Programiranje v Javi

Viljan Mahnič

UNIVERZA V LJUBLJANI
Fakulteta za računalništvo in informatiko

Programiranje in programski jeziki

- Kaj je računalniški program
- Štiri generacije programskih jezikov
  - značilnosti visokonivojskih programskih jezikov 3. generacije
- Programski jezik Java
  - razvojno okolje, ki ga bomo uporabljali pri svojem delu
- Primer preprostega programa
  - vsak program napišemo kot razred
  - metoda `main()`
  - pravila za pisanje imen, lepopisna pravila, komentarji
  - primer služi kot ogrodje kateregakoli programa
  - postopek priprave in izvajanja programa

Programiranje in programski jeziki

- Računalniški program
  - zaporedje ukazov, ki naj jih izvede računalnik
  - ukazi morajo biti zapisani v nekem programskem jeziku
- Strojni jezik - jezik 1. generacije
  - vsi ukazi in podatki morajo biti zapisani z ustrezno kombinacijo ničel in enic
  - neprimeren za človeka
- Zbirni jezik - jezik 2. generacije
  - vpeljava mnemonikov (imen) za ukaze in podatke
  - še vedno zahteva programiranje na nizkem nivoju

Programiranje in programski jeziki

- Visokonivojski programski jeziki 3. generacije
  - bližji človeku: uporaba posameznih besed iz naravnega jezika (npr. `if … else …; do … while; print` ipd.)
  - postopkovni: opisati je treba postopek, kako pridemo do rešitve
  - algoritem: z nizom navodil podan postopek za reševanje problema
  - za opis postopka zadostujejo 3 osnovni programski konstrukti
    - zaporedje ali sekvenca
    - izbira ali selekcija
    - ponavljanje ali iteracija
  - prevajalnik prevede izvorni program v obliko, ki se lahko izvede na računalniku
  - primeri visokonivojskih programskih jezikov: Java, Pascal, Oberon, C, C++, Fortran, Cobol, Basic, ...

Programiranje in programski jeziki

  - sintaksa: pravila za pisanje programov (slovnica)
  - sintaktično pravilnost preverja prevajalnik
  - logične napake odkrijemo šele med izvajanjem

- Visokonivojski programski jeziki 4. generacije
  - nepostopkovni: opisati je treba, KAJ želimo dobiti kot rezultat, ne pa KAKO pridemo do njega
  - uporabni predvsem za reševanje specifičnih problemov
  - primeri: SQL, Prolog, Mantis

- Namen predmeta Programiranje I: spoznati osnove programiranja v enem izmed visokonivojskih programskih jezikov 3. generacije

Programski jezik Java

- Objektno usmerjen programski jezik 3. generacije
  - razvilo ga je podjetje Sun Microsystems
    - Java™ 2 Platform Standard Edition (J2SE™), verzija 5.0
    - http://java.sun.com/
  - splošno namenski programski jezik, uporaben za vse vrste aplikacij
  - J2SE ni samo programski jezik, ampak obsega tudi programske knjižnice in izvajalno okolje (JVM - Java Virtual Machine)
- Glavne prednosti Jave
  - objektna usmerjenost
  - neodvisnost od platforme
  - primernost za razvoj spletnih aplikacij
  - varnost
  - relativna enostavnost (v primerjavi s C++)

Programski jezik Java

- Razvojno okolje
  - potrebujemo razvojni komplet (JDK – Java Development Kit) in preprost urejevalnik besedil, npr. Notepad (Beležnica)
  - po namestitvi JDK znotraj izbrane mape dobimo več podmap
    - `bin` orodja JDK (npr. prevajalnik)
    - `demo` demonstracijski programi
    - `include` datoteke za povezavo z izvorno strojno kodo
    - `jre` izvajalno okolje
    - `lib` knjižnice
  - nastavitev sistemske poti do podmape `bin` (sistemska spremenljivka `PATH`)
  - nastavitev sistemske poti do podmap s prevedenimi programi (sistemska spremenljivka `CLASSPATH`)
- Kompleksna razvojna orodja
  - NetBeans, Eclipse, JBuilder, JDeveloper, JCreator itd.

Naš prvi program

```
public class Prvi{
   public static void main(String[] args){
      System.out.println("Nas prvi program");
   }
}
```

Program izpiše niz med obema dvojnima narekovajema.

Naš prvi program

- `public class Prvi`
  - deklarira razred z imenom `Prvi`
  - `public` je določilo za način dostopa (ang. access modifier)
    - dostop je možen iz vseh razredov
  - `class` je rezervirana beseda, ki označuje začetek deklaracije razreda
  - ime razreda določi programer v skladu z naslednjimi pravili
    - pričeti se mora s črko, podčrtajem ali znakom za dolar
    - vsebuje lahko črke, številke, podčrtaje in znake za dolar
    - ne sme biti enako nobeni izmed rezerviranih besed
    - ne sme biti `true`, `false` ali `null`
  - zgoraj našteta pravila veljajo za vsa imena v Javi
  - Java razlikuje med velikimi in malimi črkami
    - `Prvi` in `prvi` sta dve različni imeni

Naš prvi program

- priporočila za imena razredov
  - ime razreda naj se začne z veliko začetnico (npr. `Avtomobil`)
  - če je ime sestavljeno iz več besed, se vsaka beseda začne z veliko začetnico (npr. `RedniStudent`)
  - ne uporabljamo podčrtajev (ime `Redni_Student` je nezaželeno)

- `public static void main(String[] args)`
  - glava metode `main`
    - izvajanje vsakega programa se prične z metodo `main`, ki je obvezna
    - poleg metode `main` lahko program vsebuje še druge metode
  - `public` in `static` sta določili za način dostopa
    - `static` pomeni, da metoda lahko obstaja samostojno, ne da bi bila vezana na posamezne objekte nekega razreda
    - statične metode so v pomnilniku shranjene samo enkrat
    - vsi objekti uporabljajo isti "izvod" metode

Naš prvi program

- `void` je rezervirana beseda, ki pove, da metoda `main` ne vrne nobene vrednosti
- `(String[] args)` je deklaracija argumentov (parametrov)
  - argumenti so podatki, ki jih metoda potrebuje za svoje delo
  - navedemo jih ob klicu metode, npr. `sestej(5,10);` ali `sestej(a,b);`
  - tudi če metoda `main` ne potrebuje argumentov, morajo biti deklarirani
    - `String` pove, kakšnega tipa so argumenti: nizi znakov
    - `args` je skupno ime za vse argumente
  - oglata oklepaja označujeta, da argumenti tvorijo tabelo nizov

Naš prvi program

- `System.out.println("Nas prvi program");`
  - stavek, ki izpiše niz `"Nas prvi program"`
  - na koncu vsakega stavka je podpičje
  - niz je zaporedje znakov med dvema dvojnima narekovajema
  - `println` je ime metode za izpis
  - metoda `println` pripada objektu `out`, ki spada v razred `System`
  - tipična notacija za klicanje metod: <razred>.<objekt>.<metoda>
- Zaviti oklepaji `{ }`
  - označujejo začetek in konec posameznih stavčnih blokov
  - nastopajo vedno v parih
    - prvi par: začetek in konec deklaracije razreda `Prvi`
    - drugi par: začetek in konec deklaracije metode `main`

Naš prvi program

- Lepopisna pravila
  - v Javi ni posebnih pravil glede presledkov, zamikov, skokov v novo vrstico ipd.
  - zaradi boljše čitljivosti upoštevamo naslednja pravila:
    - začetni in končni oklepaj sta eden pod drugim
    - vsak blok zamaknemo desno za nekaj presledkov
    - vse stavke, ki pripadajo istemu bloku, pišemo enega pod drugim
- Komentarji
  - zaradi boljše dokumentacije programa
  - tri vrste komentarjev:
    - vrstični komentar: preostanek vrstice, ki sledi / /, je komentar
    - bločni komentar: tekst med /* in */
    - javadoc komentar: tekst med /** in */

Naš prvi program

- Zaključna ugotovitev
  - čeprav še ne razumemo v celoti pomena vseh sestavnih delov, smo spoznali lupino, ki predstavlja ogrodje vsakega programa

```
public class <ime razreda>
{
  public static void main(String[] args)
  {
    // stavki, ki naj se izvedejo
  }
}
```

Postopek priprave in izvajanja programa

- Program napišemo z urejevalnikom besedil, npr. Notepad
  - izvorni program moramo shraniti kot navadno besedilo
  - datoteka z izvornim programom mora imeti podaljšek `java`, npr. `Prvi.java`
- Program prevedemo z ukazom `javac Prvi.java`
  - obstajati mora pot do prevajalnika, npr. `path=c:\java\bin`
  - če se datoteka z izvornim programom nahaja v drugi mapi (poddirektoriju), moramo pred imenom datoteke navesti še pot, npr. `javac c:\mojiPrograms\Prvi.java`
  - program se prevede v vmesno kodo (ang. bytecode), ki je sestavljena iz množice virtualnih, od platforme neodvisnih ukazov
  - vmesna koda je shranjena na datoteki s podaljškom `class`, npr. `Prvi.class`

Postopek priprave in izvajanja programa

- Izvajanje programa sprožimo z ukazom `java Prvi`
  - virtualni ukazi se izvedejo na ti. virtualnem računalniku (JVM - Java Virtual Machine)
  - uporaba vmesne kode omogoča platformno neodvisnost, vendar upočasni izvajanje, ker je treba med izvajanjem interpretirati virtualne ukaze
- Napake
  - sintaktične napake odkrije prevajalnik
    - vmesna koda se generira šele, ko odpravimo vse sintaktične napake
  - logične napake se pojavijo med izvajanjem
    - kljub temu, da je program sintaktično pravilen, ne dela tako, kot smo si zamislili
  - postopnost pri razvoju omogoča sprotno odpravo napak

Osnovni podatkovni tipi

- Pojem podatkovnega tipa
  - zakaj je pomemben
- Osem osnovnih podatkovnih tipov
  - za tiste vrste podatkov, ki se najpogosteje uporabljajo
  - glavne značilnosti vsakega tipa
  - operacije, ki jih lahko izvajamo
- Deklaracije spremenljivk
  - podatki, ki jih obdelujemo, so shranjeni v spremenljivkah
  - uporabo vsake spremenljivke moramo prej napovedati: deklaracija

Osnovni podatkovni tipi

- Vsak podatek pripada točno določenemu tipu
- Tip podatka določa:
  - zalogo vrednosti, ki jih lahko podatek zavzame
  - operacije, ki jih lahko izvajamo nad podatkom
- V Javi imamo 8 osnovnih podatkovnih tipov
  - numerični tipi (za predstavitev števil):
    - za cela števila: `byte`, `short`, `int`, `long`
    - za realna števila: `float`, `double`
  - za logične vrednosti: `boolean`
  - za znake: `char`

Cela števila

- Tipi za predstavitev celih števil
  - vsako število je predstavljeno z ustrezno kombinacijo enic in ničel
  - če imamo na voljo *n* bitov, lahko zapišemo 2^n različnih števil
  - glavni problem: množica celih števil je omejena (čeprav je v matematiki neskončna)

tip	bitov	minimalna vrednost	maksimalna vrednost
byte	8	-128	127
short	16	-32768	32767
int	32	-2 147 483 648	2 147 483 647
long	64	-9 223 372 036 854 775 808	9 223 372 036 854 775 807

Cela števila

- Najpogostejše operacije

operator	opis	primer
+	seštevanje	32+3, rezultat je 35
-	odštevanje	32-3, rezultat je 29
*	množenje	32*3, rezultat je 96
/	deljenje	32/3, rezultat je 10
%	ostanek	32%3, rezultat je 2

- Pozor: rezultat celoštevilskih operacij je vedno tipa `int` ali `long`, četudi so operandi samo tipa `byte` ali `short`

Cela števila

- Posebne aritmetične operacije: bitni operatorji

operator	opis	primer za števili 27_{10} in 2_{10}
&	bitni IN	00011011 & 00000010 = 00000010 = 2_{10}
|	bitni ALI	00011011 | 00000010 = 00011011 = 27_{10}
^	ekskluzivni ALI	00011011 ^ 00000010 = 00011001 = 25_{10}
~	bitna negacija	~00011011 = 11100100 = -28_{10}
<<	bitni pomik v levo	00011011<<00000010 = 01101100 = 108
>>	pomik v desno s predznakom	00011011>>00000010 = 00000110 = 6_{10} 11100100>>00000010 = 11111001 = -7_{10}
>>>	pomik v desno z vstavljanjem ničel	00011011>>>00000010 = 00000110 = 6_{10} 11100100>>>00000010 = 1073741817_{10}

Realna števila

- Tipi za predstavitev realnih števil
  - predstavitev s pomično vejico (ang. floating point)
  - zapis vsakega števila je sestavljen iz treh delov
    - predznak: prvi bit
    - mantisa: za zapis decimalnih mest
    - karakteristika: za zapis eksponenta
  - primer: $135{,}698435 = 0{,}135698 * 10^3$
  - glavni problem: zaradi omejenega števila bitov za predstavitev mantise ni moč predstaviti vseh decimalk (zaokrožitvena napaka)

tip	bitov	minimalna abs. vrednost	maksimalna abs. vrednost	število točnih decimalnih mest
float	32	$1{,}4 * 10^{-45}$	$3{,}4 * 10^{38}$	6 do 7
double	64	$4{,}9 * 10^{-324}$	$1{,}8 * 10^{308}$	14 do 15

Realna števila

- Računanje z realnimi števili
  - na voljo so operatorji +, -, * in /
- Pretvorbe med numeričnimi tipi
  - pri seštevanju (odštevanju, množenju, deljenju) dveh števil istega tipa je tip rezultata enak tipu obeh podatkov
  - pri seštevanju (odštevanju, množenju, deljenju) dveh števil različnega tipa je tip rezultata enak višjemu izmed obeh tipov; pretvorba se izvrši avtomatsko
  - primer: če seštejemo števili tipa `int` in `float`, je rezultat tipa `float`
  - pretvorba iz višjega tipa v nižji se lahko izvrši na zahtevo programerja (ang. type casting)

Logične vrednosti

- Tip `boolean`
  - zavzame lahko samo dve vrednosti
    - `true` (resnično, da, 1)
    - `false` (neresnično, ne, 0)
- Nad podatki tipa `boolean` lahko izvajamo logične operacije
  - konjunkcija (logični IN, AND): `&&`
    - rezultat je `true`, če imata oba operanda vrednost `true`
  - disjunkcija (logični ALI, OR): `||`
    - rezultat je `true`, če ima vsaj eden od operandov vrednost `true`
  - negacija (NOT): `!`
    - če ima operand vrednost `true`, postane `false` in obratno

Logične vrednosti

- Kratkostično ovrednotenje konjunkcije in disjunkcije
  - recimo, da sta `p` in `q` dva pogoja, ki sta lahko izpolnjena ali ne
  - `p && q`: če ima `p` vrednost `false`, potem vrednosti `q` sploh ni treba izračunati, saj je rezultat v vsakem primeru `false`
  - `p || q`: če ima `p` vrednost `true`, potem vrednosti `q` ni treba izračunati, saj je rezultat v vsakem primeru `true`
  - prednosti kratkostičnega ovrednotenja
    - hitrejše izvajanje
    - enostavnejše programiranje: `if (x!=0 && y/x>10)`
- Polno ovrednotenje konjunkcije in disjunkcije
  - namesto operatorjev `&&` in `||` uporabimo `&` in `|`
  - operatorja `&` in `|` imata dva pomena
    - pri celih številih pomenita bitni IN oziroma ALI
    - pri logičnih vrednostih pomenita polno ovrednoten logični IN oziroma ALI

Logične vrednosti

- Rezultat, ki ga dobimo ob primerjanju dveh vrednosti je tipa `boolean`
- Primerjalni operatorji so prikazani v spodnji tabeli

operator	opis	primer za `true`	primer za `false`
<	manjše kot	5 < 7	7 < 5
>	večje kot	7 > 5	5 > 7
<=	manjše ali enako	5<=5	7<=5
>=	večje ali enako	7>=3	3>=7
==	enako	5==5	5==6
!=	ni enako	8!=6	5!=5

Znaki

- Tip `char`
  - služi za predstavitev posameznih znakov
  - znak zapišemo med enojnima narekovajema, npr. `'a'`, `'A'`, `'$'`, `':'`, `'?'`
  - neizpisljive znake zapišemo s pomočjo ubežnih sekvenc (ang. escape sequence)

ubežna sekvenca	opis	ubežna sekvenca	opis
`\t`	Tab	`\r`	Carriage return
`\n`	New line	`\"`	dvojni narekovaj
`\f`	Form feed	`\'`	enojni narekovaj

Znaki

- Interna predstavitev znakov
  - Java uporablja kodno shemo Unicode
  - v pomnilniku je vsak znak predstavljen s 16-bitno kodo
  - kodo lahko interpretiramo tudi kot celo število, sestavljeno iz 16 ničel in enic
  - primer: koda znaka A je 0000 0000 0100 0001 ali 0041_{16}
  - vsak znak lahko tako zapišemo na 2 načina:
    - med dvema enojnima narekovajema: `'A'`
    - z njegovo šestnajstiško kodo: `'\u0041'`
    - `\u` je ubežna sekvenca, ki "napove" numerično kodo
  - znake lahko primerjamo med sabo s primerjalnimi operatorji
- Pozor: nizi znakov so tipa `String`, posamezni znaki so tipa `char`

Deklaracije spremenljivk

- Spremenljivka: lokacija (celica) v pomnilniku, v kateri shranimo neko vrednost
- Vse spremenljivke morajo biti deklarirane
- Ob deklaraciji navedemo
  - tip spremenljivke
  - ime spremenljivke
  - začetno vrednost (neobvezno)
  - podpičje
- Primer
  - `int vsota;  // brez inicializacije`
  - `double produkt=234.5;  // z inicializacijo`

Stavki programskega jezika Java

- Prireditveni stavek
  - v spremenljivko shranimo neko vrednost
  - računanje izrazov in prioriteta operatorjev
- Izbirni stavki (`if` in `switch`, pogojni operator)
  - izbiramo med več različnimi možnostmi za nadaljevanje programa
- Ponavljalni stavki (`do..while`, `while`, `for`)
  - omogočajo, da se del programa večkrat ponovi
- Stavka `break` in `continue`
- Krajši zapis prireditvenih stavkov: `+=` `-=` `*=` `/=` `++` `--`
- Program za izpis možnih potez lovca na šahovnici

Prireditveni stavek

- Splošna oblika: *<ime spremenljivke>* = *<izraz>*;
- Izraz (ang. expression) je računska formula ali predpis, na podlagi katerega izračunamo neko vrednost. Ta vrednost se shrani v spremenljivko, ki je navedena na levi strani.
- Skladnost tipov: tip izraza se mora ujemati s tipom spremenljivke
- Izrazi z numeričnimi operandi različnih tipov
  - avtomatična pretvorba v tip najvišjega operanda
  - pretvorbo v nižji tip mora eksplicitno zahtevati programer (ang. type casting)

Izrazi z numeričnimi operandi različnih tipov

```
int a=10;
short b=5;
int rez1;
float rez2;
short rez3;
byte rez4,rez5;

rez1=a*b;              // 50 tipa int
rez2=a*b;              // 50.0 tipa float
rez3=(short)(a*b);     // 50 tipa short
rez4=(byte)(a*b);      // 50 tipa byte

// napaka zaradi prekoračitve obsega
rez5=(byte)(rez4*b); // -6 tipa byte
```

Prioriteta operatorjev

Prioriteta	Operatorji	Simboli
najvišja	unarni operatorji	`- ! ~`
	množenje, deljenje	`* / %`
	seštevanje, odštevanje	`+ -`
	pomik	`<< >> >>>`
	primerjanje	`> < >= <=`
	enakost, neenakost	`== !=`
	bitni IN	`&`
	bitni ekskluzivni ALI	`^`
	bitni ALI	`|`
	logični IN	`&&`
	logični ALI	`||`
	pogojni	`?:`
najnižja	prirejanje	`=`

Opomba: Manjkajo nekateri operatorji, ki jih nismo še spoznali

Izbirni stavki

- Omogočajo, da izmed več različnih zaporedij stavkov izberemo tisto, ki naj se izvede
  - stavek `if` oziroma `if … else`
  - stavek `switch`
  - pogojni operator `?:`
- Stavek `if`: izbira poteka na podlagi pogoja, ki ima lahko vrednost `true` ali `false`
- Ogledali si bomo 3 primere
  - izbira v primeru enega samega zaporedja stavkov
  - izbira med dvema zaporedjema (z dodatkom `else`)
  - izbira med več različnimi zaporedji (gnezdenje stavkov `if`)

Stavek `if`

- Izbira v primeru enega samega zaporedja stavkov

```
if (<pogoj>)
{
  // stavki, ki se izvršijo, če je <pogoj> true
}
```

- Izbira med dvema različnima zaporedjema stavkov

```
if (<pogoj>)
{
  // stavki, ki se izvršijo, če je <pogoj> true
}
else
{
  // stavki, ki se izvršijo, če je <pogoj> false
}
```

Stavek `if`

- Izbira med več različnimi zaporedji stavkov

```
if (<pogoj1>)
{
  // stavki, ki se izvršijo, če je <pogoj1> true
}
else if (<pogoj2>)
{
  // stavki, ki se izvršijo, če je <pogoj2> true
}
else
{
  // stavki, ki se izvršijo, če nobeden izmed
  // prej naštetih pogojev ni izpolnjen
}
```

Stavek `switch`

- Izbira poteka na podlagi vrednosti nekega izraza (spremenljivke)
  - izraz (spremenljivka) mora biti celoštevilski ali tipa `char`
  - vsako zaporedje stavkov "označimo" z eno izmed možnih vrednosti
  - izvede se tisto zaporedje, pri katerem se "oznaka" ujema z vrednostjo izraza
  - primeren je takrat:
    - kadar poteka izbira na podlagi vrednosti ene same celoštevilske ali znakovne spremenljivke
    - kadar je število različnih vrednosti omejeno

Primer uporabe stavka `switch`

```
switch (ocena)  // vsebuje oceno od 1 do 10
{
  case 6:
    System.out.println("zadostno");
    break;
  case 7:
    System.out.println("dobro");
    break;
  case 8:
    System.out.println("prav dobro");
    break;
  case 9:
    System.out.println("prav dobro");
    break;
  case 10:
    System.out.println("odlično");
    break;
  default:
    System.out.println("nezadostno");
}
```

Stavek switch

- Splošna oblika

```
switch (<izraz>)
{
  case <k1>:
    // zaporedje stavkov, ki ustreza vrednosti <k1>
    break;
  case <k2>:
    // zaporedje stavkov, ki ustreza vrednosti <k2>
    break;
  ...
  default:
    // zaporedje stavkov, ki se izvrši, če
    // vrednost izraza ne ustreza nobeni konstanti
}
```

Pogojni operator

- Pogojni operator (ang. conditional operator) omogoča izbiro med dvema izrazoma
  - splošna oblika: <*pogoj*> ? <*izraz1*> : <*izraz2*>
  - če je *pogoj* izpolnjen, vrne vrednost, ki jo določa *izraz1*, v nasprotnem primeru pa vrne vrednost, ki jo določa *izraz2*
- Primer

```
vecji = (a>b) ? a : b;
```

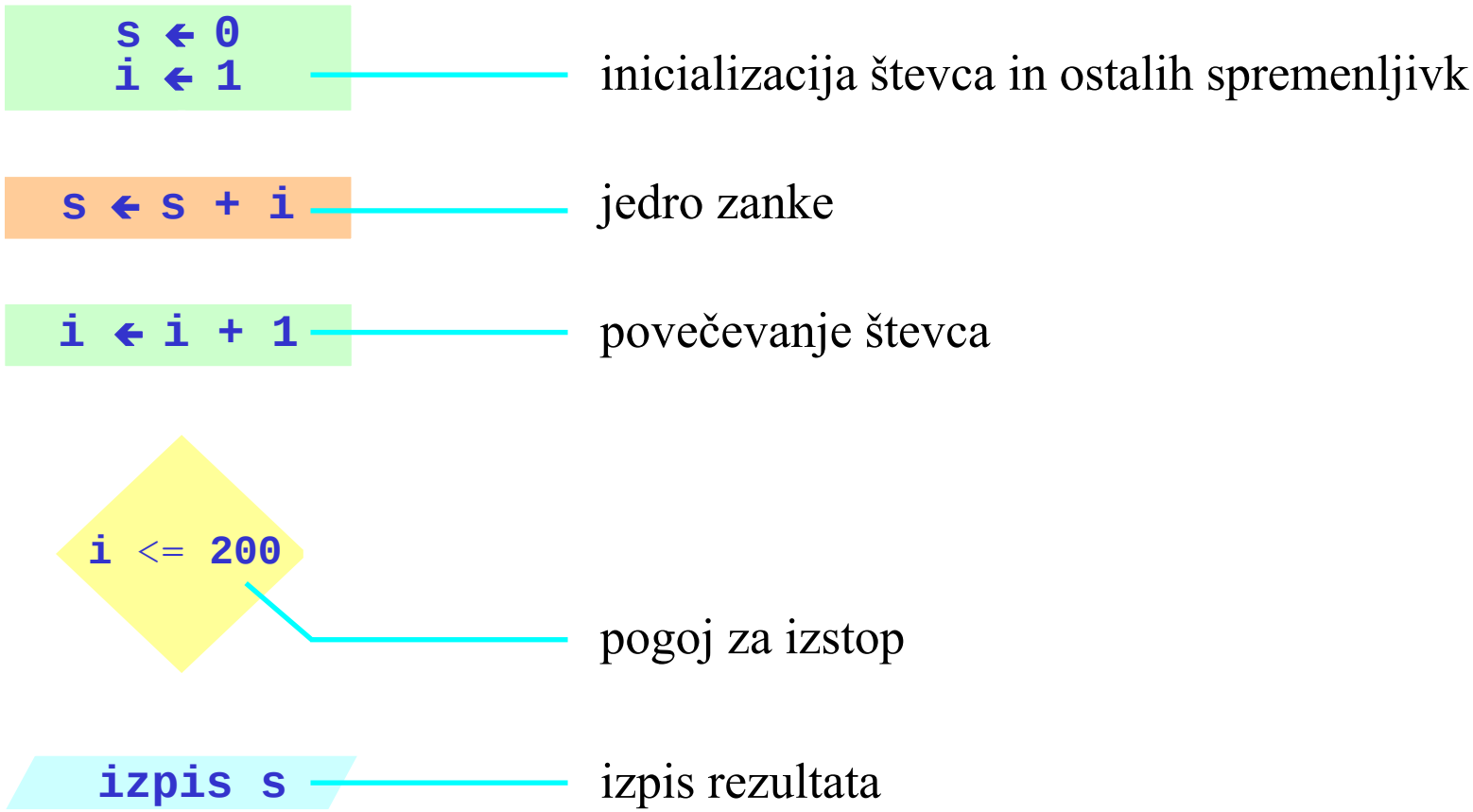
je isto kot

```
if (a>b)
  vecji=a;
else
  vecji=b;
```

Ponavljalni stavki

- S stavki za ponavljanje dosežemo, da se določeno zaporedje ukazov večkrat ponovi (zanka)
  - stavek `do ... while`
  - stavek `while`
  - stavek `for`
- Primer: izračun vsote $s = 1+2+3+4+...+200$
- Vsoto računamo v zanki
  - začetna vrednost vsote je 0, prvi člen je 1
  - ob vsakem prehodu skozi zanko prištejemo naslednji člen
  - posebna spremenljivka (števec) šteje, koliko členov smo že prišteli
  - s pomočjo števca zapišemo pogoj za izstop iz zanke

Diagram poteka za stavek `do ... while`



Rešitev s stavkom do ... while

```
public class Vsota1
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int s=0;    // začetna vrednost vsote
    int i=1;    // prvi člen, začetna vrednost števca
    do
    {
      s=s+i;    // prištevanje člena
      i=i+1;    // naslednji člen, povečanje števca
    } while (i<=200);
    System.out.println("Vsota je "+s);
  }
}
```

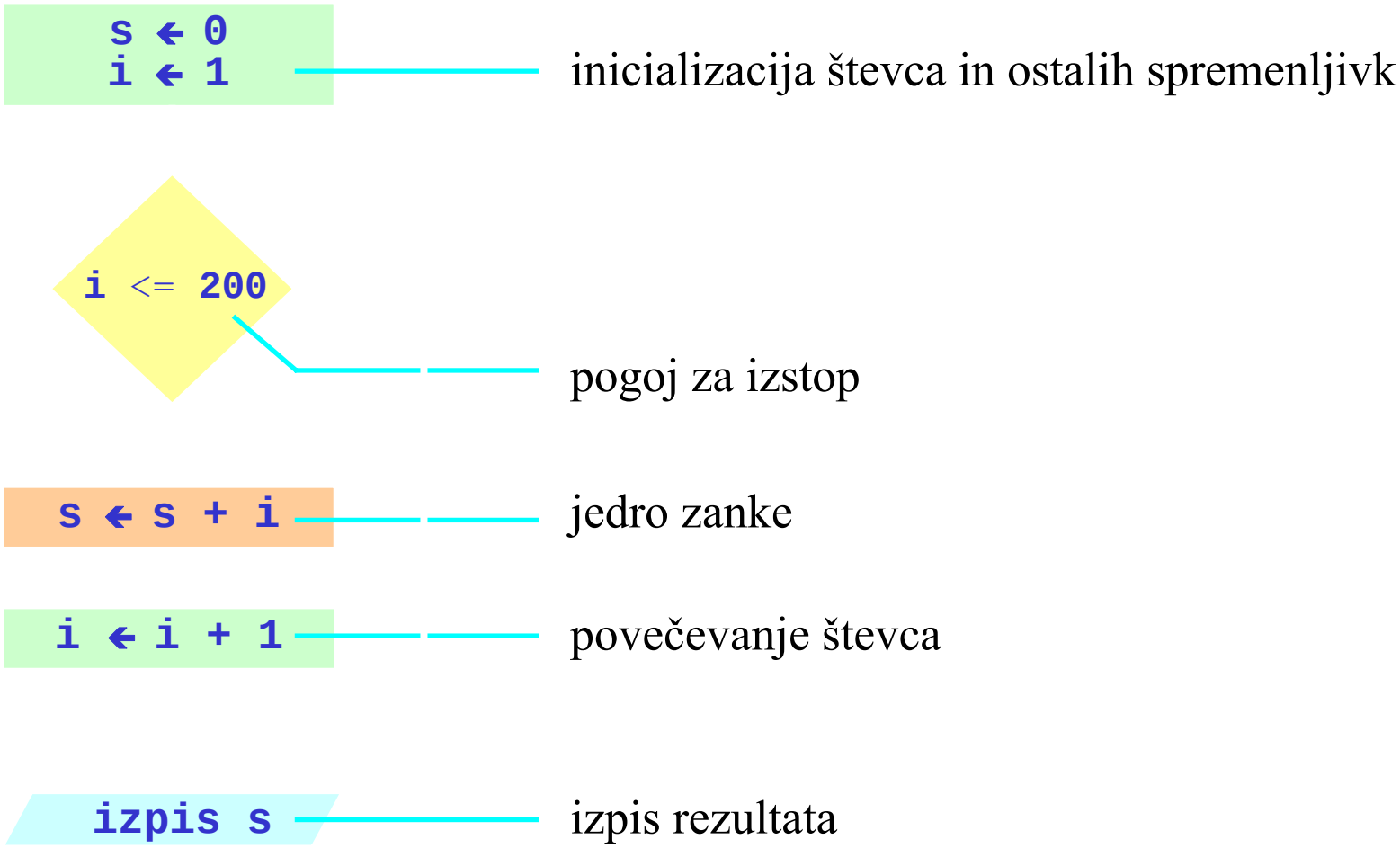
Stavek `do ... while`

- Splošna oblika

```
do
{
   // stavki, ki se ponavljajo
} while (<pogoj>)
```

- Pogoj za ponavljanje je na koncu
- Ponavljanje traja toliko časa, dokler je <*pogoj*> `true`
- Jedro zanke se izvrši vsaj enkrat

Diagram poteka za stavek `while`



Rešitev s stavkom `while`

```
public class Vsota2
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int s=0;    // začetna vrednost vsote
    int i=1;    // prvi člen, začetna vrednost števca
    while (i<=200)
    {
      s=s+i;    // prištevanje člena
      i=i+1;    // naslednji člen, povečanje števca
    }
    System.out.println("Vsota je "+s);
  }
}
```

Stavek `while`

- Splošna oblika

```
while (<pogoj>)
{
  // stavki, ki se ponavljajo
}
```

- Pogoj za ponavljanje je na začetku
- Ponavljanje traja toliko časa, dokler je <*pogoj*> `true`
- Možno je, da se jedro zanke ne izvrši niti enkrat

Stavek `for`

- Večina zank je številnih (ang. counted loop)
  - število iteracij je vnaprej znano
  - s pomočjo števca lahko zapišemo pogoj za ponavljanje
- Stavek `for` na enem mestu združuje
  - inicializacijo števca
  - pogoj za nadaljevanje/prekinitev ponavljanja
  - izraz, s katerim je določena nova vrednost števca po vsaki iteraciji
- Splošna oblika

```
for (<inicializacija števca>;<pogoj>;<povečevanje števca>)
{
  // stavki, ki se ponavljajo
}
```

Stavek `for`

- Potek izvajanja
  - najprej se izvrši inicializacija števca
  - nato se preveri pogoj za ponavljanje
  - če je pogoj izpolnjen, se izvrši jedro zanke
  - na koncu jedra se poveča/zmanjša števec
  - sledi ponovno preverjanje pogoja za ponavljanje itd.
- Stavek `for` se obnaša podobno kot stavek `while`
  - pogoj na začetku
  - možno je, da se jedro zanke ne izvrši niti enkrat
- Kadar število iteracij ni vnaprej znano, uporabljamo stavek `for` v kombinaciji s stavkom `break`

Rešitev s stavkom `for`

```
public class Vsota3
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int s=0;
    for (int i=1; i<=200; i=i+1)
    {
      s=s+i;   // prištevanje člena
    }
    System.out.println("Vsota je "+s);
  }
}
```

Stavka `break` in `continue`

- Stavek `break`
  - preskok preostalih izbir v stavku `switch`
  - predčasen izstop iz zanke

```
for ( ; ; )
{
  ...  // nekaj stavkov
  if (<pogoj>) break;
  ...  // še nekaj stavkov
}
```

  - predčasen izstop iz večjega števila vgnezdenih zank: uporaba oznake

```
izstop:
for ( ; ; )
  for ( ; ; )
  {
    ...  // nekaj stavkov
    if (<pogoj>) break izstop;
    ...  // še nekaj stavkov
  }
```

Stavka `break` in `continue`

- Stavek `continue`
  - preskok preostalih stavkov v jedru zanke
  - še vedno ostanemo v zanki

```
for ( ; ; )
{
  ...  // nekaj stavkov
  if (<pogoj>) continue;
  ...  // še nekaj stavkov
}
```

Uporaba bližnjic v prireditvenih stavkih

- Pogosto srečamo prireditvene stavke naslednje oblike
  - `s=s+i;`
  - `i=i+1;`
- Za gornja stavka obstaja krajši zapis (ang. shortcut)
  - `s+=i;`
  - `i+=1;`
  - operator `+=` združuje operaciji seštevanja in prirejanja vrednosti
- Podobne bližnjice so definirane tudi za ostale aritmetične operacije
  - `s-=i;` je isto kot `s=s-i;`
  - `s*=i;` je isto kot `s=s*i;`
  - `s/=i;` je isto kot `s=s/i;`

Uporaba bližnjic v prireditvenih stavkih

- Za prištevanje in odštevanje enice lahko uporabljamo unarna operatorja ++ in --
  - `i++;` je isto kot `i+=1;` ali `i=i+1;`
  - `i--;` je isto kot `i-=1;` ali `i=i-1;`
- Operatorja `++` in `--` lahko uporabljamo v prefiksni ali postfiksni obliki
  - prefiksna oblika `++i`: vrednost `i` se najprej poveča, šele nato uporabi

    ```
    b=4; c=++b;     // c dobi vrednost 5
    ```
  - postfiksna oblika `i++`: vrednost i se najprej uporabi, šele nato poveča

    ```
    b=4; c=b++;     // c dobi vrednost 4
    ```
  - v obeh gornjih primerih dobi `b` vrednost 5

Možne poteze lovca na šahovnici

- Recimo, da se lovec nahaja v tretji vrstici in drugi koloni šahovnice
- Napisati želimo program, ki bo izpisal vse možne poteze v naslednji obliki

```
BCB*BCBC
*B*BCBCB
B*BCBCBC
*B*BCBCB
BCB*BCBC
CBCB*BCB
BCBCB*BC
CBCBCB*B
```

```
B – belo polje
C – črno polje
* – možna poteza
```

Možne poteze lovca na šahovnici

- Program bomo razvijali postopoma
  - začetni položaj določata spremenljivki `zacVrstica` in `zacKolona`
  - izpis šahovnice poteka v zanki: ob vsakem prehodu izpišemo eno vrstico
  - tudi izpis vrstice poteka v zanki: ob vsakem prehodu izpišemo eno polje

```
int zacVrstica=3, zacKolona=2;
int v,k;
for (v=1; v<=8; ++v)
{
   for (k=1; k<=8; ++k)
      izpiši polje;
   System.out.println();
}
```

Možne poteze lovca na šahovnici

- Izpis polja: stavek `if`, v katerem izbiramo med 3 možnostmi
  - če je poteza možna, izpišemo zvezdico
  - če je polje belo, izpišemo črko B
  - v ostalih primerih izpišemo črko C

```
if ((v-k==zacVrstica-zacKolona) ||
     (v+k==zacVrstica+zacKolona))
  System.out.print("*");
else if ((v+k)%2==0)
  System.out.print("B");
else
  System.out.print("C");
```

Metode

- Kaj so metode, zakaj jih uporabljamo, kako jih deklariramo
- Primeri metod
  - metoda brez argumentov
  - metoda z argumenti (parametri)
    - vloga parametrov, formalni in dejanski parametri
    - klicanje metod
    - prenos parametrov
  - metode, ki vračajo vrednost
- Rekurzija: metoda kliče samo sebe
  - izračun n-tega Fibonaccijevega števila
  - primerjava rekurzivne in iterativne rešitve
- Zgledi: perfektna števila, izračun vsote številske vrste
- Oblikovanje izpisa in branje podatkov

Metode

- Zaporedje stavkov, ki ima svoje ime
  - ime omogoča, da to zaporedje pokličemo z različnih mest v programu
- Uporaba
  - ko se isto zaporedje stavkov ponovi na več različnih mestih
  - ko je treba sprogramirati nek zaokrožen (pod)problem
  - ko je treba sprogramirati operacijo, ki jo izvaja nek objekt
- Dve vrsti metod
  - metode, ki ne vračajo vrednosti (procedure)
    - poudarek je na postopku
    - klic take metode je samostojen stavek
  - metode, ki vračajo vrednost (funkcije)
    - poudarek je na vrednosti
    - klic take metode je sestavni del izraza
    - v Javi je lahko klic funkcije tudi samostojen stavek

Metode

- Deklaracija metode
  - glava metode: prva vrstica, s katero damo metodi ime
  - odprt zaviti oklepaj
  - telo metode: stavki, vključno z deklaracijami lokalnih spremenljivk
  - zaprt zaviti oklepaj
- Glava metode
  - določila za način dostopa (ang. access modifiers)
    - zaenkrat `public static`
  - tip rezultata
  - ime metode
  - seznam argumentov (med dvema okroglima oklepajema)
    - lahko je prazen
    - za vsak argument navedemo njegov tip in ime
    - argumenti so med seboj ločeni z vejicami

Primer metode brez argumentov

- **Metoda za izpis naslova fakultete**

```
public static void naslov()
{
  System.out.print("Fakulteta za racunalnistvo");
  System.out.println("in informatiko");
  System.out.println();
  System.out.println("Trzaska 25");
  System.out.println("1000 Ljubljana");
}
```

- **Izpiše**

```
Fakulteta za racunalnistvo in informatiko

Trzaska 25
1000 Ljubljana
```

Argumenti (Parametri)

- Z argumenti posredujemo metodam podatke, ki jih le-te potrebujejo za svoje delo
  - primer 1: metoda za rezervacijo mize v restavraciji
    - smiselni argumenti: datum, ura, število oseb
    - posledica: z isto metodo lahko izvršimo katerokoli rezervacijo
  - primer 2: izračun obresti pri enoletni vezavi
    - smiselna argumenta: glavnica, obrestna mera (v %)
    - posledica: z isto metodo lahko izračunamo obresti za poljubno glavnico in poljubno obrestno mero
- Formalni in dejanski parametri
  - formalni parametri: parametri, ki jih navedemo ob deklaraciji
  - služijo samo za opis postopka
  - postopek se v resnici izvrši nad dejanskimi parametri (argumenti)
  - dejanske parametre navedemo ob klicu metode

Primer metode z dvema argumentoma

- Izračun stanja po enoletni vezavi sredstev

```
public static void poEnemLetu
   (double glavnica, double obrMera)
{
   double novoStanje;
   novoStanje=glavnica+glavnica*obrMera/100;
   System.out.println("Po enem letu dobimo "
     +novoStanje);
}
```

- Klic metode `poEnemLetu`
  - `poEnemLetu(100000,9.5);`
  - `double gl=100000.0, obr=9.5;`
    `poEnemLetu(gl,obr);`

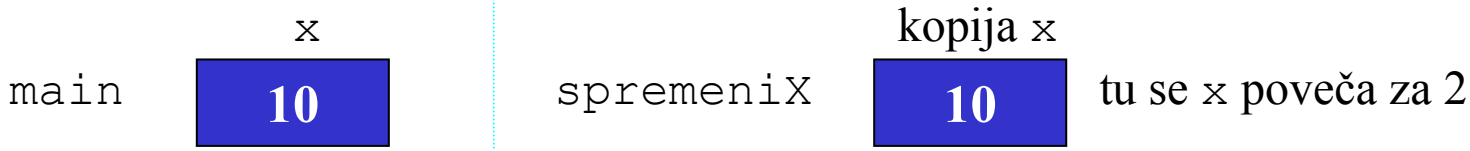
Klicanje metod

- Ob klicu metode navedemo
  - ime metode
    - za metode iz drugih razredov je treba navesti tudi ime razreda
  - dejanske parametre (v oklepaju)
- Formalni in dejanski parametri se morajo ujemati v
  - tipu
  - številu
  - vrstnem redu (istoležni parametri se zamenjajo)
- Dejanski parameter je lahko
  - konstanta
  - spremenljivka
  - izraz
- Navadne spremenljivke se prenašajo po vrednosti, objekti pa po referenci

Prenos parametrov po vrednosti

- Metoda dobi kopijo dejanskega parametra

```
public class PrenosPoVrednosti
{
  public static void main(String[] args)
  {
    int x=10;
    spremeniX(x);
    System.out.println(x);  // izpiše 10
  }
  public static void spremeniX(int x)
  {
    x+=2;
    System.out.println(x);  // izpiše 12
  }
}
```



Metode, ki vračajo vrednost (Funkcije)

- Metoda lahko vrne vrednost kakršnegakoli tipa
  - enostavnega tipa
  - tipa razred
- Deklaracija metode, ki vrača vrednost
  - v glavi mora biti naveden tip rezultata
  - v telesu mora biti prisoten stavek `return`
- Stavek `return`
  - določa vrednost, ki naj jo metoda vrne
  - običajno zadnji stavek v metodi
  - splošna oblika: `return` <*izraz*>

Primer metode, ki vrača vrednost

- Izračun stanja po enoletni vezavi sredstev

```
public static double
   (double glavnica, double obrMera)
{
   double novoStanje;
   novoStanje=glavnica+glavnica*obrMera/100
   return novoStanje; // namesto izpisa vrne vrednost
}
```

- Klic metode `poEnemLetu`
  - `ns=poEnemLetu(100000,9.5);`
  - `double gl=100000.0, obr=9.5;`
    `System.out.print("Novo stanje:"+ poEnemLetu(gl,obr));`

Rekurzija

- O rekurziji govorimo takrat, kadar metoda kliče samo sebe
  - uporaba rekurzije je smiselna takrat, kadar je problem definiran rekurzivno
  - primer: izračun *n*-tega Fibonaccijevega števila

$$fib_n = fib_{n-1} + fib_{n-2} \qquad n>1$$
$$fib_0 = 0, fib_1 = 1$$

```
public static int fib(int n)
{
  if (n<=1)
    return n;
  else
    return fib(n-1)+fib(n-2);
}
```

Rekurzija

- Rekurzija in iteracija
  - vsako rekurzivno metodo lahko pretvorimo v iterativno
  - če je iterativna rešitev preprosta, damo prednost iteraciji pred rekurzijo
    - iterativna rešitev zagotavlja boljše performanse
    - vsak rekurziven klic povzroči nekaj dodatnega dela zaradi dodeljevanja pomnilniškega prostora za lokalne spremenljivke in zamenjave formalnih parametrov z dejanskimi
  - če je iterativna rešitev kompliciran, lahko algoritme, ki so po svoji naravi rekurzivni, izrazimo z rekurzivnimi metodami
    - hanojski stolpiči
    - operacije nad drevesnimi strukturami

Rekurzija

- Iterativna rešitev za Fibonaccijeva števila

```
public static int fibIte(int n)
{
  int x=1,y=0;  // zadnje in predzadnje Fib.št.
  int z;
  for (int i=2; i<=n; ++i)
  {
    z=x;    // začasno shranimo zadnje Fib. št.
    x=x+y; // naslednje Fibonaccijevo število
    y=z;    // prejšnje Fibonaccijevo število
  }
  return x;
}
```

Računanje vsote številskih vrst

- Funkcijo sinus lahko aproksimiramo z vsoto številske vrste

$$s = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \ldots + \frac{(-1)^i * x^{2i+1}}{(2i+1)!}$$

  - vsoto računamo v zanki, ob vsakem prehodu prištejemo en člen

```
določi začetno vrednost člena in vsote;
while (ni še dosežena predpisana natančnost)
{
   izračunaj naslednji člen;
   prištej vsoti naslednji člen;
}
return vsota;
```

  - naslednji člen izračunamo iz prejšnjega člena

```
k+=2;
clen=-clen*x*x/(k*(k-1));
```

  - začetna vrednost člena in pomožne spremenljivke `k`

Računanje vsote številskih vrst

- določitev začetnih vrednosti: prvi člen upoštevamo v inicializaciji

```
double clen=x, vsota=clen;
int k=1;
```

- preverjanje dosežene natančnosti
  - s prištevanjem členov prenehamo, ko absolutna vrednost člena postane manjša od 10^{-5}
  - funkcijo, ki vrne absolutno vrednost, dobimo v razredu `Math`

```
double clen=x, vsota=clen;
int k=1;
while (Math.abs(clen)>=1e-5)
{
  k+=2;
  clen=-clen*x*x/(k*(k-1));
  vsota+=clen;
}
return vsota;
```

Formatiranje izpisa

- Metoda `printf`, dodana v verziji 1.5 (razred `PrintWriter`)
  - splošna oblika: `printf(format,args)`
    - `format` je niz, v katerem je za vsak argument posebej določena oblika izpisa
    - `args` je seznam vrednosti, ki naj se izpišejo
  - specifikacija izpisa za numerične vrednosti in znake:

    `%[argument_index$][flags][width][.precision]conversion`
    - `argument_index`: zaporedna številka argumenta
    - `flags`: znaki, ki podrobneje določajo posebnosti izbranega formata (npr. leva poravnava, obvezen izpis predznaka, izpis negativnih števil v oklepaju ipd.)
    - `width`: skupno število mest, vključno z decimalkami in eksponentom
    - `precision`: število decimalk
    - `conversion`: znak, ki dejansko določa obliko izpisa
  - najpogosteje uporabljene oblike izpisa za števila
    - `d` : izpis celih števil v desetiškem sistemu
    - `f` : izpis realnih števil v obliki s fiksno vejico
    - `e` ali `E` : izpis realnih števil v eksponentni obliki

Branje podatkov

- Metode, v katerih beremo podatke, morajo imeti v glavi `throws Exception`

```
public static void main(String[] args) throws
  Exception
```

- Metoda `System.in.read()`
  - vrne vrednost tipa `int`, ki predstavlja kodo vtipkanega znaka
    - npr. črki A ustreza koda 41_{16} oziroma 65_{10}
  - to vrednost lahko pretvorimo v tip `char`
  - primer:

```
char vtipkanZnak;
vtipkanZnak=(char)System.in.read()
```

  - števila in nize dobimo tako, da v zanki beremo znake in jih sestavimo v število oziroma niz

Branje podatkov

- Razred `BranjePodatkov`
  - metoda za branje celih števil: `preberiInt()`
  - metoda za branje realnih števil: `preberiDouble()`
  - metoda za branje nizov: `preberiString()`
- Primer uporabe

```
int  st;
String bes;
double re;

st = BranjePodatkov.preberiInt();
bes = BranjePodatkov.preberiString();
re = BranjePodatkov.preberiDouble();
```

Razredi in objekti

- Osnovni koncepti OOP: razred, objekt, atribut, metoda
- Programiranje razredov
  - deklaracije atributov
  - deklaracije metod
  - deklaracije konstruktorjev
- Kreiranje objektov
  - operator `new`: generira objekt med izvajanjem programa
  - predstavitev objekta v pomnilniku
- Pisanje konstruktorjev
  - večkratno definirane metode

Osnovni koncepti OOP

- Programske komponente so objekti (ang. objects), ki so podobni objektom iz realnega sveta.
- Vsi objekti iste vrste tvorijo razred (ang. class)
- Primer 1:
  - razred `Avtomobil` združuje vse avtomobile
  - moj avto je objekt, ki spada v razred `Avtomobil`
- Primer 2:
  - razred `Pes` predstavlja vse pse
  - psica `Lajka` je eden izmed objektov, ki sestavljajo razred `Pes`
- Vsak objekt je konkreten primerek (ang. instance) nekega razreda

Osnovni koncepti OOP

- Vsak objekt vsebuje atribute (ang. attributes) in metode (ang. methods)
  - z atributi so opisane lastnosti in trenutno stanje nekega objekta
  - z metodami so določene operacije, ki jih ta objekt lahko izvaja
- Primer za objekt, ki spada v razred `Avtomobil`
  - atributi: znamka, model, leto izdelave, barva, prostornina motorja, ali trenutno vozi, s kakšno hitrostjo, v kateri prestavi
  - metode: vožnja naprej, vožnja nazaj, polnjenje rezervoarja, pranje avtomobila, ugotavljanje trenutnega stanja (npr. trenutna hitrost, količina goriva v rezervoarju ipd.)
- Vsi objekti nekega razreda imajo iste atribute, toda drugačne vrednosti atributov

Osnovni koncepti OOP

- Razlika med razredom in objektom je kot razlika med abstraktnim in konkretnim
  - razred je abstrakten opis atributov in metod
  - objekt je konkreten primerek nekega razreda s točno določenimi vrednostmi atributov in točno določenimi metodami
- Enkapsulacija (ang. encapsulation)
  - atributi in metode so vgrajeni v objekt tako, da se le-ta obnaša navzven kot "črna škatla"
  - za uporabnika ni pomembno, kako so realizirane posamezne metode, ampak zadostuje, da pozna vmesnik (ang. interface)
  - primer: za natakanje goriva ni treba vedeti, kje je rezervoar; zadostuje, da vemo, kje je odprtina

Kreiranje razredov

- Deklaracija razreda
  - glava razreda (ang. class header)
  - deklaracije atributov
  - deklaracije metod
  - deklaracije konstruktorjev
- Glava razreda
  - določilo za način dostopa (ang. access modifier)
    - neobvezno
    - največkrat `public`, možno še `private`, `final` ali `abstract`
  - rezervirana beseda `class`
  - ime razreda (določi programer)

Kreiranje razredov

- Deklaracije atributov
  - atribute običajno deklariramo kot spremenljivke, ki so lokalne razredu, zato uporabimo dostopno določilo `private`
  - z določilom `private` dosežemo, da se razred oziroma njegovi objekti obnašajo kot "črne škatle"
    - atributi niso vidni navzven, ampak so dostopni samo preko metod, ki so deklarirane v razredu
    - posledica: potrebujemo metode, ki vpisujejo vrednosti atributov v posamezne objekte oziroma vračajo vrednosti atributov določenega objekta
  - koncept skrivanja informacij (ang. information hiding) je zelo pomemben koncept objektno usmerjenega programiranja
    - onemogoča, da bi kdo od zunaj neposredno posegal v stanje objekta

Kreiranje razredov

- Primer deklaracije atributov za razred `Delavec`

```
public class Delavec
{
  private int matStev;
  private String priimek;
  private String ime;
  private int stUr;
}
```

- Deklaracije metod
  - metode običajno deklariramo kot `public`
  - dostopno določilo `static` izpustimo
    - statične metode so v pomnilniku shranjene samo enkrat
    - statične metode ne morejo posegati v atribute posameznih objektov
    - lahko se kličejo tudi takrat, ko ne obstaja noben objekt

Kreiranje razredov

- Primer deklaracije metod za razred `Delavec`
  - zaradi skrivanja informacij potrebujemo metode za vpis in branje vrednosti posameznih atributov:

```
vpisiMatSt(int st)          vrniMatSt()
vpisiPriimek(String p)      vrniPriimek()
vpisiIme(String i)          vrniIme()
vpisiStUr(int u)            vrniStUr()
```

  - dodamo še druge metode, odvisno od problema, ki ga želimo sprogramirati, npr.

```
izracunajBrutoOD(int cenaUre)
izpisiVse()
```

Kreiranje objektov

- Deklaracija razreda ne kreira nobenega objekta, ampak predstavlja samo abstrakten opis strukture objektov
- Kreiranje objektov poteka v dveh korakih
  - najprej moramo objekt deklarirati (podobno kot spremenljivko)
  - nato objekt generiramo s pomočjo opratorja `new` in posebne metode, ki ji rečemo konstruktor (ang. constructor method)
- Primer: kreiranje objekta `d`, ki spada v razred `Delavec`

```
Delavec d;          // deklaracija objekta
d=new Delavec();    // generiranje objekta
```

- Oba koraka lahko združimo

```
Delavec d=new Delavec();
```

Kreiranje objektov

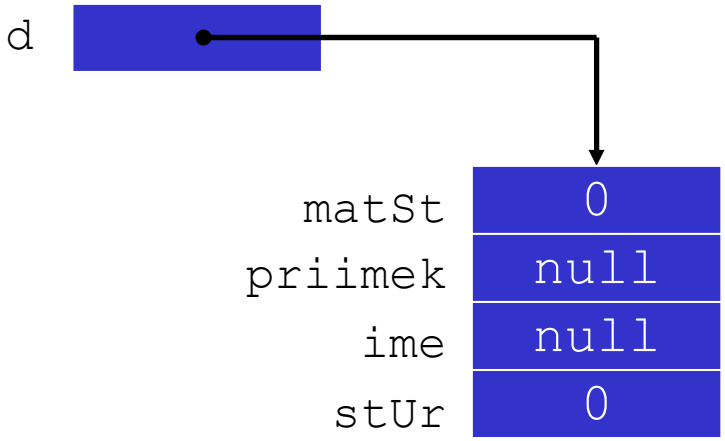
- Operator `new`
  - dodeli prostor za objekt
  - spremenljivka `d` dobi naslov tiste lokacije v pomnilniku, kjer se nahaja objekt
  - `d=new Delavec();` je prireditveni stavek, ki vpiše naslov objekta v spremenljivko `d`
- Razlika v primerjavi z navadnimi spremenljivkami
  - za navadne spremenljivke se prostor dodeli že med prevajanjem (ob deklaraciji), za objekte pa šele ob klicu konstruktorja
  - navadne spremenljivke hranijo vrednost (tj. nek podatek), imena objektov pa vsebujejo naslove
  - razlikovati moramo med vrednostjo spremenljivke (naslovom) in vrednostjo objekta

Kreiranje objektov

- Predstavitev objekta v pomnilniku

```
Delavec d;
```


```
d=new Delavec();
```




```
int x;
```


```
x=19;
```

Kreiranje objektov

- Sklicevanje na atribute objekta
  - navedemo ime objekta, piko in ime atributa
  - primeri za objekt `d` tipa `Delavec`:

```
d.matSt
d.priimek
d.ime
d.stUr
```

- Uporaba metod, ki pripadajo objektu (ang. instance methods)
  - metode nekega objekta pokličemo tako, da navedemo
    - ime objekta
    - piko
    - ime metode
    - dejanske parametre (v oklepaju)
  - primer za objekt `d` tipa `Delavec`: `d.vpisiIme("Janez");`

Konstruktorji

- Konstruktor
  - metoda, ki se izvede ob kreiranju objekta
  - ime konstruktorja je enako imenu razreda
  - v Javi je konstruktor avtomatsko na razpolago
  - programer lahko napiše svoj lasten konstruktor (ali celo več konstruktorjev)
  - konstruktor lahko pokličemo samo z operatorjem `new`
- Standarden konstruktor nastavi začetne vrednosti atributov
  - numerični atributi dobijo vrednost 0
  - atributi tipa `char` dobijo vrednost Unicode `'\u0000'`
  - atributi tipa `boolean` dobijo vrednost `false`
  - atributi objektnega tipa dobijo vrednost `null`

Konstruktorji

- Namesto standardnega konstruktorja lahko napišemo svojega
  - vzpostavimo lahko drugačne začetne vrednosti atributov
  - ob kreiranju objekta lahko izvršimo še druge naloge
  - konstruktorju lahko dodamo svoje argumente
  - standarden konstruktor ni več na razpolago
- Primer lastnega konstruktorja za objekte tipa `Delavec`
  - ob generiranju objekta se vzpostavijo prave vrednosti atributov matična številka, priimek in ime
  - število ur se vnaša naknadno s pomočjo metode `vpisiStUr`

```
Delavec(int ms, String p, String i)
{
  matStev=ms;
  priimek=p;
  ime=i;
}
```

Večkratno definiranje metod (ang. overloading)

- Deklariramo več metod z enakim imenom, a drugačnimi parametri
  - iz klica metode je razvidno, katera metoda se bo v resnici izvedla
  - izvede se tista metoda, pri kateri se dejanski parametri ujemajo s formalnimi
- Primer: metoda za izračun obresti

```
public static double obresti(double g, double om)
{
  return g*om;
}
public static double obresti(double g, int om)
{
  return g*om/100;
}
```

  - Ob klicu `obresti(1000.,0.08)` se izvede prva, ob klicu `obresti(1000.,8)` pa druga metoda

Večkratno definiranje metod (ang. overloading)

- Večkratno definiranje konstruktorjev
  - omogoča, da inicializiramo objekt na različne načine
- Primer: kreiranje objektov tipa `Delavec`
  - konstruktor `Delavec()` inicializira objekt tako, da vsebuje matično številko 9999
  - konstruktor `Delavec(int ms)` inicializira objekt tako, da vsebuje matično številko `ms`
  - konstruktor `Delavec(int ms, String p, String i)` inicializira objekt tako, da vsebuje matično številko, priimek in ime, ki so posredovani z argumenti `ms`, `p` in `i`

Organizacija programa in dostopnost deklaracij

- Območje veljavnosti deklaracij spremenljivk
  - lokalne in globalne spremenljivke
- Dostopno določilo `static`
  - spremenljivke objekta in spremenljivke razreda
  - metode objekta in metode razreda
  - referenca `this` v metodah objekta
- Dostopno določilo `final`
- Dostopna določila `public`, `private` in `protected`
- Uporaba vnaprej deklariranih razredov
  - `Math`
  - `Character`

Območje veljavnosti deklaracij spremenljivk

- Deklaracija spremenljivke velja
  - od mesta, kjer je bila spremenljivka deklarirana
  - do konca bloka, v katerem smo jo deklarirali
- Primer: gnezdenje blokov

```
{ // zunanji blok
  int spr1=10;
  ...
  {  // notranji blok
     int spr2=20;
     ...  // obstajata spr1 in spr2
     int spr1=34;  // napaka
  }
  // spr1 še vedno obstaja, spr2 pa ne
  ...
}
```

Lokalne in globalne spremenljivke

- Globalne spremenljivke
  - deklarirane so na ravni razreda
  - dostopne so vsem metodam v razredu
- Lokalne spremenljivke
  - deklarirane so znotraj posameznih metod
  - dostopne so samo v metodi, kjer so deklarirane
- Globalne spremenljivke so lahko statične ali vezane na posamezne objekte, odvisno od dostopnega določila `static`
  - statične spremenljivke: obstaja ena sama spremenljivka za celoten razred, zato jim rečemo tudi spremenljivke razreda (ang. class variables)
  - spremenljivke objekta: vsakemu objektu pripada svoja spremenljivka, ki vsebuje vrednost atributa tistega objekta (ang. instance variables)

Lokalne in globalne spremenljivke

- Primer: Razred, ki opisuje zgradbo objektov

```
public class Primer1
{
  private double atr1;      // vsak objekt ima 2 atributa, ki sta globalni
  private int atr2;         // spremenljivki, dostopni v celem razredu
  public void metoda1()
  {
    int spr3=1;             // lokalni spremenljivki,
    int spr4=25;            // dostopni v metodi metoda1()
    // obstajajo atr1, atr2, spr3 in spr4
  }
  public int metoda2()
  {
    double spr5=500.0;      // lokalna spremenljivka
    // obstajajo atr1, atr2=10 in spr5
  }
}
```

Lokalne in globalne spremenljivke

- Primer: Razred, ki predstavlja aplikacijo

```
public class Primer2
{
  static double spr1=2.5;   // globalni spremenljivki,
  static int spr2=10;       // dostopni v celem razredu
  public static void main(String[] args)
  {
    int spr3=1;             // lokalni spremenljivki,
    int spr2=25;            // dostopni v metodi main()
    // obstajajo spr1=2.5, spr2=25 in spr3=1
  }
  public static void xy()
  {
    double spr4=500.0;      // lokalna spremenljivka
    // obstajajo spr1=2.5, spr2=10 in spr4=500.0
  }
}
```

Statične spremenljivke in spremenljivke objekta

- Statične spremenljivke (ang. class variables)
  - tipične so za razrede, ki predstavljajo aplikacije, vendar lahko nastopajo tudi v razredih, ki opisujejo zgradbo objektov
  - deklarirane so z rezervirano besedo `static`
  - obstaja samo ena kopija spremenljivke
  - to kopijo uporabljajo vse metode in vsi objekti
  - spremenljivka obstaja tudi v primeru, ko nismo kreirali nobenega objekta
  - sprememba vrednosti je dostopna vsem objektom in metodam v razredu
- Spremenljivke objekta (ang. instance variables)
  - nastopajo v razredih, ki opisujejo zgradbo objektov
  - pri deklaraciji ne smemo uporabiti dostopnega določila `static`
  - vsak objekt ima svojo kopijo spremenljivke (tj. svojo vrednost atributa)
  - sprememba vrednosti se odraža samo znotraj objekta

Statične metode in metode objekta

- Dostopno določilo `static` pri metodah
  - statične metode ali metode razreda (ang. class methods)
  - metode objekta (ang. instance methods)
- Statične metode
  - tipične so za razrede, ki predstavljajo aplikacije, in razrede, ki služijo kot knjižnice podprogramov (npr. razred `Math`)
  - deklariramo jih z dostopnim določilom `static`
  - v pomnilniku so shranjene samo enkrat
  - niso vezane na posamezne objekte, ampak so skupne za celoten razred
  - uporabljamo jih tudi takrat, ko ne obstaja noben objekt
  - ne morejo posegati v atribute posameznih objektov
  - metoda `main()` mora biti obvezno statična
  - če deklariramo statično metodo v razredu, ki je namenjen generiranju objektov, potem je ta skupna (tj. enaka) za vse objekte

Metode razreda in metode objekta

- Metode objekta
  - vezane so na posamezne objekte (tj. primerke nekega razreda)
    - predstavljamo si lahko, da ima vsak objekt svoje metode
    - v resnici so tudi metode, ki pripadajo objektom istega tipa, shranjene v pomnilniku samo enkrat; s posebnim mehanizmom dosežemo, da se izvede prava metoda (dinamično povezovanje)
  - tipične so za razrede, ki so namenjeni generiranju objektov
  - omogočajo dostop do posameznih atributov v objektu
  - pri njihovi deklaraciji ne smemo uporabiti dostopnega določila `static`
  - ob klicu metode objekta je treba obvezno navesti tudi ime objekta, ki mu metoda pripada

    <ime objekta> . <ime metode> (*<dejanski parametri>*)

    <ime razreda> . <ime objekta> . <ime metode> (*<dejanski parametri>*)

Referenca `this`

- Implicitno prisotna v vsaki metodi objekta
  - predstavlja naslov objekta, na katerega se nanaša klic metode
  - ta naslov omogoča, da dostopamo do spremenljivk pravega objekta
  - pred vsakim sklicevanjem na spremenljivko objekta dejansko stoji referenca `this`
  - referenco `this` avtomatsko vstavi prevajalnik, lahko pa jo vključi že programer

```
public void izpisiVse()
{
  System.out.println("Maticna stevilka: "+this.matStev);
  System.out.println("Priimek in ime: "+this.priimek+'
    '+this.ime);
  System.out.println("Stevilo ur: "+this.stUr);
}
```

Določilo `final`

- Kadar želimo preprečiti spremembo neke deklaracije
  - pri spremenljivkah: vrednost spremenljivke se ne more več spremeniti
  - pri metodah: metode ni moč redefinirati (je dokončna)
  - pri razredih: razreda ni moč razširiti (vse metode so dokončne)
- Deklaracije konstant
  - konstante deklariramo na enak način kot spremenljivke, le da dodamo rezervirano besedo `final`
  - velja dogovor, da imena konstant pišemo z velikimi črkami
  - `static final double PI=3.14159;`
  - konstanti moramo prirediti vrednost ob deklaraciji; kasneje to ni več mogoče
  - prednost uporabe konstant
    - boljša čitljivost programa
    - enostavnejše vzdrževanje

Dostopna določila `public`, `private` in `protected`

- Določajo način dostopa do posameznih atributov in metod v razredu

Dostopno določilo	Dovoljen dostop
brez dostopnega določila	iz kateregakoli razreda v istem paketu
`public`	iz kateregakoli razreda ne glede na paket
`private`	samo znotraj razreda
`protected`	iz kateregakoli razreda v istem paketu in iz kateregakoli podrazreda ne glede na paket

Vnaprej deklarirani razredi

- V Javi obstaja več tisoč vnaprej deklariranih razredov
  - ti razredi so shranjeni v obliki paketov
  - paket si lahko predstavljamo kot skupino sorodnih razredov, ki so shranjeni v isti mapi (poddirektoriju)
  - paket `java.lang` vsebuje osnovne razrede, ki se največ uporabljajo
- Uporaba vnaprej deklariranih razredov
  - nekateri paketi, kot npr. `java.lang`, so na razpolago avtomatsko
  - uporabo ostalih paketov ali razredov je treba napovedati s stavkom `import`, ki mora biti naveden na začetku programa
    - `import java.util.*` napove uporabo vseh razredov iz paketa `java.util`
    - `import java.util.Date` napove uporabo razreda `Date` iz paketa `java.util`

Razred `Math`

- Vsebuje matematične konstante in metode
  - deklariran je v paketu `java.lang`
  - klicanje konstant (`PI`, `E`): `Math.`<*ime konstante*>
  - klicanje metod: `Math.`<*ime metode*>`(`<*argumenti*>`)`

`abs(x)`	absolutna vrednost x
`sin(x)`, `cos(x)`, `tan(x)`	trigonometrične funkcije sinus, kosinus, tangens
`asin(x)`, `acos(x)`, `atan(x)`	obratne trigonometrične funkcije
`round(x)`	zaokroževanje na najbližje celo število
`sqrt(x)`	kvadratni koren iz x
`random()`	naključno število med 0.0 in 1.0
`exp(x)`, `log(x)`	eksponentna in logaritemska funkcija

Razred `Character`

- Vsebuje koristne metode za delo z znaki
  - deklariran je v paketu `java.lang`
  - klicanje metod: `Character.`<*ime metode*>`(`<*arg*`Char>)`

`isUpperCase()`	Preveri, ali je znak velika črka
`toUpperCase()`	Pretvori malo črko v veliko
`isLowerCase()`	Preveri, ali je znak mala črka
`toLowerCase()`	Pretvori veliko črko v malo
`isDigit()`	Preveri, ali je znak številka ('0' – '9')
`isLetter()`	Preveri, ali je znak črka
`isLetterOrDigit()`	Preveri, ali je znak črka ali številka
`isWhiteSpace()`	Preveri, ali je znak presledek, tab, newline, carriage return ali form feed

Tabele

- Koncept tabele
- Kreiranje tabele
  - deklaracija in dodelitev prostora
  - vpis vrednosti
  - atribut `length`
- Nekatere operacije nad tabelo
  - iskanje elementa
  - dodajanje v urejeno tabelo
  - urejanje (sortiranje)
- Dvodimenzionalne in večdimenzionalne tabele
- Primeri
  - razdalje med točkami
  - množenje matrik
- Tabele objektov

Tabele

- Tabela je sestavljena podatkovna struktura, ki združuje več elementov istega tipa
  - elementi so lahko enostavnega tipa, npr. `int`, `double`, `char`
  - elementi so lahko objekti, ki pripadajo istemu razredu
  - tabela kot celota ima svoje ime
  - vsak element tabele ima svoj indeks (zaporedno številko)
    - v Javi tečejo indeksi od 0 dalje
- Primer: osebni dohodki delavca v preteklem letu
  - namesto 12 samostojnih spremenljivk `od1`, `od2`, ..., `od12` vpeljemo tabelo
  - tabeli damo ime `od`, do posameznih elementov pa dostopamo s pomočjo indeksov
  - `od[0]` je prvi element, `od[1]` je drugi element itd.

Tabele

- Ponazoritev tabele `od`

- Uporaba tabel olajša nekatere opreacije, npr. izračun vsote osebnih dohodkov
  - če bi imeli 12 samostojnih spremenljivk:
    ```
    vsota = od1+od2+od3+od4+od5+...+od10+od11+od12
    ```
  - z uporabo tabele `od`:
    ```
    vsota=0;
    for (int i=0; i<=11; ++i)
      vsota=vsota+od[i];
    ```
  - z indeksom `i` se pomikamo preko vseh elementov in jih prištevamo vsoti

Kreiranje tabele

- Kreiranje tabele poteka v dveh korakih
  - najprej moramo tabelo deklarirati
    - navedemo tip tabele in ime tabele
    - tip tabele je enak tipu elementov, le da dodamo par oglatih oklepajev
  - nato dodelimo prostor z operatorjem `new`
    - namesto konstruktorja navedemo tip elementov in v oglatem oklepaju njihovo število
- Primer: kreiranje tabele `od`

```
double[] od;          // tip in ime tabele
od=new double[12];    // navedemo število elementov
```

- Oba koraka lahko združimo

```
double[] od=new double[12];
```

Vpisovanje vrednosti v tabelo

- Ob kreiranju tabela ne vsebuje pravih vrednosti
  - po izvršitvi `double[] od;` dobi `od` vrednost `null`
  - po dodelitvi prostora z `od=new double[12];` dobijo vsi elementi vrednost 0
  - elementi tipa `char` dobijo ob inicializaciji vrednost `'\0000'`, elementi tipa `boolean` pa vrednost `false`
- Za inicializacijo lahko uporabimo seznam vrednosti

```
double[] od={220815.80,201234.50,199410.80,...};
```

  - v zavitem oklepaju naštejemo vrednosti, ločene z vejico
  - operatorja `new` in števila elementov ni treba navesti
  - število elementov, za katere se dodeli prostor, je enako številu vrednosti, ki jih navedemo v seznamu

Vpisovanje vrednosti v tabelo

- Vrednost lahko priredimo vsakemu elementu posebej
  - primer: `od[4]=215876.40;`
  - stavek `double[] od={220815.80,201234.50, 199410.80,...};` ima enak učinek kot stavki

```
od[0]=220815.80;
od[1]=201234.50;
od[2]=199410.80;
```

itd.

- Največkrat uporabimo zanko

```
for (int i=0; i<=11; ++i)
  od[i]=BranjePodatkov.preberiDouble();
```

Atribut `length`

- Vsaki tabeli avtomatsko pripada atribut `length`, ki vsebuje dolžino tabele (število elementov v tabeli)
  - ko deklariramo tabelo `double[] od=new double[12];` dobi `od.length` vrednost 12
  - pri uporabi indeksov moramo vedno paziti, da so v mejah od 0 do `od.length-1`
  - namesto eksplicitnega navajanja indeksa zadnjega elementa raje uporabljamo atribut `length`

```
for (int i=0; i<=11; ++i)
  od[i]=BranjePodatkov.preberiDouble();

for (int i=0; i<=od.length-1; ++i)
  od[i]=BranjePodatkov.preberiDouble();
```

  - če se spremeni dolžina tabele, ni treba popravljati programske kode

Iskanje elementa v tabeli

- Podana je tabela `t`, ugotoviti želimo, ali se v njej nahaja element `x`
  - zaporedno pregledovanje elementov
  - binarno iskanje (bisekcija)
    - binarno iskanje lahko uporabimo samo, če je tabela urejena
- Zaporedno pregledovanje elementov

```
public static int poisci(int[] t, int x)
{
  int i=0;
  while (i<t.length && t[i]!=x) i++;
  return (i<t.length ? i : -1);
}
```

Iskanje elementa v tabeli

- Binarno iskanje
  - poiščemo element, ki se nahaja sredi tabele
  - če je element na sredini enak `x`, je iskanje končano
  - če je element na sredini manjši od `x`, nadaljujemo v gornjem delu tabele
  - če je element na sredini večji od `x`, nadaljujemo v spodnjem delu tabele
  - postopek ponavljamo dokler
    - ne najdemo elementa x
    - leva meja tistega dela tabele, ki ga moramo pregledati, ne preseže desne
- Časovna kompleksnost
  - zaporedno pregledovanje: $T_{max}=o(n)$, $T_{exp}=o(n/2)$
  - binarno iskanje: $T_{max}=o(\log_2 n)$

Iskanje elementa v tabeli

```
public static int poisci(int[] t, int x)
{
  int l=0, d=t.length-1, s;
  while (l<=d)
  {
    s=(l+d)/2;
    if (t[s]==x)
      return s;
    else if (t[s]<x)
      l=s+1;
    else
      d=s-1;
  }
  return -1;
}
```

Dodajanje v urejeno tabelo

- Napisati želimo program, ki zgradi urejeno tabelo
  - program v zanki bere števila in jih sproti vstavlja na ustrezna mesta v tabeli
  - primer za vhodne podatke 5, 9, 7, 1, 6

0	0	0	0	0
5	0	0	0	0
5	9	0	0	0
5	7	9	0	0
1	5	7	9	0
1	5	6	7	9

Dodajanje v urejeno tabelo

- Postopen razvoj programa

```
int[] t=new int[10];
int stevilo;

for (int i=0; i<t.length; ++i)
{
  preberi število;
  poišči mesto, kamor naj se vstavi;
  pripravi prostor;
  vpiši število
}
```

Dodajanje v urejeno tabelo

- Preberi število

```
System.out.print("Vpisi stevilo:");
stevilo=BranjePodatkov.preberiInt();
```

- Poišči mesto, kamor naj se vstavi

```
int j=0;
while ((j<i) && (stevilo>t[j]))
  ++j;
```

- Pripravi prostor

```
for (int k=i-1; k>=j; --k)
  t[k+1]=t[k];
```

- Vpiši število

```
t[j]=stevilo;
```

Sortiranje števil

- Algoritem za sortiranje z navadnim izbiranjem

```
for (i=0; i<=a.length-2; ++i)
{
   poišči najmanjše število izmed a[i]..a[a.length-1];
   zamenjaj a[i] in najmanjše število;
}
```

- Prikaz postopka

i=0	23	78	36	12	92	46	15	65
i=1	12	78	36	23	92	46	15	65
i=2	12	15	36	23	92	46	78	65
i=3	12	15	23	36	92	46	78	65
i=4	12	15	23	36	92	46	78	65
i=5	12	15	23	36	46	92	78	65
i=6	12	15	23	36	46	65	78	92

Sortiranje števil

- Poišči najmanjše število izmed `a[i]..a[a.length-1];`
  - iskanje najmanjšega števila poteka v zanki
  - pred vstopom v zanko predpostavimo, da je najmanjše število `a[i]`
    - zapomnimo si njegovo vrednost `(vMin)` in indeks `(iMin)`
  - v zanki pregledamo preostala števila do konca tabele
    - če naletimo na manjše število, popravimo vrednost trenutnega minimuma in si zapomnimo njegov indeks
  - po izvršitvi zanke vsebuje `vMin` vrednost, `iMin` pa indeks najmanjšega števila

```
iMin=i; vMin=a[i];
for (j=i+1; j<=a.length-1; ++j)
  if (a[j]<vMin)
  {
    iMin=j; vMin=a[j];
  }
```

Sortiranje števil

- Zamenjaj `a[i]` in najmanjše število
  - najmanjše število se nahaja v elementu z indeksom `iMin`, njegova vrednost pa je shranjena v spremenljivki `vMin`
    - vrednost `a[i]` prepišemo v `a[iMin]`
    - vrednost `vMin` shranimo v `a[i]`

```
a[iMin]=a[i]; a[i]=vMin;
```

- Sortiranje v padajočem zaporedju
  - namesto najmanjšega iščemo največje število
  - v stavku `if` nadomestimo operator < z operatorjem >

Dvodimenzionalne tabele

- V dvodimenzionalni tabeli so elementi urejeni v vrstice in stolpce
  - vsak element ima dva indeksa: prvi indeks je indeks vrstice, drugi indeks je indeks stolpca

a[0][0]	a[0][1]	a[0][2]	a[0][3]	a[0][4]	a[0][5]
a[1][0]	a[1][1]	a[1][2]	a[1][3]	a[1][4]	a[1][5]
a[2][0]	a[2][1]	a[2][2]	a[2][3]	a[2][4]	a[2][5]

- Deklaracija

```
int[][] a=new int[3][6];
```

Dvodimenzionalne tabele

- Inicializacija s seznamom vrednosti
  - dvodimenzionalno tabelo si predstavljamo kot enodimenzionalno tabelo, katere elementi (vrstice) so spet enodimenzionalne tabele

```
int[][] a={{4,2,3,7,5,6},
           {5,3,6,8,2,1},
           {6,9,0,3,1,3}};
```

- Branje podatkov v tabelo
  - potrebujemo 2 zanki
    - zunanja zanka teče po vrsticah
    - notranja zanka teče po stolpcih znotraj ene vrstice

```
for(int vr=0; vr<a.length; ++vr)
  for (int st=0; st<a[vr].length; ++st)
    a[vr][st]=BranjePodatkov.preberiInt();
```

Večdimenzionalne tabele

- Število dimenzij v Javi ni omejeno
  - ob deklaraciji navedemo toliko dimenzij (toliko parov oglatih oklepajev), kot želimo
  - za vsako dimenzijo posebej specificiramo število elementov
  - vsak element ima toliko indeksov, kolikor je dimenzij
  - za obdelavo vseh elementov potrebujemo toliko zank, kolikor je dimenzij
- Primer: tridimenzionalna tabela celih števil

```
int[][][] a=new int[4][6][3];
for(int i=0; i<a.length; ++i)
  for (int j=0; j<a[i].length; ++j)
    for (int k=0; k<a[i][j].length; ++k)
      a[i][j][k]=BranjePodatkov.preberiInt();
```

Razdalje med točkami

- Izračunati želimo razdalje med *n* točkami v dvodimenzionalnem prostoru
  - vsaka točka je predstavljena z dvema koordinatama

    $T_i\,(x_i,y_i)$ $\qquad$ $T_j\,(x_j,y_j)$
  - razdalje računamo po Pitagorovem izreku

    $dx = x_i - x_j,\;\; dy = y_i - y_j$

    $r_{ij}^2 = dx^2 + dy^2$
  - predstavitev podatkov v računalniku
    - uporabimo globalne spremenljivke

```
static final int ST_TOCK=5;
static double[] x=new double[ST_TOCK];
static double[] y=new double[ST_TOCK];
static double[][] r=new double[ST_TOCK][ST_TOCK];
```

Razdalje med točkami

- Postopen razvoj programa

```
public class Razdalje1
{
  static final int ST_TOCK=5;
  static double[] x=new double[ST_TOCK];
  static double[] y=new double[ST_TOCK];
  static double[][] r=new double[ST_TOCK][ST_TOCK];

  public static void main(String[] args)
  {
    PreberiKoordinate();
    IzracunajRazdalje();
    IzpisiRazdalje();
  }
  // tu deklariramo metode PreberiKoordinate,
  // IzracunajRazdalje in IzpisiRazdalje
}
```

Razdalje med točkami

- Branje koordinat

```
public static void PreberiKoordinate()
{
  for (int i=0; i<ST_TOCK; ++i)
  {
    System.out.print("Koordinata x "+(i+1)+". tocke:");
    x[i]=BranjePodatkov.preberiDouble();
    System.out.print("Koordinata y "+(i+1)+". tocke:");
    y[i]=BranjePodatkov.preberiDouble();
  }
}
```

- Izračun razdalj
  - vrednosti elementov na diagonali so enake 0
  - tabela je simetrična: vrednost `r[i][j]` je enaka vrednosti `r[j][i]`
  - zadostuje, da izračunamo samo vrednosti elementov pod diagonalo

Razdalje med točkami

```
public static void IzracunajRazdalje()
{
  double dx,dy;
  for (int i=0; i<ST_TOCK; ++i)
    for (int j=0; j<=i; ++j)
      if (i==j)
        r[i][j]=0;
      else
      {
        dx=x[i]-x[j];
        dy=y[i]-y[j];
        r[i][j]=Math.sqrt(dx*dx+dy*dy);
        r[j][i]=r[i][j];
      }
}
```

Razdalje med točkami

- Izpis razdalj

```
public static void IzpisiRazdalje()
{
  for (int i=0; i<ST_TOCK; ++i)
  {
    for (int j=0; j<ST_TOCK; ++j)
      System.out.print(r[i][j]);
    System.out.println();
  }
}
```

- Rešitev z izmenjavo podatkov preko parametrov
- Rešitev s formatiranjem izpisa

Množenje matrik

- Pojem matrike
  - dvodimenzionalna ureditev podatkov
  - `m` vrstic, `n` stolpcev

$$A = \begin{matrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} & \dots & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} & \dots & \dots & a_{2n} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} & \dots & \dots & a_{3n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & a_{m3} & & & a_{mn} \end{matrix}$$

- Za produkt matrik `C=A·B` velja
  - `A` je dimenzije `m × n`
  - `B` je dimenzije `n × p`
  - `C` je dimenzije `m × p`
  - upoštevati moramo, da je v Javi prvi indeks 0

Množenje matrik

$$\begin{matrix} a_{00} & a_{01} & \ldots & a_{0,n-1} \\ a_{10} & a_{11} & \ldots & a_{1,n-1} \\ a_{20} & a_{21} & \ldots & a_{2,n-1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ a_{m-1,0} & a_{m-1,1} & \ldots & a_{m-1,n-1} \end{matrix} \qquad \begin{matrix} b_{00} & b_{01} & \ldots & b_{0,p-1} \\ b_{10} & b_{11} & \ldots & b_{1,p-1} \\ b_{20} & b_{21} & \ldots & b_{2,p-1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ b_{n-1,0} & b_{n-1,1} & \ldots & b_{n-1,p-1} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} c_{00} & c_{01} & \ldots & c_{0,p-1} \\ c_{10} & c_{11} & \ldots & c_{1,p-1} \\ c_{20} & c_{21} & \ldots & c_{2,p-1} \\ \ldots & \ldots & \ldots & \ldots \\ c_{m-1,0} & c_{m-1,1} & \ldots & c_{m-1,p-1} \end{matrix}$$

Formula za izračun enega elementa: $c_{ij}=\Sigma a_{ik} \cdot b_{kj} \qquad k=0,1,2,\ldots,n-1$

$$c_{00}=a_{00} \cdot b_{00}+a_{01} \cdot b_{10}+a_{02} \cdot b_{20}+\ldots+a_{0,n-1} \cdot b_{n-1,0}$$
$$c_{01}=a_{00} \cdot b_{01}+a_{01} \cdot b_{11}+a_{02} \cdot b_{21}+\ldots+a_{0,n-1} \cdot b_{n-1,1}$$
$$c_{02}=a_{00} \cdot b_{02}+a_{01} \cdot b_{12}+a_{02} \cdot b_{22}+\ldots+a_{0,n-1} \cdot b_{n-1,2} \qquad \text{itd.}$$

Množenje matrik

- Podatkovne strukture

```
int[][] a={{2,6,5,5},{3,8,6,3},{1,5,0,2}};
int[][] b={{3,2},{2,4},{1,5},{2,2}};
int[][] c=new int[a.length][b[0].length];
```

- Izračunati moramo vse elemente matrike C

```
for (i=0; i<=c.length-1; ++i)
  for (j=0; j<=c[0].length-1; ++j)
  {
    izračunaj c[i][j];
  }
```

- Vsak element izračunamo kot vsoto

```
c[i][j]=0;
for (k=0; k<=vb-1; ++k)      // vb=b.length;
  c[i][j]+=a[i][k]*b[k][j];
```

Tabele objektov

- Elementi tabele so lahko tudi objekti
  - primer: tabela objektov tipa `Delavec`

```
Delavec[] td=new Delavec[100];
for (int i=0; i<td.length; ++i)
  td[i]=new Delavec(1000+i);
```

  - stavek `Delavec[] td=new Delavec[100];` samo rezervira prostor za tabelo, ne kreira pa objektov tipa `Delavec`
  - objekte kreiramo tako, da v zanki kličemo ustrezen konstruktor
    - v našem primeru smo uporabili konstruktor, ki zahteva en argument: matično številko
    - stavek `for` kreira 100 objektov tipa `Delavec` z matičnimi številkami od 1000 do 1099
  - metode, ki pripadajo posameznim objektom, kličemo tako, da navedemo ime tabele, indeks elementa in ime metode, npr. `td[4].vpisiPriimek("Novak");`

Program za obdelavo tabele delavcev

- Izračunati želimo vrstni red delavcev glede na zaslužek v preteklem letu
  - za vsakega delavca hranimo:
    - matično številko
    - priimek in ime
    - osebne dohodke za 12 mesecev preteklega leta
  - rešitev obsega 2 razreda:
    - razred `Delavec4` opisuje strukturo objektov (atribute, metode, konstruktor)
    - razred `Delavec4Glavni` vsebuje opis postopka
  - celoten problem razdelimo na 4 podprobleme:
    - branje podatkov (kreiranje tabele objektov tipa `Delavec4`)
    - izpis prebranih vrednosti (samo zaradi kontrole vnosa)
    - sortiranje tabele glede na seštevek osebnih dohodkov
    - izpis vrstnega reda glede na zaslužek v preteklem letu

Razred `Delavec4`

- Deklaracije atributov

```
private int matStev;
private String priimek;
private String ime;
private double[] od;
```

- Deklaracije metod
  - metode za vpis vrednosti posameznih atributov
  - metode, ki vračajo vrednosti posameznih atributov
  - metoda za izračun vsote osebnih dohodkov

```
public double vrniVsotoOd()
{
  double vsota=0;
  for (int i=0; i<od.length; ++i)
    vsota+=od[i];
  return vsota;
}
```

Razred `Delavec4`

- Deklaracije metod (nadalj.)
  - metoda za izpis vseh atributov objekta

```
public void izpisiVse()
{
  System.out.println("Maticna stevilka: "+matStev);
  System.out.println("Priimek in ime: "+priimek+
    ' '+ime);
  for (int i=0; i<od.length; ++i)
    System.out.println("Osebni dohodek za
      "+Integer.toString(i+1)+". mesec:"+od[i]);
}
```

Razred Delavec4

- Konstruktor

```
Delavec4()
{
  System.out.print("Maticna stevilka:");
  matStev=BranjePodatkov.preberiInt();
  System.out.print("Priimek:");
  priimek=BranjePodatkov.preberiString();
  System.out.print("Ime:");
  ime=BranjePodatkov.preberiString();
  od=new double[12];
  for(int i=0; i<od.length; ++i)
  {
    System.out.print("Osebni dohodek za "
      +Integer.toString(i+1)+". mesec:");
    od[i]=BranjePodatkov.preberiDouble();
  }
}
```

Razred `Delavec4Glavni`

- Branje podatkov (kreiranje tabele objektov)
  - dodelitev prostora za tabelo

```
Delavec4[] td=new Delavec4[ST_DEL];
```

  - kreiranje objektov

```
for (int i=0; i<ST_DEL; ++i)
  td[i]=new Delavec4();
```

- Izpis podatkov

```
static void izpisi(Delavec4[] td)
{
  for (int i=0; i<ST_DEL; ++i)
  {
    System.out.print(td[i].vrniMatSt());
    System.out.print(" "+td[i].vrniPriimek()+" "+
      td[i].vrniIme());
    System.out.println(" "+td[i].vrniVsotoOd());
  }
}
```

Razred `Delavec4Glavni`

- Sortiranje tabele

```
static void sortiraj(Delavec4[] a)
{
  int i,j,iMin;
  Delavec4 vMin;
  for (i=0; i<=a.length-2; ++i)
  {
    iMin=i; vMin=a[i];
    for (j=i+1; j<=a.length-1; ++j)
      if (a[j].vrniVsotoOd()>vMin.vrniVsotoOd())
      {
        iMin=j; vMin=a[j];
      }
     a[iMin]=a[i]; a[i]=vMin;
  }
}
```

Razred `Delavec4Glavni`

- Metoda `main()` odraža razdelitev na podprobleme

```
public static void main(String[] args)
{
  Delavec4[] td=new Delavec4[ST_DEL];
  for (int i=0; i<ST_DEL; ++i)
    td[i]=new Delavec4();

  System.out.println();
  System.out.println("Pred sortiranjem:");
  izpisi(td);

  sortiraj(td);

  System.out.println();
  System.out.println("Po sortiranju:");
  izpisi(td);
}
```

Nizi

- Koncept niza
  - tabela, katere elementi so znaki
- Razred `String`
  - nespremenljivost nizov
  - primerjanje nizov: metodi `equals()` in `compareTo()`
  - pregled ostalih metod
  - primer: program za ugibanje pregovora
  - pretvorba nizov, ki predstavljajo števila, v numerične vrednosti
- Razred StringBuffer
  - omogoča spreminjanje vsebine nizov
  - pregled metod
- Argumenti metode `main()`

Nizi

- Koncept niza
  - niz je zaporedje znakov (npr. beseda ali celo več besed skupaj)
  - v Javi lahko nize predstavimo kot objekte razreda `String`
  - razred `String` je definiran v paketu `Java.lang`
- Deklaracija niza
  - ```
    String niz;
    niz=new String("Dober dan");
    ```
  - ```
    String niz=new String("Dober dan");
    ```
  - ```
    String niz="Dober dan";
    ```
  - v vseh treh primerih se generira niz z vrednostjo `"Dober dan"`
  - spremenljivka `niz` vsebuje naslov tega niza
    ```

Nizi

- Spreminjanje vrednosti
  - upoštevati je treba, da spremenljivke tipa `String` vsebujejo naslove, ne pa vrednosti objektov
  - primer:

```
String pozdrav="Dober dan";
...
pozdrav="Hello";
```

  - stavek `pozdrav="Hello";` generira nov niz (tj. nov objekt), katerega naslov se shrani v `pozdrav`
    - niz `"Dober dan"` ostane v pomnilniku, vendar ni več dostopen
    - prostor, ki ga zaseda, se sprosti avtomatsko s pomočjo programa za čiščenje pomnilnika (ang. garbagge collector)
  - nizi torej nikoli ne spremenijo vrednosti; namesto tega se kreirajo novi objekti, katerih noslovi se shranijo v spremenljivke tipa `String`

Primerjanje nizov

- Primerjanje dveh spremenljivk tipa `String` pomeni dejansko primerjanje naslovov dveh nizov

```
String niz1="Dober dan";
String niz2="Dober dan";
```

rezultat primerjave `(niz1==niz2)` je `false`

- Primerjanje je možno z metodo `equals()`

```
if (niz1.equals(niz2))
  System.out.println("Niza sta enaka");
if (niz2.equals(niz1))
  System.out.println("Niza sta enaka");
if (niz1.equals("Dober dan"))
  System.out.println("Niza sta enaka");
```

  - v vseh treh stavkih `if` je vrednost pogoja `true`

Primerjanje nizov

- Ostale metode za primerjanje nizov
  - metoda `equalsIgnoreCase()` je podobna `equals()`, le da ne razlikuje med velikimi in malimi črkami

    ```
    String niz1="Dober dan";
    String niz2="DOBER dan";
    ```

    rezultat primerjave `(niz1.equals(niz2))` je `false`

    rezultat primerjave `(niz1.equalsIgnoreCase(niz2))` je `true`
  - metoda `compareTo()` vrne celo število
    - če sta oba niza enaka, vrne 0
    - če je niz, iz katerega je bila metoda poklicana, večji, vrne pozitivno vrednost
    - če je niz, iz katerega je bila metoda poklicana, manjši, vrne negativno vrednost
    - metoda `compareTo()` deluje tako, da primerja kode posmeznih znakov

Primerjanje nizov

- Primer uporabe metode `compareTo()`

```
String niz1="Marko";
String niz2="Martin";
System.out.println(niz1.compareTo(niz2));     // -9
System.out.println(niz2.compareTo(niz1));     //  9
System.out.println(niz1.compareTo("Marko")); //  0
```

  - metoda primerja istoležne pare znakov, dokler ne naleti na dva različna znaka
    - na prvih treh mestih (znaki `'M'`, `'a'` in `'r'`) se oba niza ujemata
    - razlika nastopi na četrtem mestu, kjer je koda znaka `'k'` za 9 manjša od kode znaka `'t'`
  - v praksi (npr. pri urejanju nizov po abecedi) nas ne zanima točna vrednost, ki jo vrne metoda `compareTo()`
    - zadostuje, da vemo, ali je vrednost negativna ali pozitivna

Ostale metode za delo z nizi

- Prikazali jih bomo ob predpostavki, da smo deklarirali spremenljivko `String niz="Dobro jutro";`
  - `toUpperCase()`
    - pretvori vse male črke v nizu v velike
    - klicu `niz.toUpperCase()` vrne vrednost `"DOBRO JUTRO"`
  - `toLowerCase()`
  - `indexOf(zn)`
    - vrne pozicijo znaka `zn` znotraj nekega niza (indeksi tečejo od 0 dalje)
    - če niz ne vsebuje znaka `zn`, vrne -1
    - klic `niz.indexOf('b')` vrne vrednost 2
    - klic `niz.indexOf('v')` vrne vrednost -1
  - `indexOf(zn,poz)`
    - išče znak `zn` od pozicije `poz` dalje
    - klic `niz.indexOf('o')` vrne vrednost 1
    - klic `niz.indexOf('o',2)` vrne vrednost 4

Ostale metode za delo z nizi (nadalj.)

- `charAt(n)`
  - vrne znak, ki se nahaja na n-tem mestu v nizu
  - klic `niz.charAt(2)` vrne vrednost `'b'`
- `startsWith(niz1)`
  - vrne `true`, če se niz začne s podnizom `niz1`
  - klic `niz.startsWith("Dob")` vrne `true`, `niz.startsWith("Sl")` pa `false`
- `endsWith(niz1)`
  - vrne `true`, če se niz konča s podnizom `niz1`
  - klic `niz.endsWith("tro")` vrne `true`, `niz.endsWith("ber")` pa `false`
- `replace(zn1,zn2)`
  - zamenja vsa nastopanja znaka `zn1` z znakom `zn2`
  - klic `niz.replace('o','x');` vrne vrednost `"Dxbrx jutrx"`
- `length()`
  - vrne dolžino niza (število znakov)
  - klic `niz.length()` vrne vrednost 11

Ostale metode za delo z nizi (nadalj.)

- `substring(zac,kon)`
  - vrne podniz, ki se prične na mestu `zac` in konča na mestu `kon-1`
  - klic `niz.substring(2,7)` vrne vrednost `"bro j"`
- `toString(arg)`
  - pretvori v niz argument `arg`, ki je lahko katergakoli osnovnega tipa
  - ni metoda razreda `String`
  - ```
    int a=500;
    String niz=Integer.toString(a); // "500"
    ```
  - ```
    double x=32.45;
    String niz=Double.toString(x);  // "32.45"
    ```
  - ```
    boolean b=false;
    String niz3=Boolean.toString(b); // "false"
    ```
- metoda `toString()` je implicitno prisotna pri konkatenaciji nizov: `System.out.print("Vrednost x je "+x);`
  - vrednost spremenljivke `x` se najprej pretvori v niz in nato konkatenira
    ```

Ugibanje pregovora

- Napisati želimo program, ki bo v zanki spraševal za posamezne črke, dokler uporabnik ne ugane vseh črk
  - potrebujemo dva niza:
    - prvi vsebuje besedilo pregovora: `iskaniNiz`
    - drugi vsebuje zvezdice, presledke in ločila: `prikazaniNiz`
      - zvezdice so na tistih mestih, kjer sicer nastopajo črke
  - po vsaki vtipkani črki
    - preverimo, ali `iskaniNiz` vsebuje vtipkano črko
    - če črke ni, samo izpišemo ustrezno sporočilo
    - če črko najdemo, nadomestimo zvezdice na tistih mestih, kjer nastopa vtipkana črka, in ponovno prikažemo `prikazaniNiz`
  - postopek zaključimo, ko `prikazaniNiz` ne vsebuje več nobene zvezdice

Ugibanje pregovora

- Prva verzija programa

```
String iskaniNiz="Rana ura, zlata ura.";
String prikazaniNiz="**** ***, ***** ***.";
char crka;      // vtipkana črka

System.out.println(prikazaniNiz);
while (prikazaniNiz.indexOf('*') != -1)
{
  System.out.print("Vtipkaj crko:");
  crka=(char)System.in.read();
  System.in.read(); System.in.read(); // Enter
  poz=iskaniNiz.indexOf(crka);
  if (poz == -1)
    System.out.println("Te crke ni, ugibaj ponovno!");
  else
  {
    nadomesti ustrezne zvezdice z vtipkano črko;
    System.out.println(prikazaniNiz);
  }
}
```

Ugibanje pregovora

- Nadomesti ustrezne zvezdice z vtipkano črko
  - vtipkana črka lahko nastopa večkrat, zato je potrebna zanka
  - vtipkano črko iščemo v `iskaniNiz`, zvezdico pa zamenjamo na isti poziciji v `prikazaniNiz`
  - novo vrednost `prikazaniNiz` sestavimo iz 3 delov
    - prvi del: znaki pred vtipkano črko
    - drugi del: vtipkana črka
    - tretji del: znaki, ki sledijo vtipkani črki
  - naslednjo črko iščemo od `poz+1` dalje

```
do
{
  prikazaniNiz=prikazaniNiz.substring(0,poz)+crka+
    prikazaniNiz.substring(poz+1,prikazaniNiz.length());
  poz=iskaniNiz.indexOf(crka,poz+1);
} while (poz != -1);
```

Pretvorba nizov v števila

- Nize, ki so sestavljeni iz samih cifer (decimalne pike, predznaka), lahko pretvorimo v števila
  - pretvorbo niza v celo število omogoča metoda `parseInt()` iz razreda `Integer`

```
String niz="54872";
int celoStevilo=Integer.parseInt(niz);
```

  - pretvorbo niza v realno število omogoča metoda `parseDouble()` iz razreda `Double`

```
String niz="54.872";
double realnoStevilo=Double.parseDouble(niz);
```

  - podobne metode so na razpolago v ostalih razredih
    - `Byte.parseByte(niz)`
    - `Short.parseShort(niz)`
    - `Long.parseLong(niz)`
    - `Float.parseFloat(niz)`

Razred `StringBuffer`

- Podoben razredu `String`, le da omogoča spreminjanje nizov in njihove dolžine
  - niz tipa `String` je nespremenljiv; interna predstavitev obsega toliko znakov, kot znaša dolžina niza
  - niz tipa `StringBuffer` je shranjen v ti. vmesniku (ang. buffer), katerega dolžina (ang. capacity) se dinamično spreminja
    - metoda `capacity()` vrne trenutno kapaciteto
    - metoda `length()` vrne trenutno dolžino niza
    - metoda `setLength()` omogoča nastavljanje dolžine niza
- Deklaracija niza: uporabimo lahko 3 konstruktorje
  - `StringBuffer()` generira niz brez znakov s kapaciteto 16
  - `StringBuffer(String s)` generira niz, ki vsebuje znake niza `s`, kapaciteta pa je za 16 večja od dolžine niza `s`
  - `StringBuffer(int k)` generira prazen niz s kapaciteto `k`

Razred `StringBuffer`

- Spreminjanje vsebine niza
  - metoda `append()` omogoča dodajanje na koncu niza
    - `append(niz2)` doda na konec `niz2` tipa `String`
    - `append(zn)` doda na konec znak `zn` tipa `char`
    - metoda je večkratno definirana in sprejme tudi parametre drugih tipov, npr. `int`
  - metoda `insert()` omogoča vrivanje sredi niza
    - `insert(poz,niz2)` vrine `niz2` na pozicijo `poz`
    - `insert(poz,zn)` vrine znak `zn` na pozicijo `poz`
  - pri dodajanju z metodo `append()` in vrivanju z metodo `insert()` se kapaciteta avtomatsko poveča
  - metoda `delete(zac,kon)` briše znake med pozicijama `zac` in `kon-1`

Razred `StringBuffer`

- metoda `deleteCharAt(poz)` briše znak na poziciji `poz`
- metoda `setCharAt(poz,zn)` vpiše znak `zn` na pozicijo `poz`
- metoda `replace(zac,kon,niz2)` briše znake med pozicijama `zac` in `kon-1` ter jih nadomesti z nizom `niz2`

- Branje podatkov iz niza
  - metoda `charAt(poz)` vrne znak, ki se nahaja na poziciji `poz`
  - metoda `substring(zac,kon)` vrne podniz, ki vsebuje znake na pozicijah od `zac` do `kon-1`

- Iskanje podatkov v nizu
  - metoda `indexOf(niz2)` vrne pozicijo, kjer se prične `niz2`
    - parameter `niz2` je tipa `String`
    - če niza `niz2` ne najde, vrne -1
  - metoda `indexOf(niz2,poz)` išče `niz2` od pozicije `poz` dalje

Argumenti metode `main()`

- `(String[] args)` je deklaracija argumentov
  - argumenti so podatki, ki jih metoda potrebuje za svoje delo
  - tudi če metoda `main` ne potrebuje argumentov, morajo biti deklarirani
  - `String` pove, kakšnega tipa so argumenti: nizi znakov
  - `args` je skupno ime za vse argumente
  - oglata oklepaja označujeta, da argumenti tvorijo tabelo nizov
- Argumente navedemo ob zagonu programa iz ukazne vrstice

  `java` <ime razreda> $<arg_1>$ $<arg_2>$ … $<arg_n>$
  - dobimo tabelo `args`, v kateri so shranjene vrednosti posameznih argumentov
  - `args[0]` vsebuje $<arg_1>$, `args[1]` vsebuje $<arg_2>$ itd.

Dedovanje

- Koncept dedovanja
  - podrazred podeduje atribute in metode nadrazreda
- Redefinicija metod
  - v podrazredu lahko ponovno deklariramo podedovano metodo
  - pri tem si lahko pomagamo z metodo nadrazreda (super)
- Uporaba konstruktorjev
  - konstruktor podrazreda mora poskrbeti za parametre, ki jih zahteva konstruktor nadrazreda
- Dostopno določilo `protected`
  - podrazredom je omogočen neposreden dostop do podedovanih atributov
- Metode, ki jih ni moč redefinirati
  - 4 tipi: `private`, `static`, `final`, metode v razredih `final`

Dedovanje

- Abstraktni razred in abstraktne metode
  - v abstraktnem razredu specificiramo metodo, ki je še ne moremo sprogramirati
  - vsak podrazred mora to metodo redefinirati
    - s tem določimo obnašanje podrazredov
- Dinamično povezovanje metod
  - med izvajanjem se izbere metoda, ki pripada dejanskemu tipu objekta
- Razred `Object` in njegove metode
  - univerzalni nadrazred, iz katerega so izpeljani vsi ostali
  - v vseh razredih so na voljo metode, deklarirane v razredu `Object`
- Koncept vmesnika kot nadomestek za večkratno dedovanje
  - vsak podrazred lahko deduje samo od enega nadrazreda, implementira pa lahko več vmesnikov

Dedovanje

- Mehanizem, ki omogoča, da nek razred podeduje atribute in metode nekega drugega razreda
  - osnovni razred (ang. base class): razred, ki služi kot osnova za dedovanje
  - izpeljan razred (ang. derived class): razred, ki je bil izpeljan iz osnovnega razreda (tj. razred, ki deduje)
  - drugi izrazi:
    - nadrazred (ang. superclass) – podrazred (ang. subclass)
    - starš (ang. parent class) – otrok (ang. child class)
  - izpeljan razred je poseben primer bolj splošnega osnovnega razreda
- Primer: razreda `Student` in `IzredniStudent`
  - razred `Student` je osnovni razred (nadrazred)
  - razred `IzredniStudent` je izpeljan razred (podrazred)

Dedovanje

- Razred `Student` ima
  - 3 atribute: vpisna številka, priimek, ime
  - 6 metod: 3 za vpis vrednosti, 3 za branje vrednosti vsakega atributa
- Razred `IzredniStudent`
  - potrebuje vse atribute in metode razreda `Student`
  - zahteva še dodatni atribut `znesekSolnine`
  - koncept dedovanja omogoča, da atributov in metod razreda `Student` ni treba še enkrat deklarirati
  - na novo je treba deklarirati le atribut `znesekSolnine` ter metodi za vpis in branje zneska šolnine
- Prednosti dedovanja
  - krajši čas razvoja (uporabimo atribute in metode, ki že obstajajo)
  - manj napak (podedovane metode so že preizkušene in stestirane)
  - večja razumljivost (programer že razume delovanje podedovanih metod)

Dedovanje

- Deklaracija izpeljanega razreda
  - osnovni razred mora že obstajati
  - uporabimo rezervirano besedo `extends`

    ```
    public class IzredniStudent extends Student
    ```
  - deklariramo samo dodatne atribute
  - deklariramo samo dodatne metode
- Dedovanje poteka samo v eni smeri: otroci vedno podedujejo od staršev
  - nadrazred ima dostop do atributov in metod, ki so bili deklarirani v nadrazredu
  - podrazred ima dostop do atributov in metod, deklariranih v nadrazredu in podrazredu

Redefinicija podedovanih metod (ang. overriding)

- Če neka podedovana metoda ne ustreza zahtevam podrazreda, jo lahko v podrazredu ponovno definiramo
  - ob redefiniciji moramo metodo deklarirati z enakim imenom in enakim seznamom parametrov
  - objektom nadrazreda pripada metoda, deklarirana v nadrazredu
  - objektom podrazreda pripada redefinirana metoda, deklarirana v podrazredu
- Razlika med redefinicijo metod (overriding) in večkratnim definiranjem metod (overloading)
  - overriding: nadrazred in podrazred imata metodo z enakim imenom in enakim seznamom parametrov
  - overloading: v istem razredu obstaja več metod z enakim imenom, a različnim seznamom parametrov

Redefinicija podedovanih metod (ang. overriding)

- Preprost primer redefinicije
  - recimo, da razred `Student` vsebuje metodo `izpisTipa`, ki izpiše ime razreda

```
public void izpisTipa()
{
  System.out.println("Student");
}
```

  - razred `IzredniStudent` to metodo podeduje, vendar ni uporabna, ker bi morala izpisati drugačno ime razreda
  - rešitev: v razredu `IzredniStudent` to metodo redefiniramo
- Uporaba metode nadrazreda v podrazredu
  - kljub temu, da smo metodo, ki je deklarirana v nadrazredu, redefinirali, jo lahko še vedno pokličemo
  - uporabimo rezervirano besedo `super`: `super.`<ime metode>

Redefinicija podedovanih metod (ang. overriding)

- Primer uporabe `super`
  - recimo, da razred `Student` vsebuje metodo `izpisiVse()`, ki izpiše vrednosti vseh atributov
  - v razredu `IzredniStudent` moramo to metodo redefinirati tako, da bo izpisala tudi atribut `znesekSolnine`
  - redefinirana metoda je sestavljena iz dveh delov:
    - iz klica `super.izpisiVse()`
    - iz stavka za izpis zneska šolnine

```
public void izpisiVse()
{
  super.izpisiVse();
  System.out.println(znesekSolnine);
}
```

Redefinicija podedovanih metod (ang. overriding)

- Zaključek: uporaba `super` nam pogosto olajša pisanje redefiniranih metod
  - metoda nadrazreda, ki jo pokličemo s `super`, opravi tisti del postopka, ki je skupen nadrazredu in podrazredu
  - sprogramirati moramo samo preostali del postopka, ki je specifičen za podrazred
- Primerjava med `this` in `super` v podrazredu
  - `super` se nanaša na metodo nadrazreda
    - `super.izpisiVse()` pokliče metodo razreda `Student`
  - `this` se nanaša na metodo podrazreda
    - `this.izpisiVse()` pokliče metodo razreda `IzredniStudent`
    - referenco `this` običajno izpustimo

Uporaba konstruktorjev

- Ob kreiranju objekta, ki pripada nekemu podrazredu, se dejansko kličeta dva konstruktorja
  - konstruktor osnovnega razreda
  - konstruktor podrazreda
  - vedno se najprej izvede konstruktor nadrazreda, nato konstruktor podrazreda
  - v našem primeru: najprej konstruktor `Student()`, nato konstruktor `IzredniStudent()`
- Splošno pravilo pri pisanju lastnih konstruktorjev
  - konstruktor nadrazreda naj poskrbi za inicializacijo atributov, ki so deklarirani v nadrazredu
  - konstruktor podrazreda naj poskrbi za inicializacijo atributov, ki so deklarirani v podrazredu

Uporaba konstruktorjev

- Konstruktorji z argumenti
  - izhodišče: kreirati želimo objekt podrazreda, konstruktor nadrazreda pa zahteva argumente
  - podrazred mora poskrbeti, da dobi konstruktor nadrazreda ustrezne argumente
  - obvezno je treba napisati konstruktor podrazreda, ki pokliče konstruktor nadrazreda z ustreznimi argumenti
    - klic konstruktorja nadrazreda se izvede z rezervirano besedo `super` in ne z imenom konstruktorja
    - stavek `super(`<seznam argumentov>`);` mora biti prvi stavek v konstruktorju podrazreda (niti deklaracije spremenljivk ne smejo biti pred njim)
  - primer: če konstruktor nadrazreda `Student` zahteva tri argumente, ga pokličemo s `super(63020888,"Novak","Janez");`

Dostopno določilo `protected`

- Koncept skrivanja informacij (doslej)
  - atributi razreda so deklarirani z dostopnim določilom `private`
  - metode razreda so deklarirane z dostopnim določilom `public`
  - ostali razredi lahko dostopajo do atributov samo preko metod
- Posledice pri dedovanju
  - podrazredi nimajo direktnega dostopa do podedovanih atributov
  - do njih lahko dostopajo samo preko metod
- Rešitev: uporaba dostopnega določila `protected`
  - vmesna stopnja zaščite med `public` in `private`
  - podrazredom dovoljuje neposreden dostop do atributov (in metod) nadrazreda
  - ostalim razredom (ki niso izpeljani iz nadrazreda) dostop do `protected` atributov in metod ni dovoljen

Metode, ki jih ni moč redefinirati

- Obstajajo 4 tipi metod, ki jih ni moč redefinirati
  - metode `private`
  - metode `static`
  - metode `final`
  - metode znotraj razredov `final`
- Metode `private`
  - v podrazredu niso dostopne (se ne podedujejo)
  - v podrazredu lahko še enkrat deklariramo metodo z enakim imenom in parametri, vendar to ni redefinicija
- Metode `static`
  - so metode razreda in niso vezane na posamezne objekte
  - kličemo jih z imenom razreda, ne z imenom objekta:
    <ime razreda> . <ime metode>
  - metoda je ena sama za osnovni razred in vse naslednike

Metode, ki jih ni moč redefinirati

- Metode `final`
  - `final` pomeni, da je neka komponenta (npr. spremenljivka, metoda ali razred) dokončna
  - razlika med `static` in `final`
    - `static` se uporablja, kadar želimo preprečiti redefinicijo metod razreda
    - `final` se uporablja, kadar želimo preprečiti redefinicijo metod objekta
- Metode znotraj razredov `final`
  - če je razred deklariran kot `final`, potem so avtomatično vse njegove metode `final`
  - razred `final` ne more biti uporabljen kot osnova za dedovanje
  - primer razreda `final`: razred `Math`

Abstraktni razredi

- Abstraktni razred je nek splošen nadrazred, ki predstavlja osnovo za izpeljavo različnih podrazredov
  - deklariramo ga izključno z namenom, da bomo iz njega izpeljali različne razrede
  - ne moremo generirati objektov tega razreda, ampak samo objekte podrazredov
  - po zgradbi je podoben ostalim razredom (vsebuje atribute in metode) s tem, da je ena ali več metod abstraktnih
  - abstraktne razrede in abstraktne metode deklariramo z rezervirano besedo `abstract`, npr.

```
public abstract class Zival
public abstract void oglasanje()
```

Abstraktni razredi

- Abstraktna metoda ima samo glavo brez stavkov
  - uporabimo jo, kadar na nivoju nadrazreda ne moremo opisati operacije, ki jo ta metoda izvede, vendar želimo doseči, do to metodo vsebujejo vsi podrazredi
  - v podrazredu je treba abstraktno metodo redefinirati
  - če podrazred ne redefinira abstraktne metode, je tudi podrazred abstrakten
  - če je razred abstrakten, je prazna metoda vedno abstraktna, četudi izpustimo rezervirano besedo `abstract`
- Primer: abstraktni razred `Zival`
  - služi kot osnova za izpeljavo podrazredov `Pes`, `Krava` in `Kaca`
  - vsebuje abstraktno metodo `oglasanje()`, ki pove, kako se žival oglaša

Dinamično povezovanje metod

- Vsak objekt podrazreda je istočasno tudi objekt nadrazreda
  - `Pes` je `Zival`, `Avto` je `Vozilo` ("is a")
  - obratno ni možno
- Posledica: spremenljivki tipa nadrazred lahko priredimo naslov objekta, ki pripada kateremukoli podrazredu
  - imamo spremenljivko `z`, ki je deklarirana kot `Zival z;`
  - imamo 3 objekte, ki pripadajo razredom `Pes`, `Krava` in `Kaca`

```
Pes p=new Pes("Luks");
Krava kr=new Krava("Liska");
Kaca ka=new Kaca("Klopotaca");
```

  - potem so dovoljeni naslednji prireditveni stavki

```
z=p;     z=kr;     z=ka;
```

  - vprašanje: katera metoda se izvede ob klicu `z.oglasanje()`

Dinamično povezovanje metod

- Odgovor: izvede se metoda tistega podrazreda, katerega objekt je trenutno shranjen v spremenljivki `z`
- Dinamično povezovanje metod
  - je sposobnost programa, da izbere metodo, ki pripada pravemu podrazredu
  - metoda se izbere med izvajanjem programa, odvisno od dejanskega tipa objekta
  - pojem statičnega in dinamičnega tipa
    - statični tip je naveden ob deklaraciji (spremenljivka `z` je tipa `Zival`)
    - dinamični tip je določen med izvajanjem programa (spremenljivka `z` je lahko dinamičnega tipa `Pes`, `Krava` ali `Kaca`)
  - dinamični tip spremenljivke `z` določa, katera metoda `oglasanje()` se bo izvedla

Tabele objektov, ki pripadajo različnim podrazredom

- Dedovanje omogoča, da v tabeli hranimo objekte, ki pripadajo različnim podrazredom
  - zahteva: vsi objekti v tabeli morajo biti istega tipa
  - tabelo deklariramo kot tabelo objektov, ki pripadajo osnovnemu razredu
  - v resnici generiramo objekte, ki pripadajo posameznim podrazredom
  - ko so objekti vstavljeni v tabelo, jih lahko obdelujemo v zanki, kot da bi bili vsi istega tipa
  - edina omejitev: vsi podrazredi morajo biti izpeljani iz istega osnovnega razreda
- Primer: tabela podatkov o živalih

```
Zival[] z=new Zival[10];
```

Razred `Object` in njegove metode

- Razred `Object` – univerzalni nadrazred
  - je osnovni razred, deklariran v paketu `java.lang`, iz katerega so (neposredno ali posredno) izpeljani vsi drugi razredi
    - vsak razred v Javi (razen razreda `Object`) je v resnici podrazred
    - če razred ni deklariran kot razširitev nekega nadrazreda, se avtomatsko privzame, da je razširitev razreda `Object`
  - vsebuje metode, ki jih avtomatsko podedujejo vsi podrazredi
- Metoda `toString()`
  - pretvori vsebino objekta v niz tipa `String`, ki vsebuje
    - ime razreda, kateremu pripada objekt
    - naslov, kjer je ta objekt shranjen v pomnilniku, npr. `@ba34f2`
  - pri delu z objekti je priporočljivo to metodo redefinirati
    - vrne naj vrednosti vseh atributov kot en sam niz znakov
    - ta niz lahko kasneje izpišemo

Razred `Object` in njegove metode

- Metoda `equals()`
  - zahteva en argument, ki mora biti istega tipa kot objekt, iz katerega je bila metoda poklicana:
    <ime objekta>`.equals(`<imeDrugegaObjekta>`)`
  - če metode ne redefiniramo, velja, da sta objekta enaka, če imata enak naslov (preverja se enakost naslovov, ne enakost vsebine)
  - primer 1:

```
Pes pes1=new Pes("Fifi");
Pes pes2=new Pes("Fifi");
pes1.equals(pes2) vrne false
```

  - primer 2:

```
StringBuffer niz1=new StringBuffer("Fifi");
StringBuffer niz2=new StringBuffer("Fifi");
niz1.equals(niz2) vrne false
```

Razred `Object` in njegove metode

- Redefinicija metode `equals()`
  - če s podedovano metodo `equals()` nismo zadovoljni, napišemo svojo metodo z enakim seznamom argumentov in istim tipom rezultata
  - za primer 1 s prejšnje prosojnice:

```
public boolean equals(Pes p2)
{
  if (vrniIme().equals(p2.vrniIme()))
    return true;
  else
    return false;
}
```

  - krajše: `return vrniIme().equals(p2.vrniIme())`
  - uporaba `this`:

```
this.vrniIme().equals(p2.vrniIme())
```

Razred `Object` in njegove metode

- Kam vkomponirati redefinirano metodo `equals()`
  - v razred `Pes`: redefinirana metoda velja samo za pse
    - dva psa sta enaka, če imata enako ime
    - za ostale živali velja, da sta dva objekta enaka, če imata enak naslov
  - v razred `Zival`: redefinirana metoda velja za vse živali
    - katerikoli dve živali sta enaki, če imata enako ime
- Druge metode razreda `object`
  - `getClass()`: vrne objekt tipa `Class`, ki vsebuje ime razreda
  - `hashCode()`: izračuna hash kodo (za shranjevanje objektov v razpršenih tabelah)
  - `notify()`, `notifyAll()`, `wait()`: pri delu z nitmi (ang. threads)
  - `clone()`: za kopiranje objekta
  - `finalize()`: metoda, ki se izvede ob uničenju objekta

Vmesnik (angl. interface)

- Večkratno dedovanje
  - podrazred podeduje atribute in metode več kot enega nadrazreda
  - C++ omogoča večkratno dedovanje, Java pa ne
  - problemi pri večkratnem dedovanju
    - kaj narediti, če imajo atributi in metode v nadrazredih eneka imena
    - konstruktor katerega nadrazreda naj se kliče pri klicu `super()`
- Rešitev, ki jo ponuja Java: koncept vmesnika
- Vmesnik je zelo podoben razredu, s to razliko, da
  - vse metode morajo biti abstraktne
  - vsi atributi (če jih ima), morajo biti `static final`
- Z vmesnikom predpišemo metode, ki jih mora implementirati podrazred (določimo obnašanje podrazreda)

Vmesnik (angl. interface)

- Splošno pravilo
  - podrazred lahko deduje samo od enega nadrazreda
  - implementira lahko več vmesnikov
- Primer deklaracije

```
public class Podrazred extends Nadrazred
  implements Vmesnik1, Vmesnik2
```

- S stališča dedovanja `Podrazred`
  - podeduje atribute in metode razreda `Nadrazred`
  - dodatno lahko deklarira nove atribute in metode
  - redefinira lahko podedovane metode

Vmesnik (angl. interface)

- S stališča implementacije vmesnika
  - v podrazredu moramo deklarirati vse metode, specificirane v vmesnikih `Vmesnik1` in `Vmesnik2`
  - podrazred lahko uporablja statične spremenljivke iz obeh vmesnikov
- Primerjava: abstraktni razred – vmesnik
  - podobnost: ne moremo generirati objektov, ki bi pripadali abstraktnemu razredu ali vmesniku
  - razlika: v abstraktnem razredu so lahko samo nekatere metode abstraktne, v vmesniku pa morajo biti abstraktne vse metode
  - razlika: atributi abstraktnega razreda so vezani na posamezne objekte, atributi vmesnika pa so statični (vezani na razred) in nespremenljivi

Vmesnik (angl. interface)

- Kdaj uporabimo abstraktni razred
  - kadar lahko že na najvišjem nivoju sprogramiramo metode, ki so skupne različnim podrazredom
  - primer: igre s kartami
    - metoda `mešaj()` je enaka za vse podrazrede, zato jo lahko sprogramiramo v nadrazredu
    - metoda `deli()` je za vsak podrazred drugačna, zato je v nadrazredu abstraktna
- Kdaj uporabimo vmesnik
  - ko vemo, katere operacije mora izvajati podrazred, vendar dovolimo, da jih vsak podrazred sprogramira po svoje
  - primer: glasbeni instrumenti
    - v vmesniku predpišemo metodo `zaigrajTon()`, ki jo lahko vsak instrument realizira po svoje

Uvod v delo z grafiko

- Knjižnici AWT in Swing
- Kreiranje okna
  - okno kot podrazred razreda `JFrame`
- Zapiranje okna
  - dogodkovni model: razredi dogodkov, vmesniki, adapterji, poslušalci
- Upoštevanje karakteristik uporabnikovega računalnika
- Risanje na panel
- Pregled metod za risanje

Uvod v delo z grafiko

- Dve knjižnici razredov za programiranje grafičnega uporabniškega vmesnika (GUI)
  - AWT (Abstract Window Toolkit)
    - starejša (prvotna) knjižnica
    - realizacija komponent prepuščena ciljni platformi
    - problem: različno obnašanje na različnih platformah
  - Swing
    - novejša knjižnica
    - večji nabor komponent GUI
    - enostavnejša uporaba
    - manjša odvisnost od ciljne platforme
    - enak videz na vseh platformah
  - Swing še vedno uporablja dogodkovno voden način programiranja, ki ga definira AWT
    - v programih kombiniramo uporabo obeh knjižnic

Kreiranje okna

- Osnovno okno, v katerem rišemo, je objekt razreda `JFrame`
  - v paketu AWT obstaja razred `Frame`
  - razred `JFrame` je razširitev razreda `Frame`
  - osnovno okno je ena redkih komponent, ki jih ne nariše Swing, ampak okenski sistem ciljne platforme
  - osnovno okno je kontejner (ang. container), ki lahko vsebuje druge komponente grafičnega uporabniškega vmesnika (gumbi, tekstovna polja, ...)
- Program za kreiranje okna mora vsebovati
  - napoved uporabe paketa `Swing`: `import javax.swing.*;`
  - kreiranje objekta tipa `JFrame`: `JFrame okno=new JFrame();`
  - prikaz okna na zaslonu: `okno.show();`

Kreiranje okna

- Boljša rešitev
  - iz razreda `JFrame` izpeljemo podrazred, ki natančneje definira lastnosti okna
  - v podrazredu deklariramo konstruktor, ki vsebuje ukaze, kot so npr.

```
setTitle(<naslov>);                      // ime
setSize(<širina>,<višina>);              // velikost
setLocation(<x>,<y>);                    // lega
setBounds(<x>,<y>,<širina>,<višina>); // velikost in lega
setResizable(<vrednostBoolean>); // spreminjanje velikosti
```

- Problem
  - ko okno zapremo, se izvajanje programa ne prekine
  - za prekinitev je potrebno vtipkati CTRL+C

Prekinitev izvajanja programa ob zapiranju okna

- Upoštevati je treba AWT dogodkovni model
  - dogodek je sprememba v stanju določene komponente zaradi interakcije s strani uporabnika (npr. klik z miško, pritisk tipke na tipkovnici, vpis podatka v polje za vnos ipd.)
  - vsaka komponenta GUI, s katero je uporabnik v interakciji, mora vsebovati poseben objekt, ki nastopa v vlogi poslušalca
  - naloga poslušalca je, da prestreže določen dogodek, in izvrši primerno akcijo
- V Javi so dogodki razvrščeni v več razredov
  - primeri: `KeyEvent`, `MouseEvent`, `ActionEvent`, `WindowEvent`
  - za vsak tip dogodka (razred) lahko dodamo ustreznega poslušalca
  - v našem primeru potrebujemo poslušalca za dogodke tipa `WindowEvent`

Pregled dogodkov, vmesnikov in odzivnih metod

Tip dogodka	Vmesnik	Odzivne metode
ActionEvent	ActionListener	actionPerformed(ActionEvent e)
ItemEvent	ItemListener	itemStateChanged(ItemEvent e)
TextEvent	TextListener	textValueChanged(ActionEvent e)
AdjustmentEvent	AdjustmentListener	adjustmentValueChanged(AdjustmentEvent e)
ContainerEvent	ContainerListener	componentAdded(ContainerEvent e) componentRemoved(ContainerEvent e)
ComponentEvent	ComponentListener	componentMoved(ComponentEvent e) componentHidden(ComponentEvent e) componentResized(ComponentEvent e) componentShown(ComponentEvent e)
FocusEvent	FocusListener	focusGained(FocusEvent e) focusLost(FocusEvent e)

Pregled dogodkov, vmesnikov in odzivnih metod

Tip dogodka	Vmesnik	Odzivne metode
MouseEvent	MouseListener	mousePressed(MouseEvent e) mouseReleased(MouseEvent e) mouseEntered(MouseEvent e) mouseExited(MouseEvent e) mouseClicked(MouseEvent e)
	MouseMotionListener	mouseDragged(MouseEvent e) mouseMoved(MouseEvent e)
KeyEvent	KeyListener	keyPressed(KeyEvent e) keyTyped(KeyEvent e) keyReleased(KeyEvent e)
WindowEvent	WindowListener	windowActivated(WindowEvenet e) windowClosing(WindowEvenet e) windowClosed(WindowEvenet e) windowDeactivated(WindowEvent e) windowDeiconified(WindowEvenet e) windowIconified(WindowEvenet e) windowOpened(WindowEvenet e)

Pregled metod za dodajanje poslušalcev

Komponente (izvori dogodkov)	Metode za dodajanje poslušalcev
JButton, JCheckBox, JComboBox, JToolBar, JTextField, JRadioButton	addActionListener()
JScrollBar	addAdjustmentListener()
Vse Swing komponente	addFocusListener(), addKeyListener(), addMouseListener(), addMouseMotionListener()
JButton, JCheckBox, JComboBox, JRadioButton	addItemListener()
JWindow, JFrame	addWindowListener()
JSlider	addChangeEvent()

Prekinitev izvajanja programa ob zapiranju okna

- Deklaracija poslušalca
  - poslušalec mora pripadati razredu, v katerem so implementirane metode za določeno vrsto dogodkov
  - za dogodke tipa `WindowEvent` se ta razred imenuje `WindowAdapter` in je implementacija vmesnika `WindowListener`
  - vmesnik `WindowListener` predpisuje 7 metod, ki ustrezajo posameznim dogodkom tipa `WindowEvent`

```
public void windowActivated(WindowEvent e)
public void windowClosed(WindowEvent e)
public void windowClosing(WindowEvent e)
public void windowDeactivated(WindowEvent e)
public void windowDeiconified(WindowEvent e)
public void windowIconified(WindowEvent e)
public void windowOpened(WindowEvent e)
```

  - v razredu `WindowAdapter` so te metode implementirane tako, da ob dogodku ne izvršijo nobene akcije

Prekinitev izvajanja programa ob zapiranju okna

- Deklaracija poslušalca (nadalj.)
  - iz razreda `WindowAdapter` izpeljemo podrazred, ki redefinira metodo `WindowClosing`

```
class Poslusalec extends WindowAdapter
{
  public void windowClosing(WindowEvent e)
  {
    System.exit(0);
  }
}
```

  - v konstruktorju za okno deklariramo poslušalca

```
WindowListener p=new Poslusalec();
addWindowListener(p);
```

Prekinitev izvajanja programa ob zapiranju okna

- Uporaba metode `setDefaultCloseOperation()`
  - s pomočjo metode `setDefaultCloseOperation()` lahko določimo operacijo, ki se izvede ob zapiranju okna
  - operacijo podamo kot argument ob klicu metode
  - obstajajo vnaprej deklarirane konstante, ki določajo posamezne operacije
    - `DO_NOTHING_ON_CLOSE`: ne naredi nič
    - `HIDE_ON_CLOSE`: zapre okno, program teče naprej
    - `DISPOSE_ON_CLOSE`: zapre okno in uniči objekt, ki predstavlja okno; program teče naprej
    - `EXIT_ON_CLOSE`: prekine izvajanje programa
  - če ne določimo operacije ob zapiranju, se avtomatsko privzame `HIDE_ON_CLOSE`

Upoštevanje karakteristik uporabnikovega računalnika

- Razred `Toolkit` iz paketa `java.awt.*`
  - metoda `getDefaultToolkit()` vrne objekt tipa `Toolkit`
  - ugotovimo lahko velikost zaslona

```
Toolkit tk=Toolkit.getDefaultToolkit();
Dimension d=tk.getScreenSize();
int sirina=d.width;
int visina=d.height;
```

  - ob odpiranju okna upoštevamo dejansko širino in višino zaslona
  - primer za centrirano okno, katerega širina in višina je enaka polovici širine in višine zaslona

```
setSize(sirina/2,visina/2);
setLocation(sirina/4,visina/4);
```

Risanje

- Vsebina okna je določena s ploščo *content pane*
  - v konstruktorju za okno je treba
    - deklarirati ploščo content pane
    - deklarirati komponento, ki jo želimo narisati na plošči
    - dodati komponento na ploščo
  - če hočemo v oknu risati različne like (črte, pravokotnike, kroge ipd.), je treba deklarirati komponento tipa `JPanel`

```
Container vsebina=getContentPane();
JPanel panel1=new Panel1();
vsebina.add(panel1);
```

  - rišemo dejansko na panel
    - panel ima risalno površino, na katero rišemo
    - je kontejner (vsebuje lahko druge komponente)
    - podobno kot ostale komponente vsebuje metodo `paintComponent`

Risanje

- Risanje na panel
  - deklarirati je treba podrazred razreda `JPanel`
  - redefinirati je treba metodo `paintComponent(Graphics g)`
    - risanje realiziramo s klici ustreznih metod razreda `Graphics`
    - obvezen je klic istoimenske metode nadrazreda
    - metode `paintComponent` ni treba klicati, ampak se izvede avtomatsko
- Primer deklaracije panela, v katerem se nariše črta

```
class Panel1 extends JPanel
{
  public void paintComponent(Graphics g)
  {
    super.paintComponent(g);
    g.drawLine(10,10,100,70);
  }
}
```

Pregled metod za risanje

- "Risanje" nizov
  - `drawString(niz,x,y)`
    - izpiše `niz` tako, da je prvi znak niza odmaknjen od gornjega levega oglišča panela za `x` točk v desno in `y` točk navzdol
  - `setFont(f)`
    - nastavi obliko črk v skladu s parametrom `f`
    - `f` objekt je tipa `Font` in mora biti prej določen, npr.

      ```
      Font f=new Font("SansSerif",Font.BOLD,15);
      ```
    - logična imena fontov v AWT: `SansSerif`, `Serif`, `Monospaced`, `Dialog`, `DialogInput`
    - način izpisa (ang. style): `Font.PLAIN`, `Font.BOLD`, `Font.ITALIC`, `Font.BOLD+Font.ITALIC`
  - `stringWidth(niz)`
    - metoda razreda `FontMetrics`, ki za font `f` vrne dolžino niza

      ```
      FontMetrics fm=g.getFontMetrics(f);
      int dolzina=fm.stringWidth(niz);
      ```

Pregled metod za risanje

- Risanje črt, lokov in mnogokotnikov
  - `drawLine(x1,y1,x2,y2);`
    - nariše črto med točkama `(x1,y1)` in `(x2,y2)`
  - `drawArc(x,y,sirina,visina,zacKot,kot)`
    - nariše lok, ki se nahaja znotraj navideznega pravokotnika z levim zgornjim ogliščem v točki `(x,y)` in stranicama `a=sirina`, `b=visina`
    - lok se prične pri kotu `zacKot` in oklepa kot `kot` (tj. se konča pri `zacKot+kot`); koti so podani v stopinjah
  - `drawPolygon(p)`
    - nariše mnogokotnik, katerega stranice so določene s točkami objekta `p`
    - primer za risanje trikotnika

```
Polygon p=new Polygon();
p.addPoint(10,10);
p.addPoint(10,30);
p.addPoint(20,20);
g.drawPolygon(p);
```

Pregled metod za risanje

- `drawPolygon(x,y,n)`
  - nariše mnogokotnik, katerega oglišča so podana s koordinatami točk v tabelah `x` in `y`
  - parameter `n` določa število oglišč
- `drawPolyline(x,y,n)`
  - nariše lomljeno črto, ki povezuje točke, katerih koordinate so v tabelah `x` in `y`
  - `n` je število točk, ki jih je treba povezati
  - če sta prva in zadnja točka identični, je črta zaključena

- Risanje pravokotnikov, krogov in elips
  - `drawRect(x,y,sirina,visina)`
    - nariše pravokotnik z z levim zgornjim ogliščem v točki `(x,y)` in stranicama `a=sirina, b=visina`

Pregled metod za risanje

- `drawRoundRect(x,y,sirina,visina,rH,rV)`
  - nariše pravokotnik z zaobljenimi oglišči
  - `rH` in `rV` določata horizontalni in vertikalni polmer loka
- `draw3DRect(x,y,sirina,visina,dvig)`
  - nariše pravokotnik, ki daje vtis gumba
  - če je parameter `dvig` enak `true`, je pravokotnik "dvignjen" nad površino okna, sicer pa "vgreznjen"
  - učinek postane viden, če narišemo več pravokotnikov, katerih stranice se povečujejo za eno piko, koordinate levega zgornjega oglišča pa zmanjšujejo za eno piko
- `drawOval(x,y,sirina,visina)`
  - nariše elipso, ki se nahaja znotraj navideznega pravokotnika z levim zgornjim ogliščem v točki `(x,y)` in stranicama `a=sirina`, `b=visina`
  - če sta parametra `sirina` in `visina` enaka, dobimo krog

Pregled metod za risanje

- Določanje barv
  - `setColor(barva)`
    - nastavi barvo, s katero rišemo od tega trenutka dalje
    - paramater `barva` je objekt tipa `Color`
    - v razredu `Color` so definirane konstante za 13 standardnih barv

```
black       green          red
blue        lightGray      white
cyan        magenta        yellow
darkGray    orange
gray        pink
```

    - primer klica: `g.setColor(Color.green);`
    - druga možnost: objekte tipa `Color` lahko generiramo sami kot mešanico rdeče, zelene in modre barve z naslednjim konstruktorjem

```
Color(int rdeca, int zelena, int modra)
```

    - delež vsake barve lahko zavzame vrednost od 0 do 255
    - primer klica: `g.setColor(new Color(0,128,128));`

Pregled metod za risanje

- `setBackground(barva)`
  - nastavi barvo podlage
  - metodo je treba poklicati, preden prikažemo okno na zaslonu
- `setForeground(barva)`
  - nastavi barvo, s katero rišemo

- Risanje polnjenih likov
  - imena metod so enaka kot za risanje likov, le predpona `draw` se nadomesti s `fill`

```
fillRect(x,y,sirina,visina)
fillRoundRect(x,y,sirina,visina,rH,rV)
fill3DRect(x,y,sirina,visina,dvig)
fillOval(x,y,sirina,visina)
fillPolygon(p)
fillPolygon(x,y,n)
fillArc(x,y,sirina,visina,zacKot,kot)
```

Apleti

- Koncept apleta
- Postopek izdelave
- Metode apleta
  - `init()`, `start()`, `stop()`, `destroy()`
- Osnovne komponente grafičnega vmesnika
  - labela, gumb, vnosno polje
  - razporejanje komponent po risalni plošči
- Primeri
  - preprost aplet s tremi komponentami
  - aplet za zajem podatkov o delavcih

Apleti

- Aplet
  - program, ki teče znotraj spletnega brskalnika (npr. Internet Explorer ali Netscape)
  - je sestavni del neke spletne strani
  - pokličemo ga iz dokumenta, napisanega v HTML (Hypertext Markup Language)
- Postopek izdelave apleta
  - aplet napišemo podobno kot druge samostojne programe (aplikacije)
    - shranimo ga na datoteki s podaljškom `.java`
    - prevedemo ga v vmesno kodo (datoteka s podaljškom `.class`)
  - kreiramo HTML dokument, ki mora vsebovati ukaz za klic apleta
  - poženemo spletni brskalnik in naložimo HTML dokument

Apleti

- Izdelava HTML dokumenta
  - vsak HTML dokument se prične z ukazom `<html>` in konča z ukazom `</html>`
    - vsi ukazi so v lomljenih oklepajih
    - HTML ni občutljiv na velike in male črke
  - izvajanje apleta sprožimo z ukazom `<applet>`
    - ob ukazu `<applet>` navedemo tri argumente: `code`, `width` in `height`
      `code` podaja ime datoteke z vmesno kodo (prevod apleta)
      `width` in `height` določata širino in višino apleta
    - ukaz `<applet>` zaključimo z `</applet>`
  - primer:

```
<html>
<applet code="Aplet1.class" width=450 height=200>
</applet>
</html>
```

Apleti

- Orodje `appletviewer`
  - omogoča izvajanje apletov brez uporabe brskalnika
  - uporabno je predvsem med razvojem in testiranjem
  - aplet poženemo iz ukazne vrstice z ukazom
    `appletviewer` <ime HTML dokumenta>
- Razred `JApplet`
  - vsak aplet napišemo kot razširitev osnovnega razreda `JApplet`
  - razred `JApplet` se nahaja v paketu `javax.swing` in je izpeljan iz razredov `java.awt.Component` in `java.awt.Container`
  - na začetku vsakega apleta so zato prisotni ukazi

```
import javax.swing.*;
import java.awt.*;
public class Aplet1 extends JApplet
```

Apleti

- Metode apleta
  - apleti nimajo metode `main()`
  - vsebujejo 4 metode, ki jih brskalnik kliče avtomatsko
    - `public void init()`
    - `public void start()`
    - `public void stop()`
    - `public void destroy()`
  - Java avtomatsko kreira prazne metode
  - v praksi moramo napisati vsaj eno izmed njih, praviloma `init()`
- Metoda `init()`
  - se izvede, ko se aplet prvič naloži in požene v brskalniku
  - služi za inicializacijo spremenljivk, razmestitev komponent na zaslonu ipd.

Apleti

- Metoda `start()`
  - se izvede takoj za metodo `init()` in nato vsakokrat, ko postane aplet aktiven (ko se uporabnik vrne na stran z apletom, ki jo je prej zapustil ali minimiziral)
  - primer uporabe: nadaljevanje animacije, ki je bila prekinjena, ko je uporabnik zapustil stran
- Metoda `stop()`
  - se izvede vsakokrat, ko uporabnik zapusti stran z apletom
- Metoda `destroy()`
  - se izvede, ko uporabnik zapre brskalnik ali `appletviewer`
  - če je potrebno sprostiti vire, ki jih je zasedal aplet

Apleti

- Aplet lahko vsebuje različne komponente GUI
  - labela (ang. label): izpis besedila (razred `JLabel`)
  - vnosno polje: polje za vnos nekega podatka (razred `JTextField`)
  - gumb: za sprožitev neke akcije (razred `JButton`)
  - ostale komponente: `JCheckBox`, `JRadioButton`, `JComboBox`, `JToolBar`, `JScrollBar`
  - komponente dodajamo na risalno ploščo (ang. content pane) z metodo `add()`
  - primer: dodajanje labele, vnosnega polja in gumba

```
JLabel zi=new JLabel("Ime:");
JTextField i=new JTextField();
JButton potrdi=new JButton("Potrdi");
Container rp=getContentPane();
rp.add(zi); rp.add(i);
rp.add(potrdi);
```

Apleti

- Razred `JLabel`
  - za izpis teksta in slik
  - več različnih konstruktorjev
    - `JLabel()`: labela brez teksta in slike
    - `JLabel(String text)`: labela s tekstom
    - `JLabel(String text, int horizontalAlignment)`: labela s tekstom, poravnanim v skladu s parametrom `horizontalAlignment`
    - `JLabel(Icon image)`: labela s sliko
    - `JLabel(Icon image, int horizontalAlignment)`: labela s sliko, ki je poravnana v skladu s parametrom `horizontalAlignment`
    - `JLabel(String text, Icon image, int horizontalAlignment)`: labela s tekstom in sliko ter predpisano poravnanostjo
  - metoda `l.setText(niz)`: vpiše `niz` v že kreirano labelo `l`
  - metoda `l.getText()`: vrne niz, ki ga vsebuje labela `l`

Apleti

- Razred `JTextField`
  - za kreiranje vnosnih polj
  - konstruktorji
    - `JTextField()`: prazno vnosno polje dolžine 0
    - `JTextField(int numColumns)`: prazno vnosno polje dolžine `numColumns`
    - `JTextField(String text)`: vnosno polje z vnaprej vpisanim tekstom
    - `JTextField(String text, int numColumns)`: vnosno polje s tekstom `text` in dolžino `numColumns`
  - metoda `vp.setText(niz)`: vpiše `niz` v vnosno polje `vp`
  - metoda `vp.getText()`: vrne niz, ki ga vsebuje vnosno polje `vp`
  - metoda `vp.setEditable(bool)`: določi, ali je možno vpisovanje (`bool` ima vrednost `true`) ali ne (`bool` je `false`)

Apleti

- Razred `JButton`
  - za kreiranje gumbov
  - konstruktorji
    - `JButton()`: gumb brez napisa
    - `JButton(String text)`: gumb z napisom `text`
    - `JButton(String text, Icon icon)`: gumb z napisom in sliko
    - `JButton(Icon icon)`: gumb s sliko
  - metoda `g.setText(niz)`: nastavi napis na gumbu `g`
  - metoda `g.getText()`: vrne napis, ki ga vsebuje gumb `g`
- Nastavljanje fokusa
  - metoda `requestFocus()` omogoča, da vnaprej nastavimo kurzor tipkovnice v izbrano vnosno polje ali izpostavimo določen gumb
  - primer uporabe: `vp.requestFocus();` ali `g.requestFocus();`

Apleti

- Razporejanje komponent po risalni plošči
  - uporabimo enega izmed razporejevalnikov (ang. layout managers)
    - razporejevalnik avtomatsko razporeja komponente znotraj kontejnerja
  - lego določamo sami z ukazi `setLocation()`, `setSize()` in `setBounds()`
- Pregled razporejevalnikov
  - `FlowLayout`
    - komponente razporedi po vrsticah
    - ko v neki vrstici zmanjka prostora, nadaljuje v naslednji vrstici
  - `BorderLayout`
    - se uporabi, če ne specificiramo nobenega razporejevalnika
    - površino kontejnerja razdeli na 5 con, ki se imenujejo `"North"`, `"West"`, `"Center"`, `"East"` in `"South"`
    - ob dodajanju vsake komponente je treba navesti tudi cono, kamor naj se komponenta doda

Apleti

- `GridLayout`
  - komponente razporedi v celice, ki tvorijo matriko, sestavljeno iz `m` vrstic in `n` stolpcev
  - število vrstic in stolpcev določimo ob inicializaciji razporejevalnika
  - vsaka nova komponenta se doda v naslednjo celico
  - preskakovanje celic ni možno
- `GridBagLayout`
  - omogoča dodajanje komponent v točno določene celice
  - posamezne komponente lahko zasedajo več celic
- `CardLayout`
  - komponente se nalagajo ena na drugo
  - primeren, ko želimo, da je naenkrat vidna samo ena komponenta
- `BoxLayout`
  - vse komponente razporedi v eno vrstico ali v en stolpec

Apleti

- Določitev razporejevalnika
  - najprej generiramo objekt, ki pripada ustreznemu razporejevalniku, npr.
    ```
    FlowLayout flow=new FlowLayout();
    ```
    ali
    ```
    GridLayout grid=new GridLayout(4,7);
    ```
  - nato nastavimo razporejevalnik z metodo `setLayout()`
    ```
    Container rp=getContentPane();
    rp.setLayout(flow);
    ```
    ali
    ```
    rp.setLayout(grid);
    ```
  - oba koraka lahko združimo
    ```
    rp.setLayout(new FlowLayout());
    ```
- Brez razporejevalnika
  - razporejevalnik nastavimo na `null`
    ```
    rp.setLayout(null);
    ```

Primer preprostega apleta

- Aplet s tremi komponentami: labelo, vnosnim poljem in gumbom
  - napovemo uporabo paketov `javax.swing` in `java.awt`
  - aplet deklariramo kot razširitev razreda `JApplet`
  - generiramo vse tri komponente
  - izberemo razporejevalnik
  - pripravimo risalno ploščo
  - dodamo vse tri komponente na risalno ploščo
  - nastavimo fokus (kurzor tipkovnice)
- Določanje barve
  - za vsako komponento lahko določimo barvo podlage in barvo črk

```
gumb.setForeground(Color.red);
gumb.setBackground(Color.yellow);
```

Primer preprostega apleta

- Določanje pisave
  - uporabimo že znano metodo `setFont(f)`
  - argument `f` je objekt tipa `Font` in mora biti prej določen, npr.

```
Font pisava1=new Font("TimesRoman",Font.ITALIC,24);
Font pisava2=new Font("Helvetica",Font.BOLD,20);
```

  - pisavo določimo za vsako komponento posebej, npr.

```
labela.setFont(pisava1);
vnPolje.setFont(pisava2);
```

- Odstranjevanje komponent
  - komponente odstranjujemo z metodo `remove(`<ime komponente>`)`, npr. `remove(gumb);` ali `remove(labela);`
  - po odstranitvi komponente je treba vsebino risalne plošče ponovno narisati z metodo `repaint()`

Primer preprostega apleta

- Aplet se mora odzivati na dogodke
  - v našem apletu lahko uporabnik zaključi vnos na dva načina
    - s klikom na gumb
    - s tipko Enter
  - oba dogodka sta tipa `ActionEvent`
  - določiti je treba poslušalca, ki bo zaznal omenjena dogodka
    - poslušalec je aplet (ni treba vpeljati posebnega objekta)
    - poslušalec mora implementirati metode, ki so določene z vmesnikom (ang. interface) `ActionListener`
  - vmesnik `ActionListener` zahteva samo eno metodo

    ```
    public void actionPerformed(ActionEvent d)
    ```

    - za vmesnike, ki zahtevajo samo eno metodo, ne obstaja ustrezen adapter, v katerem bi bila ta metoda realizirana kot prazna metoda
    - zato mora poslušalec obvezno implementirati vmesnik

      ```
      public class Pozdrav2 extends JApplet
      implements ActionListener
      ```

Primer preprostega apleta

- Potrebne spremembe v našem apletu
  - dodaten stavek `import java.awt.event.*;`
  - sprememba glave

    ```
    public class Pozdrav2 extends JApplet implements
      ActionListener
    ```
  - registracija poslušalcev: obema komponentama, ki nastopata kot možna izvora dogodkov, dodamo poslušalca

    ```
    gumb.addActionListener(this);
    vnPolje.addActionListener(this);
    ```
  - metoda `actionPerformed(ActionEvent d)`
    - ugotoviti mora izvor dogodka in izvršiti ustrezno akcijo
    - izvor dogodka določimo z metodo `getSource()`

      ```
      Object izvor=d.getSource();
      ```
    - akcija, ki sledi dogodku, je odvisna od izvora

      ```
      if (izvor==gumb) ...
      ```
    - če nas zanima samo tip izvora uporabimo rezervirano besedo `instanceof`

      ```
      if (izvor instanceof JTextField) ...
      ```

Aplet za zajem podatkov o delavcih

- Opis problema
  - zajeti želimo naslednje podatke:
    - matično številko
    - priimek
    - ime
    - število ur
  - zajeti podatki se vpišejo v tabelo, v kateri vsak element predstavlja enega delavca (objekt tipa `Delavec6`)
  - uporabnik vnaša podatke v 4 vnosna polja
    - ko vnese vse podatke za enega delavca, s pritiskom na gumb "Vnesi" sproži vpis v tabelo
    - če želi, lahko pobriše vsebino vseh vnosnih polj in ponovi vnos (gumb "Briši")
    - vnos poteka v zanki: ko se podatki za enega delavca vpišejo v tabelo, se vnosna polja izpraznejo, da je možen vnos podatkov za naslednjega delavca
    - ko so zajeti podatki za vse delavce, se izpiše ustrezno obvestilo

Aplet za zajem podatkov o delavcih

- Potrebne komponente
  - štiri vnosna polja

```
JTextField ms=new JTextField();     // matična št.
JTextField p=new JTextField();      // priimek
JTextField i=new JTextField();      // ime
JTextField u=new JTextField();      // število ur
```

  - pred vsakim vnosnim poljem izpišemo ustrezen zahtevek: štiri labele

```
JLabel zms=new JLabel("Matična številka:");
JLabel zp=new JLabel("Priimek:");
JLabel zi=new JLabel("Ime:");
JLabel zu=new JLabel("Število ur:");
```

  - dva gumba

```
JButton vnesi=new JButton("Vnesi");
JButton brisi=new JButton("Briši");
```

  - obvestilo o zaključku vnosa: labela, ki je na začetku prazna

```
JLabel obv=new JLabel("");
```

Aplet za zajem podatkov o delavcih

- Razporejanje komponent
  - ne bomo uporabili razporejevalnika

```
Container rp=getContentPane();
rp.setLayout(null);
```

  - komponente razporejamo s pomočjo metode `setBounds()`
  - razmestitev zahtevkov za vnos in vnosnih polj

```
zms.setBounds(30,30,110,20); ms.setBounds(150,30,60,20);
zp.setBounds(30,50,110,20); p.setBounds(150,50,100,20);
zi.setBounds(30,70,110,20); i.setBounds(150,70,100,20);
zu.setBounds(30,90,110,20); u.setBounds(150,90,60,20);
```

  - razmestitev gumbov

```
brisi.setBounds(30,120,70,20);
vnesi.setBounds(150,120,70,20);
```

  - položaj obvestila

```
obv.setBounds(30,180,150,20);
```

Aplet za zajem podatkov o delavcih

- Dodajanje komponent na risalno ploščo

```
rp.add(zms); rp.add(ms);
rp.add(zp); rp.add(p);
rp.add(zi); rp.add(i);
rp.add(zu); rp.add(u);
rp.add(vnesi); rp.add(brisi);
rp.add(obv);
```

- Nastavitev kurzorja tipkovnice v prvo vnosno polje

```
ms.requestFocus();
```

- Deklaracija tabele delavcev

```
static final int ST_DEL=5;
static Delavec6[] td=new Delavec6[ST_DEL];
int j=-1;   // indeks v tabeli delavcev
// vrednost -1 označuje, da je na začetku tabela
// prazna; ob dodajanju vsakega delavca se j poveča
// za 1
```

Aplet za zajem podatkov o delavcih

- Deklaracija razreda `Delavec6`
  - atributi

```
private int matStev;
private String priimek;
private String ime;
private int stUr;
```

  - konstruktor
  - metode
    - za vpis vrednosti posameznih atributov
    - za vračane vrednosti posameznih atributov
    - za izpis vrednosti vseh atributov: `izpisiVse()`
- Dodajanje poslušalca
  - izvora dogodkov sta gumba "Vnesi" in "Briši", poslušalec je aplet

```
vnesi.addActionListener(this);
brisi.addActionListener(this);
```

Aplet za zajem podatkov o delavcih

- Metoda `actionPerformed(ActionEvent d)`
  - ugotavljanje izvora dogodka

```
Object izvor=d.getSource();
if (izvor==vnesi)
{
}
else if (izvor==brisi)
{
}
```

  - pritisk na gumb "Vnesi"
    - branje podatkov iz vnosnih polj in generiranje novega elementa tabele
    - če je tabela polna, odstranimo oba gumba in izpišemo obvestilo
    - če tabela ni še polna, izpraznimo vnosna polja in jih pripravimo za vnos naslednjega delavca
  - pritisk na gumb "Briši"
    - izpraznimo vnosna polja in s tem omogočimo uporabniku ponoven vnos podatkov

Aplet za zajem podatkov o delavcih

- Branje podatkov iz vnosnih polj v nov element tabele

```
int matSt=Integer.parseInt(ms.getText());
String priimek=p.getText();
String ime=i.getText();
int stUr=Integer.parseInt(u.getText());
++j;
td[j]=new Delavec6(matSt,priimek,ime,stUr);
```

- Odstranitev obeh gumbov in izpis obvestila

```
remove(vnesi); remove(brisi);
obv.setText("Tabela je polna.");
repaint();
```

- Izpraznitev vnosnih polj

```
ms.setText("");
p.setText("");
i.setText("");
u.setText("");
ms.requestFocus();
```