



OSNOVNA ŠOLA MLADIKA

Žnidaričevo nabrežje 1, 2250 Ptuj

t: 02 7876130, f: 02 7876131

TRR: SI56011006008359095, DŠ: 80951147

e-pošta: info@mladika.si



SESTAV ZA ODKRIVANJE MIKROPLASTIKE V TEKOČIH IN STOJEČIH VODAH TER ANALIZA MIKROPLASTIKE V VODAH PTUJSKEGA OBMOČJA

Področje: Tehnika ali tehnologija

Raziskovalna naloga

Avtorici: Kaja Šimenko, 9. b

Ela Štrafela, 9. b

Mentorja: Jelica Ilić, prof. biologije, kemije in naravoslovja

David Vodušek, prof. proizvodno tehnične vzgoje in fizike

Ptuj, marec 2024

ZAHVALA

Zahvaljujeva se učitelju Davidu Vodušku za vso organizacijo in pomoč pri delu ter izdelavi eksperimentalnega dela naloge, učiteljici Jelici Ilić za pomoč pri eksperimentalnem in kemijskem delu raziskovalne naloge ter gospodu hišniku Janku Moravcu za pomoč pri odvzemu vzorcev in izvajanju eksperimenta ter nasvete, ko sami nisva našli rešitev. Zahvaljujeva se tudi učiteljici Kaji Horvat za lektoriranje in učitelju Robertu Mlakarju za nemški prevod povzetka. Zahvala za pomoč pri analizi ter prepoznavanju mikrodlecev gre tudi učenkam 9. a razreda, Gei Palir, Rosi Cafuta Gajšt in Neži Hribernik.

KAZALO VSEBINE

1 UVOD	7
2 TEORETIČNI DEL.....	7
2.1 Opredelitev.....	7
2.2 Projekt GLOBE.....	8
2.3 Zgodovina identifikacije mikroplastike	8
2.4 Mikroplastika.....	9
2.5 Mikroplastika v vodi.....	9
2.6 Identifikacija mikroplastike	10
2.6.1 Naravni filamenti	10
2.6.2 Tekstilni filamenti	11
2.6.2.1 Naravni tekstilni filamenti	11
2.6.2.2 Umetni tekstilni filamenti.....	12
2.6.3 Plastični delci	13
2.7 Metode zbiranja mikroplastike iz površinskih vod	14
2.7.1 Metoda NOAA	14
2.7.2 Metoda DEAKINUNI-LTCREA-GLOBE ITALIA.....	15
2.8 Fizikalno ozadje pridobivanja vzorcev	15
3 EMPIRIČNI DEL.....	16
3.1 Raziskovalna vprašanja.....	16
3.2 Metode raziskovalnega dela	17
3.3 Tehniška in tehnološka dokumentacija	17
3.4 Izdelava merilnega pripomočka	22
3.5 Izdelava plovne naprave za potopno črpalko in ohišja za filtrirno tkanino.....	25
3.6 Sistem kot celota	26
3.7 Vzorčenje reke Drave	27
3.8 Analiza vzorcev.....	29
4 REZULTATI IN OCENITEV RAZISKOVALNIH VPRAŠANJ	34
5 ZAKLJUČEK.....	36
6 LITERATURA.....	37

KAZALO SLIK

SLIKA 1: LOGOTIP MEDNARODNEGA PROJEKTA GLOBE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 1)	8
SLIKA 2: VODNI PLANKTON (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 2).....	10
SLIKA 3: A) MANJŠA POVEČAVA CELULOZNEGA VLAKNA, B) VELIKA POVEČAVA CELULOZNEGA VLAKNA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 3).....	11
SLIKA 4: SVETLO MODRO VLAKNO ŽIVALSKEGA IZVORA ZRAVEN SIVEGA IN MODROZELENEGA CELULOZNEGA VLAKNA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 4)	12
SLIKA 5: UMETNO TEKSTILNO VLAKNO IN PROZORNI KOS MIKROPLASTIKE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 5). .	12
SLIKA 6: UMETNO VLAKNO S STALJENIM KONCEM (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 6).	13
SLIKA 7: MIKROPLASTIKA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 7).....	13
SLIKA 8: LOVILNA MREŽA MANTA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 8).	14
SLIKA 9: SKICA IDEJE SESTAVA ZA FILTRIRANJE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 9).	19
SLIKA 10: FOTOGRAFIJA DELA Z MODELIRNIM PROGRAMOM SKETCHUP (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 10). .	19
SLIKA 11: SESTAVNI DELI PLOVNEGA DELA ZA POTOPNO ČRPALKO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 11).....	19
SLIKA 12: 3D-POGLED PLOVNEGA DELA ZA POTOPNO ČRPALKO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 12).	20
SLIKA 13: 3D-POGLED PLOVNEGA DELA ZA POTOPNO ČRPALKO IZ DRUGE STRANI (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 13).....	20
SLIKA 14: SESTAVNI DELI OHIŠJA ZA SITO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 14).....	20
SLIKA 15: 3D-POGLED SESTAVLJENEGA SISTEMA OHIŠJA ZA SITO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 15).....	21
SLIKA 16: CELOTNI SISTEM ZA ZAJEMANJE VZORCA IN FILTRIRANJE MIKROPLASTIKE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 16).....	21
SLIKA 17: OBDELAVA GRADIV V ŠOLSKI DELAVNICI (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 17).	25
SLIKA 18: SESTAVLJANJE NAVOJNIH PALIC IN PLOVCEV Z OHIŠJEM (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 18).	26
SLIKA 19: DOKONČANI IZDELEK, PRIPRAVLJEN ZA UPORABO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 19).	27
SLIKA 20: PRENOS PLOVNEGA DELA SESTAVA NA GLADINO REKE DRAVE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 20)....	28
SLIKA 21: ZUNANJI DEL Z NAPELJANO CEVJO PRED ODVZEMOM (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 21).	28
SLIKA 22: ODVZEM VZORCA PRI GOSTILNI RIBIČ (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 22).	28
SLIKA 23: ODVZEM VZORCEV PRED OŠ MLADIKA IN NA PTUJSKEM MOSTU ZA PEŠČE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 23).....	29
SLIKA 24: NAPRAVE ZA VAKUUMSKO FILTRACIJO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 24).....	29
SLIKA 25: OPAZOVANJE MIKROPLASTIKE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 25).	30
SLIKA 26: PRIPRAVLJENI VZORCI ZA ANALIZO POD MIKROSKOPOM (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 26).	30
SLIKA 27: PRIKAZ VNOSA OPAŽANJ PO GLOBE PROTOKOLU V EXCELOVO PREGLEDNICO (1. DEL) (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 27).	32
SLIKA 28: PRIKAZ VNOSA OPAŽANJ PO GLOBE PROTOKOLU V EXCELOVO PREGLEDNICO (2. DEL) (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 28).	32
SLIKA 29: PRIKAZ DOBLJENIH MERITEV VZORCA 1 (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 29).	34
SLIKA 30: PRIKAZ DOBLJENIH MERITEV VZORCA 2 (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 30).	34
SLIKA 31: PRIKAZ DOBLJENIH MERITEV VZORCA 3 (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 31).	35

KAZALO TABEL

TABELA 1: CENE GRADIV POLIZDELKOV IN IZDELKOV.....	22
TABELA 2: TEHNOLOŠKI LIST ZA ODVZEMNO NAPRAVO – PLOVNI DEL	23
TABELA 3: TEHNOLOŠKI LIST – PLOVNI DEL IN OHIŠJE ZA FILTER.....	24
TABELA 4: FOTOGRAFIJE PRIMEROV MIKROPLASTIKE.....	31

POVZETEK

Raziskovalna naloga predstavlja izdelavo naprave za filtriranje vode z namenom, da pridobimo vzorce za ugotavljanje vsebnosti mikroplastike v reki Dravi. Za to tematiko smo se odločili, ker se zavedamo nevarnosti onesnaževanja okolja z mikroplastiko in njene vsesplošne prisotnosti.

Projekt GLOBE je mednarodni projekt za opazovanje Zemlje, ki poteka pod okriljem ameriške agencije NASA. Cilj projekta je vzpodbujanje poučevanja in učenja o znanosti, varovanje okolja ter spodbujanje znanstvenih odkritij. Sodelujoči v projektu GLOBE smo razmišljali o čim lažjem odvzemu vzorcev vode. Na pobudo mentorjev smo se vprašali, ali lahko izdelamo napravo za filtriranje večje količine vode, ki bi zajemala vrhnji sloj tekoče vode, iz katere bi nato v laboratoriju določili količino mikroplastike.

Dokazali smo, da lahko v šolski delavnici izdelamo kvalitetno napravo za zajem mikroplastike. Domača izdelava je smiselna, saj je strošek nakupa ustrezne komercialne naprave visok. Izdelana naprava je dovolj kvalitetna za večkratno uporabo in bo uporabljena tudi v projektu GLOBE. Med izdelavo smo razmišljali o možnosti razstavljanja naprave zaradi lažjega shranjevanja. Pri projektu GLOBE se namreč uporablja le občasno, nekajkrat letno. Dokazali smo, da lahko preko pretoka vode določimo vsebnost mikroplastike v vzorcih. Ugotovili smo, da je mikroplastika prisotna v vseh odvzetih vzorcih. S šolsko laboratorijsko analizo vzorcev lahko ločimo naravna in umetna vlakna, ki jih lahko opredelimo kot mikroplastiko, ne moremo pa določiti, iz katere umetne snovi so opazovani delci.

Ključne besede: mikroplastika, projekt GLOBE, onesnaženost, vakuumaska filtracija.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Forschungsarbeit befasst sich mit der Entwicklung einer Vorrichtung zur Wasserfiltration mit dem Ziel, Proben zur Bestimmung des Mikroplastikgehalts im Fluss Drau zu gewinnen. Wir haben uns für dieses Thema entschieden, weil wir uns der Gefahr der Umweltverschmutzung durch Mikroplastik und seiner allgemeinen Präsenz bewusst sind.

Das GLOBE-Projekt ist ein internationales Erdbeobachtungsprojekt, das unter der Schirmherrschaft der US-amerikanischen Raumfahrtbehörde NASA steht. Ziel des Projekts ist es, das Lehren und Lernen über Wissenschaft, Umweltschutz und die Förderung wissenschaftlicher Entdeckungen zu fördern. Die Teilnehmer des GLOBE-Projekts dachten über eine möglichst einfache Probenentnahme nach. Auf Anregung der Mentoren haben wir uns gefragt, ob wir eine Vorrichtung zur Filtration großer Wassermengen herstellen können, die die obere Schicht des fließenden Wassers aufnimmt, aus der dann im Labor die Menge an Mikroplastik bestimmt wird.

Wir haben bewiesen, dass wir in der Schule eine qualitativ hochwertige Vorrichtung zur Erfassung von Mikroplastik herstellen können. Die Eigenherstellung macht Sinn, da der Kauf einer entsprechenden kommerziellen Vorrichtung teuer ist. Die hergestellte Vorrichtung ist qualitativ hochwertig und mehrfach verwendbar und wird auch im GLOBE-Projekt eingesetzt. Bei der Herstellung haben wir über die Möglichkeit des Zerlegens der Vorrichtung für eine einfachere Aufbewahrung nachgedacht. Im GLOBE-Projekt wird es schließlich nur gelegentlich verwendet, einige Male im Jahr. Wir haben bewiesen, dass wir den Mikroplastikgehalt in den Proben über den Wasserfluss bestimmen können. Wir haben festgestellt, dass Mikroplastik in allen entnommenen Proben vorhanden ist. Durch die schulische Laboranalyse der Proben können wir natürliche und künstliche Fasern unterscheiden, die als Mikroplastik identifiziert werden können. Wir können jedoch nicht bestimmen, aus welchem künstlichen Material die beobachteten Partikel stammen.

Schlüsselwörter: Mikroplastik, GLOBE-Projekt, Verschmutzung, Vakuumfiltration.

1 UVOD

V raziskovalni nalogi smo predstavili idejo za odvzemanje vzorcev mikroplastike ter izdelavo sestava za odkrivanje in posledično iskanje mikroplastike. Za izbrano tematiko smo se odločili, ker se zavedamo nevarnosti plastike in nas zanima onesnaženost okolja. V veliko pomoč nam je bila tudi vključenost šole v projekt GLOBE, zaradi katerega redno tedensko odvezemamo vzorce vode v reki Dravi. Raziskali smo zmožnost izdelave sestava v šolski delavnici in izračunali, koliko litrov vode steče skozi črpalko v določenem času.

Z izdelano napravo za filtriranje smo filtrirali večjo količino vrhnjega sloja vode ter pripravili vzorce za opazovanje, beleženje in oceno količine mikroplastike v reki Dravi.

V raziskovalni nalogi smo na kratko predstavili odkritje in zgodovinske mejnike v raziskavah mikroplastike. Opisali smo najbolj pogoste načine pobiranja mikroplastike v različnih okoljih, ki jih uporabljajo strokovnjaki po svetu. Opisali smo fizikalno in kemijsko ozadje zbiranja vzorcev.

Poudarek raziskovalne naloge je bil na tehničnem področju, tj. izdelavi sestava za filtriranje večje količine pretočene vode. Uporabljeni materiali za izdelavo izdelka so bili izbrani tako, da so cenovno dostopni, trajni in uporabni v nadaljnjem raziskovanju mikroplastike v sklopu projekta GLOBE. Izdelek smo s pomočjo mentorjev izdelali v šolski delavnici z nam poznanimi obdelovalnimi postopki in dostopnim orodjem, varnim za uporabo.

Za raziskovalno delo je bilo pomembno tudi odkrivanje prostemu očesu nevidnih delcev pod šolskim mikroskopom, s katerim smo po protokolih projekta GLOBE filtrirali vzorec s pomočjo vakuumske filtrirne naprave. Predvideli smo količino mikroplastike v celotnem vzorcu preko opazovanja manjše površine filtra.

Zastavili smo si naslednje hipoteze:

- H1: V šolski delavnici lahko uspešno izdelamo napravo za zbiranje mikroplastike.
- H2: Preko pretoka vode oz. volumna vzorca vode lahko določimo pogostost delcev mikroplastike v izbranih vzorcih.
- H3: Mikroplastika je zastopana v vseh odvzetih vzorcih.
- H4: Z laboratorijsko analizo mikroplastike lahko določimo vrsto umetne snovi.

2 TEORETIČNI DEL

2.1 Opredelitev

Teoretični del našega zanimanja v raziskovalni nalogi temelji na dejstvih, ki smo jih morali poznati pred začetkom raziskovanja. Ker raziskovalna naloga predvideva filtriranje in zbiranje umetne snovi – mikroplastike – v sklopu projekta GLOBE, je bilo smiselno najprej opisati omenjeni projekt. Predstavili smo tudi mikroplastiko samo in jo razdelili po kategorijah. Za našo raziskavo je bila pomembna tudi zgodovina raziskovanja delcev in načini filtriranja vod, kot jih izvajajo raziskovalci po svetu, saj je izdelava eksperimentalnega sestava temeljila na podobnih meritvah. Opisali smo tudi fizikalno ozadje pretoka, od katerega je odvisna količina filtriranih delcev.

2.2 Projekt GLOBE

GLOBE (Global Learning and Observations to Benefit the Environment) je mednarodni program za opazovanje Zemlje, ki že od leta 1994 poteka pod okriljem ameriške agencije NASA. Program združuje učence, učitelje in znanstvenike s skupnim poslanstvom, in sicer:

- spodbujati poučevanje in učenje o znanosti,
- izboljševati okoljsko pismenost in varovanje okolja,
- spodbujati znanstvena odkritja.

V programu GLOBE sodeluje že 126 držav iz celotnega sveta, vanj je vključenih več kot 37.000 šol in več kot 42.000 učiteljev, ki so s svojimi učenci opravili že več kot 208 milijonov okoljskih meritev. Aktivnosti v okviru programa so vezane na pet tematskih sklopov – atmosfera, hidrosfera, pedosfera, biosfera in Zemlja kot sistem. Program s pomočjo jasnih protokolov – preizkušenih s strani številnih učiteljev in znanstvenikov po svetu – na eni strani vodi učitelje in učence vseh starosti pri opazovanju okolja ter zapisovanju opažanj in meritev, na drugi strani pa znanstvenikom omogoča črpanje in uporabo podatkov iz obsežne svetovne baze, ki jo soustvarjajo učenci in učitelji. Posebno privlačnost daje programu tudi povezanost z vesoljsko tehnologijo, saj lahko številne meritve primerjamo s podatki, ki jih izmerijo sateliti, na GLOBE dogodkih pa redno sodelujejo tudi NASINI znanstveniki in drugi strokovnjaki. (GLOBE, b. d.)



SLIKA 1: LOGOTIP MEDNARODNEGA PROJEKTA GLOBE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 1).

Oš Mladika se je opisanemu projektu pridružila v šolskem letu 2022/2023 kot ena prvih šol v Sloveniji. Trenutno v projektu aktivno sodeluje 55 učencev pod vodstvom 5 mentorjev. Skupaj redno izvajamo meritve reke Drave (prosojnost vode, temperaturo vode, pH vode, električno prevodnost) ter meritve temperature prsti 5 cm in 10 cm pod površjem. Občasno se pridružimo tudi drugim kampanjam projekta, kot so: ozelenitev listov dreves, porjavitev listov dreves, zmanjševanje ogljičnega odtisa itd. Vključeni smo tudi v Erasmus+ projekt, v sklopu katerega bomo na šoli opazovali tudi vsebnost mikroplastike v bližnji okolici Ptuja.

2.3 Zgodovina identifikacije mikroplastike

Prva uporaba naravnih polimerov sega v leto 1600 pr. n. št., ko so ljudstva v Srednji Ameriki predelovala naravni kavčuk za izdelavo raznih figuric in trakov. (M. Centa, 2016)

Odkrivanje polisintetičnih in sintetičnih mas se je bolj intenzivno začelo v 19. stoletju v Veliki Britaniji z izumom Aleksandra Parkensa leta 1856. Parkens je iz celuloze pridobil material, ki ga je bilo mogoče po segrevanju oblikovati in je ob ohlajanju nato ohranil svojo obliko. Prvi izdelki iz plastike so bili gumbi, peresa, glavniki. (M. Bellis, 2020)

Mikroplastiko sta prvič identificirala raziskovalca E. J. Carpenter in K. L. Smith leta 1972 v zahodnem delu Sargaškega morja. Med raziskovanjem planktona sta v mrežo poleg planktonskih organizmov ujela tudi koščke plastike. Ugotovila sta, da koncentracija mikroplastike v Sargaškem morju znaša 3.500 delcev/km² ter opozorila na posledice naraščajoče proizvodnje plastike in negativne vplive

plastike v morju, denimo na možnosti prenosa epibiontov po morjih in sproščanje toksičnih snovi iz plastike. (M. Kovač, 2020)

Izraz »mikroplastika« je predstavil morski biolog Richard Thompson leta 2004, vendar je bilo raziskav o mikroplastiki kljub glasnim opozorilom s strani Carpenterja in njegovih sodelavcev dokaj malo, vse do leta 2005.

Definicija mikroplastike je bila sprejeta na prvi mednarodni konferenci o mikroplastiki leta 2008 v Washingtonu v Združenih državah Amerike. (M. Centa, 2016)

2.4 Mikroplastika

Plastični odpadki se po velikosti delijo na 4 kategorije:

- makroplastika: večje od 20 mm,
- mezoplastika: 5–20 mm,
- mikroplastika: manjše od 5 mm,
- nanoplastika: manjša od 100 nm.

Nekateri avtorji predlagajo drugačne delitve po velikosti. (M. Centa, 2016)

Povsem nedvoumno sprejeta definicija mikroplastike ne obstaja, v stroki pa je najbolj uveljavljeno stališče, da so to delci, ki so manjši od 1 mm do 5 mm, torej na meji med vidnim in mikroskopskim.

Klein idr. (2018) delijo mikroplastiko na dve glavni kategoriji:

- **primarna mikroplastika:** delci, ki pridejo v okolje neposredno; to so granule v kozmetičnih izdelkih in delci, ki nastanejo ob abraziji večjih predmetov,
- **sekundarna mikroplastika:** nastane z razpadanjem večjih kosov na manjše zaradi UV-sevanja, fizične defragmentacije z mehanskimi silami ter drugih fizikalnih in kemičnih dejavnikov ter se tako razgrajujejo v nanoplastiko.

2.5 Mikroplastika v vodi

Mikroplastika iz čistilnih naprav z atmosfersko depozicijo ter spiranjem s kmetijskih zemljišč in cest vstopa v reke in jezera. Onesnaževanje z mikroplastiko predstavlja velik problem ne le v morskem ekosistemu, ampak tudi sladkovodnem. Mikroplastika v vodi veže nase obstojna organska onesnaževala, po drugi strani pa v okolje sprošča aditive, dodane plastiki med proizvodnjo.

Raziskave mikroplastike v sladkih vodah so razmeroma redke. Prva, ki je obravnavala mikroplastiko v sladkih vodah, je bila objavljena šele leta 2011. (Moore et al., 2011) Velik izziv pri raziskovanju mikroplastike v sladkih vodah predstavlja razvoj primerne metodologije za vzorčenje. (Centa, 2016)

Poleg organskih onesnaževal se na mikroplastiko dobro vežejo tudi mikroorganizmi, ki tvorijo na delcih tanek sloj – biofilm, na katerem lahko med drugim najdemo tudi patogene bakterije, ki povzročajo bolezni pri vodnih organizmih in ljudeh.

Predvsem v morjih in rekah je vse več mikroplastike, vendar o njenih škodljivih učinkih na organizme še ni dovolj podatkov. Mikroplastika je prisotna tudi že v zraku, ki ga dihamo, ter pitni vodi in hrani, ki ju uživamo, zato pride tudi v naše telo.

Posebne težave predstavljajo še manjši deli plastike, imenovani nanoplastika, o kateri imamo še manj podatkov. Dejstvo je, da se bo tveganje za okolje in posledično za zdravje ljudi povečalo, če se bo onesnaževanje z mikroplastiko nadaljevalo s trenutno hitrostjo.

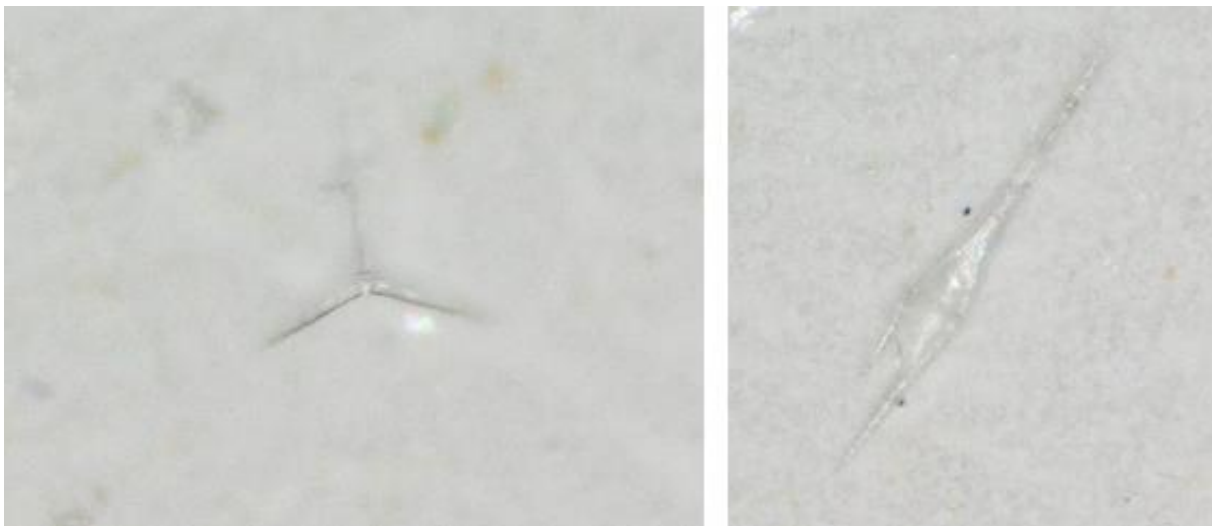
2.6 Identifikacija mikroplastike

Veliko delcev v vzorcu lahko opazimo kot filament oz. vlakna. Pred identifikacijo posameznega vlakna, ki je lahko umetnega izvora in opredeljen kot mikroplastika, moramo prepoznati tudi vlakna biološkega (naravnega) izvora. Večino vlaken, s katerimi se srečujemo, je del bioloških oziroma naravnih entitet.

2.6.1 Naravni filament

V skupino filamentov naravnega izvora, ki jih ne štejemo med mikroplastiko, uvrščamo:

- filamente, ki prihajajo iz določenih vrst planktonov,
- kolonije celic in alg,
- določene celice,
- filamentom podobne korenine ali fine veje oz. delce rastlin,
- živalsko dlako,
- živalske okončine (npr. noge), antene ...



SLIKA 2: VODNI PLANKTON (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 2).

2.6.2 Tekstilni filamenti

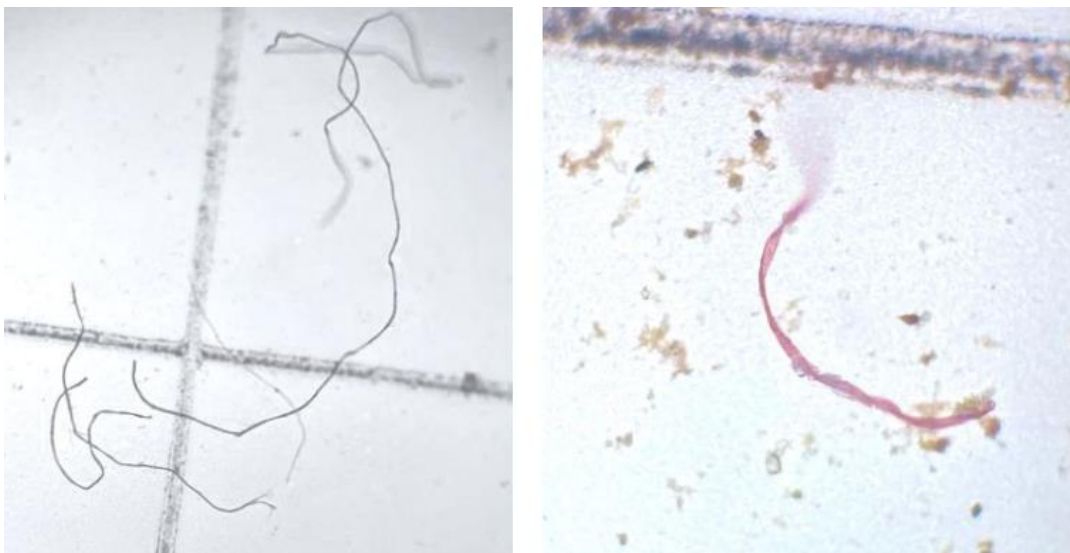
2.6.2.1 Naravni tekstilni filamenti

Obstaja veliko tekstilnih vlaken, ki jih uporabljamo vsakodnevno in so rastlinskega izvora, npr. bombaž, juta, lan, konoplja in lesna celuloza, poznamo pa tudi takšne, ki so živalskega izvora, npr. volna, svila, alpaka in kašmir.

Celuloza sama je biopolimer, vlakna živalskega izvora pa so večinoma sestavljena iz beljakovin (keratin, fibroin svile, sericin itd.), vendar o teh vlaknih ne poročamo, saj se pri predelavi tekstila običajno dodajajo kemikalije, tudi plastične prevleke. Tako lahko postanejo bombaž in druga naravna vlakna transporterji mikroplastike.

Celulozna vlakna imajo pod mikroskopom nekaj skupnih lastnosti:

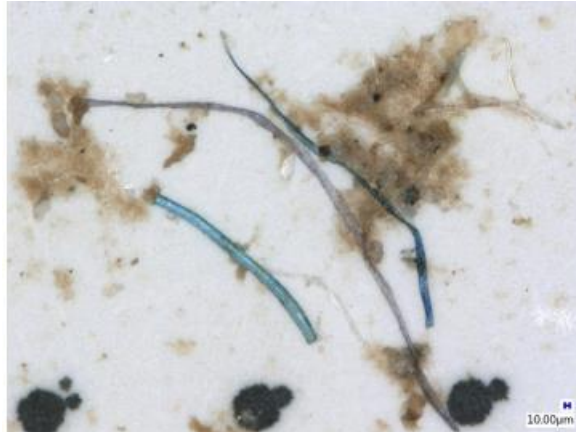
- imajo raven rob (kot zmečkana slamica ali trak),
- videti so kot ploščati trakovi, ki se neenakomerno zvijajo,
- vedno so videti precej prozorni, tako ko so obarvani kot brezbarvni.



SLIKA 3: A) MANJŠA POVEČAVA CELULOZNEGA VLAKNA, B) VELIKA POVEČAVA CELULOZNEGA VLAKNA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 3).

Živalska vlakna imajo pod mikroskopom nekaj skupnih značilnosti:

- imajo okrogel del (kot valj, palica),
- imajo stalen premer po dolžini,
- izgledajo precej vijugasto, z mehкими ovinki, saj so precej togi,
- izgledajo precej prozorno in sijoče,
- večina živalskih vlaken je modrih ali rozardečih, nekatera so temna, modročrna ali zelena, nekatera pa so brezbarvna.



SLIKA 4: SVETLO MODRO VLAKNO ŽIVALSKEGA IZVORA ZRAVEN SIVEGA IN MODROZELENEGA CELULOZNEGA VLAKNA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 4).

2.6.2.2 Umetni tekstilni filamenti

Obstaja veliko umetnih tekstilnih vlaken, ki jih uporabljamo vsak dan in so sestavljena iz obnovljivih, razgradljivih (viskoza, rajon, liocel, iz obdelane celuloze) ali sintetičnih in nerazgradljivih sestavin (najlon, elastan (poliuretan), polipropilen, poliester (PET)).

Ta vlakna lahko kategoriziramo kot primarno mikroplastiko, četudi so nekatera dolgoročno razgradljiva. Sem lahko prištevamo tudi premaze na njihovi površini, ki prav tako prispevajo k onesnaženju z mikroplastiko.

Umetna vlakna imajo pod mikroskopom nekaj skupnih značilnosti:

- trdna vlakna pravilnega premera,
- zelo sijoče, pravilne površine,
- najpogosteje so kvadratne, pravokotne ali okrogle oblike,
- imajo nefibrilirane konce, ki niso strgani. (Microplastic Recognition Guide, b. d.)



SLIKA 5: UMETNO TEKSTILNO VLAKNO ZRAVEN PROZORNEGA KOŠČKA MIKROPLASTIKE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 5).

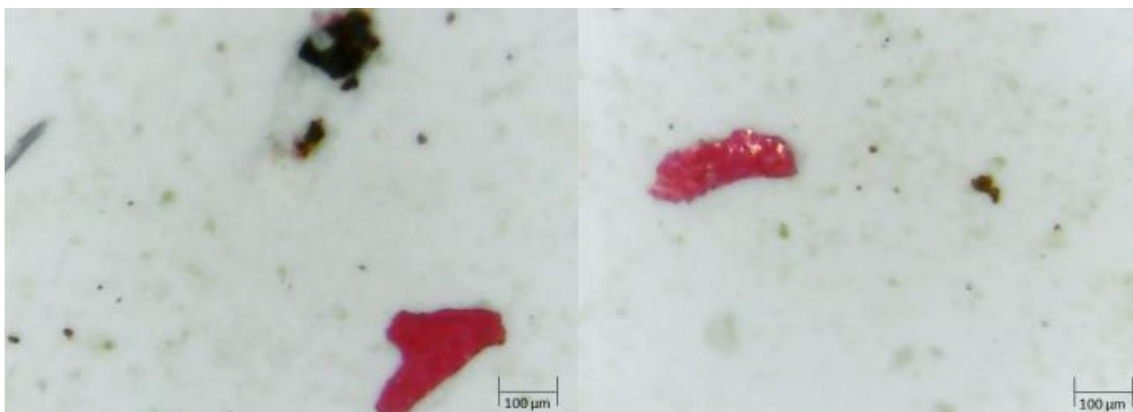


SLIKA 6: UMETNO VLAKNO S STALJENIM KONCEM (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 6).

2.6.3 Plastični delci

Obstajajo štirje glavni koncepti, ki se nanašajo na identifikacijo plastičnih delcev:

1. Plastika ima lahko veliko oblik, zlasti če je majhna.
2. Plastika je lahko v več različnih barvah.
3. Za delce, ki jih s težavo prepoznamo, oz. »sumljive« delce identificiramo kot »neznane« predmete.
4. Večina najdenih delcev bo verjetno velika 200 mikronov ali manj.



SLIKA 7: MIKROPLASTIKA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 7).

2.7 Metode zbiranja mikroplastike iz površinskih vod

Leta 2013 je Nacionalna uprava za oceane in ozračje (NOAA) objavila Priporočila za spremljanje morskih odpadkov, v katerih so ugotovili, da velika raznolikost protokolov otežuje prepoznavanje količine in vrst mikroplastike. Po pregledu razpoložljive znanstvene literature so predstavili smernice, na katere močno vpliva Kalifornijska zadruga za raziskovanje oceanov in ribištva (CalCOFI). (Microplastic protocol Guide, b. d.)

2.7.1 Metoda NOAA

Pri metodi NOAA gre za uporabo mreže, ki so jo predhodno uporabljali pri raziskavah in lovljenju planktona (»Manta net«). Izpostavili so pomembnost natančno nameščene mreže, ki naj bi se izognila vsem sledem plovila. Pot, ki so jo morali z mrežo prepluti, je bila določena na 0,5 navtične milje (0,926 km) s hitrostjo 1–3 vozlov, približno 15 minut. Za izračun časa vzorčenja izmerimo čas, ko je merilnik pretoka meril filtrirano vodo. Vlečne mreže so zasnovane za vzorčenje mikroplastike v rekah, jezerih in na mirnih obalnih vodah. Mreže imajo pore, velike okrog 330 μm .

»Ima odprtino v obliki poštnega nabiralnika in par "kril", prvitih na notranji okvir, ki služijo za dvig mrežnega okvirja, tako da se vzorci učinkovito zbirajo na vrhu vodnega stolpca. Krila so izdelana iz 2 mm debele pomorske aluminijaste plošče in ko so privijačena na glavno telo, so dodatno ojačana z aluminijastimi ojačitvenimi palicami in 5 mm notranjim okvirjem iz nerjavečega jekla za mornarice. Mreža je izdelana z močnim najlonskim ovratnikom z dodatno ojačitvijo po dolžini mreže, znotraj zbirne odprtine pa je podprta z notranjim okvirjem. Snemljiva filtrska vrečka na koncu vreče (ozkem koncu) mreže zbira vzorec in se zlahka odvijne za izpiranje in pridobivanje vzorca.« (Microplastic protocol Guide, b. d.)



SLIKA 8: LOVILNA MREŽA MANTA (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 8).

2.7.2 Metoda DEAKINUNI-LTCREA GLOBE ITALIA

Metoda Deakinuni-Ltcrea Globe Italia je metoda, s katero vzorčimo vzorce z zmanjšano prostornino. Ekstrakcija zanimivih trdnih snovi poteka zelo hitro. Lahko jo izvajamo neposredno na terenu in tudi v šolskem laboratoriju, saj vključuje tri preproste korake:

1. vzorčenje majhne količine vode (500 ml) po GLOBE protokolih,
2. filtracija na terenu ali v laboratoriju,
3. opazovanje filtrov pod optičnim mikroskopom ali z uporabo naprednejše metode infrardeče mikroskopije s Fourierjevo transformacijo.

Ta metoda zmanjša število vzorcev in je preprosta, zato jo uporabljajo številne šole po svetu. Tehnika vzorčenja površinskih voda sledi GLOBE protokolu in je v evropskih šolah, zlasti v Italiji, v uporabi že od sedemdesetih let prejšnjega stoletja. Natančneje, ta metoda izkorišča filtrirne enote, ki jih je mogoče namestiti na terenu in so namenjene mikrobiološkim analizam. To tehniko je uvedel projekt GREEN (Global Rivers Environmental Education Network), ki ga je začela univerza v Michiganu leta 1980. Metoda uporablja preproste optične mikroskope z majhno povečavo, ki so na voljo v večini šol. (Microplastic Protocol Guide, b. d.)

2.8 Fizikalno ozadje pridobivanja vzorcev

Pri jemanju vzorcev iz reke Drave sva potrebovali podatek, koliko vode sva filtrirali. Fizikalna količina, ki opredeljuje prostornino vode, se imenuje prostorninski pretok. (Wikipedia, 2016)

Prostorninski tok Φ_m je fizikalna količina, določena s prostornino tekočine V , ki steče v časovni enoti t skozi izbrani presek:

$$\Phi_m = \frac{V}{t}$$

Mednarodni sistem enot predpisuje za prostorninski pretok izpeljano enoto $\frac{m^3}{s}$.

V našem primeru smo uporabili potopno črpalko, ki nam je črpala enako količino vode, ne glede na višinsko razliko treh metrov. Po testiranju smo določili povprečen pretok potopne črpalke, ki je dovolj natančen za naš zajem vode. To smo naredili tako, da smo testirali pretok črpalke s črpanjem v vedro. Spoznali smo, da potopna črpalka prečrpa 18 litrov vode v 15 sekundah. Tako smo določili pretok vode. Izračunan čas smo dobili tako, da smo enačbo obrnili in prostornino željene filtrirane vode delili s povprečnim pretokom vode skozi črpalko. Izračunani čas prikazuje naslednji računski postopek, ki je dovolj natančen za naše meritve.

$$\Phi_m = 0,83 \frac{dm^3}{s}$$

$$V = 250 dm^3$$

$$t = ?$$

$$t = \frac{V}{\Phi_m} = \frac{250 dm^3}{0,83 \frac{dm^3}{s}} = 301 s$$

Izračunani čas zajema 250 litrov vode v 301 sekundi. Plovno napravo za montažo potopne črpalke smo uravnovesili tako, da je zajemala vodo samo iz zgornjih 3–4 centimetrov reke Drave. To smo dosegli s polnjenjem plastenk z vodo in s tem doseganjem ustrezne višine potopljenega lesenega dela. Fizikalnega izračuna na podlagi ravnovesja sil nismo opravili. Idealno ravnovesje, potrebno za odvzem vode v zgornjih 4 centimetrih reke, smo vzpostavili s preizkušanjem oz. dodajanjem mase vode ter s tem povečanjem sile teže navzdol. S tem smo uravnovesili vse sile tako, da je plovni sestav ostal na ustrezni višini.

Stabilnost plovnega dela predstavlja odmik plastenk od sredine naprave in s tem večjo ravnovesje na tekoči vodi, da naprave ne obrne in s tem potopi. Potopna črpalka mora biti za pravilno delovanje postavljena horizontalno ravno.

3 EMPIRIČNI DEL

3.1 Raziskovalna vprašanja

Idejo za raziskovalno nalogo smo dobili v šoli pri učiteljici kemije in učitelju fizike, saj smo v sklopu projekta GLOBE obravnavali tudi mikroplastiko. Učili smo se, da so delci, ki so nevidni našim očem, vseprisotni. Delci umetnih snovi naj bi bili na našem planetu tudi v najbolj oddaljenih krajih, ki so človeku nedostopni. (Mikroplastika tudi v najbolj neokrnjenih Pirenejih, 2018)

Ker smo želeli tudi v projektu GLOBE poiskati mikroplastiko in jo redno opazovati, smo z mentorjema razpravljali o možnostih iskanja teh delcev v naši bližnji okolici. Naš izdelek je klasično zasnovan, kot smo izdelovali izdelke pri tehniki in tehnologiji – od ideje, ki je bila najprej samo v naših mislih, do končnega izdelka, ki bi zadostil tudi potrebam protokolov GLOBE. Pred pričetkom raziskovanja smo si zastavili naslednja raziskovalna vprašanja:

1. Ali lahko v šolski delavnici izdelamo prenosno napravo za zbiranje mikroplastike, ki bi nudila odvzem vzorcev po protokolih GLOBE?
2. Ali lahko preko pretoka vode določimo količino oz. pogostost mikroplastike v odvzetih vzorcih v reki Dravi?
3. Ali lahko v kateremkoli odvzetem vzorcu najdemo mikroplastiko?
4. Ali lahko z mikroskopsko analizo določimo tudi vrsto mikroplastike oz. določimo, katere vrste umetne snovi so opazovani delci?

Prvo raziskovalno vprašanje smo si zastavili z namenom izdelati napravo, s katero si lahko večkrat pomagamo pri izločitvi mikroplastike iz izbrane vode. Naprava je morala biti prenosna, razstavljiva in iz trajnih materialov. Eksperimentalni sestav je moral biti trajen.

Drugo raziskovalno vprašanje je postavljeno tako, da količino mikroplastike poveča, oz. jo je mogoče lažje opazovati. Z večjim pretokom in filtriranjem vode smo dosegli, da je bila količina delcev večja.

Tretje raziskovalno vprašanje je bilo po našem mnenju najpomembnejše. Najbolj nas je namreč zanimalo, ali je mikroplastika res vsesplošno prisotna.

Četrto raziskovalno vprašanje je bilo najtežje oz. nekakšna podlaga za nadaljnje raziskovanje. Z določitvijo umetne snovi se lahko namreč predvideva tudi morebiten izvor mikroplastike.

3.2 Metode raziskovalnega dela

Pri raziskovanju smo se opirali predvsem na:

- metodo dela z literaturo in viri,
- metodo obdelave podatkov in interpretacije podatkov,
- metodo preizkušanja in interpretiranja,
- metodo opazovanja in eksperimentiranja. (Piročnik z navodili za izdelavo raz. naloge, 2018)

Področja raziskav o mikroplastiki smo se lotili tako, da smo po nasvetih mentorjev poiskali vsebine o obravnavani temi v spletnih virih ter pregledali nekatere videoposnetke. Raziskali smo načine pobiranja vzorcev, kot jih uporabljajo strokovnjaki. Vsi ti načini vzorčenja so precej dragi in na višjem nivoju težavnosti, neprimerni za naš nivo znanja. Ugotovili smo tudi, da je raziskovalna oprema predraga.

Spoznali smo, da je zaradi gostote umetne snovi najpomembneje pobrati vzorce na površini tekoče vode, saj je tam mikroplastika najbolj pogosta in jo zato najhitreje najdemo. Naš sistem je temeljil na tej predpostavki, saj smo se spraševali, ali bomo delce sploh odkrili. Pri izdelavi izdelka je bilo potrebno precej improvizirati. Potrebno je bilo predvidevati tudi stroške izdelave, ki naj bi bili čim nižji. Nekaj sestavnih delov je bilo zaradi varčevanja iz recikliranih (odpadnih) materialov. Potrebno je bilo nekaj improviziranja, saj se pred izdelavo nismo mogli pripraviti oz. predvidevati težav pri gradivih in obdelovalnih postopkih. Za zapis raziskovalne naloge smo uporabljali program Microsoft Word, (Microsoft Word, b. d.) za izris tehniške in tehnološke dokumentacije pa SketchUp. (SketchUp, b. d.) V SketchUpu smo pridobili 3D-izris, da smo si izdelek lažje predstavljali. Za našo rabo je bila dovolj spletna verzija programa, ki je brezplačna.

V programu SketchUp nismo izrisovali vijakov, podložk in ostalih standardiziranih drobnarij. Izrisovanje teh elementov se nam ni zdelo pomembno, oziroma je bilo za nas pretežko. Za ta program smo se odločili zato, da bi si izdelek lažje predstavljali in ga tudi lažje izdelali.

3.3 Tehniška in tehnološka dokumentacija

Pri pouku tehnike in tehnologije smo se naučili osnov priprave tehniške in tehnološke dokumentacije. Podobno smo se lotili priprave dokumentacije tudi za eksperimentalni pripomoček, ki se uporablja za jemanje vzorcev. Pri izdelavi dokumentacije smo si pomagali z učbeniki, delovnimi zvezki in zvezki, ki smo jih uporabljali pri pouku. Tehnološki listi so bili podobni tistim, ki smo jih izpolnjevali in uporabljali pri izdelavi izdelkov v sedmem in osmem razredu osnovne šole. Pri pouku smo načrtovali s programom SketchUp, zato se nam je le-ta zdel najprimernejše orodje tudi za vizualizacijo izdelka in pripravo sestavnih delov. Najbolj pomembni sta nam bili preglednost in uporabnost dokumentacije, ki bi služila ponovni izdelavi izdelka tistemu, ki si želi na podoben način vzorčiti oz. ponoviti naše eksperimentalno delo. Omenjeni program je namenjen risanju površin, zato je ta programska oprema strojno nezahtevna. Dokumentacija nam mora služiti tudi kot pripomoček pri izdelavi izdelka.

Faze našega načrtovanja ter izdelave tehniške in tehnološke dokumentacije bi lahko opredelili po naslednjih korakih:

- iskanje idej za uspešen odvzem vzorcev,
- prostoročno skiciranje izdelka,
- načrtovanje sestavnih delov kot prostoročne skice,
- načrtovanje s programom SketchUp,

- izdelava kosovnice in tehnoloških listov,
- analiza oz. vrednotenje tehniške in tehnološke dokumentacije.

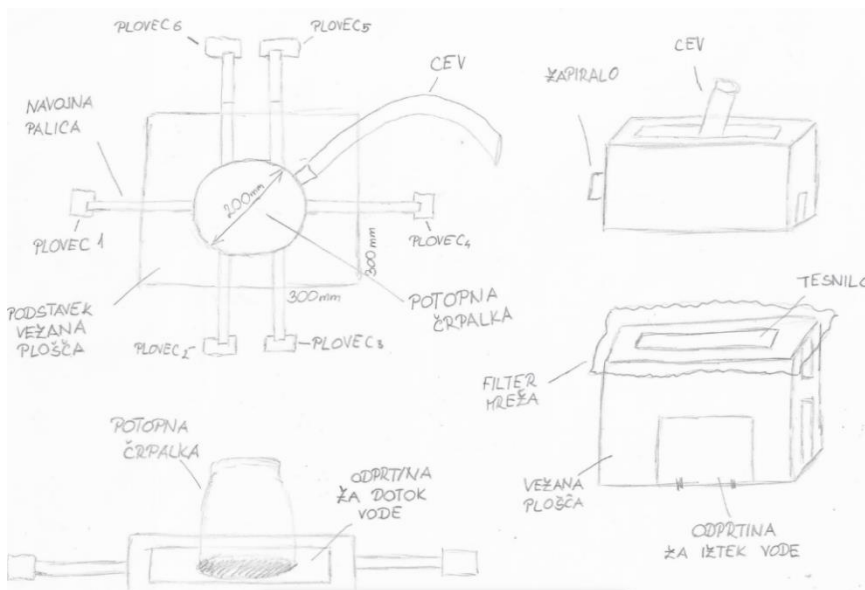
Za čim bolj učinkovito izrabo gradiv, saj so ta precej draga, smo morali dobro premisliti in natančno izdelati tehnološko dokumentacijo. Ker smo pri pouku največkrat načrtovali v tlorisu, smo ta model risanja uporabili tudi pri začetni prostoročni skici. Zahtevnost risanja vseh sestavnih delov je bila pretežka, zato nekaterih standardnih sestavnih delov nismo risali, npr. navojnih palic, vijakov, podložk, matic ...

Za boljše večdimenzionalno predstavo smo uporabili program SketchUp, ki ponuja enostavno uporabo nekaterih funkcij, kot so možnosti vrtenja in obračanja izdelka, ter hitro spreminjanje dolžin z gumbom »push/pull«. S temi ukazi je bila vizualizacija izdelka samega enostavnejša, prav tako tudi iskanje morebitnih napak in njihovo odpravljanje. Ker je naše znanje uporabe 3D-programov osnovno, smo risali samo do meja našega znanja, ki smo ga pridobili pri pouku tehnike in tehnologije. Program izrisuje samo površinsko, kar je dobro zaradi hitrejšega izrisovanja tudi na slabših računalnikih.

V tehnološke liste smo podatke zapisovali kar se da skrbno. Nekatero sestavne dele in gradiva smo po predlogu mentorja vzeli iz šolske zaloge, nekaj pa je bilo tudi ponovno uporabljenega iz zavrženega gradiva, zato smo cene za te izdelke pridobili iz trgovin ptujskega področja.

Tudi vijake, podložke, lepilo, dolžine navojnih palic itd. smo večinoma ponovno uporabili, zato smo podatke o cenah pridobili iz okoliških trgovin glede na dejansko število sestavnih delov. Nekaterih potrebščin namreč ni bilo mogoče kupiti posamezno, ampak le v večjih količinah. Tako npr. tudi vezane plošče ni bilo mogoče kupiti manjšega formata od standardnega. V takšnih primerih bi lahko iz ene standardne kupljene vezane plošče izdelali npr. 5 eksperimentalnih sestavov, kar za našo šolo in to raziskovalno nalogo ni bilo smiselno. Potrebujemo namreč samo eno takšno namensko pripravo, pa še to le nekajkrat letno. Delo in izdelava sta bila načrtovana tako, da odpadnega materiala skorajda ni bilo.

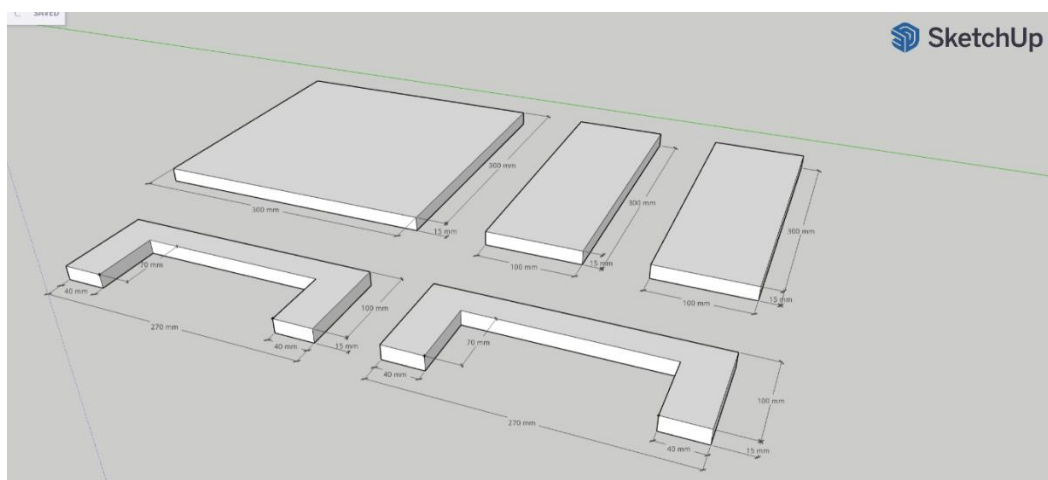
Tudi kosovnico smo prilagodili našim potrebam na osnovnošolski ravni. Dokumentacijo smo poenostavili do te mere, da smo navedli samo tiste podatke, ki smo jih potrebovali za izdelavo izdelka. Med samo izdelavo dokumentacije smo imeli nekaj manjših težav z vnašanjem mer pri uporabi programa SketchUp, zato smo morali določeno znanje obnoviti.



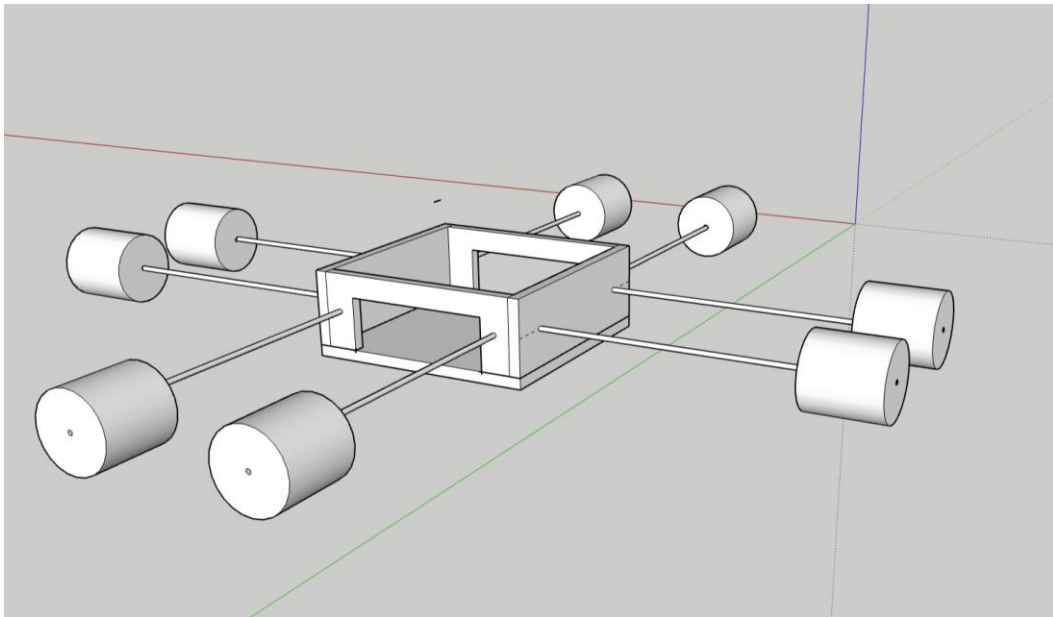
SLIKA 9: SKICA IDEJE SESTAVA ZA FILTRIRANJE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 9).



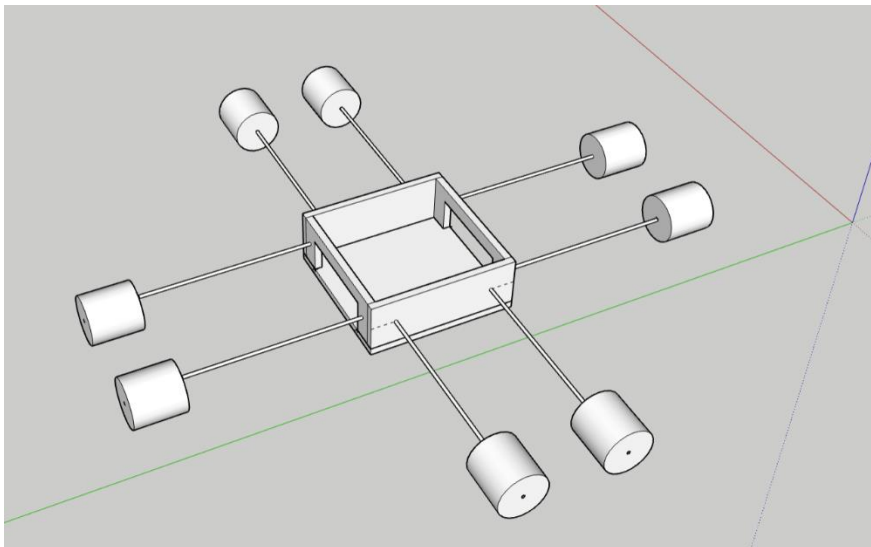
SLIKA 10: FOTOGRAFIJA DELA Z MODELIRNIM PROGRAMOM SKETCHUP (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 10).



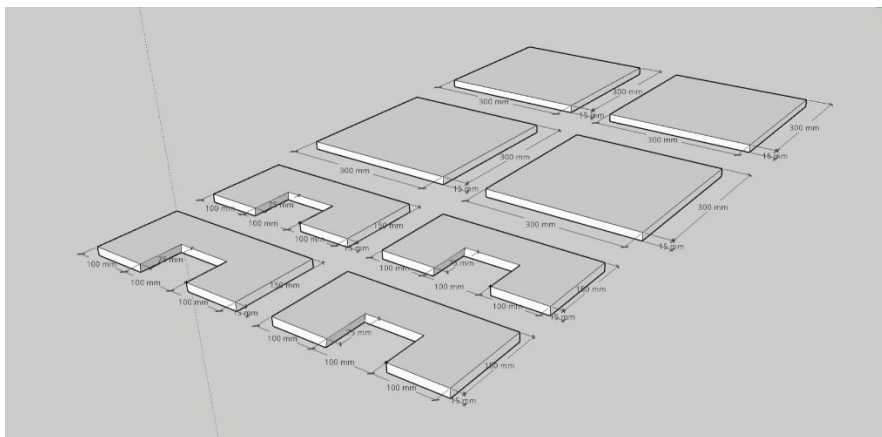
SLIKA 11: SESTAVNI DELI PLOVNEGA DELA ZA POTOPNO ČRPALKO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 11).



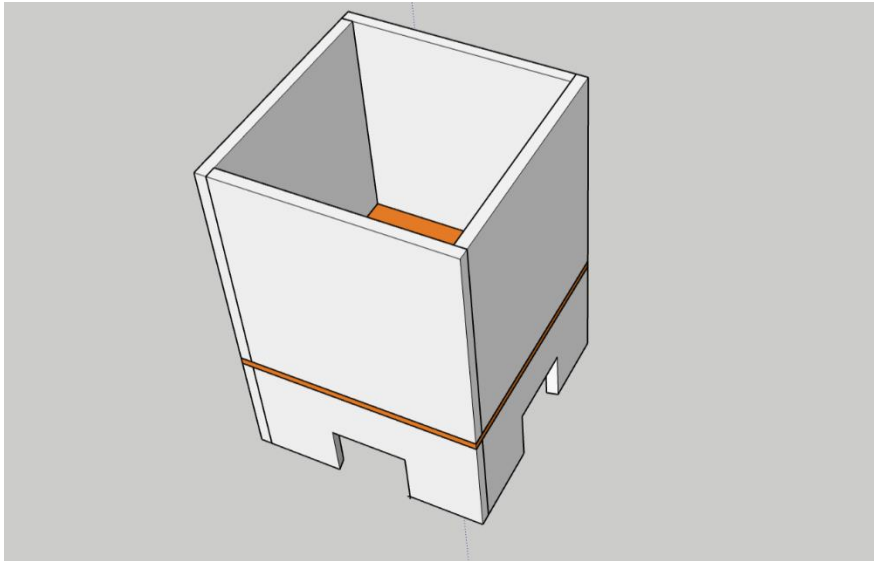
SLIKA 12: 3D-POGLED PLOVNEGA DELA ZA POTOPNO ČRPALKO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 12).



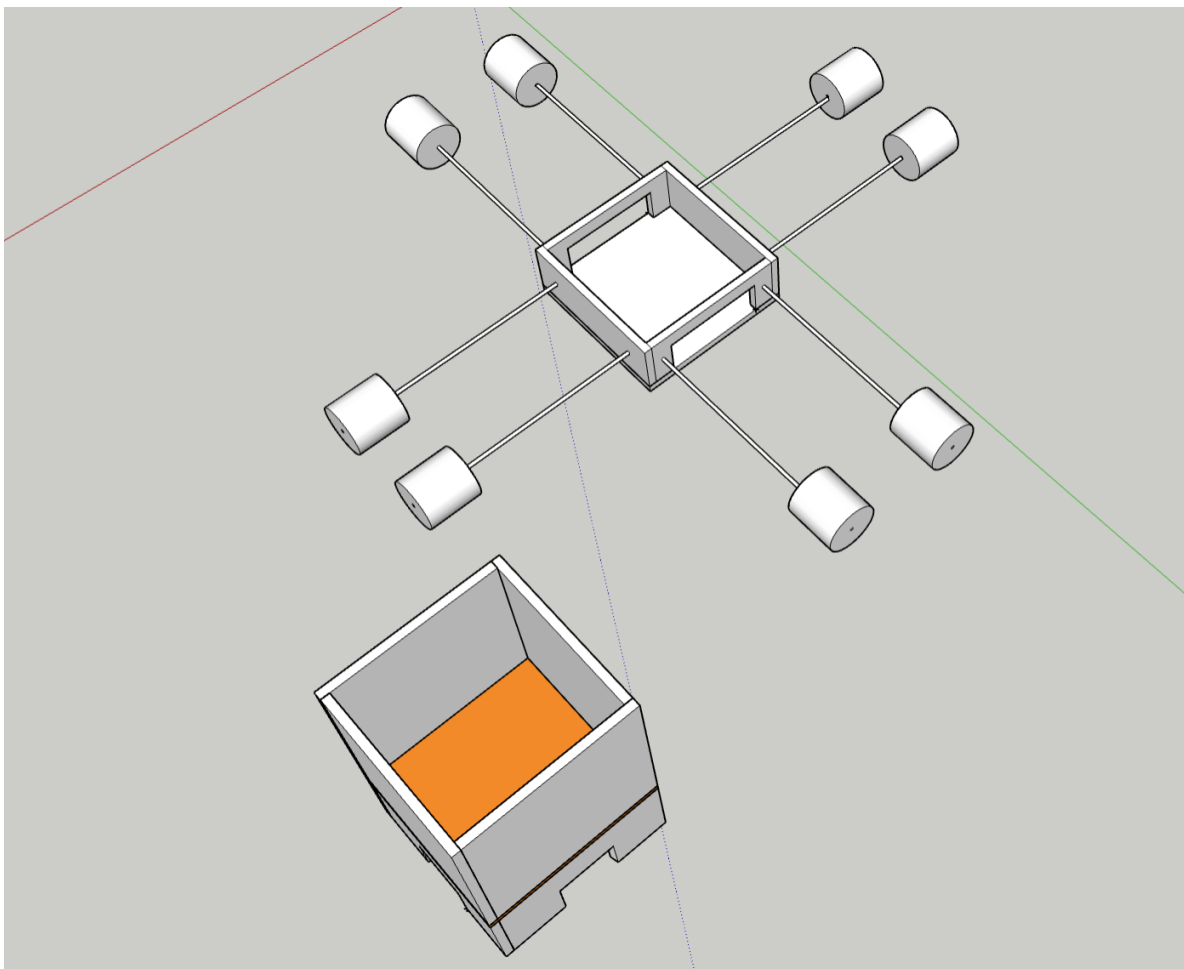
SLIKA 13: 3D-POGLED PLOVNEGA DELA ZA POTOPNO ČRPALKO IZ DRUGE STRANI (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 13).



SLIKA 14: SESTAVNI DELI OHIŠJA ZA SITO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 14).



SLIKA 15: 3D-POGLED SESTAVLJENEGA SISTEMA OHIŠJA ZA SITO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 15).



SLIKA 16: CELOTNI SISTEM ZA ZAJEMANJE VZORCA IN FILTRIRANJE MIKROPLASTIKE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 16).

3.4 Izdelava merilnega pripomočka

Pri izdelavi izdelka je bila najbolj pomembna varnost pri delu. Razreza vezanih plošč nismo opravljali sami, ampak nam jih je v šolski delavnici izrezal hišnik s pomočjo mentorja. Obdelavo gradiva smo opravljali sami (brusili sestavne dele, razrezali navojne palice, lepili in vijačili sestavne dele ...). Nekaj obdelovalnih postopkov je bilo za nas novih, predvsem priprava navojnih palic, priprava lukenj za navojne palice in vijake. Tudi uporaba grezila je bila za nas nov obdelovalni postopek, ki ga pri urah tehnike in tehnologije nismo uporabljali. Pri strojnem brušenju glavnega roba, po katerem je nalepljeno tesnilo za filter mrežo, nam je pomagal učitelj, saj je morala biti celotna površina zaradi dobrega tesnjenja zelo ravna.

Pri delu smo vedno uporabljali nujno zaščitno opremo, kot so zaščitna očala, rokavice in predpasnik, ter s tem zadostili varnostnim ukrepom. Pri obdelavah smo zaščitili tudi delovne površine. Sestavne dele in izdelek smo izdelovali v tehnični varni učilnici na šoli z varnimi pripomočki pod nadzorom učitelja.

Pri izbiri in nabavi gradiva smo bili pozorni, da je bil material cenovno dostopen. Kot osnovo iz lesa smo sprva predvidevali MDF vodoodporne plošče, a so bile predrage, zato smo raje uporabili 15 mm debelo vezano ploščo, ki je cenovno dostopnejša. Po navodilu obeh mentorjev smo imeli v mislih dejstvo, da se bo pripomoček uporabljal v projektu GLOBE vsakoletno. Moral je biti narejen kvalitetno, da se bo lahko za zajem mikroplastike v stoječih vodah in rekah uporabljal še več let. Vse ostale sestavne dele smo izbirali glede na ceno.

Nabavne cene sestavnih delov so navedene v spodnji tabeli 1.

TABELA 1: CENE GRADIV POLIZDELKOV IN IZDELKOV

Z. št.	Polizd./izdelek	Št. kosov	Mere	Cena (1 kos)	Cena (skupaj)
1	Vezana plošča	1	1.000 mm x 1.500 mm	52 €	52 €
2	Vijaki	72	35 mm x 3,5 mm	0,08 €	5,76 €
3	Lepilo Mekol	1	115 g	2,72 €	2,72 €
4	Tesnilni trak	1	5.000 mm x 230 mm	2,28 €	2,28 €
5	Navojne palice	4	1.000 mm x 6 mm	1,28 €	5,12 €
6	Profili	4	30 mm x 30 mm	0,22 €	0,88 €
7	Podložke	16	24 mm	0,06 €	0,96 €
8	Matice	16	8 mm	0,10 €	1,60 €
9	Filter tkanina 0,12	2	300 mm x 300 mm	2,4 €	4,8 €
10	Filter tkanina 0,06	2	300 mm x 300 mm	2,4 €	4,8 €
11	Filter tkanina 0,24	2	300 mm x 300 mm	2,4 €	4,8 €
Skupaj:					85,72 €

Material je bil nabavljen v sledečih trgovinah:

- Stajerles (vezane plošče),
- Jager (podložke, matice, navojne palice, lepilo Mekol),
- OBI (tesnilni trak, profili),
- Aliexpress (filter tkanina).

TABELA 2: TEHNOLOŠKI LIST ZA ODVZEMNO NAPRAVO – PLOVNI DEL

Tehnološki list					
Učenka: Kaja Šimenko Učenka: Ela Štrafela					
Ime izdelka: ODVZEMNA NAPRAVA – PLOVNI DEL					
Zap. št.	Delovne operacije	Orodja, stroji, naprave	Gradivo	Varstvo pri delu	Predviden čas
1.	Iskanje ideje	Svinčnik, ravnilo	Pisarniški papir A4	/	90 min
	Skiciranje ideje	Svinčnik, ravnilo	Pisarniški papir A4	/	45 min
2.	Načrtovanje sestavnih delov	Računalnik, SketchUp, svinčnik, ravnilo, šestilo	Pisarniški papir A4	/	180 min
3.	Prenos mer na gradivo – vezana plošča	Svinčnik, ravnilo, točkalo	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	45 min
4.	Prenos mer na gradivo – navojne palice	Marker, ravnilo	Navojne palice 6 mm	Delovna halja	10 min
5.	Razrez gradiva – les	Mizarski kombinirani stroj	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja, zaščitna očala (šolski hišnik in mentor)	30 min
6.	Obdelava gradiva – vezane plošče	Rezljača	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	45 min
7.	Vrtanje lukenj	Akumulatorski vijačnik,	Sveder 6 mm + grezilo	Delovna halja, rokavice	45 min
9.	Strojno brušenje	Brusni papir: granulacije 120	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja, zaščitna očala	30 min
10.	Lepljenje in vijačenje	Čopič, lopatica, mizarske spone, vijačnik, nastavki	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	30 min
11.	Ročno brušenje	Brusni papir: granulacija 150	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	20 min
12.	Vijačenje	Akumulatorski vijačni stroj, podložke, matice	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	15 min
13.	Montaža plovcev	Plovci, lepilo, gumice	Navojne palice, plovci	Delovna halja	20 min
14.	Analiziranje in vrednotenje	/	/	/	30 min

TABELA 3: TEHNOLOŠKI LIST – PLOVNI DEL IN OHIŠJE ZA FILTER

Tehnološki list					
Učenka: Kaja Šimenko Učenka: Ela Štrafela					
Ime izdelka: OHIŠJE ZA SITO					
Zap. št.	Delovne operacije	Orodja, stroji, naprave	Gradivo	Varstvo pri delu	Predviden čas
1.	Iskanje ideje	Svinčnik, ravnilo	Pisarniški papir A4	/	30 min
	Skiciranje ideje	Svinčnik, ravnilo	Pisarniški papir A4	/	15 min
2.	Načrtovanje sestavnih delov	Računalnik, SketchUp, svinčnik, ravnilo, šestilo	Pisarniški papir A4	/	60 min
3.	Prenos mer na gradivo – vezana plošča	Svinčnik, ravnilo, točkalo	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	30 min
5.	Razrez gradiva – les	Mizarski kombinirani stroj	Vezana plošča	Delovna halja, zaščitna očala (šolski hišnik in mentor)	30 min
6.	Obdelava gradiva – vezane plošče	Rezljača	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	20 min
9.	Strojno brušenje	Brusni papir: granulacije 120	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja, zaščitna očala	10 min
10.	Lepljenje in vijačenje	Čopič, lopatica, mizarske spone, vijačnik, nastavki	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	20 min
11.	Ročno brušenje	/	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	10 min
	Montaža tesnila	Svinčnik, ravnilo	Tesnilo 8 mm	/	5 min
12.	Vijačenje	Akumulatorski vijačni stroj, podložke, matice	Vezana plošča 15 mm	Delovna halja	15 min
15.	Montaža zapirala	Akumulatorski vijačni stroj	Zapiralo	Delovna halja	10 min
16.	Analiziranje in vrednotenje	/	/	/	15 min

3.5 Izdelava plovne naprave za potopno črpalko in ohišja za filtrirno tkanino

V prvi fazi izdelave smo pripravili sestavne dele. Hišnik na šoli nam je razrezal vezano ploščo. Nato smo z vibracijsko žago priredili sestavne dele tako, da je lahko voda oblivala potopno črpalko. Navrtali smo luknje za vijake in navojne palice. Z grezilom smo pripravili luknje za glave vijakov. Navojne palice smo z žago za kovino narezali na ustrezne dolžine.

Po pripravi sestavnih delov smo z lepilom za les zlepili in vijačili izdelek. Po enodnevnem sušenju smo izdelek zbrusili in ga nato sestavili s podložkami in vijaki ter pripravili plovce, za katere smo izbrali kar 1,5-litrске plastenke. Slednje nam je predlagal hišnik, saj smo tako najlažje potopili cel sestav na ustrezno globino (voda je morala zalivati le spodnje 3–4 cm potopne črpalke, da je bilo zajete mikroplastike čim več).



SLIKA 17: OBDELAVA GRADIV V ŠOLSKI DELAVNICI (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 17).



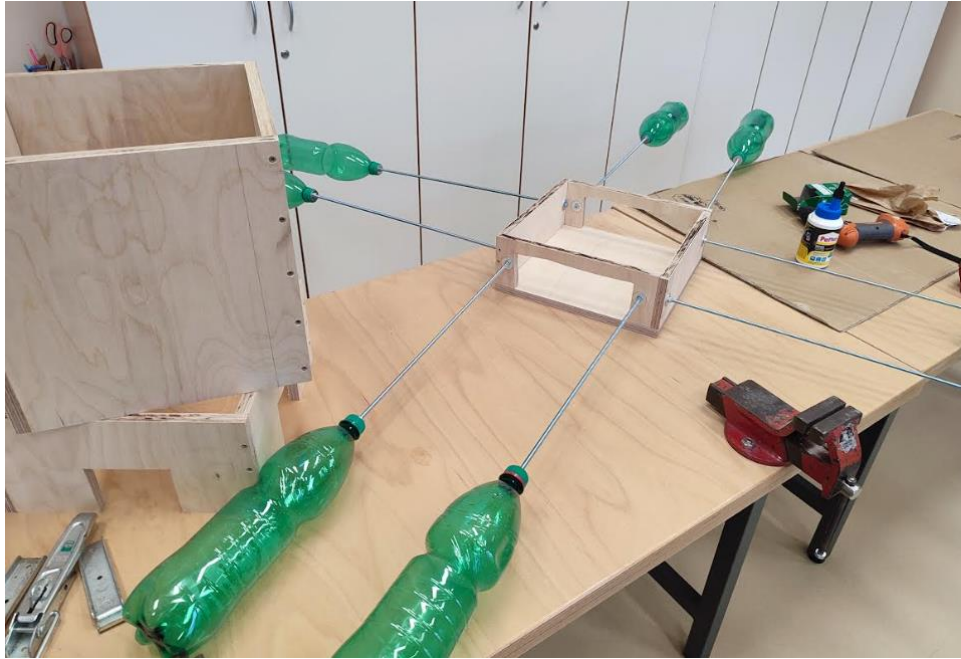
SLIKA 18: SESTAVLJANJE NAVOJNIH PALIC IN PLOVCEV Z OHIŠJEM (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 18).

Sestav za filtrirno tkanino je sestavljen iz dveh delov, ki se morata enostavno razstaviti. Spodnji del ima vrezane odprtine za lažji odtok vode, ki prehaja skozi filter, zgornji pa je kot povečana škatla, v kateri se lahko nabere voda pred filtriranjem – v primeru, da vsebuje voda veliko umazanije in le-ta zamaši filtrirno tkanino, se postopek odvzema vode ne prekine.

Med obema lesenima deloma je filtrirna tkanina, ki mora biti zatesnjena med oba dela. Na obeh robovih je nalepljeno tesnilo, ki zatesni lesene dele z zamenljivim filtrom. Oba dela stisnemo s trakom za vpenjanje in sistem zatesnimo do te mere, da odtok mimo filtra ni mogoč.

3.6 Sistem kot celota

Izdelek smo sestavili po načrtih, pri čemer smo morebitne ovire reševali sproti. Ena izmed težav je bila velikost podložk, ki so se stikale z drugimi stranicami v notranjosti izdelka. Mentor nam je zato matice pobrusil, da so bile ustrezne velikosti. Manjše niso prišle v poštev zaradi fiksiranja navojnih palic. Kar nekaj improvizacije je bilo potrebno tudi pri izbiri tesnila – za najprimernejšega se je izkazal tesnilni trak za zatesnitev okenskih okvirjev. Tudi rezanje 15 mm vezane plošče z vibracijsko nihajno žago nam je povzročalo kar nekaj težav. Ugotovili smo, da moramo luknje prevrtati za lažje in bolj natančno sestavljanje. Sistema površinsko nismo zaščitili, saj bi na ta način lahko v odvzete vzorce vnesli mikroplastiko.



SLIKA 19: DOKONČANI IZDELEK, PRIPRAVLJEN ZA UPORABO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 19).

Zamišljeni sistem je zadostil svojemu namenu. Je prenosen, filtri se zamenjajo na enostaven način. Improvizirani profili so ustrezni in v ravnovesju držijo vrvice, s katerimi smo spustili napravo v vodo. S sistemom vrvic smo lahko enostavneje spustili plovni del v vodo in imeli lažji dostop do vode.

3.7 Vzorčenje reke Drave

Vzorčenje reke Drave smo opravljali skladno s protokoli, ki se uporabljajo v mednarodnem projektu GLOBE. Pri tem smo morali biti še posebej pazljivi, da se vzorci pri odvzemu niso kontaminirali.

V prvem delu smo skozi namenske filtre filtrirali večjo količino vode (v našem primeru 250 litrov). Testno, torej za namen raziskave, smo uporabljali filtre, ki ne prepustijo delcev, večjih od 0,050 mm, 0,120 mm in 0,240 mm.

Postopek osnovnega filtriranja vode je bil sledeč:

1. Sistem smo sestavili na prostem, saj bi bil sestavljen okoren za prenašanje.
2. Plovni del sestava smo uravnotežili tako, da je bila potopna črpalka samo 3–4 cm potopljena v vodo. To smo dosegli z enakomernim dodajanjem vode v prazne plastenke.
3. Plovni del z daljšo palico smo postavili na vodo in držali, da tok reke ni premikal sistema.
4. Preko cevi smo filtrirali vodo v sistem na suhem, v katerem so bili filtri – tkanine. Štopali smo čas in tako določili količino odvzete vode. Filtre smo po vsakem odvzetem vzorcu menjali in jih ustrezno hranili v ločenih namenskih posodah do nadaljnje obdelave v kemijski učilnici.
5. Sistem smo razstavili in ga shranili za naslednje meritve.



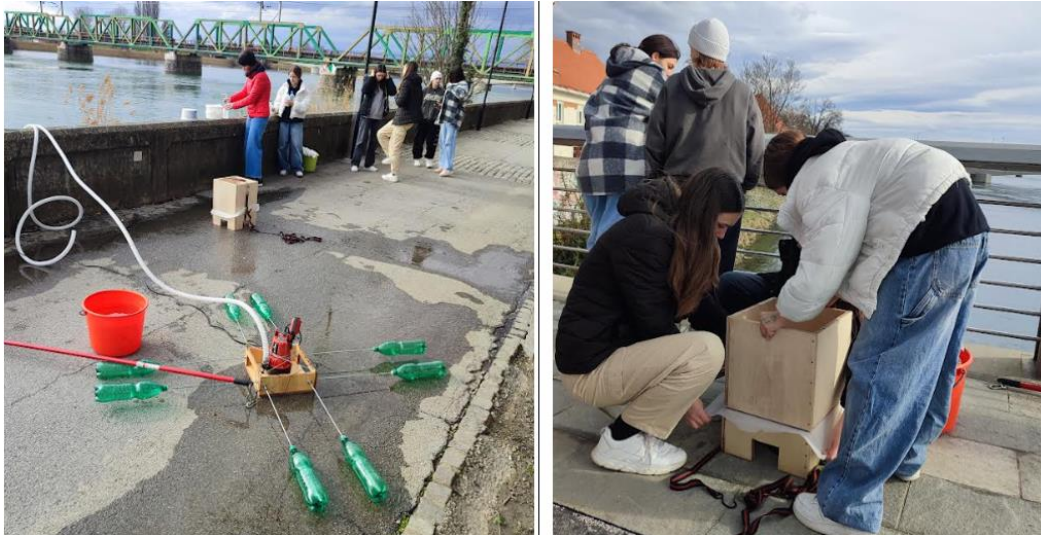
SLIKA 20: PRENOS PLOVNEGA DELA SESTAVA NA GLADINO REKE DRAVE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 20).



SLIKA 21: ZUNANJI DEL Z NAPELJANO CEVJO PRED PRIČETKOM ČRPANJA VODE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 21).



SLIKA 22: ODVZEM VZORCA NA ENEM IZMED MERILNIH MEST – PRI GOSTILNI RIBIČ (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 22).



SLIKA 23: ODVZEM VZORCEV PRED OŠ MLADIKA IN NA PTUJSKEM MOSTU ZA PEŠCE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 23).

3.8 Analiza vzorcev

Posamezne mrežne filtre smo razrezali na 9 enakih delov (100 mm x 100 mm), nato smo posamezen vzorec sprali s 100 ml destilirane vode. Dobljeno raztopino smo nato s pomočjo vakuumske filtracije skozi sterilnen membranski filter ločili. Filtrat z vzorci na filtrirnem papirju smo dali v sterilne petrijevke in jih opazovali pod mikroskopom. Delcem, ki smo jih opredelili kot mikroplastiko, smo s pomočjo črtnne mreže na filtrirnem papirju določili približno velikost in prešteli njihovo število v posameznem vzorcu.



SLIKA 24: NAPRAVE ZA VAKUUMSKO FILTRACIJO (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 24).

Za postopek filtracije smo potrebovali:

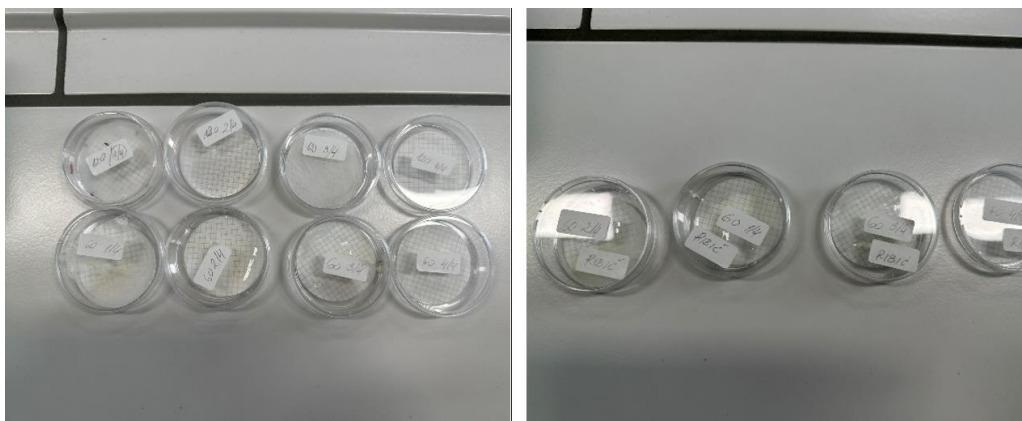
- vakuumsko črpalko,
- stekleni vakuumski filtrirni aparat,
- mrežne membranske filtre s premerom 47 mm in velikostjo por 0,45 μm ,
- čašo z volumnom 250 ml,
- pinceto,
- destilirano vodo,
- zaščitne rokavice.

Za mikroskopiranje smo potrebovali:

- mikroskop,
- petrijevke z vzorci,
- beležko s pisalom,
- telefon za fotografiranje.

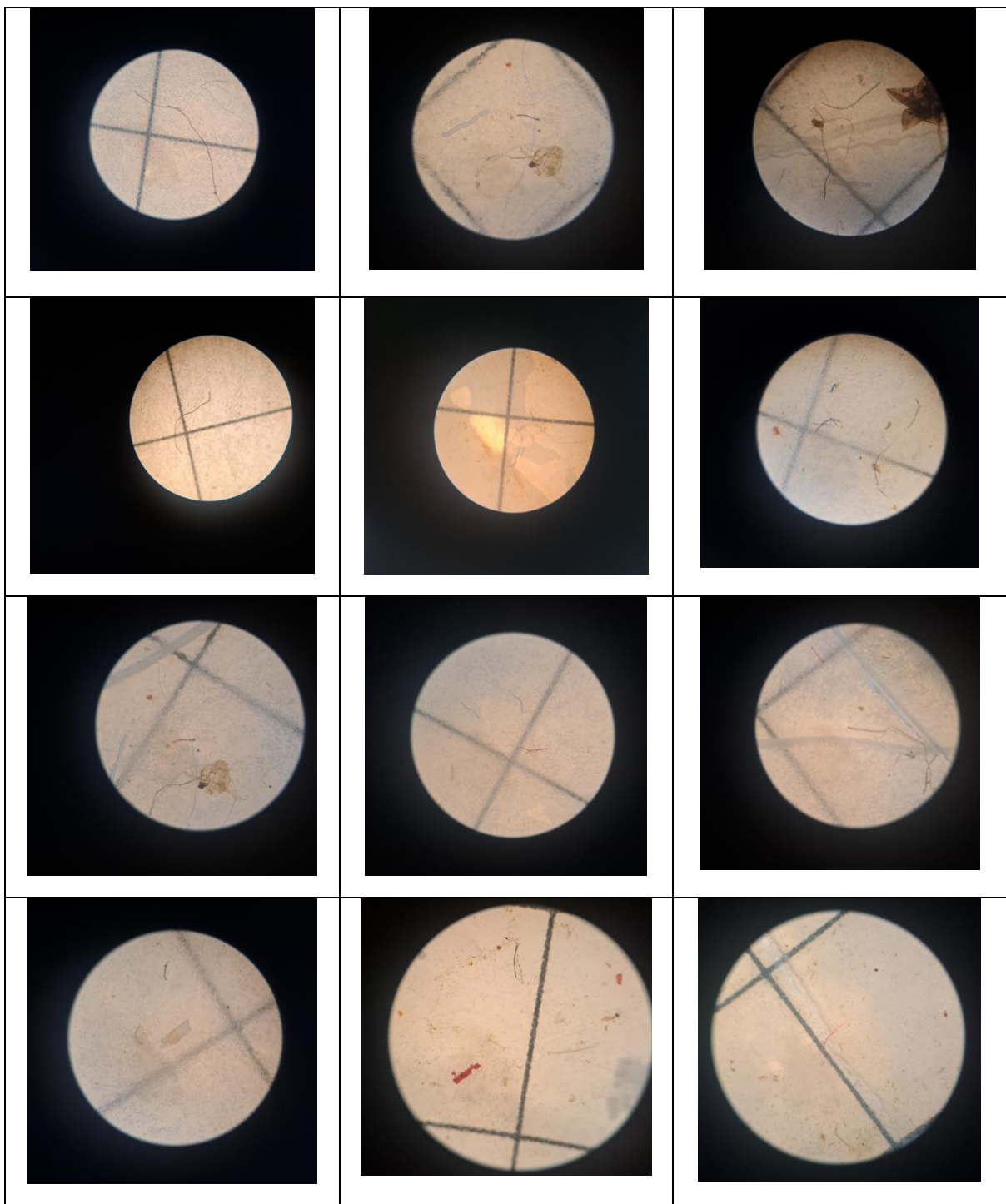


SLIKA 25: OPAZOVANJE MIKROPLASTIKE (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 25).



SLIKA 26: PRIPRAVLJENI VZORCI ZA ANALIZO POD MIKROSKOPOM (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 26).

TABELA 4: FOTOGRAFIJE PRIMEROV MIKROPLASTIKE



4 REZULTATI IN OCENITEV RAZISKOVALNIH VPRAŠANJ

Microplastics Monitoring Protocol Datasheet

Name of your School: *Osnovna šola Mladika Ptuj*

Class or team name: *9. razred*

Student/s name/s: *Ela, Kaja, Gea, Rosa, Neža*

Teacher/s name/s: *Jelica Ilič*

Sampling date (DD/MM/YYYY): *22.02.2024*

Time (hh:mm:ss, 24h format): *15.30.00*

Study Site: *Reka Drava- Šola*

Study Site Latitude (XX°YY' N or XXX,ZZZ° S): *46° 24' 59.76" N*

Study Site Longitude (XX°YY' E or XXX,ZZZ° W): *15° 52' 23.52" E*

Sample Code: *Vzorec 1- 120 nm*

Temperature (Celsius): *7.1 C*

Total volume filtered (mL): *if you have used more than 1 membrane, indicate here the total of the volume filtered, the sum of volumes filtered for each membrane

Microscope model: *Leica DM750*

Light Source: *0,5W LED from bottom and 0,1W LED from top*

Automatic counter

TYPE OF OBJECT	COUNTER
Cellulose & Animal Textile Fibres	35
Man-made Fibres	13
Plastic Pieces	37
Unknowns	9

Membrane #	Item #	Geometry - CHOOSE	Colour CHOOSE	Surface appearance CHOOSE	OPTIONAL Longest dimension (µm)	OPTIONAL Shortest dimension (µm)	Link to Photo file	Your assessment	COORDINATES on Membrane	Comment
<i>1</i>	<i>01</i>	<i>Round particle</i>	<i>White/Cream</i>	<i>Rough or Porous</i>	<i>340</i>	<i>10</i>	<i>link to file</i>	<i>Cellulose Textile Fibre</i>	<i>N3E4</i>	
	1	Fibre/filament	Black/Grey	Rough or Porous	1500	18	1	Cellulose Textile Fibre	N4W2	
	2	Fibre/filament	Brown/Tan	Scales	2400	15	2	Animal Textile Fibres	NSW1	
	3	Fibre/filament	Orange/Pink/Red	skin	1000	25	3	Cellulose Textile Fibre	N4F3	

SLIKA 27: PRIKAZ VNOSA OPAŽANJ PO GLOBE PROTOKOLU V EXCELOVO PREGLEDNICO (1. DEL) (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 27).

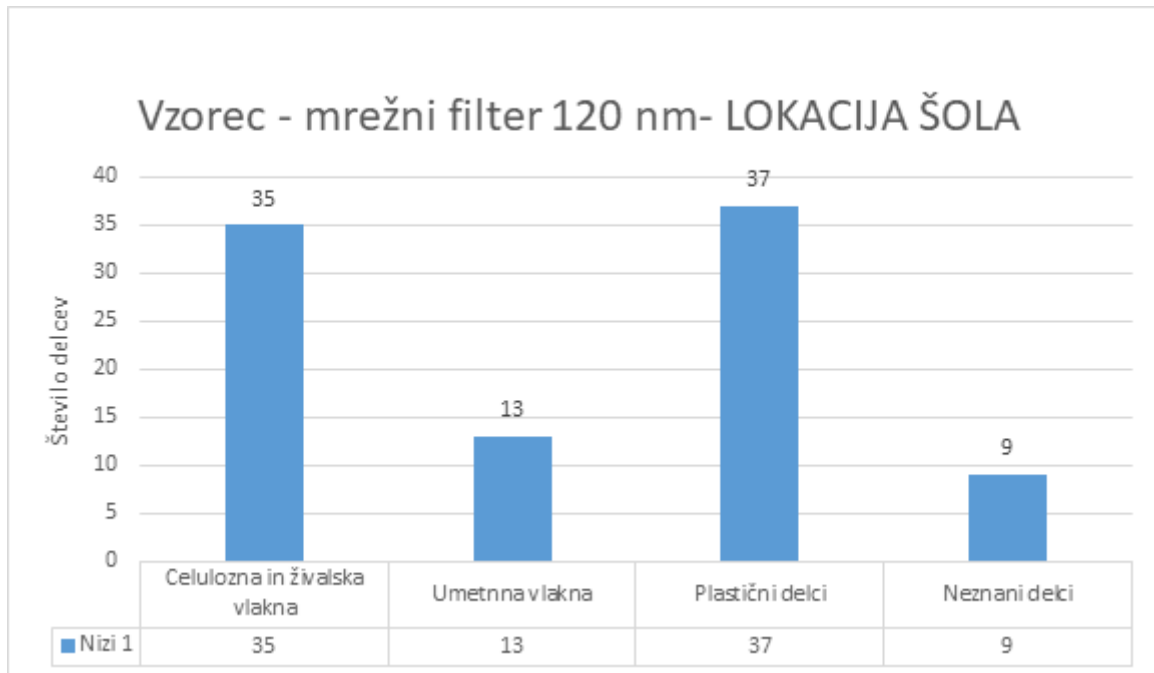
Light Source:

0,5W LED from bottom and 0,1W LED from top

Membrane #	Item #	Geometry - CHOOSE	Colour CHOOSE	Surface appearance CHOOSE	OPTIONAL Longest dimension (µm)	OPTIONAL Shortest dimension (µm)	Link to Photo file	Your assessment	COORDINATES on Membrane
<i>Example</i>	<i>1</i>	<i>01 Round particle</i>	<i>White/Cream</i>	<i>Rough or Porous</i>	<i>340</i>	<i>10</i>	<i>link to file</i>	Cellulose Textile Fibre	N3E4
1	1	Fibre/filament	Black/Grey	Rough or Porous	1500	18	1	Cellulose Textile Fibre	N4W2
	2	Fibre/filament	Brown/Tan	Scales	2400	15	2	Animal Textile Fibres	N5W1
	3	Fibre/filament	Orange/Pink/Red	Shiny	1900	25	3	Cellulose Textile Fibre	N4E3
	4	Round particle	Multicolour	Shiny	600	18	4	Cellulose Textile Fibre	N4E5
	5	Flat particle or sheet	Orange/Pink/Red	Rough or Porous	40	20	5	Plastic piece	N3W4
	6	Round particle	Yellow	Rough or Porous	40	30	6	Unknown	N3E5
	7	Flat particle or sheet	Orange/Pink/Red	Rough or Porous	30	10	7	Unknown	N3E3
	8	Fibre/filament	Purple/Blue/Green	Rough or Porous	120	10	8	Plastic piece	N3E5
	9	Fibre/filament	Purple/Blue/Green	Rough or Porous	290	10	9	Man-made Textile Fibre	S2E3
	10	Flat particle or sheet	Purple/Blue/Green	Rough or Porous	65	35	10	Plastic piece	S2E5
	11	Flat particle or sheet	Orange/Pink/Red	Rough or Porous	130	80	11	Plastic piece	S3W1
	12	Fibre/filament	Purple/Blue/Green	Rough or Porous	750	18	12	Cellulose Textile Fibre	S3E2
	13	Fibre/filament	Transparent/Colourless	Shiny	1100	20	13	Cellulose Textile Fibre	N1E5
	14	Flat particle or sheet	Orange/Pink/Red	Shiny	450	18	14	Plastic piece	S1W5
2	15	Fibre/filament	Black/Grey	Shiny	430	10	15	Man-made Textile Fibre	S1W2
	16	Flat particle or sheet	Orange/Pink/Red	Rough or Porous	135	80	16	Plastic piece	N3W2
	17	Fibre/filament	Black/Grey	Shiny	1200	12	17	Cellulose Textile Fibre	S2E5
	18	Fibre/filament	Orange/Pink/Red	Shiny	600	11	18	Man-made Textile Fibre	S3W1
	19	Round particle	Purple/Blue/Green	Rough or Porous	530	10	19	Cellulose Textile Fibre	S3E2
	20	Fibre/filament	Black/Grey	Shiny	800	9	20	Cellulose Textile Fibre	S4E6
	21	Flat particle or sheet	Orange/Pink/Red	Rough or Porous	135	79	21	Plastic piece	N3W2
	22	Round particle	Black/Grey	Shiny	1150	11	22	Plastic piece	S2E5
	23	Fibre/filament	Orange/Pink/Red	Shiny	550	12	23	Man-made Textile Fibre	S3W2
	24	Round particle	Purple/Blue/Green	Shiny	560	12	24	Plastic piece	S3E3
3	25	Fibre/filament	Black/Grey	Shiny	800	10	25	Cellulose Textile Fibre	N4E3
	26	Round particle	Orange/Pink/Red	Rough or Porous	330	8	26	Plastic piece	N2E5
	27	Fibre/filament	Orange/Pink/Red	Shiny	110	10	27	Plastic piece	N3E7
	28	Fibre/filament	Brown/Tan	Rough or Porous	330	12	28	Man-made Textile Fibre	N4E9
	29	Round particle	Yellow	Scales	225		29	Unknown	N2W2
	30	Round particle	Brown/Tan	Shiny	1150	12	30	Cellulose Textile Fibre	N5W1
	31	Flat particle or sheet	Transparent/Colourless	Rough or Porous	900	15	31	Man-made Textile Fibre	N6W3
	32	Round particle	Transparent/Colourless	Shiny	55	8	32	Plastic piece	S2W2
	33	Round particle	Black/Grey	Rough or Porous	140	10	33	Unknown	S5W7
	34	Flat particle or sheet	Yellow	Shiny	112	30	34	Plastic piece	S4E6
	35	Fibre/filament	Brown/Tan	Rough or Porous	160	18	35	Plastic piece	S5E6
4	36	Round particle	Orange/Pink/Red	Rough or Porous	150	20	36	Cellulose Textile Fibre	N1E4
	37	Fibre/filament	Orange/Pink/Red	Scales	250	10	37	Cellulose Textile Fibre	N2E7

SLIKA 28: PRIKAZ VNOSA OPAŽANJ PO GLOBE PROTOKOLU V EXCELOVO PREGLEDNICO (2. DEL) (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 28).

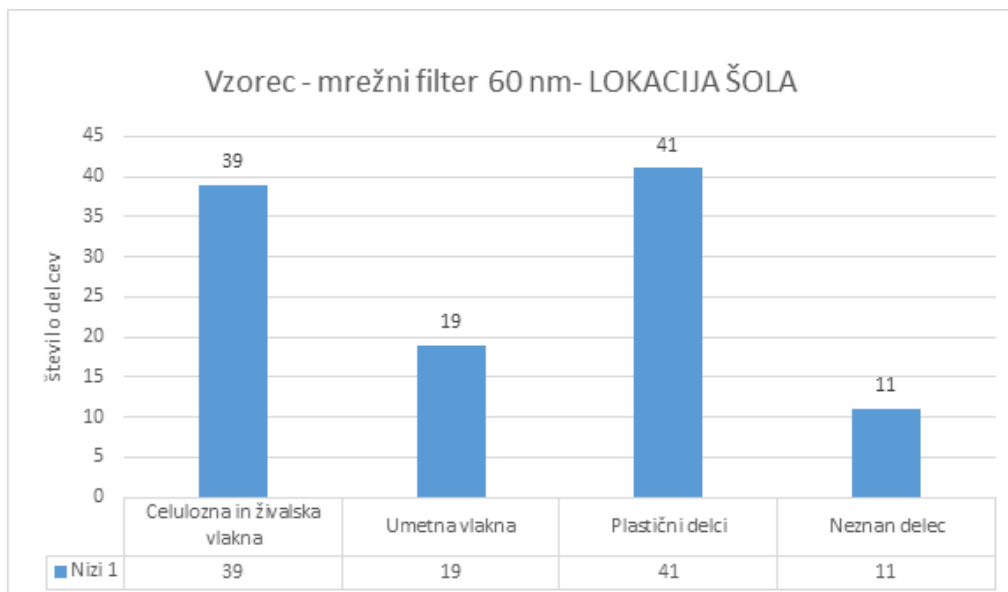
Vzorec 1: mrežni filter 60 μm – LOKACIJA ŠOLA



SLIKA 29: PRIKAZ DOBLJENIH MERITEV VZORCA 1 (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 29).

Pri prvem vzorčenju smo uporabili mrežni filter z velikostjo por 120 μm . V odvzetem vzorcu smo odkrili največ celuloznih (35) in plastičnih delcev (37), nekaj je bilo umetnih vlaken (13), 9 delcem pa nismo določili izvora.

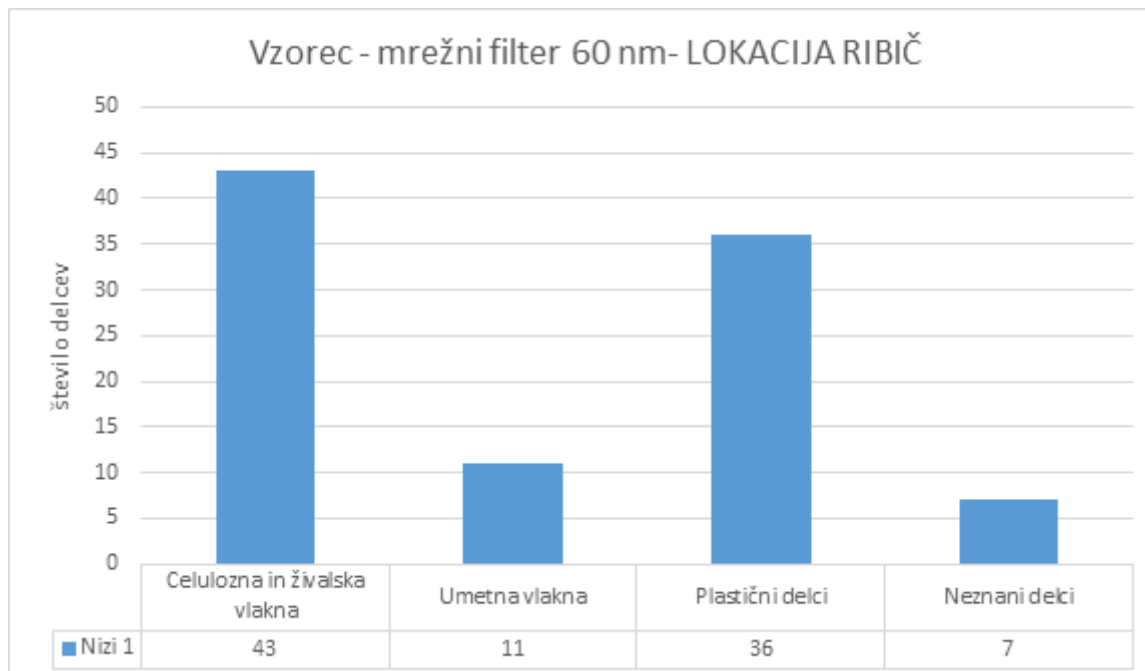
Vzorec 2: mrežni filter 60 μm – LOKACIJA ŠOLA



SLIKA 30: PRIKAZ DOBLJENIH MERITEV VZORCA 2 (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 30).

Pri drugem vzorčenju smo uporabili mrežni filter z velikostjo por 60 μm , lokacija odvzema pa je bila okolica šole. V odvzetem vzorcu smo odkrili največ plastičnih delcev (41) in celuloznih vlaken (39). Nekaj je bilo umetnih vlaken (19), 11 delcem pa nismo določili izvora.

Vzorec 3: mrežni filter 60 μm – LOKACIJA RIBIČ



SLIKA 31: PRIKAZ DOBLJENIH MERITEV VZORCA 3 (SLIKOVNI VIRI: SLIKA 31).

Pri tretjem vzorčenju smo uporabili mrežni filter z velikostjo por 60 μm , lokacija odvzema je bila okolica gostilne Ribič. V odvzetem vzorcu smo odkrili največ celuloznih in živalskih vlaken (43) ter plastičnih delcev (36), nekoliko manj je bilo umetnih vlaken (11), 7 delcem pa nismo določili izvora.

Dobljeni podatki nakazujejo na to, da je mikroplastika prisotna v celotnem toku reke Drave na območju Ptujja. Delci so se med seboj razlikovali predvsem po velikosti, obliki in barvi. Največji delež mikroplastike so predstavljala vlakna, predvsem celulozna in živalska. Od mikroplastike smo našli predvsem fragmente rdeče barve. Število delcev se v toku reke Drave bistveno ne spreminja. Kot pričakovano, se je največ delcev ujelo v mrežo s porami 60 μm . Organskih snovi nismo določali. Pri analizi vzorcev smo se držali navodil za izvajanje protokola za določanje mikroplastike, ki je del mednarodnega projekta GLOBE.

Ali lahko v šolski delavnici izdelamo prenosno napravo za zbiranje mikroplastike, ki nudi odvzem vzorcev po protokolih GLOBE?

Pri tej hipotezi smo ugotovili, da je eksperimentalni pripomoček mogoče izdelati v šolski delavnici, vendar je izdelava odvisna od opremljenosti šolske delavnice in tudi samega načina izdelave. Našo napravo smo izdelali v šolski delavnici, ampak s pomočjo strojev in naprav, ki smo jih prinesli od doma (vijačnik, grezilo). Z neomejenimi denarnimi sredstvi bi lahko izdelali boljši izdelek, brez improvizacije. Z izdelkom smo (glede na naše osnovnošolsko znanje) zadovoljni. Celoten izdelek ne bi uspel brez pomoči hišnika, ki je razrezal vezano ploščo, ter mentorja, ki je svetoval pri izbiri gradiva in uporabi obdelovalnih postopkov. Izdelek bi lahko še dodatno obdelali. Vsekakor pa smo potrdili prvo hipotezo,

ki pravi, da lahko v šolski delavnici izdelamo prenosno napravo za zbiranje mikroplastike po vseh protokolih projekta GLOBE.

Ali lahko preko pretoka vode določimo količino oz. pogostost pojava mikroplastike v odvzetih vzorcih v reki Dravi?

Opravili smo analizo odvzetih vzorcev. Z veliko gotovostjo lahko trdimo, da lahko predvidevamo pogostost vsebnosti mikroplastike glede na pretok. Večja količina prečrpane in filtrirane vode zviša verjetnost, da odkrijemo delce. Sklepamo lahko, da je pri večji količini prečrpane vode pojav mikroplastike sorazmerno večji. Če bi namesto opazovanih 250 litrov uporabili npr. 1000 litrov, bi se pojavnost delcev okvirno povečala za štirikrat. Glede na analizo delcev, opisano v raziskovalni nalogi, lahko potrdimo tudi drugo hipotezo: preko količine filtrirane vode (pretoka vode) lahko določimo količino mikroplastike oziroma pogostost pojava mikroplastike.

Ali lahko v kateremkoli odvzetem vzorcu najdemo mikroplastiko?

Predvidevali smo, da lahko mikroplastiko najdemo v kateremkoli vzorcu, vzetem iz okoliških voda. Če vzamemo manjši vzorec vode, recimo nekaj deset mililitrov, bo mikroplastike v vzorcu bistveno manj, le nekaj posameznih primerkov. Tako lahko tudi tretjo hipotezo potrdimo.

Ali lahko z mikroskopsko analizo določimo tudi vrsto mikroplastike oz. določimo, katere vrste umetne snovi so opazovani delci?

Med našim opazovanjem smo določali tudi osnovno obliko mikroplastike in predvidevali njen izvor. Ker je bila največkrat najdena mikroplastika v obliki vlaken, lahko predvidevamo, da so njen izvor oblačila. Natančnega izvora umetne snovi, iz katere so delci, pa z našim opazovanjem nismo mogli določiti. Po mnenju mentorice bi lahko z drugačno analizo določili tudi vrsto umetne snovi, a to presega naše znanje. Četrte hipoteze, da lahko z mikroskopsko analizo določimo, iz katere umetne snovi so opazovani delci, tako nismo uspeli potrditi.

5 ZAKLJUČEK

Raziskovalna naloga je temeljila na ideji, da izdelamo uporaben izdelek, ki bo trajen, všečen, prenosljiv in katerega izdelava bo poceni. Že pri načrtovanju izdelka smo imeli v mislih cenovne omejitve in njegovo uporabnost. Celotni izdelek je bil narejen brez večjih napak, ki bi zmanjševale uporabnost in namen. Zaradi napak pri izdelavah ni bilo potrebno kupovati drugega gradiva. V celotnem postopku smo namreč le en kos vezane plošče napačno izmerili in odrezali.

Za izdelavo celotnega izdelka smo potrebovali precej časa. Predvidevamo, da smo porabili približno 25 ur, da smo projekt končali po sistemu »od ideje do izdelka«. Večina časa smo namenili zbiranju idej, načrtovanju in improvizaciji. Hišnik je porabil 2 uri, da nam je pomagal razrezati gradivo in prikazal delovanje potopne črpalke. Mentor nam je pomagal, da smo se spomnili pravilnega obdelovanja gradiva in z idejami pri izdelavi.

Med izdelovanjem smo imeli nekaj težav, ki smo jih sprti reševali in improvizirali z uspešnimi rešitvami (izbira plovcev, tesnil, prilagoditev zamaškov za plovce, prilagoditev oblike podložk ...). Trudili smo se, da smo postopek izdelave opisali tako, da bo lahko proces izdelave ponovljen. Tako lahko vsak, ki bi želel napravo izdelati ponovno, dobi ustrezne podatke in zamisel, kako naj se izdelave loti.

Med raziskovalnim delom v laboratoriju smo se naučili marsikaj, predvsem pa, da je potrebno biti pri delu zelo natančen in paziti, da so vzorci ustrezno obravnavani. Čeprav je protokol GLOBE napisan natančno in nedvoumno, je bilo potrebno biti z obravnavo vzorcev skozi celoten potek opazovanja (od odvzema vzorcev, lokaliziranja, spiranja vzorcev, opazovanja mreže, evidentiranja, menjave vzorcev, sistematike procesa ...) zelo pazljiv. Protokoli so zapisani v angleškem jeziku, da so meritve jasno opredeljene na lokaciji zapisa in mednarodno primerljive.

Raziskovalna naloga ponuja veliko iztočnic za izboljšave oz. idej za nadaljnje raziskovanje. Med njimi so:

- ročaji na sistemu, za lažje prenašanje do mesta meritve,
- zapirala na vzmet, da ni potrebe po trakovih za vpenjanje,
- sito je lahko narejeno v obliki trapeza, saj smo ugotovili, da je velikost filtrirne tkanine lahko manjša; s tem pa prihranimo na ceni filtrirne tkanine,
- vrvica bi lahko bila debelejša zaradi lažjega rokovanja naprave, potopna črpalka bi lahko bila na el. energijo – vodnik; s tem ne bi bili omejeni na 20-minutno črpanje tekočine.

Naloga ni temeljila na biološko-kemičnem opazovanju mikroplastike – tega smo se na šoli lotili v sklopu projekta GLOBE – ampak na sami napravi za odvzem vzorcev. Nalogo smo uspešno opravili. Nadaljnje raziskovanje in delo z opisano napravo bi lahko nadaljevali v smeri opaženih lastnosti in posodobitev na prototipu. Filtrirna naprava in plovec za potopno črpalko sta vsekakor lahko uporabna in primerna za uporabo v naslednjih letih opazovanja mikroplastike.

6 LITERATURA

Bellis M. (2020). A brief history of invention of plastics. Thought Co. Pridobljeno 14. 12. 2023 s <https://www.thoughtco.com/history-of-plastics-1992322>.

Centa M. (2016). Ugotavljanje koncentracij mikroplastike v slovenskih vodotokih in jezerih GLOBE. (b. d.). Na globe.gov: Pridobljeno 18. 12. 2023 s <https://ekosola.si/globe-21-22/>

Klein M., Fischer E., Microplastic abundance in atmospheric deposition within the Metropolitan area of Hamburg, Germany

Mikroplastika tudi v najbolj neokrnjenih Pirenejih. (2018) Na delo.si, Pridobljeno 7. 12. 2023 s <https://www.delo.si/novice/okolje/mikroplastika-tudi-v-neokrnjenih-pirenejih/>

Microplastic Recognition Guide. (b. d.) na jumpshare.com: Pridobljeno 2. 2. 2024 s

<https://jumpshare.com/s/V8eHt4CLjy82pqxWwKYT>
Microplastic Protocol GLOBE ITALIA (b. d.) na unipi.it: Pridobljeno 3. 2. 2024 s
https://www.msn.unipi.it/wp-content/uploads/2023/09/2Microplastics_Monitoring_Protocol_V210212-1.pdf

Microsoft Word. (b. d.) na microsoft.com, Pridobljeno 5. 2. 2024 s
<https://www.microsoft.com/sl-si/microsoft-365/word>

Priročnik z navodili za izdelavo raziskovalne naloge (2018) na bistra.si: Pridobljeno 18. 12. 2023 s https://bistra.si/images/raziskovalne-naloge/Priro%C4%8Dnik_z_navodili_za_izdelavo_raziskovalne_naloge.pdf

Prostorninski pretok. (2018) Na Wikipedia.org, Pridobljeno 16. 12. 2024 s
https://sl.wikipedia.org/wiki/Prostorninski_pretok

SketchUp. (b. d.) na sketchup.com: Pridobljeno 12. 1. 2024 s <https://www.sketchup.com/>

SLIKOVNI VIRI

SLIKA 1: Logotip mednarodnega projekta GLOBE. Dostop:

<https://www.globe.gov/support/media/media-resources-and-logos> (7. 1. 2024).

SLIKA 2: Vodni plankton. Dostop:

<https://www.deakin.edu.au/about-deakin/news-and-media-releases/articles/research-begins-to-reduce-shed-of-microplastics-during-laundry> (11. 12. 2023).

SLIKA 3: a) manjša povečava celuloznega vlakna, b) velika povečava celuloznega vlakna. Dostop:

<https://jumpshare.com/s/V8eHt4CLjy82pqxWwKYT> (7. 2. 2024).

SLIKA 4: Svetlo modro vlakno živalskega izvora zraven sivega ter modrozelenega celuloznega vlakna.

Dostop: <https://www.globeitalia.it/sle-go/news.html> (14. 12. 2023).

SLIKA 5: Umetno tekstilno vlakno zraven prozornega koščka mikroplastike. Dostop:

<https://jumpshare.com/s/V8eHt4CLjy82pqxWwKYT> (7. 2. 2024).

SLIKA 6: Umetno vlakno s staljenim koncem. Dostop:

<https://jumpshare.com/s/V8eHt4CLjy82pqxWwKYT> (7. 2. 2024).

SLIKA 7: Mikroplastika. Dostop:

<https://jumpshare.com/s/V8eHt4CLjy82pqxWwKYT> (7. 2. 2024).

SLIKA 8: Manta lovilna mreža. Dostop:

<https://www.nhbs.com/manta-trawl-net> (5. 1. 2024).

SLIKA 9: Skica ideje sestava za filtriranje, (avtorica Ela Štrafela), 12. 12. 2023.

SLIKA 10: Fotografija dela z modelirnim programom SketchUp, (avtorica Kaja Šimenko), 12. 12. 2023.

SLIKA 11: Sestavni deli plovnega dela za potopno črpalko, (avtorica Kaja Šimenko), 15. 12. 2023.

SLIKA 11: 3D pogled plovnega dela za potopno črpalko, (avtorica Kaja Šimenko), 15. 12. 2023.

SLIKA 13: 3D pogled plovnega dela za potopno črpalko iz druge strani, (avtorica Kaja Šimenko), 15. 12. 2023.

SLIKA 14: Sestavni deli ohišja za sito, (avtorica Kaja Šimenko), 15. 12. 2023.

SLIKA 15: 3D pogled sestavljenega sistema ohišja za sito, (avtorica Kaja Šimenko), 15. 12. 2023.

SLIKA 16: Celotni sistem za zajemanje tekočine in filtriranje mikroplastike, (avtorica Kaja Šimenko), 15. 12. 2023.

SLIKA 17: Obdelava gradiv v šolski delavnici, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 5. 1. 2024.

SLIKA 18: Sestavljanje navojnih palic ter plovcev z ohišjem, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 5. 1. 2024.

SLIKA 19: Dokončani izdelek, pripravljen za uporabo, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 11. 1. 2024.

SLIKA 20: Prenos plovnega dela sestava na gladino reke Drave, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 17. 1. 2024.

SLIKA 21: Zunanji del z napeljeno cevjo pred pričetkom črpanja vode, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 5. 1. 2024.

SLIKA 22: Med odvzemom vzorca na enem izmed merilnih mest - pri gostilni Ribič, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 5. 1. 2024.

SLIKA 23: Odvzem vzorcev pred OŠ Mladika ter na ptujskem mostu za pešce, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 5. 1. 2024.

SLIKA 24: Naprave za vakuumsko filtracijo, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 19. 12. 2023.

SLIKA 25: Opazovanje mikroplastike, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 23. 1. 2024.

SLIKA 26: Pripravljeni vzorci za analizo pod mikroskopom, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 23. 1. 2024.

SLIKA 27: Prikaz vnosa opažanj po GLOBE protokolu v Excelovo preglednico (1. del), (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 20. 2. 2024.

SLIKA 28: Prikaz vnosa opažanj po GLOBE protokolu v Excelovo preglednico (2. del), (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 20. 2. 2024.

SLIKA 29: Prikaz dobljenih meritev vzorca 1, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 23. 2. 2024.

SLIKA 30: Prikaz dobljenih meritev vzorca 2, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 23. 2. 2024.

SLIKA 31: Prikaz dobljenih meritev vzorca 3, (avtorici Kaja Šimenko in Ela Štrafela), 23. 2. 2024.