

# მათემატიკური მეცნიერებები

## დარგობრივი დოკუმენტი – სამუშაო ვარიანტი

### 1. შესავალი

დარგობრივი დოკუმენტის მიზანია:

- ხელი შეუწყოს ეროვნულ და საერთაშორისო დონეზე გასაგები კურიკულუმის შემუშავებას და/ან დანერგვას;
- განსაზღვროს მინიმალური სტანდარტი, რაც უზრუნველყოფილი უნდა იყოს კვალიფიკაციის პირველ საფეხურზე ნებისმიერი მათემატიკური პროფილის მქონე პროგრამის მიერ.
- ხელი შეუწყოს ხარისხის უზრუნველყოფის ამაღლებას.

დარგობრივ დოკუმენტში არსებითად გამოყენებულია:

- ევროპულ « თუნინგის » პროექტში მათემატიკის ჯგუფის მიერ შემუშავებული რეკომენდაციები, რომლებიც შეიქმნა ბოლონის პროცესის რეალიზაციის კონტექსტში მათემატიკის დარგში ევროპული საგანმანათლებლო პროგრამების დაახლოების მიზნით;
- თუნინგის ცნობილი ანალოგის - დიდი ბრიტანეთის ხარისხის უზრუნველყოფის სააგენტოს, ე.წ. subject benchmark statement, მათემატიკის დარგში;
- « თუნინგის » კომპეტენციების კითხვარის საფუძველზე დაინტერესებულ მხარეებთან გამართული კონსულტაციები.

### 2. დარგობრივი სფეროს აღწერა

მათემატიკა წარმოიშვა უძველეს ცივილიზაციებში პრაქტიკული ხასიათის ამოცანების გადაწყვეტის საჭიროებებიდან გამომდინარე. საუკუნეების მანძილზე დარგმა განიცადა ევოლუცია, კონკრეტული ეპოქის მოთხოვნის შესაბამისად, პრობლემების გადაწყვეტისათვის საჭირო მიდგომების დამუშავების, ამოცანებისა და მათი ამოხსნის მეთოდების განზოგადებისა და აბსტრაგირების გზით. დარგის თანამედროვე განვითარების მაჩვენებელია მისი საყოველთაოდ აღიარებული მიდევნები და მათემატიკის გამოყენების არეალის გაფართოება მეცნიერებისა და ტექნოლოგიების ტრადიციული სფეროების გარეთ.

მათემატიკას ტრადიციულად მნიშვნელოვანი ადგილი ეთმობოდა და იგი დღესაც ფართოდ არის წარმოდგენილი მეცნიერების სხვა დარგების პროგრამების კურიკულუმებში, მაგალითად, როგორცაა ეკონომიკა და ბიზნესი, კომპიუტერული, საბუნებისმეტყველო, საინჟინრო მეცნიერებები.

მათემატიკის აბსტრაქტული ბუნების გამო, მისი დაუფლება ხელს უწყობს ისეთი უნარ-ჩვევების განვითარებას, რაც ღირსეულად არის დაფასებული ადამიანის მოღვაწეობის იმ სფეროებში, სადაც საჭიროა ანალიტიკური აზროვნება, პრობლემის მოდელირება/გაანალიზება, (განსჯა/განხილვა), მონაცემების საფუძველზე დასკვნის გაკეთება და გადაწყვეტილების მიღება. მათემატიკის საბაკალავრო პროგრამის კურსდამთავრებულთა ნაწილი სწავლას აგრძელებს მაგისტრატურაში ძირითადად მათემატიკური და ეკონომიკური პროფილის პროგრამებზე. მათემატიკის პროგრამის კურსდამთავრებულები ტრადიციულად მოღვაწეობენ მეცნიერების, განათლების, საინფორმაციო ტექნოლოგიების, ეკონომიკისა და ბიზნესის სფეროში.

### 3. საგანმანათლებლო პროგრამები

#### 3.1. სწავლის შედეგი

საგანმანათლებლო პროგრამის კურსდამთავრებულს უნდა გააჩნდეს ზოგადი და დარგობრივი კომპეტენციები. სწავლის შედეგების ჩამოყალიბება ზოგადი და დარგობრივი კომპეტენციების ტერმინებში მოსახერხებელია და აღნიშნული ტერმინოლოგიის გამოყენება ხელს უწყობს საგანმანათლებლო პროგრამის ადვილად კითხვადობას ეროვნულ და საერთაშორისო დონეზე, ადვილად აღიქმება პოტენციური დამსაქმებლების მიერ. ქვემოთ მოცემულია კომპეტენციათა ის მინიმალური ჩამონათვალი, რომელიც უზრუნველყოფილი უნდა იყოს მათემატიკური პროფილის მქონე ნებისმიერი საგანმანათლებლო პროგრამის მიერ.

შესაძლებელია რომელიმე კონკრეტულმა საგანმანათლებლო პროგრამამ უფრო მეტი კომპეტენცია გამოუმუშავოს კურსდამთავრებულს ვიდრე ეს ქვემოთ არის მოცემული.

### **3.1.1. დარგობრივი კომპეტენციები**

#### **3.1.1.1. ცოდნა და გაცნობიერება**

1. მათემატიკის ფუნდამენტური კონცეფციების, პრინციპების და თეორიების ცოდნა;
2. ფორმალური განსაზღვრებების შემოღების და მათი გამოყენების უნარი;
3. მათემატიკურ მეცნიერებათა სხვადასხვა დარგებიდან საკვანძო თეორემების ჩამოყალიბება და დამტკიცება;
4. მათემატიკური გამოთვლებისათვის აუცილებელი სპეციალიზებული პროგრამული პაკეტის/დაპროგრამების ენის ცოდნა;
5. "ელემენტარული მათემატიკის" გაღრმავებული ცოდნა.

#### **3.1.1.2. ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენება / პრაქტიკული უნარები**

1. დამტკიცების აღქმის და ლოგიკური მათემატიკური მსჯელობის უნარი მოცემულობების, დაშვებების და დასკვნების მკაფიო იდენტიფიკაციით;
2. მკაცრი დამტკიცებების აგების უნარი;
3. რეალური სამყაროს მოვლენების მათემატიკური მოდელირების უნარი;
4. მათემატიკური ტექნიკის გამოყენების უნარი ამოცანათა ამოსახსნელად:
  - 4.1. ამოცანათა ამოსხნის მეთოდების ჩამოყალიბების და ანალიზის უნარი;
  - 4.2. ამოცანის ამონახსნის თვისებათა ანალიზისა და გამოკვლევის უნარი;
  - 4.3. ანალიზური/სიმბოლური და რიცხვითი მეთოდების, აგრეთვე შესაბამისი გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენება ამოცანათა ამოსახსნელად.

### **3.1.2. ზოგადი კომპეტენციები**

1. აბსტრაქტული აზროვნების, ანალიზისა და სინთეზის უნარი;
2. პრობლემის იდენტიფიცირების, დასმისა და გადაწყვეტის უნარი;
3. გააზრებული გადაწყვეტილების მიღების უნარი;
4. საინფორმაციო და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენების უნარი სხვადასხვა წყაროდან ინფორმაციის მოძიების, დამუშავების და სათანადო დონეზე პრეზენტაციის მიზნით;
5. მსჯელობისა და მისგან გამომდინარე დასკვნების ნათლად, ზუსტად და ადრესატისათვის მისაღები ფორმით მიწოდების უნარი, როგორც ზეპირად ისე წერილობით;
6. დამოუკიდებლად მუშაობის უნარი;

### **3.2. სწავლის შედეგის მიღწევის დონე**

ზოგადი და დარგობრივი კომპეტენციების ტერმინებში ჩამოყალიბებული სწავლის შედეგი საკმაოდ ფართოა და მოითხოვს დაკონკრეტებას. ამ მიზნის მიღწევის ერთ-ერთ ინსტრუმენტს წარმოადგენს სწავლის შედეგის მიღწევის დონის დაზუსტება. შესაძლებელია საგანმანათლებლო პროგრამაში განსაზღვრული იყოს სწავლის შედეგის მიღწევის რამდენიმე დონე; რაც უფრო მაღალია დონის ნომერი, მით უფრო მკაცრდება მოთხოვნები. ყოველი სასწავლო კურსისთვის მითითებული უნდა იყოს თუ რა დონეზე მიიღწევა სწავლის შედეგი.

პირველი დონის მიღწევა გულისხმობს:

- (ა) მათემატიკური სასწავლო კურსების ძირითადი თეორემების და მათი დამტკიცებების გაცნობიერებას;
- (ბ) სტუდენტისთვის ცნობილი არატრივიალური ამოცანების მსგავსი ამოცანების ამოსხნის უნარს;
- (გ) არამათემატიკურად ჩამოყალიბებული მარტივი ამოცანების ამოსხნის მიზნით მათი მათემატიკურ ტერმინებში ფორმულირების უნარს;
- (დ) გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით სტუდენტისთვის ცნობილი ამოცანების მსგავსი ამოცანების ამოსხნის უნარს.

მეორე დონის მიღწევა გულისხმობს:

- (ა) სტუდენტისათვის ნაცნობი მათემატიკური შედეგების არაიდენტური, მაგრამ მათთან ცხადად დაკავშირებული დებულებების დამოუკიდებლად დამტკიცების უნარს;

- (ბ) არამათემატიკურად ჩამოყალიბებული საშუალო სირთულის ამოცანების ამოხსნის მიზნით მათი მათემატიკურ ტერმინებში ფორმულირების უნარს;
- (გ) ისეთი მათემატიკური ამოცანების ამოხსნის უნარს, რომლებიც სტანდარტული მიდგომის ფარგლებში გარკვეული ორიგინალობის გამოვლენას მოითხოვს;
- (დ) მარტივი არამათემატიკური მოვლენებისა და პროცესების აღწერისა და ახსნის მიზნით მათი მათემატიკური მოდელის აგების უნარს;
- (ე) გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებით სტუდენტისთვის ცნობილი ამოცანების არაიდენტური მაგრამ მათთან ცხადად დაკავშირებული ამოცანების ამოხსნის უნარს.

### 3.3. შინაარსი

საგანმანათლებლო პროგრამის უმნიშვნელოვანეს კომპონენტს წარმოადგენს სასწავლო კურსები, რომლებიც განსაზღვრავს თუ კონკრეტულად რა უნდა ისწავლოს სტუდენტმა. მათემატიკურ საგანმანათლებლო პროგრამათ დაახლოების მიზნით თუნიზის პროექტის ექსპერტები (თუნიზის პროექტი) იძლევიან შემდეგ რეკომენდაციებს:

“ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი ევროპაში მათემატიკური ხარისხების საერთო ჩარჩოსათვის არის ის, რომ ყველა პროგრამას აქვს მსგავსი, მაგრამ არა იდენტური სტრუქტურა. სხვა მნიშვნელოვანი კომპონენტია შეთანხმება საერთო საბაზო ჩარჩო კურიკულუმზე, რომელიც უშვებს გარკვეულ ლოკალური თავისუფლების ხარისხს..“;

“ფაქტობრივად (ექსპერტთა) ჯგუფი სრულად თანხმდება იმაზე, რომ პროგრამები შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს საერთო ჩარჩო კურიკულუმის გარდა (მაგალითად აქცენტი გააკეთონ წმინდა (pure) მათემატიკის მიმართულებით, ან ბიზნესსა და ფინანსებში ალბათობა-სტატისტიკის გამოყენების, ან სკოლის პედაგოგების მომზადების მიმართულებით)”

თუნიზის პროექტის ფარგლებში ევროპელი ექსპერტები იძლევიან რეკომენდაციას თუ რისგან უნდა შედგებოდეს “ჩარჩო კურიკულუმი”. აქედან გამომდინარე სასურველია, მათემატიკური პროფილის პროგრამის კურსდამთავრებულს გააჩნდეს ცოდნა მათემატიკის შემდეგ დარგებში: ერთი და მრავალი ცვლადის დიფერენციალური და ინტეგრალური აღრიცხვა; ალგებრა; გეომეტრია; ალბათობის თეორია და მათემატიკური სტატისტიკა; რიცხვითი ანალიზი; დიფერენციალური განტოლებები; კომპლექსური ცვლადის ფუნქციები; დისკრეტული მათემატიკა.

უნდა ხაზგასმით აღინიშნოს, რომ ზემოთ მოყვანილი სია არ წარმოადგენს სასწავლო კურსების ჩამონათვალს და, მით უმეტეს, არც კურიკულუმს.

### 3.4. პროგრამის პროფილი

საბაკალავრო პროგრამების დასახელებებია:

- მათემატიკური მეცნიერებები;
- წმინდა მათემატიკა;
- გამოყენებითი მათემატიკა.

მათემატიკის საგანმანათლებლო პროგრამები მრავალფეროვანია. შესაძლებელია პროგრამამ მისცეს სტუდენტს ინტერდისციპლინური განათლების მიღების შესაძლებლობა. ამის კლასიკურ მაგალითს წარმოადგენს მათემატიკის საგანმანათლებლო პროგრამების დაწყვილება განათლების მეცნიერებებთან, რაც სკოლის პედაგოგების მომზადების საშუალებას იძლევა.

მათემატიკური პროფილის პროგრამებს აერთიანებს “ჩარჩო კურიკულუმი”, სწავლის შედეგები და სწავლის შედეგის მიღწევის დონე. აღსანიშნავია, რომ პროგრამათა გამაერთიანებელი ნიშნები საკმაოდ ზოგადია, და აქედან გამომდინარე ერთმანეთისგან განსხვავებული ერთი-დაიგივე პროფილის მრავალფეროვანი პროგრამების აგება შეიძლება; კერძოდ პროგრამის მიზნებიდან გამომდინარე დგინდება თუ რომელ სწავლის შედეგებზე და რომელ საგნებზე უნდა გაკეთდეს ფოკუსირება ყოველ კონკრეტულ პროგრამაში.

**წმინდა მათემატიკა** განეკუთვნება ე.წ. “თეორიაზე დაფუძნებულ” პროგრამათა ტიპს. ამ პროფილის პროგრამისთვის მნიშვნელოვანია მკაცრი დამტკიცებების აგების უნარის გამომჟღავნება. კურსდამთავრებულებს უნდა ჰქონდეთ ისეთი უნარები, რომელიც დაკავშირებულია ფორმალური თეორიების შემუშავებასთან, საზოგადოდ პრობლემის გადაწყვეტასთან აბსტრაგირებისა და ლოგიკურად არგუმენტირებული მსჯელობის ჩათვლით. შეიძლება ასეთი პროგრამა ფოკუსირებული იყოს კონკრეტულ არეზე, მაგალითად როგორცაა ალგებრა, ანალიზი, გეომეტრია, რიცხვთა თეორია, მათემატიკური ლოგიკა, დიფერენციალური განტოლებები, უწყვეტი გარემოს მექანიკა, ალბათობის თეორია, სტატისტიკა და სხვა.

**გამოყენებითი მათემატიკა** განეკუთვნება ე.წ. “პრაქტიკაზე დაფუძნებულ” პროგრამათა ტიპს. ამ პროფილის პროგრამისთვის მნიშვნელოვანია პრობლემების გადასაწყვეტად მათემატიკური თეორიების და მეთოდების გამოყენების უნარის გამომჟღავნება; განსახილველი პრობლემა შეიძლება განეკუთვნებოდეს როგორც მათემატიკის რომელიმე ქვედარგს ასევე სხვა დარგებს, მაგალითად ფიზიკა, ქიმია, ბიოლოგია, ინჟინერია, ფინანსები, ეკონომიკა, ინფორმატიკა და სხვა. კურსდამთავრებულებს უნდა ჰქონდეთ ცოდნა აპროქსიმაციისა და მათემატიკური გამოთვლების შესახებ კომპიუტერული პროგრამებისა და შესაბამისი ალგორითმების გამოყენების უნარის ჩათვლით; უნდა შეეძლოთ მოდელირება, გააჩნდეთ მოდელის ანალიზის და დაფუძნების, მიღებული განტოლებების ამოხსნის და შედეგების ინტერპრეტაციის უნარი. შეიძლება ასეთი პროგრამა ფოკუსირებული იყოს კონკრეტულ არეზე, მაგალითად როგორცაა გამოთვლითი მათემატიკა, დიფერენციალური განტოლებები, უწყვეტი გარემოს მექანიკა, ალბათობის თეორია, სტატისტიკა და სხვა.

**მათემატიკური მეცნიერებები** განეკუთვნება ე.წ. შერეული ტიპის პროგრამას, რომელსაც აქვს როგორც “თეორიაზე დაფუძნებული” ისე “პრაქტიკაზე დაფუძნებული” პროგრამის ელემენტები.

#### **4. სწავლა, სწავლება და შეფასება**

მიდგომები, რომლებიც მათემატიკის სწავლის, სწავლებისა და შეფასების პროცესში გამოიყენება მრავალფეროვანია. იდეალურ შემთხვევაში გამოყენებული მეთოდი დამოკიდებულია კონკრეტულ დისციპლინაზე.

მათემატიკის სწავლების პროცესში ტრადიციულად გამოიყენება ისეთი ფორმები როგორცაა ლექცია, პრაქტიკული მეცადინეობა, სემინარი, საშინაო დავალება, კომპიუტერული ლაბორატორია, პრაქტიკა, პროექტი, საბაკალავრო ნაშრომი.

ზოგიერთი საგნის შესწავლისას სტუდენტებს წინასწარ ურიგდებათ შესასწავლი მასალა რომლის განმტკიცებაც ლექციაზე ხდება. ზოგიერთ შემთხვევაში მისაღებია ჩანაწერების გაკეთება უშუალოდ ლექციის მსვლელობის პერიოდში. პრაქტიკულ მეცადინეობებზე საგნის შესწავლა ხდება პრაქტიკული ამოცანების ამოსახსნელად თეორიის გამოყენების გზით. სემინარზე სტუდენტს საშუალება ეძლევა განიმტკიცოს ან შეავსოს ცოდნა შესასწავლი მასალის განხილვაში აქტიური მონაწილეობით. საშინაო დავალება სტუდენტის შეფასების და თვითშეფასების საშუალებას იძლევა, აგრეთვე განამტკიცებს დამოუკიდებლად მუშაობის უნარს. კომპიუტერული ლაბორატორია სტუდენტებს საშუალებას აძლევს პრაქტიკულად შეისწავლონ სპეციალიზებული პროგრამული პაკეტი ან დაპროგრამების ენა, აგრეთვე პრაქტიკულ ასპექტში დაინახონ მათემატიკური მეთოდები. პროექტი სრულდება ინდივიდუალურად ან ჯგუფურად, რაც შესაბამის უნარებს ანვითარებს. პროექტები და საბაკალავრო ნაშრომი, როგორც წესი, ეფექტურად გამოიყენება ცოდნის სინთეზისთვის, სხვადასხვა დისციპლინებში დაგროვილი ცოდნის უფრო რთული ამოცანების გადასაწყვეტად, აგრეთვე ვერბალური და წერილობითი კომუნიკაციის უნარის განვითარების მიზნით.

შეფასების ფორმა შეიძლება იყოს წერილობითი, ზეპირი ან კომბინირებული. სტუდენტის შეფასება შეიძლება ეყრდნობოდეს რამდენიმე კომპონენტს, მაგალითად ისეთებს როგორცაა საბოლოო გამოცდა, შუალედური გამოცდა, ტესტირება, პრაქტიკული ამოცანების ამოხსნა, კომპიუტერული პროგრამის შედგენა, პრეზენტაცია სემინარზე, პროექტის დაცვა.