

ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების (ICTs)  
უმალესი განათლების დარგობრივი მახასიათებელი

უმალესი განათლების I და II საფეხურები  
ეროვნული კვალიფიკაციების ჩარჩოს VI და VII დონეები

## ტერმინები და განმარტებები

### ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიები (ICTs)

ინფორმაციის და კომუნიკაციის ტექნოლოგიები არის ინფრასტრუქტურა და კომპონენტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ თანამედროვე გამოთვლებს (კომპიუტინგს). IC ტექნოლოგიების, ინსტრუმენტების და სისტემების მიზანია გააუმჯობესოს მონაცემების და ინფორმაციის შექმნის, დამუშავების და ურთიერთგაცვლის საშუალებები. ასევე დაეხმაროს ადამიანებს გააუმჯობესონ თავიანთი შესაძლებლობები სხვადასხვა სფეროში, მათ შორის ბიზნესში, განათლებაში, მედიცინაში და რეალურ სამყაროში პრობლემების გადაჭრაში; ასევე სპორტთან, მუსიკასთან, კინომატოგრაფიასთან და დასვენებასთან დაკავშირებულ აქტივობებში.

### კომპიუტინგი ინფორმატიკა

ინფორმატიკა არის გამოთვლითი სისტემების შესწავლა. ACM ევროპის საბჭოსა და Informatics Europe-ის თანახმად, ინფორმატიკა არის კომპიუტერული მეცნიერების და კომპიუტინგის, როგორც პროფესიის სინონიმი, რომელშიც ცენტრალური ცნება არის ინფორმაციის ტრანსფორმაცია. ზოგ შემთხვევაში ტერმინი „ინფორმატიკა“ შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა მნიშვნელობითაც, მაგ. სოციალური გამოთვლის კონტექსტში ან ბიბლიოთეკის მეცნიერების კონტექსტში.

ინფორმატიკა არის ბუნებრივი და ინჟინერული გამოთვლითი სისტემების სტრუქტურის, ქცევისა და ურთიერთქმედების შესწავლა. ინფორმატიკა სწავლობს ინფორმაციის წარმოდგენას, დამუშავებას და კომუნიკაციას ბუნებრივ და ინჟინერულ სისტემებში. მას აქვს გამოთვლითი, მემეცნიერებითი და სოციალური ასპექტები.

### კომპიუტერული მეცნიერება (CS)

კომპიუტერული მეცნიერება არის კომპიუტერებისა და გამოთვლითი სისტემების შესწავლა. იგი ფართო სფეროა, რომელიც მოიცავს ყველაფერს, დაწყებული ალგორითმებიდან, რომლებიც ქმნიან პროგრამულ უზრუნველყოფას, პროგრამული უზრუნველყოფის ურთიერთქმედებას აპარატურასთან და პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების სისწორეს და გამოყენებას. კომპიუტერული მეცნიერება იყენებს სხვადასხვა მათემატიკურ ალგორითმს, კოდირების პროცედურებს და საექსპერტო პროგრამირების შესაძლებლობებს კომპიუტერული პროცესების შესასწავლად და ახალი პროგრამული უზრუნველყოფისა და სისტემების შესაქმნელად.

კომპიუტერული მეცნიერების შესწავლის ძირითადი სფეროები მოიცავს ხელოვნურ ინტელექტს, კომპიუტერულ სისტემებს და ქსელებს, უსაფრთხოებას, მონაცემთა ბაზის სისტემებს, ადამიანის კომპიუტერთან ურთიერთქმედებას, კომპიუტერულ ხედვასა და გრაფიკას, რიცხვით ანალიზს, პროგრამირების ენებს, პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერიას, გამოთვლის თეორიას.

### პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია (SE)

პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია (SE) არის საინჟინრო დისციპლინა, რომელიც ორიენტირებულია პროგრამული არტეფაქტების შექმნასა და ისეთი მკაცრი მეთოდების შემუშავებასა და გამოყენებაზე, რომლებიც საიმედოდ შეასრულებენ მითითებულ ამოცანებს. ტერმინი "პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია" გამოიყენება პროფესიის სახელდებისთვის, რომელიც ბევრად უფროდ ფართო დასაქმებადია ვიდრე "პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია" როგორც აკადემიური დისციპლინა ან ხარისხი.

მიუხედავად იმისა, რომ პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერიაში აქცენტი კეთდება პროგრამული გადაწყვეტილებების შექმნაზე, ის უფრო მეტია ვიდრე დაპროგრამება. ხაზს

უსვამს, რომ ის იყენებს პროგრამული უზრუნველყოფის შესაბამის ტექნიკას კომპიუტერული მეცნიერების სფეროში შემუშავებული მოწინავე ალგორითმებთან და მონაცემთა სტრუქტურებთან შერწყმით. ძირითადი აქცენტი პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავებაში არის სანდო, უსაფრთხო და ადვილად გამოსაყენებელი პროგრამული სისტემების შემუშავება. პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინრები მონაწილეობენ ფართომასშტაბიანი მაღალი საიმედობისა და უსაფრთხო სისტემების შემუშავებაში ისეთი როგორცაა რთული საწარმოო სისტემები, სამრეწველო აპლიკაციები, ბიზნესის კრიტიკული სისტემები, სამედიცინო მოწყობილობები, ავტონომიური სატრანსპორტო სისტემები, და სამხედრო გადაწყვეტილებები.

### **ინფორმაციული ტექნოლოგიები (IT)**

ინფორმაციული ტექნოლოგია (IT) არის ურთიერთდაკავშირებული სფეროების ერთობლიობა, რომელიც მოიცავს კომპიუტერულ სისტემებს, პროგრამულ უზრუნველყოფას, პროგრამირების ენებს, მონაცემთა და ინფორმაციის დამუშავებას და შენახვას. IT არის ინფორმაციის და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების (ICT) ნაწილი. ყველა სახის ორგანიზაცია დამოკიდებულია ინფორმაციულ ტექნოლოგიებსა და გამოთვლით სისტემებზე, რომელიც სწორად და ეფექტურად უნდა მუშაობდეს, იყოს უსაფრთხო და შესაბამებოდეს ორგანიზაციის მიზნებსა და მომხმარებელთა საჭიროებებს. IT პროფესიონალებს უნდა შეეძლოთ გამოთვლითი პროდუქტების და სერვისების შერჩევა, მათი მუშა მდგომარეობაში მხარდაჭერა, განვითარება და მართვა გამოთვლითი ტექნოლოგიების მიმართებით ორგანიზაციის მიზნების მისაღწევად. ინფორმაციული ტექნოლოგიების დისციპლინის შესწავლის ობიექტია IT ინოვაციები, რომლებიც მოიცავენ ინფორმაციის მართვას, ინტეგრირებული სისტემების ტექნოლოგიებს, ქსელებს, პლატფორმაზე დაფუძნებულ ტექნოლოგიებს, სისტემის პარადიგმებს, პროგრამულ უზრუნველყოფას, სამომხმარებლო გამოცდილების დიზაინს, ვებ და მობილურ სისტემებს.

### **ინფორმაციული სისტემები (IS)**

ინფორმაციული სისტემები (IS) აქცენტს აკეთებს ინფორმაციის (მონაცემები კონკრეტული კონტექსტით) შეგროვებაზე, შენახვაზე, დამუშავებასა და გაანალიზება/ინტერპრეტაციაზე გადაწყვეტილების მიღების მხარდასაჭერად. ინფორმაციული სისტემების სფერო ასევე მოიცავს ინფორმაციის დამუშავების ჩაშენებას ორგანიზაციულ პროცედურებსა და სისტემებში, როგორც მიმდინარე შესაძლებლობები. ის ხაზს უსვამს ისეთი სისტემების აგების მნიშვნელობას, რომლებიც უზრუნველყოფენ ინფორმაციის მოხმარება/დამუშავების უწყვეტ გაუმჯობესებას. ინფორმაციული სისტემების კურსდამთავრებულებს აქვთ შესაბამისი ინფორმაციული სისტემის დაპროექტების, სისტემური აზროვნების, დაინტერესებული მხარეების ჩართულობის უზრუნველყოფის, მოდელირებისა და აბსტრაქციის უნარები, რაც მათ საშუალებას აძლევს იმუშაონ ბიზნეს ანალიტიკოსებად, საწარმოს არქიტექტორებად და საინფორმაციო სისტემების კონსულტანტებად სხვადასხვა ორგანიზაციული პრობლემების გადაჭრაში.

### **კიბერუსაფრთხოება (CSEC)**

კიბერუსაფრთხოება (CSEC) არის უაღრესად ინტერდისციპლინარული კვლევის სფერო. ძირითადად განიხილება უსაფრთხოება რვა სფეროში, მათ შორის მონაცემები, პროგრამული უზრუნველყოფა, კომპონენტები, კომუნიკაცია, სისტემა, ადამიანური, ორგანიზაციული და სოციალური.

კიბერუსაფრთხოებას ქმედითიანობის ფართო სპექტრი გააჩნია. კიბერუსაფრთხოების პროგრამის ყველა კურსდამთავრებულს ესაჭიროება როგორც ტექნიკური უნარ-ჩვევები, ასევე ბიზნეს აზროვნება, მენეჯერული აღქმა უსაფრთხოების დონის უზრუნველყოფისათვის,

ქმედების გაგებისათვის. კიბერუსაფრთხოების კურსდამთავრებულები მზადდებიან საქმიანობის ფართო სპექტრისთვის, მათ შორის საჯარო პოლიტიკის, შესყიდვების, ოპერაციების მართვის, რისკების მართვის, კვლევის, პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავების, IT უსაფრთხოების ოპერაციებისა და კორპორატიული მართვისთვის.

#### მონაცემთა მეცნიერება (DS)

მონაცემთა მეცნიერება (DS) არის კომპიუტინგის ახალი სფერო, რომელიც მჭიდრო კავშირშია მონაცემთა ანალიტიკისა და მონაცემთა ინჟინერიის სფეროებთან. მონაცემთა მეცნიერების ერთ-ერთი განმარტება არის "ფუნდამენტური პრინციპების ერთობლიობა, რომელიც მართავს მონაცემებიდან ცოდნის ამოღებას და მოიცავს პრინციპებს, პროცესებს და ტექნიკას მონაცემთა (ავტომატური) ანალიზის საშუალებით მოვლენების გასაგებად.

მონაცემთა მეცნიერების „კომპეტენციების ჩარჩო“, მოიცავს ცოდნის სფეროებს, რომლებიც წარმოადგენს მონაცემთა მეცნიერების ხარისხის მისანიჭებელი აკადემიური პროგრამების საფუძველს, რომელიც უზრუნველყოფს მაღალი დონის კომპეტენციებს, უნარებსა და მზაობას. ცოდნის სფეროები მოიცავს: გამოთვლების საფუძველებს, მონაცემთა მოპოვებას და მართვას, (გ) მონაცემთა კონტროლს, შენახვას და მოძიებას, მონაცემთა კონფიდენციალურობას, უსაფრთხოებას და მთლიანობას, მანქანურ სწავლებას, მონაცემებს მაინინგს, დიდ მონაცემებს, მონაცემთა ანალიზსა და პრეზენტაციას. სრული სასწავლო გეგმისთვის, ამ სფეროებს სჭირდებათ გაძლიერება კურსებით, რომლებიც მოიცავს კალკულუსს, დისკრეტულ სტრუქტურებს, ალბათობის თეორიას, ელემენტარულ სტატისტიკას, სტატისტიკის მოწინავე თემებს და წრფივ ალგებრას.

## I. შესავალი

წინამდებარე დარგობრივი მახასიათებელი არის აკადემიური განათლების სტანდარტი, რომელიც ინფორმაციული და კომუნიკაციების ტექნოლოგიების (შემდეგში: ICTs) ეროვნული კვალიფიკაციების ჩარჩოს VI და VII დონის საგანმანათლებლო პროგრამებისთვის განსაზღვრავს კვალიფიკაციის მისანიჭებლად აუცილებელი სწავლის შედეგების მინიმალურ მოთხოვნებს, მათ მისაღწევად საჭირო სწავლება-სწავლისა და შეფასების მეთოდებს. დარგობრივი მახასიათებლის მოქმედების ვადა 7 წელია.

ინგლისურ ენაზე დარგობრივი მახასიათებლის სახელწოდებაა: Subject Benchmark Statement of Information and Communication Technologies (ICTs).

ICTs-ის დარგობრივი მახასიათებლის მიზანია ხელი შეუწყოს ICTs-ის საბაკალავრო (I საფეხური) და სამაგისტრო (II საფეხური) საგანმანათლებლო პროგრამების შემუშავებას, სტუდენტთა მოტივობას, მინიჭებული კვალიფიკაციის საერთაშორისო დონეზე აღიარებას, ICTs-ის მიმართულებით პროფესიაში შესვლასა და დასაქმების მხარდაჭერას.

აღნიშნული დარგობრივი მახასიათებელი აღწერს იმ ცოდნას, უნარებს, პასუხისმგებლობასა და ავტონომიურობას, რომელსაც სტუდენტი ICTs-ის საბაკალავრო/სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის დასრულების შედეგად შეიძენს.

წინამდებარე დარგობრივი მახასიათებელს უნდა იცნობდეს პირი, თუ იგი მონაწილეობს ICTs-ის საბაკალავრო/სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის ან პროგრამით გათვალისწინებული სასწავლო კურსების შემუშავებაში, განხორციელებაში და განხილვაში.

წინამდებარე დარგობრივი მახასიათებლის გაცნობა რეკომენდებულია:

1. აბიტურიენტისთვის, რომელსაც სურს შეისწავლოს ICTs-ის სფერო. ასევე, სტუდენტისთვის, რომელსაც აინტერესებს თუ რა ცოდნას, უნარებსა და კომპეტენციებს შეიძენს ICTs-ის სფეროს საბაკალავრო/სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის დასრულების შემდეგ;
2. დამსაქმებლისთვის, რომელსაც სურს ICTs-ის საბაკალავრო ან სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის კურსდამთავრებულის ცოდნის, უნარებისა და კომპეტენციების შესახებ ინფორმაციის მიღება.

წინამდებარე დარგობრივი მახასიათებელი უნდა გაითვალისწინოს ყველა უმაღლესმა საგანმანათლებლო დაწესებულებამ, სადაც ხორციელდება ICTs-ის საბაკალავრო ან/და სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამა. ამასთან, ამ საბაკალავრო/სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის დეტალური შინაარსი, ასევე, სწავლა-სწავლებისა და შეფასების მეთოდები განისაზღვრება თითოეული უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულების მიერ, საქართველოს მოქმედი კანონმდებლობის შესაბამისად.

დარგობრივი მახასიათებლით განსაზღვრული დებულებები, გარდა სარეკომენდაციო ხასიათისა (დანართი 1), შესასრულებლად სავალდებულოა ყველა უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებისთვის, სადაც ხორციელდება ICTs-ის საბაკალავრო ან/და სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამა.

ICTs-ის დარგობრივი მახასიათებლის შექმნა განპირობებულია შესაბამისი საგანმანათლებლო პროგრამების ეროვნული კვალიფიკაციების ჩარჩოსა და შრომის ბაზრის მოთხოვნებთან შესაბამისობაში მოყვანის საჭიროებით.

ICTs-ის დარგობრივი მახასიათებლის განახლების საფუძველი შეიძლება გახდეს აღნიშნული დოკუმენტის შესაბამისობაში მოყვანა ეროვნული კვალიფიკაციების ჩარჩოსთან,

საერთაშორისო და ადგილობრივ დონეზე მოქმედ სხვა სტანდარტებთან და დასაქმების ბაზრის მოთხოვნებთან.

## II. სწავლის სფეროს აღწერა

ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიები შეისწავლის კომპიუტერების, კომპიუტერული ქსელების განვითარების პრინციპებს და თეორიულ საფუძვლებს, ტექნოლოგიებს, წესებს, პროცედურებს და გამოყენებებს. ICTs-ის მიზანია კომპიუტერებისა და კომპიუტერული ქსელების ეთიკური, უსაფრთხო და ეფექტური შემუშავება, გამოყენება, განვითარება კომპანიების ან საზოგადოების ხელთ არსებული მონაცემების და/ან ინფორმაციის შენახვის, დამუშავების, გადაცემისა და მათი მეშვეობით ოპერირების მიზნით.

გამოთვლითი ტექნიკის ასოციაციის (შემდგომში-ACM) მიერ რეკომენდებული სასწავლო პროგრამებისა და ეროვნული სწავლის სფეროების კლასიფიკატორის მიხედვით, ICTs-ის ფარგლებში ძირითადი დარგობრივი მიმართულებებია: ინფორმატიკა (Informatics)<sup>1</sup>, კომპიუტერული მეცნიერება (CS), პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია (SE), ინფორმაციული სისტემები (IS), ინფორმაციული ტექნოლოგიები (IT), კიბერუსაფრთხოება (Cybersecurity CSEC),<sup>2</sup> მონაცემთა მეცნიერება (Data Science - DS)

სფეროების მიხედვით განსხვავდება კომპეტენციების დონეებიც, რომლებიც უკავშირდება ICTs სხვადასხვა მიმართულებებს. მოცემულ ეტაპზე, ალგორითმები, აპლიკაციების დაპროგრამება, აპარატურა/ტექნიკა და მოწყობილობები, ადამიანისა და კომპიუტერის ურთიერთქმედების ინტერფეისები, ინფორმაციული სისტემები, ინფორმაციის მართვა, ინფორმაციული ტექნოლოგიების რესურსების დაგეგმვა, ინტელექტუალური სისტემები, ქსელები და კომუნიკაცია, ასევე სისტემების შემუშავება ინტეგრაციის გზით ICTs-ის ფარგლებში ცოდნის წამყვანი სფეროებია, რომლებიც შეესაბამება ACM-ის მიერ კომპიუტინგის სასწავლო გეგმებთან დაკავშირებული რეკომენდაციებით გათვალისწინებულ ცოდნის არეებს.

წინამდებარე დარგობრივ მახასიათებელში განსაზღვრულია ICTs-ის ძირითადი სფეროები, აღნიშნული არ გამორიცხავს ისეთი საგანმანათლებლო პროგრამების არსებობას, რომლებიც ICTs-თან კომბინირებით მოიცავს სხვა სფეროებსაც. იმ შემთხვევაში, თუ აღნიშნული პროგრამების კურსდამთავრებულებს კვალიფიკაცია ენიჭებათ ICTs-ის სფეროში, პროგრამის შემუშავებისას დაწესებულება უნდა დაეყრდნოს წინამდებარე დარგობრივ მახასიათებელს, ხოლო კვალიფიკაციის სხვა სფეროში მინიჭების შემთხვევაში, ამ დარგობრივი მახასიათებლით განსაზღვრულ დებულებებს, პროგრამის ICTs-ის კომპონენტის ნაწილში ექნება სარეკომენდაციო ხასიათი.

დოკუმენტის დამატებითი ინფორმაციის ნაწილში, მოსალოდნელი სწავლის შედეგები აღწერილია ცოდნის სფეროების მიხედვით, ICTs-ის ყოველი დარგობრივი მიმართულებისთვის (Informatics, CS, SE, IT, IS, CSEC, DS) - ცალ-ცალკე, ბლუმის ტაქსონომიის შესაბამისად, დამახსოვრების, გაცნობიერების, გამოყენების, გაანალიზების, შეფასებისა და შექმნის ქრილში.

<sup>1</sup> იგულისხმება საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და სპორტის მინისტრის [2019 წლის 10 აპრილის №69/ნ ბრძანებით](#) დამტკიცებული სწავლის სფეროების კლასიფიკატორის დეტალური სფერო 0613.1.1 ინფორმატიკა Informatics

<sup>2</sup> კიბერუსაფრთხოების კვალიფიკაციის არსებობის შემთხვევაში ცალკე განისაზღვრება აღნიშნული სწავლის სფეროს სწავლის შედეგები.

საბაკალავრო პროგრამა ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიებში უზრუნველყოფს ამ ტექნოლოგიებთან დაკავშირებული საბაზო პრინციპებისა და მეთოდების ფართო ცოდნას, ICTs-ის ერთი სფეროს დეტალურ და სოციალური, ეკონომიკური და ეთიკური ასპექტების ცოდნასაც. ამ ასპექტების ცოდნა მოიცავს თეორიებისა და პრინციპების კრიტიკულ ჭრილში გაცნობიერებას, თუ რა სახით გამოიყენება ICTs-ი საზოგადოებისა და კაცობრიობის სასარგებლოდ.

სამაგისტრო პროგრამა ICTs-ში უზრუნველყოფს ერთ ან რამდენიმე სფეროში, მათ შორის საზოგადოებრივი ან ეკონომიკური საქმიანობის სხვადასხვა სპეციფიკურ დარგში, ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების შექმნის, გამოყენების და განვითარების კომპეტენციების გამომუშავებას. სამაგისტრო პროგრამა ორიენტირებული უნდა იყოს ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების გამოყენებით ორიგინალური იდეების შემუშავებასა და ახალი ტექნოლოგიების შექმნისა და განვითარებისთვის საჭირო უნარების გამომუშავებაზე.

საგანმანათლებლო პროგრამები ხელს უნდა უწყობდეს ცოდნის შესაბამის სფეროებში სათანადო კომპეტენციების მიღწევას. საგანმანათლებლო პროგრამის სასწავლო კურსი შესაძლებელია უზრუნველყოფდეს ცოდნას რამდენიმე მიმართულებითაც. განსაკუთრებით აღსანიშნავია მათემატიკის საფუძვლებთან დაკავშირებული კურსები (კალკულუსი, წრფივი ალგებრა, დისკრეტული მათემატიკა, სტატისტიკა), რომლებიც, ჩვეულებრივ, ცოდნის სხვადასხვა სფეროს ემსახურება. იგივე შეიძლება ითქვას ინგლისური ენის კურსზეც, რადგან ინგლისური ენის ცოდნა სავალდებულოა ICTs-სთან დაკავშირებულ სხვადასხვა სფეროში აქტიური მუშაობისა და ცოდნის გასაღრმავებლად. აქედან გამომდინარე, უსდ თავად განსაზღვრავს საგანმანათლებლო პროგრამის ფარგლებში ინგლისური ენის პრაქტიკული ცოდნის მიღების გზებს. მაგალითად, უსდ-ს შეუძლია ინგლისური ენის კურსების შეთავაზება ან პროგრამაზე ჩარიცხვის წინაპირობად ამ ენის შესაბამის დონეზე ცოდნის განსაზღვრა.

### III. სწავლის შედეგები

წინამდებარე დარგობრივი მახასიათებელი განსაზღვრავს იმ მინიმალურ სწავლის შედეგებს (ცოდნა-გაცნობიერება, უნარი, პასუხისმგებლობა და ავტონომიურობა), რომელსაც უნდა ფლობდეს, შესაბამისი საფეხურის (ბაკალავრიატი ან მაგისტრატურა) საგანმანათლებლო პროგრამის კურსდამთავრებული, რომელსაც კვალიფიკაცია მიენიჭება ICTs- მიმართულებით.

#### 3.1. ICTs -ის სფეროს ბაკალავრის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად აუცილებელი სწავლის შედეგები

ICTs-ის სფეროში საბაკალავრო საგანმანათლებლო პროგრამის დასრულების შემდეგ კურსდამთავრებული:

##### ცოდნა და გაცნობიერება

- განსაზღვრავს ICTs-ის ფუნდამენტური ცოდნის არეების (აღწერა იხილეთ დანართი 1) ძირითად საკითხებს;
- აღწერს უშუალოდ ICTs-ს და მისი გამოყენებით სხვა სფეროს პროექტების განხორციელებისათვის აუცილებელ პროგრამულ და ტექნიკურ საშუალებებს;
- განიხილავს ICTs-ის ამოცანების/პროექტების განხორციელება-დანერგვასთან დაკავშირებულ ალგორითმებს და შეუსაბამებს სათანადო პროგრამულ საშუალებებს;
- ICTs-ის სხვადასხვა ამოცანის/პროექტის შემუშავების/განვითარების/დანერგვის პროცესში განსაზღვრავს და აკავშირებს დამკვეთისა და მომხმარებლის ინტერესებს.

##### უნარი

- აანალიზებს ICTs-ის პრობლემებსა და პრინციპებს შესაბამისი დისციპლინების გამოყენებით;
- სფეროს დისციპლინების კონტექსტთან შესაბამისობაში, მონაწილეობს კომპიუტერულ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებების შემუშავებაში, დასმული ამოცანების განხორციელებასა და შეფასებაში, ICTs-ის მოცემული მოთხოვნების შესაბამისად;
- ICTs-ის პროექტებში ახორციელებს ქმედით კომუნიკაციას სხვადასხვა პროფესიულ კონტექსტში.

ICTs-ში შემავალი სხვადასხვა სწავლის სფეროს შესაბამისი პროგრამის დასრულების შემდეგ კურსდამთავრებული:

- **კომპიუტერული მეცნიერების (CS)** პროგრამებისთვის: იყენებს კომპიუტერული მეცნიერების საფუძვლებს და პროგრამულ უზრუნველყოფას ICTs-ზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებების მისაღებად;
- **პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერიის (SE)** პროგრამებისთვის: პროგრამული უზრუნველყოფის შესაქმნელად და ICTs-ზე დაფუძნებული გადაწყვეტილებების მისაღებად იყენებს კომპიუტერული მეცნიერების საფუძვლების ფართო ცოდნას;



- **ინფორმაციული ტექნოლოგიების (IT)** პროგრამებისათვის: აანალიზებს მომხმარებლის მოთხოვნებს, ითვალისწინებს მათ კომპიუტერულ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული სისტემების შერჩევას, შექმნის, შეფასებისა და ადმინისტრირების პროცესში.
- **ინფორმაციული სისტემების (IS)** პროგრამებისათვის: ინფორმაციული სისტემების გარემოში მხარს უჭერს მათ მიწოდებას, გამოყენებასა და მართვას.
- **კიბერუსაფრთხოების (CSEC)** პროგრამებისათვის: იყენებს უსაფრთხოების პრინციპებსა და პრაქტიკას რისკებისა და საფრთხეების არსებობისას ოპერაციების მხარდასაჭერად.
- **მონაცემთა მეცნიერება (DS)** პროგრამებისათვის - იყენებს თეორიას, ტექნიკასა და ხელსაწყოებს მონაცემთა მეცნიერების სასიცოცხლო ციკლის განმავლობაში და იყენებს მიღებულ ცოდნას დაინტერესებული მხარეების საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად.

### **პასუხისმგებლობა და ავტონომიურობა**

- პროფესიული საქმიანობისას, იღებს დასაბუთებულ გადაწყვეტილებებს ეთიკური პრინციპების საფუძველზე;
- ICTs-ის სფეროში ასრულებს გუნდის წევრის ან/და ლიდერის მოვალეობას;
- განსაზღვრავს ინდივიდუალურ სასწავლო საჭიროებებს და გეგმავს საკუთარ განვითარებას, როგორც პროფესიულ, ასევე ICTs-ის გამოყენებით სფეროში.

## **3.2. ICTs-ის სფეროს მაგისტრის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად აუცილებელი სწავლის შედეგები**

ICTs-ის სფეროში სამაგისტრო საგანმანათლებლო პროგრამის დასრულების შემდეგ კურსდამთავრებული:

### **ცოდნა და გაცნობიერება**

აღწერს ICTs-ის ძირითად კონცეფციებს, თეორიებს, მეთოდებს, უახლეს ტენდენციებსა და ტექნოლოგიურ გადაწყვეტილებებს;

- განსაზღვრავს ICTs-ის სფეროში აქტუალური პრობლემების გადაჭრის გზებს და შესაბამის სამეცნიერო მიდგომებს;
- აწესრიგებს ICTs-ის პროდუქტების შექმნა/დანერგვის პროცესებს, მათ ეთიკურ და სამართლებრივ ასპექტებს.

### **უნარი**

- შეიმუშავებს და ახორციელებს ICTs-ის გადაწყვეტილებების მოკლევადიან და გრძელვადიან გეგმას;
- იკვლევს და ავითარებს ახალ მიდგომებს, დამოუკიდებლად იღებს ადეკვატურ და ორიგინალურ გადაწყვეტილებებს, როგორც ICTs-ის, ასევე მის გამოყენებით სფეროებში;
- იყენებს ICTs-ის ცოდნას, იღებსა და ტექნოლოგიებს ახალი ან მნიშვნელოვნად გაუმჯობესებული პროდუქტების, მომსახურებების, პროცესების, ბიზნეს მოდელების შექმნისათვის;
- ქმნის და ავითარებს ICTs-ის სფეროს ახალ პროდუქტს, როგორც დარგობრივ, ასევე ინტერდისციპლინურ კონტექსტში, კვლევის უახლეს მეთოდებსა და ტექნოლოგიებზე დაყრდნობით;

- კვლევის შედეგებს წარუდგენს დაინტერესებულ მხარეებს აკადემიური კეთილსინდისიერებისა და ეთიკის პრინციპების დაცვით.

### **პასუხისმგებლობა და ავტონომიურობა**

- პროფესიული ეთიკის ნორმების დაცვით, შეთანხმებულად მუშაობს მულტიდისციპლინურ გარემოში; კოორდინაციას უწევს ICTs-ს პროექტს ან/და შესაბამის სამუშაო ჯგუფს;
- დამოუკიდებლად წყვეტს ICTs-სთან დაკავშირებულ საკითხებს და იღებს პასუხისმგებლობას ამ გადაწყვეტილებებზე.
- დამოუკიდებლად განსაზღვრავს საკუთარი და გუნდის წევრთა პროფესიული განვითარების საჭიროებებს და გეგმავს თავის აკადემიურ განვითარებას;
- კვლევითი და/ან პრაქტიკული საქმიანობით შეაქვს წვლილი ICTs დარგის განვითარებაში.

## **IV. მისანიჭებელი კვალიფიკაცია**

ა) ბაკალავრი დეტალური სწავლის სფეროს მითითებით

Bachelor – Field of study

მაგისტრი დეტალური სწავლის სფეროს მითითებით

Master – Field of study

ან

ბ) მეცნიერების ბაკალავრი დეტალური სწავლის სფეროს მითითებით

Bachelor of Science (BSc) – Field of study

მეცნიერების მაგისტრი დეტალური სწავლის სფეროს მითითებით

Master of Science (MSc)- Field of study

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

სწავლება-სწავლისა და შეფასების მეთოდები ეფუძნება სტუდენტზე ორიენტირებულ სწავლების პრინციპებს. სწავლებისა და შეფასების მეთოდები უნდა პასუხობდეს ზოგად მიზნებსა და სწავლის შედეგებს, ხელს უწყობდეს სპეციფიკური მასალის დაუფლებასა და სტუდენტის ტრანსფერული უნარების განვითარებას. სწავლება-სწავლის მეთოდები და მათთან მისადაგებული შეფასების კრიტერიუმები სტუდენტს მისი სწავლის შედეგებისა და დარგობრივ მახასიათებელთან ზოგადი შესაბამისობის დადგენის საშუალებას უნდა აძლევდეს. შესაძლებელი უნდა იყოს პროგრამის განმახორციელებელი პერსონალის

უკუკავშირი სტუდენტებთან სამომავლოდ მათი ცოდნის, უნარებისა და ღირებულებების სრულყოფის მიზნით.

სწავლების, სწავლისა და შეფასების ქვემოთ ჩამოთვლილი მეთოდები სწავლა-სწავლებისა და შეფასების ყველაზე გავრცელებული ფორმებია, თუმცა საგანმანათლებლო პროგრამით შესაძლებელია გათვალისწინებული იყოს მხოლოდ ზოგიერთი მათგანი და, აგრეთვე, სხვა მეთოდები. უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებები, რომლებიც ახორციელებენ ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების საგანმანათლებლო პროგრამებს, უნდა ზრუნავდნენ სწავლება-სწავლისა და შეფასების მეთოდების გადახედვა-განახლებაზე, სწავლებისა და შეფასების საუკეთესო პრაქტიკის და ინფორმაციის ციფრული ტექნოლოგიების განვითარების მხრივ არსებული მიღწევების გაზიარება/დანერგვის გზით.

სწავლების გავრცელებული მეთოდები მოიცავს სააუდიტორიო მეცადინეობებს, როგორცაა, ლექცია, სემინარები, ლაბორატორიულ-პრაქტიკული მეცადინეობები, სამუშაო ჯგუფები, პროექტები და პრობლემაზე დაფუძნებული სწავლება და ექსპერიმენტული სწავლების სხვა ფორმები, მაგალითად, შერეული ტიპის მეცადინეობა (მათ შორის ონლაინ რეჟიმში). გარდა ამისა, გასათვალისწინებელია კონსულტაციები, პროფესიული პრაქტიკა და პროექტის/პორტფოლიოს პრეზენტაციები.

სწავლა შესაძლებელია სხვადასხვა მეთოდის გამოყენებით, როგორებიცაა ბეჭდური, ციფრული და სხვა სახის საგანმანათლებლო რესურსების დამოუკიდებლად დამუშავება/განმარტება/ინტერპრეტირება, პრაქტიკული და ლაბორატორიული სამუშაოს შესრულება, პროფესიული საქმიანობის ანგარიშის მომზადება, წერილობითი დავალებების შესრულება, კვლევითი ნაშრომის/პროექტის/თეზისის დამოუკიდებლად მომზადება და სხვ. სწავლებისას, აქცენტი უნდა გაკეთდეს სტუდენტის მიერ საკუთარი ცოდნის, უნარებისა და ღირებულებების რეგულარულად გამოყენების შესაძლებლობებზე. ეს მიდგომა უნდა ითვალისწინებდეს სტუდენტის აქტიურ მონაწილეობას სასწავლო პროცესში და მის მიერ თეორიის პრაქტიკაში გამოყენებას რეალური ან რეალურთან მიახლოებული სიტუაციებისა და შემთხვევების ფარგლებში.

სწავლება-სწავლისათვის გამოყენებული ღონისძიებები ერთმანეთს სრულყოფს და კვეთს. სასწავლო პროგრამის განმანათლებლებელ აკადემიურ და მოწვეულ პერსონალს შეუძლია მრავალი განსხვავებული მეთოდით იხელმძღვანელოს. საგანმანათლებლო პროგრამის კურსების ფარგლებშიც გათვალისწინებული უნდა იყოს მეთოდების, განსაკუთრებით თანამშრომლობითი მეთოდების გამოყენება, რაც სტუდენტის მიერ მიღებული ცოდნის პრაქტიკაში აქტიურად გამოყენებას მოითხოვს.

სწავლის შედეგების შეფასების მეთოდებიც მრავალგვარია და მოიცავს წერილობითი ან/და ზეპირი ანგარიშის წარდგენასა და პროფესიული ხასიათის დისკუსიებში მონაწილეობას; მშობლიურ ან/და ინგლისურ ენაზე ჩატარებულ საჯარო პრეზენტაციებს; კვლევითი ნაშრომებისა და გამოცდების საფუძველზე ინდივიდუალურ შეფასებას; ჯგუფურ შეფასებას; ჯგუფის მიერ ამოცანის გადაჭრას, შემთხვევის/პრობლემის განხილვის/ანალიზის ფარგლებში; სტუდენტების ურთიერთშეფასებას.

## VI. დამატებითი ინფორმაცია

ბლუმის ტაქსონომიის დონეებზე დაყრდნობით, შემუშავდა კომპეტენციების ცხრილი თითოეული საფეხურისთვის. მოსალოდნელი სწავლის შედეგების დონეები განსაზღვრულია

ბლუმის ტაქსონომიის შესაბამისად, როგორებიცაა: დამახსოვრება, გაცნობიერება, გამოყენება, გაანალიზება, შეფასება, შექმნა. იხ. ცხრილი 1.

დამახსოვრება	გაცნობიერება	გამოყენება	გაანალიზება	შეფასება	შექმნა
1	2	3	4	5	6

ცხრილი 1: ბლუმის ტაქსონომია

ICTs-ის ბაკალავრის ხარისხის მოსაპოვებლად საჭირო მინიმალური კომპეტენციების სფეროები 1ელ ცხრილში, მოსალოდნელი სწავლის შედეგები ეფუძნება ACM-ის სტანდარტებს.

ICTs-ში შემავალი კომპეტენციები ცოდნის სფერო	CS კომპიუტერული მეცნიერება	SE პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია	IT ინფორმაციული ტექნოლოგიები	IS ინფორმაციული სისტემები	CSEC კიბერუსაფრთხოება	DC მონაცემთა მეცნიერება	ინფორმატიკა
ადამიანი-კომპიუტერის ურთიერთქმედება (HCI)	2	4	3	3	2	3	3
ალგორითმული საფუძვლები (AL)	4	2	1	2	4	2	3
არქიტექტურა და ორგანიზაცია (AR)	2	1	2	1	3	2	2
გრაფიკა და ინტერაქტიული ტექნიკა (GIT)	1	3	3	2	2	1	1
დაპროგრამების ენების საფუძვლები (FPL)	4	4	2	2	4	2	3
მათემატიკური და სტატისტიკური საფუძვლები (MSF)	4	2	2	2	4	4	3

მონაცემთა მართვა (DM)	3	2	4	4	2	4	2
ოპერაციული სისტემები (OS)	2	2	4	2	3	2	2
პარალელური და განაწილებული გამოთვლები (PDC)	2	2	1	1	3	3	1
პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარების საფუძვლები (SDF)	4	4	2	2	3	2	2
პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია (SE)	2	4	3	2	2	2	2
საზოგადოება, ეთიკა და პროფესიონალიზმი (SEP)	3	3	3	3	3	3	3
სისტემების საფუძვლები (SF)	3	2	2	2	2	2	
სპეციალიზებული პლატფორმის განვითარება (SPD)	1	2	1	2	1	1	1
უსაფრთხოება/დაცვა (SEC)	2	3	3	3	4	3	2
ქსელები და კომუნიკაცია (NC)	2	2	4	2	3	2	2
ხელოვნური ინტელექტი (AI)	4	3	2	4	3	3	2

ცხრილი 2: შესაბამის ცოდნის სფეროებში მოსალოდნელი კომპეტენციები ინფორმაციისა და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების ყოველი მიმართულებისათვის ბაკალავრიატის საფეხურზე

მაგისტრის ხარისხის მოსაპოვებლად საჭირო სწავლის შედეგები აღწერილია მე-3 ცხრილში. მოსალოდნელი სწავლის შედეგები ეფუძნება ACM-ის სტანდარტებს.

ICTs-ში შემაჯავალი კომპეტენციები  ცოდნის სფერო	CS კომპიუტერი მეცნიერება	SE პროგრამ ული უზრუნვე ლყოფის ინჟინერი ა	IT ინფორმ აციული ტექნოლო გიები	IS ინფორმ აციული სისტემე ბი	CSEC კიბერუსაფ რობობა	DC მონა ცემთ ა მეცნი ერება	ინფორ მატიკა
ადამიანი- კომპიუტერის ურთიერთქმე დება (HCI)	4	<u>6</u>	5	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	_ 4
ალგორითმუ ლი საფუძვლები (AL)	6	4	3	3	<u>5</u>	4	_ 4
არქიტექტურ ა და ორგანიზაცია (AR)	<u>4</u>	<u>3</u>	3	<u>3</u>	<u>4</u>	3	_ 3
გრაფიკა და ინტერაქტიუ ლი ტექნიკა (GIT)	<u>3</u>	<u>6</u>	6	<u>5</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	_ 3
დაპროგრამე ბის ენების საფუძვლები (FPL)	<u>6</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	5	<u>4</u>	
მათემატიკურ ი და სტატისტიკურ რი საფუძვლები (MSF)	<u>6</u>	<u>4</u>	4	<u>4</u>	<u>6</u>	6	_ 4
მონაცემთა მართვა (DM)	<u>4</u>	5	6	6	5	<u>6</u>	_ 5
ოპერაციული სისტემები (OS)	<u>4</u>	4	<u>5</u>	4	<u>5</u>	<u>4</u>	
პარალელურ ი და განაწილებუ	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	

ლი გამოთვლები (PDC)							
პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარების საფუძვლები (SDF)	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>4</u>	_ 4
პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია (SE)	<u>4</u>	6	4	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	_ 4
საზოგადოება, ეთიკა და პროფესიონალიზმი (SEP)	<u>6</u>	6	6	6	6	6	_ 6
სისტემების საფუძვლები (SF)	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>4</u>	_ 3
სპეციალიზებული პლატფორმის განვითარება (SPD)	<u>3</u>	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	_ 3
უსაფრთხოება/ დაცვა (SEC)	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	4	_ 4
ქსელები და კომუნიკაცია (NC)	<u>3</u>	<u>3</u>	6	3	<u>4</u>	<u>2</u>	_ 3
ხელოვნური ინტელექტი (AI)	<u>6</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	5	<u>3</u>	4

ცხრილი 3: მოსალოდნელი კომპეტენციები ინფორმაციული და კომუნიკაციის ტექნოლოგიების თითოეული მიმართულების შესაბამის ცოდნის სფეროებში მაგისტრატურის საფეხურზე მაგისტრატურის საფეხურზე, ბაკალავრიატის საფეხურის შედეგებისგან განსხვავებით, მოსალოდნელი ზოგადი კომპეტენციები და ღირებულებები მოიცავს სამეცნიერო კვლევის ან

საინჟინრო სამუშაოების დაგეგმვა-განხორციელების და პირადი პასუხისმგებლობის საფუძველზე გუნდის სრულყოფილად ხელმძღვანელობის უნარს.

### 6.1. რესურსები და ინფრასტრუქტურა

უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებას უნდა ჰქონდეს სათანადოდ დაფინანსებული და რეგულარულად განახლებადი ბეჭდური და ელექტრონული ბიბლიოთეკა, მათ შორის წვდომა

მესაბამისი სფეროს საერთაშორისოდ აღიარებულ ელექტრონულ საბიბლიოთეკო ბაზებზე. უნდა არსებობდეს სათანადო ინფრასტრუქტურა და ტექნიკური საშუალებები, რაც მოიცავს საკლასო ოთახებს, ლაბორატორიებს, სწრაფ და უსაფრთხო წვდომას ინტერნეტზე და სხვ. აღნიშნული აკადემიურ პერსონალსა და სტუდენტებს სწავლის/სწავლების, კვლევისა და პრაქტიკული უნარების განვითარების შესაძლებლობებით უზრუნველყოფს.

ICTs-ის სასწავლო პროგრამის ფარგლებში, მიზანშეწონილია საერთაშორისო დონეზე აღიარებული უახლესი სასწავლო რესურსების (სახელმძღვანელოების, ელექტრონული რესურსების და სხვ.) სავალდებულო სახელმძღვანელოებად გამოყენება.

## VII დარგობრივი მახასიათებლის შემმუშავებელი ჯგუფის წევრები

### 7.1. დოკუმენტის შემმუშავებელი ჯგუფის წევრები

№	სახელი, გვარი	ორგანიზაცია/დაწესებულება	თანამდებობა
1.	მანანა ხაჩიძე	სსიპ - ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	პროფესორი - საბჭოს თავმჯდომარე
2.	ქეთევან ნანობაშვილი	მპს - კავკასიის საერთაშორისო უნივერსიტეტი	ბიზნესისა და ტექნოლოგიების ფაკულტეტის დეკანი, საბჭოს მდივანი
3.	შოთა ღვინეფაძე	მპს - თბილისის თავისუფალი უნივერსიტეტი	დეკანი, ასოცირებული პროფესორი - საბჭოს წევრი
4.	მაქსიმ იავიჩი	მპს - კავკასიის უნივერსიტეტი	აფილირებული პროფესორი, კიბერუსაფრთხოების ცენტრის ხელმძღვანელი - საბჭოს წევრი
5.	შოთა ნიჟარაძე	მპს - კავკასიის უნივერსიტეტი	დეკანი - საბჭოს წევრი
6.	მიხეილ რუხაია	მპს - ბიზნესისა და ტექნოლოგიების უნივერსიტეტი	პროფესორი - საბჭოს წევრი
7.	ალექსანდრე ბენაშვილი	სსიპ - იაკობ გოგებაშვილის სახელობის თელავის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	„ინფორმაციული ტექნოლოგიების“ პროგრამის ხელმძღვანელი - საბჭოს წევრი
8.	ანასტასია ბაჯიაშვილი	მპს - ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი	დეკანი - საბჭოს წევრი
9.	ნინო ლოლაშვილი	მპს - ქართულ-ამერიკული უნივერსიტეტი	დეკანის მოადგილე - საბჭოს წევრი



10	ლაშა ნოზაძე	სსიპ - დავით აღმაშენებლის სახელობის საქართველოს ეროვნული თავდაცვის აკადემია	ასისტენტ-პროფესორი - საბჭოს წევრი
11	ლევან მიდოლაშვილი	სსიპ - გორის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	ხარისხის უზრუნველყოფის სამსახურის ხელმძღვანელი, პროფესორი - საბჭოს წევრი
12	ნანა გულუა	სსიპ - სოხუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	პროფესორი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი - საბჭოს წევრი
13	მარინა რაზმაძე	შპს - შავი ზღვის საერთაშორისო უნივერსიტეტი	ორმაგი დიპლომის სამაგისტრო პროგრამის ხელმძღვანელი - საბჭოს წევრი
14	ბესიკი ტაბატაძე	შპს - ევროპის უნივერსიტეტი	„ინფორმატიკის“ საბაკალავრო პროგრამის ხელმძღვანელი, აფილირებული ასოცირებული პროფესორი - საბჭოს წევრი
15	მიხეილ დონაძე	სსიპ - ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი	საბაკალავრო პროგრამის ხელმძღვანელი, ასოცირებული პროფესორი - საბჭოს წევრი
16	მარინე ბრელიძე	შპს - საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი	ასოცირებული პროფესორი - საბჭოს წევრი
17	ლია კურტანიძე	შპს - საქართველოს ეროვნული უნივერსიტეტი სეუს	პროგრამის ხელმძღვანელი - საბჭოს წევრი
18	რამაზ ბოჭორიშვილი	სსიპ - ქუთაისის საერთაშორისო უნივერსიტეტი	პროფესორი - საბჭოს წევრი
19	კობა გელაშვილი	ა(ა)იპ - წმ. ანდრია პირველწოდებულის სახელობის ქართული უნივერსიტეტი	პროფესორი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი - საბჭოს წევრი
20	ერეკლე მადრაძე	სსიპ - ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი	პროფესორი, პროგრამის ხელმძღვანელი, სკოლის დირექტორი - საბჭოს წევრი
21	თალიკო ჟვანია	სსიპ - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	პროფესორი, დეკანის მოვალეობის შემსრულებელი - საბჭოს წევრი
22	დავით კაპანაძე	სსიპ - საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი	პროფესორი, დეპარტამენტის უფროსი - საბჭოს წევრი

23	სანდრო ასათიანი	სსიპ - ილიას სახელმწიფო უნივერსიტეტი	კიბერ ლაბორატორია „UniLab“-ის დირექტორი, ასოცირებული პროფესორი - საბჭოს წევრი
24	რამაზ ქვათაძე	ა(ა)იპ - საქართველოს სამეცნიერო-საგანმანათლებლო კომპიუტერული ქსელების ასოციაცია „გრენა“	აღმასრულებელი დირექტორი - საბჭოს წევრი
25	ქეთევან თათარაშვილი	შპს - „ნოვენთიქ საქართველოს“	მარკეტინგის სამსახურის უფროსი - საბჭოს წევრი
26	ლევან ბიძინაშვილი	სსიპ - განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემა	ანალიტიკოსი - საბჭოს წევრი
27	ზაქარია ქარსაულიძე	სსიპ - განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემა	პროგრამული უზრუნველყოფის სამსახურის მთავარი არქიტექტორი - საბჭოს წევრი
28	ანი ახალკაცი	"USAID"	სამოქალაქო ჩართულობის მიმართულების ხელმძღვანელი - საბჭოს წევრი
29	ნიკოლოზ გაგნიძე	"USAID"	"USAID"-ის ციფრული ტრანსფორმაციისა და კიბერუსაფრთხოების მრჩეველი საბჭოს წევრი

## ტერმინთა განმარტება

1. Computing
2. Informatics
3. Information and communication Technologies (ICTs)
4. Computer Engineering
5. Computer Science
6. Cybersecurity
7. Information Systems
8. Information Technology
9. Software Engineering
10. Data Science (Under Development)

დანართში აღწერილია ICTs ცოდნის არეები და იმ თემების ჩამონათვალი, რომელიც სილაბუსების შემუშავებისას უნდა იყოს გათვალისწინებული. ცოდნის არე არ იგივდება კონკრეტულ საგანთან. საგანი შეიძლება მოიცავდეს რამდენიმე ცოდნის არეში შემავალ საკითხებს. მნიშვნელოვანია არ ხდებოდეს სხვადასხვა საგნებში შემავალი თემების ურთიერთგადაფარვა და დუბლირება.

თემები გაყოფილია ორ ნაწილად. პირველი ნაწილი მოიცავს თემებს, რომლებიც აუცილებელია ყველა დარგობრივი სფეროსათვის, ხოლო მეორე ნაწილი რეკომენდირებულია იმ დარგებისათვის, რომლებშიც მოსალოდნელი სწავლის შედეგების დონეები განსაზღვრულია ბლუმის ტაქსონომიის შესაბამისად 3-ზე მეტი კოეფიციენტით საბაკალავრო პროგრამებისთვის, ხოლო სამაგისტრო პროგრამებისთვის სავალდებულოა.

თემები წარმოადგენს ცოდნის არეების ძირითად ბირთვს. დამატებითი (გაღრმავებული) შესწავლისათვის ინფორმაციის მოძიება შესაძლებელია ACM-ის ლოკუმენტაციაში.

### 1. ადამიანი-კომპიუტერის ურთიერთქმედება - Human-Computer Interaction (HCI)

ადამიანი-კომპიუტერის ურთიერთქმედება (HCI) განიხილავს მომხმარებელსა და კომპიუტერულ სისტემებს შორის ურთიერთქმედების საკითხებს მრავალდარგობრივი პერსპექტივიდან, რომელიც პირდაპირ კავშირშია ფსიქოლოგიასთან, ბიზნეს სტრატეგიასთან და დაპროექტების პრინციპებთან.

HCI-ის პერსპექტივიდან ყოველი მომხმარებელი განსხვავებულია, შესაბამისად, თითოეულ სისტემაში, რომელიც ურთიერთქმედებს ადამიანებთან, უნდა გათვალისწინებულ იყოს აღნიშნული მრავალფეროვნება. ეს მოიცავს არა მხოლოდ სისტემის ხელმისაწვდომობას, არამედ კულტურულ და საზოგადოებრივ ნორმებს, ნეირო-მრავალფეროვნებას, მოდალობას და იმ რეაქციებს, რასაც იგი იწვევს თავის მომხმარებლებში. ეფექტური კომპიუტერული სისტემა უნდა იყოს სანდო, რაც გულისხმობს კონფიდენციალობისა და უსაფრთხოების უზრუნველყოფას და ასევე, სამართლიანობისა და ეთიკური პრინციპების დაცვას.

### HCI-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **მომხმარებლის შესწავლა** (მომხმარებელზე ორიენტირებული დიზაინი და შეფასების მეთოდოლოგია; მომხმარებლის ფიზიკური და კოგნიტიური მახასიათებლები); **პასუხისმგებლობა და ანგარიშვალდებულება დიზაინში** (პროექტირების გავლენა: მდგრადობა, ინკლუზიურობა, უსაფრთხოება, კონფიდენციალობა, ზიანი და სხვა; ეთიკა: დაპროექტების მეთოდებსა და გადაწყვეტილებებში ხელოვნური ინტელექტის როლი); **ხელმისაწვდომობა და ინკლუზიური დიზაინი** (სოციალური და სამართლებრივი მხარდაჭერა და ვალდებულებები შეზღუდული შესაძლებლობის მქონე პირთა მიმართ; ყველასთვის სასარგებლო ხელმისაწვდომი დიზაინი); **დიზაინის შეფასება** (მომხმარებლებთან ურთიერთობის შეფასების მეთოდები); **სისტემის დიზაინი** (პროტოტიპების დამზადების ტექნიკა და ინსტრუმენტები: დაბალი სიზუსტის პროტოტიპის შექმნა, სწრაფი პროტოტიპის შექმნა, ერთჯერადი პროტოტიპირება).
2. **მომხმარებლის შესწავლა** (დიზაინი მრავალფეროვანი მომხმარებლებისთვის: კოლაბორაცია და კომუნიკაცია); **პასუხისმგებლობა და ანგარიშვალდებულება დიზაინში** (დაინტერესებულ მხარეებზე გავლენასა და ადამიანური ფაქტორების გათვალისწინებაზე პასუხისმგებლობა; დაპროექტების როლი მომხმარებლის საჭიროებების დასაკმაყოფილებლად; მოთხოვნები დაპროექტებაში: მფლობელობის პასუხისმგებლობა, სამართლებრივი ჩარჩოები, შესაბამისობის მოთხოვნები, საკითხების გათვალისწინება მომხმარებლის უშუალო საჭიროებების მიღმა, მათ შორის პრობლემის ანალიზისა და იტერაციული დამუშავების გზით); **ხელმისაწვდომობა და ინკლუზიური დიზაინი** (ტექნიკები: ხელმისაწვდომობის სტანდარტები; ტექნოლოგიები: ფუნქციები და პროდუქტები, რომლებიც უზრუნველყოფენ ხელმისაწვდომობას და მხარს უჭერენ ინკლუზიურობას; ინკლუზიური დიზაინის ჩარჩოები: განსხვავებების ამოცნობა; უნივერსალური დიზაინი). **დიზაინის შეფასება** (სწავლის დაგეგმვა; დიზაინის გავლენა და ზემოქმედება გარემოზე, მასალაზე, საზოგადოებაზე, უსაფრთხოებაზე, კონფიდენციალობაზე, ეთიკაზე და ა. შ.); **სისტემის დიზაინი** (პროტოტიპის დეტალიზაცია; დიზაინის ნიმუშები; დაპროექტების შეზღუდვები; დიზაინის შაბლონები და სახელმძღვანელოები; დაპროექტების პროცესები; ურთიერთქმედების ტექნიკა; ვიზუალური ინტერფეისის დაპროექტება).

## 2. ალგორითმული საფუძვლები - Algorithmic Foundations (AL)

ალგორითმები და მონაცემთა სტრუქტურები ICT-ში შემავალი ყველა ქვემომართულების საფუძვლებს წარმოადგენს სხვადასხვა მოცულობით, რადგან ყოველი თეორიული გამოთვლა და გამოყენებითი პროგრამა შედგება ალგორითმებისგან, რომლებიც მოქმედებენ მონაცემთა ელემენტებზე, რომელთაც აქვთ გარკვეული სტრუქტურა. რეალური სამყაროს პრობლემების გადაჭრისთვის შესაბამისი გამოთვლითი გადაწყვეტილებების არჩევა მოითხოვს არსებული ალგორითმების და პარადიგმების თეორიული და პრაქტიკული შესაძლებლობების და შეზღუდვების გააზრებას, გარემოზე და საზოგადოებაზე მათი გავლენის ჩათვლით.

ეს ცოდნის არე ფოკუსირებულია გამოთვლების ბუნებაზე, კონცეფციების და უნარების ჩათვლით ალგორითმების აგებისა და დიზაინისთვის, რომლებიც საჭიროა რეალური სამყაროს გამოთვლითი პრობლემების გადაჭრისთვის. იგი ავსებს ალგორითმების და მონაცემთა სტრუქტურების რეალიზაციებს, რომლებიც გვხვდება პროგრამული განვითარების საფუძვლების (SDF) ცოდნის არეში. რამდენადაც ალგორითმები და მონაცემთა სტრუქტურები არის

აუცილებელი ICTs ყველა მოწინავე სფეროში, ეს არე უზრუნველყოფს ალგორითმულ საფუძვლებს, რომლის ცოდნა მოეთხოვება ყველა კურსდამთავრებულს.

ამ არეში თემები ფოკუსირებულია ალგორითმების, სირთულის და გამოთვლადობის პრაქტიკულ და თეორიულ საფუძვლებზე. ეს თემები ასევე უზრუნველყოფს საბაზო წინაპირობებს კომპიუტერული მეცნიერების გადრმავებული შესწავლისთვის. გარდა ამისა, სირთულესა და გამოთვლადობაზე ფოკუსირებული თემები მკაფიოდაა განცალკევებული შესაბამის ცოდნის ერთეულებში.

### AL-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **ფუნდამენტური მონაცემთა სტრუქტურები და ალგორითმები** (აბსტრაქტული მონაცემთა ტიპი (ADT) და ოპერაციები ADT-ზე, მასივები, ჩანაწერები/სტრუქტურები/კრებულები (Tuples) და ობიექტები, ბმული სიები, სტეკები, რიგები და ლეკები, ჰეშ ცხრილები/ასახვები (maps), გრაფები, ხეები, სიმრავლეები, ძებნის ალგორითმები,  $O(\log_b n)$  სირთულე, დახარისხების (sorting) ალგორითმები); **ალგორითმული სტრატეგიები** (პარადიგმები, ექსპონენციური ზრდის მართვა, იტერაცია vs რეკურსია);
2. **სირთულის ანალიზი** (სირთულის ანალიზის ჩარჩო, სირთულის ასიმპტოტური ანალიზი, წარმადობის ემპირიული გაზომვები, პოლინომურ დროში ამოხსნადობა, დროისა და სივრცის კომპრომისის ალგორითმებში); გამოთვლითი მოდელები და ფორმალური ენები (ფორმალური ავტომატები, ფორმალური ენები, გრამატიკა და ჩომსკის იერარქია, ურთიერთობები ფორმალურ ავტომატებს, ენებსა და გრამატიკებს შორის, სიჭარბე, (არ)გამოთვლადობა და შეჩერება, ჩერჩ-ტიურინგის თეზისი, ალგორითმული სისწორე)).

### 3. არქიტექტურა და ორგანიზაცია - Architecture and Organization (AR)

არქიტექტურისა და ორგანიზაციის (AR) ცოდნის სფერო მიმართულია იმ აპარატურული საშუალებების უფრო ღრმა გაგებაზე, რომლებზედაც დაფუძნებულია თითქმის ყველა გამოთვლა და შესაბამისი ინტერფეისები, რომლებითაც ხდება უფრო მაღალი პროგრამული დონეების უზრუნველყოფა. სამიზნე აპარატურა მოიცავს როგორც დაბალი დონის ჩაშენებული სისტემების პროცესორებს, ასევე მაღალი დონის საწარმოო მულტიპროცესორებს.

არქიტექტურისა და ორგანიზაციის (AR) ცოდნის სფეროს თემების შესწავლა საშუალებას მისცემს სტუდენტებს გააცნობიერონ თანამედროვე კომპიუტერული სისტემების ფუნდამენტური არქიტექტურული პრინციპები, მათ შორის პარალელურობის გამოყენების გამოწვევა მომავალში წარმადობისა და ენერგომომხმარების გაუმჯობესების მიზნით. არქიტექტურისა და ორგანიზაციის ცოდნის სფერო დაეხმარება ICT-ის დარგის სტუდენტებს გაემიჯნონ „შავი ყუთის“ მიდგომას და გახდნენ უფრო მეტად ინფორმირებულნი საბაზო კომპიუტერული სისტემისა და ეფექტურობის შესახებ, რომლებსაც შეუძლია მიაღწიონ კონკრეტულმა არქიტექტურებმა.

### AR-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **ციფრული ლოგიკა და ციფრული სისტემები** (კომპიუტერის არქიტექტურის მიმოხილვა და ისტორია, ფუნდამენტური ლოგიკური ელემენტები, აპარატურული და პროგრამული მრავალდონიანი არქიტექტურა.); **მონაცემთა წარმოდგენა მანქანურ დონეზე** (ბიტები,

ბაიტები და სიტყვები, მონაცემთა რიცხვითი წარმოდგენა და ათვლის სისტემები, ნიშნით და ორამდე შევსებით წარმოდგენები); **მანქანების ასამბლერის დონის ორგანიზაცია** (ფონ ნეიმანის მანქანის არქიტექტურა, მართვის ბლოკი; ინსტრუქციის ამორჩევა, დეკოდირება და შესრულება, შესავალი SIMD vs MIMD-ში და ფლინის ტაქსონომია, საერთო მეხსიერება, მულტიპროცესორები საერთო მეხსიერებით/წარმადობის ზრდისადმი მიმათული აპარატურული და პროგრამული ტექნოლოგიები/პროცესორის პარალელური არქიტექტურები/მრავალბირთვიანი ორგანიზაცია); **მეხსიერების იერარქია** (მეხსიერების იერარქია: დროითი და სივრცული ლოკალიზაციის მნიშვნელობა, ძირითადი მეხსიერების ორგანიზაცია და მუშაობა, დამგროვებელი მეხსიერება, ლატენცია, ციკლის დრო, გამტარუნარიანობა და მონაცვლეობა (interleaving), Cache მეხსიერება, მრავალპროცესორული ქემის კოპერენტულობა, ვირტუალური მეხსიერება აპარატურული მხარდაჭერა); **ინტერფეისი და კომუნიკაცია** (შეტანა/გამოტანის (I/O) საფუძვლები,, შეტანა/გამოტანის მოწყობილობები, გარე დამგროვებლები, ფიზიკური ორგანიზაცია და დისკები, სალტების საფუძვლები).

2. **ციფრული ლოგიკა და ციფრული სისტემები** (კომბინაციური და მიმდევრული ლოგიკა/პროგრამირებადი ლოგიკური მატრიცები (FPGA) ავტომატური პროექტირების ინსტრუმენტები, აპარატურული და არქიტექტურული წარმოდგენისთვის, მაღალი დონის სინთეზი ერთკრისტალური სისტემის (System-on-chip, SoC) პროექტირების მიმდინარეობა, ფიზიკური შეზღუდვები); **მონაცემთა წარმოდგენა მანქანურ დონეზე** (არარიცხვითი მონაცემების წარმოდგენა, ჩანაწერების და მასივების წარმოდგენა) **მანქანების ორგანიზაცია ასამბლერის დონეზე** (ინსტრუქციების ფორმატები, დამისამართების მეთოდები, ასამბლერის ენაზე პროგრამირება) **მეხსიერების იერარქია** (ჯვარედინი მითითება ოპერაციული სისტემები/ვირტუალური მეხსიერება), შეცდომების დამუშავება და საიმედოობა, საიმედოობა (ჯვარედინი მითითება სისტემის საფუძვლები/საიმედოობა რეზერვირებით). **ინტერფეისი და კომუნიკაცია**: წყვეტის სტრუქტურები: ვექტორული და პრიორიტეტული, წყვეტის დადასტურება. **წარმადობა და ენერგოეფექტურობა**: (განმტოების პროგნოზირება, წინასწარი შესრულება), ალტერნატიული არქიტექტურები (VLIW/EPIC), ძაბვისა და სინხშირის დინამიური მასშტაბირება (DVFS) **ჰეტეროგენულობა**: **ჰეტეროგენული არქიტექტურები**: (SIMD და MIMD არქიტექტურები (მაგ. საერთო დანიშნულების გრაფიკული (GPU), ტენზორული (TPU) და ნეირონული (NPU) პროცესორები), ჰეტეროგენული მეხსიერების სისტემა.

#### 4. გრაფიკა და ინტერაქტიული ტექნიკა - Graphics and Interactive Techniques (GIT)

კომპიუტერული გრაფიკა არის ტერმინი, რომელიც გამოიყენება კომპიუტერული გენერაციის და გამოსახულებით მანიპულირების აღსაწერად და ის შეიძლება განვიხილოთ როგორც ვიზუალური კომუნიკაციის მეცნიერება გამოთვლების გამოყენებით. მისი დანართები მოიცავენ ისეთ მიმართულებებს, როგორებიცაა: მანქანური სწავლება; სამედიცინო ვიზუალიზაცია; ტექნიკა; სამეცნიერო, ინფორმაციული ვიზუალიზაცია და ცოდნის ვიზუალიზაცია; მულტიფილმები; სპეციალური ეფექტები; ტრენაჟორები; ვიდეო თამაშები. თანამედროვე გრაფიკული კურსები მოიცავს ფიზიკურ გამოთვლებს, ანიმაციას და ტაკტილურ შეგრძნებებს. კომპიუტერული გრაფიკის შექმნის და გამოყენების ექსპერტებად გასახდომად აუცილებელია ისეთი საკითხების შესახებ ცოდნის ქონა, როგორიცაა: ადამიანის

აღქმა და შემცნება; ფაილების, მონაცემების და გამოსახულებების ფორმატები; აპარატურის და გამოყენებითი პროგრამების ინტერფეისები (API) .

ცოდნის სხვა სფეროებისგან განსხვავებით, ცოდნის ბლოკები ან თემები გრაფიკასა და ინტერაქტიული ტექნიკების მიმართულებით შეიძლება შედიოდეს სხვადასხვა არჩევით (ფაკულტატურ) კურსებში, დაწყებული ტრადიციული ინტერაქტიული კომპიუტერული გრაფიკის კურსით და დამთავრებული თამაშებით ან ანიმაციით. გარდა ამისა, გრაფიკული თემები შეიძლება შეტანილი იქნას ადამიანურ-კომპიუტერული ურთიერთქმედების გამოყენებით პროექტში, ჩამოყალიბებულ სისტემებში, ვებ-დიზაინში და ა.შ. ICTs შემსწავლელ სტუდენტებს, რომლებიც სწავლობენ ქვემოთ ჩამოთვლილ ცოდნის ერთეულებს თეორიის და გამოყენებითი სწავლების ბალანსირების საშუალებით, შეეძლებათ გაიგონ, შეაფასონ და/ან განახორციელონ შესაბამისი გრაფიკული და ინტერაქტიული ტექნიკა, როგორც მომხმარებლებმა და დეველოპერებმა.

## **GIT ცოდნის არე მოიცავს:**

- 1. ფუნდამენტური ცნებები** (გრაფიკული და ინტერაქტიული მეთოდების გამოყენება პოტენციური რისკები და ბოროტად გამოყენება; გრაფიკული მოწყობილობები; ადამიანის ხედვის სისტემა, გამოსახულების სტანდარტული ფორმატები; ციფრული და ანალოგური მონაცემები; ფერთა მოდელები: ადიტიური (RGB), სუბტრაქტიული (CMYK) და ფერთა აღქმის (HSV); კომპრომისები მოცემული გამოსახულების მონაცემების შენახვასა და გამოსახულების მონაცემების ხელახალ გამოთვლას შორის; გამოყენებითი ინტერაქტიული გრაფიკა - გრაფიკული API, მობილური აპლიკაცია; ანიმაცია, როგორც უძრავი გამოსახულებების თანმიმდევრობა); **რენდერინგი** (ობიექტების და სცენების მოდელირება; კამერებისა და გეგმილების მოდელირება; რადიომეტრია და განათების მოდელები; რენდერინგი დაჩრდილვაზე დაფუძნებული API-ით; Ray tracing (სხივების ტრასირება); **გეომეტრიული მოდელირება** (ძირითადი გეომეტრიული ოპერაციები; ზედაპირის წარმოდგენა/მოდელი; მოცულობითი წარმოდგენა/მოდელი; პროცედურული წარმოდგენა/მოდელი; მოდელირება მულტი-გარჩევადობით; რეკონსტრუქცია, ე.წ. 3D სკანირება; ფოტოგრამმეტრია).
- 2. Shading(დაჩრდილვა):**რენდერის განტოლების გადაწყვეტილებები და აპრომაქსიმაციები; დრო (motion blur-მოდრაობის გაბუნდოვნება), ობიექტივების მდებარეობა (ფოკუსირება), უწყვეტი სიხშირე (ფერი) და მათი გავლენა რენდერინგზე; shadow mapping (ჩრდილების გადაფარვა); occlusion culling (ოკლუზია-მოკვეთა); გაფანტვის გაფართოების ორმხრივი ფუნქციის თეორია(BSDF) და მიკროსხეულები, subsurface scattering (ქვე-ზედაპირული გაფანტვა); ზონალური სინათლის წყაროები; სიღრმის იერარქიული ბუფერიზაცია; გამოსახულებებზე დაფუძნებული რენდერინგი); არაფოტორეალისტური რენდერინგი **კომპიუტერული ანიმაცია:** ანიმაციის პრინციპები, ანიმაციის სახეები,კლავიშთა ანიმაცია, პირდაპირი და ინვერსიული კინემატიკა, კანის ალგორითმები, motion capture (მოდრაობის დაჭერა); "სტანდარტული"კადრების თავიდან აცილება); **სიმულაცია:** შეჯახებების აღმოჩენა და მათზე რეაგირება, პროცედურული ანიმაცია ხმაურის გამოყენებით, ნაწილაკების სისტემები, ბაღზე დაფუძნებული სითხეები, Heightfields - რელიეფები, წესებზე დაფუძნებული სისტემები; **Immersion-ჩართულობა:** MR, AR, VR, განსხვავება იმერსიასა და დასწრებას შორის, 360 ° ვიდეო, სტერეოსკოპიული დისპლეი, მაყურებლის თვალყურის მიდევნება, დროში კრიტიკული რენდერინგი ოპტიმალური შეყოვნების მისაღწევად, განაწილებული ვირტუალური

რეალობა, ერთობლივი მუშაობა კომპიუტერულ ქსელში გამოყენება მედიცინაში, მოდელირებაში, სწავლებასა და ვიზუალიზაციაში, უსაფრთხოება იმერსიულ აპლიკაციებში; **ინტერაქცია**: მოვლენებზე ორიენტირებული პროგრამირება, გრაფიკული ინტერფეისი (ერთ არხიანი), ქესტების ინტერფეისები, ტაქტილური ინტერფეისები, მულტიმოდალური ინტერფეისები თავსაბურავი, ინტერფეისები (AI), ინტერფეისები ბუნებრივ ენაზე, ხელმისაწვდომობა; **გამოსახულების დამუშავება**: მორფოლოგიური ოპერაციები, ფერადი ჰისტოგრამები, გამოსახულების გაუმჯობესება, გამოსახულების აღდგენა, გამოსახულების კოდირება, „ღრმა“ სწავლასთან დაკავშირება; **Tangible/Physical Computing (შეგრძნებითი/ფიზიკური გამოთვლები)**: ურთიერთქმედება ფიზიკურ სამყაროსთან, კავშირი ფიზიკურ არტეფაქტებთან, ნივთების ინტერნეტი.

## 5. დაპროგრამების ენების საფუძვლები - Foundations of Programming Languages (FPL)

ცოდნის ეს სფერო იძლევა საფუძველს (დისკრეტული მათემატიკისა და ლოგიკაზე დაყრდნობით) თანამედროვე დაპროგრამების ენების გასაგებად: საფუძვლები, განხორციელება და ფორმალური აღწერა. მიუხედავად იმისა, რომ დაპროგრამების ენები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან ენის პარადიგმისა და პრობლემის დომენის მიხედვით და სოციალური საჭიროებებისა და ტექნოლოგიური მიღწევებიდან გამომდინარე, მათ საფუძვლად გამოთვლებისა და პროგრამული განვითარების ერთი აბსტრაქტული მოდელი უდევთ.

დაპროგრამების ენების ცოდნის საფუძვლები ეხება დაპროგრამების ენის ძირულ კონცეფციებსა და პრინციპებს, დაპროგრამების ენის ფორმალურ სპეციფიკაციას და პროგრამის ქცევას. ის გვიჩვენებს, თუ როგორ ხორციელდება დაპროგრამების ენები, ადარებს დაპროგრამების სხვადასხვა პარადიგმების ძლიერ და სუსტ მხარეებს და აღწერს, თუ როგორ ურთიერთქმედებენ დაპროგრამების ენები ისეთ ერთეულებთან, როგორებიცაა ოპერაციული სისტემები და აპარატული უზრუნველყოფა.

დაპროგრამების ენები წარმოადგენს გარემოს, რომლის საშუალებითაც პროგრამისტები უსუსტად აღწერენ კონცეფციებს, აყალიბებენ ალგორითმებს და მსჯელობენ გადაწყვეტებზე. თავისი კარიერის მანძილზე, დარგის სპეციალისტს სჭირდება მრავალ სხვადასხვა ენასთან მუშაობა. პროგრამული უზრუნველყოფის შესაქმნელად აუცილებელია დაპროგრამების მოდულების, პროგრამის ახალი თვისებების და კონსტრუქციების გაგება, რომლებიც სხვადასხვა ენებს უდევთ საფუძვლად და ენების არჩევისას საჭიროა ინფორმირებული გადაწყვეტილებების მიღება, რაც ურთიერთშემავსებელ მიდგომას მოითხოვს. დაპროგრამების ენების ეფექტური გამოყენება და მათი შეზღუდვების შეფასება ასევე მოითხოვს დაპროგრამების ენის თარგმნის საბაზისო ცოდნასა და მისი მუშაობის პროგრამულ ანალიზს; ისეთი კომპონენტების ცოდნას, როგორებიცაა მუხსიერების მართვა და პარალელური პროცესების ურთიერთქმედება, რაც შეტყობინებების გადაცემის გზით ხდება.

### FPL-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამება** (იმპერატიული დაპროგრამება, როგორც ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამების დასასრული; ობიექტზე ორიენტირებული პროექტირება; კლასების განსაზღვრა: სფეროები, მეთოდები, კონსტრუქტორები, ქვე-კლასები; მემკვიდრეობა (მრავლობითი მემკვიდრეობის ჩათვლით) და მეთოდის



ხელახალი განსაზღვრა; დინამიკური დისპეტჩირება: მეთოდების გამოძახების განსაზღვრება; გამონაკლისები; ობიექტზე ორიენტირებული იდიომები კაფსულაში ჩასმისათვის; დინამიკური და სტატიკური თვისებები; კომპოზიციის და მემკვიდრეობა; ქვე-ტიპები; კოლექციების კლასები; იტერატორები და ზოგადი ბიბლიოთეკის სხვა კომპონენტები); **სკრიპტი** (შეცდომის/გამონაკლისის დამუშავება; კონვეიერიზაცია; სისტემური ბრძანებები; ოპერაციული სისტემების ინტერფეისი; ფაილების და ოპერატორების აბსტრაქცია; მასივებისა და სიების ტიპის მონაცემთა სტრუქტურები; პროგრამები და პროცესები, სამუშაო პროცესი); **მოვლენებზე ორიენტირებული და რეაქტიული დაპროგრამება** (პროცედურული დაპროგრამება და რეაქტიული დაპროგრამება: რეაქტიული დაპროგრამების უპირატესობები მოვლენების დაფიქსირებაში; რეაქტიული დაპროგრამების კომპონენტები: მოვლენის წყარო, მოვლენის სიგნალები, მსმენელები და დისპეტჩერები; მოვლენების ობიექტები, ადაპტორები, მოვლენების მაკონტროლებლები); **პარალელური და განაწილებულ დაპროგრამება** (უსაფრთხოება და სიცოცხლის უზარიაზობა; დაპროგრამების მოდულები; თვისებები; შეუღლების კონტროლი, კომუნიკაცია და კოორდინაცია).

2. **ფუნქციონალური დაპროგრამება** (ლამბდა გამოთქმები და შეფასება; ეფექტისგან თავისუფალი დაპროგრამება; სტრუქტურული მონაცემების დამუშავება (ე. წ. ხეები) ფუნქციებით, რომელთაც მონაცემთა ყოველი ვარიანტისთვის აქვთ შემთხვევა; მაღალი რიგის ფუნქციების გამოყენება (აღების, დაბრუნება და შენახვის ფუნქციები)); **ლოგიკური დაპროგრამება, კომპილირებადი და ინტერპრეტირებადი ენები** (მოდულები კომპილირებადი და ინტერპრეტირებადი ენებისათვის; შუალედური კოდის გამოყენება; კომპილირებადი და ინტერპრეტირებადი ენების შეზღუდვები და უპირატესობები); **მოვლენებზე ორიენტირებული და რეაქტიული დაპროგრამება** (მოვლენებზე დაფუძნებული დაპროგრამების მდგომარეობის არმქონე და მდგომარეობის გადამცემი მოდულები; კანონიკური გამოყენება, როგორცაა GUI-ები, მობილური მოწყობილობები, რობოტები, სერვერები); **ტიპის სისტემები** (ტიპი, როგორც მნიშვნელობათა ნაკრები; ტიპების დაკავშირება ცვლადებთან, არგუმენტებთან, შედეგებთან და სფეროებთან; ტიპის უსაფრთხოება, როგორც პროგრამის სისწორის მხარე; ტიპის უსაფრთხოება და შეცდომები, რომლებიც გამოწვეულია ისეთი მნიშვნელობების გამოყენებით, რომლებიც მათ სავარაუდო ტიპებს არ ემთხვევა; სტატიკური და დინამიკური ტიპიზაციის მიზნები და შეზღუდვები; გენეტიკური ტიპები (პარამეტრული პოლიმორფიზმი)); **სისტემების შესრულების და მესსიერების მოდული; ენის შესრულება; პროგრამის აბსტრაქცია და რეპრეზენტაცია.**

## 6. მათემატიკური და სტატისტიკური საფუძვლები - Mathematical and Statistical Foundations (MSF)

ძლიერი მათემატიკური საფუძველი რჩება კომპიუტერული მეცნიერების განათლების საფუძვლად და აყალიბებს გამოთვლის პრაქტიკას ალგორითმების შემუშავებაში, სისტემების დიზაინში, რეალურ სამყაროში ფენომენების მოდელირებაში თუ მონაცემებით გამოთვლაში. მათემატიკური და სტატისტიკური საფუძვლების ცოდნის (MSF) სფერო განსაზღვრავს მათემატიკურ და სტატისტიკურ მასალას, რომელიც ეფუძნება თანამედროვე ICTs სფეროში შემავალ დარგებს.

**MSF-ს ცოდნის არე მოიცავს:**

1. **დისკრეტული მათემატიკა** (სიმრავლეები, მიმართებები, ფუნქციები, კარდინალურობა; რეკურსიული მათემატიკური განმარტებები; მტკიცებულების ტექნიკა (ინდუქცია, დამტკიცება წინააღმდეგობით); პერმუტაციები, კომბინაციები, თვლადობა; მტრედის ხვრელის პრინციპი); **ლოგიკა** (ჭეშმარიტობის ცხრილები, კავშირები (ოპერატორები); დასკვნის წესები, ფორმულები, ნორმალური ფორმები, მარტივი პრედიკატების ლოგიკა); **გრაფები** (გრაფების თეორიის ძირითადი ცნებები; გრაფების ტიპები, მათ შორის ხეები) **ალბათობა** (აპლიკაციები გამოთვლებში); **სტატისტიკა** (ძირითადი განმარტებები და ცნებები: პოპულაციები, ნიმუშები, ცენტრალური ტენდენციის ზომები, ვარიაცია; უნივარიაციული მონაცემები: პუნქტების შეფასება, ნდობის ინტერვალები; მრავალვარიაციული მონაცემები: შეფასება, კორელაცია, რეგრესია; მონაცემთა ტრანსფორმაცია: განზომილების შემცირება, გასწორება); **წრფივი ალგებრა** (ვექტორები: განმარტებები, ვექტორული მოქმედებები, გეომეტრიული ინტერპრეტაცია, კუთხეები; მატრიცები, მატრიცა-ვექტორული განტოლება, გეომეტრიული ინტერპრეტაცია, გეომეტრიული გარდაქმნები მატრიცებით; განტოლებების ამოხსნა, მწკრივის შემცირება; წრფივი დამოუკიდებლობა, დიაპაზონი, საფუძველი; ორთოგონალურობა, პროექცია, უმცირესი კვადრატები, ორთოგონალური ფუძეები; მრავალწევრების წრფივი კომბინაციები, ბეზიეს მრუდები); **კალკულუსი** (მიმდევრობები, მწკრივები, ზღვრები; ერთცვლადიანი წარმოებულები: განსაზღვრება, გამოთვლის წესები, მნიშვნელოვანი ფუნქციების წარმოებულები, აპლიკაციები; ერთცვლადიანი ინტეგრაცია: განმარტება, გამოთვლის წესები, მნიშვნელოვანი ფუნქციების ინტეგრალები, გამოთვლების ფუნდამენტური თეორემა, განსაზღვრული და განუსაზღვრელი, აპლიკაციები (მათ შორის ალბათობა); პარამეტრული და პოლარული გამოსახულებები; ტეილორის მწკრივი; მრავალვარიაციული გამოთვლა: ნაწილობრივი წარმოებულები, გრადიენტი, ჯაჭვის წესი, ვექტორული ფუნქციები).

## 7. მონაცემთა მართვა - Data Management (DM)

ცოდნის არე უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემების (DBMS) მომხმარებლის (და არა მხოლოდ შემქმნელის) უნარების ათვისებას. ძირითადად მოიცავს მონაცემთა მოდელირებასა და მოთხოვნების შედგენას; უნარს, აიღონ მონაცემთა არაორგანიზებული კოლექცია, მოაწესრიგონ ის DBMS-ის გამოყენებით და მოთხოვნების საშუალებით მოახდინონ ამ კოლექციაზე წვდომა/განახლება. გარდა ამისა, სტუდენტებმა უნდა ისწავლონ:

- მონაცემების როლი ორგანიზაციაში, რომელიც მოიცავს მონაცემთა სასიცოცხლო ციკლს: შექმნა-დამუშავება-მიმოხილვა/ანგარიშგება, შენახვა/მოძიება-განადგურება; მონაცემთა შეგროვების სოციალური/სამართლებრივი ასპექტები (მასშტაბი, მონაცემთა კონფიდენციალურობა, მონაცემთა ბაზის კონფიდენციალურობა დიზაინის მიხედვით, დეიდენტიფიკაცია, საკუთრება, სანდოობა, მონაცემთა ბაზის უსაფრთხოება და განკუთვნილი და არასასურველი აპლიკაციები; განვითარებადი და მოწინავე ტექნოლოგიები, რომლებიც აძლიერებენ/ანაცვლებენ ტრადიციულ რელაციურ სისტემებს, განსაკუთრებით ისეთებს, რომლებიც გამოიყენება მონაცემთა (დიდი) ანალიტიკის მხარდასაჭერად: NoSQL (მაგ., JSON, XML, გასაღებ-მნიშვნელობის საცავის მონაცემთა ბაზები) დრუბლოვანი მონაცემთა ბაზები, MapReduce და მონაცემთა ფრეიმები.

DM-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **მონაცემთა როლი და მონაცემთა სიცოცხლის ციკლი** (მონაცემთა სასიცოცხლო ციკლი: შექმნა-დამუშავება-მიმოხილვა/ანგარიშგება-შენახვა/მოძიება-განადგურება); **მონაცემთა ბაზის სისტემების ძირითადი კონცეფციები** (მონაცემთა ბაზის სისტემების დანიშნულება და უპირატესობები; მონაცემთა ბაზის სისტემების კომპონენტები, ძირითადი DBMS ფუნქციების დიზაინი (მოთხოვნის მექანიზმები, ტრანზაქციის მენეჯმენტი); მონაცემთა ბაზის არქიტექტურა, მონაცემთა დამოუკიდებლობა და მონაცემთა აბსტრაქცია, დეკლარაციული მოთხოვნების ენის გამოყენება, ტრანზაქცია mgmt, ნორმალიზაცია, ნახევრად სტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული მონაცემთა ბაზები); **მონაცემთა მოდელირება** (მონაცემთა მოდელირება, რელაციური მონაცემთა მოდელი, კონცეპტუალური მოდელები (არსი-კავშირი, UML დიაგრამები); **რელაციური მონაცემთა ბაზები** (არსი და რეფერენციალური მთლიანობა, რელაციური მონაცემთა ბაზის დიზაინი, კონცეპტუალური სქემის რელაციურ სქემაზე ასახვა, მონაცემთა ბაზის ფიზიკური დიზაინი: ფაილების და შენახვის სტრუქტურები, შესავალი ფუნქციური დამოკიდებულების თეორიაში, ნორმალიზაციის თეორია); **მოთხოვნის კონსტრუირება** (SQL მოთხოვნის ფორმირება, რელაციური ალგებრა, SQL); **მოთხოვნის დამუშავება** (გვერდის სტრუქტურები, ინდექსის სტრუქტურები, ალგორითმები მოთხოვნის ოპერატორებისთვის, შეკითხვის ტრანსფორმაციები, მონაცემთა ბაზის რეგულირება/შესრულება); **მონაცემთა უსაფრთხოება და კონფიდენციალურობა** (აუცილებლობა და განსხვავებული მიდგომები დაცვის საკითხებისადმი მონაცემთა „მშვიდ“ მდგომარეობაში გადაცემისას და დამუშავებისას; მონაცემთა და მონაცემთა ბაზის სისტემების დაცვა თავდასხმებისგან, მათ შორის შემომავალი შეტევებისგან, როგორცაა SQL ინექციები; კანონები და რეგულაციები, რომლებიც არეგულირებენ მონაცემთა უსაფრთხოებას და მონაცემთა კონფიდენციალურობას; ეთიკური მოსაზრებები მონაცემთა უსაფრთხოებისა და კონფიდენციალურობის უზრუნველსაყოფად).
2. **მონაცემთა ბაზის სისტემების ძირითადი კონცეფციები** (ბუფერული მართვა, წვდომის მეთოდები); დიდი მონაცემების მართვის მიდგომები (noSQL მონაცემთა ბაზის სისტემები, MapReduce-ის გამოყენება), როგორ ხდება მხოლოდ CRUD აპლიკაციების მხარდაჭერა, განაწილებული მონაცემთა ბაზები/ღუბლოვანი სისტემები, სტრუქტურირებული); **მონაცემთა მოდელირება** (ნახევრად სტრუქტურირებული მონაცემთა მოდელები (გამოხატული DTD, XML ან JSON სქემის გამოყენებით); **მოთხოვნის დამუშავება** (პარალელური მოთხოვნის დამუშავება, მოთხოვნის ოპტიმიზაცია); **DBMS შიდა მოწყობა** (DB ბუფერის მენეჯმენტი, ტრანზაქციის მენეჯმენტი, კონკურენტულობის კონტროლი, აღმდგენი მენეჯერი); **NoSQL სისტემები** (რატომ NoSQL?, „გასაღები-მნიშვნელობა და ღოკუმენტი“ მონაცემთა მოდელი); **მონაცემთა უსაფრთხოება და კონფიდენციალურობა** (მონაცემთა ბაზის აუდიტი და მისი როლი ციფრულ სასამართლო ექსპერტიზაში; განსხვავებები მონაცემთა უსაფრთხოებასა და მონაცემთა კონფიდენციალურობას შორის; პირადი საიდენტიფიკაციო ინფორმაცია (PII) და მისი დაცვა; მონაცემთა გამოტანა და თავდასხმების პრევენცია); **მონაცემთა ანალიტიკა; განაწილებული მონაცემთა ბაზები/ღრუბლოვანი გამოთვლები; ნახევრადსტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული მონაცემთა ბაზები; საზოგადოება, ეთიკა და პროფესიონალიზმი.**

## 8. ოპერაციული სისტემები - Operating Systems (OS)

ოპერაციული სისტემა წარმოადგენს პროგრამული სერვისების ერთობლიობას, რომელიც უზრუნველყოფს აპარატურასა და აპლიკაციებს შორის ეფექტურ და უსაფრთხო ინტერფეისს. ოპერაციული სისტემების ძირითადი თემები ფოკუსირებულია იმ მექანიზმებსა და პოლიტიკებზე, რომლებიც საჭიროა გამოთვლების, მენსიერების, შეტანა-გამოტანის (I/O) ვირტუალიზაციისთვის. ოპერაციული სისტემები კარგად წარმოაჩენს კომპიუტერულ სისტემებში ფართოდ გამოყენებულ მრავალ კონცეფციას. როგორცაა: გამოკითხვა (Polling), წყვეტები (Interrupts), ქეშირება (Caching), მოქნილობის ხარჯები (Flexibility costs overhead) და ა.შ. ოპერაციული სისტემები უნდა ფოკუსირდეს იმაზე, თუ როგორ გამოიყენება ეს კონცეფციები სხვადასხვა სფეროებში - ნდობის დონეები/საზღვრები (Trust boundaries), პარალელიზმი (Concurrency), მდგრადობა (Persistence), უსაფრთხო გაფართოებადობა (Safe extensibility).

ოპერაციული სისტემები წარმოადგენს კომპიუტინგის უმნიშვნელოვანეს ცოდნის სფეროს. ICTs-ის სტუდენტს უნდა ჰქონდეს გააზრებული მოდელი, როგორ სრულდება კონვეიერული ბრძანებები და როგორ მოქმედებს მონაცემთა მოცულობა მენსიერებაში მათ განლაგებაზე. ოპერაციული სისტემების ძირითადი ალგორითმებისა და მიდგომების შესწავლით სტუდენტები შეძლებენ გაიგონ, გააანალიზონ და შეაფასონ უფრო რთული და თანამედროვე მეთოდები.

### OS-ს ცოდნის არე მოიცავს:

- 1. ოპერაციული სისტემის როლი და დანიშნულება** (ოპერაციული სისტემა, როგორც შუამავალი ზოგადი დანიშნულების აპარატურასა და სპეციფიკურ პროგრამულ უზრუნველყოფას შორის; ოპერაციული სისტემის უნივერსალური ფუნქციები; გაფართოებული და/ან სპეციალიზებული ოპერაციული სისტემის ფუნქციები; დაპროექტების საკითხები (ეფექტურობა, საიმედოობა, მოქნილობა, პორტაბილურობა, უსაფრთხოება, თავსებადობა, საფრთხეებისგან დაცულობა); ოპერაციულ სისტემებზე უსაფრთხოების, ქსელური ტექნოლოგიების, მულტიმედიის, პარალელური და განაწილებული გამოთვლების გავლენები; უსაფრთხოების/დაცვის მთავარი საკითხები; ოპერაციული სისტემის ფუნქციების გამოყენება გარსებსა (Shells) და სისტემურ პროგრამირებაში); **ოპერაციული სისტემის პრინციპები** (ოპერაციული სისტემის დაპროექტება და მიდგომები (მონოლითური, მრავალდონიანი (Layered), მოდულური, მიკრობირთვის მოდელები, უნიბირთვი (Unikernel)); აბსტრაქციები, პროცესები და რესურსები; სისტემური გამოძახებების კონცეფცია და მათი კავშირი აპლიკაციის პროგრამულ ინტერფეისებთან (API); აპარატურულ არქიტექტურასა და ოპერაციული სისტემის ფუნქციებს შორის კავშირის ევოლუცია; რესურსების დაცვა; აპარატურული წყვეტები, სერვისული პროცედურები და იმპლემენტაცია; მომხმარებლის/სისტემის მდგომარეობისა და დაცვის კონცეფცია, მომხმარებლის რეჟიმიდან ბირთვის რეჟიმზე

გადასვლა სისტემური გამოძახებების გამოყენებით; სისტემური გამოძახებების მექანიზმი, რეჟიმისა და კონტექსტის გადართვა და წყვეტების დაბრუნება; Spectre-ის დაცულ გარემოში პროცესების გადართვისას კონტექსტის გადართვის წარმადობის ხარჯები და მასთან დაკავშირებული ქემის გასუფთავება); **პარალელიზმი** (ნაკადების (Thread) აბსტრაქცია პარალელიზმთან მიმართებაში; შეჯიბრებითობის პირობები (Race conditions), კრიტიკული უბნები (წყვეტების როლი საჭიროების შემთხვევაში); ჩიხური სიტუაციები (Deadlocks) და „შიმშილი“ (Starvation); პრობლემები მრავალპროცესორიან სისტემებში (spin-locks, reentrancy); მრავალპროცესული პარალელიზმი vs მრავალნაკადიანობა); **დაცვა და უსაფრთხოება** (ოპერაციული სისტემის უსაფრთხოების მექანიზმები; შეტევები და ანტიგონიზმი (დაგეგმარება და ა.შ.); რეალურ ოპერაციულ სისტემებში არსებული ძირითადი მოწყვლადობის მიმოხილვა; ოპერაციული სისტემების რისკების შემცირების სტრატეგიები (სარეზერვო კოპირება, SF-F: სისტემის საიმედოობა).

- პარალელიზმი** (ნაკადების შექმნა, მდგომარეობები, სტრუქტურები; ნაკადების API; ჩიხური სიტუაციები და „შიმშილი“ (აუცილებელი პირობები/შემსუბუქების გზები); ნაკადებისთვის უსაფრთხო კოდის იმპლემენტაცია (სემაფორები, მიუტექს ბლოკირება, პირობითი ცვლადები); საზიარო მენსიერებაზე წვდომის პირობა); **დაცვა და უსაფრთხოება** (პოლიტიკა/მექანიზმის გამიჯვნა; უსაფრთხოების მეთოდები და მოწყობილობები; დაცვა, წვდომის კონტროლი და აუთენტიფიკაცია); **დაგეგმარება** (პროაქტიული და არაპროაქტიული დაგეგმა; დამგეგმავები და პოლიტიკები; SMP/მრავალპროცესორული დაგეგმარებისა და ქემის კოჰერენტობის კონცეფციები; ტაიმერები; ოპერაციული სისტემების ქვეთემები (ენერგოეფექტიან და რეალურ დროში დაგეგმარება); კოოპერატიული დაგეგმვა (Linux futex-ები და მომხმარებლის სივრცის დაგეგმვა)); **პროცესების მოდელი** (პროცესები და ნაკადები ვირტუალიზაციასთან მიმართებაში (დაცული მენსიერება, პროცესის მდგომარეობა, მენსიერების იზოლაცია და სხვა); მენსიერების მოცულობა/სეგმენტაცია (სტეკი, გროვა და ა.შ.); შესრულებადი ფაილების და საერთო ბიბლიოთეკების შექმნა და ჩატვირთვა; დისპეტჩერიზაცია და კონტექსტის გადართვა; პროცესებს შორის კომუნიკაცია); **მენსიერების მართვა** (ფიზიკური მენსიერების მიმოხილვა, მისამართების ტრანსლაციის აპარატურული უზრუნველყოფა და მენსიერების მართვა; მენსიერების იერარქიის, მათ შორის ქემის კონცეფციის, ქემის ძებნის და ა.შ., გავლენა ოპერაციული სისტემის მექანიზმებსა და პოლიტიკაზე; ლოგიკური და ფიზიკური დამისამართება, სამისამართო სივრცის ვირტუალიზაცია; გვერდებდა დაყოფის (paging), გვერდების ჩანაცვლების, თრეშინგისა და გვერდებისა და ფრეიმების განაწილების კონცეფციები; მენსიერების გამოყოფის/გათავისუფლების/შენახვის მეთოდების (ალგორითმები და მონაცემთა სტრუქტურები) წარმადობა და მოქნილობა; მენსიერების ქეშირება და ქემის კოჰერენტულობა, ასევე ქემის გასუფთავების ეფექტი სპეკულაციური შესრულების მოწყვლადობის თავიდან ასაცილებლად; მენსიერების მართვის უსაფრთხოების მექანიზმები და კონცეფციები მათ შორის იზოლირებული პროგრამული გარემო, დაცვა, იზოლაცია და შესაბამისი შეტვის ვექტორები); **მოწყობილობის მართვა** (ბუფერიზაციის სტრატეგიები; მენსიერებასთან პირდაპირი წვდომა და მოთხოვნის შესაბამისად შეტანა-გამოტანის გამოკითხვა; მუდმივი დამახსოვრების მოწყობილობების მართვა (HDD, SSD და ა.შ.); მოწყობილობის ინტერფეისის აბსტრაქციები, HAL-ები (აპარატურული აბსტრაქციის დონეები); მოწყობილობის დრაივერის დანიშნულება, აბსტრაქცია, რეალიზება და ტესტირების გამოწვევები; მოწყობილობებს შორის ინფორმაციის გაცვლისას მაღალი დონის მტყუნება/მედგობა); **ფაილური სისტემების API და რეალიზაცია** (ფაილის

კონცეფცია (მონაცემები, მეტამონაცემები, ოპერაციებისა და წვდომის რეჟიმები); ფაილური სისტემის მონტირება; ფაილზე დაშვების მართვა; ფაილების გაზიარება; ფაილის განთავსების ძირითადი მეთოდები ( ბმული, განაწილების ცხრილი და ა.შ.); ფაილური სისტემის სტრუქტურები (სახელი, იდენტიფიკატორი ან მეტამონაცემების შენახვის ადგილმდებარეობა); განთავსების/გათავისუფლების/შენახვის მეთოდების (ალგორითმები და მონაცემთა სტრუქტურა) გავლენა წარმადობასა და მოქნილობაზე (ანუ შიდა და გარე ფრაგმენტაცია და კომპაქტურობა); თავისუფალი სივრცის მართვა (ბიტური ცხრილების გამოყენება დაკავშირებულის ნაცვლად და სხვა); კატალოგების რეალიზაცია ფაილის სეგმენტაციისა და განთავსების მართვისთვის).

## 9. პარალელური და განაწილებული გამოთვლები - Parallel and Distributed Computing (PDC)

პარალელური და განაწილებული დაპროგრამება ახდენს მრავალი პროგრამის საშუალებით გამოთვლას და კონტროლს, რომლებიც ერთდროულად ხდება სხვადასხვა ადგილას. პარალელიზმისა და განაწილების სიმრავლე გარდაუვალი შედეგია პროცესორებში, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს წარმადობის გასაუმჯობესებლად, თანმიმდევრულ პროგრამებთან შედარებით. პარალელური და განაწილებული დაპროგრამება აღმოფხვრის თანმიმდევრული დაპროგრამების შეზღუდვებს, რომლებიც საჭიროებენ გამოთვლითი ნაბიჯების შესრულებას სერიული თანმიმდევრობით ერთ ადგილზე, ავლენს შემდგომ განსხვავებებს, ტექნიკას და ანალიზებს, რომლებიც გამოიყენება გამოთვლითი სისტემების თითოეულ ფენაზე. ჩვეულებრივ გამოყენებაში, "პარალელური" დაპროგრამება ფოკუსირებულია მრავალი აქტივობის ერთობლივი განხორციელების მოწყობაზე, "განაწილებული" დაპროგრამება ფოკუსირებულია სხვადასხვა ადგილას აქტივობების განხორციელების მოწყობაზე და "ერთდროული" დაპროგრამება ფოკუსირებულია მიმდინარე აქტივობების ურთიერთქმედებებზე ერთმანეთთან და გარემოსთან.

### PDC-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **პროგრამები** (ფუნდამენტური ცნებები); **კომუნიკაცია** (მედია; არხები; მენსიერება; **შეფასება** (უსაფრთხოებისა და სიცოცხლისუნარიანობის მოთხოვნები; დარღვევების იდენტიფიცირება, ტესტირება და გამოსწორება; შესრულების მოთხოვნები); **ალგორითმები** (ალგორითმების გამოსახვა და დანერგვა);
2. **პროგრამები** (ახალი აქტივობების დაპროგრამება); **კომუნიკაცია** (მონაცემთა საცავები; დაპროგრამება კომუნიკაციით); **კოორდინირება** (დამოკიდებულება; მართვის შეზღუდვები; ატომარულობა; დაპროგრამება კოორდინირებით; მახასიათებლები და გაფართოებები); **შეფასება** (დიზაინისა და განხორციელების არჩევანის ზემოქმედება; მეთოდები და ინსტრუმენტები); **ალგორითმები** (საერთო აპლიკაციის დომენების შეფასება; ალგორითმული დომენები).

## 10. პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარების საფუძვლები - Software Development Fundamentals (SDF)

პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების პროცესის დაუფლება წარმოადგენს ICTs-ში შემავალი ქვედარგების უმეტესობის შესწავლის საფუძველს.

პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარების საფუძვლების შესწავლის სფეროში გაერთიანებულია ის ძირითადი ცნებები და უნარ-ჩვევები, რომლებიც მოიცავს დაპროგრამების თეორიასა და პრაქტიკას, და მიზანმიმართულია იმ განმარტებების და უნარების შესასწავლად და ასათვისებლად, რომლებიც საჭიროა კომპიუტერული მეცნიერებების სწავლების საწყის ეტაპზე, ძირითადად პირველ წელს. იგი მოიცავს დაპროგრამირების ფუნდამენტურ ცნებებს და მათ ეფექტურ გამოყენებას პროგრამების შედგენის პროცესში, მონაცემთა ფუნდამენტური სტრუქტურების გამოყენებას, რომლებიც შეიძლება წარმოდგენილი იქნენ დაპროგრამების ენით. ასევე მოიცავს მაღალი ხარისხის მქონე კომპიუტერული პროგრამების შედგენის მიზნისათვის განკუთვნილი დაპროგრამების პრაქტიკის საფუძვლებს, კომპიუტერული პროგრამების წაკითხვის და გააზრების (ანალიზისა და დასკვნის გამოტანის) უნარ-ჩვევების შესწავლას, ათვისებას და განვითარება - დახვეწას, აგრეთვე პროგრამების შესრულების ეფექტურობაზე ალგორითმების ფართო სპექტრის გავლენის შესწავლას (მაგალითად, დახარისხების, ძიების, ოპტიმიზაციისა და მანქანური სწავლების ალგორითმების ეფექტურობის ანალიზი კონკრეტული ამოცანების შესრულებისას). ცოდნის ეს სფერო გულისხმობს თანამედროვე დაპროგრამების ენის გამოყენებას კარგად ჩაშენებული ზოგადი ტიპის მონაცემების მხარდაჭერით, მათ შორის ასოციაციური ტიპის მონაცემებით, როგორცაა ლექსიკონები/რუკები. მათი დანიშნულებაა გააცნოს სტუდენტებს დაპროგრამება (მაგალითად Python / Java.)

ამავე დროს, პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარების საფუძვლების სრული სპექტრის სრულყოფილად და სიღრმისეულად შესწავლის მიზნით უპრიანია დაპროგრამების წინა თაობის და დაბალი დონის დაპროგრამების ენების გაცნობა და გამოყენებაც. მოცემული ცოდნის არის შემადგენელი ნაწილები შეიძლება იქნეს ადაპტირებული კონკრეტულად შერჩეული ენის მიმართ.

## SDF-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **დაპროგრამების ძირითადი კონცეფციები და პრაქტიკა** (ძირითადი ცნებები - ცვლადები, მარტივი მონაცემთა ტიპები, გამოსახულებები და მათი შეფასება; ძირითადი კონსტრუქციები - მინიჭების ბრძანებები, პირობითი და იტერაციული ბრძანებები, ძირითადი შეტანა-გამოტანის ბრძანებები (კონსოლის გამოყენებით); მოდულურობის საკვანძო კონსტრუქციები - ფუნქციები (და მეთოდები და კლასები, თუ მხარდაჭერილია ენაში) და მასთან დაკავშირებული კონცეფციები - პარამეტრების გადაცემა, მონაცემების მოქმედების არე, აბსტრაქცია, მონაცემების ინკაფსულაცია. დაპროგრამების არჩეულ ენაში ხელმისაწვდომი სტრუქტურირებული მონაცემთა ტიპები - მიმდევრობები (მასივები, სიები), ასოციაციური კონტეინერები (ტექსიკონები, რუკები), სიმრავლეები, ტუპლები; ენის მიერ მოწოდებული ბიბლიოთეკები და სამუშაო ჩარჩოები (როდესაც /სადაც გამოიყენება); რეკურსია; პროგრამის შესრულებისას წარმოქმნილ შეცდომებთან მუშაობა (გამონაკლისების დამუშავება); პროგრამების შეცდომების, ტესტირების და გამართვის ძირითადი კონცეფციები; **ფუნდამენტური მონაცემთა სტრუქტურები/მონაცემთა ძირითადი სტრუქტურები** (სტანდარტული აბსტრაქტული მონაცემთა ტიპები - სიები, სტეკები, რიგები, სიმრავლეები და რუკები/ლექსიკონები, და ოპერაციები მათზე; მონაცემთა შესაბამისი სტრუქტურების შერჩევა და გამოყენება; მონაცემთა სტრუქტურ(ებ)ის არჩევის შესრულების შედეგები; სტრიქონები და

სტრიქონების დამუშავება); **ალგორითმები** (ალგორითმის ცნება და ალგორითმის ეფექტურობის განსაზღვრა; ზოგიერთი გავრცელებული ალგორითმი - დახარისხება, ძიება, ხის გადაკვეთა, გრაფის გადაკვეთა; **პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების პრაქტიკა** (საბაზისო ტესტირება - სატესტო შემთხვევის შემუშავება; ზოგადი დანიშნულების ინტეგრირებული დეველოპმენტური გარემოს (Integrated Development Environment) IDE-ის გამოყენება, მისი გამმართველის ჩათვლით; დაპროგრამირების სტილი, რომელიც აუმჯობესებს წაკითხვადობას; **პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარება - საზოგადოება, ეთიკა და პროფესიონალიზმი** (პროგრამისტების ინტელექტუალური საკუთრების უფლებები მათ მიერ შემუშავებულ პროგრამებზე; პლაგიატი და აკადემიური პატიოსნება; პროგრამისტების პასუხისმგებლობა და ვალდებულებები (დაწერილი)კოდის მიმართ, რომელსაც ქმნიან სხვადასხვა გადაწყვეტილებებისათვის; პროგრამისტების პროფესიული ეთიკის საფუძვლები.

2. **დაპროგრამების ძირითადი კონცეპციები და პრაქტიკა** (იმპერატიული (ბრძანებებზე დაფუძნებული) პროგრამების მუშაობა: მდგომარეობა და მდგომარეობის ცვლილებები ოპერატორების შესრულებისას, მართვის ნაკადი;; შეტანისა და გამოტანის ოპერაციები ფაილებისა და API-ების გამოყენებით. კოდის დოკუმენტირება/კომენტირება პროგრამისა და მოდულის დონეზე); **ალგორითმები** (ალგორითმების გავლენა პროგრამების დროის/მენსიერების ეფექტურობაზე); **პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავების პრაქტიკა** ( მოდულის ფუნქციონირების განსაზღვრა ბუნებრივ ენაზე).

## 11. პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია - Software Engineering (SE)

პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია წარმოადგენს განსაკუთრებით რთულ გამოწვევას აკადემიურ გარემოში სწავლისთვის. იმის გათვალისწინებით, რომ ძირითადი განსხვავებები დაპროგრამებასა და პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერიას შორის არის დრო და გუნდური მუშაობა, რთულია ისეთი გაკვეთილების შექმნა, რომელიც მოითხოვს წარმატებულ გუნდურ მუშაობას და რომელიც ცხადად წარმოადგენენ დროის რისკებს. გარდა ამისა, პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერიის ზოგიერთი თემა უფრო ავთენტური და აქტუალური იქნება, თუ და როდესაც მსმენელებს ექნებათ შესაძლებლობა მიიღონ ერთობლივი და გრძელვადიანი მონაწილეობა პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერიის პროექტებში უშუალოდ და არა საკლასო ოთახში.

### SE-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **გუნდური მუშაობა** (ეფექტური კომუნიკაცია, მათ შორის ზეპირი და წერილობითი, ასევე ფორმალური (ელფოსტა, დოკუმენტები, კომენტარები, პრეზენტაციები) და არაფორმალური (გუნდური ჩატი, მეხვედრები); გუნდური კონფლიქტის საერთო მიზეზები და კონფლიქტის მოგვარების მიდგომები; კოოპერატიული დაპროგრამება; როლები და პასუხისმგებლობები პროგრამული უზრუნველყოფის გუნდში; გუნდური პროცესები; გუნდის მრავალფეროვნებისა და ინკლუზიურობის მნიშვნელობა; ურთიერთობა დაინტერესებულ მხარეებთან, როგორც გუნდთან; ფიზიკურ, განაწილებულ, ჰიბრიდულ და ვირტუალურ გუნდებთან დაკავშირებული რისკები); **ხელსაწყოები და გარემო** (პროგრამული უზრუნველყოფის კონფიგურაციის მართვა და ვერსიის კონტროლი; რელიზების მართვა; ტესტირების ხელსაწყოები სტატიკური და დინამიური ანალიზის ხელსაწყოების ჩათვლით; დაპროგრამების პროცესის



ავტომატიზაცია; დიზაინისა და კომუნიკაციის ხელსაწყოები); **მოთხოვნები პროდუქტის მიმართ** (ფუნქციური მოთხოვნები); მოთხოვნების თვისებები - თანმიმდევრულობა, ვალიდობა, სისრულე და მიზანშეწონილობა; მოთხოვნების გამოვლენა); **პროგრამული უზრუნველყოფის დაპროექტება** (სისტემის დაპროექტების პრინციპები; პროგრამული უზრუნველყოფის არქიტექტურა; დაპროგრამება “დიდში” და დაპროგრამება „მცირეში“; კოდის “სუნი” და კოდის ხარისხის სხვა ნიშნები, სისწორისგან განსხვავებული); **პროგრამული უზრუნველყოფის აგება** (მცირე მასშტაბის პრაქტიკული ტესტირება; დოკუმენტაცია; კოდირების სტილი; „საუკეთესო პრაქტიკა“ კოდირებისთვის: ტექნიკა, იდიომები/ნიმუშები, მექანიზმები ხარისხის პროგრამების შესაქმნელად; გამართვა; ჟურნალის წარმოება; სხვათა მიერ შემუშავებული ბიბლიოთეკებისა და ფრეიმორების გამოყენება); **პროგრამული უზრუნველყოფის შემოწმება და დადასტურება** (შემოწმებისა და დადასტურების კონცეფციები; ტესტირების მიზნები; ტესტის სახეები; სტილისტური განსხვავებები ტესტებსა და წარმოების კოდს შორის; ტესტის დაგეგმვა და გენერაცია; ტესტის შემუშავება; განვითარების ციკლში დადასტურება და ვალიდაცია).

2. **ხელსაწყოები და გარემო** (ხელსაწყოების ინტეგრაციის კონცეფციები და მექანიზმები თანამედროვე IDE საშუალებების გამოყენება - გამართვა, რეფაქტორირება, ძიება/ინდექსირება, ML-ზე მომუშავე კოდის ასისტენტები და ა.შ.); **მოთხოვნები პროდუქტის მიმართ** ( არაფუნქციური მოთხოვნები, რისკის იდენტიფიკაცია და მართვა; მოთხოვნების სპეციფიკაციების შეტყობინება და/ან ფორმალიზება); **პროგრამული უზრუნველყოფის შემოწმება და დადასტურება** (დომენის სპეციფიკური შემოწმებისა და ვალიდაციის გამოწვევები); **კოდის რეფაქტორინგი და ევოლუცია** (ჰირუმის კანონი; უკუთავსებადობა; რეფაქტორირება; ვერსიანი რეგისტრაცია); **პროგრამული უზრუნველყოფის საიმედოობა** (სანდოობის კონცეფცია, როგორც მარცხის ალბათობა ან შუალედური დრო წარუმატებლობას შორის, და ხარვეზები, როგორც წარუმატებლობის მიზეზი); სანდოობის მოთხოვნების განსაზღვრა სხვადასხვა სახის პროგრამული უზრუნველყოფისთვის; დეფექტებით/შეცდომით გამოწვეული პროგრამული უზრუნველყოფის წარუმატებლობები; პროგრამული უზრუნველყოფის საიმედოობა, სისტემის საიმედოობა და წარუმატებლობის ქცევა; დეფექტის ინექციისა და მოცილების ციკლი და დეფექტის მოცილების სხვადასხვა მიდგომები).

## 12. საზოგადოება, ეთიკა და პროფესიონალიზმი - Society, Ethics and Professionalism (SEP)

ცოდნის არე ეხება ICTs-ს დარგის ფართო სოციალურ კონტექსტს - შესაბამის სოციალურ, ეთიკურ, სამართლებრივ და პროფესიულ საკითხებს. სტუდენტებმა უნდა გაიაზრონ არსებული ძირითადი კულტურული, სოციალური, სამართლებრივი და ეთიკური საკითხები. უნდა იცოდნენ აღნიშნული დისციპლინა სად იყო, სად არის და საით მიემართება. უნდა ესმოდეთ საკუთარი ინდივიდუალური როლი ამ პროცესში, უნდა იაზრებდნენ ფილოსოფიურ კითხვებს, ტექნიკურ პრობლემებსა და ესთეტიკურ ღირებულებებს, რომლებიც მნიშვნელოვან როლს თამაშობენ დისციპლინის განვითარებაში. მათ ასევე, უნდა გააჩნდეთ კომპიუტერის სოციალური გავლენის შესახებ კითხვების დასმისა და აღნიშნულ კითხვებზე შემოთავაზებული პასუხების შეფასების უნარი. მომავალ პრაქტიკოსებს უნდა შეეძლოთ წინასწარ განსაზღვრონ პროდუქტის გავლენა; გააუმჯობესებს თუ არა ესა თუ ის პროდუქტი ცხოვრების ხარისხს? რა გავლენას მოახდენს იგი ინდივიდებზე, ჯგუფებსა და ინსტიტუტებზე? უნდა იცოდნენ პროგრამული უზრუნველყოფისა და ტექნიკის მომწოდებლებისა და მომხმარებლების ძირითადი სამართლებრივი უფლებები და ეთიკური ღირებულებები, რომლებიც აღნიშნული უფლებების საფუძველს წარმოადგენს.

## SEP ცოდნის არე მოიცავს:

- 1. სოციალური კონტექსტი** (სოციალური შედეგები; კომპიუტერული აპლიკაციების გავლენა; კომპიუტერული ტექნოლოგიების, კერძოდ ხელოვნური ინტელექტის, ბიომეტრიული ტექნოლოგიებისა და გადაწყვეტილების მიღების ალგორითმული სისტემების გამოყენების შედეგები სამოქალაქო ცხოვრებაში; როგორ მოქმედებს კომპიუტერებში მრავალფეროვნებისა და ხელმისაწვდომობის ნაკლებობა საზოგადოებაზე და რა ნაბიჯების გადადგმა შეიძლება კომპიუტერებში მრავალფეროვნებისა და ხელმისაწვდომობის გასაუმჯობესებლად; ინტერნეტის, კომპიუტერებისა და ხელოვნური ინტელექტის განვითარება და კონტროლი; განსხვავებები ციფრული ტექნოლოგიების რესურსებზე წვდომაზე და აქედან გამომდინარე შედეგები გენდერის, კლასის, ეთნიკური წარმომავლობის, გეოგრაფიის და/ან განუვითარებელი ქვეყნების მიხედვით; ხელმისაწვდომობის საკითხები, მათ შორის სამართლებრივი მოთხოვნები და მუქი შაბლონები; კონტექსტ-დამოკიდებული გამოთვლები); **პროფესიული ეთიკა** (სოციალური ღირებულებები და კანონები, რომლითაც ვცხოვრობთ; პროფესიონალიზმის ბუნება, მათ შორის ზრუნვა, ყურადღება და დისციპლინა, ნდობითი პასუხისმგებლობა და მენტორობა; პროფესიული სერთიფიკატები, ეთიკის კოდეზი, ქცევა და პრაქტიკა, როგორიცაა ACM / IEEE-CS, SE, AITP, IFIP და საერთაშორისო საზოგადოებები; ანგარიშვალდებულება, პასუხისმგებლობა; **ინტელექტუალური საკუთრება** (ინტელექტუალური საკუთრების უფლებები; არამატერიალური ციფრული ინტელექტუალური საკუთრება (IDIP); ინტელექტუალური საკუთრების დაცვის სამართლებრივი ჩარჩო; საერთო პროგრამული უზრუნველყოფის ლიცენზიები (მაგ., MIT, GPL და მისი ვარიანტები, Apache, Mozilla, Creative Commons); პლაგიატი და ავტორობა; **კონფიდენციალურობა: პირადი ცხოვრების შეუხებლობა და სამოქალაქო თავისუფლებები** (მონაცემების ფართომასშტაბიანი შეგროვების კონფიდენციალურობის შედეგები, რომელიც მოიცავს ასევე ტრანზაქციების მონაცემთა ბაზებს, მონაცემთა საცავებს, სათვალთვალო სისტემებს და ღრუბლოვან გამოთვლებს; ანონიმურობის, ფსევდოანონიმურობისა და იდენტობის ცნებები; ტექნოლოგიური გადაწყვეტილებები კონფიდენციალურობის დაცვისთვის; სამოქალაქო თავისუფლებები და კულტურული განსხვავებები; **კომუნიკაცია** (ტექნიკური მასალების ინტერპრეტაცია, განზოგადება და სინთეზი, საწყისი კოდისა და დოკუმენტაციის ჩათვლით; ეფექტური ტექნიკური დოკუმენტაციისა და მასალების შედგენა (სახელმძღვანელოები, საცნობარო მასალები, API დოკუმენტაცია); ზეპირი, წერილობითი და ელექტრონული გუნდური და ჯგუფური კომუნიკაციის იდენტიფიცირება, აღწერა და გამოყენება (მკაფიო, თავაზიანი, ლაკონური); **მდგრადი განვითარება** (მდგრადობა განხორციელების გადაწყვეტილებების გარემოსდაცვითი, სოციალური და კულტურული შედეგების გათვალისწინება; კომპიუტერული სისტემების გამოყენებისა და განკარგვის ადგილობრივი/რეგიონალური/გლობალური სოციალური და ეკოლოგიური ზემოქმედების შედეგები; **უსაფრთხოების პოლიტიკა, კანონმდებლობა და კომპიუტერული დანაშაული** (კომპიუტერული დანაშაულების მაგალითები და კომპიუტერული კრიმინალების სამართლებრივი დაცვა; სოციალური ინჟინერია, კომპიუტერული თაღლითობა და ანაზღაურება; კომპიუტერული დანაშაული, როგორიცაა წვდომის ბოროტად გამოყენებასთან დაკავშირებული პრობლემები და უსაფრთხოების დარღვევა; კიბერტერორიზმისა და კრიმინალური ჰაკერების, "ჰაკინგის" მოტივები და

შედეგები; მავნე პროგრამების ზემოქმედება, როგორცაა ვირუსები, ჭიები და ტროას ცხენები); **ინკლუზიურობა, მრავალფეროვნება, თანასწორობა და ხელმისაწვდომობა** (როგორ მოქმედებს იდენტობა კომპიუტერულ გარემოზე (აკადემიურზე და პროფესიულზე) და ტექნოლოგიებზე; მრავალფეროვანი დევლოპერების გუნდების სარგებელი და გუნდების გავლენა, რომლებიც არ არის მრავალფეროვანი; ინკლუზიური ენა და დამუხტული ტერმინოლოგია და რატომ არის მათი გამოყენება მნიშვნელოვანი; ინკლუზიური ქცევა და რატომ არის ეს მნიშვნელოვანი; ტექნოლოგიების შემუშავება და განვითარება ხელმისაწვდომობის გათვალისწინებით; დაპროექტება სპეციალური შესაძლებლობების გამოყენებით);

2. **ეთიკური ანალიზის მეთოდები** (არგუმენტაციაში შეცდომებისა და დამახინჯების თავიდან აცილება; ეთიკური თეორიები და გადაწყვეტილების მიღება (ფილოსოფიური და სოციალური ჩარჩოები); კულტურის როლის აღიარება, ჩვენი გაგებით, კომპიუტერული ტექნოლოგიების დანერგვაში, განვითარებასა და გამოყენებაში; რატომ არის ეთიკა მნიშვნელოვანი კომპიუტერულ ტექნოლოგიებში, რითი ემთხვევა ეთიკა კანონებსა და სოციალური ნორმებს და როგორ განსხვავდება; პროფესიონალური სიები; შეფასების კრიტერიუმები; დაინტერესებული მხარეების ანალიზი; თვალსაზრისის თეორია; ეთიკური ჩარჩოები); **პროფესიული ეთიკა** (შესავალი თეორიებში, რომლებიც აღწერს ადამიანების მიერ ტექნოლოგიის შექმნასა და გამოყენებას, მათ შორის ინსტრუმენტალიზმს, ტექნოლოგიური სისტემების სოციოლოგიას, შეზღუდული შესაძლებლობის მქონე პირთა მართლმსაჯულებას, თეზისებს ნეიტრალიტეტზე, პრაგმატიზმს და დეკოლონიზაციის თეორიებს; სტრატეგიები პროექტების, სისტემების, პროგრამული უზრუნველყოფისა და პროფესიული ქცევის (ან მათი შედეგების) აღიარებისა და ანგარიშებისთვის, რამაც შეიძლება დაარღვიოს ეთიკის კანონი ან პროფესიული ეთიკური კოდექსები; კომპიუტერული პროფესიული და პროფესიული საზოგადოებების როლი საჯარო პოლიტიკაში; შედეგების გაცნობიერება; ეთიკური განსხვავებები და ინფორმირება დანაშაულებებზე; ურთიერთობა რეგიონულ კულტურასა და ეთიკურ დილემებს შორის; შევიწროებასა და დისკრიმინაციასთან ბრძოლა; პროფესიული სერტიფიცირების ფორმები; ერგონომიკა და ჯანსაღი კომპიუტერული გარემო; ბაზარზე გამოსვლის დრო და ხარჯები პროფესიული ხარისხის სტანდარტების მისაღწევად); **ინტელექტუალური საკუთრება** (ინტელექტუალური საკუთრების ფილოსოფიური საფუძვლები; ინტელექტუალური საკუთრების ფორმები (მაგ., საავტორო უფლებები, პატენტები, სავაჭრო საიდუმლოებები, სავაჭრო ნიშნები) და მათ მიერ დაცული უფლებები; შეზღუდვები საავტორო უფლებების დაცვაზე, მათ შორის კეთილსინდისიერი გამოყენება და პირველი გაყიდვის ლოქტრინა; კანონები და ხელშეკრულებები ინტელექტუალურ საკუთრებაზე, რომლებიც გავლენას ახდენს საავტორო უფლებების დაცვაზე; პროგრამული უზრუნველყოფის მეკობრეობა და ინტელექტუალური საკუთრების უფლებების დაცვის ტექნიკური მეთოდები, როგორცაა ციფრული უფლებების მართვა და დახურული კოდის პროგრამული უზრუნველყოფა, როგორც კომერციული საიდუმლო; მოძრაობა საწყისი ღია კოდისთვის მორალური და სამართლებრივი საფუძვლები; სისტემები, რომლებიც იყენებენ მესამე მხარის მონაცემებს); **კონფიდენციალურობა: პირადი ცხოვრების შეუხებლობა და სამოქალაქო თავისუფლებები** კონფიდენციალურობის არსის ფილოსოფიური და სამართლებრივი ცნებები; კონფიდენციალურობის დაცვის სამართლებრივი ჩარჩოები შესაბამის იურისდიქციებში (მაგ., GDPR ევროკავშირში); კონფიდენციალურობის კანონმდებლობა პრაქტიკულ სფეროებში (მაგ. HIPAA შეერთებულ შტატებში);

გამონათვის თავისუფლება და მისი შეზღუდვები; (მომხმარებლის კონტენტი, შინაარსის მოდერაცია და ანგარიშვალდებულება; **კომუნიკაცია** (კომუნიკაციაში აუდიტორიის ცნობიერების გაგება და უზრუნველყოფა სხვადასხვა დაინტერესებულ მხარეებთან ეფექტური ურთიერთობით, როგორებიცაა მომხმარებლები, მენეჯმენტი ან ფართო საზოგადოება; გუნდის შიგნით შესაბამისი და ეფექტური კომუნიკაცია, მათ შორის თანამშრომლობისა და კონფლიქტების მოგვარების ინსტრუმენტების გამოყენება; ტექნიკური დავების მოგვარებაში რიტორიკული შეცდომების გამოყენების ამოცნობა და თავიდან აცილება; პროფესიონალ აუდიტორიასთან მუშაობის ხელმისაწვდომობისა და ინკლუზიურობის მოთხოვნების გაგება; კულტურული კომპეტენციის დემონსტრირება წერილობით და ზეპირ კომუნიკაციაში; სინთეზის გამოყენება პროგრამული პროექტების კონკურენტული ღირებულების კომპრომისების მოკლედ და ზუსტად გადმოსაცემად, ტექნოლოგიების, სტრუქტურა/პროცესების, ხარისხის, ადამიანების, ბაზრის და ფინანსების ჩათვლით; წერილობითი ფორმის გამოყენება სამუშაო ადგილზე პრობლემების გადასაჭრელად ან რეკომენდაციების გასაკეთებლად, როგორიცაა ეთიკური საკითხების წამოჭრა ან ხელმისაწვდომობის საკითხების მოგვარება); **მდგრადი განვითარება** (კომპრომისები დაკავშირებული proof-of-work და proof-of-stake ალგორითმებთან; კომპლექსური კომპიუტერული მოვლენების სისტემური ეფექტები; ფართოდ გავრცელებული გამოთვლები: ინფორმაციის დამუშავება, რომელიც ინტეგრირებულია ყოველდღიურ ობიექტებსა და აქტივობებში, როგორიცაა ჭკვიანი ენერგეტიკული სისტემები, სოციალური მედია და უკუკავშირის სისტემები მდგრადი ქვევის, ტრანსპორტირების, გარემოს მონიტორინგის, მოქალაქეთა მეცნიერებისა და აქტივიზმის ხელშესაწყობად); **გამოთვლების ეკონომიკა** (მიმწოდებლის ეკონომიკა: რეგულირებადი და არარეგულირებადი, მონოპოლიები, ქსელური ეფექტები და ღია ბაზარი. "შემოდობილი ბალები" ტექნოლოგიურ გარემოში; ცოდნისა და ყურადღების ეკონომიკა; კვალიფიციურ შრომით ძალაზე მიწოდებისა და მოთხოვნის გავლენა კომპიუტერული პროდუქციის ხარისხზე; ფასწარმოქმნის სტრატეგიები გამოთვლით სფეროში: გამოწერები, დაგეგმილი ცვეთა, პროგრამული უზრუნველყოფის ლიცენზიები, ღია კოდის პროგრამული უზრუნველყოფა, უფასო პროგრამული უზრუნველყოფა; აუტოსორსინგისა და ოფშორული პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება; გავლენა დასაქმებასა და ეკონომიკაზე; გლობალიზაციის შედეგები კომპიუტერული მეცნიერების სპეციალისტების და მომხმარებლებისთვის; განსხვავებები კომპიუტერული რესურსების ხელმისაწვდომობა და შესაძლო შედეგები; ავტომატიზება და მისი გავლენა დეველოპერების შრომის ბაზრებზე, და მომხმარებლებზე; ზრდის ეკონომიკა, სტარტაპები, მეწარმეობა, ქველმოქმედება; როგორ ცვლის კომპიუტერები პერსონალურ ფინანსებს: ბლოკჩეინი და კრიპტოვალუტები, მობაილბანკი და გადახდები, SMS - გადახდები განვითარებად რეგიონებში და ა.შ.); **უსაფრთხოების პოლიტიკა, კანონმდებლობა და კომპიუტერული დანაშაული** (თავდასხმები კრიტიკულ ინფრასტრუქტურაზე, როგორიცაა ელექტროგადამცემი ქსელები და მილსადენები; არსებული და დაგეგმილი კომპიუტერული დანაშაულის კანონების უპირატესობები და გამოწვევები; უსაფრთხოების; პოლიტიკა და მოთხოვნასთან შესაბამისობის საკითხები; პასუხისმგებლობა უსაფრთხოებაზე მთელი გამოთვლითი სასიცოცხლო ციკლის განმავლობაში; საერთაშორისო და ადგილობრივი სამართალი და როგორ იკვეთებიან ისინი); **ინკლუზიურობა, მრავალფეროვნება, თანასწორობა და ხელმისაწვდომობა** (როგორ შეუძლიათ გამოთვლითი ტექნიკის პროფესიონალებს გავლენა მოახდინონ ინკლუზიაზე, მრავალფეროვნებაზე, თანასწორობაზე და ხელმისაწვდომობაზე როგორც

პოზიტიური, ასევე უარყოფითი გზით, არა მხოლოდ მათ მიერ შექმნილი პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით; მრავალფეროვნების სარგებელი და ზიანი, რომელიც გამოწვეულია მრავალფეროვნების ნაკლებობით; ისტორიული მარგინალიზაცია ტექნოლოგიური უპირატესობისა და გლობალური ინფრასტრუქტურის გამოწვევების გამო თანასწორობისთვის და ხელმისაწვდომობისთვის.

### 13. სისტემების საფუძვლები - Systems Fundamentals (SF)

კომპიუტერული სისტემა არის აპარატული და პროგრამული ინფრასტრუქტურების ერთობლიობა, რომელზეც აგებულია აპლიკაციები. კომპიუტერული სისტემები ადამიანების ყოველდღიური ცხოვრების საყრდენად იქცა. შესაბამისად, კომპიუტერული სისტემების შესახებ ცოდნის შექმნა, ამ სისტემების გამოყენებისა და დაპროექტების უნარების დაუფლება და კომპიუტერული სისტემების ფუნდამენტური მიზნებისა და პრინციპების გაგება აუცილებელია, რომ სტუდენტებმა შეძლონ კომპიუტერულ მეცნიერებასთან დაკავშირებული საჭირო კომპეტენციების დაუფლება.

კომპიუტერული მეცნიერების კურიკულუმში, კომპიუტერული სისტემების შესწავლა ტიპურად მრავალ კურსს მოიცავს, მათ შორის: ოპერაციული სისტემები, პარალელური და განაწილებული სისტემები, კომუნიკაციის ქსელები, კომპიუტერის არქიტექტურა და ორგანიზაცია და პროგრამული ინჟინერია. სისტემის საფუძვლების ცოდნის სფერო, როგორც მისი სახელიდან ჩანს, ფოკუსირებულია კომპიუტერულ სისტემებში არსებულ ფუნდამენტურ კონცეფციებზე, რომლებიც საერთოა ამ კურსებისთვის მათი შესაბამისი ბირთვების (ბლოკების) ფარგლებში. ამ ცოდნის სფეროს მიზანია შესაბამისი ფუნდამენტური კონცეფციების ინტეგრირებული ხედვის წარდგენა გამარტივებულ ფორმაში, რაც უზრუნველყოფს განსხვავებული სფეროებისთვის სპეციფიური მექანიზმებისა და პოლიტიკების საერთო საფუძვლს. ეს კონცეფციები მოიცავს კომპიუტერული სისტემების მიმოხილვას, ძირითად ცნებებს, როგორიცაა მდგომარეობა და მდგომარეობის ცვლილება, რესურსების გამოყოფა და დაგეგმარება და ა.შ.

#### (SF)-ს ცოდნის არე მოიცავს:

- 1. კომპიუტერული სისტემების მიმოხილვა.** კომპიუტერის ძირითადი შემადგენელი ბლოკები და კომპონენტები. აპარატურა, როგორც გამოთვლითი პარადიგმა, ფუნდამენტური ლოგიკური ბლოკები და გამოსახულებები. პროგრამირების აბსტრაქციები, ინტერფეისები, ბიბლიოთეკების გამოყენება. განსხვავება აპლიკაციასა და ოპერაციული სისტემის სერვისებს შორის, დამორებული პროცედურის გამოძახება. აპლიკაციისა და ოპერაციული სისტემის ურთიერთქმედება. კონვეიერიზაციის საბაზო კონცეფცია, დამუშავების გადაფარული ეტაპები. მასშტაბირების ძირითადი კონცეფცია: სწრაფად მუშაობა ან უფრო მასშტაბური პრობლემების გადაჭრა. **ძირითადი კონცეფციები.** ციფრული, ანალოგური/დისკრეტული და უწყვეტი სისტემების შედარება. მარტივი ლოგიკური გარდაქმნები, ლოგიკური გამოსახულებები, ბულის ლოგიკა. საათი, მდგომარეობა, თანმიმდევრობა, მდგომარეობა და მდგომარეობში გადასვლა, სასრული მდგომარეობის მანქანები. კომბინაციური ლოგიკა, თანმიმდევრული ლოგიკა, რეგისტრები, მეხსიერებები. კომპიუტერები და ქსელური პროტოკოლები, როგორც სასრული მდგომარეობის მანქანების მაგალითები. თანმიმდევრული და პარალელური დამუშავება - შედარება. აპლიკაციის დონის თანმიმდევრული დამუშავება: ერთი ნაკადი. მარტივი აპლიკაციის დონის პარალელური დამუშავება: მოთხოვნის დონე (ვებ-

სერვისები/კლიენტ-სერვერი/განაწილებული), ერთი ნაკადი თითო სერვერზე, მრავალი ნაკადი მრავალ სერვერზე, კონვეიერი.

**2. რესურსების განაწილება და დაგეგმვა.** რესურსების სხვადასხვა ტიპები. დაგეგმვის საერთო ალგორითმები. **სისტემის წარმადობა.** დაყოვნებები კომპიუტერულ სისტემებში. ქემ მენსიერება, სივრცითი და დროითი ლოკალურობის ეფექტების გავლენა პროცესორებისა და სისტემების წარმადობაზე. **წარმადობის შეფასება.** წარმადობის შეფასების მაჩვენებლები. სამუშაო დატვირთვები და წარმომადგენლობითი ტესტები, წარმადობის შეფასების მაჩვენებლების შეგროვებისა და ანალიზის მეთოდები. CPI (ციკლები ინსტრუქციაზე) განტოლება, როგორც ინსტრუქციების ნაკრების, პროცესორის კონვეიერებისა და მენსიერების სისტემის ორგანიზაციების არქიტექტურაში კომპრომისების გაგების ინსტრუმენტი. **ჟ.** ამდლის კანონი: გამოთვლების ის ნაწილი, რომლის დაჩქარებაც შეუძლებელია. რიგის სიდიდის (მაგნიტუდის) ანალიზი (Big O ნოტაცია). სისტემის წარმადობის ნელი და სწრაფი გზების ანალიზი. მოვლენები და მათი გავლენა სისტემის წარმადობაზე (მაგ., ინსტრუქციების შეჩერებები, აცდენები ქემ მენსიერებაში, გვერდემის შეცდომები). **სისტემის საიმედოობა.** განსხვავება შეცდომებსა და დეფექტებს შორის. საიმედოობა რედუნდანტულობის (სიჭარბის, თავის დაზღვევის) მეშვეობით. რედუნდანტული კოდირება (შეცდომების გასწორების კოდები, CRC, FEC), დუბლირება/სარკისებური ასახვა/რეპლიკები. **სისტემის უსაფრთხოება.** სისტემის უსაფრთხოების გავრცელებული პრობლემები და კონტროლები ზომები (მეთოდები). **სისტემის დიზაინი (დაპროექტება).** სისტემის დიზაინის (არქიტექტურის) საერთო კრიტერიუმები (მაგ., სიცოცხლისუნარიანობა, უსაფრთხოება, მდგრადობა, მასშტაბურობა და დაცულობა).

#### 14. სპეციალიზებული პლატფორმის განვითარება (შემუშავება) - Specialized Platform Development (SPD)

სპეციალიზებული პლატფორმის განვითარების (SPD) ცოდნის არეალი (KA) მოიცავს ატრიბუტების და პროგრამული პლატფორმის შექმნასთან დაკავშირებულ საკითხებს კონკრეტული სფეროების სპეციფიკური საჭიროებებისა და მოთხოვნების დასაკმაყოფილებლად.

სპეციალიზებულ პლატფორმებს წარმოადგენენ ჯანმრთელობის დაცვის პროვაიდერების, ფინანსური ინსტიტუტების, ან სატრანსპორტო კომპანიების და სხვა სფეროების საქმიანობის კონკრეტულ საჭიროებაზე მორგებული პროგრამული სისტემები. სპეციალიზებული პლატფორმის შემუშავება, როგორც წესი, მოიცავს რამდენიმე ძირითად ეტაპს - მოთხოვნა, დაპროექტება, განვითარება, დანერგვა და მხარდაჭერა.

*განიხილება შემდეგ ფაქტორები:*

- **გამოთვლითი სფეროები:** მონაცემთა მეცნიერება/ანალიტიკა - მულტიპლატფორმის გამოიყენება სენსორული მონაცემების მოსაძიებლად; კიბერუსაფრთხოება - მოიცავს გარკვეული მონაცემების მოპოვების დაცვას, პროტოკოლების ამოცნობას ქსელის გადაცემის შესაძლებლობის დასაცავად და მათ მანიპულირებას; ხელოვნური ინტელექტი და მანქანური სწავლება - არტეფაქტების გამოყენება, რომლებიც ახდენენ ინფორმაციის ამოკრეფას რობოტიკისა და დრონების მართვის კონკრეტული ამოცანების შესასრულებლად.
- **სამრეწველო საჭიროებები და კომპეტენციები:** სპეციალიზებული პლატფორმების (მობილური, ვებ, რობოტიკა, ჩაშენებული და ინტერაქტიული სისტემები) შემუშავება. ამ

მიმართულების პროფესიული კომპეტენცია, მოიცავს ცოდნის არესთან დაკავშირებულ შემდეგ სამუშაოს: ქმნის მობილურ აპლიკაციას, რომელიც უზრუნველყოფს მომხმარებლის ერთგვაროვან ინტერფეისს სხვადასხვა მოწყობილობებში, ეკრანის განსხვავებული ზომებისა და ოპერაციული სისტემებისათვის; აანალიზებს ადამიანების გამოცდილებას ახალი პერიფერიული მოწყობილობის გამოყენებით იმერსიული სისტემისთვის, რომელიც მხარდაჭერილია თავზე დამაგრებული დისპლეის გამოყენებით და შერეული რეალობით, გამოყენებადობადადობაზე და ხელმისაწვდომობაზე ყურადღების გამახვილებით; უსაფრთხო ვებ გვერდების შექმნა და ოპტიმიზაცია განვითარებადი ბიზნეს საჭიროებებისათვის; აპლიკაციების დაპროგრამების ინტერფეისების (API) შემუშავება მობილური ფუნქციონირების მხარდასაჭერად არსებული ტერმინოლოგიის, ცნებების შენარჩუნებით, და მობილური აპლიკაციების კოდირების საუკეთესო პრაქტიკების გამოყენებით; ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფა ისეთი მოწყობილობებიდან არტეფაქტებიდან, როგორიცაა raspberry Pis, Arduinos და მობილური მოწყობილობები, იაფი მიკროკონტროლერები და მოწყობილობები, როგორცაა ROS გამოყენებით შექმნილი რობოტები, უზრუნველყოფენ სპეციალიზებული მოქმედებების შესრულებას.

### SPD-ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. ვებ, მობილური, რობოტის, ჩაშენებული, თამაშის და ინტერაქტიული გამოთვლითი პლატფორმების განვითარება; შეტანა-გამოტანის/სენსორული/მმარველი/შეხებით აღქმადი მოწყობილობები; რესურსების შეზღუდვები (გამოთვლითი, მონაცემთა საცავები, მენსიერება, კომუნიკაცია); მოთხოვნები (უსაფრთხოება, დროში ხელმისაწვდომობა, შეცდომისაღმი მედეგობა); პლატფორმაზე დამოკიდებული გამოყენებითი დაპროგრამების ინტერფეისის გამოყენება; პლატფორმული ენების მიმოხილვა; დაპროგრამება პლატფორმის შეზღუდვებისა და მოთხოვნების შესაბამისად; პლატფორმის სპეციფიკური დაპროგრამების ენები.

### 15. უსაფრთხოება - Security (SEC)

უსაფრთხოების (SEC) ცოდნის სფერო ფოკუსირებულია უსაფრთხოების აზროვნების განვითარებაზე ICTs კურსდამთავრებულთა საერთო ეთოსში, რათა უსაფრთხოება იყოს მათი სამუშაო პროდუქტის განუყოფელი ნაწილი. უსაფრთხოება მოიცავს ცნებებს, როგორცაა კონფიდენციალურობა, კრიპტოგრაფია, უსაფრთხო სისტემის დიზაინი, მოდულარობის პრინციპები და სხვა. ის ასევე ეყრდნობა საერთო კონცეფციებს, რომლებიც გავრცელებულია ყველა სხვა ცოდნის სფეროში. გარდა ამისა აქტუალურია კიბერუსაფრთხოების ექვსი გამჭოლი თემა: კონფიდენციალურობა, მთლიანობა, ხელმისაწვდომობა, რისკის შეფასება, სისტემური აზროვნება და შეჯიბრებითი აზროვნება. გარდა ამისა, ემატება მეშვიდე ჯვარედინი თემა: ადამიანზე ორიენტირებული აზროვნება, ხაზს უსვამს იმას, რომ ადამიანები ასევე არიან რგოლი უსაფრთხოების ჯაჭვის საერთო ჯაჭვში - შეჯიბრებითი აზროვნება, რომელიც, როგორც წესი, არ არის დაფარული კომპიუტერული ICTs-ს სხვა სფეროებში. სტუდენტებმა ასევე უნდა ისწავლონ უსაფრთხოების ცნებები, როგორცაა ავთენტიფიკაცია, ავტორიზაცია და არაუარყოფა, უნდა გაეცნონ სისტემის მოწყვლადობას და გაიგონ პროგრამული სისტემების მიმართ არსებული საფრთხეები.

### SEC ცოდნის არე მოიცავს:

1. **საბაზისო უსაფრთხოება** (უსაფრთხოების აზროვნების შემუშავება, მათ შორის გამჭოლი ცნებები: კონფიდენციალურობა, მთლიანობა, ხელმისაწვდომობა, რისკის შეფასება, სისტემური აზროვნება, წინააღმდეგობრივი აზროვნება, ადამიანზე ორიენტირებული აზროვნება; დაუცველობები, საფრთხეები და თავდასხმის ვექტორები; სერვისის უარყოფა (DoS) და სერვისის განაწილებული უარყოფა (DDoS); დაცვის პრინციპები და პრაქტიკა; კონფიდენციალურობის პრინციპები და პრაქტიკა; ავთენტიფიკაცია და ავტორიზაცია; წინააღმდეგობრიობა უსაფრთხოებას, კონფიდენციალურობას, შესრულებას და ღირსიანის სხვა მიზნებს შორის; უსაფრთხოებისა და კონფიდენციალურობის შესახებ კანონებისა და რეგულაციების გამოყენებადობა; ეთიკური მოსაზრებები უსაფრთხო სისტემების ღირსიანისა და კონფიდენციალურობის შესანარჩუნებლად; კრიპტოგრაფიული სამშენებლო ბლოკები; ტექნიკის მოსაზრებები უსაფრთხოებაში; წვდომის კონტროლი; **დაცვა: თავდაცვითი დაპროგრამება** (საერთო სისუსტეები და უარყოფითი მხარეები; შეყვანის ვალიდაცია და მონაცემთა გაწმენდა; უსაფრთხოების ტიპები და ტიპი-უსაფრთხო ენები; ბუფერული გადადინება, დასტის მსხვრევა და მთელი რიცხვის გადავსება; SQL ინექცია და ინექციის სხვა შეტევები; მესამე მხარის კომპონენტების უსაფრთხოდ გამოყენება; გარანტია: ტესტირება (მათ შორის ფუზირება), გადამოწმება და ვალიდაცია); **კიბერუსაფრთხოება** (მათემატიკური საფუძვლები - მოდულური არითმეტიკა, ევკლიდური ალგორითმი, ალბათური დამოუკიდებლობა, წრფივი ალგებრის საფუძვლები, რიცხვების თეორია, სასრული ველები, სირთულე, ასიმპტომური ანალიზი); განსხვავებები კრიპტოგრაფიის ალგორითმულ, გამოყენებით და მათემატიკის მეხედულელებს შორის; ისტორია და რეალურ სამყაროში არსებული აპლიკაციები;
2. **საბაზისო უსაფრთხოება** (მეჭრის აღმოჩენის სისტემები; გამოყენებადი უსაფრთხოებისა და ადამიანზე ორიენტირებული გამოთვლის პრინციპები; ნდობისა და სანდოობის ცნებები; უსაფრთხოების აზროვნების აპლიკაციები: ვებ, ღრუბელი და მობილური მოწყობილობები; ნივთების ინტერნეტი (IoT) უსაფრთხოება და კონფიდენციალურობა; წვდომის კონტროლის უფრო ახალი მიდგომები); **დაცვა: თავდაცვითი დაპროგრამება** (სტატიკური და დინამიური ანალიზები; ინფორმაციის ნაკადის შეტევების პრევენცია; შეტევითი დაცვა; მავნე პროგრამა: ჯიშები, შექმნა და მათგან თავდაცვა; გამოსასყიდი პროგრამა და მისი პრევენცია); **ნივთების ინტერნეტი (IoT)**; წვდომის კონტროლის უახლესი მიდგომები; **კიბერუსაფრთხოება** (კლასიკური კრიპტოსისტემები - ცვლა, ჩანაცვლება, ტრანსპოზიციის შიფრები, კოდების წიგნები, მანქანები; ძირითადი კრიპტოგრაფია: სიმეტრიული გასაღები და საჯარო გასაღების კრიპტოგრაფია; კერპოფის პრინციპი და შემოწმებული ბიბლიოთეკების გამოყენება; **დამატებითი მათემატიკური საფუძვლები** (პირველობა და ფაქტორინგი; ელიფსური მრუდის კრიპტოგრაფია); კერძო გასაღების კრიპტოსისტემები (ჩანაცვლება-პერმუტაციის ქსელები, ხაზოვანი კრიპტოანალიზი, დიფერენციალური კრიპტოანალიზი, DES, AES; საჯარო გასაღების კრიპტოსისტემები (Diffie-Hellman, RSA); მონაცემთა მთლიანობა და ავთენტიფიკაცია (ჰეშინგი, ციფრული ხელმოწერები); კრიპტოგრაფიული პროტოკოლები (გამოწვევა-პასუხის ავთენტიფიკაცია, ნულოვანი ცოდნის პროტოკოლები, ვალდებულება, დაუვიწყარი გადაცემა, უსაფრთხო 2 მხარის ან მრავალმხრივი გამოთვლა, საიდუმლო გაზიარება და აპლიკაციები); თავდამსხმელის შესაძლებლობები (შერჩეული შეტყობინებების შეტევა (ხელმოწერებისთვის), დაბადების დღის შეტევები, გვერდითი არხის შეტევები, შეცდომის ინექციის შეტევები); კვანტური კრიპტოგრაფია; ბლოკჩეინი



და კრიპტოვალუტები); **ინჟინერია: უსაფრთხოების ანალიზი და ინჟინერია** (უსაფრთხოების საინჟინრო მიზნები (სისტემების აგება, რომლებიც საიმედოდ რჩება შეცდომების, ავარიების ან მავნე განზრახვების მიუხედავად); პრობლემის ანალიზი და სიტუაციური ანალიზი სისტემის უსაფრთხოებისთვის; უსაფრთხოების დაპროექტება უსაფრთხოების ტესტირების ჩათვლით; უსაფრთხოების შეფასება და ანალიზი; **სასამართლო ექსპერტიზა: ციფრული სასამართლო ექსპერტიზა** (ციფრული სასამართლო ექსპერტიზის ძირითადი პრინციპები და მეთოდოლოგიები; სასამართლო ექსპერტიზის სისტემის დიზაინი; მტკიცებულების წესები – ზოგადი ცნებები და განსხვავებები იურისდიქციებს შორის; სამართლებრივი საკითხები: ციფრული მტკიცებულებების დაცვა და მართვა, პატიმრობის ჯაჭვები, მოხსენება, ექსპერტი მოწმის სტატუსი; სასამართლო ექსპერტიზა სხვადასხვა სიტუაციებში: ოპერაციული სისტემები, ფაილური სისტემები, აპლიკაციის სასამართლო ექსპერტიზა, ვებ-კრიმინალისტიკა, ქსელის სასამართლო ექსპერტიზა, მობილური მოწყობილობების სასამართლო ექსპერტიზა, მონაცემთა ბაზის აუდიტის გამოყენება; კრიმინალისტიკაზე თავდასხმა და ასეთი თავდასხმების პრევენცია); **მმართველობა: უსაფრთხოების მმართველობა** (კრიტიკული აქტივების დაცვა საფრთხეებისგან; უსაფრთხოების მართვა: ორგანიზაციული მიზნები და ზოგადი რისკის შეფასება; უსაფრთხოების მენეჯმენტი)

**16. ქსელი და კომუნიკაცია - (NC)**

ქსელური კავშირი და კომუნიკაცია ცენტრალურ როლს თამაშობს ურთიერთდაკავშირებულ კომპიუტერულ სისტემებში. საჯარო ინტერნეტი უზრუნველყოფს კავშირს ქსელური აპლიკაციებისთვის, რომლებიც მსოფლიოს მასშტაბით სულ უფრო მეტ ინდივიდსა და ორგანიზაციას ემსახურება. საჯარო სექტორი, მსხვილი კერძო ქსელები იყენებენ გლობალურ ქსელებს ხარჯ-ეფექტური განაწილებული გამოთვლების, მონაცემთა შენახვისა და გაზიარების მხარდასაჭერად.

ცოდნის ეს სფერო ეხება ქსელური კავშირისა და კომუნიკაციის ძირითად კონცეფციებს, ასევე მათი რეალიზაციის შესაძლებლობებს ინტერნეტში და სხვა სახის კომპიუტერულ ქსელებში. კომუტაციისა და იერარქიის ძირითადი პრინციპების გარდა, ეს სფერო მოიცავს ცოდნას ქსელური სახელების და მისამართების, საიმედოობის, შეცდომების კონტროლის, ნაკადის კონტროლის, გადატვირთვის კონტროლის, დომენის იერარქიის, მარშრუტიზაციის, მოდულაციის, კოდირების, კადრირებისა და წვდომის კონტროლის შესახებ. ეს სფერო ასევე მოიცავს ცოდნის არეებს ქსელის უსაფრთხოებისა და მობილურობის შესახებ, როგორცაა ქსელებზე შეტევები, შესაბამისი კონტროლები, მოწყობილობებს შორის კომუნიკაცია და „მრავალდონიანი“ უსადენო ქსელი. ფუნდამენტური პრინციპების გარდა, ეს სფერო მოიცავს მათ კონკრეტულ რეალიზაციას ინტერნეტში, ქსელური კავშირებისა და კომუნიკაციის კონცეფციების განხორციელების პრაქტიკულ უნარებს. დასასრულ, ეს სფერო მოიცავს ისეთ მზარდ თემებს, როგორცაა ქსელის ვირტუალიზაცია და კვანტური ქსელები.

**NC-ს ცოდნის არე მოიცავს:**

1. **საბაზო ცოდნა** (ქსელის მნიშვნელობა თანამედროვე გამოთვლებში და მასთან დაკავშირებული გამოწვევები; ინტერნეტის ორგანიზება (მომხმარებლები, ინტერნეტ სერვისის პროვაიდერები, ავტონომიური სისტემები, კონტენტის პროვაიდერები, კონტენტის მიწოდების ქსელები); კომუტაციის ტექნოლოგია არხი და პაკეტი); დონეები

და მათი ფუნქციები (გამოყენებითი, სატრანსპორტო, საქსელო, საარხო და ფიზიკური); დამრევების პრინციპები (ენკაფსულაცია და ქვიშის საათის მოდელი); ქსელის ელემენტები (ჰაბები, კომუტატორები, მამარშრუტიზატორები, წვდომის წერტილები და ჰოსტები); ძირითადი რიგის ცნებები (ურთიერთკავშირი ლატენტურობასთან (დაყოვნებასთან), გადატვირთვასთან, მომსახურების დონებთან და ა.შ.); **ქსელური აპლიკაციები** (სახელობითი და სხვა ტიპის მისამართების სქემები (DNS და ერთიანი რესურსის იდენტიფიკატორები); ნაწილებული აპლიკაციების პარადიგმები (კლიენტი/სერვერი, ერთრანგიანი ქსელები, ღრუბლოვანი სისტემები, პერიფერია და სხვა); ქსელური აპლიკაციების მიმართ მოთხოვნების სახეები (ლატენტურობა, გამტარუნარიანობა და დანაკარგების აცილება, მტყუნებამდეგობა). სულ მცირე გამოყენებითი დონის ერთი რომელიმე პროტოკოლის დახასიათება (მაგ. HTTP); TCP, UDP და API ტიპის სოკეტებთან ურთიერთქმედებები); **მარშრუტიზაცია და გადამისამართება** (მარშრუტიზაციის პარადიგმები და იერარქია (შიდა/გარე დომენი, ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული, წყაროს მარშრუტიზაცია, ვირტუალური არხები, QoS); გადაგზავნის მეთოდები (გადაგზავნის ცხრილები და შესაბამისობის ალგორითმები); IP და მასშტაბურობის საკითხები (NAT, CIDR, BGP, IP-ის სხვადასხვა ვერსიები); **კომუნიკაცია** (მოდულაციის, გამტარუნარიანობის და საკომუნიკაციო მედიის შესავალი; კოდირება და კადრირება; მედიასთან წვდომის მართვა (MAC) (შემთხვევითი წვდომა და დაგეგმილი წვდომა); Ethernet და WiFi; კომუტაცია (ურთიერთდაკავშირებული ხეები, VLANs); ლოკალური ქსელის ტოპოლოგიები (მონაცემთა ცენტრი, კამპუსის ქსელები);

2. **საიმედოობის მხარდაჭერა** (არასანდო მიწოდება; სანდოობის ძირითადი პრინციპები; შეცდომების მართვა; ნაკადის მართვა (გაჩერება და დალოდება, ფანჯრის მეთოდი); გადატვირთულობის მართვა (ნაგულისხმევი და ცხადი გადატვირთულობის შეტყობინება); TCP და წარმადობის საკითხები (Tahoe, Reno, Vegas, Cubic); **განცალკეული ჰოპი (Single-Hop), მობილობის მხარდაჭერა** (ფიჭური კომუნიკაციის (კავშირის) პრინციპები (4G, 5G); უსადენო LAN-ის პრინციპები; კავშირი მოწყობილობას შორის; მრავალდონიანი (Multihop) უსადენო ქსელები; **ქსელის უსაფრთხოება** (ზოგადი შესავალი უსაფრთხოების შესახებ (საფრთხეები, დაუცველობა და კონტროლოები), ქსელის სპეციფიკური საფრთხეები და თავდასხმების ტიპები (სერვისზე უარის თქმა (DoS), გაყალბება, (spoofing, sniffing), ტრაფიკის გადამისამართება, ადამიანი შუაში (man-in-the-middle), შეტევები შეტყობინებების მთლიანობის დარღვევაზე, შეტევები მარშრუტიზაციაზე, გამოსასყიდი პროგრამები (ransomware) და ტრაფიკის ანალიზი; კონტროლოები; კრიპტოგრაფია (SSL, TLS, სიმეტრიული/ასიმეტრიული შიფები); უსაფრთხო ქსელების არქიტექტურები (უსაფრთხო არხები, უსაფრთხო მარშრუტიზაციის პროტოკოლები, უსაფრთხო DNS, VPN, DMZ, Zero Trust ქსელის წვდომა, ჰიპერ ქსელის უსაფრთხოება, ანონიმური საკომუნიკაციო პროტოკოლები, იზოლაცია); ქსელის მონიტორინგი, შეჭრის გამოვლენა, firewalls, spoofing და DoS შეტევებისგან დაცვა, honeypots, tracebacks, BGP Sec, RPKI).

## 17. ხელოვნური ინტელექტი - Artificial Intelligence (AI)

ხელოვნური ინტელექტი (AI) სწავლობს პრობლემებს, რომელთა გადაჭრა რთული ან არაპრაქტიკულია ტრადიციული ალგორითმული მიდგომებით. ეს პრობლემები ხშირად მოგვაგონებს იმ პრობლემებს, რომლებიც მიიჩნევა, რომ მოითხოვს ადამიანის ინტელექტს და

შედეგად მიღებული AI გადაწყვეტის სტრატეგიები, როგორც წესი, განზოგადებულია პრობლემების კლასებზე.

ხელოვნური ინტელექტი მოიცავს სიმბოლურ და ქვესიმბოლურ მიდგომების ნაზავს. ეს გადაწყვეტილებები ეყრდნობა ზოგადი და სპეციალიზებული ცოდნის წარმოდგენის სქემებს, პრობლემის გადაჭრის მექანიზმებს და ოპტიმიზაციის ტექნიკებს. ეს მიდგომები დაკავშირებულია პრობლემის აღქმასთან (მაგ., საუბრის ამოცნობა, ბუნებრივი ენის გაგება, კომპიუტერული ხედვა), მის გადაჭრასთან (მაგ. ძიება, დაგეგმვა, ოპტიმიზაცია), მისი გადაჭრისათვის საჭირო მხარდამჭერ ქმედებებსა (მაგ., რობოტიკა, დავალების ავტომატიზაცია, კონტროლი) და არქიტექტურასთან (მაგ., ცალკეული აგენტები, აგენტური სისტემები). აქცენტი კეთდება ხელოვნური ინტელექტის პრაქტიკულ გამოყენებაზე, მათ შორის სხვადასხვა სფეროებში (მაგ., მედიცინა, მდგრადობა, სოციალური მედია და ა.შ.). იგი მოიცავს ინსტრუმენტების განხილვას, რომლებიც იყენებენ ღრმა გენერაციულ მოდელებს (მაგ., ChatGPT, DALL-E, Midjourney), თუ როგორ მუშაობენ ისინი ასეთ დონეზე, მათ გამოყენებას და ნაკლოვანებებს.

სასწავლო პროგრამა განსაზღვრავს ხელოვნური ინტელექტის მეთოდებისა და აპლიკაციების საზოგადოების ზემოქმედებისა და შედეგების გაგებისა და შეფასების მნიშვნელობას, მათ შორის ხელოვნური ინტელექტის ეთიკის, სამართლიანობის, ნდობისა და გაგების საკითხებს. ხელოვნური ინტელექტის ცოდნის სფერო მოიცავს კავშირებს მონაცემთა მეცნიერებასთან და მონაცემთა მენეჯმენტის ცოდნის არეებთან.

## AI -ს ცოდნის არე მოიცავს:

1. **ფუნდამენტური საკითხები** (AI პრობლემების მიმოხილვა, თანამედროვე AI აპლიკაციების მაგალითები, აგენტების განმარტებები მაგალითებით, ინტელექტუალური ქცევა, პრობლემის მახასიათებლები, აგენტების ბუნება, ხელოვნური ინტელექტის აპლიკაციები, განვითარება და ზეგავლენა); **ძიება** (ორმხრივი ძიება, წრფივი ძიება, ორ-მოთამაშიანი დაპირისპირებული თამაშები, ძიების იმპლიმენტაცია); **ფუნდამენტური ცოდნის წარმოდგენა და მსჯელობა** (შემთხვევითი ცვლადები და ალბათობის განაწილებები, დამოუკიდებლობა, პირობითი დამოუკიდებლობა, მარკოვის ჯაჭვები და მარკოვის მოდელები, სარგებლიანობა და გადაწყვეტილების მიღება);
2. **მანქანური სწავლება** (მანქანური სწავლების ამოცანების განმარტება და მაგალითები, ფუნდამენტური იდეები, მარტივ სტატისტიკაზე დაფუძნებული მეთვალყურეობის ქვეშ სწავლება, როგორიცაა წრფივი რეგრესია ან გადაწყვეტილების ხეები, ოვერფიტინგის პრობლემა/ ამონახსნის სირთულის კონტროლი (რეგულარიზაცია, გასხვლა - მხოლოდ ინტუიციური გაგება), მონაცემებთან მუშაობა, წარმოდგენები, მანქანური სწავლების შეფასება, ნეირონული ქსელების საწყისები, ღრმა სწავლება, მარტივი მანქანური სწავლების ფორმულირება როგორც ოპტიმიზაციის ამოცანა, მანქანური სწავლების ეთიკა, მოდელების ანსამბლები, წარმადობის შეფასება, განმამტკიცებელი სწავლების მიმოხილვა); **აპლიკაციები და სოციალური გავლენა** (ხელოვნური ინტელექტის გამოყენება პრობლემების ფართო სპექტრსა და მრავალფეროვან სფეროებში, როგორიცაა მედიცინა, ჯანდაცვა, მდგრადობა, სოციალური მედია, ეკონომიკა, განათლება, რობოტიკა და ა.შ., დანერგილი ღრმა გენერაციული მოდელები, AI-ს სოციალური გავლენა).