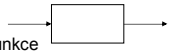
Funkce a procedury

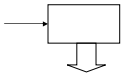
A0B36PR1-Programování 1
Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické

Funkce a procedury

- Příklad
  - výpočet sin, cos, výpočet faktoriálu, …
  - vstupy, výstupy - Systém.out.print (“vysledek”); Math.random();
- Funkce
  - definovány vstupní hodnoty a hodnota funkce



- Procedura
  - definovány vstupní hodnoty a činnost procedury



Funkce

- Připomeňme si program pro výpočet faktoriálu:

```
public class Faktorial {
  public static void main(String[] args) {
    Scanner sc = new Scanner(System.in);
    System.out.println("zadejte přirozené číslo");
    int n = sc.nextInt();
    if (n<1) {
      System.out.println(n + " není přirozené číslo");
      System.exit(0);
      }
    int i = 1;
    int f = 1;
    while (i<n) {
          i = i+1;
          f = f * i;
    }
      System.out.println (n + "! = " + f);
  }
}
```

čtení přirozeného čísla

algoritmus výpočtu faktoriálu

Čtení přirozeného čísla a výpočet faktoriálu jsou dva dílčí podproblémy, jejichž řešení popíšeme samostatnými funkcemi

Faktoriál pomocí funkcí

- Funkce pro čtení přirozeného čísla

```
static int ctiPrirozene() {
Scanner sc = new Scanner(System.in);
System.out.println ("zadejte přirozené číslo");
int n = sc.nextInt();
if (n<1) {
System.out.println (n + " není přirozené číslo");
System.exit(0);}
return n;}
```

- Hlavička funkce `static int ctiPrirozene()`
  - vyjadřuje, že funkce nemá parametry a že výsledkem volání funkce je hodnota typu *int*
- Příkaz `return n`;
  - předepisuje návrat z funkce, výsledkem volání je hodnota *n*
- Příklad volání funkce: `int nn = ctiPrirozene();`

Faktoriál pomocí funkcí

- Funkce pro výpočet faktoriálu

```
static int faktorial(int n) {
    int i = 1;
    int f = 1;
    while (i<n) {
      i = i+1; f = f * i;
    }
    return f;
}
```

- Hlavička funkce vyjadřuje, že funkce má jeden parametr typu *int* a že výsledkem je hodnota typu *int*
- Příklad volání funkce

```
int ff = faktorial(4);
```


Faktoriál pomocí funkcí

- Výsledné řešení:

```
public class Faktorial {
 static int ctiPrirozene() {
     ...
   }
 static int faktorial(int n) {
     ...
   }
 public static void main(String[] args) {

 Scanner sc = new Scanner(System.in);
 int n = sc.nextInt();
 System.out.println (n + "! = " + faktorial(n));
   }
 }
```

- Proměnnou *n* ve funkci *main* lze vynechat:

```
S..println("Fakt"+n+"!="+faktorial(ctiPrirozene()));
   }
```

Deklarace funkce

- Deklaraci funkce tvoří
  hlavička funkce tělo funkce
- Hlavička funkce v jazyku Java má tvar
  static *typ jméno*(*specifikace parametrů*), kde
  - *typ* je typ výsledku funkce (funkční hodnoty)
  - *jméno* je identifikátor funkce
  - *specifikací parametrů* se deklarují parametry funkce, každá deklarace má tvar *typ_parametru jméno_parametru* (a oddělují se čárkou)
  - specifikace parametrů je prázdná, jde-li o funkci bez parametrů
- Tělo funkce je blok, který se provede při volání funkce
- Tělo funkce musí dynamicky končit příkazem ... return *x*;,

kde *x* je výraz, jehož hodnota je výsledkem volání funkce

Parametry funkce

- Parametry funkce jsou lokální proměnné funkce, kterým se při volání funkce přiřadí hodnoty skutečných parametrů
- Jestliže parametr funkce je typu *T*, pak přípustným skutečným parametrem je výraz, jehož hodnotu lze přiřadit proměnné typu *T* (stejná podmínka, jako u přiřazení)

```
public class Max1 {
static int max(int x, int y) {
if (x>y) return x; else return y;
}
public static void main(String[] args) {
int a = 10, b = 20;
System.out.println(max(a+20, b));      // O.K.
System.out.println(max(1.1, b));
       // Chyba při překladu
  }
}
```


Příklad – Výplata hotovosti

- Výplata hotovosti (výčetka platidel) se odevzdává bance, uvádí vždy hodnotu bankovky a množství
- My budeme hledat takovou výčetku, která pro danou částku obsahuje celkově nejmenší počet bankovek

Příklad: (pro jednoduchost uvažujme pouze bankovky 5000, 1000, 500 a 100 Kč.)

38 900

bankovka (Kč)	počet (ks)
5000	7
1000	3
500	1
100	4

Příklad - Výplata hotovosti

```
public class Vycetka {
  public static void main(String[] args) {
int plat, platX;
int p5000,p1000,p500,p100; platX=sc.nextInt(); plat=platX;
    p5000=plat/5000;
    plat=plat%5000;
    p1000=plat/1000;
    plat=plat%1000;
    p500=plat/500;
    plat=plat%500;
    p100=plat/100;
    plat=plat%100;
```

```
pocet = plat/hodnBankovky;
plat  = plat%hodnBankovky;
```

```
    System.out.println("Vyplata castky "+platX+" je:\n"
     + p5000 + ",\n"
     + p1000 + ",\n"
     + p500  + ",\n"
     + p100  +   " \n, \na zbytek " + plat);
  }}
```


Výplata hotovosti s funkcí

```
public class VycetkaFunkce {
static  int plat;
  static int pocetBankovek(int hodnotaBankovky){
    int pocet;
    pocet = plat/hodnotaBankovky;
    plat  = plat%hodnotaBankovky;
    return pocet;
  };
  public static void main(String[] args) {
  int p5000,p1000,p500,p100, platX;
  plat=sc.nextInt();
  platX=plat;
  p5000=pocetBankovek(5000);
  p1000=pocetBankovek(1000);
  p500=pocetBankovek(500);
  p100=pocetBankovek(100);
 System.out.println ("Vyplata castky " + platX + " je:\n"
     + p5000 + ",\n" + p1000 +   ",\n„
     + p500  +   ",\n" + p100  +   ", \na zbytek " + plat);
 }}
```


Problém: prvočísla

- Zjistěte počet **prvočísel** menších než zadané číslo ***n*** a určete čas, který na to budete potřebovat
- **prvočíslo: přirozené číslo** větší než 1, které je beze zbytku dělitelné **pouze** jedničkou a samo sebou.
- **přirozené číslo: kladné celé číslo** větší než 0
- Algoritmus:

  raději pouze: pro každé **přirozené**

  Pro každé číslo menší než n rozhodněte, zda jde o prvočíslo či ne

  Nasčítejte prvočísla

  podproblémy :

  1. zjištění zda dané číslo je prvočíslo
  2. měření času

  funkce

Řešený příklad, pokračování ke konci přednášky

Parametry funkce, chyba

- Parametry funkce slouží pro předání vstupních dat algoritmu, který je funkcí realizován
- Častá chyba začátečníka: funkce, která čte hodnoty parametrů pomocí operace vstupu dat

```
static int max(int x, int y) {
  x = sc.nextInt();  // nesmyslný příkaz
  y = sc.nextInt();  // nesmyslný příkaz
  if (x>y) return x;
  else  return y;
}

int z= max(7,99);
```

Přetěžování jmen funkcí

- Funkce lišící se v počtu nebo typu parametrů se mohou jmenovat stejně (přetěžování jmen, overloading of names)

```
public class Max2 {
  static int max(int x, int y) {
    if (x>y) return x; else return y;
  }
  static int max(int x, int y, int z) {
    return max(x, max(y, z));
  }
  static double max(double x, double y) {
    if (x>y) return x; else return y;
  }
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println (max(3,4));
    System.out.println (max(1,2,3));
    System.out.println (max(1.0,2.4));
  }
}
```


Procedury

- Funkce, jejíž typ výsledku je *void*, nevrací žádnou hodnotu
- Funkce, která nevrací žádnou hodnotu, se obecně nazývá procedura
- Příklady procedury:
  - hlavní funkce *main*
  - výstupní operace *print* a *println*
- Příklad uživatelské procedury: výpis znaku *z* doplněného zleva mezerami na celkový počet *n* znaků

```
static void vypisZnak(char z, int n) {
  for (int i=1; i<n; i++) System.out.print(' ');
  System.out.print(z);
}
```

Statické proměnné

Třída může obsahovat deklarace statických proměnných

Statické proměnné třídy jsou použitelné ve všech funkcích dané třídy – jsou to pro ně nelokální proměnné

```
public class StatickePromenne {
  static int x, y; // statické proměnné třídy

  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("zadejte dvě celá čísla");
    Scanner sc = new Scanner(System.in);
    x = sc.nextInt(); y = sc.nextInt();
  // System.out.println(i);
    vypisSoucet();
  }
  static void vypisSoucet() {
   int i=6;
   System.out.println("součet čísel je "+(x+y+i));
  }
}
```

Platí x,y

Poznámka: statické proměnné jsou inicializovány nulovou hodnotou (0, 0.0,null, false)

Zastínění nelokální proměnné

- Deklarace lokální proměnné *p* zastíní deklaraci nelokální proměnné *p*

```
public class Zastineni {
  static int a = 10;
  public static void main(String[] args) {
    f();
    System.out.println(a);
  }
  static void f() {
    int a = 20;
    System.out.println(a);
  }
}
```

Zastineni.a

f.a

Program vypíše
20
10

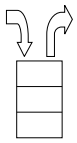
Přidělování paměti proměnným

- Poznali jsme doposud dva druhy proměnných:
  - statické proměnné třídy
  - lokální proměnné funkcí
- Přidělením paměti proměnné rozumíme určení adresy umístění proměnné v paměti počítače
- Statickým proměnným třídy se přidělí paměť v okamžiku, kdy se do paměti (do JVM) zavádí kód funkcí třídy, a zůstane jim přidělena až do ukončení běhu programu
- Lokálním proměnným a parametrům funkce se paměť přidělí při volání funkce a zůstane jim přidělena jen do návratu z funkce (při návratu z funkce se přidělené adresy uvolní pro další použití)

Přidělování paměti proměnným

- Úseky paměti přidělované lokálním proměnným a parametrům tvoří tzv. zásobník (stack): úseky se přidávají a odebírají, přičemž se vždy odebere naposledy přidaný úsek

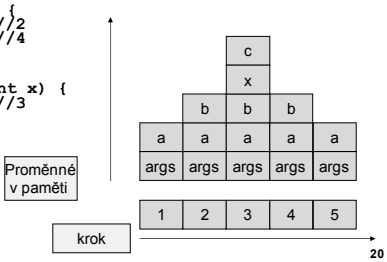
zásobník



Přidělování paměti proměnným

- Příklad

```
public static void main(String[] args) {
  int a; ... //1
  f();       //5
    ...
  }
static void f() {
    int b; ... //2
    g(10);     //4
    ...
}
static void g(int x) {
    int c; ... //3
    ...
  }
```



Příklad: prvočísla I

Dle definice: Přirozené číslo **n** je **prvočíslo**, právě tehdy když jej beze zbytku dělí pouze číslo **n** a číslo **1**

```
public static boolean isPrvocislo1(long n){
if (n < 2 ) return false;
// ostatní celá čísla nejsou prvočísla
int pocetDelitelu = 0;
for (int i = 1; i <= n; i++) {
if (n%i==0) pocetDelitelu++;
       }
if (pocetDelitelu==2) return true;
 else return false;
    }
```

jak dlouho poběží tato metoda pro číslo 100 000 000 000 003?
a jak dlouho pro 100 000 000 000 000?

Příklad: prvočísla II

- Vylepšení 1. - najdeme-li prvního dělitele jiného než čísla **1** a **n,** již to není prvočíslo

```
public static boolean isPrvocislo2(long n){
if (n < 2 ) return false;
for (int i = 2; i < n; i++) {
// vynecháme číslo 1 a číslo n
if (n%i==0) return false;
      }
return true;
   }
```

jak dlouho poběží tato metoda pro číslo 100 000 000 000 003?
a jak dlouho pro 100 000 000 000 000?

Příklad: prvočísla III

- Vylepšení 2. Číslo složené lze napsat jako součin dělitelů, např. 35=7*5; jedno je „menší“ a druhé „větší“

```
public static boolean isPrvocislo3(long n){
       if (n < 2 ) return false;
       for (int i = 2; i <= (n/2) ; i++) {
     // zkoušíme jen do půlky
           if (n%i==0) return false;
       }
       return true;
   }
```

jak dlouho poběží tato metoda pro číslo 100 000 000 000 003?
a jak dlouho pro 100 000 000 000 000?

Příklad: prvočísla IV

- Vylepšení 2. Číslo složené lze napsat jako součin dělitelů, např. 35=7*5; jedno je „menší“ a druhé „větší“, pokud nejsou stejné jako 49 = 7*7

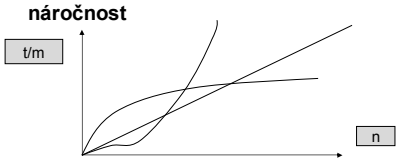
Math.sqrt(n) se vyhodnocuje po každém průchodu cyklem ☹

```
public static boolean isPrvocislo
   if (n < 2 ) return false;
   for (long i = 2; i <= Math.sqrt(n) ; i++) {
    if (n%i==0) return false;
       }
       return true;
   }
```

jak dlouho poběží tato metoda pro číslo 100 000 000 000 003?
a jak dlouho pro 100 000 000 000 000?

Příklad: prvočísla V - složitost

- **Složitost algoritmu určuje jeho časovou a prostorovou náročnost**



- **Určete složitost algoritmů (na základě odhadu času) pro všechny typy metod na zjištění, zda dané číslo je prvočíslo**

Další příklady funkcí

- Funkce pro zjištění, zda daný rok je přestupný

```
public class Rok {
static boolean prestupny(int rok) {
if (rok%4==0 && (rok%100!=0 || rok%400==0))
    return true;
      else return false;
  }
public static void main(String[] args) {
int rok;
System.out.println ("zadejte rok"); rok = sc.nextInt();
System.out.print("rok "+rok);
if (prestupny(rok)) System.out.println (" je přestupný");
 else System.out.println (" není přestupný");
  }
}
```


Funkce pro výpočet NSD, v 2

- Jednoduchý algoritmus výpočtu největšího společného dělitele jsme již uvedli
- Efektivnější algoritmus lze sestavit na základě těchto vztahů:
  - je-li $x = y$, pak $nsd(x,y) = x$
  - je-li $x > y$, pak $nsd(x,y) = nsd($
  - je-li $x < y$, pak $nsd(x,y) = nsd($
- Řešení 2:

```
static int nsd(int x, in
  while (x!=y)
    if (x>y) x=x-y; else
  return x;
 }
public static void main(String[] args) {
int a=sc.nextInt();int b=sc.nextInt();
System.out.println("Nejvetsi spolecny delitel" +
                a + ", " + b + "je " + nsd(a,b));
}
```

```
int nsd(int x, int y)
{
  int d;
  if (x<y) d=x; else d=y;
  while (x%d!=0 | y%d!=0) d--;
  return d;
}
```

Funkce pro výpočet NSD, v 3

- Do těla cyklu vnoříme místo podmíněného příkazu pro jediné zmenšení hodnoty *x* nebo *y* dva cykly pro opakované zmenšení hodnot *x* a *y*
- Řešení 3:

```
static int nsd(int x, int y) {
  while (x!=y) {
    while (x>y) x = x-y;
    while (y>x) y = y-x;
  }
  return x;
}
```

```
public static void main(String[] args) {
   int a=sc.nextInt();int b=sc.nextInt();
   System.out.println("Nejvetsi spolecny delitel" +
                      a + ", " + b "je " + nsd(a,b));
}
```


Euklidův algoritmus pro výpočet NSD

Vnitřní cykly řešení 3 počítají nenulový zbytek po dělení většího čísla menším

Pro výpočet zbytku po dělení máme operaci %

Řešení 4:

```
static int nsd(int x, int y) {
   int zbytek = x%y;
   while (zbytek!=0) {
     x = y; y = zbytek; zbytek = x%y;
   }
   return y;
 }
public static void main(String[] args) {
int a=sc.nextInt();int b=sc.nextInt();

System.out.println("Nejvetsi spolecny delitel" +
                   a + ", " + b "je " + nsd(a,b));
}
```

Využitím operátoru % dostaneme Euklidův algoritmus: určíme zbytek po dělení daných čísel, zbytkem dělíme dělitele a určíme nový zbytek, až dosáhneme nulového zbytku; poslední nenulový zbytek je nsd

Rozklad problému na podproblémy

- Postupný návrh programu rozkladem problému na podproblémy
  - zadaný problém rozložíme na podproblémy
  - pro řešení podproblémů zavedeme abstraktní příkazy
  - s pomocí abstraktních příkazů sestavíme hrubé řešení
  - abstraktní příkazy realizujeme pomocí procedur (`void`)
- Rozklad problému na podproblémy ilustrujme na příkladu hry NIM

Hra NIM

- Pravidla:
  - hráč zadá počet zápalek (např. od 15 do 35)
  - pak se střídá se strojem v odebírání; odebrat lze 1, 2 nebo 3 zápalky,
  - prohraje ten, kdo odebere poslední zápalku.
- Dílčí podproblémy:
  - zadání počtu zápalek
  - odebrání zápalek hráčem
  - odebrání zápalek strojem

Hra NIM

- Pravidla pro odebírání zápalek strojem, která vedou k vítězství (je-li to možné):
  - počet zápalek nevýhodných pro protihráče je 1, 5, 9, atd., obecně $4n+1$, kde n je celé nezáporné číslo
  - stroj musí z počtu p zápalek odebrat x zápalek tak, aby platilo $(počet - x) = 4n + 1$

    $(počet - 1) - 4n = x$, ~ hledáme zbytek po dělení 4
  - z tohoto vztahu po úpravě

    $x = (počet - 1) \bmod 4 = (počet - 1) \% 4$
  - vyjde-li x=0, znamená to, že okamžitý počet zápalek je pro stroj nevýhodný a bude-li protihráč postupovat správně, stroj prohraje.

```
static void bereStroj() {
   System.out.println("počet zápalek "+pocet);
   int x = (pocet-1) % 4;
   if (x==0) x = 1; // je to jedno
   System.out.println("odebírám "+x);
   pocet -= x;
 }
```

Hra NIM

- Hrubé řešení:

```
int pocet;
boolean stroj =  true;

"zadání počtu zápalek "
do {
  if (stroj) "odebrání zápalek strojem"
   else "odebrání zápalek hráčem"
  stroj = !stroj;
} while (pocet>0);
if (stroj) "vyhrál stroj"
else "vyhrál hráč"
```

abstraktní příkazy

- Podproblémy „zadání počtu zápalek“, „odebrání zápalek strojem“ a „odebrání zápalek hráčem“ (abstraktní příkazy) budeme realizovat procedurami, proměnné *pocet* a *stroj* pro ně budou nelokálními proměnnými

Hra NIM

```
public class Nim {
  static int pocet;     // aktuální počet zápalek
  static boolean stroj; // =true znamená, že bere počítač

  public static void main(String[] args) {
    zadaniPoctu();
    stroj = false;  // zacina hrac
    do {
      if (stroj) bereStroj(); else bereHrac();
      stroj = !stroj;
    } while (pocet>0);
    if (stroj)
      System.out.println("vyhrál jsem");
    else
      System.out.println("vyhrál jste, gratuluji");
  }

  static void zadaniPoctu() { … }
  static void bereHrac() { … }
  static void bereStroj() { … }
}
```

Hra NIM

```
static void zadaniPoctu() {
do {
System.out.print("zadejte počet zápalek(od 15 do 35)");
 pocet = sc.nextInt();
    } while (pocet<15 || pocet>35);
  }
```

Hra NIM

```
  static void bereHrac() {
   Scanner sc = new Scanner(System.in);
   int x; boolean chyba;
   do {
     chyba = false;
     System.out.println("počet zápalek "+pocet);
     System.out.println("kolik odeberete");
     x = sc.nextInt();
     if (x<1) {
      System.out.println("prilis malo");chyba = true;
         }else if (x>3 || x>pocet) {
       System.out.println("prilis mnoho");
       chyba = true;
         }
      } while (chyba);
      pocet -= x;
    }
```

Příklad hry NIM

```
zadejte počet zápalek (od 15 do 35)   18
počet zápalek 18
kolik odeberete 1
počet zápalek 17
odebírám 1
počet zápalek 16   kolik odeberete 3
počet zápalek 13   odebírám 1
počet zápalek 12   kolik odeberete 3
počet zápalek 9    odebírám 1
počet zápalek 8    kolik odeberete 3
počet zápalek 5    odebírám 1
počet zápalek 4    kolik odeberete 3
počet zápalek 1    odebírám 1
vyhrál jste, gratuluji
```