cigareto. Prva meritev trdih delcev je bila na razdalji enega metra in druga na razdalji petih metrov. Meritve sva izvajali v zaprtem prostoru (shrambi) in na prostem, ampak sva rezultate iz zaprtega prostora zavrgli, saj sva ugotovili da je naprava zaznala tudi trde delce v obliki prahu, kar pomeni da rezultat ni bil pravilen.

Poskus sva ponovili dvakrat.

### Vpliv cigaretnih ogorkov na kaljivost vrtno kreše

Preučevali sva vpliv cigaretnih ogorkov na kaljivost vrtno kreše. Ta semena sva uporabili za kalitvene teste, ker kreša kali zelo hitro.

---

<sup>1</sup> Zemljevid 1 na strani 11.

Pred izvedbo kalitvenega testa sva pripravili vodni raztopini, s katerima sva namočili semena vrtna kreše.

Za kontrolo sva uporabili navadno vodo iz vodovoda. Prvo raztopino, katere učinek na kalitev sva želeli testirati, sva pripravili tako, da sva dva cigaretna ogorka prelili z 200 ml vodovodne vode. Druga raztopina je bila pripravljena s petimi cigaretnimi ogorki, ki so bili namočeni v 200 ml vodovodne vode. Ogorke sva v vodi namakali šest ur. Po šestih urah sva jih iz vode odstranili in tekočino uporabili za kalitveni test oziroma testiranje delovanje raztopin na kalitev semen vrtna kreše.

Z uporabo teh raztopin sva želeli simulirati ogorke, ki so odvrženi na zelenih površinah, in dež, ki kemijske spojine in težke kovine spira v tla.

Poskus sva izvedli v treh vzporednih vzorcih z obema raztopinama in tudi kontrolo. Kalitveni test sva izvajali v petrijevkah, ki sva jih opremili s filtrirnim papirjem. Na papir sva položili 30 semen vrtna kreše. Prvi dan sva kontrolno skupino prelili s 3 ml vodovodne vode, drugi dve skupini pa s pripravljenima raztopinama (po 3 ml). Do konca kalitvenega testa sva tekočino dodajali po potrebi, vendar sva vedno v vse petrijevke dodali enako količino tekočine.

Kalitev sva spremljali šest dni. Vsak dan sva prešteli, koliko semen je že vzklilo. Da bi bil rezultat res natančen, sva si pomagali z lupo. S pomočjo lupe sva lahko zelo dobro videli, ali je semenska ovojnica predrta in ali je iz nje že pogledala koreninska zasnova (radikula).

Kalitveni test sva po opisanem postopku ponovili dvakrat.

## **Vpliv cigaretnih ogorkov na rast rastlin na hidroponiki**

Rastni poskus na hidroponiki sva izvajali s sončnicami. Sončnice hitro rastejo, imajo močne korenine, ki dobro absorbirajo hranila, zaradi česar so zelo primerne za rastne poskuse [16].

Za poskus sva ponovno uporabili vodo iz pipe in pripravili dve raztopini. Priprava je bila enaka kot pri kalitvenem poskusu (200 ml vodovodne vode, v kateri sta se predhodno namakali dva cigaretna ogorka, in 200 ml vodovodne vode, v kateri se je šest ur namakalo pet cigaretnih ogorkov). Vodovodni vodi in vodnima raztopinama, v katerih so se namakali ogorki, sva dodali 1 ml vnaprej pripravljene Hoaglandove raztopine, ki je vsebovala makro–

(dušik, fosfor, kalij) in mikroelemente (železo, mangan, cink itd.), ki jih rastlina potrebuje za svojo rast oziroma delovanje.

Semena sončnic sva najprej posadili v zemljo. Zemljo sva redno zalivali z vodovodno vodo. Četrty dan, ko je imela rastlina že dva prava lista, sva jih prenesli v hidroponski sistem.

Hidroponski sistem sva sestavili sami. Uporabili sva 250 ml čaše in petrijevke. Luknje sva v plastične petrijevke naredili z razbeljenim kovinskim predmetom. Skozi te luknje sva v čaše s tekočino vstavili sončnice. V vsako čašo sva vstavili dve ali tri sončnice.

Za kontrolo in za obe raztopini sva uporabili po pet sončnic, ki so bile približno enake velikosti. Vse sončnice sva prej označili in izmerili dolžino njihovih korenin ter poganjkov. Pet rastlin sva dali v vodovodno vodo, prav tako pet rastlin v vodno raztopino, v kateri sta bila dva cigaretna ogorka, in pet rastlin v vodno raztopino, v kateri je bilo pet cigaretnih ogorkov.

Čaše sva imeli na okenski polici. Čašam sva vsak dan menjali mesto. Dvakrat dnevno sva vodo in hranilne raztopine dobro premešali, da bi vsaj delno zadostili potrebnemu kisiku v raztopinah. Poskus sva ponovili dvakrat.

Rastline sva pustili rasti deset dni.

Po desetih dneh sva vsaki rastlini določili dolžino poganjkov in korenin. Rastlinam iz vsake paralelke sva določili tudi maso.



Slika II: Hidroponski sistem (FOTO: Naja Kastelic)

## Rastni poskus v zemlji

Rastni poskus v lončkih z zemljo sva prav tako izvajali s sončnicami.

Semena sončnic sva dali v zemljo, jo vlažili in počakali štiri dni. Sončnice z dvema pravima listoma sva najprej izmerili, določili sva dolžino poganjkov in korenin ter jih kasneje uporabili za poskus.

Na šolskem travniku sva nabrali zemljo, ki sva jo razporedili v šest plastičnih lončkov. V vsak lonček sva dali 80 g zemlje. V vsak plastični lonček sva posadili dve oziroma največ tri sončnice.

Poskus sva izvajali pod naslednjimi tremi pogoji:

- Kontrola: pet sončnic, ki sva jih zalivali z vodovodno vodo.
- Na zemljo sva poleg petih sončnic postavili dva cigaretna ogorka.
- Na zemljo sva poleg petih sončnic postavili pet cigaretnih ogorkov.

Sončnice sva zalivali na dva do tri dni, odvisno od tega, kako suha je bila zemlja. Količina dodane vode oziroma raztopine je bila za vsa obravnavanja vedno enaka. Po desetih dneh sva sončnice previdno izkopal iz zemlje, jih sprali pod vodovodno vodo, izmerili dolžino korenin in poganjkov, si dobro ogledali liste, korenine ter jih fotografirali.

Poskus sva ponovili dvakrat.



Slika III: Rastni poskus v zemlji s 5 ogorki (FOTO: Naja Kastelic)

## Risanje grafov in izračun povprečnih vrednosti

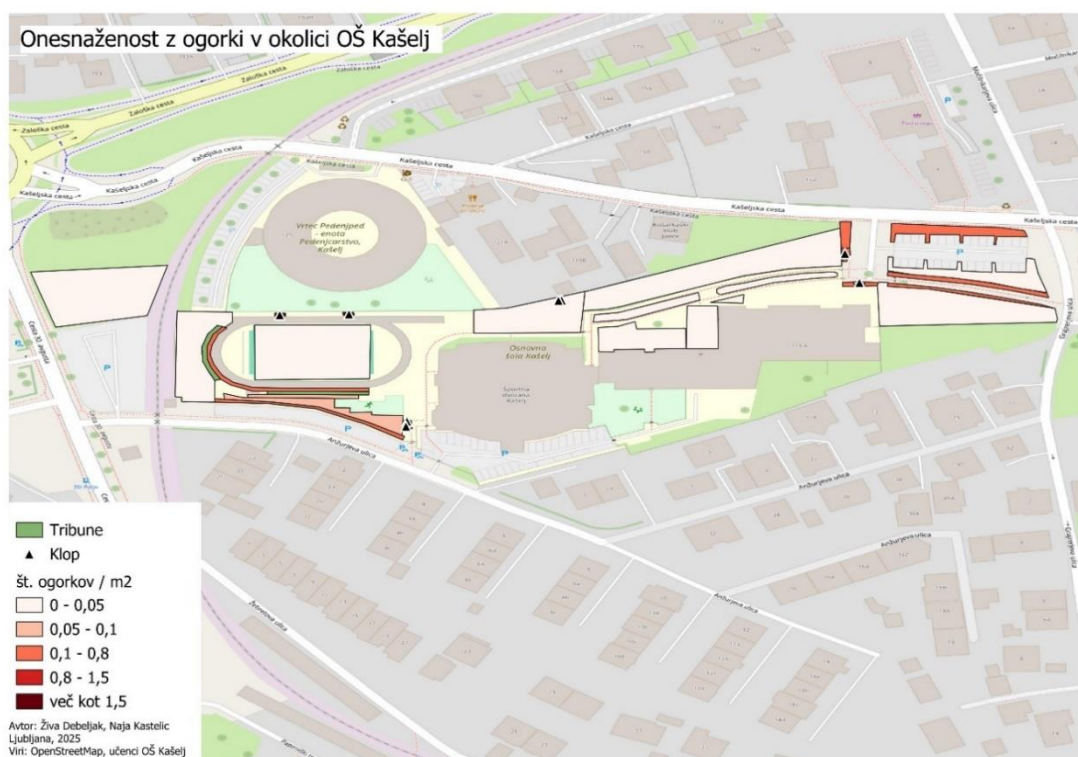
Za risanje grafov in izračun povprečnih vrednosti sva uporabili Microsoft Excel 365.

## Rezultati z razpravo

### Število cigaretnih ogorkov v okolici šole

V šolskem okolišu sva v celoti našli 344 cigaretnih ogorkov. Najmanjše število cigaretnih ogorkov sva prešteli v neposredni bližini šole. Tudi okrog klopi v neposredni bližini šole, kjer mladi radi posedajo, ogorkov praktično nisva našli. Nekoliko večje število ogorkov (0,05 – 0,1 ogorek/m<sup>2</sup>) je bilo pri šolskem igrišču za tribuno. Po šoli in med vikendi je šolsko igrišče odprto, zato predstavljajo klopi in tribuna okoli igrišča prostor, kjer se dlje časa zadržujejo starši mlajših otrok in se družimo mladi. Ker nad nami v tem času ni nadzora, mnogi posegajo po cigaretah. Tako starši kot mladi cigaretno ogorko po kajenju odvržejo na tla.

Največje število ogorkov, 2,3 ogorkov/m<sup>2</sup>, sva določili ob poteh, ki vodijo proti šoli. Predvidevava, da odrasli ali pa tudi mladostniki na poti proti šoli kadijo, ogorek pa pred neposredno bližino šole odvržejo. Veliko cigaretnih ogorkov je tudi ob klopci na avtobusnem postajališču. Meniva, da večina kadičev ne ve, da z odvrženim cigaretnim ogorkom na zelenico vnaša v zemljo strupene kemijske spojine. Zanimivo bi bilo opraviti anketo, kjer bi kadičce spraševali prav o tem.



Zemljevid 1: Onesnaženje s cigaretnimi ogorki v okolici OŠ Kašelj

Pri štetju cigaretnih ogorkov sva postavili hipotezo, da se bo število cigaretnih ogorkov v okolihu naše šole večalo z oddaljevanjem od šole. To hipotezo lahko potrdiva, saj je bilo število cigaretnih ogorkov pred glavnim vhodom in delom, kjer so učilnice, najmanjše. Dlje kot smo šli od glavnega vhoda, bolj se je gostota odvvrženih ogorkov večala. Največja je bila okoli klopi in površin, kjer se ljudje zadržujejo dlje časa.

## Določevanje trdih delcev v ozračju ob kajenju cigarete

Preden je kadilec začel s kajenjem cigarete, sva izmerili število trdih delcev PM<sub>2,5</sub> in PM<sub>10</sub> v ozračju.



Slika IV: Zaslon ekrana naprave za merjenje trdih delcev (FOTO: Živa Debeljak)

Ko sva izmerili kontrolo, je kadilec začel kaditi, midve pa sva na razdalji 1 m izmerili število trdih delcev. Meritev sva ponovili tudi na razdalji 5 m in več. Na razdalji večji od 5 m z merilno napravo nisva zaznali razlik od kontrolne vrednosti. Rezultati so prikazani v spodnji tabeli.

Vrste delcev	Kontrola	1 m od kadilca	5 m od kadilca
PM <sub>2,5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	72	500	144
PM <sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	117	874	242

Tabela 1: prikaz količine trdih delcev PM<sub>2,5</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) in PM<sub>10</sub> ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Zavedava se, da podatki niso primerljivi z uradnimi meritvami, ki jih izvaja ARSO, saj nismo mogli zagotoviti enakih pogojev. S to napravo (Air Quality Monitor) je bila že v šolskem letu 2016/2017 v raziskavi o trdih delcih narejena primerjava izmerjenih podatkov z uradnimi.

Meritve so pokazale odstopanje, vendar je naprava pri vseh kontrolah jasno kazala trend sprememb (povišanje ali znižanje koncentracij trdih delcev) [17].

En meter od kadilca se vrednosti delcev PM<sub>2,5</sub> povečajo skoraj za 7-krat glede na kontrolne vrednosti, za faktor 7,5 pa se povečajo vrednosti delcev PM<sub>10</sub>. Z oddaljenostjo od kadilca vrednosti padajo. Na oddaljenosti pet metrov je vsebnost delcev PM<sub>2,5</sub> in PM<sub>10</sub> povečana za dvakratno vrednost kontrolnih vrednosti. Na razdalji, večji od petih metrov, so bile meritve zelo podobne kontrolnim.

Na osnovi rezultatov lahko sklepamo, da kajenje prispeva k obremenjevanju okolja z delci PM. Delci vplivajo na zdravje ljudi, zaradi svoje dolgoživosti v ozračju pa lahko obremenijo tudi ljudi in živali, ki sicer niso v neposredni bližini kadilca.

Večji delci se zadržujejo v atmosferi nekaj ur, manjši delci pa ostanejo v atmosferi več tednov. Iz atmosfere jih sperejo šele padavine [9]. Ko se z dežjem sperejo v zemljo, jo onesnažijo. Predvidevava, da suho usedanje delcev in mokro spiranje delcev s padavinami onesnažujeta zemljo. Zemlja pa predstavlja življenjski prostor mikroorganizmom, številnim živalim in rastlinam.

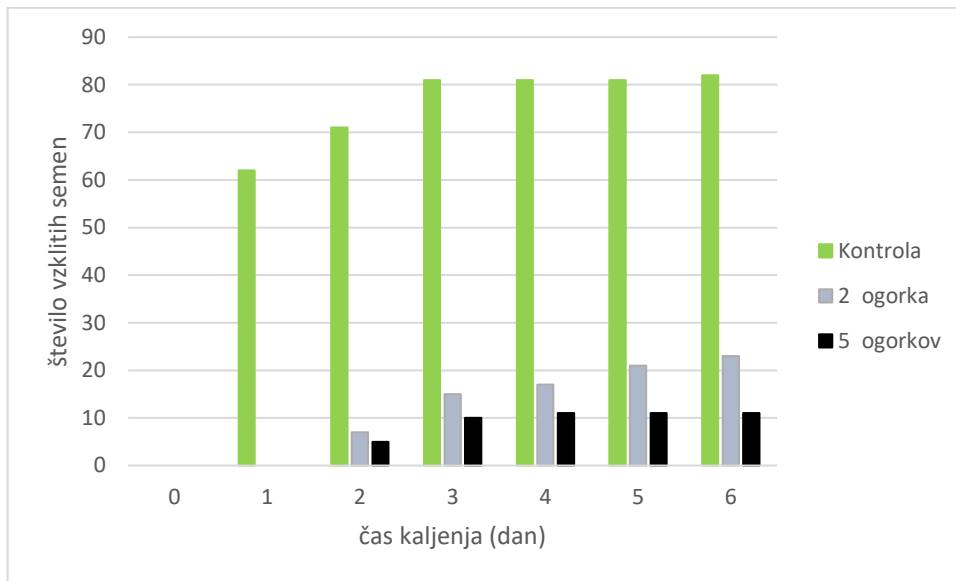
V sklopu tega poskusa sva postavili hipotezo, da se koncentracija trdih delcev v ozračju zaradi kajenja zvišuje. Hipotezo lahko potrdiva.

## **Kalitveni test**

Kalitveni test se uporablja kot vrsta strupenostnega testa, ki ga uporabljajo za določitev strupenosti različnih spojin [16].

Po 24 urah so semena vzknila samo v kontrolni skupini. Vzknilo je 61 semen (68 %). Po 48 urah se je število kalečih semen v kontrolni skupini povečalo na 71, kar pomeni 79 %. Po 48 urah so se pojavila prva kaleča semena v primeru, ko sva semena navlažili z vodo, v kateri so bili predhodno namočeni cigaretni ogorki. V primeru uporaba vode, v kateri sta bila predhodno dva cigaretna ogorka, je vzknilo sedem semen, v primeru namakanja semen z vodo, v kateri je bilo pet cigaretnih ogorkov, pa pet semen. Tretji dan so kaleča semena v kontrolni skupini dosegla končno število. Vzknilo je 81 semen oziroma 90 %. Največ kalečih semen v primeru uporabe vodne raztopine z dvema cigaretnima ogorkoma je bilo šesti dan, ko je vzknilo 23 semen ali 25,5 % vseh. V primeru kalitve semen v vodi, v kateri se je predhodno

namakalo pet cigaretnih ogorkov, pa je bil dosežen najvišji delež kalečih semen četrty dan, ko je znašal 12,2 %. Takrat je vzklilo 11 semen.

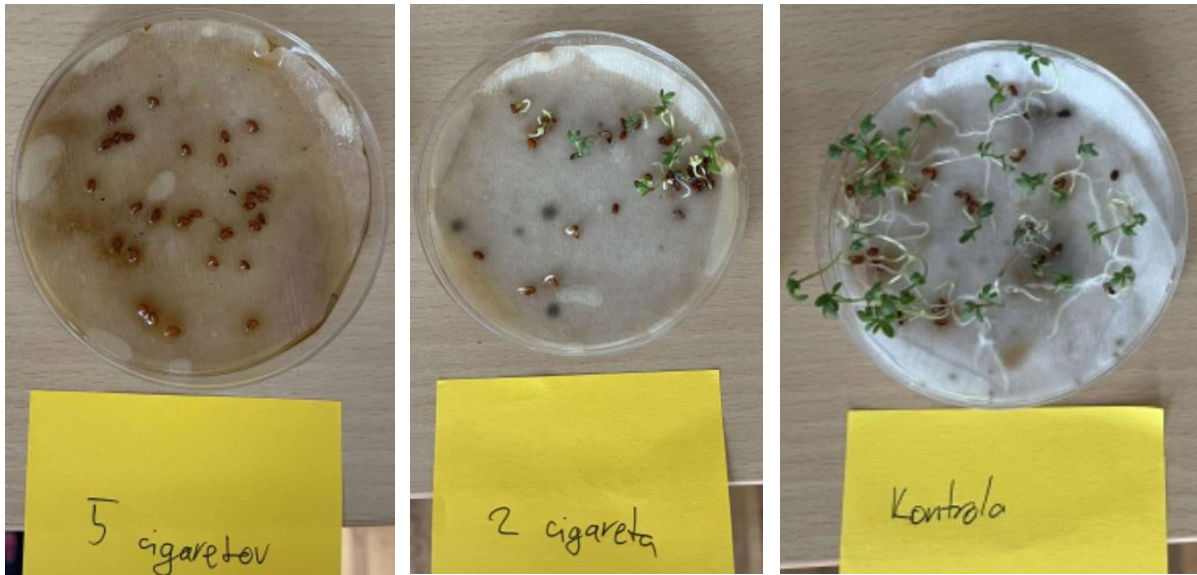


Grafikon 1: Število vzkaljenih semen v šestih dneh

Poskus sva ponovili dvakrat. Obe ponovitvi dajeta podobne oziroma primerljive rezultate. Prikazana je ena ponovitev. Rezultatov nisva združevali, saj pogojev, ki bi lahko vplivali na kalitev, nisva mogli povsem kontrolirati (npr. temperatura). Iz rezultatov lahko sklepava, da kemijske spojine, ki jih vsebujejo cigaretne ogorki in so se v vodi raztopile ali pa odložile, vplivajo na sposobnost kalitve semen.

Vodne raztopine, ki sva jih pripravili iz različnega števila cigaretnih ogorkov, lahko ponazarjajo dež, ki spira cigaretne ogorki. Na osnovi najinih rezultatov bi lahko rekli, da cigaretne ogorki, odvrženi na tla, negativno vplivajo na kalitev semen zaradi prisotnosti strupenih kemikalij v njih. Kot že omenjeno, cigarete vsebujejo nikotin, težke kovine (kot so kadmij, svinec in arzen), katran ter številne druge strupene snovi, ki se sproščajo v vodo, ko dež izpira ogorki [7].

Semena, ki so bila namočena z vodno raztopino cigaretnih ogorkov in so vzklila kasneje, so bila veliko manjša. Kalčki semen, ki so bili namočeni v vodi, v kateri so bili ogorki, niso dosegali primerljive velikosti kalčkov semen, ki so kalila v navadni vodovodni vodi.



Slika V: Kalitveni poskus, petrijevka zalita z raztopino petih cigaret (FOTO: Naja Kastelic)

Slika VI: Kalitveni poskus, petrijevka zalita z raztopino dveh cigaret (FOTO: Naja Kastelic)

Slika VII: Kontrola kalitvenega poskusa (FOTO: Naja Kastelic)

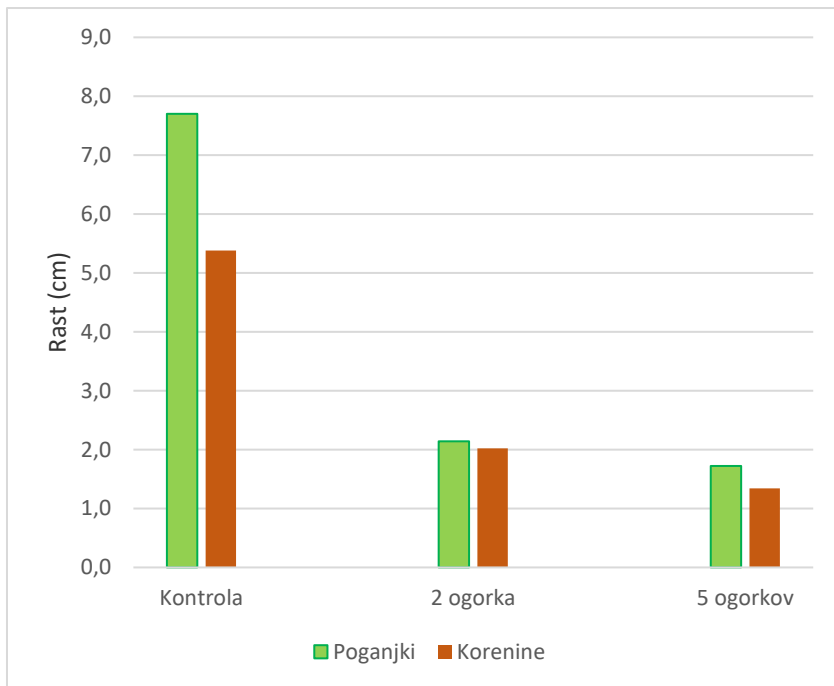
Iz rezultatov lahko sklepava, da imajo semena, ki kalijo v okolju, onesnaženem z ostanki cigaret, slabšo rast ali pa sploh ne vzkalijo. To je še en razlog več, zakaj je pomembno pravilno odstranjevati cigaretne ogorki in zmanjševati njihovo prisotnost v naravi.

Pri kalitvenem testu sva postavili naslednjo hipotezo: Raztopina s snovmi več cigaretnih ogorkov, bo negativno vplivala na kalitev semen vrtna kreše. Hipotezo lahko potrdiva.

### **Rastni poskus na hidroponiki**

Sončnice, ki so rasle v vodi z dodanimi hranili, so imele po desetih dneh v povprečju za skoraj 8 cm daljše poganjke. Korenine so v povprečju zrasle za 5,5 cm. V primeru rasti sončnic v tekočini, kjer so bili predhodno namočeni cigaretne ogorki, je bila rast bistveno slabša.

Poganjki sončnic so v vodi z dvema ogorkoma zrasli v povprečju za dobra 2 cm, za točno 2 cm pa korenine. Pri obravnavanju oziroma rasti sončnic v vodi s petimi cigaretnimi ogorki pa so poganjki po desetih dneh v povprečju pridobili malo manj kot 2 cm, korenine pa 1,5 cm.



Grafikon II: Povprečna dolžina poganjka in korenine po 10 dneh.

Rastni poskus na hidroponiki je bil ponovljen dvakrat. Na grafikonu II je prikazana ena ponovitev, trendi so pri obeh enaki.

Najslabše so torej rasle sončnice, ki so bile v vodi, v kateri se je predhodno namakalo pet cigaretnih ogorkov. Pri koreninah se opazi, da so pri kontroli korenine lepe, dolge in svetle, medtem ko so tiste, ki so bile v raztopini dveh in petih cigaret, precej krajše in temnejše.



Slika VIII: Korenina kontrole rastnega poskusa na hidroponiki (FOTO: Naja Kastelic)



Slika IX: Korenina rastnega poskusa na hidroponiki iz raztopine dveh cigaret (FOTO: Naja Kastelic)



Slika X: Korenina rastnega poskusa na hidroponiki iz raztopine petih cigaret. (FOTO: Naja Kastelic)

Rezultati kažejo, da snovi, ki se izločijo v vodo iz cigaretnih ogorkov, pomembno vplivajo na rast rastlin. Gre za celokupen vpliv vseh snovi na samo rast koreninskega sistema in poganjkov. V vodo so se gotovo sprostile tudi težke kovine, ki so sestavni del cigaretnih ogorkov [7].

Številne študije dokazujejo, da težke kovine, tudi svinec in kadmij, ki sta sestavna elementa cigaretnih ogorkov, vplivata na rast rastlin. V literaturi sva našli podatek, da svinec zavira rast, ker pride do motene mineralne prehrane. Težke kovine zavirajo tudi fotosintezo, zmanjšajo sintezo klorofilov, saj svinec zmanjšuje vnos magnezija in železa, ki sta potrebna za razvoj klorofila [18]. Ti podatki se skladajo tudi z najinimi rezultati.

Na listih sončnic, ki so bile v vodi, v kateri je bilo prej pet cigaretnih ogorkov, so se pojavile črne pike. Predvidevava, da gre za nekroze. V vsakem primeru gre za dele odmrlega tkiva. Deli odmrlega tkiva na listih kažejo na to, da bo fotosintetska aktivnost teh listov manjša, ker fotosinteza na teh predelih ne poteka. Točkovne nekroze lahko povežemo z vplivom svinca, ki se je najbrž sprostil v vodo pri namakanju cigaretnih ogorkov [18].



*Slika XI: Nekroze na listih hidroponskega poskusa (FOTO: Naja Kastelic)*



*Slika XII: Nekroze na listih hidroponskega poskusa (FOTO: Naja Kastelic)*

Pri hidroponskem poskusu sva si zastavili naslednjo hipotezo: večje število ogorkov v raztopini bo vplivalo na rast nekaj dni starih sončnic. Hipotezo lahko potrdiva.

## Rastni poskus v zemlji

Odločili sva se, da ponoviva rastni poskus še v zemlji. Predvidevali sva, da se na tak način v zemljo sprostijo manjše vsebnosti onesnažil in rastlina ne bo izpostavljena tako velikim koncentracijam kot v primeru poskusa na hidroponiki. Za zalivanje sva v 10 dneh porabili približno enako količino vode, kot sva jo prej uporabili za namakanje cigaretnih ogorkov. Spiranje onesnažil s cigaretnih ogorkov v zemljo in vpliv na živa bitja je verjetno odvisen tudi od količine padlih padavin. Kot že omenjeno, sva cigaretno ogorke postavili na zemljo, v kateri sva imeli sončnice.



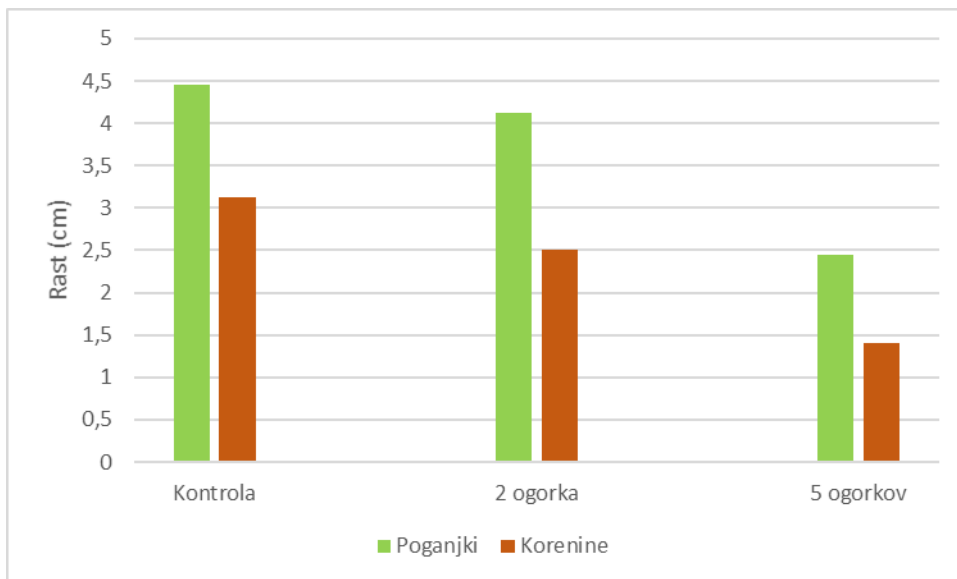
Slika XIII: Rastni poskus v zemlji z dvema cigaretnima ogorkoma (FOTO: Naja Kastelic)



Slika XIV: Rastni poskus v zemlji s petimi cigaretnimi ogorki (FOTO: Naja Kastelic)

Zanimalo naju je, ali bi se lahko na tak način sprostilo v zemljo več ogljika, dušika (amonijaka) kot težkih kovin in bi cigaretni ogorki delovali kot gnojilo. V pepelu je ogljik, cigaretni ogorek pa sestavljajo tudi dušikove spojine [7].

Rezultati ravnega poskusa v zemlji kažejo, da je bila v povprečju rast sončnic manjša, če sva na zemljo položili cigaretno ogorke in jih zalivali z vodo. Razlike pa so bistveno manjše kot v primeru ravnega poskusa na hidroponiki. Iz grafikona III lahko vidimo, da je razlika v rasti poganjkov med kontrolo in poskusom, kjer sta bila na zemlji dva cigaretna ogorka, en centimeter. Razlika je večja, če primerjamo kontrolno vrednost z delom poskusa, kjer je bilo na zemlji pet cigaretnih ogorkov. V tem primeru je razlika v rasti poganjkov okoli 4 cm. Podoben trend vidimo pri rasti korenin.



Grafikon III: Prikaz rasti poganjka in korenin rastnega poskusa v zemlji

V sklopu tega eksperimenta sva postavili hipotezo, da lahko cigaretni ogorek na zemlji deluje kot gnojilo in tako povzroči večjo rast rastlin. Pri najinem poskusu se je izkazalo, da cigaretni ogorek zavira rast rastlin. Še vedno pa ne moreva trditi, da cigaretni ogorki v zemlji ne pomenijo sprostitve določenih hranilnih snovi v zemljo. Očitno je le učinek strupenih snovi večji kot pa učinek gnojenja. Možno bi bilo tudi to, da rastlina zaradi izpostavljenosti strupenim snovi ne uspe privzeti elementov, ki jih potrebuje za rast in razvoj.

## Zaključek

Pri pisanju raziskovalne naloge sva spoznali, da kajenje cigaret ne prinaša samo večje možnosti pojava številnih bolezni, ampak predstavlja tudi veliko okoljsko breme.

Ključne ugotovitve najine naloge so sledeče:

1. V neposredni bližini glavnega vhoda v našo šolo cigaretnih ogorkov pravzaprav nismo našli. Z oddaljevanjem od vhoda v šolo je število cigaretnih ogorkov večje. S tem lahko potrdimo našo hipotezo, da se število cigaretnih ogorkov z oddaljevanjem od glavnega vhoda v šolo večja. Res je tudi, da je razporeditev cigaretnih ogorkov večja ob klopeh in tribunah, kjer se ljudje družijo in posedajo.
2. Z meritvami koncentracije trdih delcev v različni oddaljenosti od kadilca smo potrdili 2. hipotezo. 2. hipoteza pravi, da se koncentracija trdih delcev v ozračju zaradi kajenja zvišuje. Čeprav se v zaprtih prostorih skoraj ne kadi več in se pri kajenju zunaj trdi delci hitro razredčijo, so še vedno sproščeni v okolje in prispevajo k njegovemu onesnaževanju. Poleg tega v ozračju ostanejo kar nekaj časa.
3. Namakanje semen vrtno kreše v vodi, v kateri so se predhodno namakali cigaretni ogorki, je pomenilo slabšo sposobnost kalitve in kasneje tudi slabšo rast kalčkov. Potrdili smo 3. hipotezo, da raztopina z več snovmi iz cigaretnih ogorkov, negativno vpliva na kalitev semen in rast kalic.
4. Prav tako smo potrdili 4. hipotezo, da večje število ogorkov v raztopini vpliva na rast nekaj dni starih sončnic.
5. Kljub temu, da cigaretni ogorki vsebujejo tudi dušikove spojine, rast sončnic z ogorki ni bila večja. Očitno je učinek strupenosti tolikšen, da se ne opazi, da bi lahko cigaretni ogorki delovali kot gnojilo. Z našim eksperimentom nismo uspeli potrditi hipoteze, da cigaretni ogorki delujejo kot gnojilo.

Čeprav sva večino eksperimentalnega dela izvajali v kontroliranih ali laboratorijskih pogojih, lahko rezultate prenesemo v dogajanja v naravi. Z najinim delom sva uspeli pokazati, da ljudje v okolje odvržejo ogromno cigaretnih ogorkov. Meniva, da bi bilo zelo dobro, da bi ljudi bolj ozavestili o razsežnostih odmetavanja cigaretnih ogorkov v okolje. Želeli bi si, da bi ljudje postali bolj odgovorni do svojega zdravja in do okolja. Upava, da bo tudi najina raziskovalna naloga prispevala k širjenju znanja o škodljivih vplivih cigaretnega dima in ogorkov na okolje.

## Viri in literatura

- [1] „<https://zadihaj.net/nekzaobljuba/zgodovina.html>, citirano 13. 9. 2024“ [Elektronski].
- [2] M. W. Beutel in sod., *Review of environmental pollution from the use and disposal of cigarettes and electronic cigarettes: contaminants, sources, and impacts. Sustainability*, 13: 12994, 2021.
- [3] „<https://abczdravja.si/dihala/kajenje>, citirano 13. 9. 2024“ [Elektronski].
- [4] „[zadihaj.net/net/nekzaobljuba/obolenja.html](https://zadihaj.net/net/nekzaobljuba/obolenja.html), citirano 3. 9. 2024“ [Elektronski].
- [5] „<https://www.moja-lekarna.com/clanki/emfizem>, citirano 3. 9. 2024“ [Elektronski].
- [6] „<https://www.lek.si/skrb-za-zdravje/bolezni-dihal/kopb/>, citirano 3. 9. 2024“ [Elektronski].
- [7] „<https://zadihaj.net/nekzaobljuba/rastlina.html>, citirano 5. 6. 2024“ [Elektronski].
- [8] „U.S. Department Of Health and Human Services, 2010, citirano 3. 9. 2024“ [Elektronski].
- [9] „<https://kazalci.arso.gov.si/index.php/sl/content/onesnazenost-zraka-z-delci-pm10-pm25-8>, citirano 13. 11. 2024,“ [Elektronski].
- [10] E. G. Tane in sod., „Review and comparative analysis of the particulate matter generated in conventional cigarettes and heated tobacco products - mainstream environmental emission. *Environmental Advances*, 16: 100552,“ 2024.
- [11] „<https://okolje-zdravje.si/vpliva-kajenja-in-tobacne-industrije-na-okolje>, citirano 11. 12. 2024“ [Elektronski].
- [12] „<https://www.caszazemljo.si/podnebne-spremembe/cigareti-ogorki.html>, citirano 10. 2. 2025,“ [Elektronski].
- [13] M. Bavcon Kralj in sod., *Onesnaženost ozračja. Visokošolski učbenik s področja okoljske kemije. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za kemijo in kemijsko tehnologijo*, 2024.
- [14] A. Lobnikar, *Strupenostni test na vodne bolhe Daphnia magna. Okoljska analitika. Navodila za vaje pri predmetu Analizna kemija. Univerza v Mariboru. Fakulteta za strojništvo*, 2013.
- [15] „<https://www.openstreetmap.org/#map=8/46.150/14.975>, uporabljeno 13. 2. 2025“ [Elektronski].
- [16] E. Kovačec, *Lokalizacija bakra in biokemijske spremembe v koreninah navadne sončnice, izpostavljene suspenziji nanodelcev bakrovega oksida. Diplomsko delo. Diplomsko delo, Univerza v Ljubljani. Biotehnična fakulteta.*, 2012.
- [17] L. Budin in L. Žager Đurić, *Vsebnost trdih delcev v zraku na območju Ljubljane*, 2016/2017.
- [18] S. Tkavc, *Povezanost nekaterih vidikov funkcionalnih sposobnosti z dejavniki zdravega življenjskega sloga pri pripadnikih Slovenske vojske. Dokt. Dis., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za šport*, 2011.

[19] „<https://zadihaj.net/net/nekzaobljuba/obolenja.html>, citirano 3. 9. 2024“ [Elektronski].