OPREZNO S BATERIJAMA

Učenice: Nadalina Jerčić i Ena Stanić

OŠ Josip Pupačić, Omiš

Mentor: mr.sc. Tamara Banović, prof

SAŽETAK

**Danas ne postoji područje na Zemlji kojega onečišćenje zaobilazi. Tako je i s tlom. Među brojnim čimbenicima koji onečišćuju tlo su i nepravilno odložene baterije koje u svom sastavu mogu sadržavati teške metale poput žive, olova i kadmija, kiseline ili druge otrovne tvari. Pravilno odlaganje baterija važno je za očuvanje tla i živog svijeta u njemu. Cilj ovoga rada bio je istražiti kako tvari iz baterija odloženih u tlu utječu na strukturu, teksturu, temperaturu, propusnost, pH-vrijednost i boju tla te na klijanje i rast biljke graha (*Phaseolus vulgaris* L.). Dio istraživanja provodio se u školskom vrtu gdje je određena struktura tla kao granulirana, prema teksturi tlo je pjeskovita ilovača, smeđe je boje i blago je lužnato. Na istraživanom području u tlo su zakopane istrošene cink-ugljik baterije te su 60 dana od njihovog odlaganja u tlo ponovljena ispitivanja svojstava tla. Sva ispitivana svojstva tla su ostala ista, osim pH-vrijednosti tla koja se zbog prisutnosti baterija u tlu smanjila. Drugi dio istraživanja odnosio se utjecaj tvari iz baterija koje se nalaze u tlu na klijanje i rast biljke graha. Prisutnost baterija u tlu bitno smanjuje klijavost graha, a biljke koje rastu na tlu kontaminiranom baterijama rastu sporije od biljaka koje rastu u tlu bez odbačenih baterija. Zaključak ovoga rada je da cink-ugljik baterije odložene u tlu povećavaju njegovu kiselost i time smanjuju klijavost sjemenki i rast biljke graha.**

**Ključne riječi:** onečišćenje tla, baterije u tlu, uvjeti klijanja, rast biljaka

UVOD I OBRAZLOŽENJE TEME

Još od malena kod kuće su nas učili da iskorištene baterije ne smijemo bacati u spremnike za miješani komunalni otpad već ih je potrebno odvojiti i odložiti u posebne spremnike kako bi se reciklirale. Dolaskom u vrtić, a kasnije i u školu uvijek smo baterije odlagale u posebne spremnike crvene boje. Što je to u baterijama tako opasno i zašto ih ne možemo odložiti zajedno s ostalim otpadom? Zašto ih neki ljudi odbacuju u okoliš i jesu li one za okoliš štetne? Utječu li tvari iz baterija na biljni svijet u tlu, a time i na ostala živa bića? Naime, sudjelujući u brojnim ekološkim akcijama koje se svake godine organiziraju u našoj školi, među glomaznim otpadom odbačenim u šumu i uz rijeku, nailazimo i na velike količine baterija, akumulatora, električnog i elektroničkog otpada. Takav otpad odvajamo i nosimo u reciklažno dvorište kako bi se dio otpada preradio i ponovo iskoristio.

Baterijama i akumulatorima je svrha isporuka akumulirane energije. Razvojem ljudskog društva kupnja različitih uređaja koji u sebi sadržavaju baterije svakim danom je sve veća pa je tako i broj odbačenih baterija iz godine u godinu sve veći. Postoji mnogo vrsta baterija: jednokratne, višekratne baterije s otrovnim i opasnim sastavnicama, ali i neutralne baterije koje nisu prijetnja okolišu. Dobro je znati koje vrste baterija možemo odbaciti zajedno s ostalim kućnim otpadom, a koje moramo obvezno zbrinuti na pravilan način. Ipak, najsigurnije je sve baterije izdvojiti za reciklažu jer čak i kad nisu opasne za okoliš izvor su vrijednih sirovina koje se mogu ponovno upotrijebiti. U opasni otpad uvrštavaju se olovne baterije, nikal-kadmij baterije, cink-ugljik baterije, baterije sa živom te elektroliti iz baterija i akumulatora. Baterije su vrlo male, ali se često upotrebljavaju, stoga je od velike važnosti spriječiti njihov ulazak u komunalni otpad jer mogu prouzročiti znatna onečišćenja okoliša, poglavito utjecati na onečišćenje tla i vode.

Sve baterije, akumulatori i njihova ambalaža, koji se prodaju u zemljama EU trebaju biti označeni oznakom za odvojeno prikupljanje, što uključuje znak prekriženog spremnika za smeće.

Takva oznaka obavještava potrošača da baterije, akumulatore i ostali opasan otpad ne smije odlagati zajedno s kućnim otpadom (<https://www.fzoeu.hr>, 2015.).

Danas na Zemlji ne postoji područje koje onečišćenje zaobilazi pa je tako i s tlom. Među brojnim čimbenicima koji onečišćuju tlo svakako su i nepravilno odložene baterije i akumulatori. Tlo je rastresiti sloj Zemlje sastavljen od krutih, tekućih i plinovitih tvari, nastaje usitnjavanjem matične stijene, a oblikuje se i mijenja međudjelovanjem žive i nežive prirode. Ono predstavlja neobnovljivo bogatstvo nastalo dugotrajnim i sporim procesima, dok je proces njegova uništenja vrlo brz i s jako sporom obnovom. Tlo je vrlo važan životni prostor za biljke i životinje, a čovjeku je važno zbog uzgoja biljaka koje se koriste u prehrani, važan je izvor sirovina poput šljunka, pijeska, boksita i ugljena. Onečišćenjem tla na nekom području postoji opasnost nestanka biljaka što može utjecati na klimu nekog područja i na pojačanu eroziju tla (Banović i sur., 2019). U ovom radu će se istraživati utjecaj nepravilnog odlaganja baterija na strukturu, teksturu, boju, temperaturu, pH-vrijednost i propusnost tla.

Strukturu tla označava međusobni prostorni raspored krutih čestica. Zajedno s teksturom predstavlja vrlo značajan pokazatelj plodnosti tla, odnosno povoljna struktura i tekstura tla znače dobre uvjete za rast korijena, dobru poroznost, odnosno dobru vododrživost i prozračnost tla (Bensa i Miloš, 2012).

Pod teksturom tla podrazumijeva se udio pojedinih čestica u građi krute anorganske faze tla. Prema veličini, čestice dijelimo na glinu (<0,002 mm), prah (0,002 ‐ 0,05 mm) i pijesak (0,05 ‐ 2,00 mm), a obzirom na udio pojedinih čestica u tlu prema Vukadinoviću (2018) razlikujemo pjeskovita, ilovasta i glinasta tla. Pjeskovita tla sadrže malo humusa i zbog toga su svijetle boje. Udio pijeska im je preko 80% , a udio gline i praha manji od 10%. Ilovasta tla sadrže 25 ‐ 50% pijeska, 30 ‐ 50% praha i 10 ‐ 30% gline, dok je udio pojedinih čestica u glinastom tlu sljedeći: 0 ‐ 45% pijeska, 0 ‐ 45%praha i 50 ‐ 100% gline (Balažinec, 2019).

Boja tla ovisi o sastavu minerala u tlu. Boju tla definiraju tri parametra: dominantna boja, njen intenzitet i stupanj osvjetljenja (Bensa i Miloš, 2012).

Infiltracija ili propusnost je sposobnost tla da upije određenu količinu vode i omogući joj protok kroz slojeve. To svojstvo omogućuje tlu da zadrži vodu koju potom mogu iskoristiti biljke i organizmi koji žive u tlu. Ovisna je o teksturi tla, odnosno o veličini mineralnih čestica u tlu. Što su čestice tla veće, veća je propusnost tla.

Cilj je ovoga rada istražiti kako baterije odložene u tlu utječu na teksturu, strukturu, boju, temperaturu, pH-vrijednost i propusnost tla te utječe li kontaminiranost tla odbačenim baterijama na klijanje i rast biljke graha. Naša je pretpostavka da se tekstura i struktura tla zbog odloženih baterija neće promijeniti. Također pretpostavljamo da će baterije odložene u tlu smanjiti pH-vrijednost tla, dok na ostala svojstva tla (boja, temperatura i propusnost) odbačene baterije neće imati utjecaj. Zbog povećanja kiselosti tla, pretpostavljamo da će u posudi s odloženim baterijama proklijati manje sjemenki graha nego u posudi bez baterija. Također, pretpostavljamo da će biljke koje proklijaju u posudama s odloženim baterijama imati manji rast stabljike u odnosu na biljke graha koje rastu u posudama bez baterija.

METODE RADA

Područje i razdoblje istraživanja

Istraživanje se provodi od rujna do prosinca 2020. godine.

Prvi dio istraživanja obavi se na terenu, u južnom dijelu školskoga vrta koji je prekriven samoniklom zeljastom vegetacijom. Odrede se i označe dvije postaje u vrtu (P1 i P2), jedna od druge udaljene 5 m. Na obje postaje odredi se struktura i tekstura tla, izmjeri temperatura na 5 i 10 cm dubine tla, izmjeri pH-vrijednost tla, odredi boja te propusnost tla za vodu. Na postaji označenoj brojem 1 na dubini od 15 cm odlože se dvije istrošene cink-ugljik baterije koje na sebi imaju znak zabrane odlaganja u spremnike za komunalni otpad, a druga postaja služi kao kontrolna postaja za usporedbu rezultata pokusa. Nakon što su baterije u tlu bile zakopane 60 dana, ponovo se na obje označene postaje odredi struktura i tekstura tla, izmjeri temperatura i pH-vrijednost te odredi boja i propusnost tla za vodu. Rezultati zabilježeni na pojedinoj postaji usporede se s rezultatima zabilježenim prije 60 dana, odnosno prije odlaganja baterija u tlo na postaji 1.

Određivanje strukture tla

Za određivanje strukture tla, uzorak se drži nježno u ruci , propušta kroz prste i proučava struktura čestica te se odrediti tip tla prema tablici 1. (<https://globe.pomsk.hr/prirucnik.htm>, 2020.).

**Tablica 1 Struktura tla (Klubička i Smojver, 2015)**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |   |  |  |  |  |  |
| Granulirana: sastoji se od zrna tla koja obično nisu veća od 0,5 cm u promjeru, uglavnom se nalazi u površinskom sloju u kojem raste korijenje.  | Grudasta ili kamenita: sastoji se od nepravilnih gruda veličine 1,5 do 5 cm u promjeru.  | Prizmatičnavertikalni redovi tla različite veličine, obično u nižim slojevima. | Kolonasta: vertikalne kolone tla koje imaju bijelu, slanu kapu na vrhu, najčešći je u tlima u suhoj klimi. | Plitka: tanke, ravne ploče tla koje leže, obično horizontalno u kompaktnom tlu. | Zrnata: tlo je razbijeno u odvojene čestice koje se ne drže zajedno, najčešće u pješčanim tlima. | Masivna: tlo nema vidljive strukture, teško ga je razbiti na dijelove i pojavljuje se u velikim grumenima. |

Određivanje teksture tla

Metoda određivanja teksture tla napravi se tako da se u menzuru od 100 mL doda 30 mL uzorka tla i lagano protresa da se sadržaj slegne i ravnomjerno rasporedi. Menzura se dopuni do 90 mL destiliranom vodom, zatvori čepom i trese gore-dolje jednu minutu. Nakon minute miješanja sadržaja, menzuru se ostavi 40 sekundi mirovati te se očita volumen istaloženih čestica. U tom vremenu se istalože najteže čestice, čestice pijeska. Menzuru se ostavi mirovati daljnjih 20 minuta i po isteku vremena se ponovno očita volumen ukupno istaloženih čestica tla. Iz razlike ukupnog volumena i volumena pijeska, izračuna se volumen čestica koje su se istaložile druge po redu, a to su čestice praha. U vodenom stupcu zaostaju čestice gline, te se njihov volumen izračuna kao razlika ukupnog volumena tla (30 mL) i volumena čestica pijeska i praha. Prema formuli ρ(čestica) = V(čestica)/V(tla) izračunaju se volumni udjeli pojedinih čestica u tlu te se prema teksturnom trokutu na slici 1 odredi jedna od 12 teksturnih vrsta kojoj uzorak tla pripada (<https://globe.pomsk.hr/prirucnik.htm>, 2020.).

****

**Slika 1 Teksturni trokut (Soil Survey Staff, 1951., prilagodio Alduk, 2017)**

Mjerenje temperature tla

Na obje lokacije ubodnim termometrom izmjeri se temperatura tla na dubini 5 cm i 10 cm. Temperatura se očita 1 min nakon početka mjerenja. Na svakoj postaje obave se tri mjerenja te se izračuna srednja vrijednost temperature tla.

Određivanje pH-vrijednosti tla

Odredi se pH-vrijednost tla korištenjem univerzalnog pH papira. Prije mjerenja pH-vrijednosti pripremi se smjesa 40 g suhog i prosijanog tla i 40 mL destilirane vode. Smjesa se miješa oko 3 min te se pusti odstajati 5 min. pH papirić se uroni u čisti sloj tekućine iznad taloga i očita se pH-vrijednost. Zbog točnosti podataka postupak se ponovi tri puta za svaki uzorak tla te se izračuna srednja vrijednost iz dobivenih podataka (<https://www.globe.gov>, 2019.).

**Boja tla** procijeni se kao crna, smeđa ili crvena

Infiltracija

Na vlažnom tlu koje je prethodno zasićeno vodom, mjeri se količina vode koju je tlo propustilo te se izračuna kolika količina vode je zadržana u tlu. Aparatura za mjerenje propusnosti tla izradi se prema uputama u GLOBE protokolima (<https://www.globe.gov>, 2019.). Plastične boce volumena 2 L odrežu se kao na slici 2. Umjesto čepa stavi se filtar papir, gaza i vata te se sve elastičnom gumicom pričvrstiti za grlo boce. U svaku bocu se uspe 500 g uzorka tla. Menzurom se odmjeri 200 mL vode i ravnomjerno ulijeva na navlažene uzorke tla u boci te se ispod boce hvata filtrat koji prolazi kroz tlo tijekom 20 min filtracije. Menzurom se odmjeri volumen dobivenog filtrata, a kao razlika volumena ulivene vode (200 mL) i volumena filtrata izračuna se volumen vode koju je tlo zadržalo.

****

**Slika 2 Aparatura za mjerenje propusnosti tla za vodu (Balažinec, 2019**)

I određivanje propusnosti tla za vodu napravi se tri puta te izračuna srednja vrijednost kako bi rezultati bili što vjerodostojniji.

Klijanje sjemenki graha u tlu s baterijama i u tlu bez baterija

Drugi dio istraživanja, klijanje sjemenki i rast biljke graha, obavi se u školskom laboratoriju. Za potrebe rada korištena je zemlja iz školskog vrta. Dvije jednake posude napune se približno jednakom količinom tla. U posudu označenu brojem 1 po sredini posude stave se dvije istrošene cink-ugljik baterije, prekriju zemljom i pusti ih se u zemlji odstajati 60 dana. Posuda označena brojem 2 služi kao kontrolna posuda i u njoj se nalazi samo zemlja, bez baterija. Obje posude tijekom 60 dana izlože se jednakim uvjetima, nalaze se na sobnoj temperaturi i izloži ih se istoj količini svjetlosti. Nakon 60 dana od polaganja baterija u posudu se tlom, sjemenke graha ostave se bubriti tijekom 24 sata u vodi, a sutradan se po trideset nabubrenih sjemenki polože u posudu 1 i posudu 2 i pokriju istom količinom vrtne zemlje tako da se sjemenke nalaze da dubini oko 3 cm ispod površine tla. Posude sa sjemenkama izlože se jednakim uvjetima: temperatura zraka između 20 i 22 °C, osvijetljeno mjesto, zalijevanje jednakim volumenom vodovodne vode, svaka dva do tri dana po 150 mL vode. Prati se broj proklijalih sjemenki graha u tlu s baterijama i u tlu bez baterija te se izračuna postotak klijanja kao omjer broja proklijalih i posađenih sjemenki graha za svaku posudu.

Rast biljke graha u tlu s baterijama i u tlu bez baterija

Tijekom rasta, mjeri se prirast duljine stabljike biljaka graha u cm. Duljina se mjeri ravnalom od površine tla do vrška stabljike. Vrijednosti se prikažu grafikonima. Opisano istraživanje provodi se na tri para uzoraka kako bi dobili što vjerodostojnije rezultate i izbjegli pogrešku u radu. Jedan par uzoraka čini posuda u kojoj je zemlja s baterijama i posuda s tlom bez baterija.

REZULTATI

Nakon praktičnog dijela istraživanja sve rezultate smo usporedile, analizirale i prikazale tablično ili grafički.

Rezultati analize tla u školskom vrtu

Struktura tla

Istovrsna mjerenja svojstava tla obavljena su dva puta. Prva mjerenja napravljena su početku pokusa na dvije mjerne postaje koje su jedna od druge udaljene 5 m, a druga mjerenja na kraju pokusa, odnosno 60 dana od zakapanja cink-ugljik baterija na dubinu od 15 cm u tlo na istraživanoj postaji 1.

Opipavajući čestice tla i nježno ih propuštajući kroz prste uočile smo veliku količinu krutih sitnih čestica čiji promjer ne prelazi 0,5 cm, a među mineralnim česticama uočile smo i veliku količinu biljnih dijelova poput korjenčića i raspadnutog lišća te smo odredile da je struktura uzoraka tla na obje označene postaje granulirana. Isti rezultat na obje postaje bio je i na drugom mjerenju.

Tekstura tla

Rezultati očitanih i izračunatih volumena istaloženih čestica tla iz smjese vode (60 mL) i tla (30 mL), kao i izračunati volumni udjeli pojedinih čestica u tlu prikazani su u tablici 2 za uzorke s postaja 1 i 2 na početku istraživanja.

Tablica 2 Prikaz volumena (V) i volumnih udjela (ρ) mineralnih čestica u uzorcima tla na početku istraživanja

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Postaja | Volumen tla na početku | Volumen istaloženog tla nakon 20 min | V(pijesak) | ρ(pijesak) | Volumen istaloženog tla nakon 20 min | V(prah) | ρ(prah) | V(glina) | ρ(glina |
| P 1 | 30 mL | 19, 5 mL | 19, 5 mL | 65% | 28,5 mL | 9 mL | 30% | 1,5 mL | 5% |
| P 2 | 30 mL | 19 mL | 19 mL | 63,3% | 28,5 mL | 9,5 mL | 31,7% | 1,5 mL | 5% |

U tablici 3 prikazani su rezultati očitanih i izračunatih volumena istaloženih čestica tla i izračunati volumni udjeli pojedinih čestica iz uzoraka tla s istih postaja na kraju pokusa, odnosno 60 dana od zakapanja cink-ugljik baterija u tlo na postaji 1.

Tablica 3 Prikaz volumena (V) i volumnih udjela (ρ) mineralnih čestica u uzorcima tla na kraju istraživanja

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Postaja | Volumen tla na početku | Volumen istaloženog tla nakon 20 min | V(pijesak) | ρ(pijesak) | Volumen istaloženog tla nakon 20 min | V(prah) | ρ(prah) | V(glina) | ρ(glina |
| P 1 | 30 mL | 19 mL | 19 mL | 63,3% | 29 mL | 10 mL | 33,3% | 1 mL | 3,4% |
| P 2 | 30 mL | 19 mL | 19 mL | 63,3% | 28,5 mL | 9,5 mL | 31,7% | 1,5 mL | 5% |

Prema teksturnom dijagramu korištenom u radu (Alduk, 2017) uzorci tla prema teksturi pripadaju pjeskovitoj ilovači, na obje postaje i u na početku i na kraju pokusa.

Temperatura, pH-vrijednost, boja i infiltracija tla

Rezultati za strukturu i teksturu tla, kao i srednja vrijednost temperature, srednja pH-vrijednosti i infiltracija tla pokazane su za postaje 1 i 2 na početku pokusa u tablici 4, dok su u tablici 5 prikazani rezultati svih navedenih svojstava na kraju pokusa.

**Tablica 4 Rezultati mjerenja svojstava tla na početku istraživanja (10. rujna 2020.) na dvije postaje u školskom vrtu**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Mjerenja** | **Postaja 1** | **Postaja 2** |
| **Struktura** | granulirana | granulirana |
| **Tekstura** | pjeskovita ilovača | pjeskovita ilovača |
| **Boja** | smeđa | smeđa |
| **pH-vrijednost tla** | 7,5 | 7,5 |
| **temperatura tla na 5 cm** | 24 | 25,5 |
| **temperatura tla na 10 cm** | 22 | 22 |
| **% vode zadržane u tlu** | 53% | 52% |

**Tablica 5 Rezultati mjerenja svojstava tla (10. studenoga 2020.) na dvije postaje u školskom vrtu šezdeseti dan od polaganja baterija u tlo na postaji 1**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Mjerenja** | **Postaja 1 nakon zakapanja baterija**  | **Postaja 2** |
| **Struktura** | granulirana | granulirana |
| **Tekstura** | pjeskovita ilovača | pjeskovita ilovača |
| **Boja** | smeđa | smeđa |
| **pH-vrijednost tla** | 6 | 7,5 |
| **temperatura tla na 5 cm** | 21 | 22 |
| **temperatura tla na 10 cm** | 18 | 18 |
| **% vode zadržane u tlu** | 52% | 52% |

Vodu smo filtrirale kroz uzorke tla tijekom dvadeset minuta i potom menzurom izmjerile volumen filtrata. Volumen vode kojeg smo dodale u tlo je 200 mL. Za uzorak tla na postaji 2 volumen propuštene vode je bio jednak na početku i kraju istraživanja i iznosio je 104 mL, dok je razlika u propusnosti uzoraka s prve postaje bila neznatna, 104 mL vode profiltriralo se nakon zakapanja baterija, a na početku pokusa 106 mL. Od ukupne vrijednosti volumena vode oduzele smo volumen profiltrirane vode i izračunale postotak vode koja se zadržala u tlu. Kako što je vidljivo u tablicama 5 i 6 rezultati su ujednačeni, vrijednosti u postotku iznose 52 ili 53%.

Rezultati klijanja sjemenki graha

Rezultati broja proklijalih sjemenki u svakom od uzoraka (jedan uzorak uključuje dvije posude, jednu s baterijama, a drugu bez baterija) prikazani su grafički.

U prvom uzorku u posudi sa zakopanim baterijama proklijale su tri sjemenke graha što je 10% od ukupnog broja sjemenki, dok je u posudi bez baterija proklijalo 17 sjemenki ili 56,66% od ukupnog broja. Usporedni rezultati broja proklijalih sjemenki u uzorku 1 prikazan je grafikonom na slici 3.

Slika 3 Broj proklijalih sjemenki u posudi s baterijama i u posudi bez baterija u uzorku 1

Na slici 4 je grafički prikaz rezultata broja proklijalih sjemenki u uzorku 2. U posudi s baterijama u tlu proklijale su dvije sjemenke graha ili 6,66% od ukupno 30 posijanih sjemenki, a u posudi bez baterija proklijalo je 19 sjemenki što je 63,33%.

Slika 4 Broj proklijalih sjemenki u posudi s baterijama i u posudi bez baterija u uzorku 2

Na slici 5 prikazani su podatci o klijavosti sjemenki graha u trećem uzorku. U posudi s baterijama u potpunosti je izostalo klijanje, dok je u posudi bez baterija u tlu proklijalo 19 sjemenki, klijavost je bila 63,33%

Slika 5 Broj proklijalih sjemenki u posudi s baterijama i u posudi bez baterija u uzorku 3

Rezultati rasta stabljike graha

U uzorku 1 koji je uključivao posudu 1 (baterije u tlu) i posudu 2 (tlo bez baterija) pratio se prirast stabljike u cm tijekom rasta. Budući su u posudi 1 proklijale samo tri sjemenke, u posudi 2 smo označile tri jedinke koje su bile visinom približno jednake proklijalim biljkama u prvoj posudi te smo pratile rast stabljike svake od šest odabranih jedinki. Visinu stabljike smo mjerile ravnalom i to od površine zemlje do vrška stabljike. Rezultati praćenja rasta stabljike u cm za biljke u posudama 1 i 2 prikazani su grafičkim prikazom na slici 6.

Slika 6 Usporedba rasta stabljike graha u cm u tlu bez baterija i u tlu s baterijama u uzorku 1

U posudi s baterijama u uzorku 2proklijale su dvije sjemenke, stoga smo u posudi bez baterija označile dvije stabljike čiji rast smo pratile i uspoređivale s rastom biljaka iz tla s baterijama. Rezultati rasta stabljike graha u uzorku 2 prikazani su na slici 7.

**Slika 7 Usporedba rasta stabljike graha u cm u tlu bez baterija i u tlu s baterijama u uzorku 2**

RASPRAVA

Nakon provedenog istraživanja i analize podataka pokazalo se da su naše pretpostavke bile ispravne, ali su se otvorile i neke nejasnoće koje traže dodatna istraživanja. Sukladno našim pretpostavkama struktura i tekstura tla nisu se promijenile uslijed djelovanja tvari iz baterija koje su 60 dana bile zakopanu u tlu koje smo analizirali. Ukoliko znamo da je proces formiranja tla dugotrajan proces koji nastaje raspadanjem i mrvljenjem matične stijene uslijed različitih vanjskih čimbenika (Agić i sur., 2019) ovakvi rezultati bili su očekivani. No treba uzeti u obzir i to da je vrijeme trajanja pokusa bilo relativno kratko te trebalo istražiti pH-vrijednost tla na "divljim" odlagalištima baterija i akumulatora koje stoje u zemlji i po nekoliko mjeseci ili godina, kako bi se sa sigurnošću moglo reći da ovakva vrsta onečišćenja tla ne mijenja njegovu strukturu i teksturu. Prema strukturi tlo iz školskog vrta je granulirano, a prema teksturi pripada pjeskovitoj ilovači s visokim udjelom pijeska. Boja tla također se tijekom razdoblja pokusa nije promijenila, kao ni propusnost tla za vodu. Temperatura tla na 10 cm dubine na obje postaje istraživanja bila je ujednačena na početku i na kraju pokusa s nešto nižom temperaturom na kraju pokusa jer je i temperatura zraka u tom razdoblju bila niža. Temperature tla na 5 cm dubine bila je viša od one koja je izmjerena na 10 cm jer su mjerenja obavljena za sunčanoga dana kada sunčeve zrake izravno obasjavaju istraživanu podlogu. Razlike u temperaturi na 5 cm dubine u oba mjerenja su zbog toga što je jedna mjerna postaja u trenutku mjerenja još uvijek bila izložena sunčevom zračenju, a druga je bila u sjeni. U skladu s našom pretpostavkom, pH-vrijednost tla se smanjila u tlu u kojem su bile zakopane cink-ugljik baterije sa 7,5 na počeku pokusa na pH-vrijednost 6 na kraju pokusa. Klijavost sjemenki graha bitno je smanjena ukoliko su posijane u posudu u kojoj su na 60 dana bile zakopane istrošene cink-ugljik baterije. Zbog smanjenja pH-vrijednosti, odnosno povećanja kiselosti tla može se zaključiti da je kiselost tla čimbenik koji smanjuje klijavost sjemenki graha. Povećanje kiselosti tla također utječe i na rast malog broja proklijalih sjemenki, njihova brzina rasta stabljike je puno sporija u odnosu na biljke koje rastu u posudama za zemljom u koju nisu dodane baterije i pH-vrijednost tla je blago lužnata. Biljke koje rastu u kiselom tlu, nakon dvadesetak dana od početka klijanja počele su se sušiti i propadati.

ZAKLJUČCI

Na temelju rezultata provedenog istraživanja doneseni su sljedeći zaključci:

* Tvari iz baterija koje se nalaze u tlu ne mijenjaju strukturu i teksturu tla.
* Tvari iz baterija koje se nalaze u tlu ne utječu na njegovu boju, temperaturu i propusnost za vodu.
* Tvari iz baterija odloženih u tlo povećavaju njegovu kiselost, odnosno smanjuju pH-vrijednost tla.
* Biljke graha koje rastu u zemlji u kojoj se nalaze baterije imat će manju klijavost u odnosu na sjemenke graha koje rastu u zemlji bez baterija, a izloženi su jednakim uvjetima klijanja.
* Biljke graha koje rastu u zemlji u kojoj se nalaze baterije imat sporiji rast u odnosu na sjemenke graha koje rastu u zemlji bez baterija, a izloženi su jednakim uvjetima klijanja. Takve biljke ne razvijaju cvijet niti plod jer se tijekom razvoja počinju sušiti i propadati.

LITERATURA

Agić B., Banović T., Lopac Groš A. 2019. Život na tlu i u tlu, Kodžoman A. (ur.), Priroda 5 - udžbenik iz prirode za peti razred osnovne škole. Profil Klett, Zagreb, str. 88-95.

Alduk A. 2017. Pogodnost lesiviranih tala za navodnjavanje na području Istočne Hrvatske. Fakultet agrobiotehničkih znanosti, Osijek.

Balažinec M. 2019. Svojstva i važnost tla, priručnik za učitelje. Varaždin.

Banović T., Holenda K., Lacić S., Kovač-Andrić E., Štiglić N. 2019. Tlo, Terzić Šunjić A. (ur.), Kemija 7 – udžbenik kemije za sedmi razred osnovne škole. Profil Klett, Zagreb, str. 130-134.

Bensa A., Miloš B. 2012. Pedologija, humus. Mediteranska poljoprivreda, autorizirana prezentacija. Međusveučilišni studij, Split

FZOEU 2015. Otpadne baterije i akumulatori. Fond za zaštitu okoliša i energetsku učinkovitost.

<https://www.fzoeu.hr/hr/gospodarenje_otpadom/posebne_kategorije_otpada/otpadne_baterije_i_akumulatori/>, pristupljeno 20. studenoga 2020.

GLOBE 2019. Soil investigation. GLOBE program. [www.globe.gov](http://www.globe.gov), pristupljeno 11. rujna 2020.

Klubička S., Smojver B. 2015. Tlo (soil). <https://globe.pomsk.hr/prirucnik.htm>, pristupljeno 1. prosinca 2020.

Vukadinović V. 2018. Kako temperatura tla utječe na rast i razvoj bilja? <http://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Zanimljivosti/Zanimljivosti_02-2018.pdf>, pristupljeno 8. listopada 2020.