

Imperativ och objektorienterad programmeringsmetodik

Föreläsning 11 av många

Tobias Wrigstad

Bra och läsbar kod – samt – Defensiv programmering



Korrekthet och prestanda är inte allt

Underhållsbarhet

Portabilitet

Läsbarhet

Komplexitet

Testbarhet

...

Alla dessa (7) är av lika vikt!

Korrekthet och prestanda är inte allt

Underhållsbarhet

Lämpliga icke-läckande abstraktioner, struktur, modularisering, ...

Portabilitet

Olika maskiners/OS olika defaults, prestanda, konventioner, .

Läsbarhet

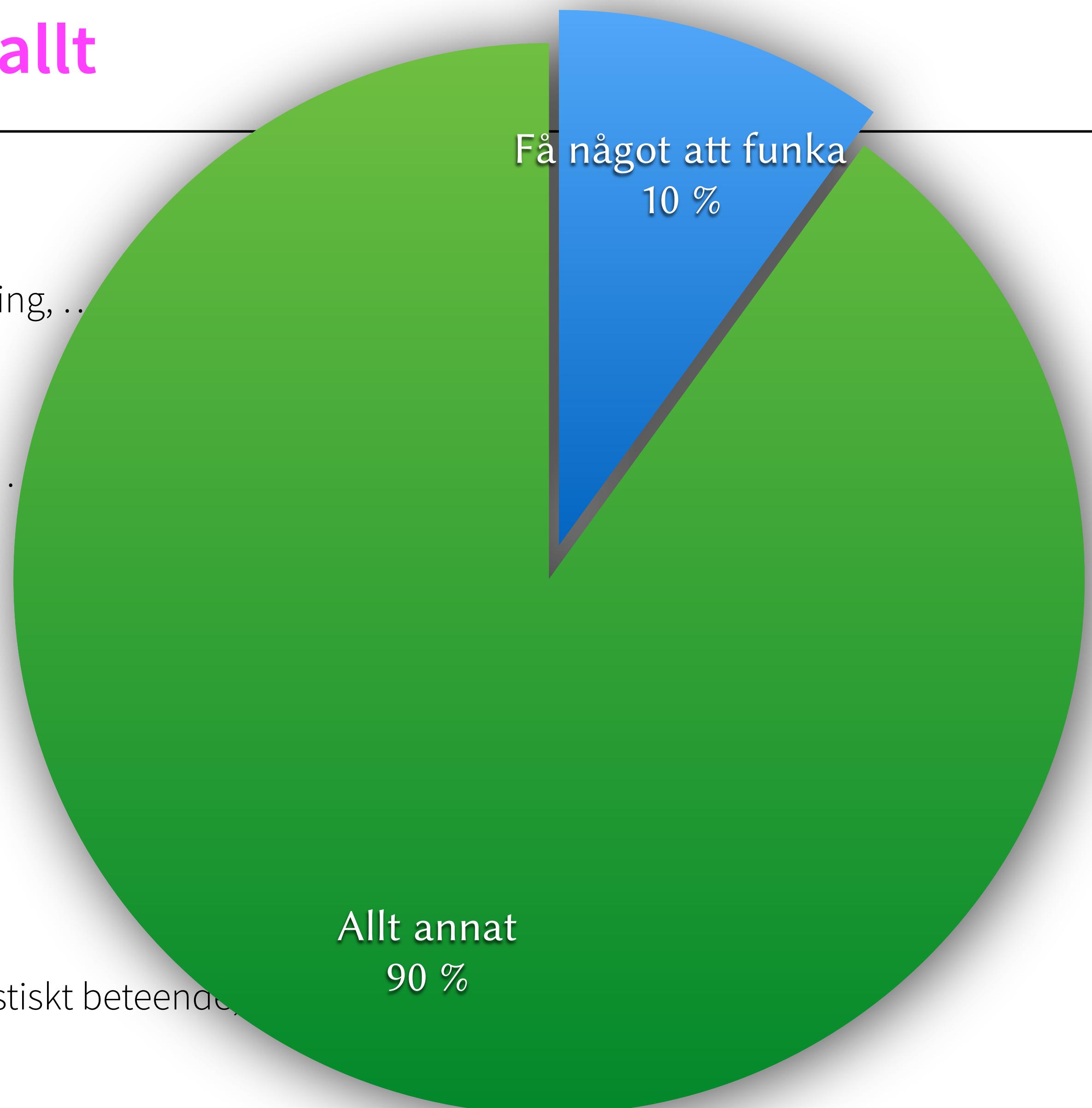
Namn på saker, konsekvens, tydlighet, indentering, ...

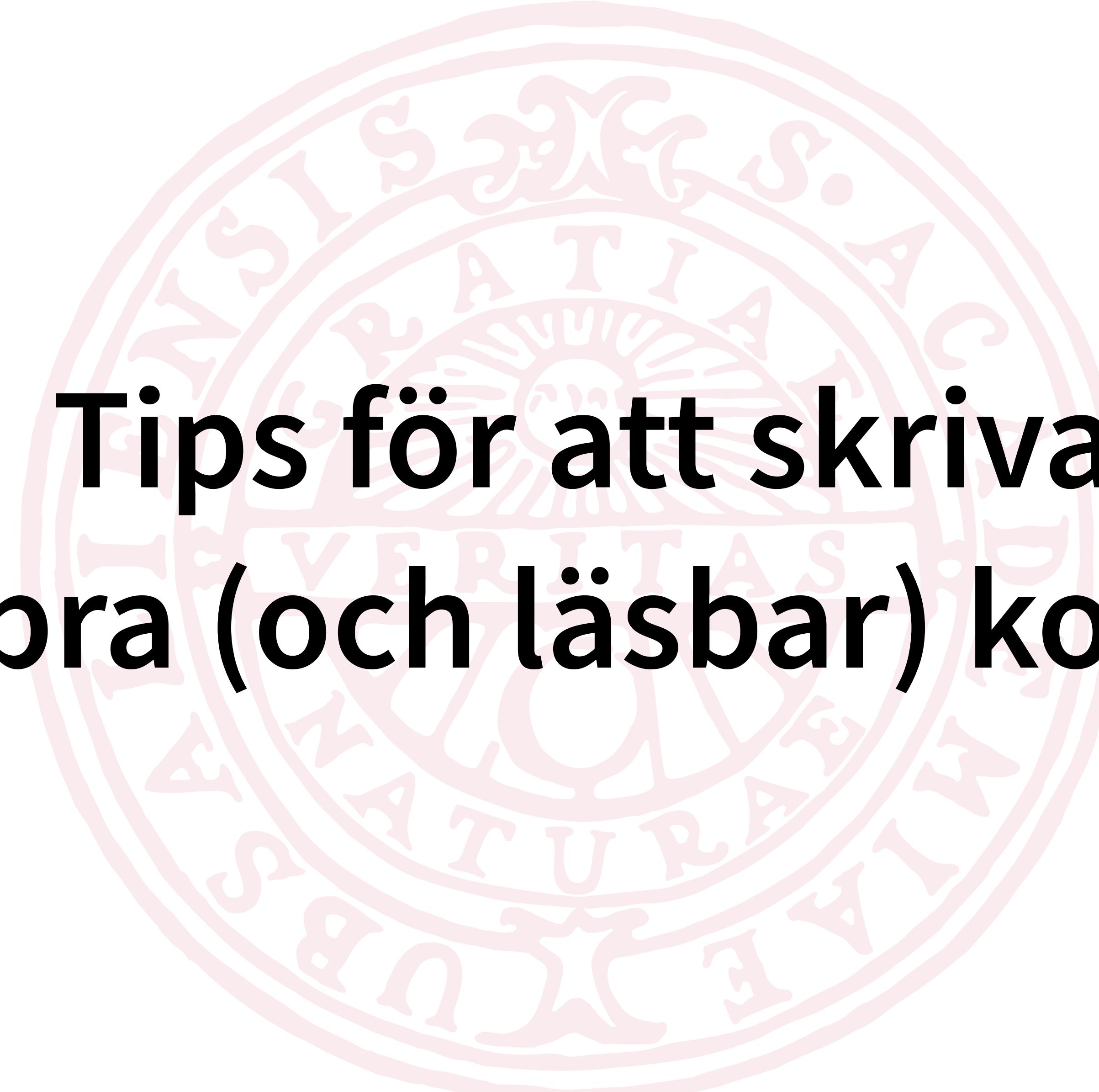
Komplexitet

"Simple things simple, hard things possible"

Testbarhet

API:er exponerar funktioner som är bra för testning, deterministiskt beteende,





Tips för att skriva bra (och läsbar) kod



Några tumregler för att skriva bra kod

- Tydliggör beroenden mellan satser
- Ge namn för att tydliggöra beroenden och kopplingar
- Sista utväg: använd kommentarer för att lyfta fram beroenden som på inget annat sätt blir synliga i koden
- Koden bör vara läsbar utifrån och in
- Gruppera relaterade satser
- Faktorera ut orelaterade grupper till egna funktioner

Gruppera relaterade satser

```
node_t **node_find(node_t **n, int value)
{
    if (*n == NULL || Value(n) == value) return n; ← Stoppvillkor

    if (Value(n) > value) return node_find(Left(n), value);
    if (Value(n) < value) return node_find(Right(n), value); ← Villkor för att gå vidare i trädet

    assert(false);
    return NULL; ← Defensiv del
}
```

Stoppvillkor

Villkor för att gå vidare i trädet

Defensiv del

Faktorera ut orelaterade grupper till egna funktioner

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number;
    vara_t prod = createProduct();
    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strcpy(prod->name, input, strlen(input));
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strcpy(prod->description, input, strlen(input));
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    while(true)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strncpy(shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }

        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfPlacement(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }

            strncpy(location, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);

            break;
        }

        strcat(shelf, location);
        prod->location = malloc(strlen(shelf)+1);
        strcpy(prod->location, shelf, strlen(shelf));
        puts(prod->location);
        puts(prod->location);

        if (checkShelf(l, prod->location) == 1)
        {
            printf("Upptaget, väl en annan plats.\n");
            continue;
        }
        else
        {
            break;
        }
    }

    price = ask_int_question("Priset: ");
    prod->price = price;
    printf("%d\n", prod->price);

    number = ask_int_question("Antal: ");
    prod->number = number;
    printf("%d\n", prod->number);

    puts("=====");
    printf("Varans namn : %s\n", prod->name);
    printf("beskrivning : %s\n", prod->description);
    printf("plats : %s\n", prod->location);
    printf("pris : %d\n", prod->price);
    printf("lagerplats : %d\n", prod->number);
    puts("=====");

    return prod;
}
```

1 funktion – 86 rader skriven IOOPM 2016

Många bra egenskaper

- Funktionellt korrekt enligt specen
- Läcker inte minne
- Relativt bra namngivning
- Korrekt

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number;
    vara_t prod = vara_new();
    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->name, input, strlen(input));
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->description, input, strlen(input));
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    for(;;)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 512, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy(shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }
    }
}
```

Undvik magiska konstanter

256?

512?

Svårt att uppdatera denna kod utan att råka göra fel!

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number;
    vara_t prod = vara_new();
    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->name, input, strlen(input));
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->description, input, strlen(input));
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    for(;;)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 512, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy(shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }
    }
}
```

Hur tänkte programmeraren?

Jobbigt att ta sig igenom

Gruppera saker efter samhörighet

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number; ↑
    vara_t prod = vara_new();
    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->name, input, strlen(input));
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->description, input, strlen(input));
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    for(;;)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 512, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy(shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }

        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfPlacement(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
            }
        }
    }
}
```

Används 70 rader senare

Gruppera saker efter samhörighet

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number;

    vara_t prod = vara_new();

    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->name, input, strlen(input));
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->description, input, strlen(input));
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    for(;;)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 512, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy(shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }

        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfPlacement(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy(location, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }
    }
}
```

Gruppera saker efter samhörighet

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number;

    vara_t prod = vara_new();

    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->name, input, strlen(input));
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strncpy(prod->description, input, strlen(input));
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    for(;;)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 512, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy(shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }

        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfPlacement(input);
            if (tmp == NULL)
            {

```

Slaskvariabler

Object of interest

En inläsning av namn

En inläsning av beskrivning

Undvik nästlade loopar

När avslutas denna kod?

```
for(;;)
{
    while(true)
    {
        puts("Lagerhylla: ");
        readline(input, 256, stdin);
        tmp = shelfName(input);
        if (tmp == NULL)
        {
            printf("Fel försök igen.\n");
            continue;
        }
        strncpy (shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
        puts(input);
        break;
    }

    while(true)
    {
        puts("Lagerhylla: ");
        readline(input, 256, stdin);
        tmp = shelfPlacement(input);
        if (tmp == NULL)
        {
            printf("Fel försök igen.\n");
            continue;
        }

        strncpy(location, tmp, strlen(tmp)+1);
        puts(input);

        break;
    }

    strcat(shelf, location);
    prod->location = malloc(strlen(shelf)+1);
    strncpy(prod->location, shelf, strlen(shelf));
    puts(prod->location);
}
```

Undvik upprepningar

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number;
    vara_t prod = createProduct();
    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strcpy(prod->name, input, strlen(input));
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strcpy(prod->description, input, strlen(input));
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    while(true)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy (shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }

        while(true)
        {
            while(true)
            {
                puts("Lagerhylla: ");
                readline(input, 256, stdin);
                tmp = shelfPlacement(input);
                if (tmp == NULL)
                {
                    printf("Fel försök igen.\n");
                    continue;
                }
                strcpy(location, tmp, strlen(tmp)+1);
                puts(input);

                break;
            }

            strcat(shelf, location);
            prod->location = malloc(strlen(shelf)+1);
            strcpy(prod->location, shelf, strlen(shelf));
            puts(prod->location);
            if (checkShelf(1, prod->location) == 1)
            {
                printf("Upptaget, väl en annan plats.\n");
                continue;
            }
            else
            {
                break;
            }
        }

        price = ask_int_question("Priset: ");
        prod->price = price;
        printf("%d\n", prod->price);

        number = ask_int_question("Antal: ");
        prod->number = number;
        printf("%d\n", prod->number);

        puts("=====");
        printf("Varans namn : %s\n", prod->name);
        printf("beskrivning : %s\n", prod->description);
        printf("plats : %s\n", prod->location);
        printf("pris : %d\n", prod->price);
        printf("lagerplats : %s\n", prod->location);
        puts("=====");

        return prod;
    }
}
```

readline
strcpy
256

Faktorera ut orelaterade grupper till egna funktioner

```
vara_t add_vara_to_db(Lager l)
{
    char input[256], *tmp, shelf[10], location[10];
    int price, number;
    vara_t prod = createProduct();
    printf("Skriv in varans namn: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->name = malloc(strlen(input)+1);
    strcpy(prod->name, input);
    prod->name[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->name);

    printf("Beskrivning: ");
    readline(input, 256, stdin);
    prod->description = malloc(strlen(input)+1);
    strcpy(prod->description, input);
    prod->description[strlen(input)] = '\0';
    puts(prod->description);

    while(true)
    {
        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfName(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strcpy(shelf, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }

        while(true)
        {
            puts("Lagerhylla: ");
            readline(input, 256, stdin);
            tmp = shelfPlacement(input);
            if (tmp == NULL)
            {
                printf("Fel försök igen.\n");
                continue;
            }
            strncpy(location, tmp, strlen(tmp)+1);
            puts(input);
            break;
        }

        strcat(shelf, location);
        prod->location = malloc(strlen(shelf)+1);
        strcpy(prod->location, shelf);
        puts(prod->location);
        if (checkShelf(l, prod->location) == 1)
        {
            printf("Upptaget, väl en annan plats.\n");
            continue;
        }
        else
        {
            break;
        }
    }

    price = ask_int_question("Priset: ");
    prod->price = price;
    printf("%d\n", prod->price);

    number = ask_int_question("Antal: ");
    prod->number = number;
    printf("%d\n", prod->number);

    puts("=====");
    printf("Varans namn : %s\n", prod->name);
    printf("    beskrivning : %s\n", prod->description);
    printf("    plats : %s\n", prod->location);
    printf("    pris : %d\n", prod->price);
    printf("    lagerplats : %d\n", prod->number);
    puts("=====");
}

return prod;
}
```

ask_string_question

ask_string_question

ask_shelf_question

ask_shelf_question

ask_int_question

ask_int_question

display_vara

Resultat av att bryta ut funktionerna

```
vara_t add_vara(db_t *db)
{
    vara_t prod = vara_new();

    prod->name = ask_question_string("Skriv in varans namn:");
    prod->desc = ask_question_string("Beskrivning:");

    do
    {
        char *location = ask_question_shelf("Lagerhylla: ");

        if (already_in_use(db, location))
        {
            printf("Upptaget, välj en annan plats.\n");
            free(location);
        }
        else
        {
            prod->location = location;
        }
    }
    while (prod->location == NULL);

    prod->price = ask_question_int("Priset: ");
    prod->number = ask_question_int("Antal: ");

    display_vara(prod);

    return prod;
}
```

- Färre temporära värden
- Temporära värden allokeras nära användning
- Funktionsanropens lyften abstraktionsnivån på koden
- Läsbar **utifrån och in**:
Att verifiera överensstämmelse med specen enklare
- Får plats på skärmen™



Tumregler för namngivning

- Använd namn som tydligt beskriver vad en variabel representerar



Tumregler för namngivning

- Använd namn som tydligt beskriver vad en variabel representerar
- Använd namn från **domänen** i första hand, inte programrepresentationen



Tumregler för namngivning

- Använd namn som tydligt beskriver vad en variabel representerar
- Använd namn från **domänen** i första hand, inte programrepresentationen
- Använd namn som är tillräckligt långa för att slippa ”avkodning” (st̄rb̄k)



Tumregler för namngivning

- Använd namn som tydligt beskriver vad en variabel representerar
- Använd namn från **domänen** i första hand, inte programrepresentationen
- Använd namn som är tillräckligt långa för att slippa ”avkodning” (st̄rbk)
- Använd loopindex med meningsfulla namn (alltså ej *i*, *j*, *k*) för loopar med många rader



Tumregler för namngivning

- Använd namn som tydligt beskriver vad en variabel representerar
- Använd namn från **domänen** i första hand, inte programrepresentationen
- Använd namn som är tillräckligt långa för att slippa ”avkodning” (st̄pb̄k)
- Använd loopindex med meningsfulla namn (alltså ej *i*, *j*, *k*) för loopar med många rader
- Ersätt lopande namn på temporära variabler med meningsfulla namn



Tumregler för namngivning

- Använd namn som tydligt beskriver vad en variabel representerar
- Använd namn från **domänen** i första hand, inte programrepresentationen
- Använd namn som är tillräckligt långa för att slippa ”avkodning” (st̄pb̄k)
- Använd loopindex med meningsfulla namn (alltså ej `i`, `j`, `k`) för loopar med många rader
- Ersätt lopande namn på temporära variabler med meningsfulla namn
- Innebörden av booleska variabler (vid `true/false`) skall vara tydlig



Tumregler för namngivning

- Använd namn som tydligt beskriver vad en variabel representerar
- Använd namn från **domänen** i första hand, inte programrepresentationen
- Använd namn som är tillräckligt långa för att slippa ”avkodning” (st̄pb̄k)
- Använd loopindex med meningsfulla namn (alltså ej *i*, *j*, *k*) för loopar med många rader
- Ersätt lopande namn på temporära variabler med meningsfulla namn
- Innebörden av booleska variabler (vid `true/false`) skall vara tydlig
- Döp konstanter för att fånga deras innebörd, inte deras värde



Tumregler för namngivning

- Var konsekvent



Tumregler för namngivning

- Var konsekvent
- Utveckla konventioner (och dokumentera dem)



Tumregler för namngivning

- Var konsekvent
- Utveckla konventioner (och dokumentera dem)
- Skilj ut lokala / privata/ globala data



Tumregler för namngivning

- Var konsekvent
- Utveckla konventioner (och dokumentera dem)
- Skilj ut lokala / privata/ globala data
- Skilj ut konstanter / uppräkningsbara typer / variabler



Tumregler för namngivning

- Var konsekvent
- Utveckla konventioner (och dokumentera dem)
- Skilj ut lokala / privata/ globala data
- Skilj ut konstanter / uppräkningsbara typer / variabler
- Välj en namnformattering efter läsbarhet

Tumregler för namngivning

- Var konsekvent
- Utveckla konventioner (och dokumentera dem)
- Skilj ut lokala / privata/ globala data
- Skilj ut konstanter / uppräkningsbara typer / variabler
- Välj en namnformattering efter läsbarhet
- Tag hänsyn till språkstandarden i utformandet av namnkonventionen

T.ex. skillnad i namngivning mellan Makron och funk_tioner



Undvik detta när du döper variabler



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innebörd



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innebörd
- Namn som är identiska upp till 1–2 tecken



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innebörd
- Namn som är identiska upp till 1–2 tecken
- Namn som innehåller siffror



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innebörd
- Namn som är identiska upp till 1–2 tecken
- Namn som innehåller siffror
- Medvetna felstavningar i syfte att förkorta namn



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innebörd
- Namn som är identiska upp till 1–2 tecken
- Namn som innehåller siffror
- Medvetna felstavningar i syfte att förkorta namn
- Namn på ord som ofta stavas fel eller läses fel



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innehörd
- Namn som är identiska upp till 1–2 tecken
- Namn som innehåller siffror
- Medvetna felstavningar i syfte att förkorta namn
- Namn på ord som ofta stavas fel eller läses fel
- Namn som överlappar med namn på standardfunktioner och -variabler



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innebörd
- Namn som är identiska upp till 1–2 tecken
- Namn som innehåller siffror
- Medvetna felstavningar i syfte att förkorta namn
- Namn på ord som ofta stavas fel eller läses fel
- Namn som överlappar med namn på standardfunktioner och -variabler
- Namn som är helt orelaterade



Undvik detta när du döper variabler

- Missledande eller tvetydiga namn
- Namn med liknande innebörd
- Namn som är identiska upp till 1–2 tecken
- Namn som innehåller siffror
- Medvetna felstavningar i syfte att förkorta namn
- Namn på ord som ofta stavas fel eller läses fel
- Namn som överlappar med namn på standardfunktioner och -variabler
- Namn som är helt orelaterade
- Namn som innehåller tecken som är svåra att läsa

Vilken är bäst?

```
bool node_contains(node_t **n, int value)
{
    return *node_find(n, value) != NULL;
}
```

```
bool node_contains(node_t **node, int value)
{
    return *node_find(node, value) != NULL;
}
```

```
bool node_contains(node_t **root_of_tree, int value)
{
    return *node_find(root_of_tree, value) != NULL;
}
```

Vilken är bäst?

```
bool node_contains(node_t **n, int value)
{
    return *node_find(n, value) != NULL;
}
```

```
bool node_contains(node_t **node, int value)
{
    return *node_find(node, value) != NULL;
}
```

```
bool node_contains(node_t **root_of_tree, int value)
{
    return *node_find(root_of_tree, value) != NULL;
}
```

Vilken är bäst?

```
bool should_we_pick_bananas()
{
    if (gorilla_is_hungry())
    {
        if (bananas_are_ripe())
        {
            return true;
        }
        else
        {
            return false;
        }
    }
    else
    {
        return false;
    }
}
```

```
return gorilla_is_hungry() && bananas_are_ripe();
```

Vilken är bäst?

```
if (something)
{
    return true;
}
else
{
    return false;
}
```

```
return something;
```

Indirektion är (nästan alltid) av godo

- Peta inte direkt i databasen — använd ett mellansteg

```
DB.goods[DB.total++] = g;
```

```
db->goods[db->total] = g;  
++db->total;
```

```
add_good_to_db(db, g);
```

- Om vi vill byta hur databasen är representerad (t.ex. från array till träd) behöver vi inte ändra utanför add_good_to_db i sista fallet!

Struktur

- Att skriva kod är som att skriva prosatext
- Det viktigaste först så man inte missar det (...)
- Saker som hör ihop tillsammans (t.ex. deklarera variabler nära där de används)
- Avstånd mellan orelaterade saker (styckebryst!)
- Lyft fram struktur och semantik genom kodstruktur
- Var konsekvent (t.ex. Makro)
- **Tydligt är bättre än kortfattat!**
- Var korrekt (`my_set` är ett dåligt namn på en lista)

Refaktorera i diskreta steg: Exempel

```
void foo()
{
    g = 24;
}

int g; // global

int main(void)
{
    g = 42;

    foo();

    printf("%d\n", g);

    return 0;
}
```

Refaktorering:

Gör globala variabler lokala

(kan göra liknande med t.ex. bryta ut funktioner)

Exempel [steg 1 — Flytta in variabeln i main]

```
void foo()
{
    g = 24;
}

int main(void)
{
    int g; // local

    g = 42;

    foo();

    printf("%d\n", g);

    return 0;
}
```

globals.c: In function 'foo':
globals.c:5:3: error: 'g' undeclared (first use in this function)
g = 24;
^

Exempel [steg 2 – lägg till parametrar där den används]

```
void foo(int *g)
{
    *g = 24;
}

int main(void)
{
    int g; // local

    g = 42;

    foo();

    printf("%d\n", g);

    return 0;
}
```

```
globals.c: In function 'main':
globals.c:14:3: error: too few arguments to function 'foo'
    foo();
    ^
globals.c:3:6: note: declared here
void foo(int *g)
    ^
```

Exempel [steg 3 – se till att skicka in den som argument]

```
void foo(int *g)
{
    *g = 24;
}

int main(void)
{
    int g; // local

    g = 42;

    foo(&g);

    printf("%d\n", g);

    return 0;
}
```

Inga kompileringsfel

Programmen sida vid sida

```
void foo()
{
    g = 24;
}

int g; // global

int main(void)
{
    g = 42;

    foo();

    printf("%d\n", g);

    return 0;
}
```

```
void foo(int *g)
{
    *g = 24;
}

int main(void)
{
    int g; // local

    g = 42;

    foo(&g);

    printf("%d\n", g);

    return 0;
}
```



Kodkommentarer

- Kodkommentarer kostar!

De måste hållas i synk med vad koden faktiskt gör

Detta betyder **inte** att kodkommentarer är dåliga — men att **mer inte alltid är mer**

- Kommentarer i kod skall berätta varför — inte vad

Förklara sådant som läsaren har svårt att veta

- Kommentarer för kommentarers skull är alltid fel
- Ifrågasätt kommentarerna: bidrar de till något?

This seems to work?

- Ha inte utkommenderad kod i programmet



Kommentarer ≠ Koddokumentation

- Verktyg som Doxygen låter oss lägga koddokumentation i kommentarer som extraheras och skapar HTML-filer
- Med kommentarer avses inte koddokumentation, som vi med fördel gör i header-filerna

Defensiv programmering



Observationer kring ”vanlig programmering”

- Programmerare tenderar att fokusera på de problem som måste lösas för att programmet skall ”fungera”
- Programmerare gör vanligen antaganden kring t.ex.

Hur en funktion kommer att anropas (t.ex. med korrekt indata)

Hur miljön som programmet kör i beter sig (t.ex. ingen tar bort katalogen jag står i under körning)

Användaren är vänligt inställd (och matar in korrekta data)

- Nya programmerare kan ofta glömma t.ex.

Att program förändras och muterar över tid

Att en rad kod läses oftare än den modifieras



Defensiv programmering

- En ”princip” för att skapa feltolerant kod, introducerades av Kernighan och Ritchie
 - 1.) Gör aldrig några antaganden
 - 2.) Klä skott för misstag både inifrån och utifrån (även din kod förändras)
 - 3.) Tillämpa standarder
 - 4.) ”Keep it simple”
- Termen kommer av defensive driving – man vet inte vad andra kommer att göra, så försök att köra så att du är trygg oavsett vad de gör

Handlar i grund och botten om att också ta ansvar även för ”andras” fel

Mjukvaran shall fungera korrekt även med trasig indata

- Balansakt: felkontroller gör kod komplicerad (och kostar klockcykler)



Antipattern: "Skit in–skit ut!"

- En dålig princip!
- Istället:

Skit in – inget ut

Skit in – felmeddelande ut

Skit in är inte möjligt

Förhållandet till indata

- Indata till en funktion är en stor felkälla

Okontrollerad och oförutsägbar – kan t.o.m. ha ont uppsåt eller vara av ett slag som programmeraren inte tänkt på

- Defensiv programmering menar att vi skall ”anta det värsta om all indata”

Fångar fel innan de leder till problem

Förenklar debuggning

Validering av indata

- För indata till en funktion

Definiera vad som är giltiga värden för alla parametrar

Validera allt indata mot denna definition

Bestäm ett beteende för funktionen om valideringen misslyckas

Exempel på validering

- Vanliga

Är pekare NULL?

Är index eller storlekar positiva?

Division med noll

Indexering inom storleksgränserna?

- Omöjliga värden

Negativ skostorlek?

- Pre/postvillkor – använd som valideringsvillkor

- Antaganden bör dokumenteras med assertions (t.ex. bufferten är aldrig NULL)

Assertions

- En assertion är en konstruktion i ett program som tillåter programmet att kontrollera sig självt under körning

Assertions innehåller villkor som evalueras till sant eller falskt

Om falskt: vi har upptäkt något som inte borde ha hänt i programmet

- Bra i små program, ovärdeliga i stora program eller program med höga krav på tillförlitlighet
- En assertion har normalt 1–2 komponenter

Ett villkor som förväntas hålla under körning

Ett (frivilligt) felmeddelande

```
#include <assert.h>
```

Olika program kräver olika felhantering

- Robusthet = undertryck fel

Program som strömmar realtidsvideo (bör hellre tappa frames än ackumulera "lagg")

Datorspel (ingen märker om ett event "försvinner")

- Korrekthet = undertryck aldrig fel

Datorspel (vars virtuella föremål är värdta faktiska pengar)

En magnetröntgen (bör inte skapa påhittade cancerdiagnoser)

- Ett viktigt beslut i högnivådesign — hur skall vi hantera fel?



Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
int average(int length, int values[])
{
    int sum = 0;

    for (int i=0; i < length; ++i)
    {
        sum += values[i];
    }

    return sum / length;
}
```

Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
int average(int length, int values[])
{
    int sum = 0;

    for (int i=0; i < length; ++i)
    {
        sum += values[i];
    }

    return sum / length;
}
```

- `length` > den faktiska längden på `values`-arrayen
- `length` ≤ 0
- `values` == NULL

Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
int average(int length, int values[])
{
    assert(values);
    int sum = 0;

    for (int i=0; i < length; ++i)
    {
        sum += values[i];
    }

    return sum / length;
}
```

- `length >` den faktiska längden på `values`-arrayen
- `length <= 0`
- `values == NULL`

Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
int average(int length, int values[])
{
    assert(values);
    assert(length > 0);
    int sum = 0;

    for (int i=0; i < length; ++i)
    {
        sum += values[i];
    }

    return sum / length;
}
```

- `length >` den faktiska längden på `values`-arrayen
- `length <= 0`
- `values == NULL`



Bra användning av assert!

Defensiv programmering

Dokumenterar ett
viktigt villkor i average.

- Vad kan gå fel i detta program?

```
int average(int length, int values[])
{
    assert(values);
    assert(length > 0);
    int sum = 0;

    for (int i=0; i < length; ++i)
    {
        sum += values[i];
    }

    return sum / length;
}
```

- length > den faktiska längden på values-arrayen
- length <= 0
- values == NULL

Borde verifieras vid
anropsplatsen!



Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
void myfunc(char *input)
{
    char *buffer = malloc(2048);
    ...
    strcpy(buffer, input);
    ...
}
```

Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
void myfunc(char *input)
{
    assert(input);

    char *buffer = malloc(2048);
    ...
    strcpy(buffer, input);
    ...
}
```

Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
void myfunc(char *input)
{
    assert(input);

    char *buffer = malloc(2048);
    ...
    strcpy(buffer, input, 2048);
    ...
}
```

*Använd alltid funktioner med
gränsvärden!*



Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
void myfunc(char *input)
{
    assert(input);

    char *buffer = calloc(2048, sizeof(char));
    ...
    strncpy(buffer, input, 2048);
    ...
}
```

Defensiv programmering

- Vad kan gå fel i detta program?

```
#define Buf_size 2048
```

```
void myfunc(char *input)
{
    assert(input);

    char *buffer = calloc(Buf_size, sizeof(char));
    ...
    strncpy(buffer, input, Buf_size);
    ...
}
```

Vad gör man när indata inte är validt?

Returnera ett ”neutralt värde”

T.ex. 0, " " (tomma strängen), NULL

För en punkt i planet utan x-värde, använd y-värdet (ta inte detta som en regel)

Använd nästa data

Om man läser stock ticks för Evil Corp kan man vänta till nästa Evil Corp stock tick

Om man läser av tryck 10 gånger/sek, returnera nästa läsning

Återanvänd ett gammalt data

Föregående tryckavläsning

Rita ut det som fanns där på skärmen förra bildrutan

Vad gör man när indata inte är validt?

Ta ett angränsande validt värde

Ersätt en negativ stränglängd med 0, en negativ kostnad med 0

Logga varningar

Skriv en felrapport i en logg för att underlätta felsökning senare

Går att kombinera med alla föregående tekniker eller ”bara kör på”

Om loggar behålls i produktionskod: fundera över om de exponerar data och kanske borde krypteras eller liknande.

Returnera en felkod

OBS: Hanterar inte felet utan tvingar någon annan att ta hand om det!

T.ex. i form av funktionens returvärde eller en felflagga (errno i C)

Vad gör man när indata inte är validt?

Terminera programmet

”Crash don’t trash”

Standardlösning i kritiska system

Problem: hur kan man backa ur på ett säkert sätt?

Tumregler för defensiv programmering

- Använd assertions för fel som aldrig borde uppkomma
(och annan felhantering för fel som kan tänkas uppkomma)
- Stoppa **aldrig** kod med sidoeffekter i en assertion

Vad händer när assertions plockas bort i produktionskoden?

- Använd assertions för att dokumentera och verifiera pre- och postvillkor
- För verkligt robust kod, använd felhantering utöver assertions
- Och tillämpa offensiv programmering för att se programmets "defensiva beteende"

”Offensiv programmering”

Se till att fel inte omedvetet undertrycks

Exempel:

Ha ett default-fall i en switch-sats som säger ”Oops! Vi har glömt ett fall här!” (och ev. avbryter exekveringen)

Gör så att asserts avbryter programmets exekvering

Använd allt minne för att testa programmets beteende när minnet är fullt

Förstör format på filer och strömmar för att se hur filhanteringen klarar det

Fyll ett objekt med skräpdata precis innan det frigörs

Inkludera mekanismer för att överföra kraschdata eller loggfiler automatiskt ifrån levererade system

Kapsla in/isolera fel

För mycket felhantering är också en felkälla

Försök att isolera felkontroller, felhantering och konsekvenser (jmf. information hiding)

Exempel

Felkontroller i alla publika funktioner, alla interna funktioner förutsätter att data är korrekt

Ha flera kritiska ringar som kontrollerar olika typer av fel



*Utgå från att
detta data är korrupt
eller opålitligt*



*Ansvarar för att
"säkra upp"
passerande data*



*Kan nu utgå från
att data är korrekt
och pålitligt*

Produktionskod och utvecklingskod

- Utvecklingskoden kan ofta ta sig friheter som inte produktionkoden kan
 - Behöver inte gå lika fort
 - Behöver inte vara lika snål med resurser
 - etc.
- Detta ger ökad frihet att skriva utvecklingkod som underlättar debuggning och felsökning
 - T.ex. kod som kontrollerar datas integritet
 - Debug-läget in MS Word har en loop som kollar att dokumentet inte har blivit korrupt som kör flera gånger i sekunden



Vad som når produktionskoden

- Lämna kvar kontroller för viktiga fel
- Ta bort kontroller för triviala fel
- Ta bort kontroller som terminerar med hårdta kraschar vid invalitt data
- Lämna kvar kod som hjälper programmet terminera på ett förtjänstfullt sätt
- Logga fel för att underlätta felsökning
- Se till att alla felmeddelanden är trevliga

"You shoudn't have come here. The system has fucked up..."



Checklista för defensiv programmering

- Skyddar sig funktionen mot dåliga indata?
- Används assertions för att dokumentera omständigheter som aldrig borde uppstå, inklusive pre- och postvillkor?
- Används assertions enbart för att dokumentera omständigheter som aldrig borde uppstå?
- Används tekniker för att minska skadan från fel och för att minska mängden kod som måste ”bry sig om” felhantering?
- Används informationsgömningsprincipen för att kapsla in interna förändringar?
- Har hjälpfunktioner implementerats i utvecklingskoden som hjälper till vid felsökning och debuggning?
- Är mängden defensiv programmering adekvat – varken för mycket eller för lite?
- Används offensiva programmeringstekniker för att minska risken att fel inte uppmärksamas under utveckling?

Från Steve McConnell's utmärkta ”Code Complete”

Skydda dig mot dig själv!

(Bonusmaterial för den hugade)

Rädda en framtida du – redan idag



Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
if (foo())  
    bar;
```

```
while (bork())  
    f = f->next;
```

Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
if (foo())  
    bar;
```

```
while (bork())  
    f = f->next;
```

Inte robust vid utökning!

Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
#define square(n) n*n  
square(3+4);
```

Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

Makron kopierar text!

```
#define square(n) n*n  
square(3+4);
```

Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
#define square(n) n*n
```

```
square(3+4); // 19
```

```
#define square(n) ((n)*(n))
```

```
square(3+4); // 49
```

```
int x = 4;
```

```
square(x++); // 20 and x == 6
```

Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
#define square(n) n*n  
  
square(3+4); // 19
```

```
#define square(n) ((n)*(n))  
  
square(3+4); // 49  
  
int x = 4;  
square(x++); // 20 and x == 6
```



Illa!

Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
#define Square(n) ((n)*(n))
```

Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
#define Square(n) ((n)*(n))
```

*Nu är det ”tydligt” att Square är ett
Makro*

Skydda dig mot dig själv

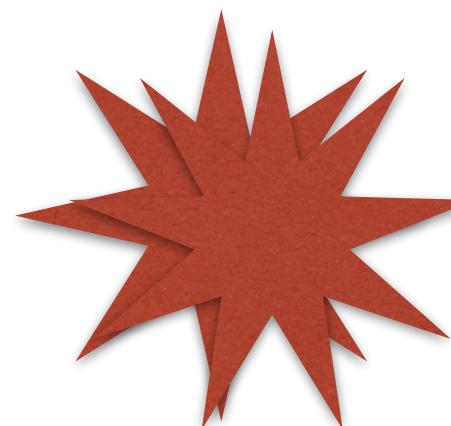
Vad kan gå fel i detta program?

```
#define Declare(varname, T, f1, v1, f2, v2) \  
    T varname = malloc(sizeof(T));           \  
    varname.f1 = v1;                         \  
    varname.f2 = v2;
```

```
Declare(new, Link, element, 42, next, NULL);  
list->last->next = new;
```

if (condition)

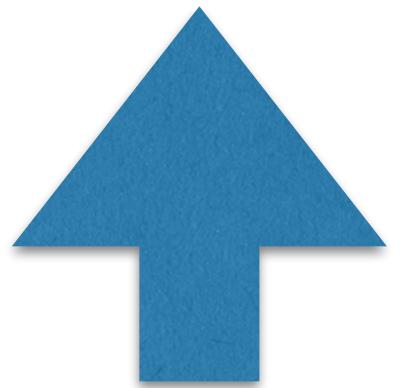
```
    Declare(new, Link, element, 42, next, NULL);
```



Skydda dig mot dig själv

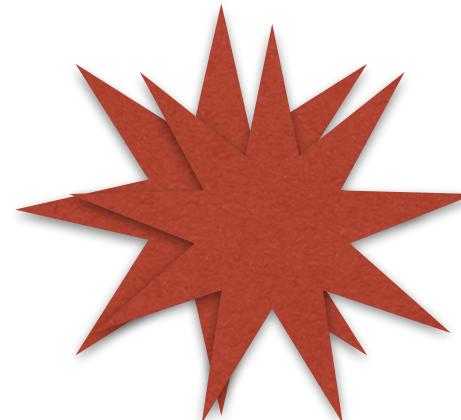
Vad kan gå fel i detta program?

```
if (condition)
T varname ...
varname ...
```



expanderas till

```
if (condition)
Declare(new, Link, element, 42, next, NULL);
```



Skydda dig mot dig själv

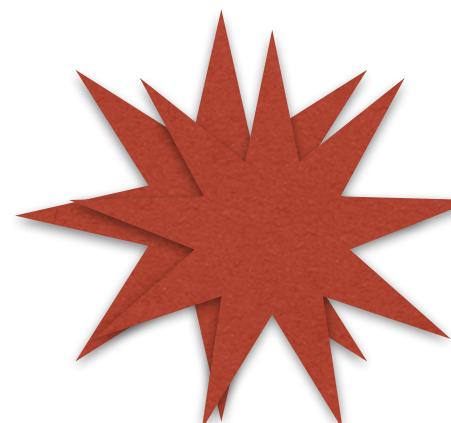
Vad kan gå fel i detta program?

```
#define Declare(varname, T, f1, v1, f2, v2) { \
    T varname = malloc(sizeof(T)); \
    varname.f1 = v1; \
    varname.f2 = v2; \
}
```

*Vettigt användande
av block!*

```
if (condition)
    Declare(new, Link, element, 42, next, NULL);
else
    foo;
```

```
if (condition)
{ ... };
else
    foo;
```



Skydda dig mot dig själv

Vad kan gå fel i detta program?

```
#define Declare(varname, T, f1, v1, f2, v2) do { \
    T varname = malloc(sizeof(T)); \
    varname.f1 = v1; \
    varname.f2 = v2; \
} while (0)
```

Makrot ser ut som skam men det är "gold standard"...

Namngiven initiering av struktar

Vad kan gå fel i detta program?

```
struct person {
    char *name;
    uint8_t age;
    struct person *spouse;
    struct person *children;
    uint8_t no_children;
};
```

```
struct person p = (struct person) { .name = "Peter", .age = 32 };
```

Namngiven initiering av struktar

Vad kan gå fel i detta program?

```
struct person {  
    char *name;  
    uint8_t age;  
    struct person *spouse;  
    struct person *children;  
    uint8_t no_children;  
};
```

```
struct person p = (struct person) { .name = "Peter", .age = 32 };
```

*C bjuder på initiering av spouse, children och
no_children!*

Namngiven initiering av struktar

- Vad kan gå fel i detta program?

```
typedef struct person {  
    char *name;  
    uint8_t age;  
    person_t *spouse;  
    person_t *children;  
    uint8_t no_children;  
} person_t;
```

```
person_t p = (person_t) { .name = "Peter", .age = 32 };
```

```
person_t p = (person_t) { .age = 32, .name = "Peter" };
```

```
person_t p = (person_t) { .name = "P", no_children = 0, .age = 32, };
```

```
person_t p = (person_t) { };
```

”Defaultparametrar” och namngivna argument

- Vad kan gå fel i detta program?

Med hjälp av ett makro kan vi skapa defaultvärden för en strukt! (Dock ej per funktion.)

```
#define Person(__VARGS__) \
((struct person) { .name="Fred", __VARGS__ })
```

```
bool register_person(struct person p) { ... }
```

```
register_person(Person(.name = "Bob"));
```

”Defaultparametrar” och namngivna argument

- Vad kan gå fel i detta program?

Med hjälp av ett makro kan vi skapa defaultvärden för en strukt! (Dock ej per funktion.)

```
#define Person(__VARGS__) \
    ((struct person) { .name="Fred", __VARGS__ })
```

```
bool register_person(struct person p) { ... }
```

```
register_person(Person(.name = "Bob"));
```

”Skrivs över” av .name= ”Bob” nedan, annars blir name ”Fred”.

Några boktips

