Grundläggande C-programmering del 1
- För maskinorienterad programmering

Ulf Assarsson

Läromoment:

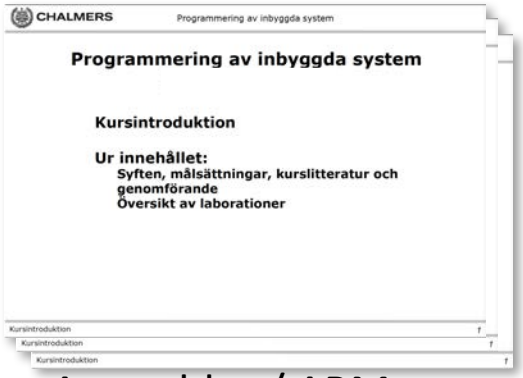
- Datatyper, arrayer, synlighet
- Preprocessing, kompilering, länkning
- IDE, .c- / .h-filer,

Läromoment för hemuppgifterna (=övingsuppgifterna):

- Även bitmanipulering (AND/OR/XOR)

Övningsuppgifter: v1. (se web)

Kursmaterial



Assembler / ARM-föreläsningar

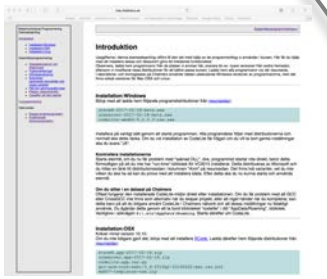
C-föreläsningar 5 st

Exempelsamling C – Övningsuppgifter med facit. (online)

Kursbok

Arbetsboken

LaborationsPM (online). 5 labbar.

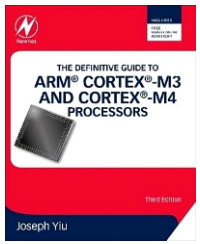


Exempelsamling (övningar online).

Samma websida

Om ni vill:

ARM:

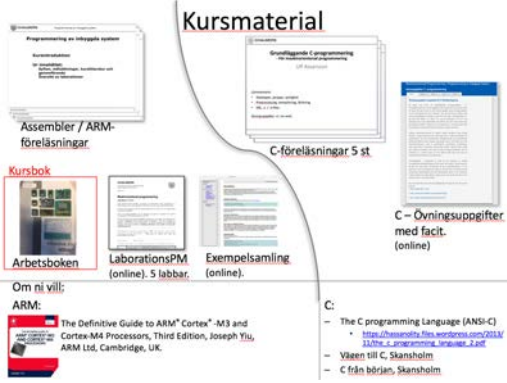


The Definitive Guide to ARM® Cortex® -M3 and Cortex-M4 Processors, Third Edition, Joseph Yiu, ARM Ltd, Cambridge, UK.

C:

- The C programming Language (ANSI-C)
  - https://hassanolity.files.wordpress.com/2013/11/the_c_programming_language_2.pdf
- Vägen till C, Skansholm
- C från början, Skansholm

Kursböcker?



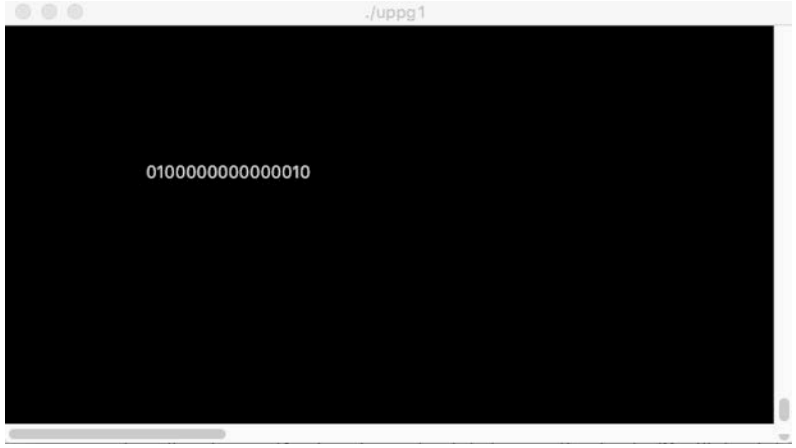
- Arbetsboken är motsvarighet till kursbok, dvs huvudmaterialet.
  - Labbarna – känna på att köra mot riktiga hårdvaran istället för simulator.
  - Lektionerna – att kunna förstå arbetsbok (+ lab).
  - Exempelsamling:
    - Övningar i assembler/C
    - Övningar i C inför arb.bok + lab.
- C:

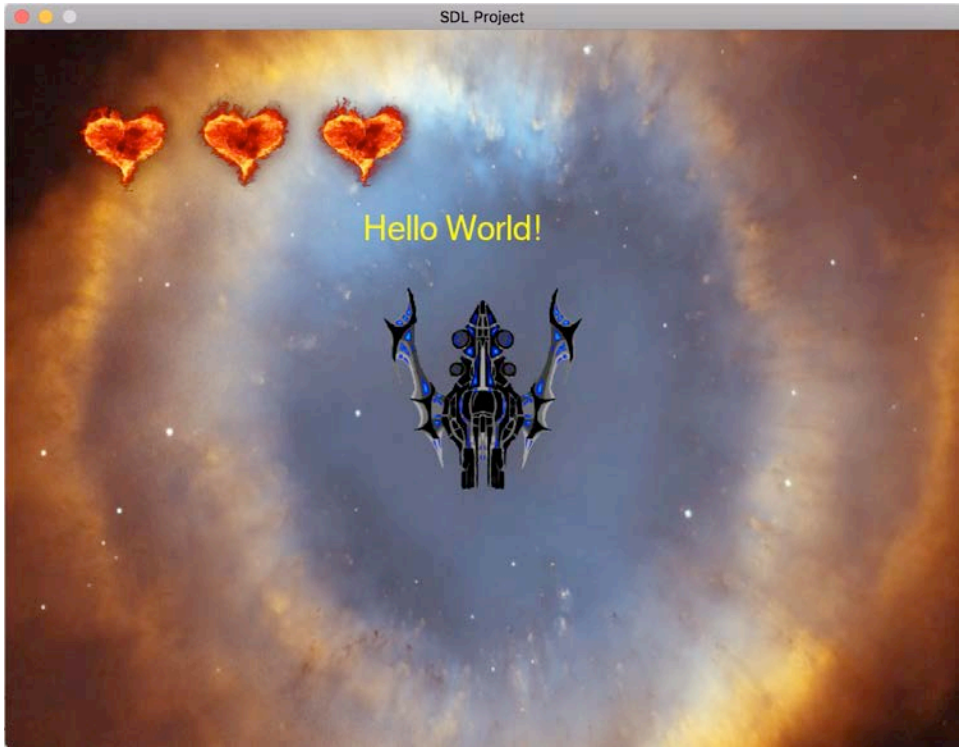
  En del behöver troligen ingen kursbok i C men dessa finns om ni vill:
  - The C programming Language (ANSI-C)
    - https://hassanolity.files.wordpress.com/2013/11/the_c_programming_language_2.pdf
    - Den var gratis nyss, men verkar just nu inte längre finnas i gratisversion (?). Googla!
  - Vägen till C, Skansholm, 2011. “Mer innehållsrik”
  - C från början, Skansholm, 2016. “Basic”.
  - C reference card ANSI (på resurssidan)
    - http://www.cse.chalmers.se/edu/resources/pinsys/ebook/c-refcard.pdf

C – Övningsuppgifter

- Online – se länk på kurshemsidan för dagens C-föreläsningar.

  (Första veckans uppgifter innehåller även länkar till alternativa nybörjar-C-övningar online.)





C – Bakgrund

- Short Code, 1949, 1:st high level language
- Autocode, early 50'ies.
- Fortran, IBM, ~57.
- Lisp, 58.
- Cobol 60 (Common Business-oriented language.
- BASIC, 1964.
- ALGOL 60 (**ALGO**rithmic **L**anguage 19**60**).
- Simula, 60:ies.
- C, ~1969.
- Prolog, 1972.
- Ada, ~1975
- Pascal, ~1975.
- ML, 1978.

C – Bakgrund

- Moderna språk:
  - C, C++, D, Java, javascript, Objective-C, C#, …
- Maskinnära programmering:
  - Behöver språk med pekare till absoluta adresser
    - Basic, Ada 95 (och senare versioner), C, C++, C# (med nyckelordet *unsafe*), Objective-C, D, COBOL, Fortran.

    - C - 1969
    - C++ - 1983
    - (Ada– 1995)
    - C# - 2000, strong type checking, garbage collection, obj. oriented, “COOL”.
    - D - 2001

C – Historik

- B, Bell Labs ~1969
- C: Utvecklades först 1969 – 1973 av Dennis Ritchcie vid AT&T Bell Labs.
- Högnivå språk med kontakt mot maskinvara.
- Ett utav de mest använda språken.
- C++, D.

- Maskinnära, pekare

```
a = b – c;
Istället för:
LDR   r3, =b
LDR   r2, [r3]
LDR   r3, =c
LDR   r3, [r3]
SUBS  r2, r2, r3
LDR    r3, =a
STR    r2, [r3]
```

C respektive Assembler

- Varför C istället för assembler?
  - Färre rader kod, mindre risk för fel, snabbare…,
  - processoroberoende
- Varför förstå hur C kompileras till assembler?
  - prestandaoptimering och resonera kring prestanda (tex för datorgrafik, GPU:er, HPC).
    - Hur mycket snabbare är en while-loop än rekursion?
    - Loop-unroll?
  - energikonsumption
  - säkerhet/robusthet/risker
    - Kunna debugga
  - Kunna mixa C/asm vid drivrutinsprogrammering eller prestandakritiska förlopp.

Översikt C – fem lektioner

- Lekt 1 - Syntax och Programstruktur:
  - IDE, variabler (dekl. + tilldeln.), typkonverteringar, ASCII, funktioner, variabelsynlighet, programstruktur, kompilering/länkning, arrayer
- Lekt 2 – Pekare och Arrayer:
  - Pekare, absolutadressering (portar), typedef, volatile, #define, arrayer av pekare, arrayer av arrayer
- Lekt 3 – Structs och Funktionspekare:
  - Structs, pekare till structs (pilnotation), array av structs, portadressering med structs, funktionspekare, structs med funktionspekare (objektorienterad stil)
- Lekt 4 - Mer programstruktur samt Dynamisk minnesallokering:
  - Synlighet - static, #extern, (inline), #if/#ifdef, #include guards, enum, union, little/big endian, dynamisk minnesallokering (malloc/free)
- Lekt 5 – realtidsstyrsystem (spelprogrammering) och Avancerad C:
  - Realtidsloop, C99, obskyra C-konstruktioner,
  - Om vi hinner: Dubbelpekare, code injection (via stack frames).

C – Standarder

- 1978, K&R C (Kernighan & Ritchie)
- 1989, C89/C90 (ANSI-C)
- 1999, C99 (Rev. ANSI-standard)
- 2011, C11 (Rev. ANSI-standard)

- 2008, embedded C (fixed-point arithmetics, basic I/O hw addressing)

Hello world! – program

```
#include <stdio.h>

int main()
{
   printf(“Hello World!\n");
   return 0;
}
```

C vs Java. Några skillnader:

- C: saknar klasser.
  Har dock structs för sammansatta datatyper.

```
struct Course {
    char* name;
    float credits;
    int numberOfParticipants;
};
```

- Booleans är ej egen typ. true/false finns ej. 0 är false. Ett värde != 0 är true. (Därför definierar man ofta TRUE/FALSE som 1 resp 0. 1 && 1 = “Implementationsspecifikt för kompilatorn”).

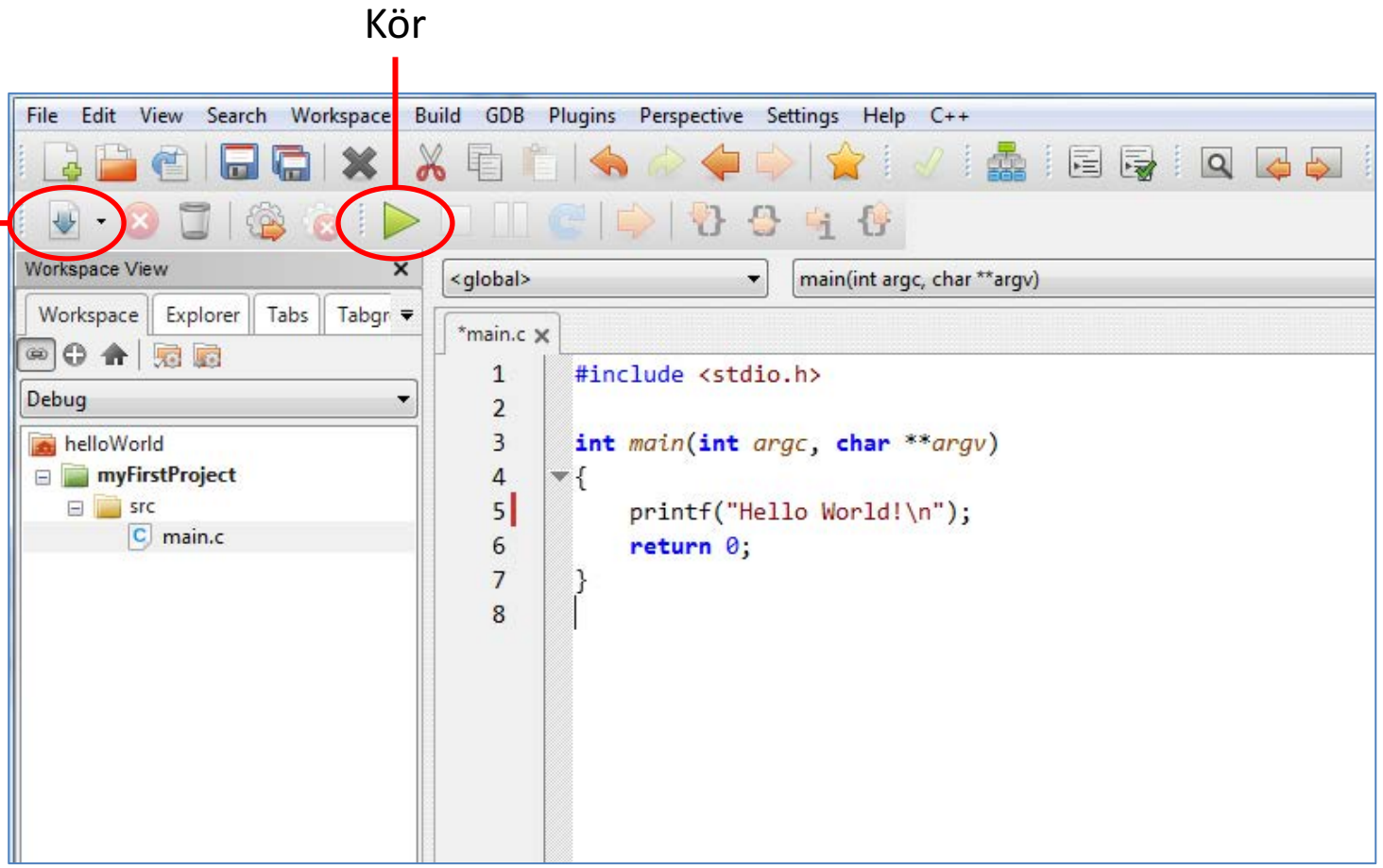
Mer C:

- Type conversion
  - default: convert narrower format to the wider format
  - Synlighet:
    - global synlighet,
    - synlighet i funktion
    - resp scope.

```
float a;
a = 1.0 / 3;
// a == 0.33333343
```

```
#include <stdio.h>

int x;
int foo(int y)
{
    if( x == y ){
        int z = 4;
        z = z + x + y;
        return z;
    }
    return x;
}
```

Integrerad utvecklings miljö (IDE)



Vi använder CodeLite som är gratis och open-source.
Hämta via resurshemsidan!! (OBS - **ej** via http://codelite.org/)

Från terminalen

```
> gcc -o hello.exe main.c
> hello.exe
Hello World!
>
```

Variabler

```c
#include <stdio.h>

int x;

int main()
{
     char y;
     x = 32;
     y = 'a';

     x = x + y;

     printf("x har nu värdet %i och y har värdet %i som kodar tecknet %c\n", x, (int)y, y);
     return 0;
}
```

Variabelnamn

Typ

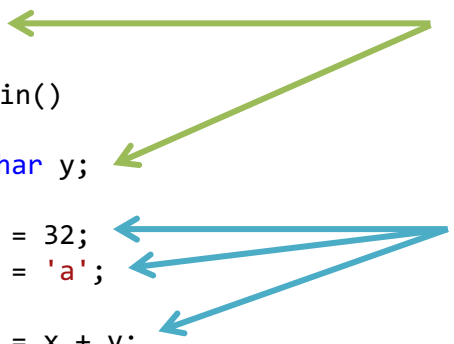
Utskrift:

```
x har nu värdet 129 och y har värdet 97 som kodar tecknet a
```

För printf()-parametrar, se t ex C Reference Guide

Deklarationer och tilldelningar

```c
#include <stdio.h>

int x;

int main()
{
    char y;

    x = 32;
    y = 'a';

    x = x + y;

    printf("x har nu värdet %i och y har värdet %i som kodar tecknet %c\n", x, (int)y, y);
    return 0;
}
```



En deklarerad variabel som ännu inte tilldelats ett värde är *oinitierad*

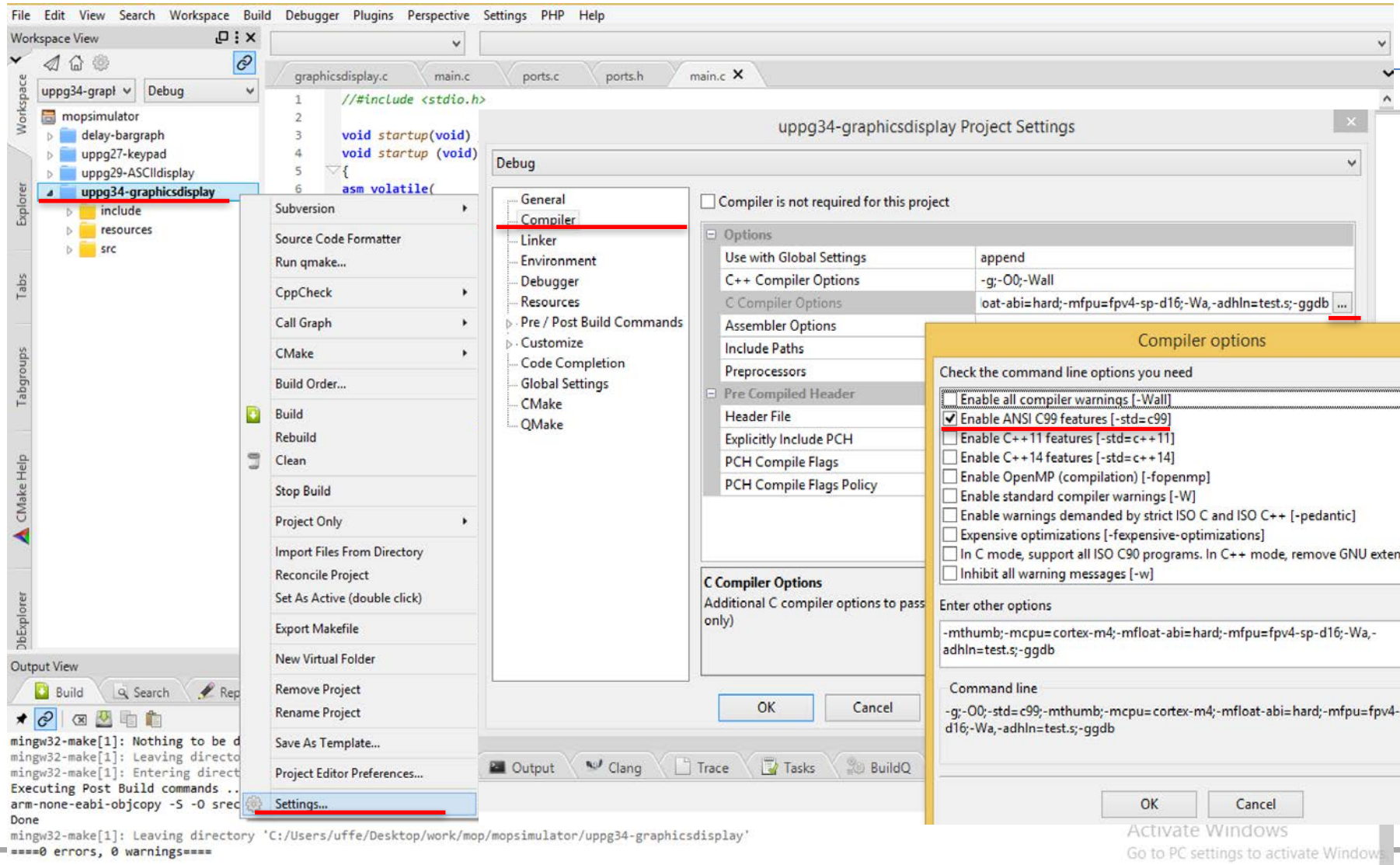
C89 – deklarationer först

```c
#include <stdio.h>

int x;

int main()
{
    x = 32;

    char y = 'a';

    x = x + y;

    printf("x har nu värdet %i och y har värdet %i som kodar tecknet %c\n", x, (int)y, y);
    return 0;
}
```

I C89 måste alla deklarationer komma allra först i en funktion.

Fungerar ibland ändå (t ex i gcc), men för vår ARM-kompilator måste C99 explicit anges som kompilatorflagga.

Enable C99


File Edit View Search Workspace Build Debugger Plugins Perspective Settings PHP Help
Workspace View
graphicsdisplay.c main.c ports.c ports.h main.c
mopsimulator
delay-bargraph
uppg27-keypad
uppg29-ASCIIdisplay
uppg34-graphicsdisplay
include
resources
src
Subversion
Source Code Formatter
Run qmake...
CppCheck
Call Graph
CMake
Build Order...
Build
Rebuild
Clean
Stop Build
Project Only
Import Files From Directory
Reconcile Project
Set As Active (double click)
Export Makefile
New Virtual Folder
Remove Project
Rename Project
Save As Template...
Project Editor Preferences...
Settings...
uppg34-graphicsdisplay Project Settings
Debug
General
Compiler
Linker
Environment
Debugger
Resources
Pre / Post Build Commands
Customize
Code Completion
Global Settings
CMake
QMake
Compiler is not required for this project
Options
Use with Global Settings
append
C++ Compiler Options
-g;-O0;-Wall
C Compiler Options
oat-abi=hard;-mfpu=fpv4-sp-d16;-Wa,-adhln=test.s;-ggdb
Assembler Options
Include Paths
Preprocessors
Pre Compiled Header
Header File
Explicitly Include PCH
PCH Compile Flags
PCH Compile Flags Policy
C Compiler Options
Additional C compiler options to pass
only)
OK
Cancel
Compiler options
Check the command line options you need
Enable all compiler warnings [-Wall]
Enable ANSI C99 features [-std=c99]
Enable C++11 features [-std=c++11]
Enable C++14 features [-std=c++14]
Enable OpenMP (compilation) [-fopenmp]
Enable standard compiler warnings [-W]
Enable warnings demanded by strict ISO C and ISO C++ [-pedantic]
Expensive optimizations [-fexpensive-optimizations]
In C mode, support all ISO C90 programs. In C++ mode, remove GNU extensions th
Inhibit all warning messages [-w]
Enter other options
-mthumb;-mcpu=cortex-m4;-mfloat-abi=hard;-mfpu=fpv4-sp-d16;-Wa,-adhln=test.s;-ggdb
Command line
-g;-O0;-std=c99;-mthumb;-mcpu=cortex-m4;-mfloat-abi=hard;-mfpu=fpv4-sp-d16;-Wa,-adhln=test.s;-ggdb
OK
Cancel
Output View
Build
Search
mingw32-make[1]: Nothing to be d
mingw32-make[1]: Leaving directo
mingw32-make[1]: Entering direct
Executing Post Build commands ..
arm-none-eabi-objcopy -S -O srec
Done
mingw32-make[1]: Leaving directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg34-graphicsdisplay'
====0 errors, 0 warnings====
Output
Clang
Trace
Tasks
BuildQ
Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows.

Typkonverteringar

```c
#include <stdio.h>

int x;

int main()
{
     char y;

     x = 32;
     y = 'a';

     x = x + y;

     printf("x har nu värdet %i och y har värdet %i som kodar tecknet %c\n", x, (int)y, y);
     return 0;
}
```

Implicit typkonvertering

Explicit typkonvertering

Typkonvertering kallas också *cast*, och man säger att man *castar*.

ASCII TABLE

Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char	Decimal	Hex	Char
0	0	[NULL]	32	20	[SPACE]	64	40	@	96	60	`
1	1	[START OF HEADING]	33	21	!	65	41	A	97	61	a
2	2	[START OF TEXT]	34	22	"	66	42	B	98	62	b
3	3	[END OF TEXT]	35	23	#	67	43	C	99	63	c
5	5	[ENQUIRY]	37	25	%	69	45	E	101	65	e
6	6	[ACKNOWLEDGE]	38	26	&	70	46	F	102	66	f
7	7	[BELL]	39	27	'	71	47	G	103	67	g
8	8	[BACKSPACE]	40	28	(	72	48	H	104	68	h
10	A	[LINE FEED]	42	2A	*	74	4A	J	106	6A	j
11	B	[VERTICAL TAB]	43	2B	+	75	4B	K	107	6B	k
12	C	[FORM FEED]	44	2C	,	76	4C	L	108	6C	l
13	D	[CARRIAGE RETURN]	45	2D	-	77	4D	M	109	6D	m
15	F	[SHIFT IN]	47	2F	/	79	4F	O	111	6F	o
16	10	[DATA LINK ESCAPE]	48	30	0	80	50	P	112	70	p
17	11	[DEVICE CONTROL 1]	49	31	1	81	51	Q	113	71	q
18	12	[DEVICE CONTROL 2]	50	32	2	82	52	R	114	72	r
20	14	[DEVICE CONTROL 4]	52	34	4	84	54	T	116	74	t
21	15	[NEGATIVE ACKNOWLEDGE]	53	35	5	85	55	U	117	75	u
22	16	[SYNCHRONOUS IDLE]	54	36	6	86	56	V	118	76	v
23	17	[ENG OF TRANS. BLOCK]	55	37	7	87	57	W	119	77	w
25	19	[END OF MEDIUM]	57	39	9	89	59	Y	121	79	y
26	1A	[SUBSTITUTE]	58	3A	:	90	5A	Z	122	7A	z
27	1B	[ESCAPE]	59	3B	;	91	5B	[	123	7B	{
28	1C	[FILE SEPARATOR]	60	3C	<	92	5C	\	124	7C	|
30	1E	[RECORD SEPARATOR]	62	3E	>	94	5E	^	126	7E	~
31	1F	[UNIT SEPARATOR]	63	3F	?	95	5F	_	127	7F	[DEL]

Array (Fält)

```c
#include <stdio.h>

char namn1[] = {'E', 'm', 'i', 'l', '\0'};
char namn2[] = "Emilia";
char namn3[10];

int main()
{
    printf("namn1: %s \n", namn1);
    printf("namn2: %s \n", namn2);
    printf("sizeof (namn2): %i \n", sizeof(namn2));

    return 0;
}
```

Utskrift:

```
namn1: Emil
namn2: Emilia
sizeof(namn2): 7
```

```c
int   a[] = {3, 2, 1, 0};
int   b[5];
float c[6] = {2.0f, 1.0f};

int main()
{
    a[0] = 5;
    b[4] = a[2];
    c[3] = 3.0f;
    return 0;
}
```

Funktioner

```
#include <stdlib.h>

int foo(int x, char y)
{
     int sum = 0;

     while(y > 0) {
          sum += x*y;
          y--;
     }

     return sum;
}
```

argument

Returvärde av returtyp

Argumenten är ’’pass-by value’’.

```
int var1;
char var2 = 7;
var1 = foo(5, var2);
```

var2 har fortfarande värdet 7 efter funktionsanropet

Synlighet/Visibility/Scope

- Global synlighet (global scope)
- Filsynlighet (file scope)
- Lokal synlighet (e.g. function scope)

Synlighet

```
#include <stdlib.h>

char x;

int foo()
{
    // x är synlig
    // y är inte synlig
}

char y;
```

Synlighet på funktionsnivå

```
#include <stdlib.h>

char x;

int foo(float x)
{
    // argumentet x (float) är synligt
}
```

Synlighet på funktionsnivå

```
#include <stdlib.h>

char x;

int foo()
{
    int x = 4;
    return x;
}
```

Vilken synlighet har högst prioritet?

```c
#include <stdio.h>

int x;

int foo(int x)
{
    if( x == 0 ){
        int x = 4;
        return x;
    }

    return x;
}

int main()
{
    x = 1;
    x = foo(0);
    printf("x is %i", x);
    return 0;
}
```

Vad är x?

Funktionsprototyper

```c
#include <stdio.h>

// funktionsprototyp
int foo(int x);

int main()
{
    printf("x is %i", foo(0));
    return 0;
}

int foo(int x)
{
    // funktionskropp
}
```

Programstruktur

Om man har längre programkod lägger man inte allt i main.c utan delar upp funktionaliteten mellan .c-filer. .h-filerna innehåller deklarationerna och inkluderas av andra .c-filer.

```c
// main.c
#include <stdio.h>
#include "foo.h"

int main()
{
     printf("x is %i", foo(0));
     return 0;
}
```

c-fil
Inkluderar header-fil

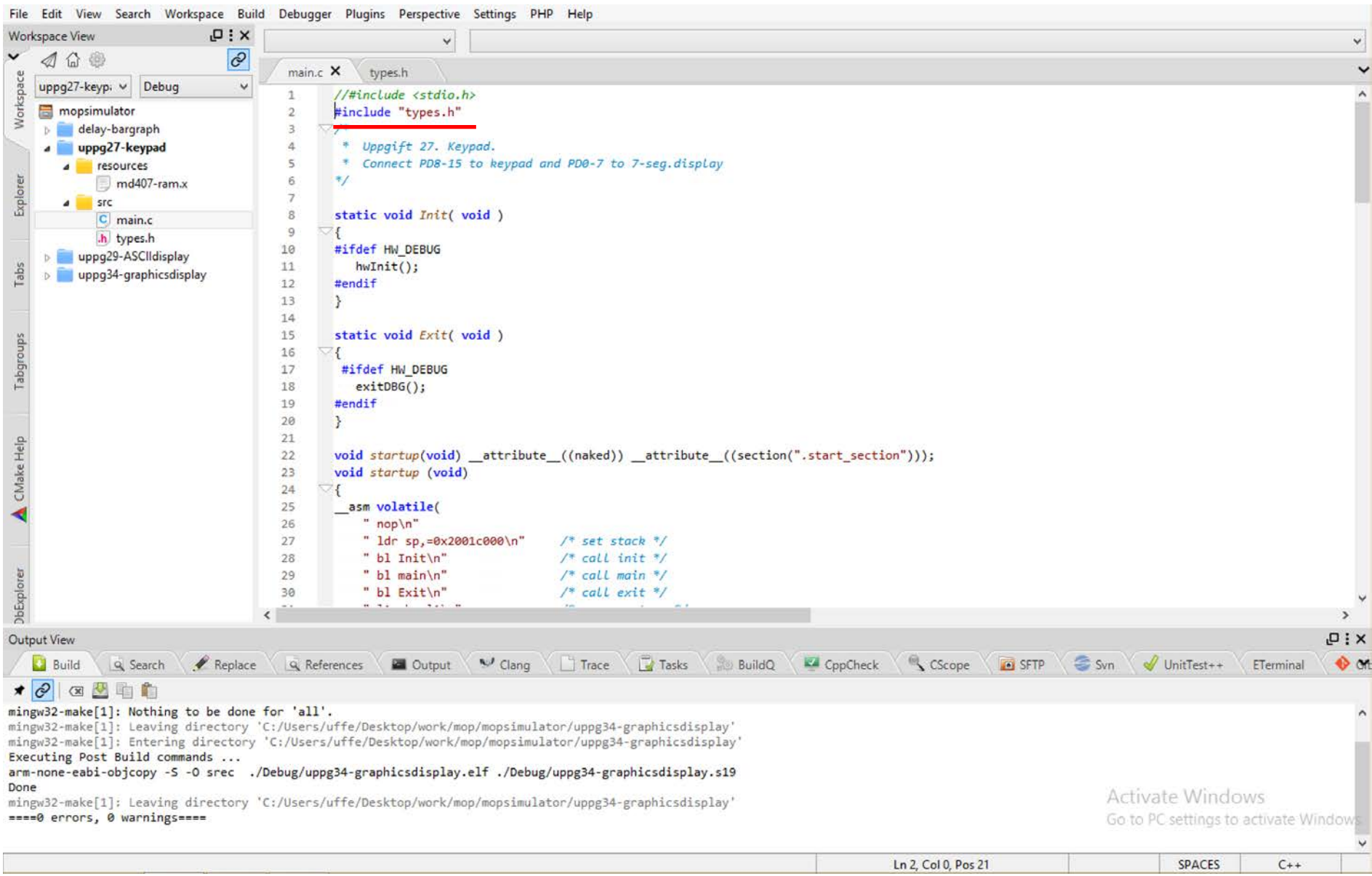
```c
// foo.h
int foo(int x);
```

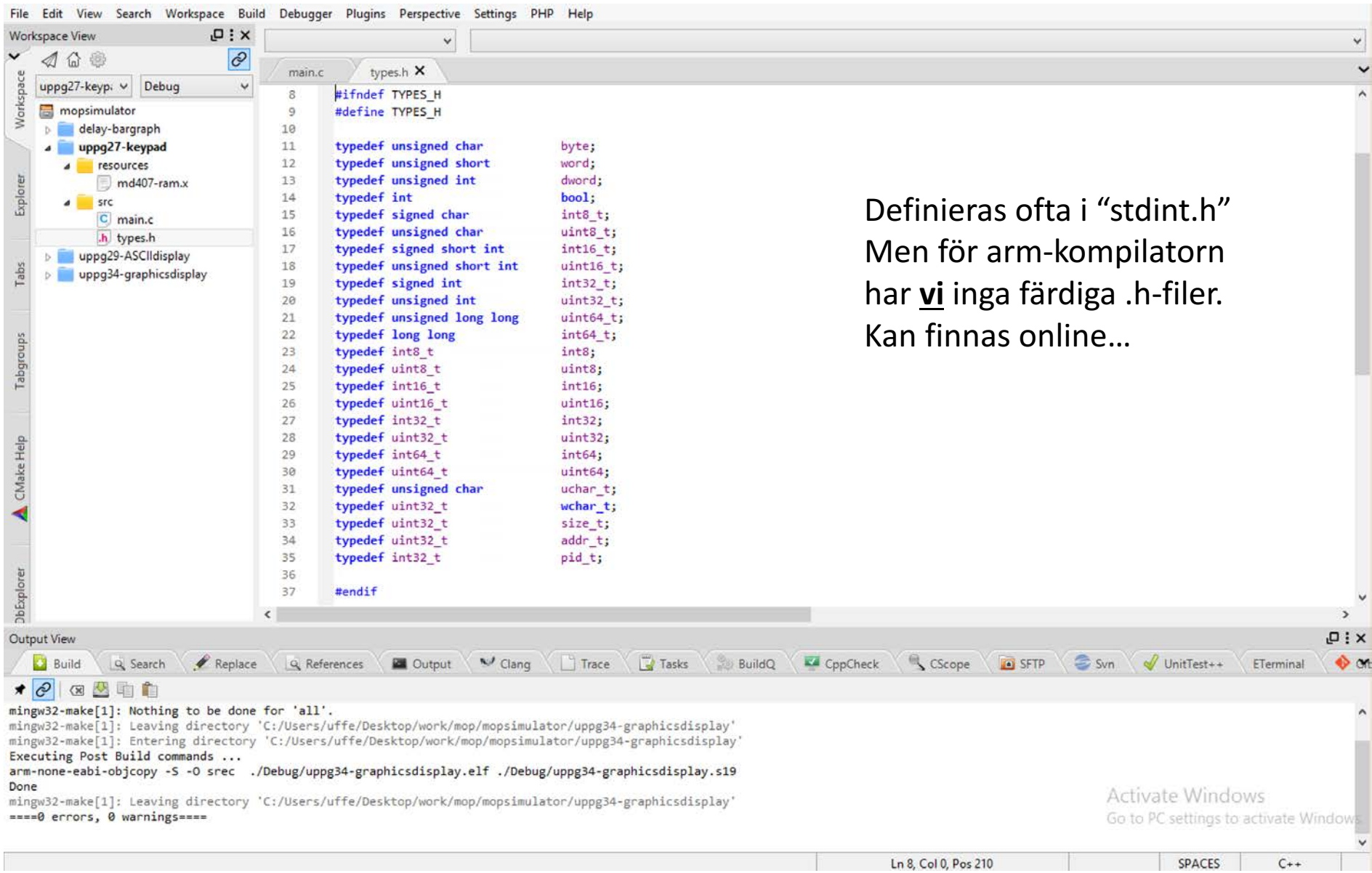
header-fil
Innehåller funktionsprototyper

```c
// foo.c
#include <stdlib.h>

int foo(int x)
{
     if( x == 0 ){
          int x = 4;
          return x;
     }

     return x;
}
```

c-fil

header-filen måste inte ha samma namn som c-filen, men det är enklare så.


File Edit View Search Workspace Build Debugger Plugins Perspective Settings PHP Help
Workspace View
uppg27-keyp
Debug
mopsimulator
delay-bargraph
uppg27-keypad
resources
md407-ram.x
src
main.c
types.h
uppg29-ASCIIdisplay
uppg34-graphicsdisplay
main.c
types.h
//#include <stdio.h>
#include "types.h"
/*
* Uppgift 27. Keypad.
* Connect PD8-15 to keypad and PD0-7 to 7-seg.display
*/
static void Init(void)
{
#ifdef HW_DEBUG
hwInit();
#endif
}
static void Exit(void)
{
#ifdef HW_DEBUG
exitDBG();
#endif
}
void startup(void) __attribute__((naked)) __attribute__((section(".start_section")));
void startup (void)
{
__asm volatile(
" nop\n"
" ldr sp,=0x2001c000\n" /* set stack */
" bl Init\n" /* call init */
" bl main\n" /* call main */
" bl Exit\n" /* call exit */
Output View
Build
Search
Replace
References
Output
Clang
Trace
Tasks
BuildQ
CppCheck
CScope
SFTP
Svn
UnitTest++
ETerminal
mingw32-make[1]: Nothing to be done for 'all'.
mingw32-make[1]: Leaving directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg34-graphicsdisplay'
mingw32-make[1]: Entering directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg34-graphicsdisplay'
Executing Post Build commands ...
arm-none-eabi-objcopy -S -O srec ./Debug/uppg34-graphicsdisplay.elf ./Debug/uppg34-graphicsdisplay.s19
Done
mingw32-make[1]: Leaving directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg34-graphicsdisplay'
====0 errors, 0 warnings====
Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows.
Ln 2, Col 0, Pos 21
SPACES
C++



Definieras ofta i “stdint.h”
Men för arm-kompilatorn har **vi** inga färdiga .h-filer.
Kan finnas online…

Från källkod till exekverbar

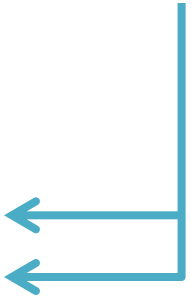
1. Preprocessing
2. Kompilering
3. Länkning

Preprocessorn

```
// main.c
#include <stdio.h>
#include "foo.h"

#define MAX_SCORE 100
#define SQUARE(x) (x)*(x)

int main()
{
    printf("Högsta möjliga poäng är %i\n", MAX_SCORE);
    printf("Kvadraten av 3 är %i\n", SQUARE(1+2));
    printf("x is %i", foo(0));
    return 0;
}
```

Copy-paste av filer

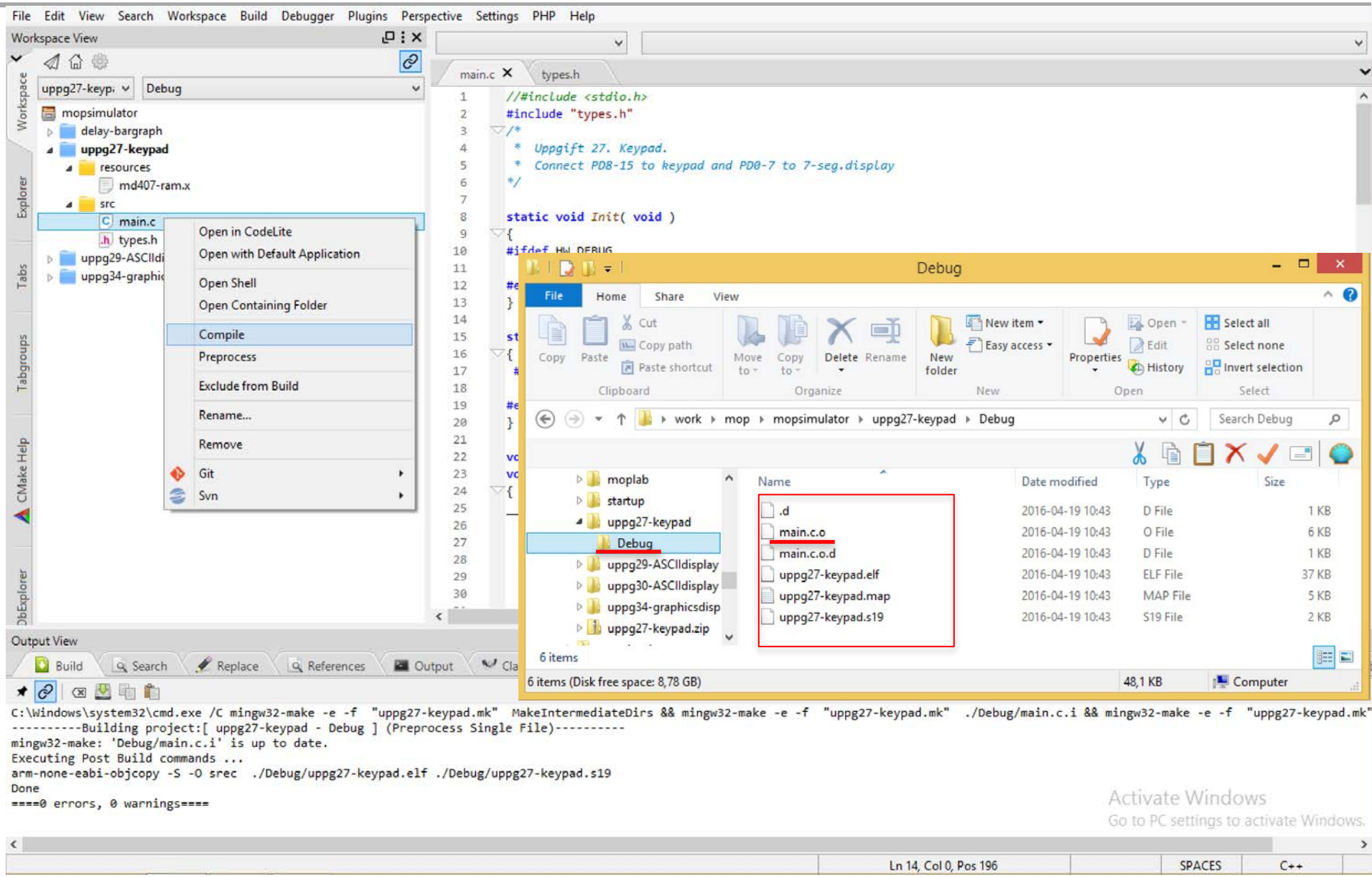
Find-and-replace av strängar

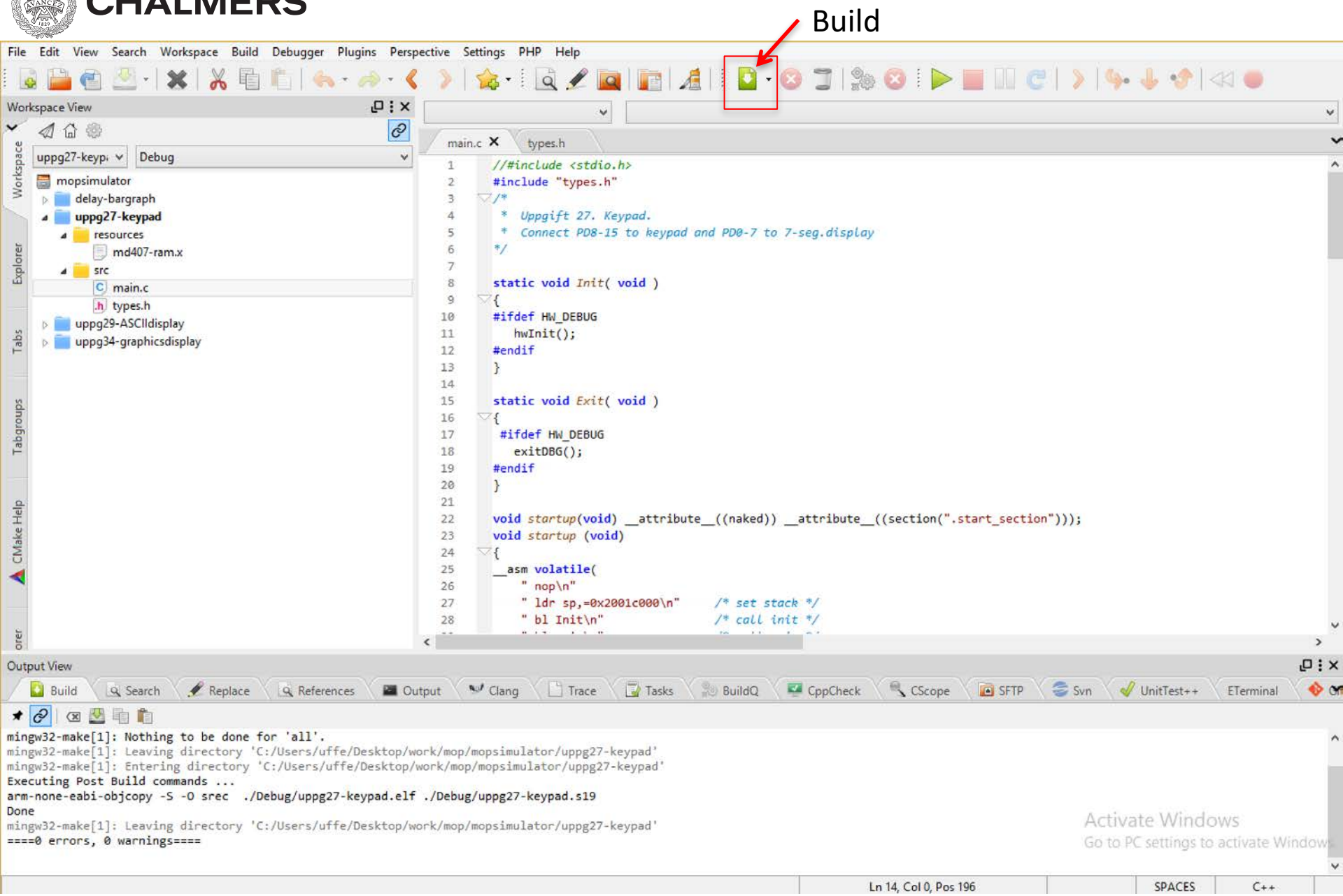


Preprocessorn arbetar på källkoden på ’’textnivå’’.

Kompilering

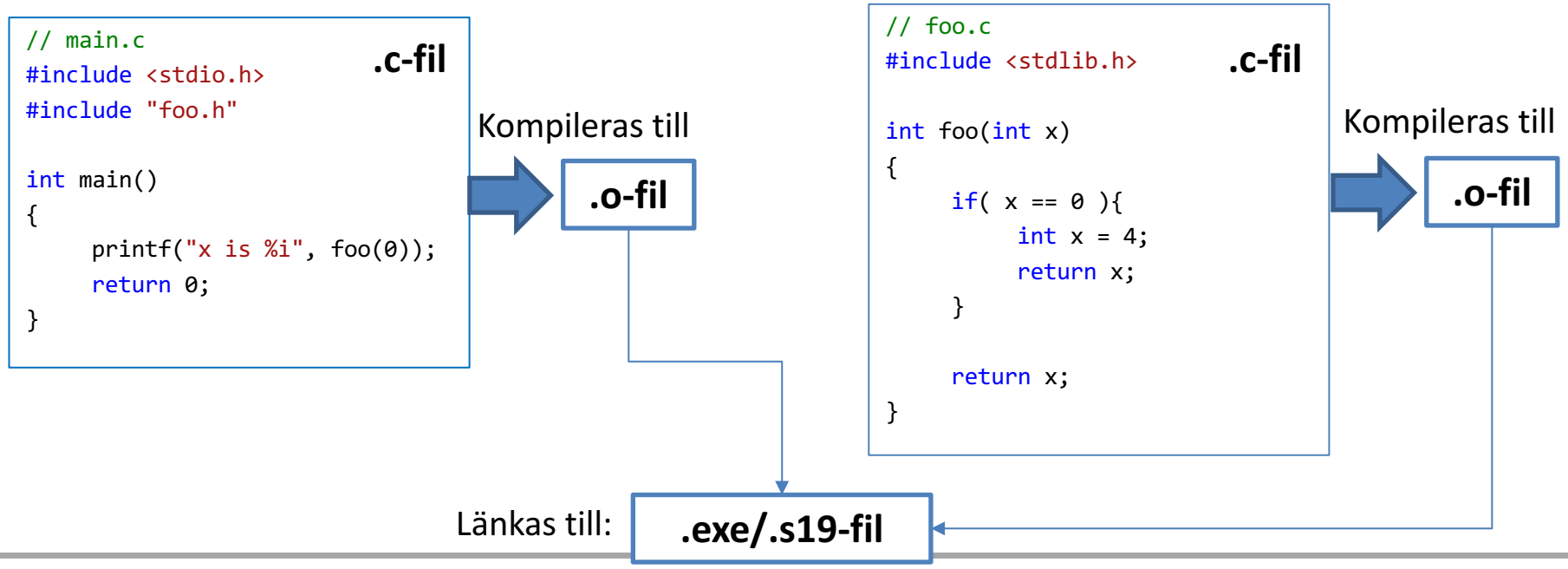
- Processar en .c-fil i taget:
  - Skapar en objektfil (dvs .o-fil), per .c-fil, som innehåller:
    - Maskinkod för instruktioner
    - Symboler för addresser
      - För funktioner/variabler i objektfilen.
      - För funktioner/variabler i andra objektfiler/bibliotek.

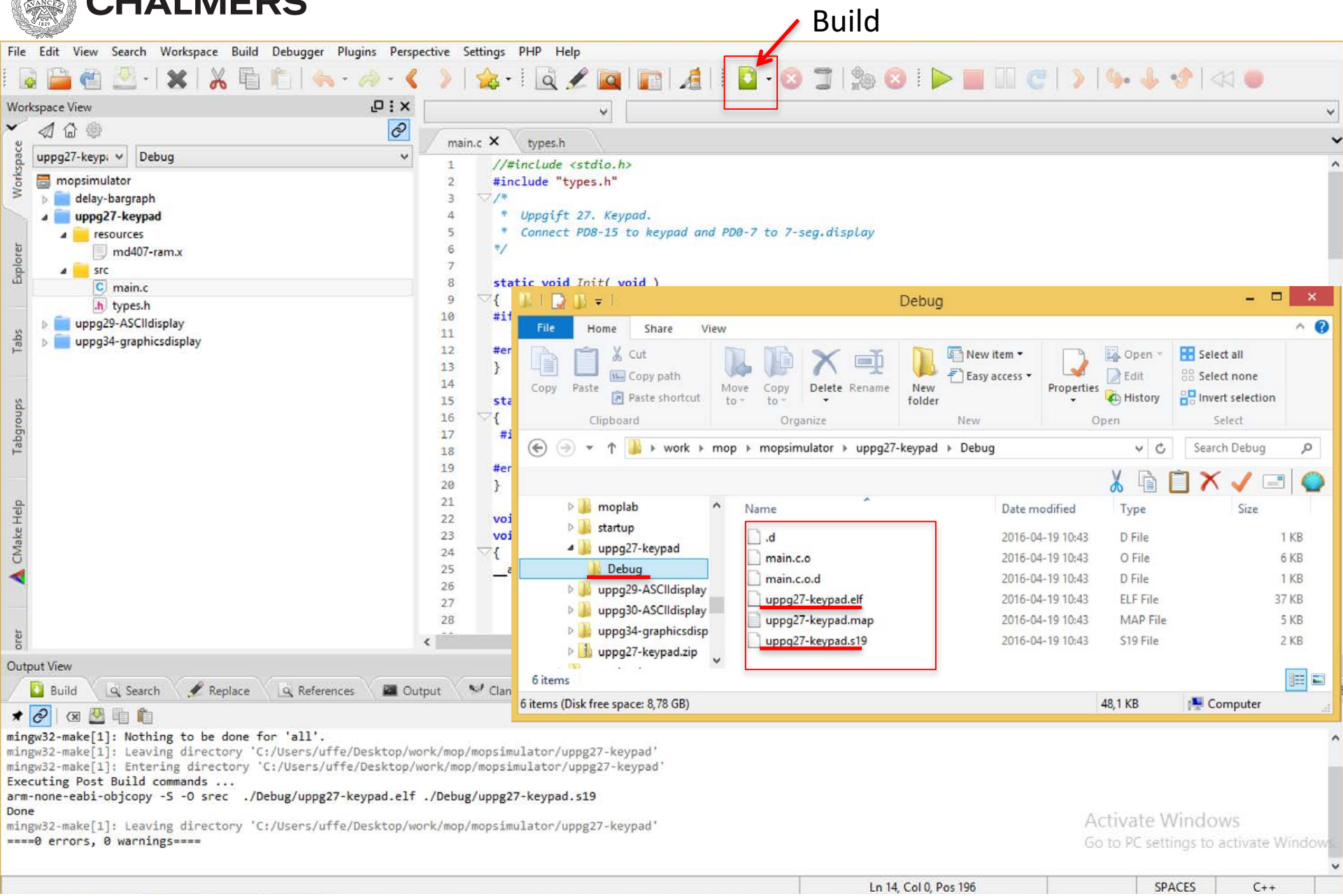

File Edit View Search Workspace Build Debugger Plugins Perspective Settings PHP Help
Workspace View
uppg27-keyp
Debug
mopsimulator
delay-bargraph
uppg27-keypad
resources
md407-ram.x
src
main.c
types.h
uppg29-ASCIIdi
uppg34-graphic
Open in CodeLite
Open with Default Application
Open Shell
Open Containing Folder
Compile
Preprocess
Exclude from Build
Rename...
Remove
Git
Svn
main.c
types.h
//#include <stdio.h>
#include "types.h"
/*
* Uppgift 27. Keypad.
* Connect PD8-15 to keypad and PD0-7 to 7-seg.display
*/
static void Init(void)
{
Debug
File Home Share View
Copy Paste Cut Copy path Paste shortcut
Move to Copy to Delete Rename
New folder New item Easy access
Properties Open Edit History
Select all Select none Invert selection
Clipboard Organize New Open Select
work mop mopsimulator uppg27-keypad Debug
Search Debug
moplab
startup
uppg27-keypad
Debug
uppg29-ASCIIdisplay
uppg30-ASCIIdisplay
uppg34-graphicsdisp
uppg27-keypad.zip
Name
.d
main.c.o
main.c.o.d
uppg27-keypad.elf
uppg27-keypad.map
uppg27-keypad.s19
Date modified
2016-04-19 10:43
Type
D File
O File
D File
ELF File
MAP File
S19 File
Size
1 KB
6 KB
1 KB
37 KB
5 KB
2 KB
6 items
6 items (Disk free space: 8,78 GB)
48,1 KB
Computer
Output View
Build Search Replace References Output
C:\Windows\system32\cmd.exe /C mingw32-make -e -f "uppg27-keypad.mk" MakeIntermediateDirs && mingw32-make -e -f "uppg27-keypad.mk" ./Debug/main.c.i && mingw32-make -e -f "uppg27-keypad.mk"
----------Building project:[uppg27-keypad - Debug] (Preprocess Single File)----------
mingw32-make: 'Debug/main.c.i' is up to date.
Executing Post Build commands ...
arm-none-eabi-objcopy -S -O srec ./Debug/uppg27-keypad.elf ./Debug/uppg27-keypad.s19
Done
====0 errors, 0 warnings====
Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows.
Ln 14, Col 0, Pos 196
SPACES
C++


Build
File Edit View Search Workspace Build Debugger Plugins Perspective Settings PHP Help
Workspace View
uppg27-keyp
Debug
mopsimulator
delay-bargraph
uppg27-keypad
resources
md407-ram.x
src
main.c
types.h
uppg29-ASCIIdisplay
uppg34-graphicsdisplay
main.c
types.h
1 //#include <stdio.h>
2 #include "types.h"
3 /*
4 * Uppgift 27. Keypad.
5 * Connect PD8-15 to keypad and PD0-7 to 7-seg.display
6 */
7
8 static void Init(void)
9 {
10 #ifdef HW_DEBUG
11 hwInit();
12 #endif
13 }
14
15 static void Exit(void)
16 {
17 #ifdef HW_DEBUG
18 exitDBG();
19 #endif
20 }
21
22 void startup(void) __attribute__((naked)) __attribute__((section(".start_section")));
23 void startup (void)
24 {
25 __asm volatile(
26 " nop\n"
27 " ldr sp,=0x2001c000\n" /* set stack */
28 " bl Init\n" /* call init */
Output View
Build Search Replace References Output Clang Trace Tasks BuildQ CppCheck CScope SFTP Svn UnitTest++ ETerminal
mingw32-make[1]: Nothing to be done for 'all'.
mingw32-make[1]: Leaving directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg27-keypad'
mingw32-make[1]: Entering directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg27-keypad'
Executing Post Build commands ...
arm-none-eabi-objcopy -S -O srec ./Debug/uppg27-keypad.elf ./Debug/uppg27-keypad.s19
Done
mingw32-make[1]: Leaving directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg27-keypad'
====0 errors, 0 warnings====
Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows
Ln 14, Col 0, Pos 196
SPACES
C++

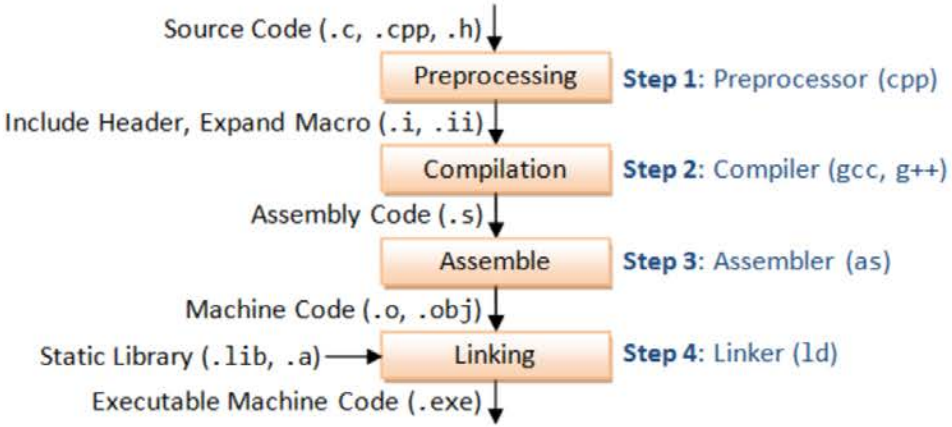
Länkning

- Sätter samman (flera) objektfiler till en exekverbar fil (.exe / .s19 el dyl).
- Översätter symbolerna till (relativa) adresser.




Build
File Edit View Search Workspace Build Debugger Plugins Perspective Settings PHP Help
Workspace View
uppg27-keyp
Debug
mopsimulator
delay-bargraph
uppg27-keypad
resources
md407-ram.x
src
main.c
types.h
uppg29-ASCIIdisplay
uppg34-graphicsdisplay
main.c
types.h
//#include <stdio.h>
#include "types.h"
/*
* Uppgift 27. Keypad.
* Connect PD8-15 to keypad and PD0-7 to 7-seg.display
*/
static void Init(void)
Debug
File Home Share View
Copy Paste Cut Copy path Paste shortcut
Move to Copy to Delete Rename
New folder New item Easy access
Properties Open Edit History
Select all Select none Invert selection
Clipboard Organize New Open Select
work mop mopsimulator uppg27-keypad Debug
Search Debug
moplab
startup
uppg27-keypad
Debug
uppg29-ASCIIdisplay
uppg30-ASCIIdisplay
uppg34-graphicsdisp
uppg27-keypad.zip
Name
Date modified
Type
Size
.d 2016-04-19 10:43 D File 1 KB
main.c.o 2016-04-19 10:43 O File 6 KB
main.c.o.d 2016-04-19 10:43 D File 1 KB
uppg27-keypad.elf 2016-04-19 10:43 ELF File 37 KB
uppg27-keypad.map 2016-04-19 10:43 MAP File 5 KB
uppg27-keypad.s19 2016-04-19 10:43 S19 File 2 KB
6 items
6 items (Disk free space: 8,78 GB)
48,1 KB
Computer
Output View
Build Search Replace References Output
mingw32-make[1]: Nothing to be done for 'all'.
mingw32-make[1]: Leaving directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg27-keypad'
mingw32-make[1]: Entering directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg27-keypad'
Executing Post Build commands ...
arm-none-eabi-objcopy -S -O srec ./Debug/uppg27-keypad.elf ./Debug/uppg27-keypad.s19
Done
mingw32-make[1]: Leaving directory 'C:/Users/uffe/Desktop/work/mop/mopsimulator/uppg27-keypad'
====0 errors, 0 warnings====
Activate Windows
Go to PC settings to activate Windows.
Ln 14, Col 0, Pos 196
SPACES
C++

1.4 GCC Compilation Process



GCC compiles a C/C++ program into executable in 4 steps as shown in the above diagram. For example, a "`gcc -o hello.exe hello.c`" is carried out as follows:

1. Pre-processing: via the GNU C Preprocessor (`cpp.exe`), which includes the headers (`#include`) and expands the macros (`#define`).

```
> cpp hello.c > hello.i
```

   The resultant intermediate file "`hello.i`" contains the expanded source code.

2. Compilation: The compiler compiles the pre-processed source code into assembly code for a specific processor.

```
> gcc -S hello.i
```

   The `-S` option specifies to produce assembly code, instead of object code. The resultant assembly file is "`hello.s`".

3. Assembly: The assembler (`as.exe`) converts the assembly code into machine code in the object file "`hello.o`".

```
> as -o hello.o hello.s
```

4. Linker: Finally, the linker (`ld.exe`) links the object code with the library code to produce an executable file "`hello.exe`".

```
> ld -o hello.exe hello.o ...libraries...
```

Verbose Mode (`-v`)

You can see the detailed compilation process by enabling `-v` (verbose) option. For example,

```
> gcc -v hello.c -o hello.exe
```

Se: https://www3.ntu.edu.sg/home/ehchua/programming/cpp/gcc_make.html

Aritmetiska operatorer

Basic assignment		a = b
Addition		a + b
Subtraction		a - b
Unary plus (integer promotion)		+a
Unary minus (additive inverse)		-a
Multiplication		a * b
Division		a / b
Modulo (integer remainder)		a % b
Increment	Prefix	++a
	Postfix	a++
Decrement	Prefix	--a
	Postfix	a--

http://en.wikipedia.org/wiki/Operators_in_C_and_C%2B%2B#Arithmetic_operators

Jämförelseoperatorer

Equal to	a == b
Not equal to	a != b
Greater than	a > b
Less than	a < b
Greater than or equal to	a >= b
Less than or equal to	a <= b

http://en.wikipedia.org/wiki/Operators_in_C_and_C%2B%2B#Comparison_operators.2Frelational_operators

Logiska operatorer

Logical negation (NOT)	**!**a
Logical AND	a **&&** b
Logical OR	a **||** b

http://en.wikipedia.org/wiki/Operators_in_C_and_C%2B%2B#Logical_operators

Bit operationer

Bitwise NOT	**~**a
Bitwise AND	a **&** b
Bitwise OR	a **|** b
Bitwise XOR	a **^** b
Bitwise left shift	a **<<** b
Bitwise right shift	a **>>** b

http://en.wikipedia.org/wiki/Operators_in_C_and_C%2B%2B#Bitwise_operators

Sammansatta tilldelsningsoperatorer

Operator name	Syntax	Meaning
Addition assignment	a **+=** b	a = a **+** b
Subtraction assignment	a **-=** b	a = a **-** b
Multiplication assignment	a ***=** b	a = a ***** b
Division assignment	a **/=** b	a = a **/** b
Modulo assignment	a **%=** b	a = a **%** b
Bitwise AND assignment	a **&=** b	a = a **&** b
Bitwise OR assignment	a **|=** b	a = a **|** b
Bitwise XOR assignment	a **^=** b	a = a **^** b
Bitwise left shift assignment	a **<<=** b	a = a **<<** b
Bitwise right shift assignment	a **>>=** b	a = a **>>** b

http://en.wikipedia.org/wiki/Operators_in_C_and_C%2B%2B#Compound_assignment_operators

If-else satser

```
int x = -4;

if( x == 0 ){
    // ...
}

if( x ){
    // ...
}
else {
    // ...
}
```

Utvärderar till falskt, kör ej.

Utvärderas till sant, kör, ty (x != 0)

- Noll betraktas som falskt.
- Allt som är skilt från noll betraktas som sant.

Loopar

```
int x = 5;

while( x!=0 )
    x--;
```

```
int x = 5;

while( x )
    x--;
```

```
int x;

for( x=5; x; )
    x--;
```

Tre ekvivalenta loopar. Om inga måsvingar används så är loop-kroppen ett enda uttryck.

```
for(int i=0; i<5; i++ ) {
    if(…)
       continue; // hoppar till nästa iteration
    if(…)
       break; // avbryter loopen.
    …
}
```

`break` och `continue`

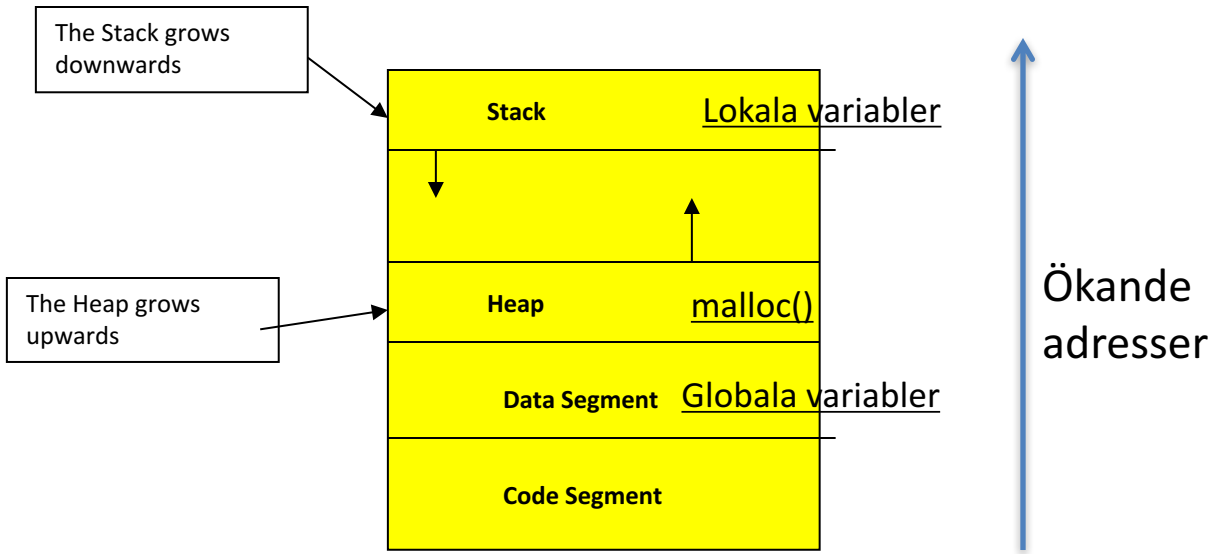
Öva på bitoperationer

Bitwise OR används typiskt för att ett-ställa bitar.
Bitwise AND används typiskt för att nollställa bitar.
Bitwise XOR används typiskt för att invertera vissa bitar
Bitwise NOT används för att invertera alla bitar

Ett Programs Adressrymd

- Alla program som körs, har något associerat minne, vilket typiskt är indelat i:
  - Code Segment
  - Data Segment (Holds Global Data)
  - Stack (where a function's local variables and other temporary data is stored)
  - Heap

```
#include <stdio.h>

int x;   // Global variabel
int foo(int y) // som lokal variabel
{
    if( x == y ){
        int z = 4;  // Lokal variabel
        z = z + x + y;
        return z;
    }
    int *a = malloc(1000); // heap
    …
    free(a);
    return x;
}
```



Nästa föreläsning

Pekare, Arrayer, Portadressering

Pekare

- Har ett värde och en typ
  - Värdet är en minnesadress.
  - Typen talar om vad som finns där.

```
int tal[] = {1, 5, 3, 100, 7, 6, 15};
int* störstTal = &tal[3];
*störstTal = 200;
```

- Kunna referera till ett objekt eller variabel, dvs utan att behöva skapa en kopia

Operatorer för pekare

Operator name	Syntax
Array subscript	a**[**b**]**
Indirection ("object pointed to by *a*")	***a**
Reference ("address of *a*")	**&**a
Structure dereference ("member *b* of object pointed to by *a*")	a**->**b
Structure reference ("member *b* of object *a*")	a**.**b

http://en.wikipedia.org/wiki/Operators_in_C_and_C%2B%2B#Member_and_pointer_operators

Sista operatorn är för att referera medlemmar av en struktur (`struct`), så ej en pekaroperator.