

რეფლექსია ჩატარებულ გაკვეთილზე: „მძიმე მეტალები და გარემოს დაბინძურება“.

ამა წლის 2 მაისს სსიპ ქალაქ თბილისის N 108 საჯარო სკოლის XI დ კლასში ჩავატარე საკონკურსო გაკვეთილი ქიმიამი-მძიმე მეტალები და გარემოს დაბინძურება. გაკვეთილი ჩატარდა წარმატებით. მის მსვლელობაში გათვალისწინებული იყო, როგორც საგნობრივი კომპონენტი(ქიმიური პროცესები, მძიმე მეტალების თვისებები, მათი ზემოქმედება ცოცხალ ორგანიზმზე), ასევე, კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება და ინტეგრირებული მიდგომები.

შევარჩიე შებრუნებული გაკვეთილის მეთოდი და კლასს ორშაბათს, 28.04.2025, მივაწოდე ელექტრონული მისამართები:

1. <https://youtu.be/mdTwWzKFlHE?si=KhAy2xgxqmlNBI5e>
2. <https://synevo.ge/product/cadmium>
3. <https://www.aversi.ge/ka/cnobar/2545/saechvo-nivtierebebi-tuchsackhshi>
4. <https://nypost.com/shopping/best-heavy-metal-detox-supplements>

მათ ინგლისური ენიდან უნდა ეთარგმნათ N 1 ვიდეოინფორმაცია, N 4 სტატია და გაცნობოდნენ წყაროებს. მოსწავლეები დაიყვნენ ჯგუფებად და ოთხშაბათს ინტერნეტში ავტვირთე ჩემი მოსწავლის მიერ მინამაგას დაავადების შესახებ შექმნილი ვიდეოინფორმაცია <https://youtu.be/QiDnyPKJ6Hg> , რომელიც ასევე გავაზიარე ქიმიისა და ბიოლოგიის კრეატიული მასწავლებლების ფეისბუქ ჯგუფში. <https://www.facebook.com/groups/665700677712924/posts/9816615915085312>



სტატია
-დეტოქსის ღრმა ა

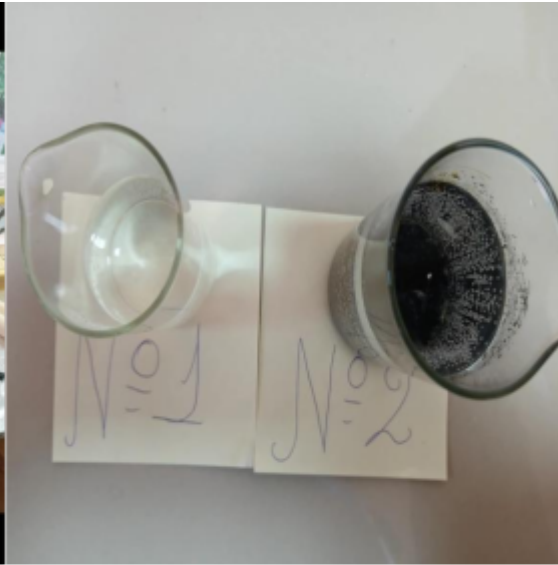
გაკვეთილზე მოსწავლეები დაიყვნენ 4 ჯგუფად. დაფაზე გაკრული იყო ჯგუფური მუშაობისა და მედიაწიგნიერების ანალიზის შეფასების რუბრიკა. გაკვეთილზე მინი ლექციით „მეტალის გზა თეფშამდე“ აღიძრა ინტერესი. ამას N 1,2,3 წყაროებზე მსჯელობა მოჰყვა. ეკოლოგიური კატასტროფის ვიდეორგოლის მიხედვით, მოსწავლეებმა იმსჯელეს ინფორმაციის სანდოობის, მონაცემთა გაყალბების, კომპანიისა და ადგილობრივი მაცხოვრებლების ქმედებებზე. ექსპერიმენტულ ნაწილს რაც შეეხება, ჩავატარე 2 ექსპერიმენტი.

- 1- TDS აპარატით წყლის სისუფთავის განსაზღვრა ონკანის წყალსა და ელემენტით დაბინძურებულ წყალში (ღროის დაზოგვის მიზნით, წინა

დღეს მოსწავლეებმა დაშალა ელემენტის გარსი და მისი შიგთავსი ჩაყარა 100 მლ ონკანის წყლიან ჭიქაში).

მიზანი – გაარკვიონ, თუ როგორ მოქმედებს ელემენტში არსებული მძიმე მეტალი წყალზე.

შედეგი – გაზომვის შედეგად ონკანის წყლის სისუფთავის ხარისხი 150 ერთეული იყო, ხოლო ელემენტით დაბინძურებული ხსნარის – 977. მოსწავლეებმა დაასკვნეს, რომ ელემენტებში არსებული ნივთიერებები ცვლის წყლის სისუფთავის ხარისხს. ამიგომ, აუცილებელია გამოყენებული ელემენტები არ მოხვდეს ბუნებაში, ნაგავსაყრელზე. მათი ჩაბარება უნდა მოხდეს სპეციალურ საწარმოებში, რომლებიც ახდენენ მის უტილიზაციას.

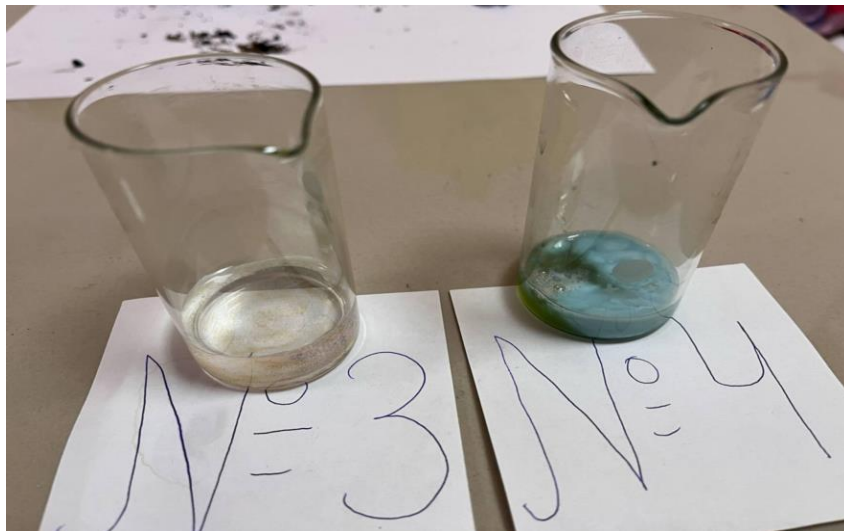


2- სუფრის მარილის წყალხსნარისა და უცნობი მძიმე მეტალის წყალხსნარის რეაქცია ალბუმინზე (კვერცხის ცილა).

მიზანი-მძიმე მეტალის მოქმედება ცილაზე. წყალხსნარების მომზადება მოხდა გაკვეთილის დაწყებამდე. მოსწავლეებს ჰქონდათ დეტექტივის ბარათები და მისი საშუალებით უნდა ამოეცნოთ მძიმე მეტალი, რომელმაც ცილის დენატურაცია გამოიწვია. (დეტექტივის ბარათი)

მძიმე მეტალების აღმოჩენის ვიზუალური შეფასების ცხრილი (ალბუმინისთვის)		
ცვლილება ნიმუშში	სავარაუდო მეტალი	მოკლე ახსნა
სწრაფად შედედებული, მღვრიე, თეთრი ფერის ნალექი	Pb(++)	ტყვიის იონები ცილას სწრაფად შეადეებს და აჩენს მღვრიე ნალექს.
ცისფერი ან მწვანე ელფერი	Cu(++)	სპილენძის იონები ქმნიან ცილის კომპლექსებს ლურჯ-მწვანე შეფერილობით.
მოყვითალო ან ყავისფერი მღვრიე	Cd(++)	კადმიუმი ხშირად იძლევა მოყვითალო შეფერილობას ცილასთან რეაქციაში.
ნაცრისფერი ან შავი შედევა	Ag(+)	ვერცხლის იონები იწვევს ცილის დენატურაციას და ზოგჯერ შავ შეფერვას.
უმნიშვნელო დაბურვა, ფერის გარეშე	მცირე კონცენტრაცია ან სხვა იონები	შესაძლოა მძიმე მეტალების დაბალი შემცველობა.

შედეგი-მოსწავლეებმა ამოიცნეს სპილენძის იონის თვისებითი რეაქცია ალბუმინზე. მათ შეაფასეს ექსპერიმენტის ანალიზის ფურცლები და დაასკვნეს, რომ Na^+ შედეგად ცილაზე ცვლილებები არ შეიმჩნეოდა, ხოლო Cu^{2+} მოქმედებით ცილამ დენატურაცია განიცადა. ე.ი. მძიმე მეტალები ჩვენი ორგანიზმისთვის წარმოადგენენ საფრთხეს. მათში გამოიკვეთა ინტერესი უფრო ღრმა კვლევების მიმართ, რაც მომავალი მცირე კვლევითი პროექტის საფუძველია. ექსპერიმენტის პროცესი დაეხმარა მოსწავლეებს, თეორიული ცოდნა პრაქტიკაში გადაეგნათ. მათ გაიაქტიურეს ჰიპოთეზების ფორმულირება და დაკვირვების უნარები.



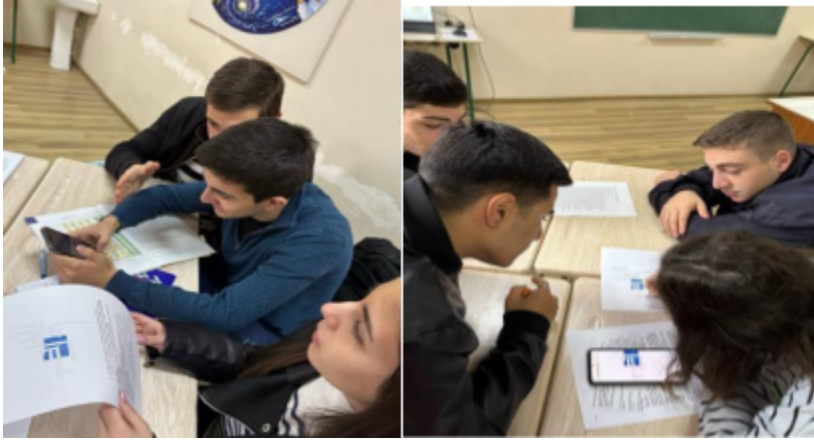


ექსპერიმენტის ფურცლები.

ცდის ნომერი	გამოყენებული ნივთიერება	საწყისი მასა/ხსნარის სახე	რეაქციის დაწყების დრო	ვიზუალური ცვლილებას	საბოლოო შედეგი	შენიშვნები
1	სასმელი წყალი (ონკანის)	50გრ	8:40	—	150	
2	ელემენტი/ბატარეით დაბინძურებული წყალი	100გრ	13:45სა 13:45სა	↓ ღია ფერი	977	
3	სუფრის მარილის წყალხსნარი	10გრ	8:42	—	—	
4	სუფრის მარილის (Cu^{2+})	10გრ	8:42	მწვანე ღია ფერი	მწვანე ღია ფერი	

ცდის ნომერი	გამოყენებული ნივთიერება	საწყისი მასა/ხსნარის სახე	რეაქციის დაწყების დრო	ვიზუალური ცვლილებას	საბოლოო შედეგი	შენიშვნები
1	სასმელი წყალი (ონკანის)	50გრ	08:40	—	150	
2	ელემენტი/ბატარეით დაბინძურებული წყალი	100გრ	13:45სა 13:45სა	↓ ღია ფერი	977	
3	სუფრის მარილის წყალხსნარი	10გრ	08:42	—	—	
4	სუფრის მარილის (Cu^{2+})	10გრ	08:42	მწვანე ღია ფერი	მწვანე ღია ფერი	

ცდის ნომერი	გამოყენებული ნივთიერება	საწყისი მასა/ხსნარის სახე	რეაქციის დაწყების დრო	ვიზუალური ცვლილებას	საბოლოო შედეგი	შენიშვნები
1	სასმელი წყალი (ონკანის)	50გრ	8:40სა	—	150	
2	ელემენტი/ბატარეით დაბინძურებული წყალი	100გრ	13:45სა 13:45სა	↓ ღია ფერი	977	
3	სუფრის მარილის წყალხსნარი	10გრ	8:42სა	—	—	
4	Cu^{2+}	10გრ	8:42სა	მწვანე ღია ფერი	მწვანე ღია ფერი	

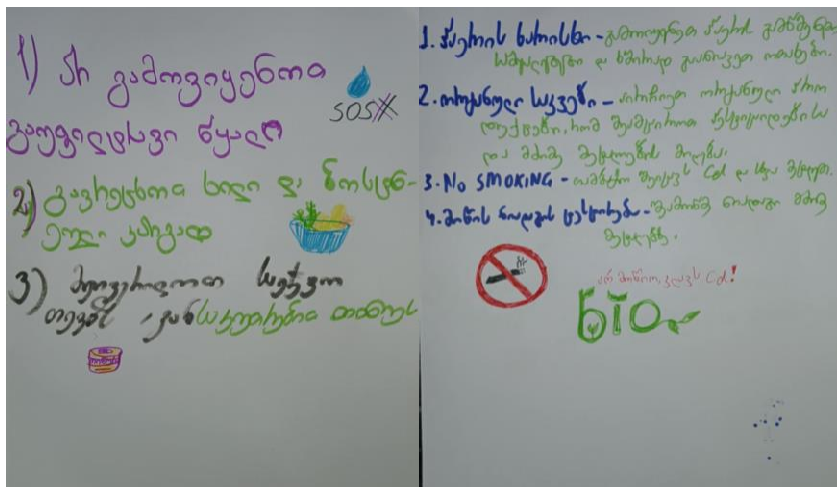


გაკვეთილის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მონაკვეთი დაეთმო მასმედიაში გაერცელებული მასალის ანალიზს(წყარო N 4) — რომლის ფონზეც მოსწავლეებმა იმსჯელეს ინფორმაციის სანდოობაზე, ვიზუალური მანიპულაციის შესაძლებლობებზე, მარკეტინგულ ხრიკებზე, ემოციური განწყობის შექმნაზე და იმაზე, თუ როგორ უნდა ამოიცნონ რეალური საფრთხეები პოპულარულ გადაცემაში/გაზეთებში... კითხვები, როგორიცაა „როგორ უნდა გადავამოწმოთ წყარო?“ ან „რაგომ გვჭირდება მეცნიერული მონაცემები, როცა გარემოსა და ორგანიზმის ღებოქსზე ვსაუბრობთ?“ დაეხმარა მათ კრიტიკული აზროვნების გააქტივებაში.



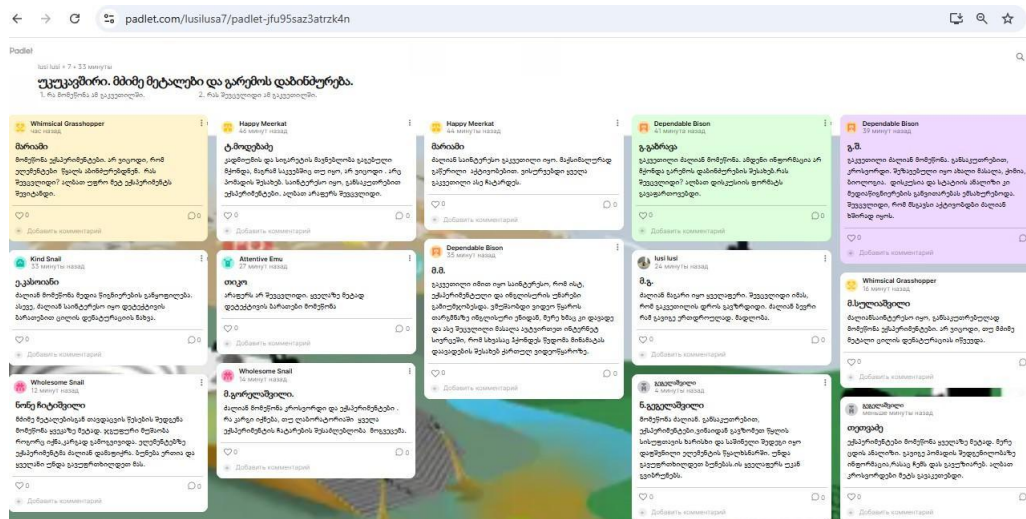


ჯგუფებმა შეიმუშავეს მძიმე მეტალებისგან თავდაცვის 3 წესი. ყველა ჯგუფი მაქსიმალურად იცავდა ჯგუფური მუშაობის წესებს, რომლებიც ღაფაზე იყო გაკრული.



მოსწავლეებს მივეცი საშინაო დავალება და შევაფასე ჯგუფური მუშაობის შეფასების რუბრიკით(პრეზენტაციაში მე-12 სლაიდი), ხოლო სტაგის გარჩევაში მედიაწიგნიერების ანალიზის შეფასების რუბრიკით(პრეზენტაციაში მე-13 სლაიდი).

მოსწავლეებს კი ვთხოვე, რომ მათთვის მოსახერხებელ დროს მოეწოდებინათ უკუკავშირი გაკვეთილის შესახებ, სადაც ორ კითხვას უპასუხებდნენ: 1. რა მომეწონა ამ გაკვეთილში. 2. რას შეგცვლილი ამ გაკვეთილში. ყურადღებით წავიკითხე უკუკავშირები და მომავალში, დროის შეზღუდვიდან გამომდინარე, გავითვალისწინებ მათ სურვილებს <https://padlet.com/lusilusa7/padlet-jfu95saz3atrzk4n>



გაკვეთილის მეთოდური მახასიათებელი – დამსწრე ღირექტორის შეფასება იყო პოზიტიური. მან აღნიშნა, რომ გაკვეთილმა უზრუნველყო საგნობრივი ცოდნის გაღრმავება, ახალი ტექნოლოგიებისა და პროექტულ-კვლევითი მიდგომების ინტეგრაცია. თემის შერჩევა შეესაბამებოდა თანამედროვე საგანმანათლებლო მოთხოვნებს და საგნობრივ ცოდნასთან ერთად ამახვილებდა ყურადღებას მოქალაქეობრივ პასუხისმგებლობაზე. გაკვეთილის მეთოდური ნაწილი იყო მრავალფეროვანი და დინამიური. ჯგუფური მუშაობისა და დისკუსიის ფორმატმა გააუმჯობესა მოსწავლეთა ჩართულობა, რაშიც გამოვლინდა მაღალი დონის თვითგამოხატვა.

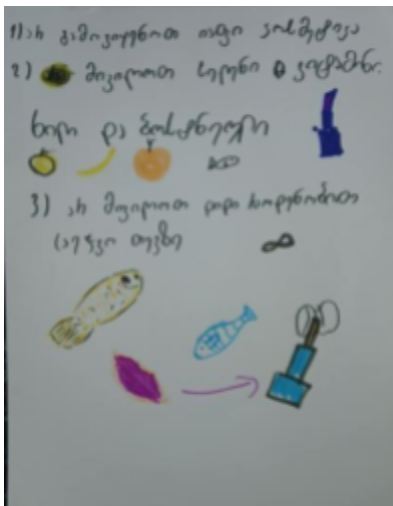
დასკვნა: გაკვეთილის ბოლოს მოსწავლეები არა მხოლოდ იაზრებდნენ მძიმე მეტალების ზემოქმედებას, არამედ აფლენდნენ აქტიურ მშაობას გამოსავლის ძიებაზე ორიენტირებული აზროვნებით. გაკვეთილმა გააერთიანა მეცნიერება, ეკოლოგიური ეთიკა, კვლევა და ციფრული ანალიზი – რაც თანამედროვე განათლების ქვაკუთხედი. მე, როგორც მასწავლებელს, განსაკუთრებით მახებნიერებს ის, რომ თემამ მოგივა ციფრული მოსწავლეებს, რომლებსაც აქამდე ნაკლებად აინტერესებდათ ეკოლოგია.



მოსწავლეებს, რომლებიც არ იმყოფებოდნენ 2 მაისს, ჩაუგარდათ ღამაგებითი გაკვეთილი 6 მაისს.



ღამაგებითი ჯგუფის მიერ შექმნილი მხიბველ მეტალებისგან თავდაცვის 3 წესი და ექსპერიმენტის ოქმი.



დღის ნომერი	გამოცემული ნოტიფიკაცია	საწყისი მასა/ზნარის საზღ	რეაქციის დაწყების დრო	ვიზუალური ცვლილებას	საბოლოო შედეგი	შენიშვნები
1	სასმელი წყალი (ონკანის)	50გრ	13:05	—	750	—
2	ელემენტი/ბატარეით დაბინძურებული წყალი	100გრ	13:05	ფერის ცვლილება	795 977	—
3	სუფრის მარილის წყალხსნარი	10გრ	13:06	—	—	—
4	:Cu(++)	10გრ	13:06	ფერის ცვლილება	ფერის ცვლილება	—

მოსწავლეთა დაგვლებები.

დაგვლებებიდან ერთ-ერთი იყო: მძიმე მეტალებზე ცნობადობის დასადგენად, წინასწარ მომზადებული კითხვარით თქვენს ოჯახებში ჩაატარეთ გამოკითხვა და გაანალიზეთ მიღებული შედეგები. მოსწავლეებმა კითხვები ერთად მოიფიქრეს და მთხოვეს Microsoft Forms-ში გადამეტანა კითხვები, რათა კლასშიც გაგვერჩია მიღებული შედეგები.

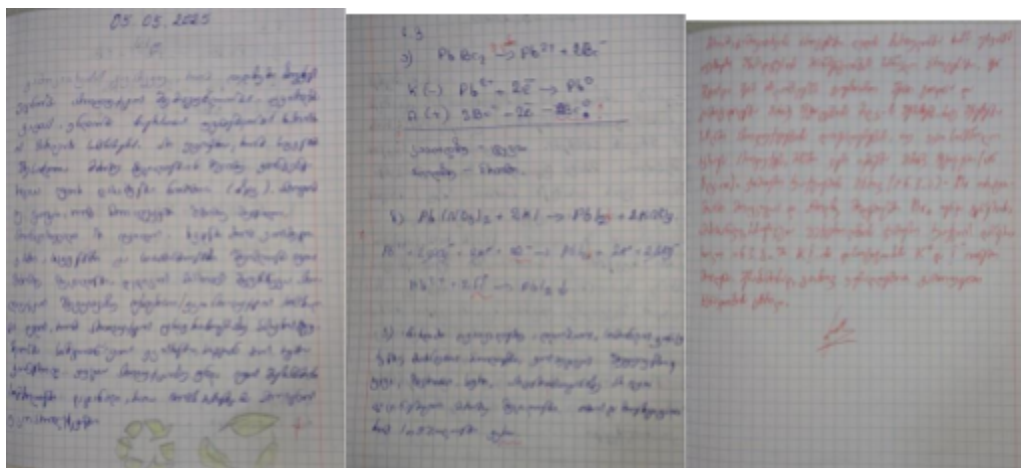
https://forms.office.com/Pages/ResponsePage.aspx?id=POnSYT1CtEOPiXWAwjOZULN7zpnS4PhChmSO5kWZF4JUN0VOWlkzTkFRQjkwUTBGMzU5MTJNMkJaUC4u&fbclid=IwZXh0bGZhZW0CMTEAAR52YPsfOETHXtPSEkcO6e-U2IOUjAH_MQBghhRuvzzfrSjHxNWXAk8xJPiAGA_aem_WLcYFjOFy4sFUXD-DNTVBg

მოსწავლე 1.



ინტერვიუ- <https://youtube.com/shorts/inlL4xeX20s>

მოსწავლე 2.



ინტერვიუ- <https://youtube.com/shorts/lSvV3PsfIsg>

მოსწავლე 3.

[illegible]

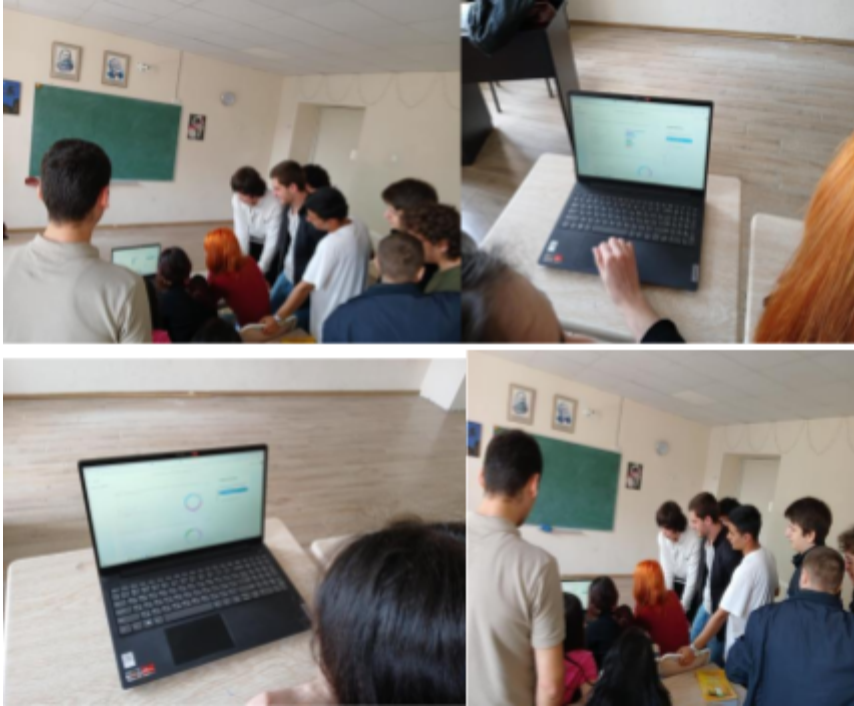
ინტერვიუ- <https://youtube.com/shorts/CF4o7ynCZcw>

მოსწავლე 4.

[illegible]

ინტერვიუ- <https://youtube.com/shorts/9uDsZCWq5gk>

გამოკითხვაში მონაწილეობლა 72 ადამიანი. მონაცემები გაფანალიზეთ მომდევნო გაკვეთილზე, 5 მაისს.



მოსწავლეებმა გაკვეთილზე მომიგანეს ქუჩიდან აგროვებული 80 ცალი ელემენტი. გვისახარია, რომ შეეძელით $80 \times 400\text{ლ} = 32000\text{მ}^2$ ნიადაგის დაცვა დაბინძურებისგან.



გაკვეთილის შემდეგ მქონდა შეგრძნება, რომ საგნობრივი და ღირებულებითი მიზნები შესრულდა. ჩემი, როგორც მასწავლებლის, მიზანი იყო არა მხოლოდ ცოდნის მიწოდება, არამედ ეკოლოგიური მგრძნობელობის გაღვივება, რაც მოსწავლეთა თვალებში ნათლად იკითხებოდა.

