

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ენერგეტიკისა და ტელეკომუნიკაციის ფაკულტეტი სამრეწველო ელექტრონიკის მიმართულება

ლაბორატორიული სამუშაოები მიკროპროცესორულ ტექნიკაში MiniMEXLE მოწყობილობის გამოყენებით

შესავალი

ელექტრონიკა არის მეცნიერების, ტექნიკისა და წარმოების სფერო, რომელიც მოიცავს ელექტრული ხელსაწყოების კვლევის, დამუშავებისა და გამოყენების დაფუძვლებს. ელექტრონიკა მიჩნეულია სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესის კატალიზატორად.

თანამედროვე ელექტრონიკის წარმატებები დაკავშირებულია ნახევრადგამტარული ელექტრონიკის ტექნოლოგიურ მიღწევებთან, რის შედეგადაც შესაძლებელი გახდა ინტეგრალური მიკროსქემის შექმნა.

ინტეგრალური მიკროსქემა არის მიკრომინიატურული ელექტრული მოწყობილობა, რომლის ელემენტები განუყოფლად არიან გაერთიანებული: კონსტრუქციულად, ტექნოლოგიურად და ელექტრულად.

ნახევრადგამტარული ელექტრონიკა სათავეს იღებს 1948 წლიდან, როდესაც კომპანია Bell-მა შექმნა პირველი ტრანზისტორი (ინგ. trans. resistor წინააღმდეგობის გადატანა - არის სამელექტროდო ნახევრადგამტარი მოწყობილობა, რომელშიც ორ ელექტროდს შორის ძაბვა იმართება მესამე ელექტროდით), ხოლო 1971წ. კომპანია Intel-მა შექმნა პირველი ოთხთანრიგიანი მიკროპროცესორი (4004), რომელიც 2000-ზე მეტ ტრანზისტორს შეიცავდა.

მიკროპროცესორი (ბერძ. *mikros* ნიშნავს „პატარას“) მინიატურული ელექტრონულ-გამომთვლელი მანქანაა, რეალიზებული ერთი ზედიზედ ინტეგრალური სქემით. ზესუფთა სილიციუმის ერთ კრისტალზე რთული, მრავალსაფეხურიანი და ზუსტი ტექნოლოგიით დატანილია რამდენიმე მილიონი ტრანზისტორი და სხვა სქემური ელემენტები. აგრეთვე დამაკავშირებელი გამტარები და გარე მოწყობილობების შემადგენელი წერტილები. მათი ერთობლიობა ქმნის ლოგიკურ ბლოკს. მსოფლიოში სხვადასხვა ფორმების მიერ გამოიშვება სხვადასხვა დანიშნულების ცენტრალური მიკროპროცესორების ტიპები.

მიკროპროცესორის მთავარი პარამეტრებია: შესასრულებელ ბრძანებათა ერთობლიობა, თანრიგიანობა და ტაქტიკური სიხშირე. მიკროპროცესორების მთავარი პარამეტრი ტაქტიკური სიხშირეა. იგი გვიჩვენებს, წამში რამდენ ელემენტარულ ოპერაციას-ტაქტს ასრულებს მიკროპროცესორი. ტაქტიკური სიხშირე იზომება

მეგაჰერცებში (1 მეგაჰერცი უდრის 10^6 ჰერცს). თანრიგიალობა გვიჩვენებს, ერთ ტაქტში თუ რამდენს ორობითი თანრიგის დამუშავებას, ან გადაცემას ახორციელებს მიკროპროცესორი, ასევე რამდენს ორობითი თანრიგი შეიძლება იქნას გამოყენებული მიკროპროცესორის ოპერატიული მეხსიერების დამისამართებისა-თვის. აღსანიშნია, რომ ტაქტიკური სიხშირე, პროცესორის მწარმოებლურობის შეფარდებითი მახასიათებელია იმიტომ, რომ პროცესორის სქემური გადაწყვეტების გამო ზოგიერთი პროცესორი ერთ ტაქტში ასრულებს იმდენ ოპერაციას, რომლის შესრულებასაც სხვა პროცესორი ანდომებს რამდენიმე ტაქტს. გარეგნულად მიკროპროცესორი ოთხკუთხედი პლასმასის ფირფიტაა — $5 \times 5 \times 0.5$ სანტიმეტრის ზომის, 940-მდე „ფეხით“. მიკროპროცესორებს გასაციებლად უყენებენ პატარა ვენტილიატორებს, რათა მიკროპროცესორი არ გადახურდეს. მიკროპროცესორული ტექნიკის ერთ-ერთი პროდუქტია **მიკროკონტროლერი**.

მიკროკონტროლერი (microcontroller, MCU, μC), ეს არის, ნახევრად გამტარულ კრისტალზე აგებული მოწყობილობა, რომელიც სპეციალურად დამუშავებულია ობიექტებში და ტექნოლოგიურ პროცესებში, მართვის სისტემების ჩაშენებისათვის.

მიკროკონტროლერები გამოიყენება ავტომატურად მართვად სისტემებში, მაგალითად ავტომანქანების ძრავის მართვის სისტემებში, დისტანციურად მართვად სისტემებში, საოფისე და საყოფაცხოვრებო ტექნიკაში, გამზომ ხელსაწყოებში, სამედიცინო აპარატურაში, აგრეთვე საკომუნიკაციო და სხვა მოწყობილობებში. მიკროკონტროლერები უზრუნველყოფენ უფრო მაღალ ეკონომიურობას, იმ მოწყობილობებსა და პროცესებში, რომელთა მართვადობა ხორციელდება ციფრულ ფორმაში, ვინაიდან ამცირებენ მათ ზომებს და ღირებულებას იმ მოწყობილობებთან შედარებით, რომლებშიც ცალ-ცალკე გამოყენებულია მიკროპროცესორი, მეხსიერება და ინფორმაციის შეტანა/გამოტანის საშუალებები.

ფაქტიურად, მიკროკონტროლერი _ ესაა მინი კომპიუტერი, რომელიც შექმნილია ერთ ინტეგრალურ მიკროსქემაში. აქედან გამომდინარეობს მისი უნიკალური თვისებები: მცირე გაზარიტული ზომა, მაღალი მწარმოებლურობა, საიმედოობა და ადაპტირების შესაძლებლობა სხვადასხვა დავალებების შესასრულებლად.

მიკროკონტროლერი შედგება ცენტრალური პროცესორისგან, პროგრამების და მონაცემების ენერგოდამოუკიდებელი პროგრამირებადი მუდმივი მეხსიერებისაგან, ოპერატიული დამმახსოვრებელი მოწყობილობისაგან, და მრავალრიცხოვანი შეტანა/გამოტანის მოწყობილობებისაგან: ანალოგურ-ციფრული გარდამქმნელები, ინფორმაციის გადაცემის პარალელური და მიმდევრობითი არხები, რეალური დროის ტაიმერები, განედურ-იმპულსური მოდულატორები, იმპულსების პროგრამირებადი გენერატორები და ა.შ. ჰიბრიდული სასიგნალო მიკროკონტროლერები, რომლებიც გამოიყენება იმ სისტემების მართვისათვის, რომელთაგანაც მიიღება არაციფრული მონაცემები, შეიცავენ ანალოგურ (არაციფრულ) კომპონენტებს.

მიკროკონტროლერი, ეს არის მიკროსქემა, რომელიც განკუთვნილია სხვადასხვა ელექტრონული მოწყობილობების სამართავად. მიკროკონტროლერების ძირითადი დანიშნულებაა, იმ ავტომატიზებული მართვის სისტემების გამოყენება, რომლებიც ჩაშენდებიან სხვადასხვა მოწყობილობებში: ბანკომატებში, ფოტოაპარატებში, ფიჭურ

ტელეფონებში, მუსიკალურ ცენტრებში, ტელევიზორებში, ვიდეოკამერებში და ვიდეო მაგნიტოფონებში, სარეცხ მანქანებში, მიკროტალღურ ღუმელებში, დამცავი სიგნალიზაციის სისტემებში, ძრავების აალების სისტემებში, ლოკომოტივის ელექტროამძრავებში და ბევრ სხვა დანადგარებში. ჩაშენებული მართვის სისტემები, იმდენად მასიური მოვლენა გახდა, რომ ფაქტიურად მოხდა მეცნიერების, ტექნიკის და ეკონომიკის ახალი დარგის ფორმირება, რომელმაც მიიღო დასახელება **ჩაშენებული სისტემები (Embedded Systems)**.

ამ ეტაპზე, ჩვენი სწავლების მიზანს წარმოადგენს Atmel-ის ფირმის MiniMEXLE-ს, 8-ბიტის ATmega88 ტიპის, AVR-მიკროკონტროლერის შესწავლა.

MiniMEXLE

MiniMEXLE არის ATmega88 ტიპის (Atmel) AVR-მიკროკონტროლერის გამომცდელი მოწყობილობა. ამ მიკროკონტროლერის პროგრამირება ხდება AVR-USB-PROG-ის გარე მოწყობილობის საშუალებით, რომელიც დაკავშირებულია PC-ის ან ლეპტოპის USB პორტთან.

აღნიშნული სისტემის შემადგენლობაში შედის შემდეგი მოწყობილობები ქვემოთ ჩამოთვლილი მახასიათებლებით:

- ATmega88 8-ბიტის მიკროკონტროლერი;
- ISP -ინტერფეისი (In-System-Programming);
- კვების ძაბვის ორი დამოუკიდებელი არხი;
- ორი დამოუკიდებელი განედურ-იმპულსური მოდულატორის (PWM) გამოსასვლელი (პირველი რიგის დაბალი სიხშირის ფილტრით);
- შუქდიოდი განათების გაზომვისათვის;
- თერმორეზისტორი უტკ-ით (NTC) ტემპერატურის გაზომვისათვის;
- ინტეგრირებული ხმოვანი სიგნალიზატორი (buzzer) ხმის გამოცემისათვის;
- 2x16 ზომის დისპლეი ინფორმაციის ვიზუალიზაციისათვის;
- ოთხი ფუნქციური ღილაკი მონაცემების შეყვანისათვის;
- სპეციალური ინტერფეისი SPI წარმოებული USART (უნივერსალური სინქრონულ-ასინქრონული პირდაპირი გადამცემი)-ის საფუძვლებზე;
- აღნიშნული მოწყობილობები განლაგებულია ორმხრივ ნაბეჭდ პლატაზე. პლატის ზომა: 112 X75 მმ.

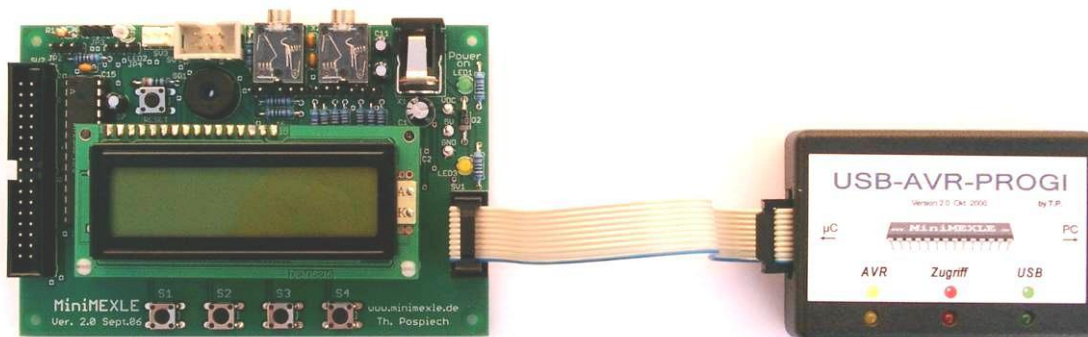
1 სურათზე ნაჩვენებია MiniMEXLE თავისი შემადგენელი ნაწილებით:



სურ.1. MiniMEXLE

MiniMEXLE - ს შეერთება PC -თან

პირველ ეტაპზე **MiniMEXLE** ერთდება AVR-USB-PROGI-თ. შეეხება უნდა მოხდეს მხოლოდ 10 პოლუსიანი ბრტყელი კაბელით, როგორც ნაჩვენებია მე-2-ე სურათზე:



სურ.2. MiniMEXLE-ს SeerTeba AVR-USB-PROGI-თან.

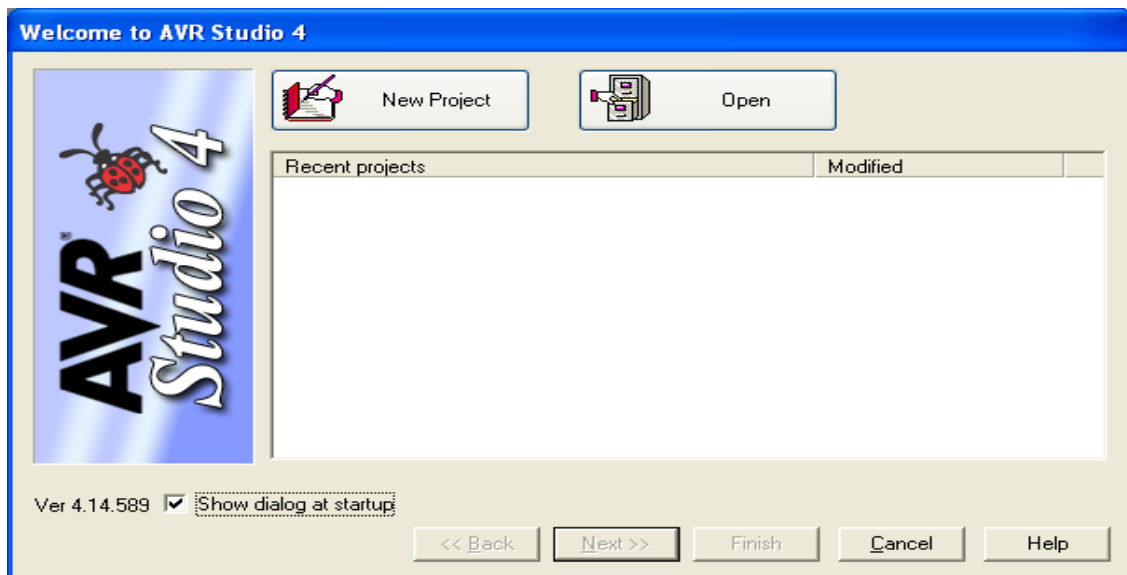
ამის შემდეგ **AVR-USB-PROGI** შევაერთოდ **USB** კაბელით **PC**-თან და **MiniMEXLE**-ს ძაბვის წყაროსთან. **AVR-USB-PROGI**-ზე უნდა აინთოს მწვანე და ყვითელი შუქდიოდები; მწვანე მიუთითებს - **AVR-USB-PROGI** მირთებას **PC**-თან, ხოლო

ყვითელი - **MiniMEXLE** ჩართულია და მას მიეწოდება ძაბვა. მასშემდეგ რაც მწვანე და ყვითელი შუქდიოდები აინთება **MiniMEXLE** მზად არის სამუშაოდ. სისტემის მუშაობისათვის საჭიროა **AVR Studio 4** და **WinAVR**. **WinAVR**-ს ვიყენებთ **AVR Studio 4**-ის გასაშვებად.

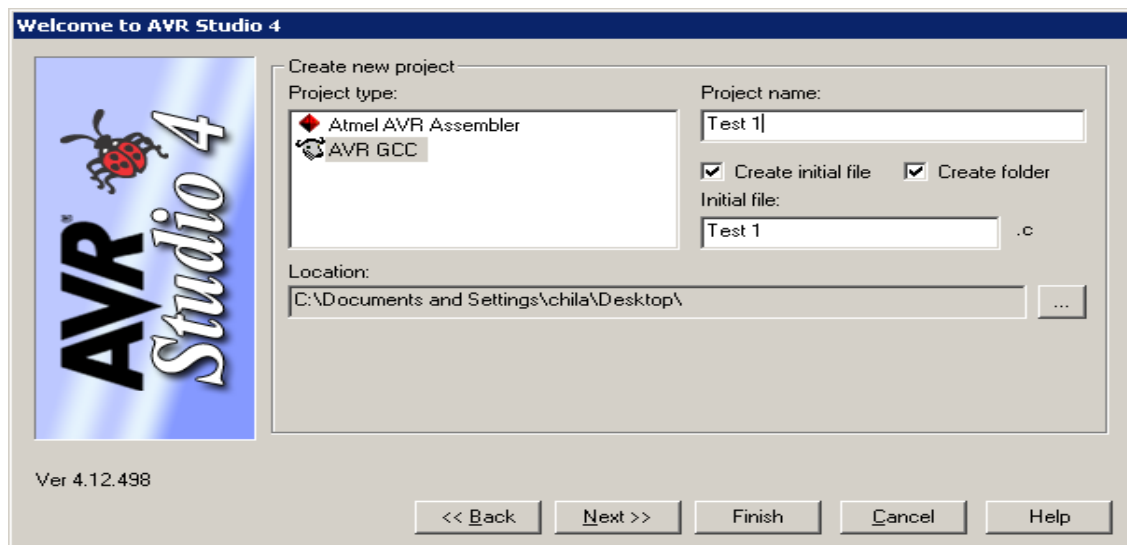
პროგრამირების **C** ენაში შექმნილი 10 ლაბორატორიული სამუშაოს (ამოცანის) „გაშვება“ მოხდება **MiniMEXLE**-ის პლატაზე. პროგრამირების **C** ენა ამ შემთხვევაში პროგრამა **AVR Studio**-ს დამხმარე ენად გვევლინება, რომელში დაწერილი პროგრამების **MiniMEXLE**-ის პლატაზე „გაშვება“, ჩვენს მიზანს წარმოადგენს.

AVR Studio 4-ში ახალი პროექტის პროექტის შექმნა

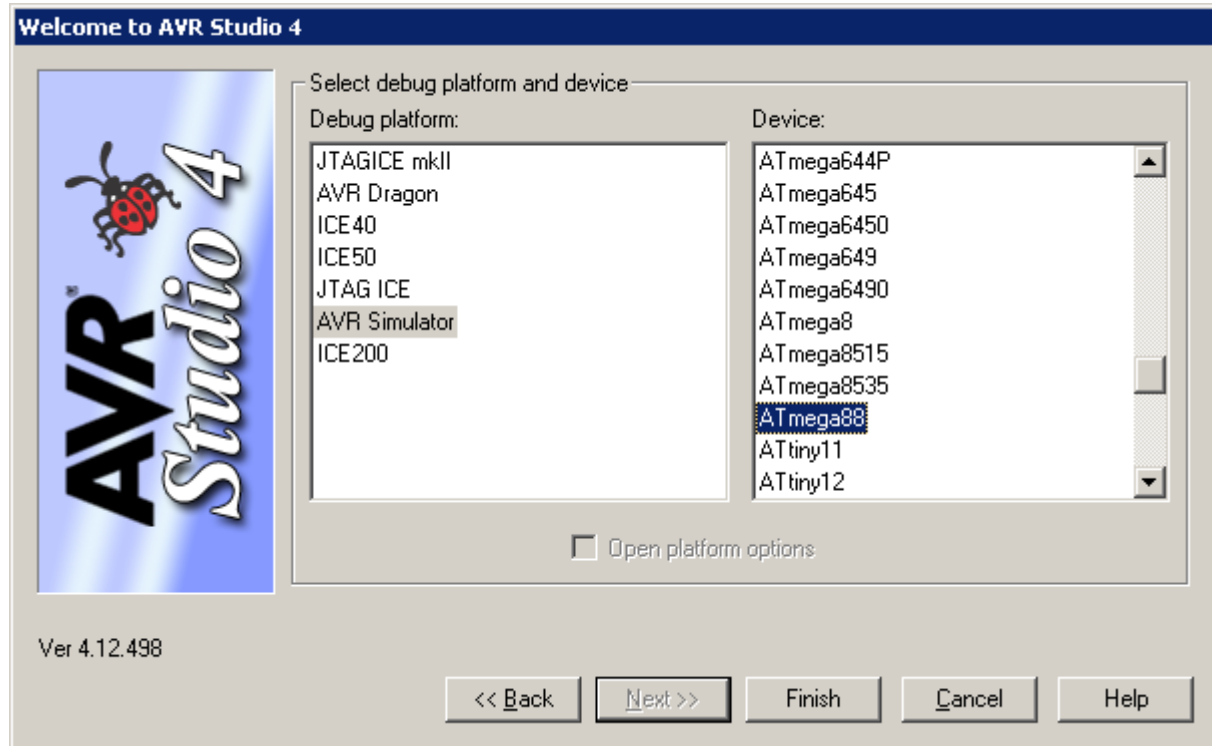
ვხსნით **AVR Studio 4**-ს:



Rilakze New Project -> **C** ენის ასაღწევად ვნიშნავთ **AVRGCC**-ს.



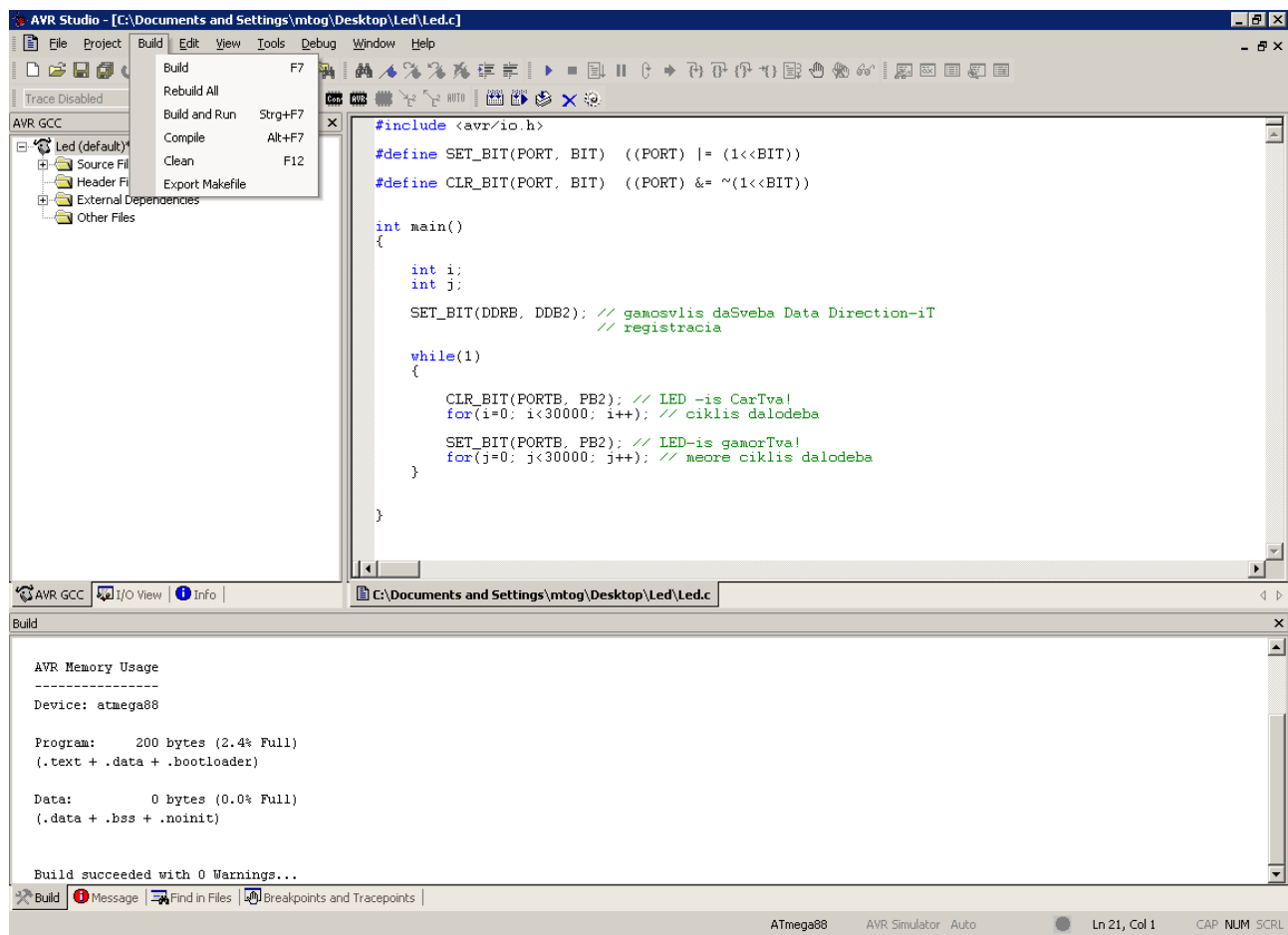
ხოლო **Project Name**-ში მიღებულ ფაილს ვარქმებთ სახელს (მაგ., **Test 1**) -> „**NEXT**>>“. ახალ ფანჯარაში - **Debug platform**, მოვნიშნავთ **AVR Simulator**-ს, ხოლო **Device**-ში მიკროკონტროლერის ტიპს **ATmega 88**, და -> **Finish**.



ამის შემდეგ, **MiniMEXLE**-ზე შესაძლებელია მიკროკონტროლერის პროგრამირება.

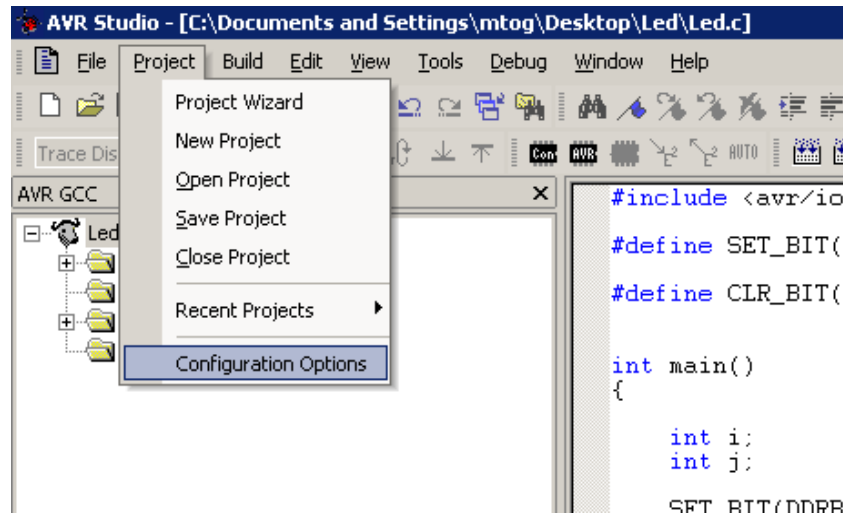
პროგრამის გაშვება

მიკროკონტროლერის პროგრამირებისათვის გამოიყენება **C** ან **Assembler**-ზე დაწერილი პროგრამა ან იქმნება **AVR Studio**-ს ფანჯარაში. პროგრამის დაწერის შემდეგ ვაჭერთ ღილაკზე **Build**, რომელიც მოთავსებულია **Build** მენიუმში და ასევე მენიუს პანელზე. აგრეთვე შესაძლებელია კლავიატურაზე დავაჭიროთ ღილაკს **F7**.

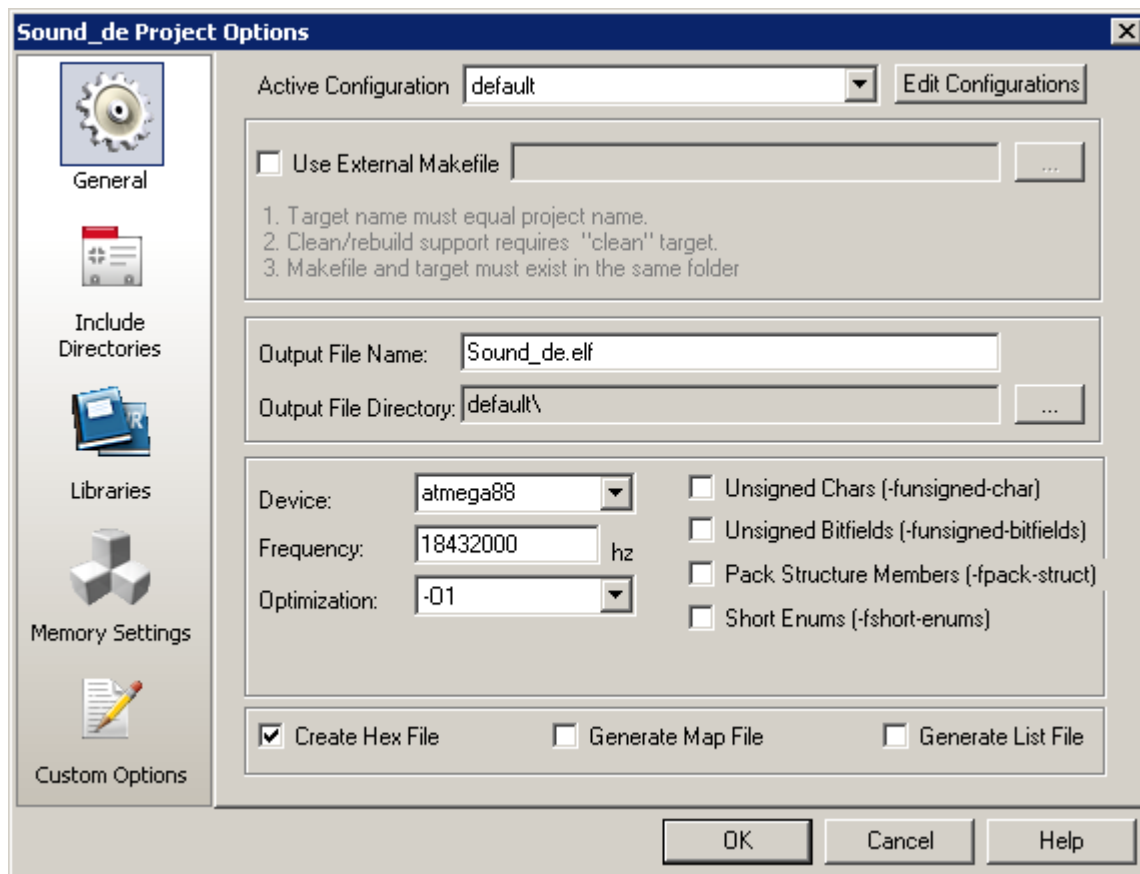


თუ ფანჯარის **Build** ზოლში გამოჩნდება წითლად აღნიშნული შეცდომა, მაშინ ის აუცილებლად უნდა შევასწოროთ. ყვითელი აღნიშვნა მიუთითებს სინტაქსურ შეცდომაზე, რომელიც აგრეთვე სასურველია გასწორდეს. თუ **Build** პროცესი შეცდომის გარეშე ჩაივლის, მაშინ შექმნილი პროგრამა მზადაა პროგრამატორზე გასაშვებად.

ამისათვის, უნდა შეიქმნას სპეციალური ფაილი ***hex** გაფართოებით, რისთვისაც **"Project"** მენიუმში ავირჩევთ **"Configuration Options"**,

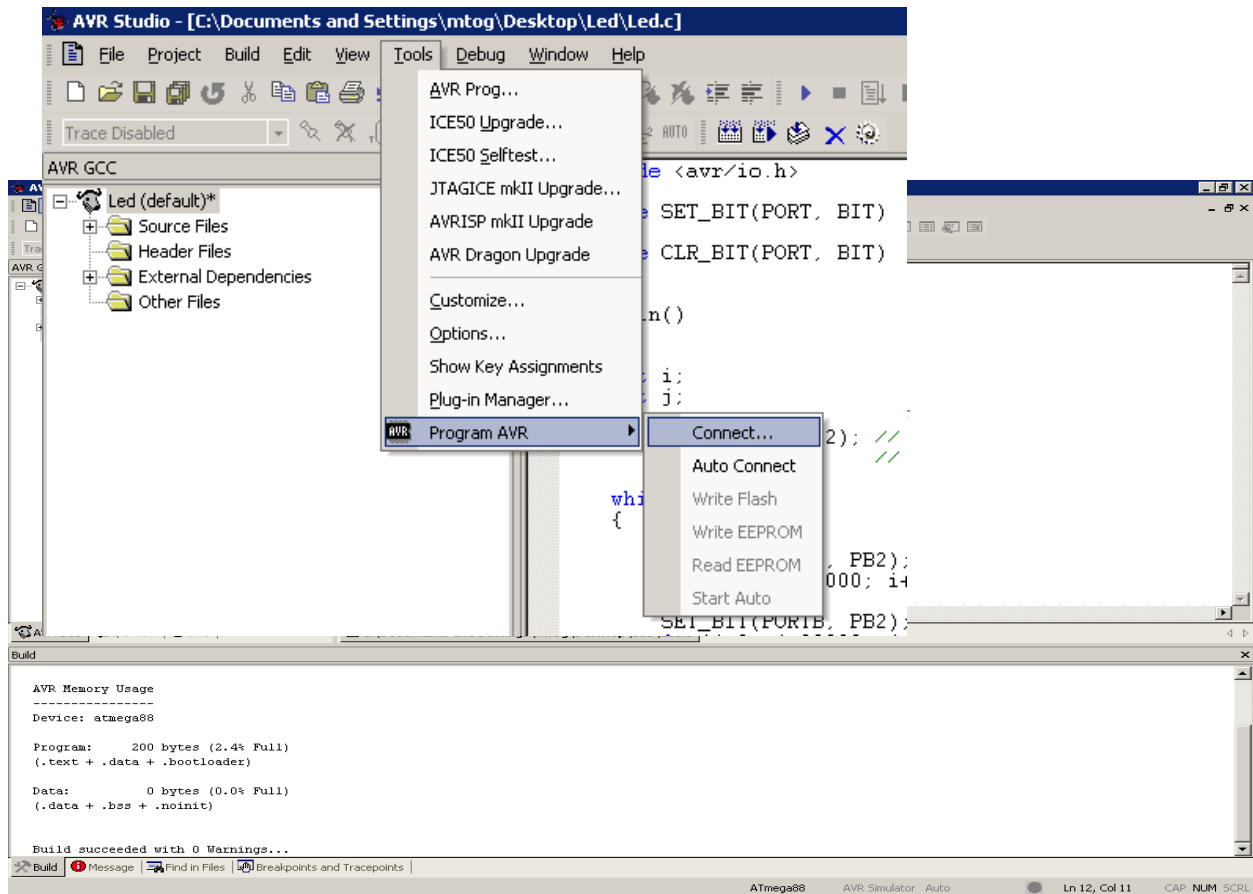


სადაც განვსაზღვრავთ პარამეტრებს:

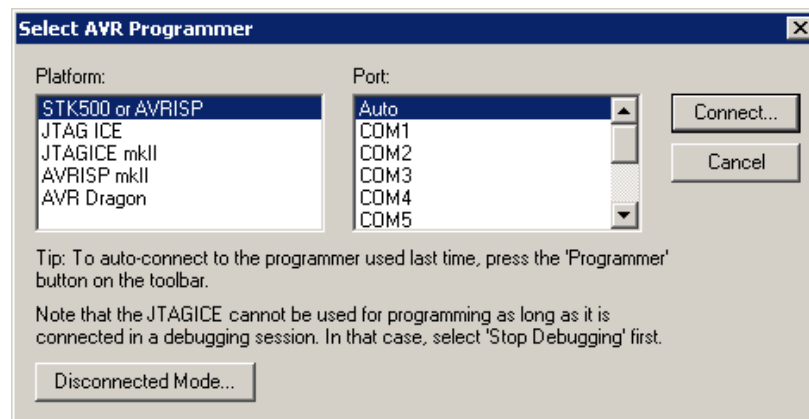


ამის შემდეგ გავხსნათ **File** მენიუ და **Save as** ბრძანებით შევინახავთ შექმნილ პროგრამას პროექტის დაწყების დროს მითითებულ მისამართზე. ***hex** ფაილი ავტომატურად შეიქმნება მითითებულ მისამართზე.

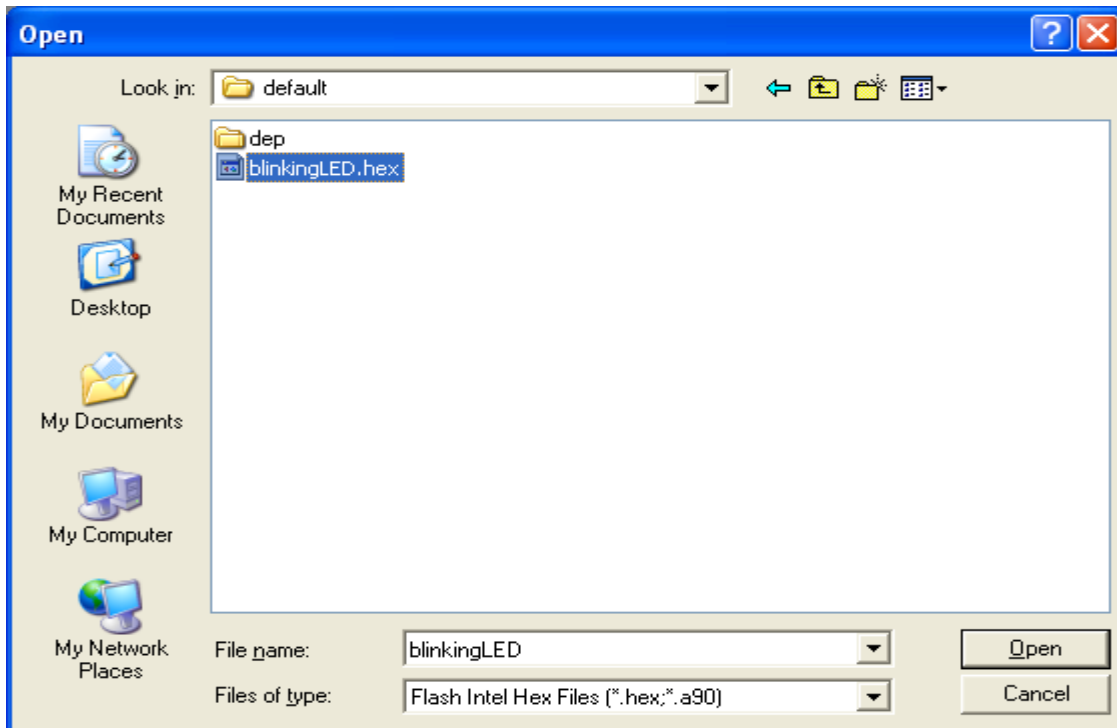
შემდეგ ეტაპზე ხდება **AVR-USB-PROGI**-ის დაკავშირება **AVR Studio**-სთან, რისთვისაც ვაჭერთ ღილაკზე **con (Connect...)** ან **Tools**-ის მენიუმში **Program AVR > Connect** ან,



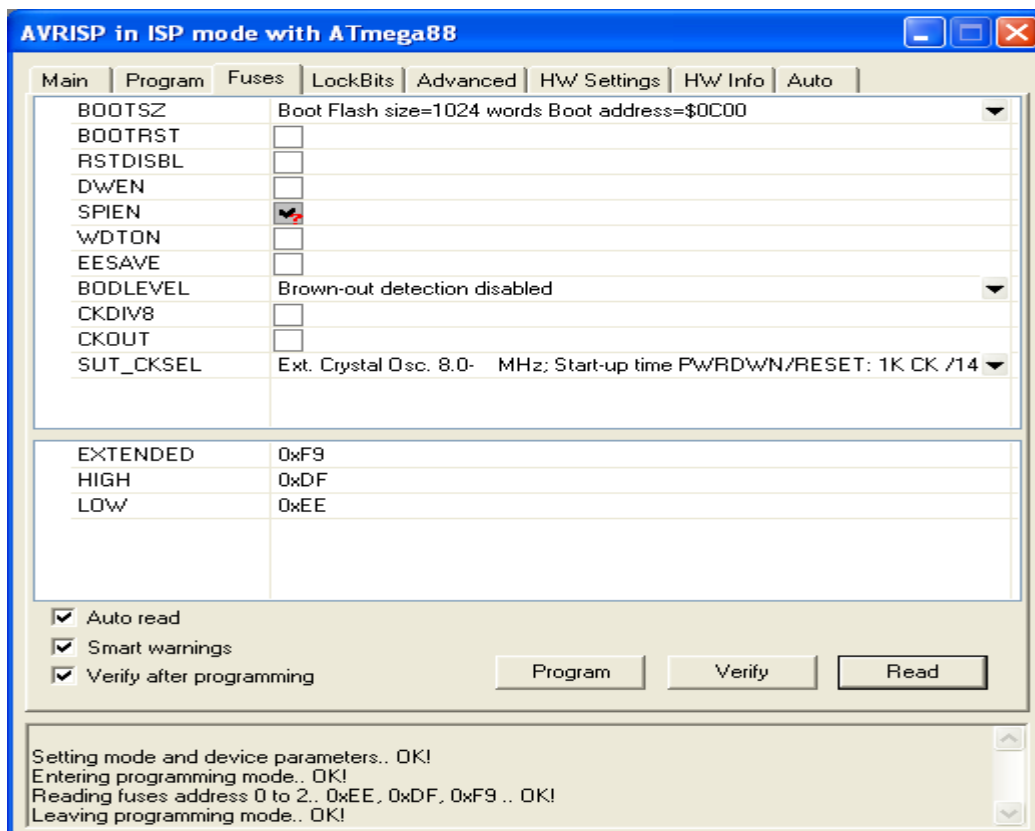
ამის შემდეგ გახსნილ ფანჯარაში მონიშნეთ **STK500 or AVRISP**, და **Auto - > Connect**.



მიღებულ ფანჯარაში **Flash**-ის ქვემოთ **Input HEX File**-ში ჩავწეროთ მისამართი, სადაც შევინახეთ პროგრამის ***hex** ფაილი.



იმავე ფანჯარაში გადავდივართ **Fuses** მენიუში. თუ პარამეტრები განსაზღვრული არ არის როგორც შემდეგ სურათზეა ნაჩვენები, მაშინ განვსაზღვრავთ ჩვენ თვითონ და დავაჭერთ თანმიმდევრობით ღილაკებზე **Read**, **Verify** და **Program**.



ამის შემდეგ იმავე ფანჯარაში ვუბრუნდებით **Program-მენიუ** და ვაჭირთ ღილაკზე **Program**; რის შედეგადაც დაიწყება მიკროკონტროლერში შექმნილი პროგრამის ჩაწერა. - პროცესის დამთავრების შემდეგ, **MiniMEXLE** მზად არის შექმნილი პროგრამის გაშვებისათვის.