

PROGRAMIRANJE MIKROKONTROLERA

Programiranje mikrokontrolera u asembleru predstavlja optimalan nacin programiranja sa stanovišta iskorišćenja ograničenih ugrađenih resursa, kao na primer, programske memorije i dr. S druge strane za složenije projekte program napisan u asembleru može biti komplikovan za čitanje i razumevanje. Zato se danas mikrokontroleri programiraju u višim programskim jezicima, a najpoznatiji i najčešće korišćeni je programski jezik C.

Prepostavkom da student poseduje osnovna znanja o programskom jeziku C i o

njegovim osnovnim strukturama podataka. Takođe, prepostavlja se znanje tzv. ANSI C-a. Efikasnost programiranja je povećana i zbog upotrebe elemenata strukturalnog programiranja i širokog skupa operatora.

Proširenja za standardni ANSI C jezik

- Arhitektura 8051 podržava nekoliko fizički odvojenih memorijskih prostora i delova za smeštanje programa. Postoje memorijski prostori koji omogućavaju:
 - - čitanje ali ne i upis
 - - upis i čitanje
 - - upis i čitanje ali brže u odnosu na ostale memorije
- Memoriji za podatke se brzo pristupa jer se koristi 8-bitna adresa. Za pristup internoj memoriji se koriste tri razlicita memorijska tipa:
 - - **data** - označava da se pristupa internoj memoriji podataka uz direktno adresiranje, što omogućava brz pristup (128B).
 - - **idata** - označava da se pristupa celoj memoriji za podatke (256B) uz indirektno adresiranje.
 - - **bdata** – označava da se pristupa lokacijama ukupne velicine od 16 bajtova koje se mogu adresirati po bitovima.
 - - **xdata** - da se može pristupiti bilo kojoj lokaciji unutar memorijskog prostora (64k) i koristi se kod large memorijskog modela.
 - - **pdata** - označava de se pristupa samo jednoj stranici velicine 256 bajta od spoljašnje memorije za podatke. Ovaj tip se koristi kod compact memorijskog modela.

C51 koristi tri memorijska modela:

- - Small Model - Kod ovog modela, sve promenljive, podrazumevano, se nalaze u unutrašnjoj memoriji za podatke 8051 sistema tj. koristi se data memorijski tip. Kod ovog modela, promenljivama se pristupa na efikasan nacin. Medutim, svi objekti koji nisu eksplisitno postavljeni u nekom drugom memorijskom prostoru, moraju da se uklope u okviru unutrašnjeg RAM-a koji je sam po sebi vrlo mali.
- - Compact Model - Kod ovog modela, podrazumevamo, sve promenljive se nalaze u jednoj stranici spoljašnje memorije za podatke tj. koristi se memorijski tip pdata. Ovaj model može obezbediti maksimalno 256 bajtova promenljivih, jer se koristi indirektno adresiranje kroz registre R0 i R1.
- - Large Model - Kod ovog modela, sve promjenljive se nalaze u spoljašnjoj memoriji za podatke (do 64k prostora) tj. koristi se xdata memorijski tip. Pristup memoriji kod ovog modela ja u odnosu na ostale modele najsporiji i neefikasan, narocito kod promjenljivih koje sadrže nekoliko bajtova.

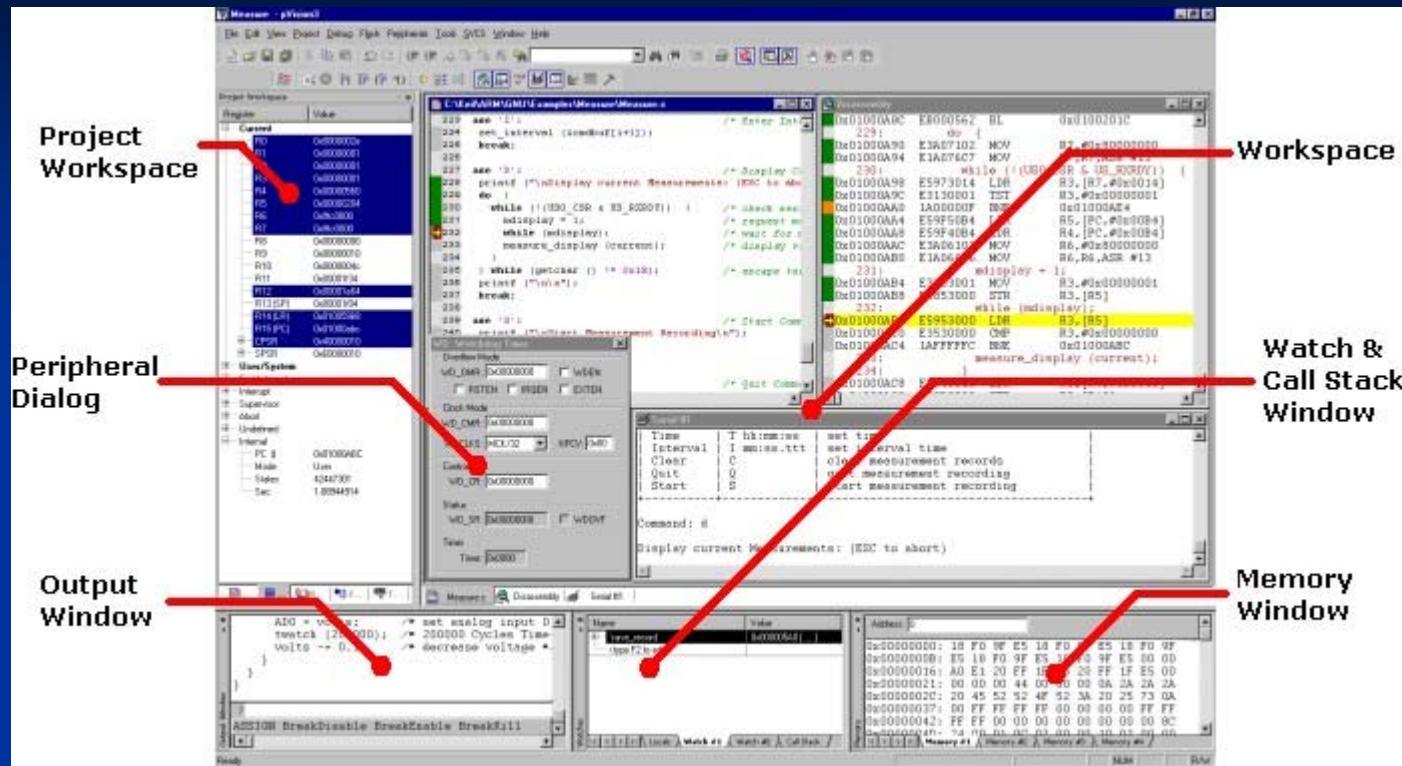
-Familija 8051 mikrokontrolera sadrži poseban memorijski prostor za pristup specijalnim funkcijskim registrima (Special Function Registers - SFRs). Ovi registri se koriste u programu za kontrolu tajmera, brojača, serijskog ulaza i izlaza, ulazno-izlaznih portova I periferija. Nalaze se na adresama od 0x80 do 0xFF (128 bajta) i može im se pristupati bitski, bajtovski, ili na nivou reči. Svi nazivi ovih registara su predefinisani u okviru C51 kompjajlera.

Tip podataka	Bitovi	Bajtovi	Opseg vrednosti
<u>bit</u>	1		0 to 1
signed char	8	1	-128 to +127
unsigned char	8	1	0 to 255
enum	8 / 16	1 or 2	-128 to +127 or -32768 to +32767
signed short	16	2	-32768 to +32767
unsigned short	16	2	0 to 65535
signed int	16	2	-32768 to +32767
unsigned int	16	2	0 to 65535
signed long	32	4	-2147483648 to +2147483647
unsigned long	32	4	0 to 4294967295
float	32	4	$\pm 1.175494E-38$ to $\pm 3.402823E+38$
<u>sbit</u>	1		0 or 1
<u>sfr</u>	8	1	0 to 255
<u>sfr16</u>	16	2	0 to 65535

Struktura C programa za mikrokontrolere familije 8051

- -Prvi red programa (sadrži direktivu #include za čitanje (ubacivanje) izvornog fajla sa deklaracijama za odgovarajući mikrokontroler. U toku kompajliranja, fajl naveden u direktivi #include se ubacuje u osnovni fajl (u ovom slučaju u main.c). Pored #include značajna direktiva je i #define kojom se definiše makro ili konstanta. Na primer:
- **#include<math.h> //uključenje matematičkih funkcija**
- **#include<reg51.h> //uključenje adresa portova, registara i specijalnih bita u memoriji**
- **#define PI 3.14159 /* definisanje konstante PI, sada se u programu svuda piše PI a kompajler zna da je to broj 3.14159 */**
- **#define Timer0H 0xE4 //Konstanta u kodu Timer0H se zameni sa vrednošću =0xE4**
- **#define Timer0L 0xF0**
- -Treba zapaziti da je u programu main.c promenljiva i definisana kao unsigned char, što znači da je osmobitna. Kako port P1 ima osam nožica, vrednost koja mu se pridružuje mora biti osmobitna tj. u intervalu od 0 do 255. Pojedinim nožicama porta P1 pristupa se pisanjem P1^x gde x označava broj nožice (npr. P1^2=0), gde je x u opsegu od 0 do 7.Ovo je bio jednostavan primer programa napisanog u C programu.

KEIL UVISION 3



-Project Workspace vam daje pristup:Datoteci i grupi u okviru projekta,CPU registrima ,Alatima,Tekstualnim predlozima za najčešće korišćene blokove teksta.

-Funkcija u projektu za brzu navigaciju

-Output Window daje poruke o grešci i brz pristup

-Memory Window daje pristup memoriji

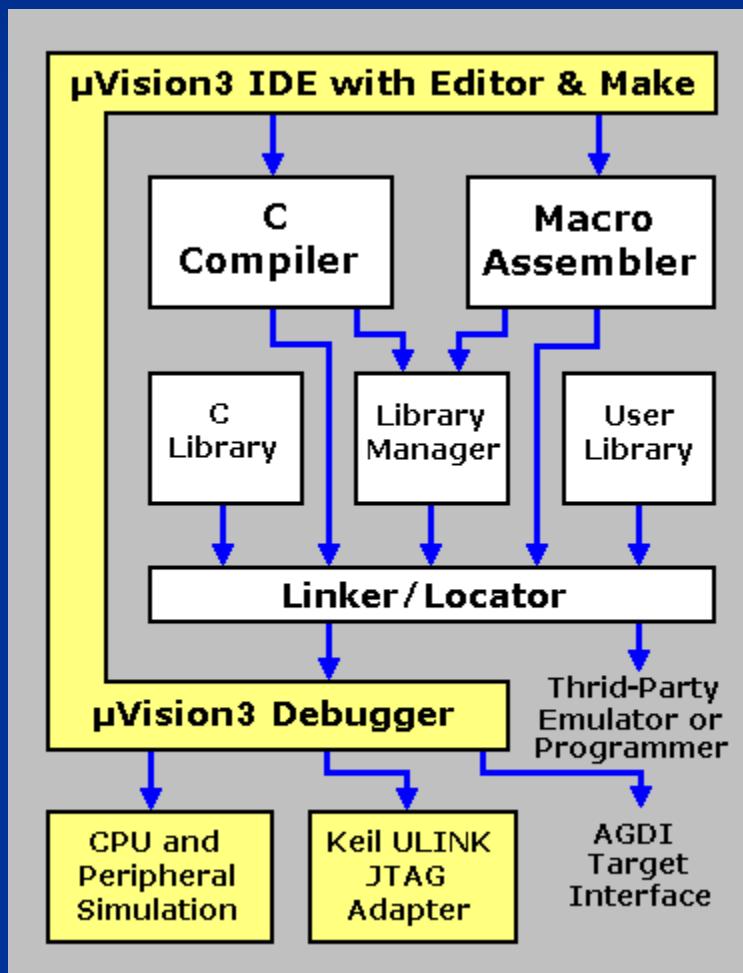
-The Watch & Call Stack prozor vam omogućava pregled i izmenu programa i prikazuje trenutnu funkciju poziva stabla.

-Radni prozor se koristi za uređivanje datoteka,

-Peripheral Dialog će vam pomoći da proverite status periferija.

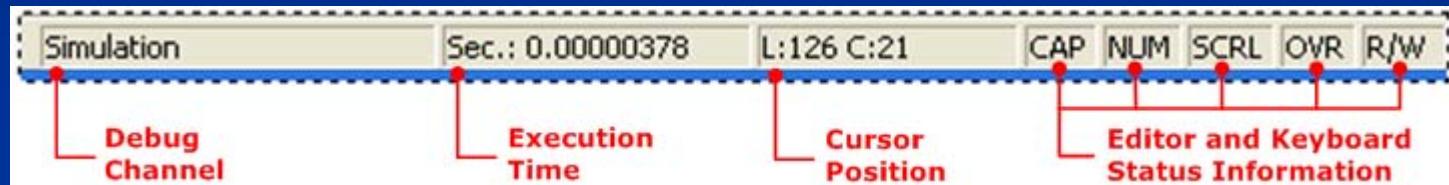
→ Kada koristite Keil μ Vision3, projekt razvoja ciklusa je otprilike isti kao što je za bilo koji drugi softver .

- 1-Izradi projekt, odaberi ciljni čip iz baze podataka i konfiguriši(podesi) postavke alata.
- 2-Napravi source(izvornu) datoteku u C.
- 3-Izradi dokumentaciju korišćenjem projekt menadžera.
- 4-Ispravi greške u izvornu datoteku.
- 5-Ispitaj povezane aplikacije.



Status Bar

- Status Bar prikazan na ekranu prikazuje poruke i informacije o trenutnim μ Vision komandama i druge informacije kako je objašnjeno u nastavku:



- Debug Channel prikazuje aktivan alat za ispravljanje i prikazuje ime ili simulacije kada je program testiran.
- Vreme izvršenja prikazuje vreme trajanja simulacije.
- Pozicija kursora pokazuje trenutnu poziciju u editor datoteci (L: broj linija, C: broj kolona).
- Keyboard Editor prikazuje informacije:

CAP: tipka je trenutno unutar tastature za velika slova.

NUM: tipka je trenutno u NUM LOCK statusu.

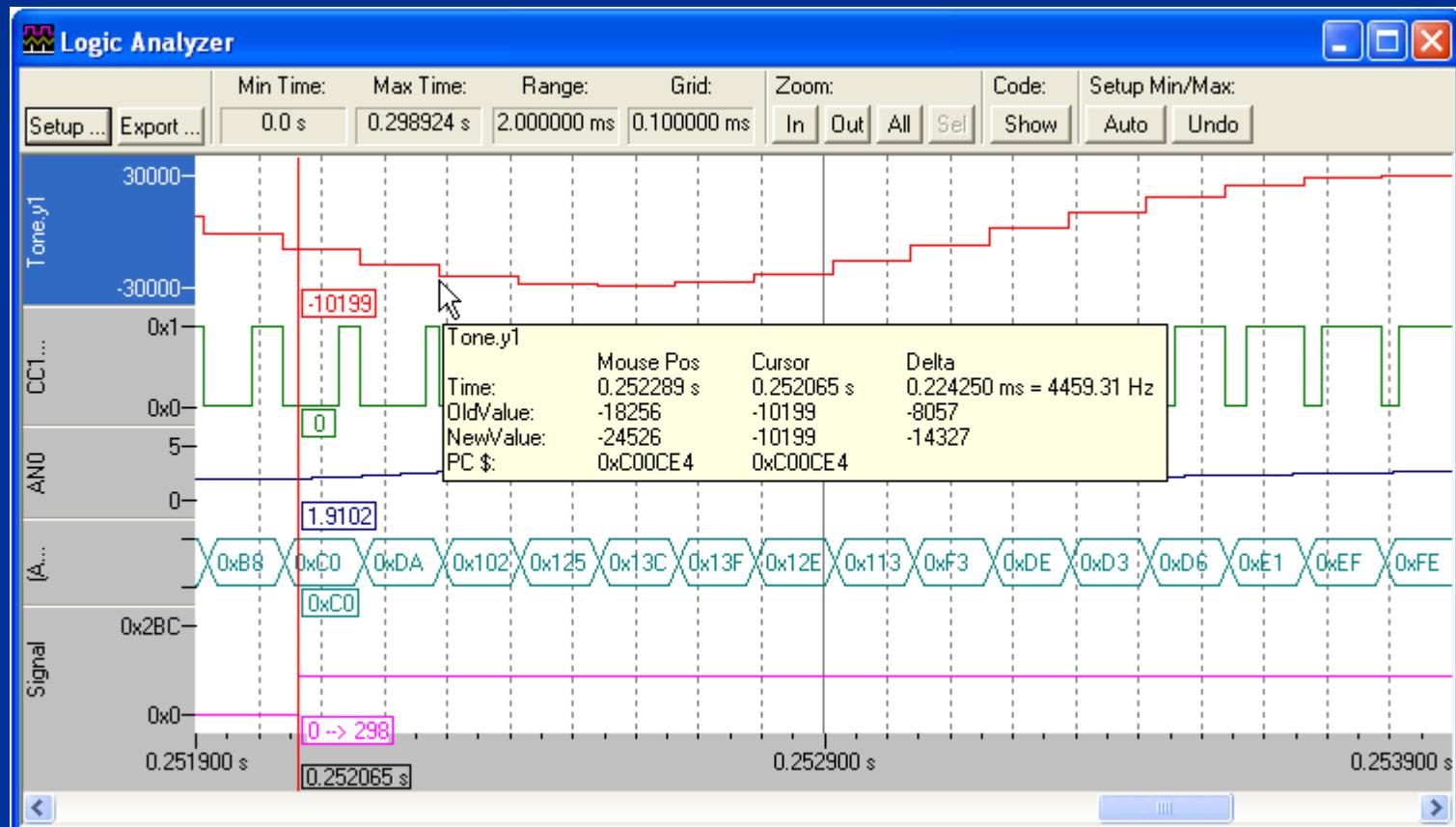
SCRL: tipka je trenutno u zaključanom stanju.

OVR: označava pisanje preko editor načina koji zamenjuje znakove kao što ste upisali.

R / W čitanje / pristup pisanju; R / O read-only pristup sprečava modifikacije iz teksta.

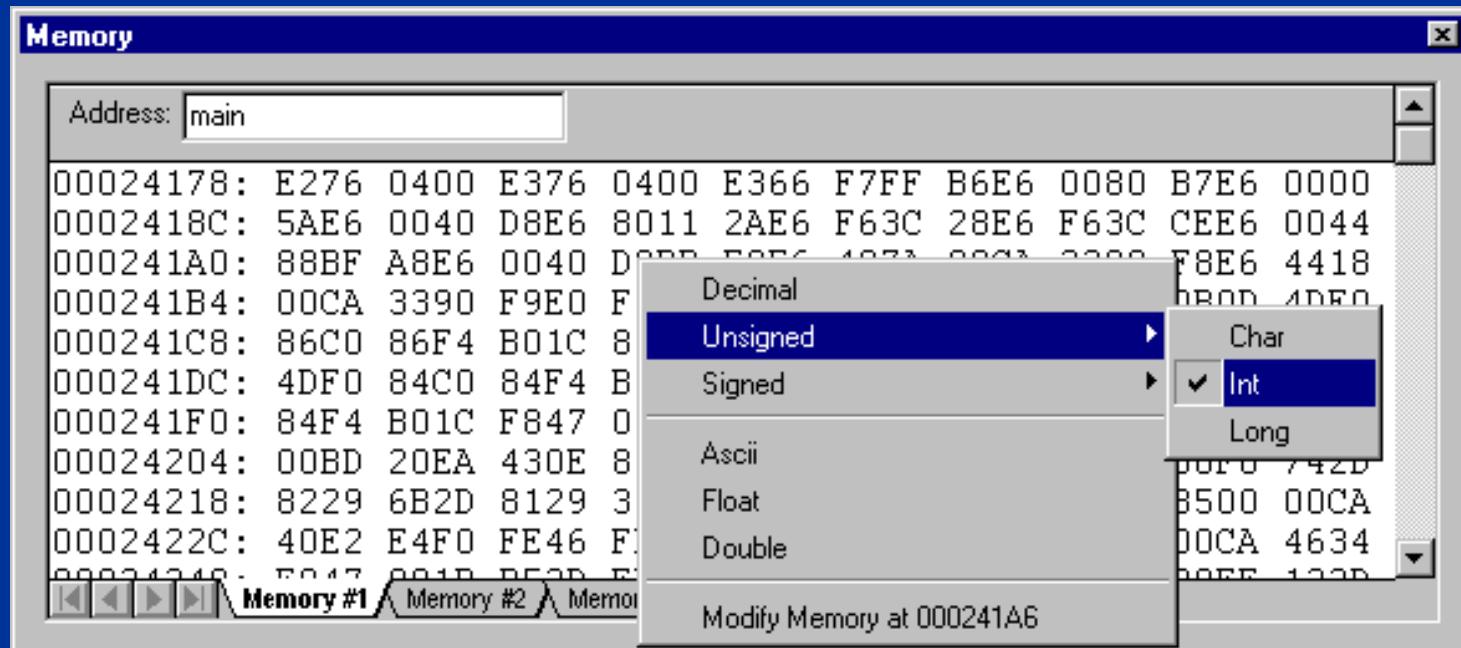
Logički analizator

- μ Vision3 Logic Analyzer daje grafički prikaz promene vrednosti varijable(promenljive) ili VTREGs koje ste naveli.



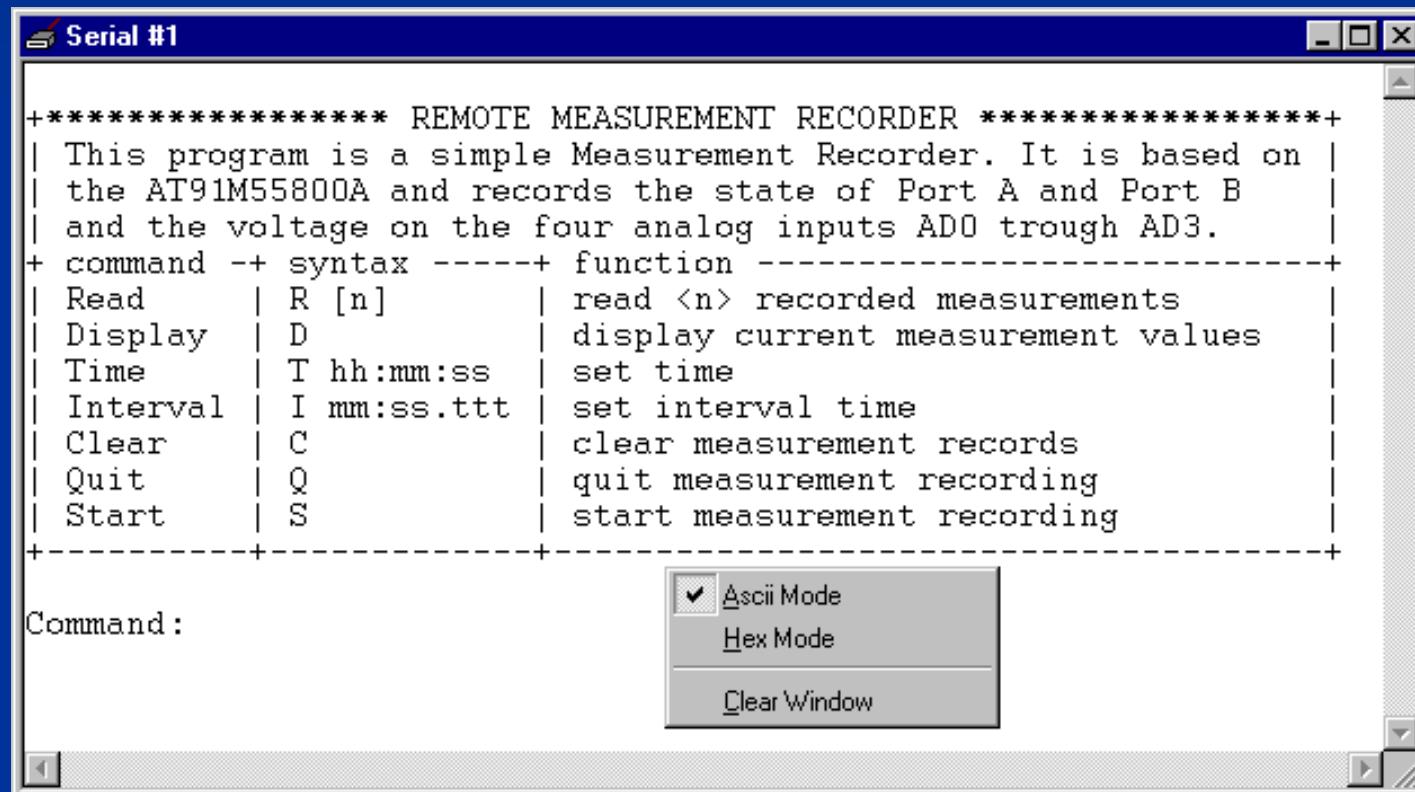
Memorijski prozor

Memory prozor prikazuje sadržaj u raznim područjima memorije. Do četiri različita područja može se pregledati u različitim stranicama. U kontekstu meni vam omogućava izbor dozvoljenog izlaznog formata.



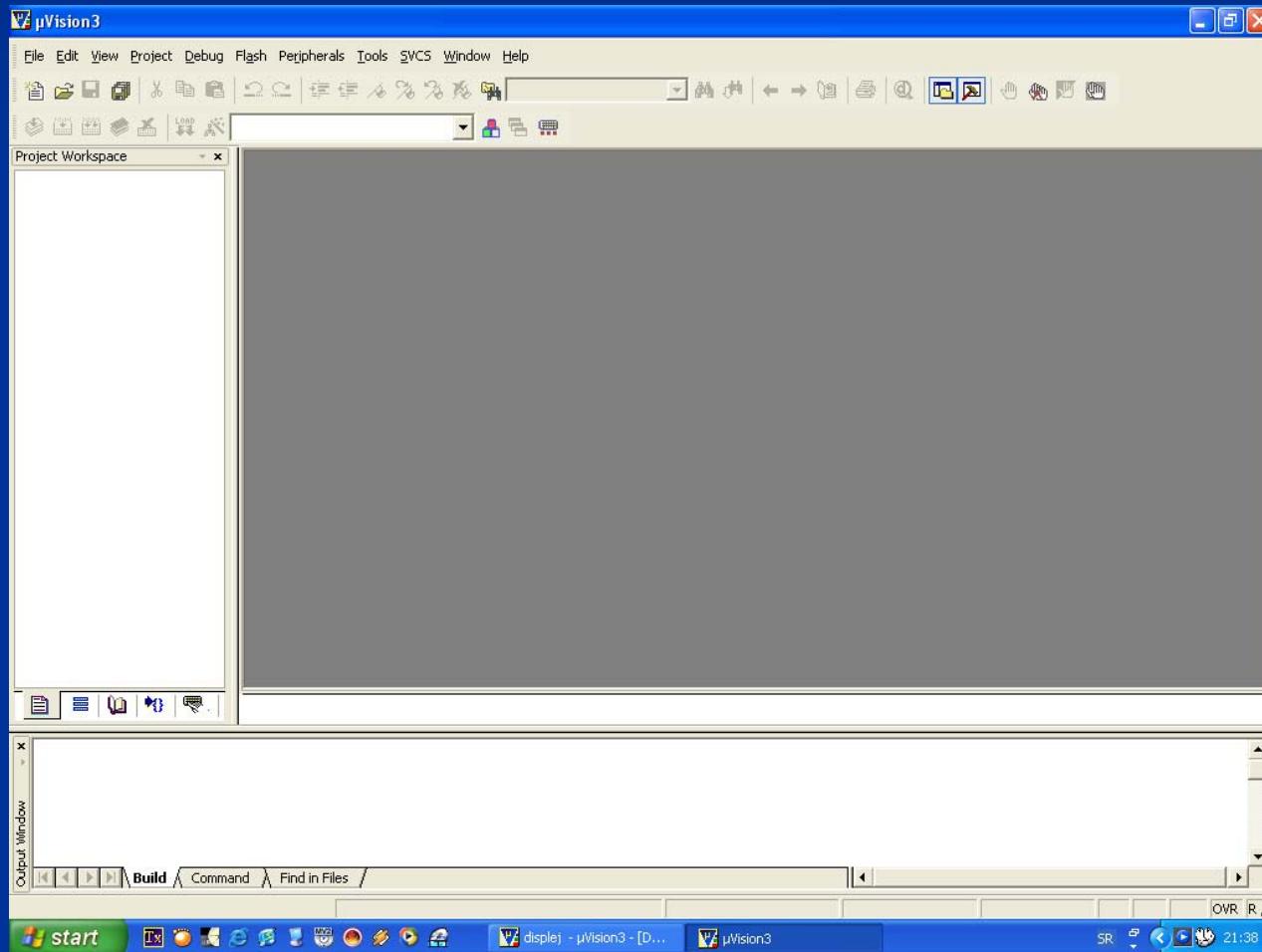
Serijski Window

µ Vision3 nudi dva serijska prozora za serijski ulaz i izlaz. Serijski izlaz podataka iz simuliranog CPU je prikazan u ovom prozoru.

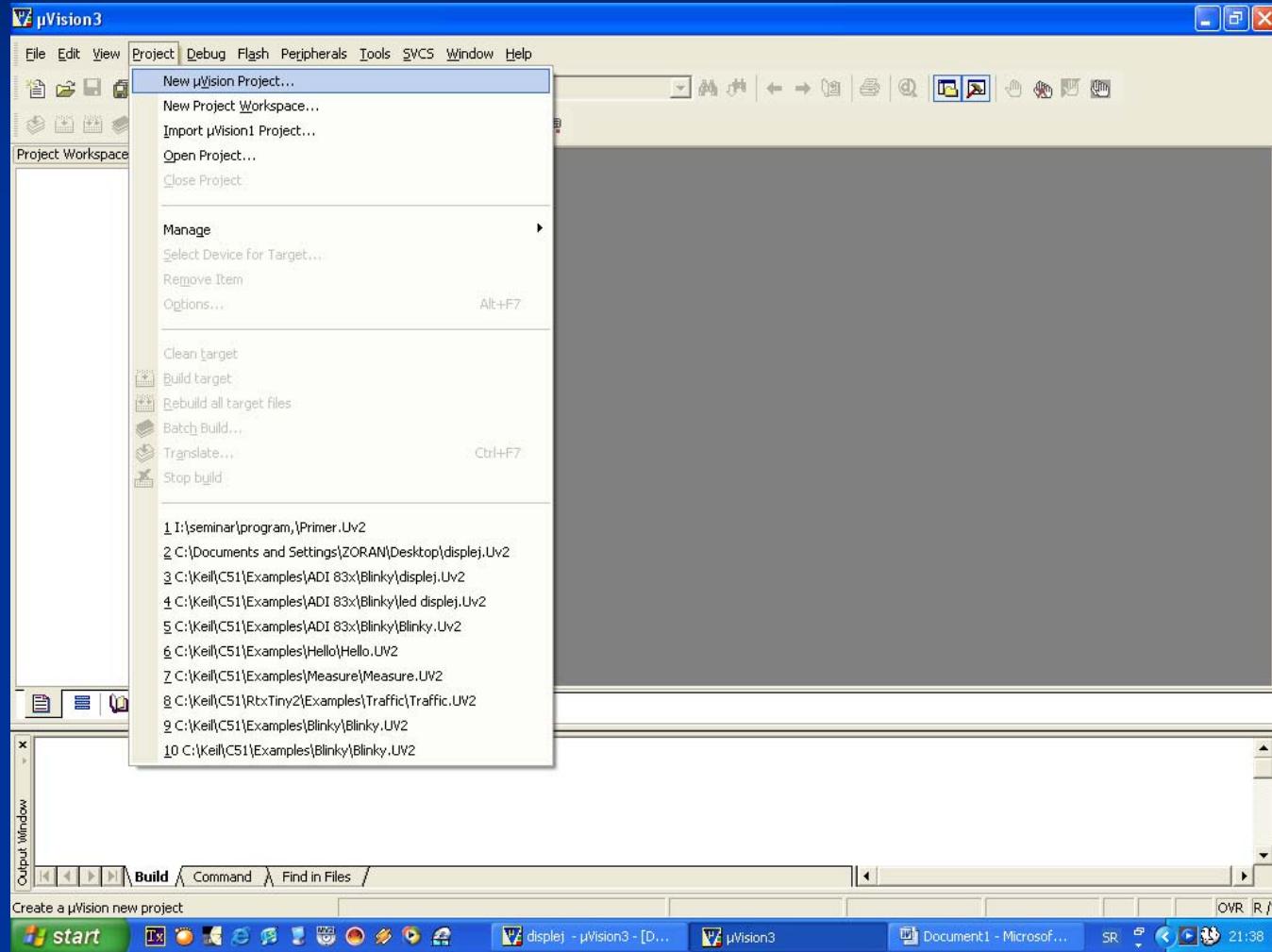


Stvaranje jednog projekta u uVision 3

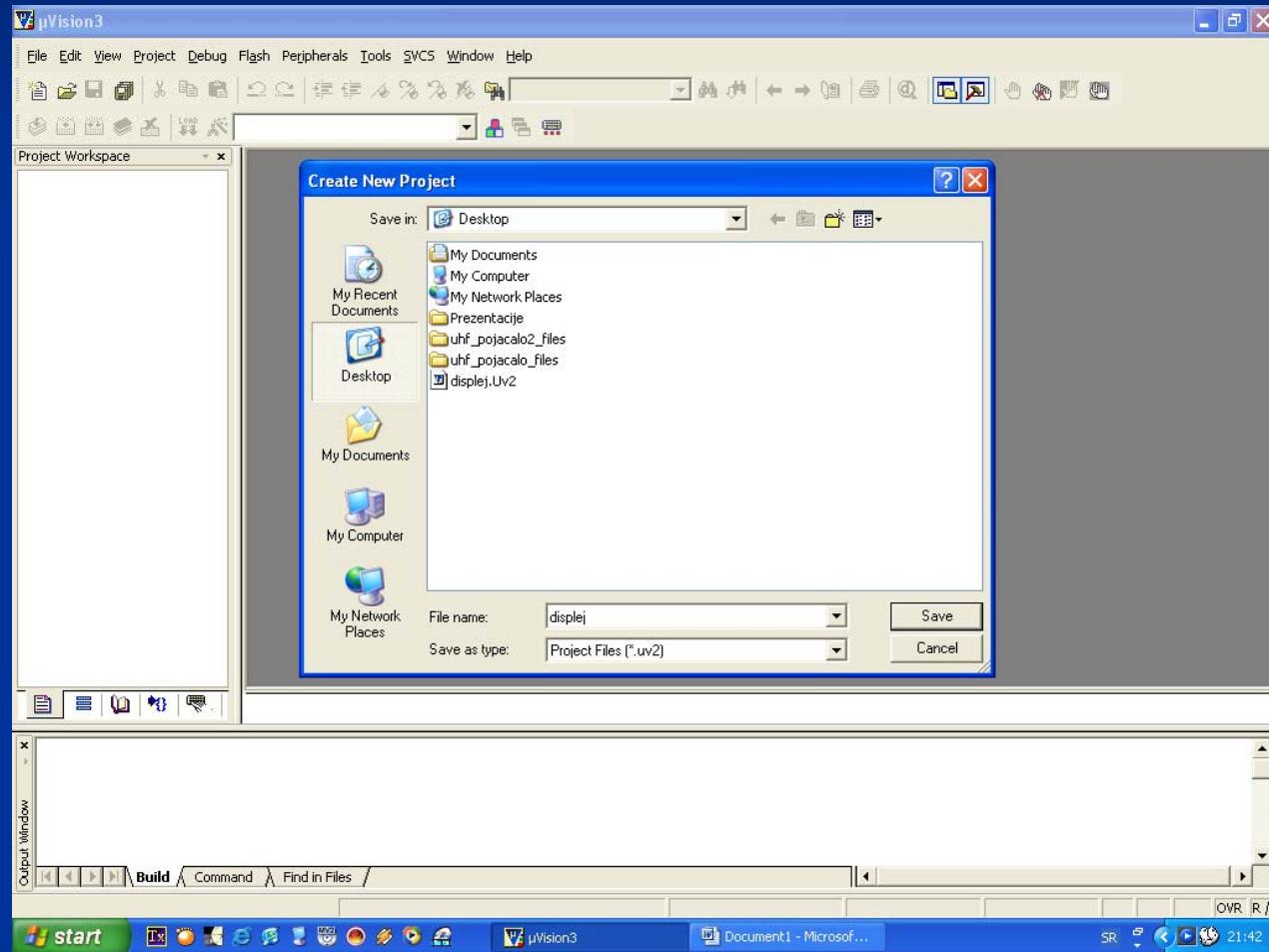
- Pokrenite Keil uVison3 program.



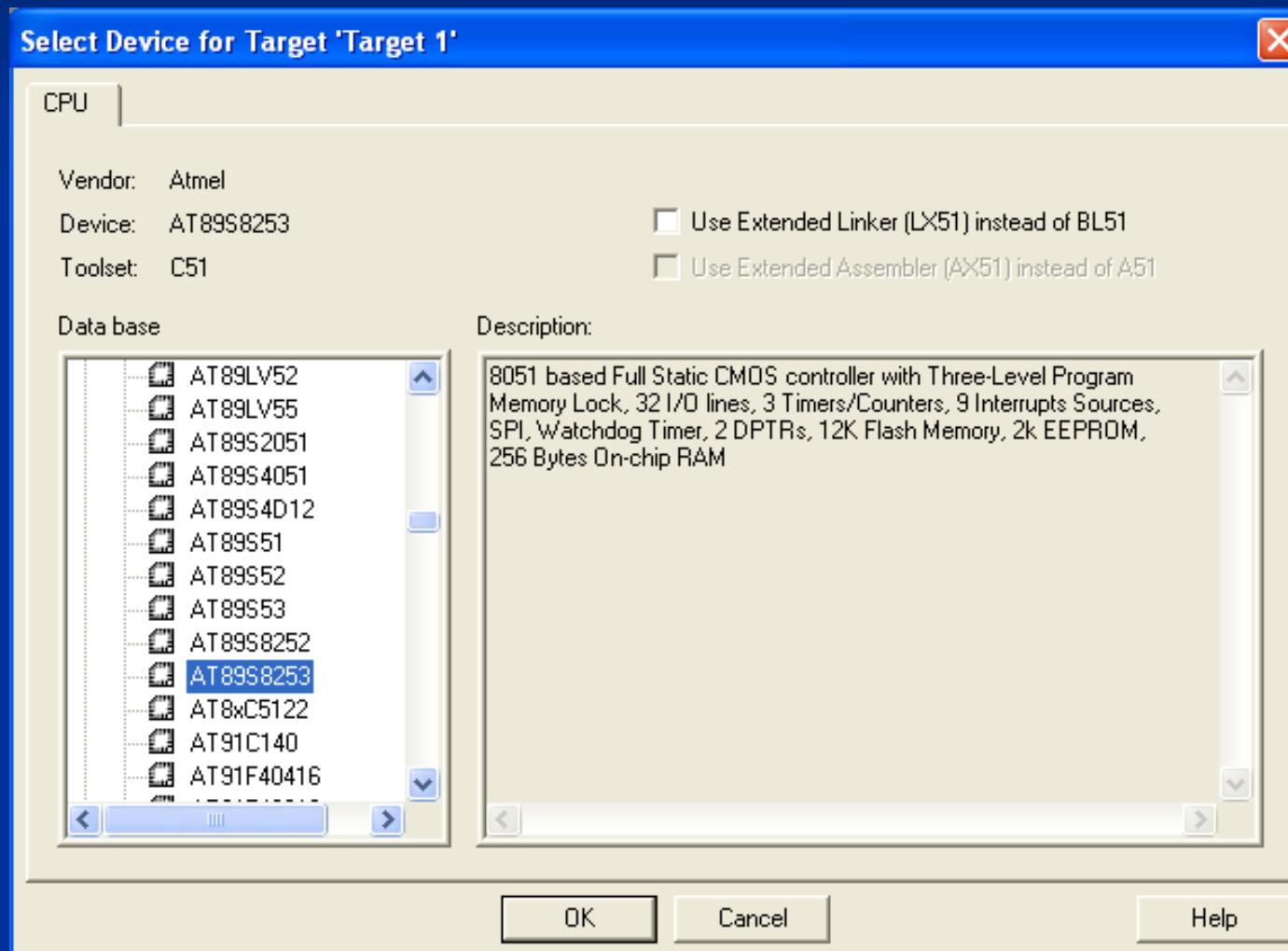
Kreirajte novi dizajn projekta. Odaberite novi projekt iz padajućeg menija



Otvoriće vam se sledeći prozor koji vas pita da sačuvate(save) kod vašeg projekta npr. na desktopu. Napišete ime projekta npr. displej.



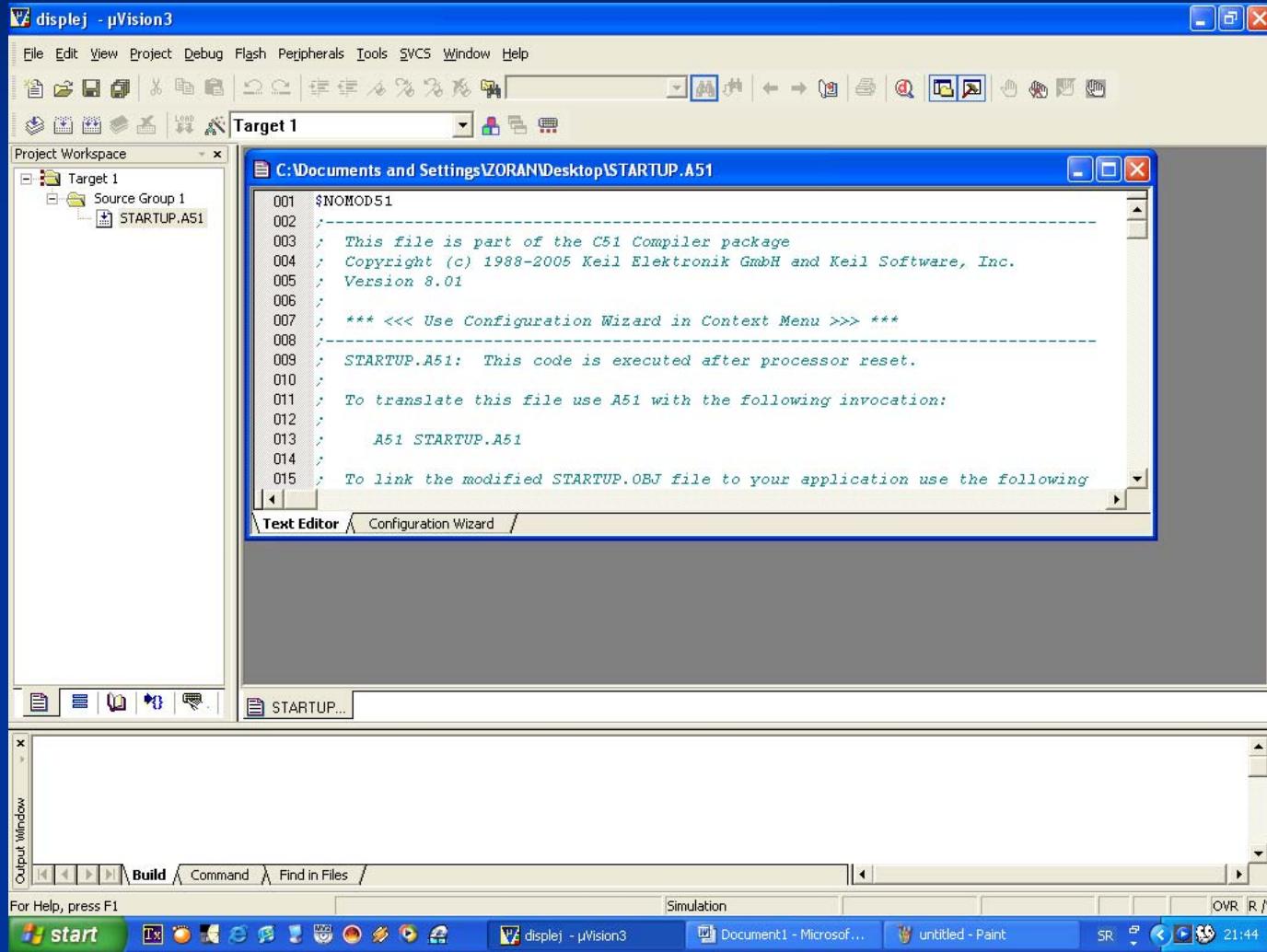
Nakon što ste kliknuli na save(sačuvaj), otvara se prozor koji će vas pitati koji čip želite koristiti.
U ovom slučaju odaberite Atmel AT89S8253 mikrokontroler kao cilj



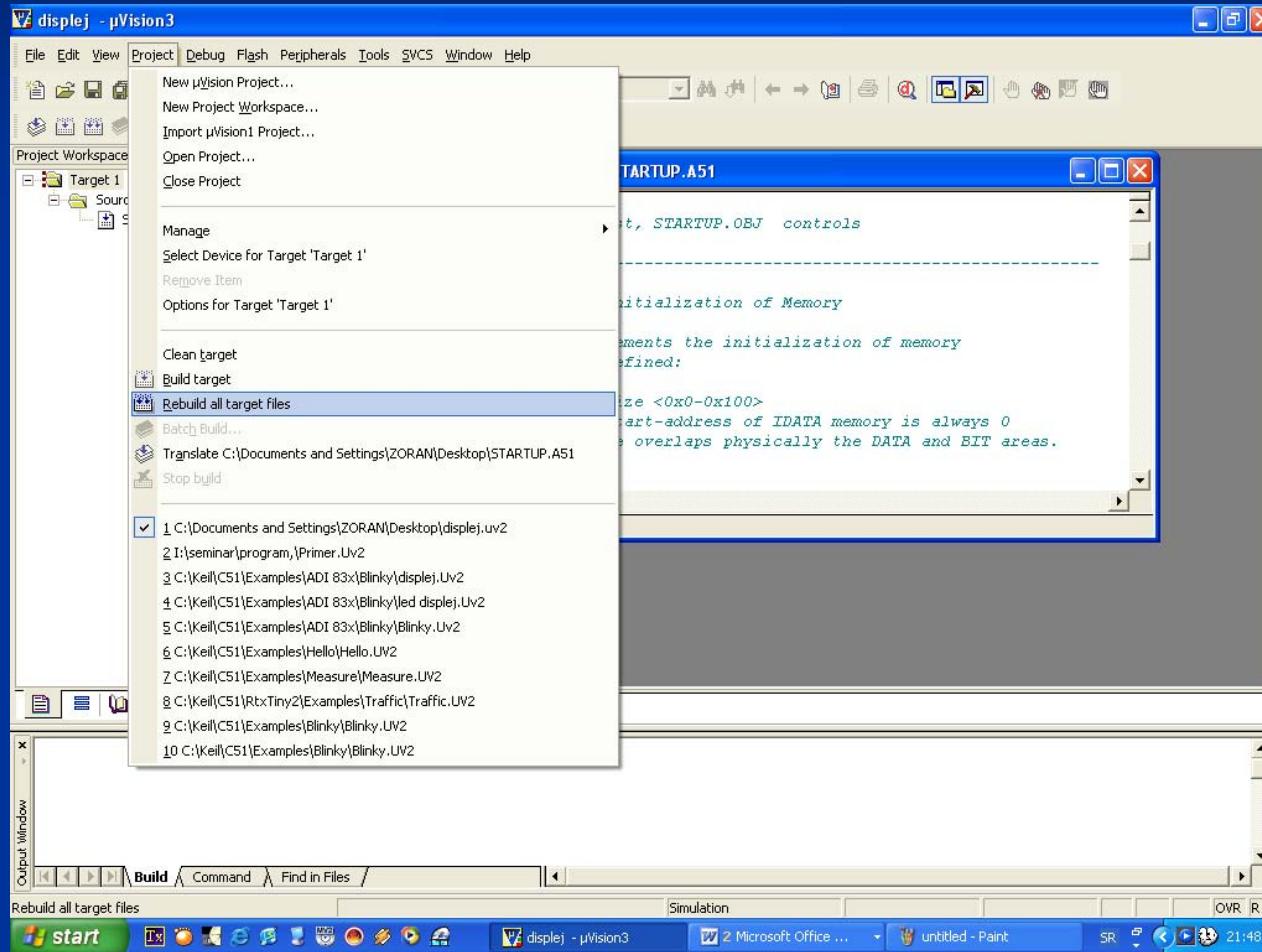
Pojaviće se novi prozor koji će vas pitati da li želite kopirati standard 8051 kod pokretanja u folder projekta. Osim ako ste stari korisnik, trebate kliknuti No,u suprotnom kliknite Yes.



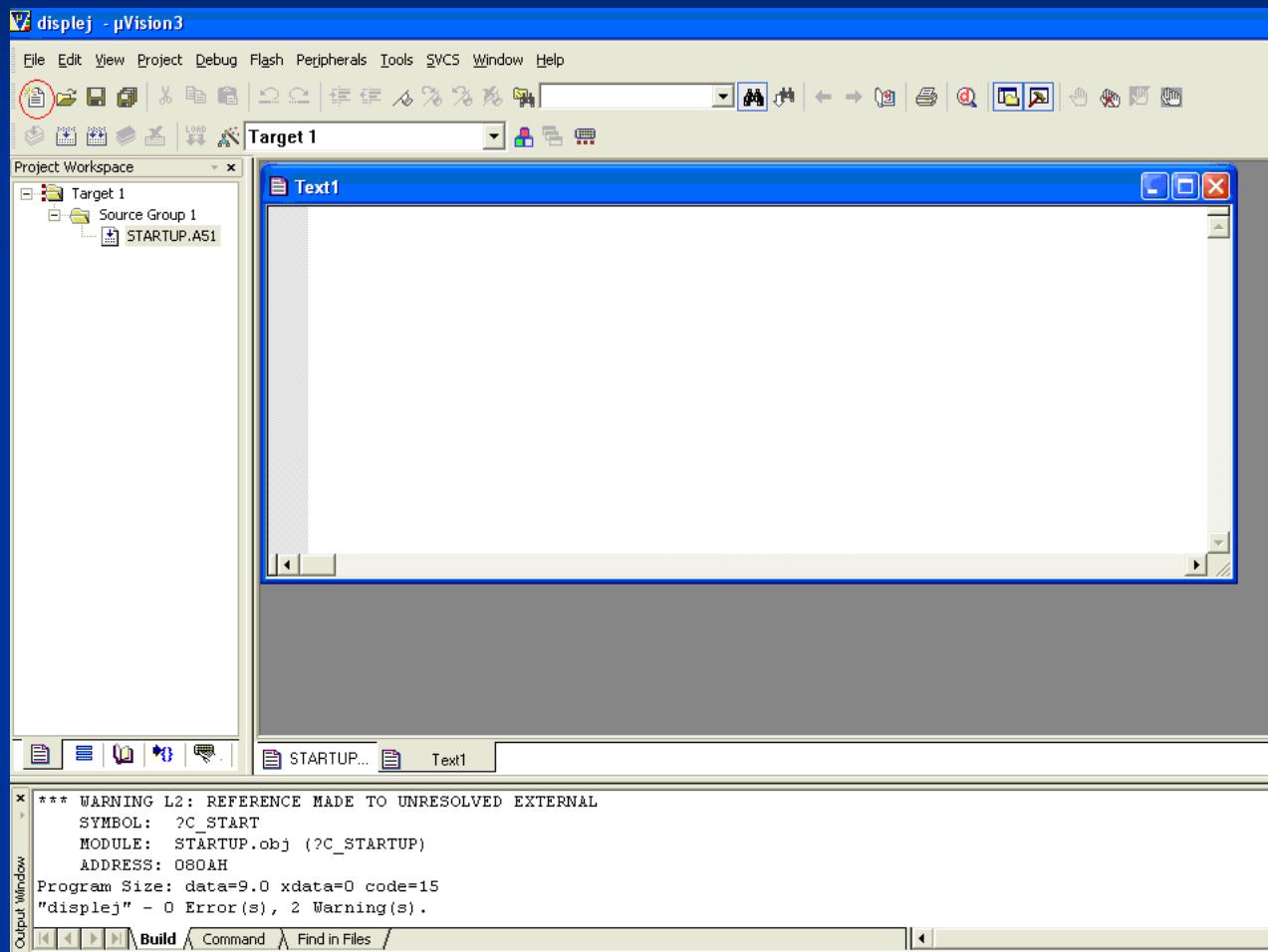
Možete sada izraditi projekt, ali ne postoji izvorni k^d.



Koristite 'Obnovi sve ciljne datoteke'-Rebuild all target iz padajućeg menija Project.Sada imate izvorni k^d koji je dodat grupi.



Zatim kliknite na označenu ikonicu koja vam služi za kreiranje novog fajla. Otvoriće vam se nova radna površina “Text 1”.

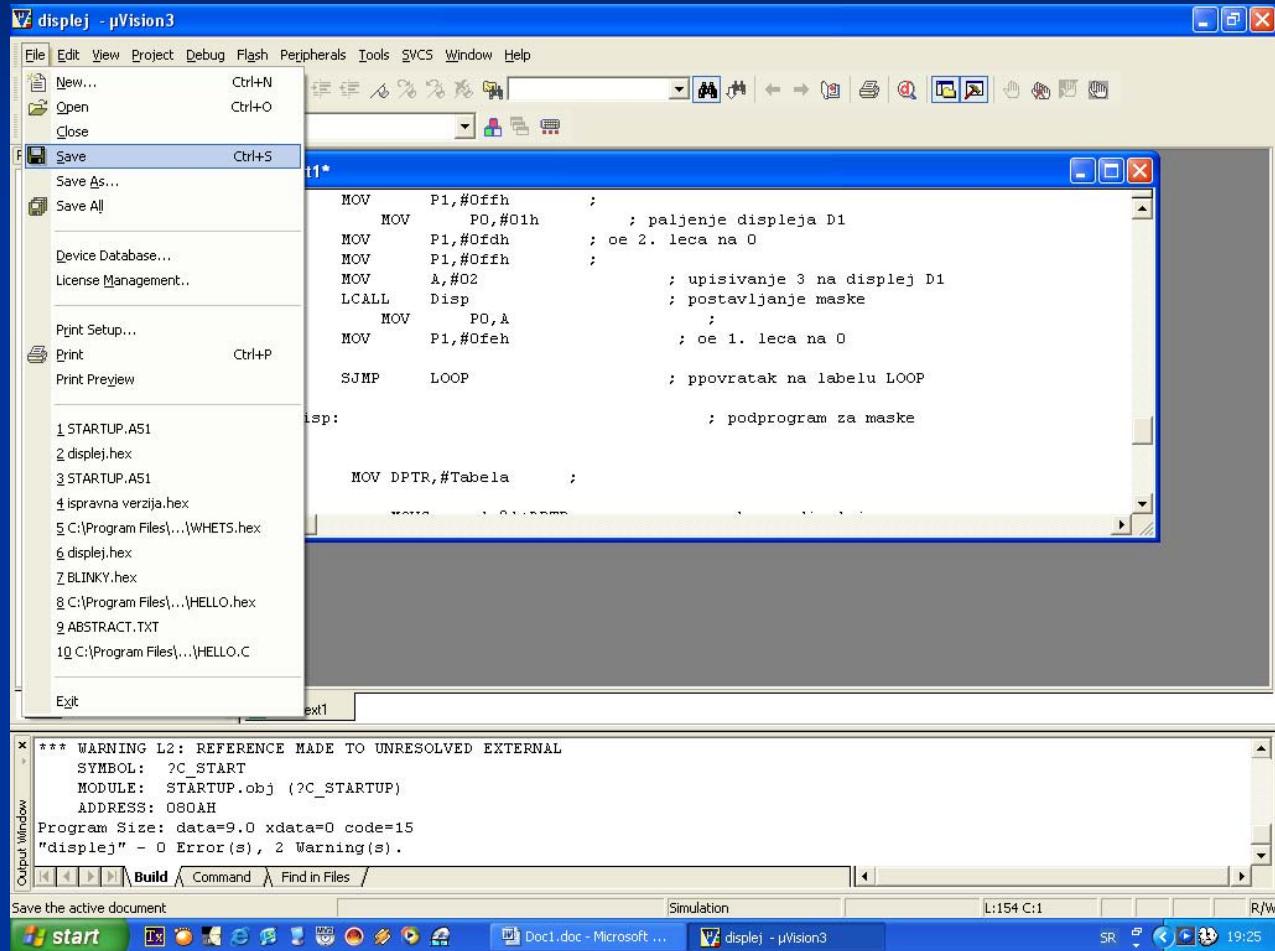


U radnoj površini Text 1 napišite k^d vašeg projekta.

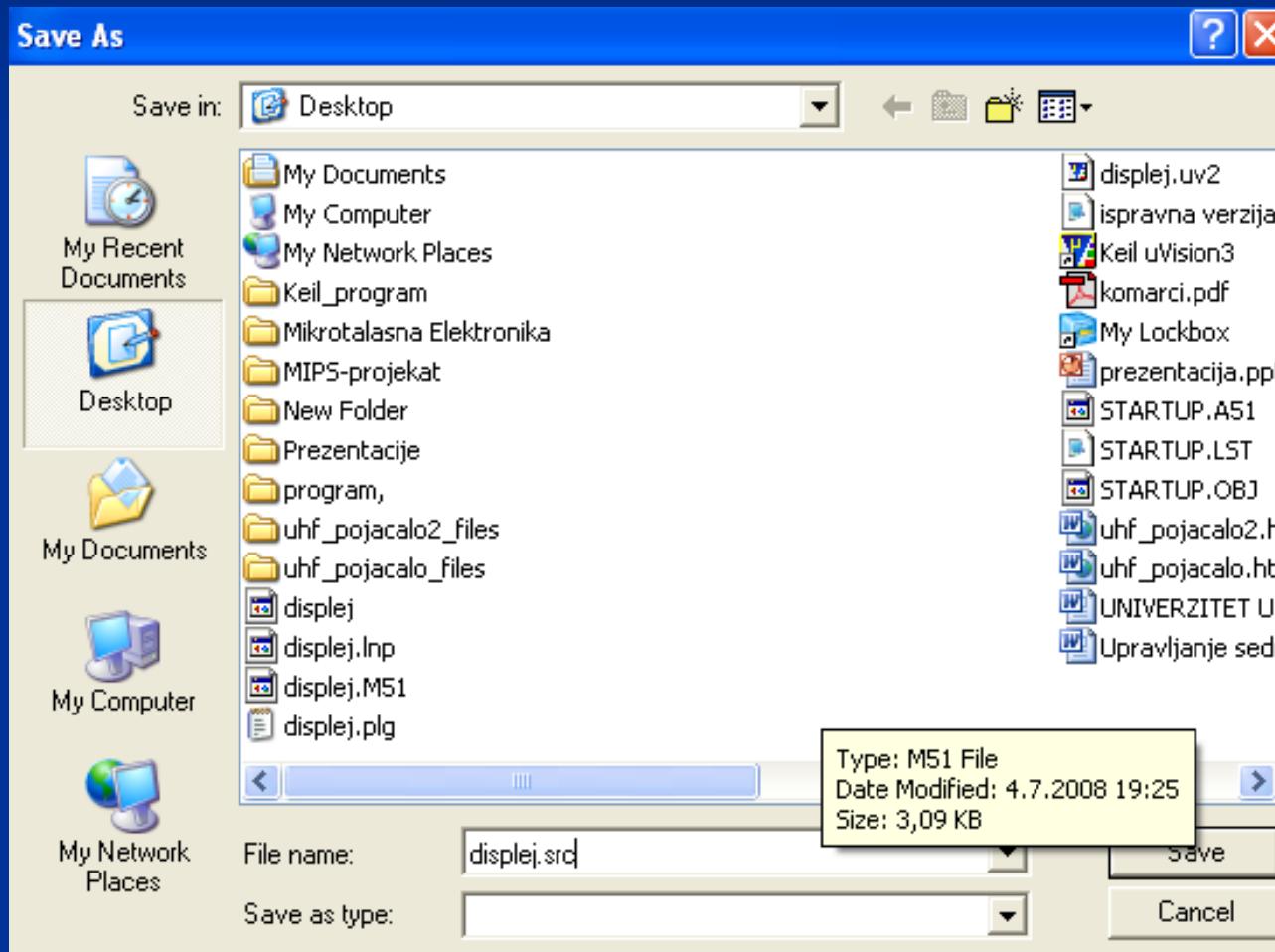
The screenshot shows the µVision3 IDE interface. The main window displays assembly code for a project named 'Text1'. The code initializes port P1 and port P0, sets up a mask, and loops back to the start. A warning message is shown in the Output Window regarding an unresolved external symbol.

```
MOV    P1,#0ffh      ;  
MOV    P0,#01h       ; paljenje displeja D1  
MOV    P1,#0fdh      ; oe 2. leca na 0  
MOV    P1,#0ffh      ;  
MOV    A,#02          ; upisivanje 3 na displej D1  
LCALL  Disp          ; postavljanje maske  
MOV    P0,A           ;  
MOV    P1,#0feh        ; oe 1. leca na 0  
  
SJMP   LOOP          ; povratak na labelu LOOP  
  
Disp:  
  
        ; podprogram za maske  
  
MOV DPTR,#Tabela     ;  
  
        ;  
  
*** WARNING L2: REFERENCE MADE TO UNRESOLVED EXTERNAL  
SYMBOL: ?C__START  
MODULE: STARTUP.obj (?C__STARTUP)  
ADDRESS: 080AH  
Program Size: data=9.0 xdata=0 code=15  
"displej" - 0 Error(s), 2 Warning(s).
```

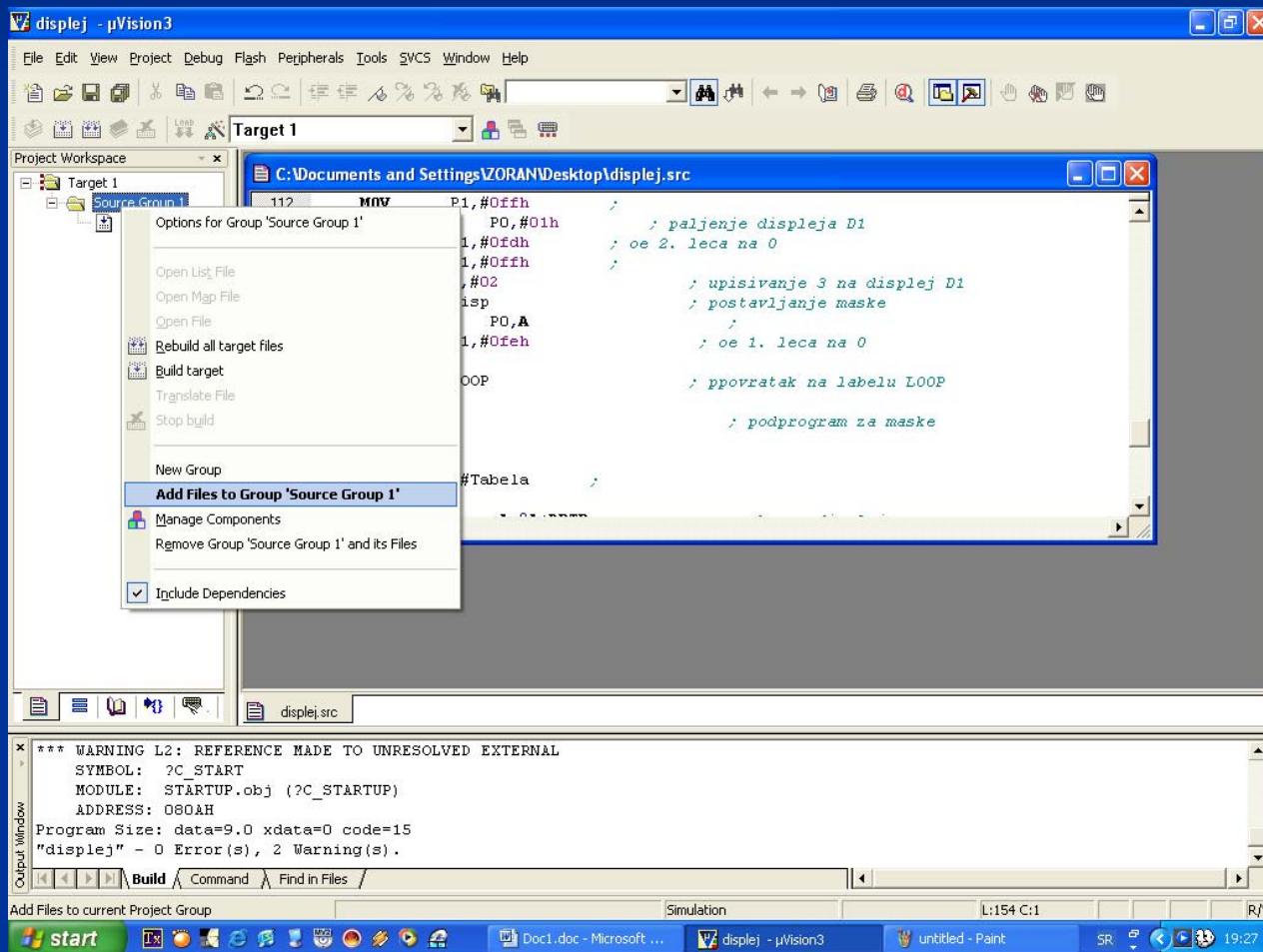
Zatim sačuvajte k^d opcijom Save iz padajućeg menija File.



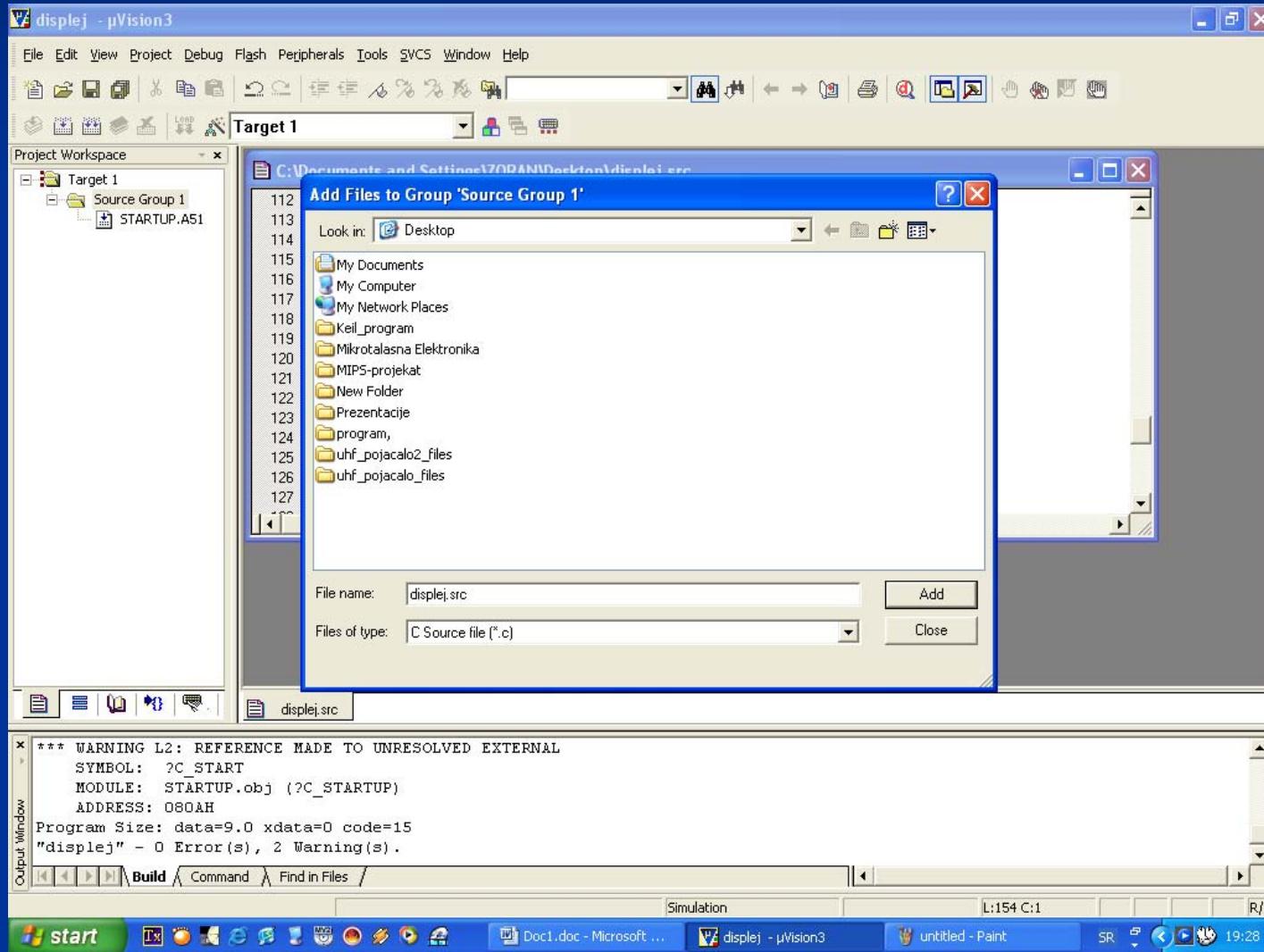
Naravno sačuvajte k^d pod ekstenzijom src. Ekstenzija sačuvanog fajla zavisi od toga u kom je programu pisan. Ekstenzija src. pokazuje da je kod pisan u programskom jeziku C.



Sledeće šta treba uraditi jeste da se taj fajl doda u prozoru Project Workspace 1 to desnim klikom na Source Group 1, pa na opciju Add Files Group.



Pronađite gde vam je smešten taj fajl i kliknite na Add. Zatim idite na opciju 'Obnovi sve ciljne datoteke'-Rebuild all target iz padajućeg menija Project.

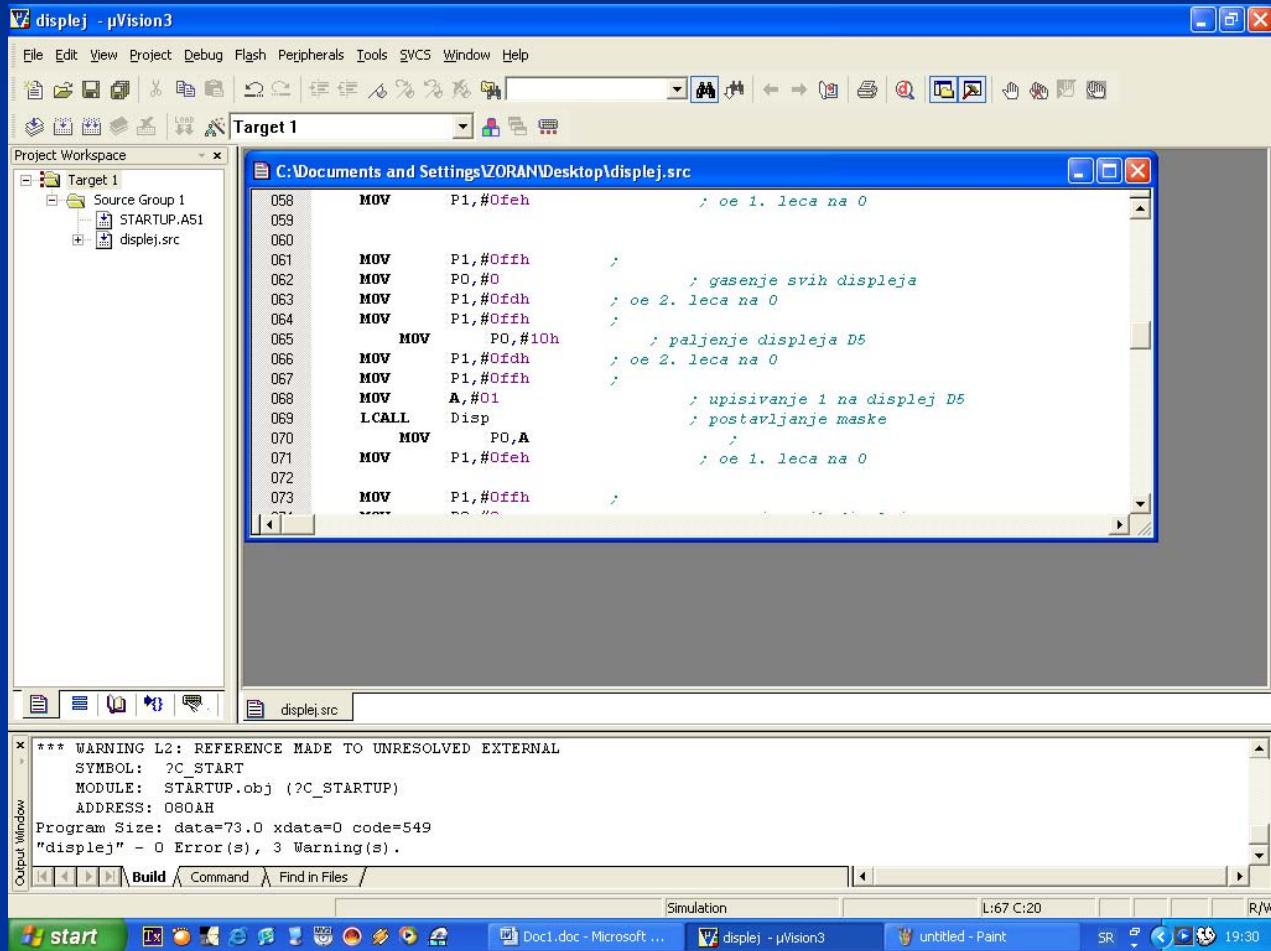


Pojaviće vam se sledeći prozor.Ako postoje greške u programu,kao što je ovde slučaj pisaće vam u Output Window kakva je greška i u kom se redu nalazi.

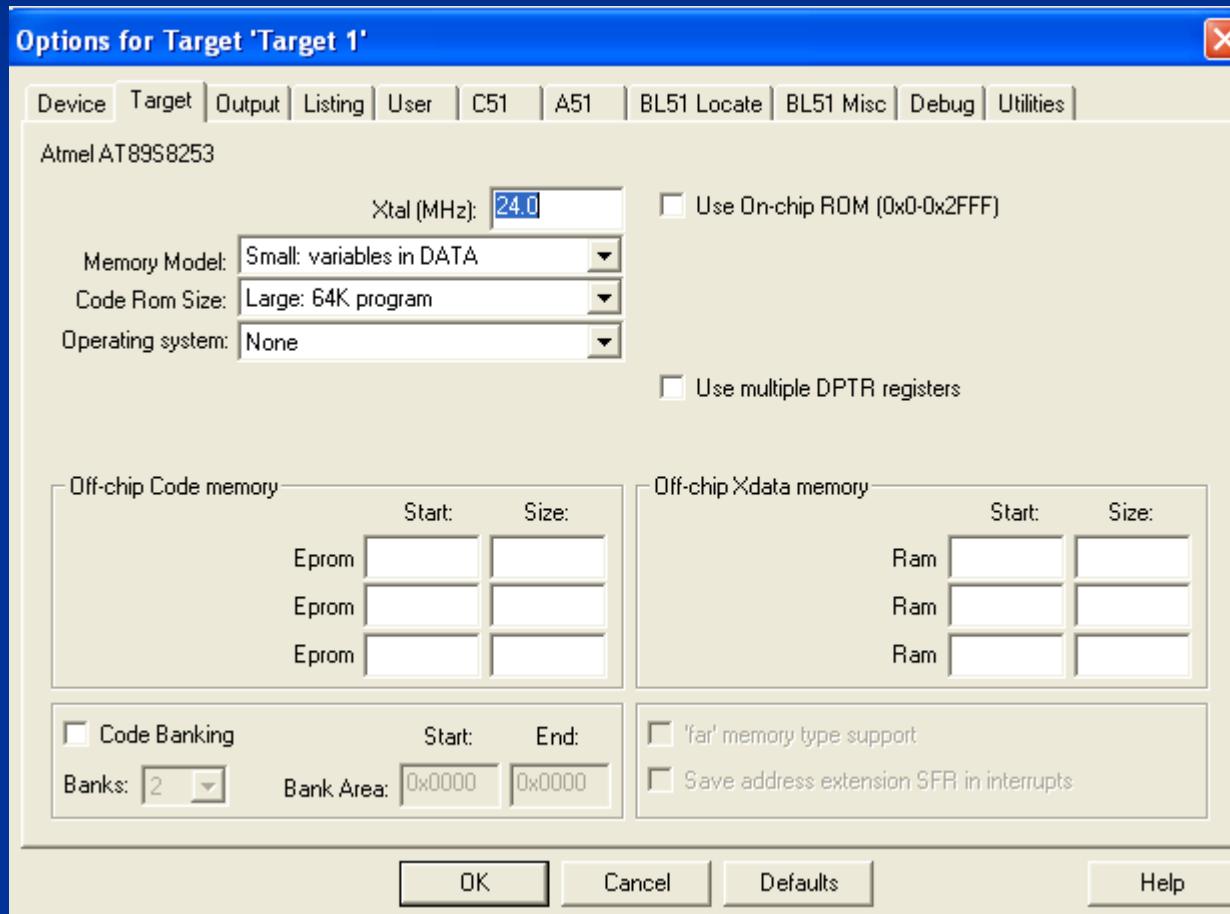
The screenshot shows the µVision3 IDE interface. The main window displays assembly code for a project named 'displej'. The code includes comments in Croatian, such as 'gasenje svih displeja' (turn off all displays) and 'paljenje displeja D5' (turn on display D5). The assembly instructions are primarily MOV and LCALL. The bottom window, titled 'Output Window', lists several errors from the assembly process:

```
x assembling displej/src...
> displej/src(66): error A45: UNDEFINED SYMBOL (PASS-2)
displej/src(67): error A45: UNDEFINED SYMBOL (PASS-2)
displej/src(71): error A45: UNDEFINED SYMBOL (PASS-2)
displej/src(73): error A45: UNDEFINED SYMBOL (PASS-2)
displej/src(121): error A51: TARGET OUT OF RANGE
```

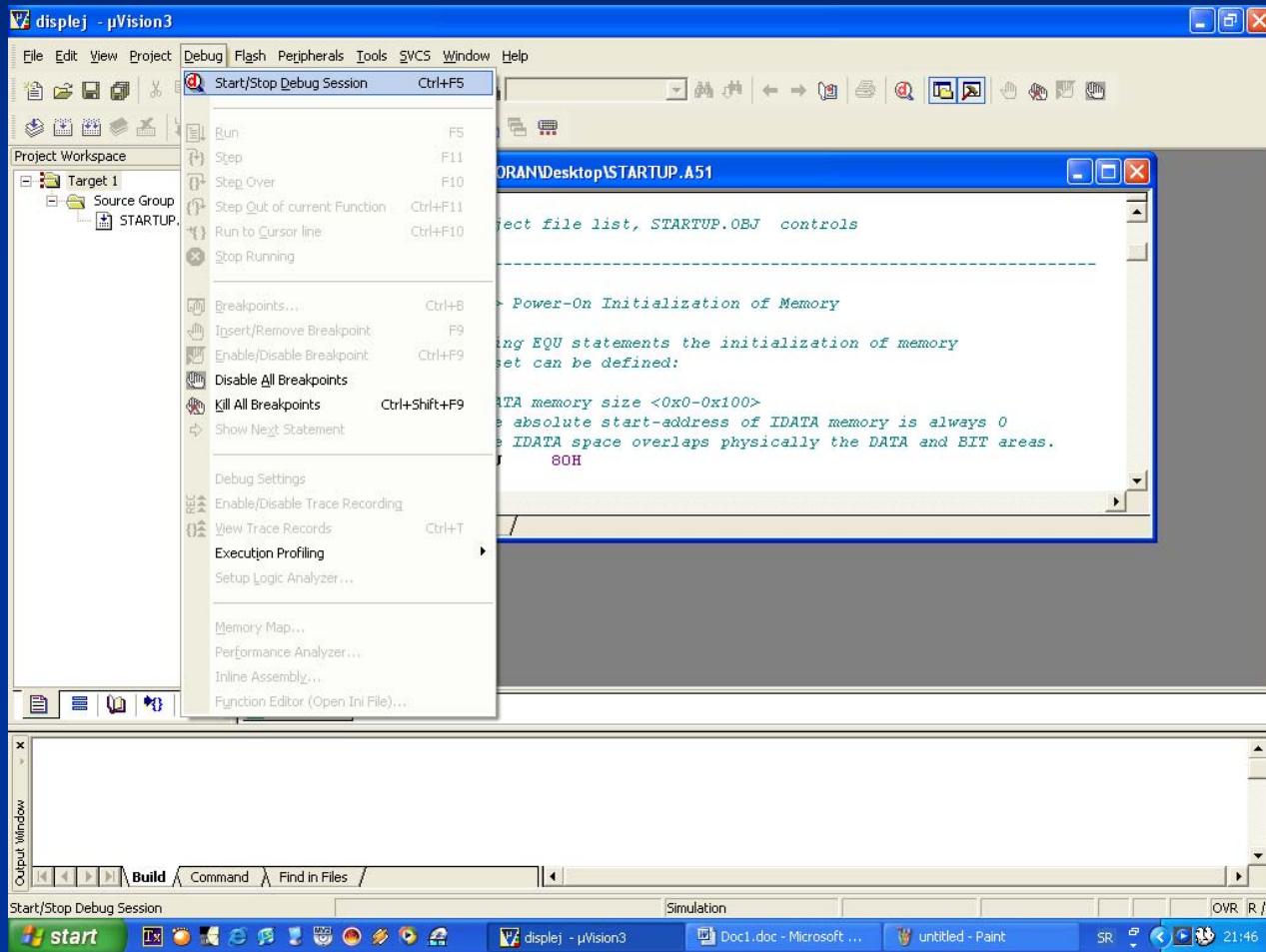
Po ispravljanju grešaka ponovo idite na opciju 'Obnovi sve ciljne datoteke'-Rebuild all target iz padajućeg menija Project, i dobićete naredni prozor. Potrebno je da piše 0 Errors (s).



Pre simulacije kliknite na Target 1 i desnim klikom miša odaberite opcije za Target 1, da bi se osigurala brzina za ciljni sklop. Brzina zavisi od tipa mikrokontrolera. Za ovaj slučaj izaberite 24.0 MHz ciljno polje i postavite kristal (XTAL) na frekvenciji 24.0 MHz.



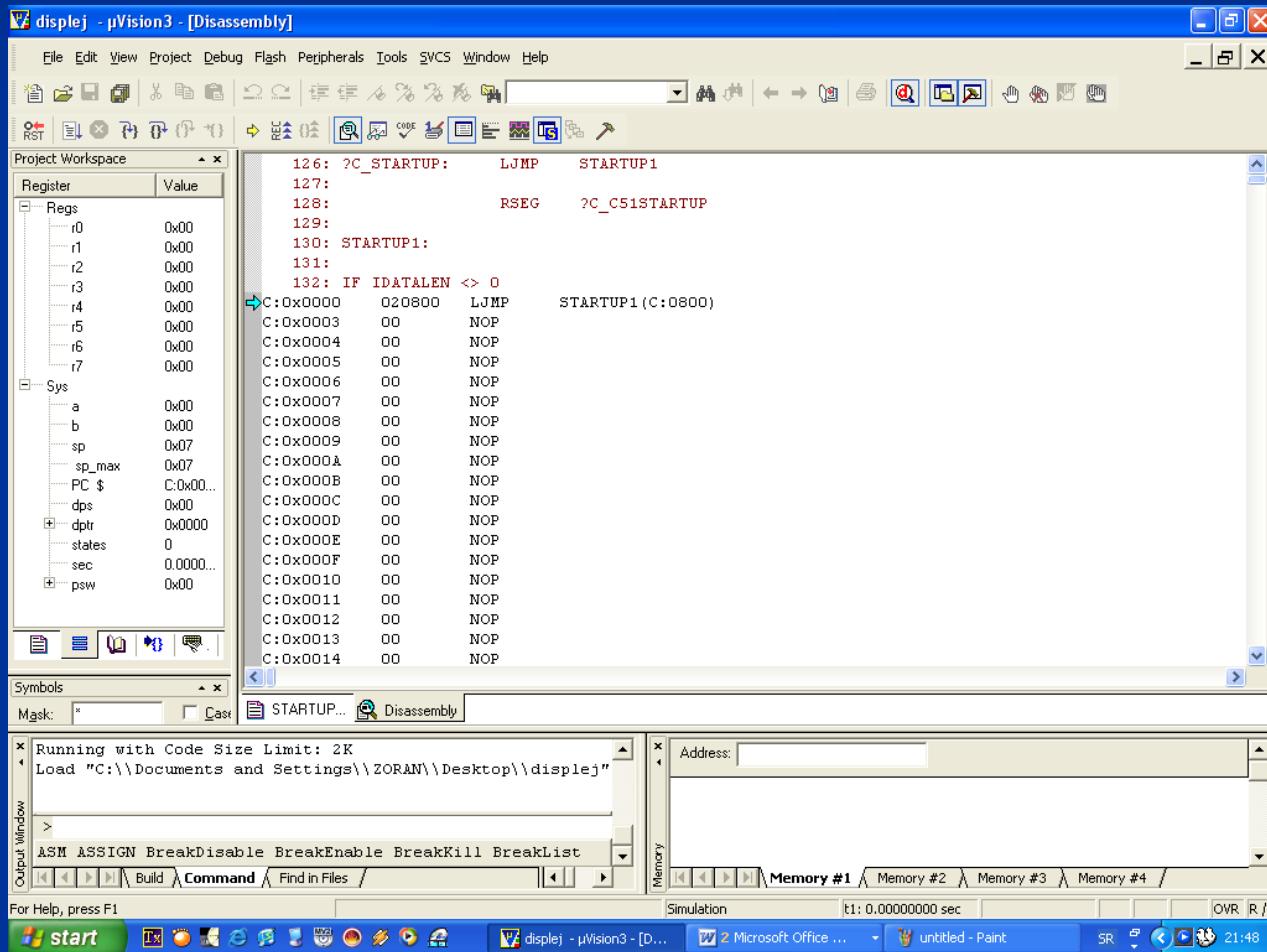
Da biste pokrenuli simulaciju odaberite Start / Stop Debug Session opciju iz padajućeg menija Debug.



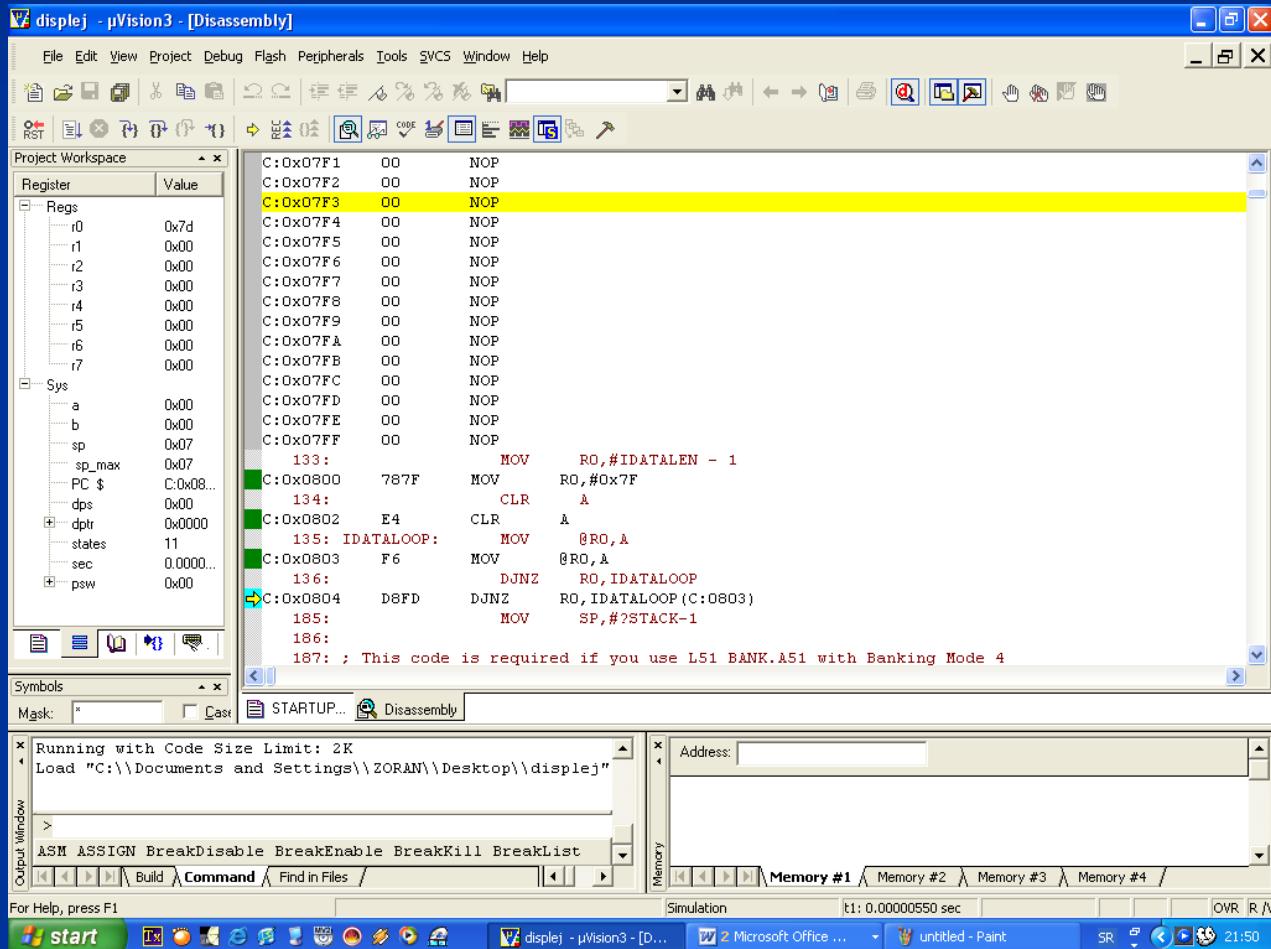
Prozor projekta uVision sada sadrži pod-prozore. Radni prozor pokazuje trenutni sadržaj najvažnijih registara. Takođe se prikazuje vreme

izvršavanja koda u sekundama. Editor prozor pokazuje C k^d,a

disassembly prozor pokazuje kodove koji grade ceo projekt.

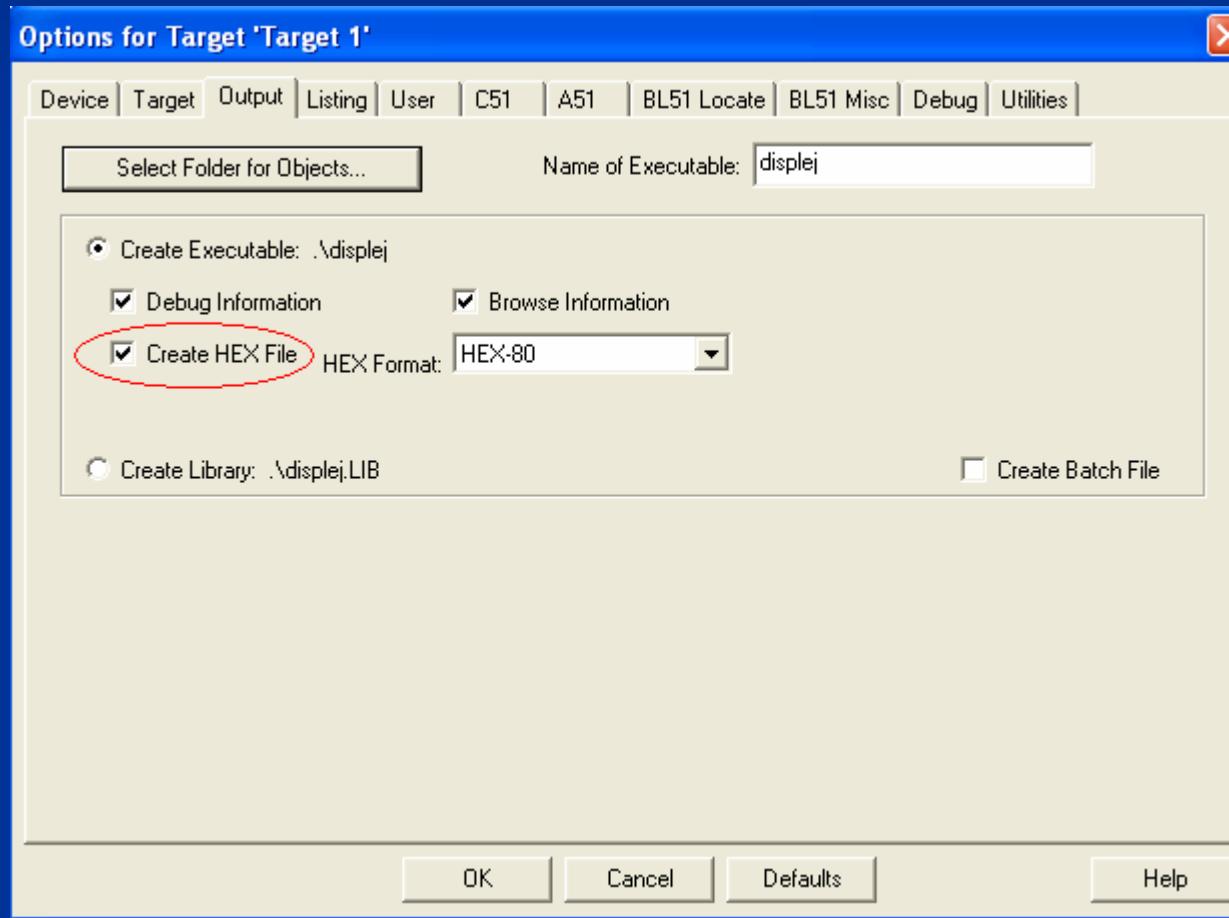


Za ispravljanje programa idite na korak Debug → Step Over. Step Over The command će ispravljati jedan red ili celi potprogram, zavisno od toga gde je pokazivač postavljen.. Pritisnite F11 i pojaviće se mali žuti pokazivač koji vam omogućava da prite korak po korak-svaku liniju programa.

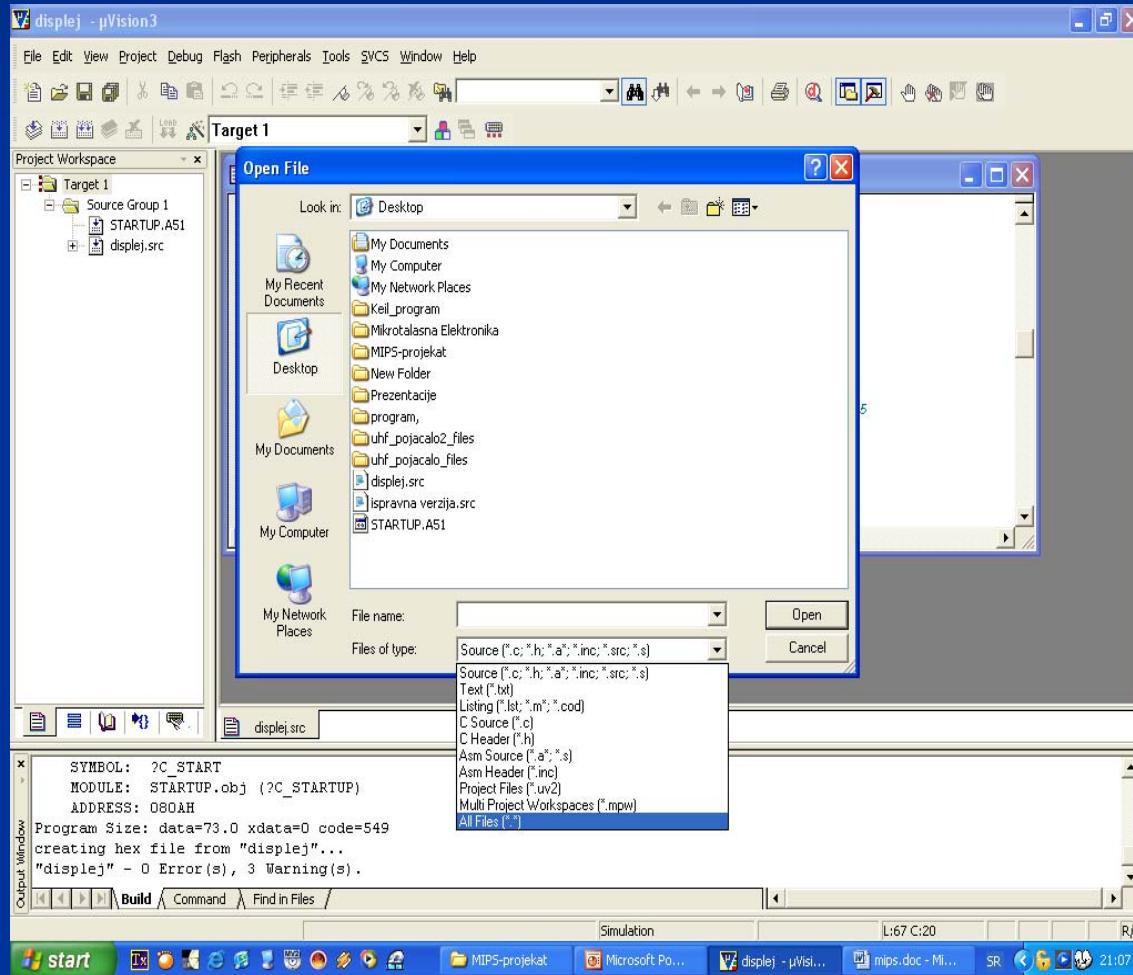


Odaberite opciju "project", zatim u tom padajućem meniju izaberite "Opcije za Target 'Target 1'. Odaberite zlaz(output) na kartici i zaokružite 'Kreiraj Hex File' okvir. Zatim idite na opciju 'Obnovi sve ciljne datoteke'-

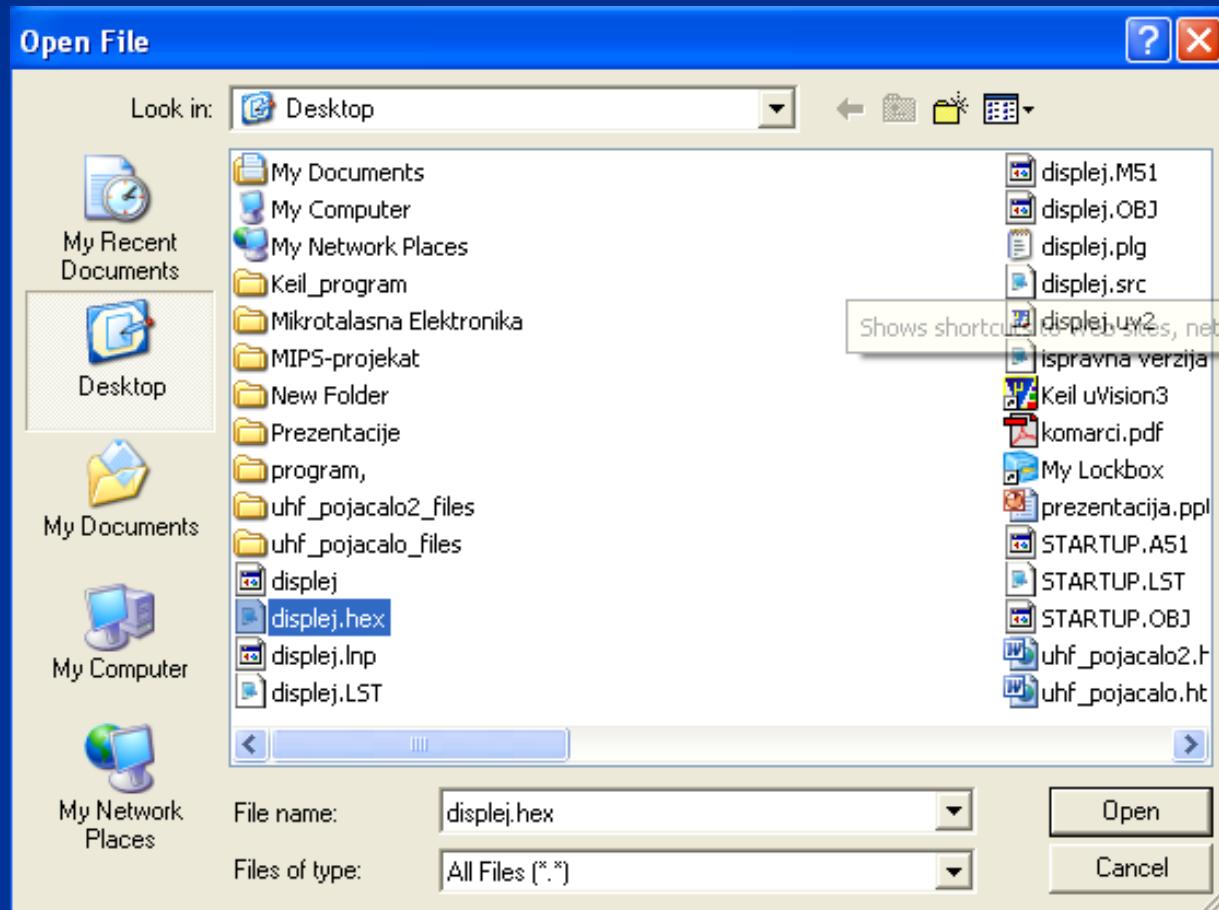
Rebuild all target iz padajućeg menija Project.



Sada idete na opciju “Open file” iz padajućeg menija “File” da bi ste videli generisani HEX fajl,naravno on je snimljen tamo gde vam je izvorni kod pa se može pokrenuti i otuda. Za tip fajla(Files of type) izaberite svi fajlovi(All files).



Sledeće šta treba uraditi jeste da čekirate odnosno označite fajl sa ekstenzijom .hex. To vam je generisani HEX fajl,odnosno heksadecimalna vrednost koju treba prebaciti u mikrokontroler.



Ovde se vidi dobijeni HEX fajl.

The screenshot shows the µVision3 development environment. The main window title is "displej - µVision3 - [C:\Documents and Settings\ZORAN\Desktop\displej.hex]".

Project Workspace: Shows "Target 1" with "Source Group 1" containing "STARTUP.A51" and "displej.src".

Target 1: Displays the generated hex code:

```
:03000000020800F3
:0C080000787FE4F6D8FD75817E020000D0
:020000002100D
:1001000075813F7590FF7580007590FD7590FF7546
:1001100080807590FD7590FF740E1201FDF580755D
:1001200090FE7590FF7580007590FD7590FF75804D
:10013000407590FD7590FF74081201FDF580759073
:10014000FE7590FF7580007590FD7590FF7580209D
:100150007590FD7590FF74091201FDF5807590FE94
:100160007590FF7580007590FD7590FF7580107516
:1001700090FD7590FF74011201FDF5807590FE757C
:1001800090FF7580007590FD7590FF7580087590E3
:10019000FD7590FF74101201FDF5807590FE75904D
:1001A000FF7580007590FD7590FF7580047590FD5A
:1001B0007590FF74001201FDF5807590FE7590FF3B
:1001C0007580007590FD7590FF7580027590FD75C6
:1001D00090FF740D1201FDF5807590FE7590FF750E
:1001E00080007590FD7590FF7580017590FD75908C
:1001F000FF74021201FDF5807590FE21039002024A
:1002000093223F065B4F666D7D077F6FBF86DBCFC16
:06021000E6EDFD87FFEFA3
:00000001FF
```

Output Window: Shows build logs:

```
SYMBOL: ?C_START
MODULE: STARTUP.obj (?C_STARTUP)
ADDRESS: 080AH
Program Size: data=73.0 xdata=0 code=549
creating hex file from "displej"...
"displej" - 0 Error(s), 3 Warning(s).
```

At the bottom, the taskbar shows "Doc1.doc - Microsoft Word" and "displej - µVision3 - [C:\...]".