STEM მიდგომის დანერგვა ფორმალურ განათლებაში და პროექტი STEM-UPD

ბაღათრიშვილი ნათელა
იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
მოდებაძე ნინო
იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
გიგაური ანა
იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
სიდამონიძე მაკა
იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

DOI: https://doi.org/10.52340/tuw.2025.38.01.29

აბსტრაქტი: *სტატიაში აღწერილია ,,ინოვაციის, ინკლუზიურობისა და ხარისხის პროექტის - საქართველო I2Q (WB)" პროექტის ფარგლებში დაფინანსებული საგრანტო პროექტი „STEM კონცეფცია მასწავლებლის მომზადების საგანმანათლებლო საუნივერსიტეტო პროგრამების განვითარებისთვის". სტატიაში განხილულია STEM მიდგომის დანერგვის აუცილებლობა და პრაქტიკული გამოწვევები ფორმალურ განათლებაში, საერთაშორისო გამოცდილებისა და საქართველოს რეალობის შედარებითი ანალიზის საფუძველზე. საერთაშორისო პრაქტიკა მოწმობს, რომ STEM ინტეგრირებული სწავლება აძლიერებს მოსწავლეთა კრიტიკულ აზროვნებას, კვლევით და საინჟინრო უნარებს, ხელს უწყობს რეალურ კონტექსტებზე დაფუძნებულ სწავლებას და უზრუნველყოფს კვალიფიციური კადრების მომზადებას შრომის ბაზრისთვის. საქართველოში STEM აქტივობები ძირითადად არაფორმალურ განათლებაშია კონცენტრირებული, რაც განაპირობებს აღნიშნულ აქტივობებში მოსწავლეთა მხოლოდ მცირე ნაწილის ჩართულობას. სწორედ, ამ გამოწვევების საპასუხოდ განხორციელდა პროექტი STEM-UPD, რომელიც იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტისა და აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პარტნიორობით შეიქმნა. პროექტის მიზანია STEM მიდგომის კურიკულუმში ჩაშენება, მასწავლებელთა პროფესიული გადამზადება, STEM ლაბორატორიების ქსელის შექმნა და ფორმალურ განათლებაში პრაქტიკული STEM სწავლების დანერგვა. პროექტის ფარგლებში შეიქმნა ახალი საუნივერსიტეტო STEM კურსები, 30-საათიანი ტრენინგ-მოდულით გადამზადდა 160-მდე მოქმედი და მომავალ მასწავლებელი, ხოლო 22 საპილოტე სკოლა აღიჭურვა STEAM ნაკრებებითა და ლაბორატორიებით. პროეტის ფარგლებში დაგეგმილმა და დანერგილმა STEAM სცენარებმა და „STEM დღეების" პრაქტიკამ მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი საგაკვეთილო პროცესში ინტერდისციპლინარული, პროექტზე დაფუძნებული სწავლების ინტეგრირებას. STEAM ნაკრებები („ეკოინჟინერია", „ანიმასკოპი", „ნოტოტრონი", „ნეიროინჟინერია", „ამინდის სადგური") უზრუნველყოფს თეორიული ცოდნის პრაქტიკულ გამოყენებას, მრავალდისციპლინური უნარების განვითარებას და ეროვნული სასწავლო გეგმის მიზნებთან დამყარებულ მჭიდრო კავშირს.*

სტატია წარმოაჩენს, რომ STEM მიდგომის წარმატებული დანერგვა მოითხოვს მასწავლებელთა უწყვეტ პროფესიულ მხარდაჭერას, უნივერსიტეტების როლის გაძლიერებასა და სკოლის დონეზე სისტემურ ცვლილებებს. პროექტი STEM-UPD

წარმოადგენს საქართველოში STEM სწავლების ინსტიტუციონალიზაციის მნიშვნელოვან ნაბიჯს.

საკვანძო სიტყვები: *პროექტი STEM-UPD; მასწავლებელთა პროფესიული გადამზადება; STEM მიდგომა ფორმალურ განათლებაში, STEAM ნაკრებები, STEAM საგაკვეთილო სცენარები*

თეორიული ჩარჩო

ზოგადი განათლების ეროვნული მიზნები, ეროვნული სასწავლო გეგმის კონცეპტუალური ნაწილი და საგნობრივი სტანდარტები მოიაზრებს ყოფა-ცხოვრებასთან დაკავშირებული საკითხების გააზრებას თანამედროვე, ინოვაციური, მოსწავლეზე ორიენტირებული მიდგომებისა და მეთოდების გამოყენებით სასწავლო პროცესში. ამ მიზნით საგაკვეთილო პროცესში ინტერდისციპლინური მიდგომების დანერგვა პრიორიტეტულად არის მიჩნეული და მრავალი პრეცენდენტი არსებობს, რომელთაგან ერთ-ერთ გამორჩეულ და მოწინავე მიდგომად თანამედროვე ტექნოლოგიურ ეპოქაში ითვლება STEM მიდგომით სწავლება. სხვადასხვა კვლევა აჩვენებს, რომ საბუნებისმეტყველო საგნების მიმართ მოსწავლეთა ინტერესი და მოტივაცია დაბალია. შესაბამისად, ნაკლებია შემდგომში კვალიფიციური კადრები ამ დისციპლინებთან დაკავშირებულ პროფესიებში. იკვეთება დისბალანსი დასაქმების შრომის ბაზარზე, ან კურსდამთავრებულები ვერ აკმაყოფილებენ ბაზრის მოთხოვნებს.

STEM მიდგომა სიახლეა მსოფლიოს ბევრი ქვეყნისთვის, თუმცა წარმატებული პრაქტიკებიც არსებობს. ამის ნათელი მაგალითია პოლონეთში კოპერნიკის ცენტრი, რომლის საქმიანობა მთლიანად მიმართულია მეცნიერების პოპულარიზაციიკენ ახალგაზრდებს შორის. კოპერნიკის ცენტრს მასწავლებლებისთვის სპეციალური პროგრამა აქვს შემუშავებული. საბუნებისმეტყველო საგნების მასწავლებლებს კოპერნიკის სამეცნიერო ცენტრი ტრენინგპროგრამას სთავაზობს, რომლის ფარგლებშიც მასწავლებლები ეცნობიან გაკვეთილებზე ექსპერიმენტების ჩატარებისა და ინტერაქტიული სწავლების მეთოდიკას. ფინეთის სასკოლო პროგრამამ და რეალურ პრაქტიკაში მთლიანად გამოიყენა ფენომენზე დაფუძნებული სწავლება, რომლის ფარგლებშიც პრობლემები/ფენომენები განხილულია მულდიდისციპლინურად - მეცნიერება, ტექნოლოგია, ინჟინერია, მათემატიკა და ჰუმანიტარული ელემენტები ერთად. ეს ზრდის იდეების დაკავშირებას რეალურ კონტექსტთან და ხელს უწყობს ახალი ცოდნის შეძენას არსებულ რეალობაზე დაყრდნობით (Tissington, 2019). ყურადღება გამახვილებულია მასწავლებელი-მოსწავლის ურთიერთობაზე, როგორც შემსწავლელ-ფასილიტატორზე და მასწავლებელთა შორის მჭიდრო თანამშრომლობაზე (Lavonen & Park, 2023). ხოლო შეფასების კომპონენტში, ტრადიციული ტესტური შეფასების გარდა, გამოყენებულია პროდუქტზე ორიენტირებული შეფასება პრეზენტაციების, პორტფოლიოებისა და პროექტების სახით (Tissington, 2019). გერმანიაში STEM ცნობილია როგორც „MINT“ (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften, Technik) და მოქმედებს ეროვნული და ლოკალური ქსელები (MINT-Aktionsplan, MINTvernetzt) რომლებიც აკავშირებენ სკოლებს, უნივერსიტეტებს და ბიზნესს. გაციფრულებით გამოწვეული გამოწვევების ინდივიდუალურად გადასაჭრელად საჭიროა კონკრეტული საგანმანათლებლო კონცეფციები. ეს სცილდება კომპიუტერების, პლანშეტების ან სმარტფონების კლასში გამოყენებას - გაცილებით მნიშვნელოვანია უნარები და მეთოდები, რომლებიც შემოქმედებით და მოქნილ სწავლებ - სწავლამდე მიგვიყვანს. საზოგადოების ყველა სფეროში არსებობს ფართო კონსენსუსი, რომ STEM განათლება პროფესიული და პირადი შესაძლებლობების შექმნის, საზოგადოებაში ჩართულობისა და ეკონომიკის

განვითარების ფუნდამენტური ნაწილია. ამის გათვალისწინებით, გერმანიამ მნიშვნელოვნად გაზარდა ძალისხმევა მაღალი ხარისხის, ინტეგრირებული STEM განათლების მისაღწევად. ეს ძალისხმევა მიმართულია კონკრეტული სფეროებისკენ, როგორიცაა პედაგოგებისა და საგნის სპეციალისტების კვალიფიკაცია, STEM პროფესიებში ქალების წარმომადგენლობის გაზრდა ან STEM პროექტების ხარისხისა და ეფექტურობის გაუმჯობესება (Siemens Stiftung, 2025). ყურადღება გამახვილებულია სკოლებისა და კოლეჯების პარტნიორობაზე, საგანმანათლებლო კონკურსებზე, სასკოლო კურიკულუმებში კი გაწერილია კვლევითი საათები (EU Stem coalition, n.d.). აშშ ის ბევრი შტატი იყენებს Next Generation Science Standards (NGSS), რომელიც ხაზს უსვამს რეალური პრობლემების გადაჭრას და გამჭოლ უნარებს. ეს სტანდარტები აყალიბებს STEM კლასის პროფილს, რაც გამოხატულია სამეცნიერო პრაქტიკების დანერგვასა და ინჟინრული პროექტების განხორციელებაში. სპეციფიკური პრაქტიკებია პროექტზე დაფუძნებული სწავლება (PBL), კვლევაზე დაფუძნებული სწავლება (IQBL), ინჟინერული დიზაინის პროცესები კლასში და სხვა (Next Generation Science Standards, n.d.). აშშ–ში ინტენსიურად ხორციელდება სხვადასხვა ორგანიზაციების მიერ დაგეგმილი პროგრამები სკოლებსა და ადგილობრივ ინდუსტრიებს შორის თანამშრომლობისთვის, მაგალითად, როგორიცაა "შენ ეკუთვნი STEM - ს" (YOU Belong in STEM). მსგავსი პროგრამები აძლიერებენ გენერალურ ჩართულობას, თანასწორობასა და კარიერისადმი მომზადებას (U.S. Department of Education, 2025).

STEM მიდგომის დანერგვის პრინციპები ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებში

დღევანდელი საგანმანათლებლო გარემო განსაკუთრებულად საჭიროებს ინტეგრირებულ და ინოვაციურ მეთოდებს, რათა მოსწავლეებს შეეძლოთ რეალურ სამუშაო გამოწვევებზე დაფუძნებული ცოდნის გამოყენება. STEM მიდგომა არის მნიშვნელოვანი პედაგოგიური პერსპექტივა. ის მოსწავლეებში კრიტიკული აზროვნების, პრობლემების გადაჭრისა და გუნდური მუშაობის უნარებს ავითარებს როგორც დაწყებით, ისე საბაზო და საშუალო საფეხურზე. კომპლექსური მრავალეტაპიანი ინსტრუქციის პრაქტიკული დანერგვა კი მოითხოვს შესაბამისი თეორიული საფუძვლისა და პრაქტიკული გამოცდილების გაერთიანებას. საერთაშორისო კვლევები ხაზს უსვამენ პროექტზე და პრობლემაზე დაფუძნებულ სწავლებას, თანამშრომლობით და ავთენტურ გამოცდილებებს, როგორც ინტეგრირებული სწავლების ძირითად ბირთვს. პიროვნული პროფესიული განვითარება (PD) კი, როგორც მასწავლებლების გამოცდილება ლიდერ პოზიციას იკავებს ეფექტური ჩარევის უზრუნველსაყოფად (Berry, Carpendale, & Mulhall, 2025; Deehan, Danaia, Redshaw, Dealtry, Gersbach, & Bi, 2024).

ჰალავა, ლინ და ჰსუ (Halawa, Lin & Hsu, 2024) წარმოადგენენ ფართო სისტემატურ მიმოხილვას საშუალო საფეხურზე K12 განათლების კონტექსტში STEM ინტეგრაციისთვის ინსტრუქციული დიზაინის მიმართულებით. მათ კვლევაში ხაზგასმულია პროექტსა და პრობლემებზე დაფუძნებული სწავლების, თანამშრომლობითი სწავლისა და ავთენტური გამოცდილებების მნიშვნელობა STEM–ის მულტიდისციპლინურ პრაქტიკაში (Halawa, Lin & Hsu, 2024). ავსტრალიის სკოლებში STEM პრაქტიკაზე დაკვირვებამ აჩვენა, რომ ექსპერტებთან კოლაბორაცია, პროექტებზე, პრობლემებზე დაფუძნებული და რეალური გამოცდილებებით სწავლება კარგად გავრცელებული პრაქტიკაა. თეორიული დისკურსის განსამტკიცებლად დასახელებულია ფაქტორები, რომელიც ხაზს უსვამს STEM-ის ხუთ ძირითად პრინციპს: ინტეგრირება, რეალური პრობლემები, დიზაინზე

დაფუძნებული სწავლება, კვლევა და გუნდური მუშაობა. ამ პრინციპებით თანმიმდევრულად მუშაობის მოდელი უზრუნველყოფს თეორიისა და პრაქტიკის შორის არსებული უფსკრულის დაძლევის შესაძლებლობას (Deehan, Danaia, Redshaw, et al., 2024). ტექნოლოგიური და ციფრული ინსტრუქციის ინტეგრირება საკლასო გარემოში მნიშვნელოვანი გამოწვევაა არა მხოლოდ რესურსების, არამედ მასწავლებლების ციფრულ მეთოდებთან პირადი გამოცდილები სიმწირის გამო. კვლევამ აჩვენა, რომ ციფრული პროფესიული განვითარების პროგრამები პედაგოგებისთვის ზრდის უნარს, ეფექტურად გამოიყენონ ტექნოლოგიები, და განსაკუთრებით ცხადი არის პროფესიული საზოგადოებების (Professional Learning Communities) დამხმარე როლი ამ კავშირსა და ჩარევებს შორის (Liu, Aziku, Qiang & Zhang, 2024). კვლევებიდან გამომდინარე, შეიძლება ჩამოყალიბდეს ძირითადი დასკვნა, რომ STEM მიდგომის სასწავლო პროცესში დანერგვა მოითხოვს

1. მასწავლებელთა მეთოდოლოგიურ მზაობას ელექტრონული და ინტერაქტიული ტექნოლოგიების დანერგვის თვალსაზრისით;
2. ინტერდისციპლინარული პროექტების შემუშავებას;
3. მასწავლებლების გაერთიანებას პროფესიულ წრეებში;
4. თეორიისა და პრაქტიკის დაკავშირებას ცალსახა პრინციპებზე (ინტეგრირება, რეალურობა, დიზაინი, კვლევა, თანამშრომლობა) დაყრდნობით.

STEM მიდგომის აუცილებელი მახასიათებელი - საგანთა შორის კავშირების დამყარება არის მაღალი საარზოვნო უნარის განვითარების საუკეთესო საშუალება, რისთვისაც ძალიან მნიშვნელოვანია მასწავლებელთა მაღალი საგნობრივი კომპეტენცია და საგანთაშორისი კავშირების მოძებნის უნარი. მაღალი საგნობრივი კომპეტენციის დაუფლება და STEM მიდგომის დანერგვისთვის საჭირო მეთოდიკური ორიენტირების შეძენა, იმის მიხედვით, თუ განვითარების რა ეტაპზეა პიროვნება, შესაძლებელია მოხდეს ორი გზით:

1. საუნივერსიტეტო განათლების მიღებით;
2. პროფესიული გადამზადების კურსების საშუალებით.

STEM მიდგომის დანერგვისთვის საჭირო კომპეტენციების ჩამოყალიბების ორივე პერსპექტივის განხორციელების ბერკეტი აქვს საუნივერსიტეტო დაწესებულებას, რადგან აქვს შესაძლებლობა დაგეგმოს და განახორციელოს სასწავლო პროგრამები და მოდულები როგორც მოქმედი, ასევე მომავალი მასწავლებლებისთვის.

ბოლო ათწლეულების ქართული რეალობა STEM სწავლების მიმართ

წინა ქვეთავში შეჯამების სახით წარმოდგენილი პირველი პერსპექტივის მიხედვით რომ ვიმსჯელოთ, საქართველოს ბევრ უნივერსიტეტში, მასწავლებლის მომზადების საგანმანათლებლო პროგრამები არ მოიცავს STEM სასწავლო კურსებს, ან მეთოდურ მხარდაჭერებს, რაც პოტენციურად განაპირობებს მომავალ მასწავლებელთა STEM ცნობიერებისა და გამოცდილების ნაკლებობას.

მეორე პერსპექტივის ჭრილში უნდა განვიხილოთ საქართველოს საჯარო და კერძო სკოლების მასწავლებლების დამოკიდებულება STEM სწავლების მიმართ, ასევე, ბოლო ათწლეულში საქართველოში ამ მიმართულებით განხორციელებული სამთავრობო და არასამთავრობო მხარდაჭერები მასწავლებელთა მიმართ. მაგალითად, მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების ეროვნული ცენტრის პროგრამა ჩხირკედელას ორგანიზებით, სკოლის ბაზაზე დაინერგა არაერთი STEM

პროექტი, ღია კომპიუტერული პლატფორმა მიკროკონტროლერი Arduino-ს გამოყენებით მოსწავლეებმა და მასწავლებლებმა შეისწავლეს კომპიუტერული პროგრამირების საფუძვლები, შექმნეს ინტერაქტიული მოდელები, ჩატარდა პირისპირ თუ დისტანციური ტრენინგები და სხვა ინტერაქტიული აქტივობები. ზოგადი განათლების რეფორმის ფარგლებში, საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების სამინისტროს ექსპერტთა გუნდის მიერ, არაფორმალური განათლებისთვის მომზადდა 25 STEAM პროექტი და მიმდინარეობს 210 სკოლაში. შოთა რუსთაველის საქართველოს ეროვნული სამეცნიერო ფონდი ატარებს მოსწავლე გამომგონებელთა და მკვლევართა კონკურსს „ლეონარდო და ვინჩი“, ტარდება ათასწლეულის ინოვაციის კონკურსი, სადაც მოსწავლეები წარადგენენ STEM პროექტებს. საქართველოს ბანკის მხარდაჭერით კომაროვოს სკოლა ატარებს STEM ოლიმპიადას, მუშაობს კომაროვის STEM სკოლა. შეუფასებელია საქართველოს ინოვაციებისა და ტექნოლოგიების სააგენტოს მიერ, საქართველოს სხვადასხვა ქალაქების ტექნოპარკებში განხორციელებული STEM პროექტები მოსწავლეთა და მასწავლებელთა ჩართულობით, STEM ინოვატორთა ასოციაციისა და STEM ინოვატორთა აკადემიის ორგანიზებით ჩატარებული ტრენინგები და კონკურსები, “IT აკადემია STEP” საერთაშორისო ტრანსფორმაციული განათლების ცენტრის მუშაობა საქართველოში, ალტე უნივერსიტეტის მიერ მხარდაჭერილი გლობალური საგანმანათლებლო პროგრამა Technovation Girls, რომელიც უზრუნველყოფს რეგიონის დონეზე ქალთა ჩართულობის ზრდას ტექნოლოგიურ მიმართულებაში.

ცხადია, ზემოთ დასახელებული პროექტები და პროგრამები არ არის სრული ჩამონათვალი STEM მიმართულებით საქართველოში განხორციელებული თუ მიმდინარე აქტობობებისა. ერთი რამ კი ცალსახად უნდა აღინიშნოს, რომ თითქმის ყველა მათგანი ხორციელდება და ინერგება ძირითადად არაფორმალურ განათლებაში. კლუბის მუშაობის კონცეფციიდან გამომდინარე, თითო სკოლაში კლუბურ მუშაობაში შესაძლოა ჩაერთოს 15-20 მოსწავლე, რაც ვერ ფარავს საქართველოს საჯარო და კერძო სკოლების სრულ პოპულაციას. მით უფრო, რომ STEM კლუბები არ მოქმედებს საქართველოს ყველა სკოლაში. აქვე აღვნიშნავთ, რომ სკოლებში არსებული STEM კლუბების სტატისტიკა არ არსებობს. ზემოთ აღწერილიდან გამომდინარე, შეგვიძლია საფუძვლიანად ვივარაუდოთ, რომ STEM უნარებით მოსწავლეთა მხოლოდ მცირე ნაწილის აღჭურვა ხდება. აღწერილი პრობლემიდან გამომდინარე, მნიშვნელოვანია შემუშავდეს ერთიანი STEM კონცეფცია და დაინერგოს საქართველოს ზოგადსაგანმანათლებლო სკოლებში ფორმალური სწავლების პროცესში, რაც თავისთავად გულისხმობს ყველა მოსწავლის ჩართვას STEM პროექტების განხორციელების პროცესში და საკვანძო უნარების გამომუშავებას.

პროექტი STEM-UPD

ზემოთ აღწერილი გამოწვევების საპასუხოდ იაკობ გოგებაშვილის სახელობის სახელმწიფო უნივერსიტეტის განათლების მეცნიერებათა ფაკულტეტის გუნდის მიერ შემუშავდა სტრატეგიული გეგმა. დასახული სტრატეგია განხორციელდა ინოვაციურობის, ინკლუზიურობისა და ხარისხის პროექტის I2Q - საქართველო I2Q (WB)“ (CIF) ფარგლებში დაფინანსებული საგრანტო პროექტის „STEM კონცეფცია მასწავლებლის მომზადების საგანმანათლებლო საუნივერსიტეტო პროგრამების განვითარებისთვის” ფარგლებში, რომელიც იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტთან (საქართველო) ერთად განახორციელა აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტმა (საქართველო). პროექტის პარტნიორები

არიან შპს „სთიმითი“ (საქართველო) და კოპერნიკის სამეცნიერო ცენტრი (პოლონეთი). გუნდმა პრიორიტეტად მიიჩნია კურიკულუმების ინოვაციური მიდგომებით გაძლიერება და მატერიალური აღჭურვა, კვლევითი საქმიანობის მხარდაჭერა, ადამიანური რესურსის გადამზადება. ყოველივე ეს გრძელვადიან პერსპექტივაში განაპირობებს უმაღლესი საგანმანათლებლო პროგრამების დახვეწა-განვითარებას შრომის ბაზრის მოთხოვნების შესაბამისად, მოქმედ და მომავალ მასწავლებელთა გადამზადებას STEM მიდგომის ფორმალურ განათლებაში დანერგვის თვალსაზრისით და სასწავლო ინფრასტრუქტურის გაუმჯობესებას, სკოლებში სწავლა-სწავლების ხარისხის ამაღლების და მომავალ მასწავლებელთა პრაქტიკის ეფექტურად და ეფექტიანად განხორციელებას სკოლებში.

პროექტი ინოვაციურია და უნიკალური, რომელიც ითვალისწინებს მოქმედ და მომავალ მასწავლებლებში STEM ინტეგრირებული მიდგომის ფორმალურ განათლებაში დანერგვის მატერიალურ და მეთოდურ მხარდაჭერას. უნივერსიტეტების ბაზებზე შეიქმნა STEM ლაბორატორიები ფაბრიკაციისა და ელექტროინჟინერიის კომპონენტებით და STEAM საგანმანათლებლო ნაკრებებით, შემუშავდა ინოვაციური სატრენინგო მოდული, შეიქმნა მეთოდური გზამკვლევი, შემუშავდა ახალი STEM სასწავლო კურსები. პროექტის განმახორციელებელი გუნდის მიერ შესწავლილ იქნა საპილოტე სკოლების მზაობა STEM მიდგომის დანერგვისთვის ადამიანური, მეთოდური და მატერიალური თვალსაზრისით, რომლის ფარგლებშიც ჩატარდა რაოდენობრივი და თვისებრივი კვლევა მოქმედ და მომავალ მასწავლებლებთან და სკოლის დირექტორებთან. STEM საგნების სასკოლო სახელმძღვანელოებსა და საგნობრივ სტანდარტებზე დაყრდნობით შეირჩა სასწავლო რესურსი და საპილოტედ შერჩეული, კახეთისა და იმერეთის რეგიონების 22 საპილოტე სკოლა აღიჭურვა STEAM საგანმანათლებლო ნაკრებებით, ფაბრიკაციისა და ელექტროინჟინერიის ლაბორატორიით, ფორმალურ განათლებაში დაინერგა STEM მიდგომა და ამავდროულად, ხელი შეეწყო სკოლებში STEM საუნივერსიტეტო კურსის ფარგლებში სტუდენტთა ჩაშენებულ პრაქტიკას. სახელმძღვანელოებისა და სტანდარტის მოკვლევის საფუძველზე შეირჩა 5 განსხვავებული შინაარსის სატრენინგო თემატიკა, რომელზე დაფუძნებითაც კომპანია „სთიმითის“ მიერ შეიქმნა STEAM საგანმანათლებლო ნაკრებები (ანიმასკოპი, ეკოინჟინერია, ნოტოტრონი, ამინდის სადგური, ნეიროინჟინერია) და საგაკვეთილო სცენარები, რომლებიც გამოყენებული იქნა სატრენინგო მოდულში და მასწავლებელთა მიერ დაინერგა საპილოტე სკოლებში. თითოეული ნაკრები კომპლესურია და მოითხოვს საგანთაშორის ინტეგრირებას და მოსწავლეს უყალიბდება STEM უნარები (ცხრილი 1) და საგნობრივი ცოდნა (ცხრილი 2.)

ცხრილი 1.

ეკოინჟინერია	კვლევითი, ლოგიკურად მსჯელობის, ინტერდისციპლინური კავშირების დამყარების უნარები, მონაცემთა შეგროვება და ანალიზი, სიდიდეებს შორის წრფივი დამოკიდებულებების ამოცნობა, გაანალიზება; ალგორითმული აზროვნება, საინჟინრო და ტექნოლოგიური უნარები; კრიტიკულ-ანალიტიკური, გუნდური მუშაობის უნარები, პრობლემის გადაჭრის უნარები;
ნეიროინჟინერია	
ანიმასკოპი	
ამინდის სადგური	
ნოტოტრონი	

ცხრილი 2.

ეკოინჟინერია	ენერგიის სხვადასხვა წყაროს დახასიათება, ელექტრული წრედის აწყობა, ენერგიის გარდაქმნის მაგალითების დასახელება და აღწერა; განახლებადი ენერგიის წყაროების დახასიათება და მათ მნიშვნელობაზე მსჯელობა, გეომეტრიული ფორმების ამოცნობა, აღწერა;
ნეიროინჟინერია	ნერვული სისტემის აგებულებისა და ფუნქციის დახასიათება, ცხიმების

	მნიშვნელობა ადამიანის ორგანიზმისთვის, ელექტრული წრედის აწყობა, ელექტრული დენის დახასიათება, მუხტის მიერ ელექტროსტატიკური ველის წარმოქმნისა და ველის მახასიათებელი არამეტრების შესახებ მსჯელობა;
ანიმასკოპი	ვიზუალური პროგრამირების გარემოში სხვადასხვა საგნობრივ შინაარსთან დაკავშირებული ანიმაციიების შექმნა; გეომეტრიული გარდაქმნების დემონსტირება; ენერგიის სხვადასხვა წყაროს დახასიათება, ელექტრული წრედის აწყობა, ენერგიის გარდაქმნის მაგალითების დასახელება და აღწერა;
ამინდის სადგური	ამინდსა და კლიმატზე მსჯელობა, მოდიფიკაციური ცვალებადობის გავლენა ეკოლოგიური ფაქტორების მოქმედებასთან დაკავშირება, წყლის ფიზიკურ და ქიმიურ თვისებებზე მსჯელობა, ატმოსფერულ წნევაზე, ტემპერატურასა და ფარდობით ტენინობაზე მსჯელობა.
ნოტოტრონი	შეგრძნების ორგანოების სტრუქტურისა და ფუნქციის აღწერა, გარემოში ბგერის გავრცელების მექანიზმის ახსნა, ატომის აღნაგობა და ქიმიური ბმები, პროპორციული დამოკიდებულებების დადგენა და ანალიზი, კუთხისა და წრის დახასიათება, მუსიკალური ინსტრუმენტები ევროპისა და სამხრეთ ამერიკის ფლორის მიხედვით

პროექტის ფარგლებში შემუშავებული ტრენინგ-მოდულით გრძელვადიანი გადამზადება გაიარა 160 მდე მოქმედმა და მომავალმა მასწავლებელმა, რომელთაც 5 თვის განმავლობაში, თესაუს და აწსუს ბაზებზე შექმნილ STEM ლაბორატორიებში გაიარეს 30 საათიანი ტრენინგ მოდული. მონაწილეებმა ტრენინგების განმავლობაში იმუშავეს როგორც პრაქტიკულად, ასევე თეორიულად: ააწყეს ზემოთაღწერილი STEAM ნაკრები, თითოეული დაუკავშირეს ეროვნული სასწავლო გეგმით გათვალისწინებულ გრძელვადიან მიზნებსა და სასწავლო შინაარსს, განიხილეს ფორმალურ განათლებაში STEM მიდგომის დანერგვის მეთოდური ასპექტები და შეთავაზებული ნაკრებების მიხედვით დაგეგმეს ორიგინალური STEM საგაკვეთილო სცენარები. პროექტის განმახორციელებელი ჯგუფის მიერ მომზადებული საუნივერსიტეტო კურსი „STEM კონცეფცია სწავლა-სწავლების პროცესში“ 2024-2025 სასწავლო წლის გაზაფხულისა (თესაუ) და 2025-2026 სასწავლო წლის შემოდგომის (აწსუ) სემესტრში დაინერგა. სტუდენტებმა კურსის ფარგლებში ჩაშენებულ პრაქტიკა კი გაიარეს საპილოტე სკოლებთან თანამშრომლობით. კერძოდ, საპილოტე სკოლის მასწავლებლებთან და ტრენერებთან ერთად ჩართულნი იყვნენ STEM საგაკვეთილო სცენარების შემუშავებისა და დანერგავის პროცესში. შესაბამისად, სტუდენტებს შესაძლებლობა ჰქონდათ სასწავლო პროცესის დაგეგმვასა და წარმართვაში ჩართულიყვნენ აქტიურად ჩაშენებული პრაქტიკის კომპონენტის ფარგლებში.

საინტერესო სიახლე და ამავდროულად გამოწვევა აღმოჩნდა STEM საგაკვეთილო სცენარების დაგეგმვა და დანერგვა სასწავლო პროცესში. პროექტის ფარგლებში შემუშავდა მეთოდური თემატური ჩარჩო-შაბლონი (ცხრილი 3), რომელიც შეთავაზებულ იქნა პროექტის მონაწილეებთან. აღნიშნული მეთოდური თემატური ჩარჩო-შაბლონი ორი ძირითადი კომპონენტისგან შედგება:

1. მიზნების რუკა, რომელშიც წარმოდგენილია თითოეული საგნის საგნობრივ სტანდარტთან კავშირი - რომელი გრძელვადიან მიზნები მუშავდება კონკრეტულ ნაკრებზე მუშაობით, რა სასწავლო შინაარსი მუშავდება (თემა და სავარაუდო საკითხები) და შესაბამისად, თემის ფარგლებში შედეგების მიღწევის რომელი ინდიკატორები მუშავდება გრძელვადიან მიზნებთან მიმართებით;
2. აქტივობების განაწილება საგნების მიხედვით, რომელშიც აღწერილია აქტივობების შესაბამისი მეთოდები, სასწავლო რესურსი და მასწავლებლისთვის სასარგებლო სხვა პრაქტიკული მეთოდური ჩანაწერი.

ცხრილი 3. მეთოდური თემატური ჩარჩო-შაბლონი STEAM საგაკვეთილო სცენარების დასაგეგმად

სკოლა -				
კლასი -	ნაკრები -	საგანი 1	საგანი 2	საგანი 3
კავშირი ეროვნულ სასწავლო გეგმასთან	სამიზნე ცნება			
	შედეგი			
	ინდიკატორ(ებ)ი			
აქტივობები საგნების მიხედვით:				

აქტივობების დაგეგმვის დროს ყურადღება ექცევა STEM მიდგომის დანერგვის ძირითად კონცეფციებს, როგორიცაა მაგალითად, ინტეგრირებული მიდგომა, კომპლექსურობა, ყოფით რეალობასთან დაკავშირება. პროექტში მონაწილე თითოეულ საპილოტე სკოლაში, ადმინისტრაციასთან შეანხმებით, საგაკვეთილო ცხრილის ცვლილების ხარჯზე დაიგეგმა STEM დღე, რაც გულისხმობს, რომ ერთ სასწავლო დღეს ტარდება STEAM ნაკრებებთან დაკავშირებული გაკვეთილები, მაგალითად, „ეკოინჟინერიის“ ნაკრებთან დაკავშირებული აქტივობები ტარდება ერთმანეთის მიყოლებით ნაკრებთან დაკავშირებული საგნების მიხედვით. ამგვარი მიდგომა ხელს უწყობს სასწავლო პროცესში პროექტული სწავლების ეფექტურად დანერგვას - მოსწავლეები ერთი საერთო თემატიკის ირგვლივ მუშაობენ რამდენიმე გაკვეთილის განმავლობაში და განიხილავენ სხვადასხვა საგნობრივ ჭრილში. პროექტში მონაწილე თითოეული საპილოტე სკოლის ადმინისტრაციამ და STEM საგნების მასწავლებლებმა, პროექტის ინოვაციური მიდგომის მიხედვით, ცვლილება შეიტანეს საგაკვეთილო განრიგსა და სასკოლო კურიკულუმში.

ამრიგად, დასკვნის სახით შეიძლება ჩამოყალიბდეს, STEM მიდგომა აუცილებელია თანამედროვე საგანმანათლებლო მოთხოვნებთან ადაპტაციისთვის, განსაკუთრებით კრიტიკული აზროვნების, კვლევითი და საინჟინრო უნარების განვითარების თვალსაზრისით. საერთაშორისო გამოცდილება ცალსახად მოწმობს, რომ STEM განათლების ინტეგრირება სისტემურ დონეზე ზრდის სწავლების ხარისხს და ამცირებს დისბალანსს შრომის ბაზარზე. საქართველოში STEM სწავლება ფართოდ გავრცელებულია არაფორმალურ სექტორში, რაც შემზღუდავია მასშტაბურობისა და ხელმისაწვდომობის თვალსაზრისით. პროექტი STEM-UPD წარმოადგენს პირველ მასშტაბურ ინტერვენციას, რომელმაც ფორმალურ განათლებაში STEM სწავლების პირდაპირი ინტეგრაცია უზრუნველყო. მასწავლებელთა კვალიფიკაციის ამაღლება, ლაბორატორიების შექმნა და სასწავლო რესურსების განახლება მნიშვნელოვნად ზრდის სწავლების ეფექტიანობას. პარტნიორობა უნივერსიტეტებს, სკოლებსა და საგანმანათლებლო ორგანიზაციებს შორის კრიტიკული ფაქტორია STEM ეკოსისტემის ჩამოყალიბებისთვის. პროექტის შინაარსიდან გამომდინარე, რეკომენდაციები ჩამოყალიბდა რამდენიმე მიმართულებით:

პოლიტიკის დონეზე: შემუშავდეს ეროვნული STEM კონცეფცია ფორმალურ განათლებაში სრულად ინტეგრაციისთვის; STEM კომპონენტი ჩაშენდეს მასწავლებლის მომზადების ყველა პროგრამაში; წახალისდეს სკოლებს შორის ქსელური თანამშრომლობა და საუკეთესო პრაქტიკების გაზიარება.

სკოლის დონეზე: დაინერგოს STEM დღეები, ინტერდისციპლინარული პროექტები და მრავალმხრივი სწავლის ფორმატები; გაძლიერდეს მასწავლებელთა პროფესიული განვითარების შიდა მექანიზმები; შეიქმნას მდგრადი STEM ლაბორატორიები და ხელმისაწვდომი გარემო.

უნივერსიტეტებისთვის: გააქტიურდეს STEM კურსების განვითარება და სკოლებთან პრაქტიკული პარტნიორობა; ჩაშენებული პრაქტიკა გახდეს სტუდენტების სწავლების ბირთვი STEM კურსებში.

მასწავლებლებისთვის: გამოიყენონ ინტეგრირებული, პროექტზე და პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლების მეთოდები; განივითარონ საგნობრივი და ციფრული კომპეტენციები STEM რესურსებთან მუშაობისთვის; უზრუნველყონ მოსწავლეთა ჩართულობა კვლევით, შემოქმედებით და საინჟინრო გამოწვევებში.

ლიტერატურა:

Berry, A., Carpendale, J., & Mulhall, P. (2025). Understanding Secondary Inservice Teachers' Perceptions and Practices of Implementing Integrated STEM Education. Education Sciences, 15(2), 255. https://doi.org/10.3390/educsci15020255

Deehan, J., Danaia, L., Redshaw, S., Dealtry, L., Gersbach, K., & Bi, R. (2024). STEM in the classroom: a scoping review of emerging research on the integration of STEM education within Australian schools. The Australian Educational Researche, 51, 1–24. https://doi.org/10.1007/s13384-024-00691-7

EU Stem Coalition. (n.d.). MINTvernetzt. https://www.stemcoalition.eu/members/mintvernetzt

Halawa, S., Lin, TC. & Hsu, YS. (2024). Exploring instructional design in K-12 STEM education: a systematic literature review. IJ STEM Ed, 11, 43. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00503-5

Lavonen, J., & Park, D. Y. (2023). Finnish Middle School Curriculum of STEM Subjects Emphasizes PISA and Transversal Competences. in J V Clark (ed.), STEM Education in Underserved Schools : Promoting Equity, Access, and Excellenc, Baltimore: Johns Hopkins University Press, pp. 135-161. https://helda.helsinki.fi/items/650f4291-ff30-47d4-921e-60df47e1da00

Liu, J., Aziku, M., Qiang, F., & Zhang, B. (2024). Leveraging professional learning communities in linking digital professional development and instructional integration: evidence from 16,072 STEM teachers. International Journal of STEM Education, 2024, 11, 56. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00513-3

Next Generation Science Standards. (n.d.). Improving Science Education Through Three-Dimensional Learning, https://www.nextgenscience.org/

Siemens Stiftung (2025). STEM education in Germany - Reshaping teaching and learning. https://www.siemens-stiftung.org/en/foundation/education/stem-education-in-germany

Tissington, S. (2019). Learning with and through Phenomena: An explainer on Phenomenon Based Learning. https://helpfulprofessor.com/wp-content/uploads/2020/02/Learning-with-and-through-Phenomena-2019.pdf

U.S. Department of Education. (2025). You Belong in STEM. https://www.ed.gov/about/initiatives/you-belong-stem

Implementing the STEM Approach in Formal Education and the STEM-UPD Project

Bagatrishvili Natela
Iakob Gogebashvili Telavi State University, Telavi
Gigauri Ana
Iakob Gogebashvili Telavi State University, Telavi
Modebadze Nino
Iakob Gogebashvili Telavi State University, Telavi
Sidamonidze Maka
Iakob Gogebashvili Telavi State University, Telavi

Abstract

The article examines the necessity of implementing the STEM approach and the practical challenges of introducing it in formal education, based on a comparative analysis of international experience and the realities of Georgia. International practice shows that integrated STEM instruction strengthens students' critical thinking, research, and engineering skills; supports learning grounded in real-world contexts; and ensures the preparation of qualified personnel for the labor market. In Georgia, STEM activities are mainly carried out in non-formal education, which results in the participation of only a small portion of students.

In response to these challenges, the STEM-UPD project was implemented through a partnership between Iakob Gogebashvili Telavi State University and Akaki Tsereteli State University. The aim of the project is to embed the STEM approach into the curriculum, provide professional development for teachers, establish a network of STEM laboratories, and introduce practical STEM learning in formal education. Within the framework of the project, new university-level STEM courses were developed, approximately 160 in-service and pre-service teachers were trained through a 30-hour module, and 22 pilot schools were equipped with STEAM kits and laboratories.

The planned and implemented STEM scenarios, methodological frameworks, and the practice of "STEM Days" significantly facilitated the integration of interdisciplinary, project-based learning into the instructional process. The STEAM kits ("Ecoengineering," "Animascope," "Nototron," "Neuroengineering," and "Weather Station") support the practical application of theoretical knowledge, the development of multidisciplinary skills, and a strong alignment with the objectives of the national curriculum.

The article shows that the successful implementation of the STEM approach requires continuous professional support for teachers, a stronger role for universities, and systemic changes at the school level. The STEM-UPD project represents an important step toward institutionalizing STEM education in Georgia.

Keywords: *STEM-UPD project; teacher professional development; STEM approach in formal education.*