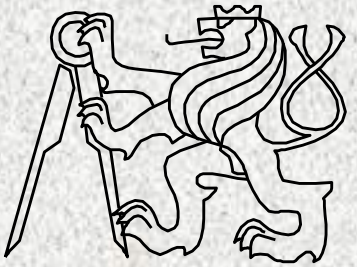
Spojové struktury

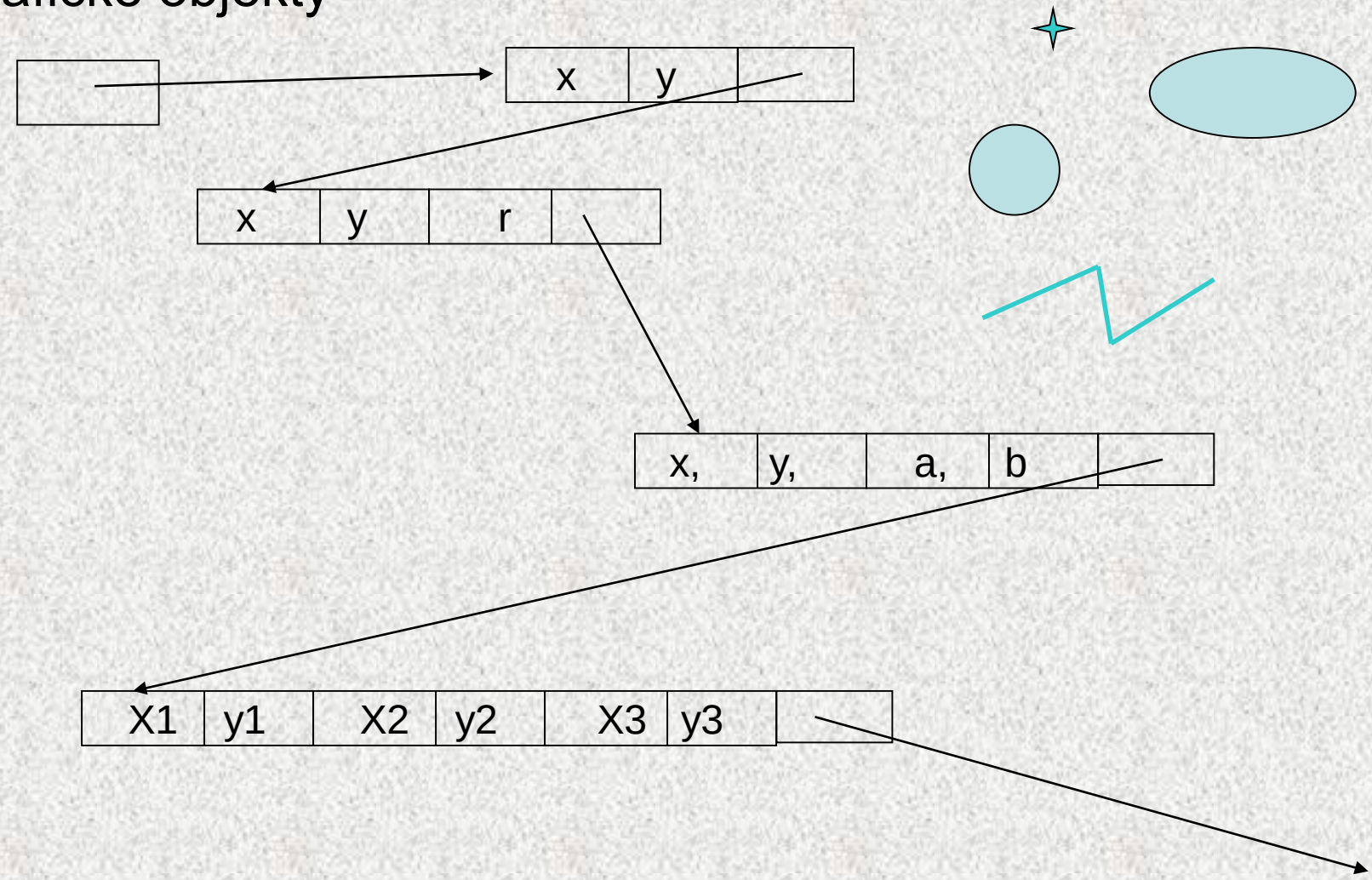


BD6B36PJV - 10

Fakulta elektrotechnická
České vysoké učení technické

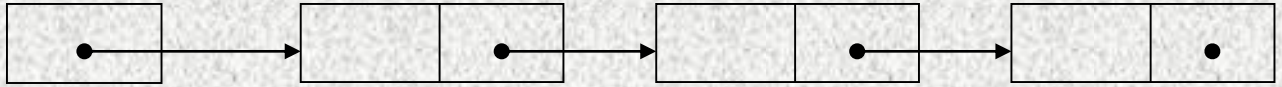
Spojové struktury

- Grafické objekty

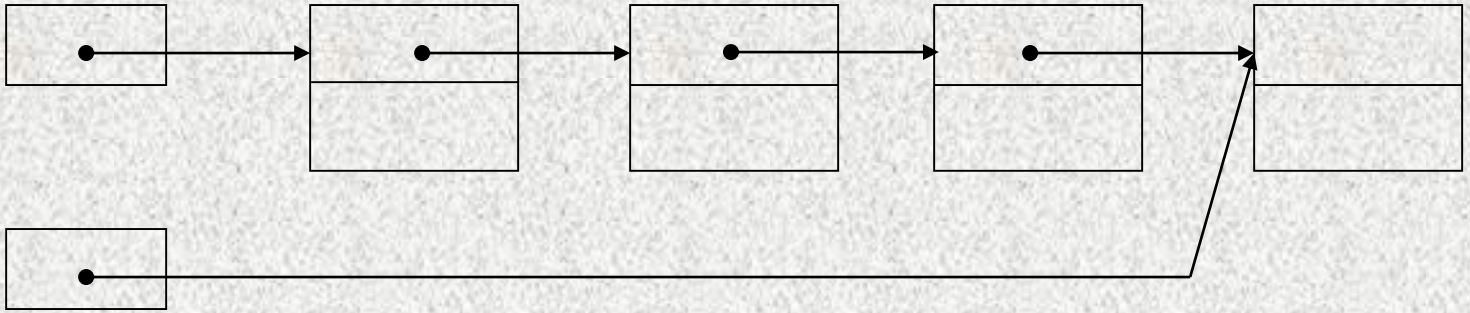


Spojové struktury

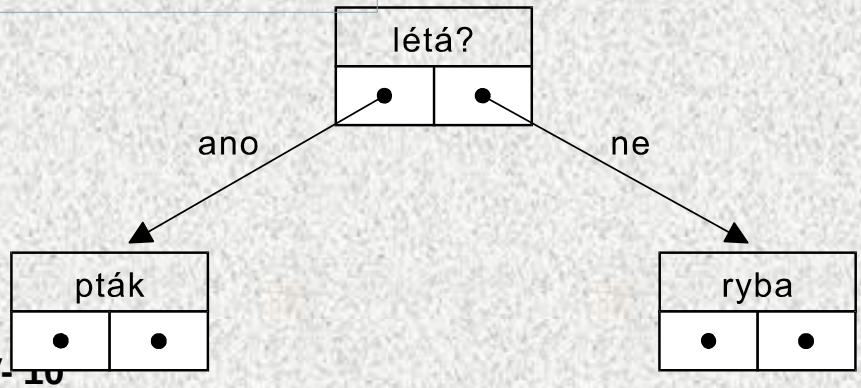
Zásobník



Fronta

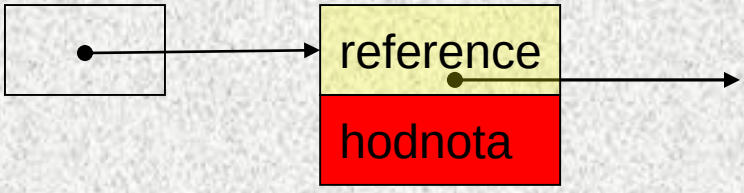


Stromy



Spojové struktury

- Základním prvkem spojových struktur je dvojice:



- reference - odkaz(y) na další prvek spojové struktury, definuje operátor **`new`**
  - znázorňujeme šipkou
- hodnota – informace libovolného typu

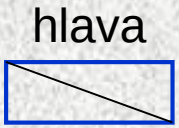
- Nejjednodušší typ spojové struktury – jednosměrné spojové seznamy
- Spojové struktury jsou mocným implementačním prostředkem pro ADT, viz další přednáška o ADT a předmět Algoritmizace:
  - Fronty
  - Zásobníky
  - Stromy
  - Grafy

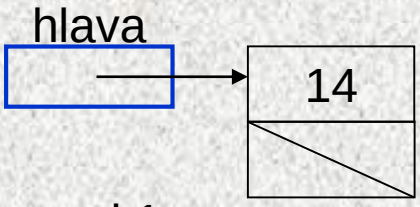
Spojové seznamy I

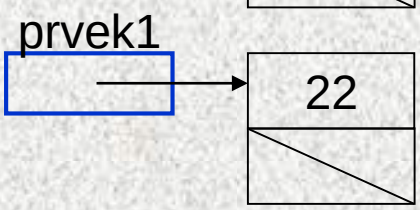
```
Prvek seznamu:
class Prvek {
 TypHodnoty hodn;
 Prvek dalsi;
```

Rekurzivní definice


```
public Prvek(TypHodnoty h, Prvek p) {
hodn = h;
dalsi = p;
    }
}

Prvek hlava = null;

hlava = new Prvek(14, null);

Prvek prvek1;
prvek1 = new Prvek(22, null);
```

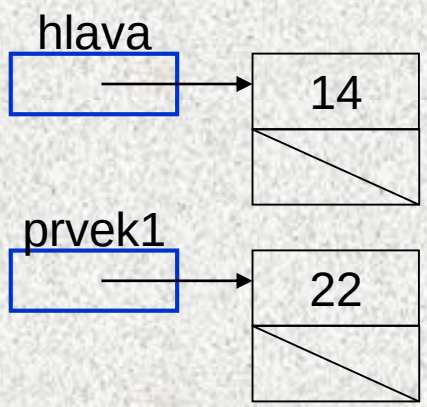






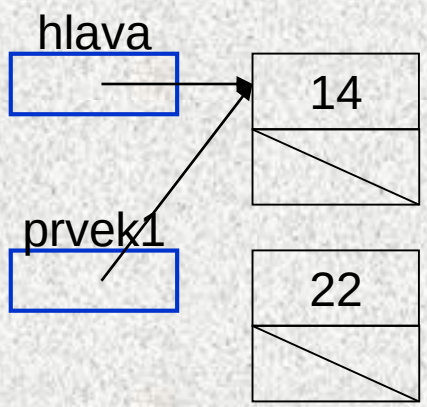
Spojové seznamy II

```
hlava = new Prvek(14, null);

prvek1 = new Prvek(22, null);

prvek1 = hlava;
```

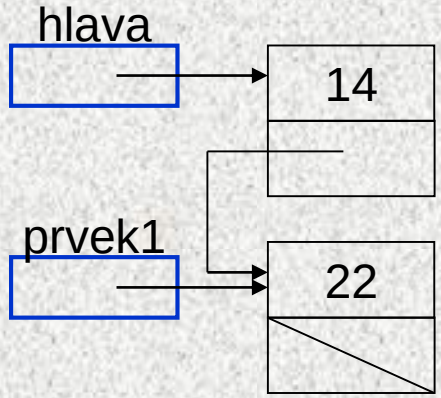


Spojové seznamy II

```
hlava = new Prvek(14, null);

prvek1 = new Prvek(22, null);

prvek1 = hlava;
```

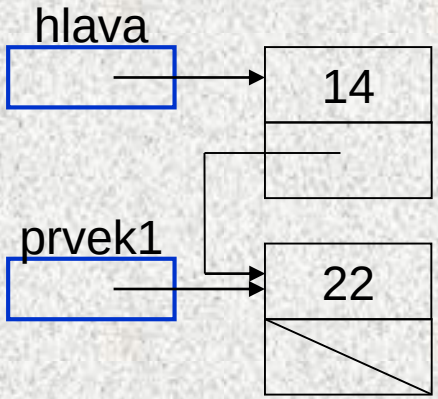



```
prvek1 = new Prvek(22, null);

hlava = new Prvek(14, prvek1);
```

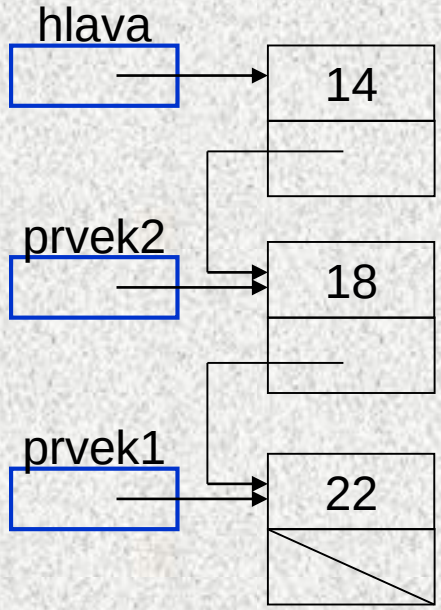


Spojové seznamy III

```
prvek1 = new Prvek(22, null);

hlava = new Prvek(14, prvek1);
```



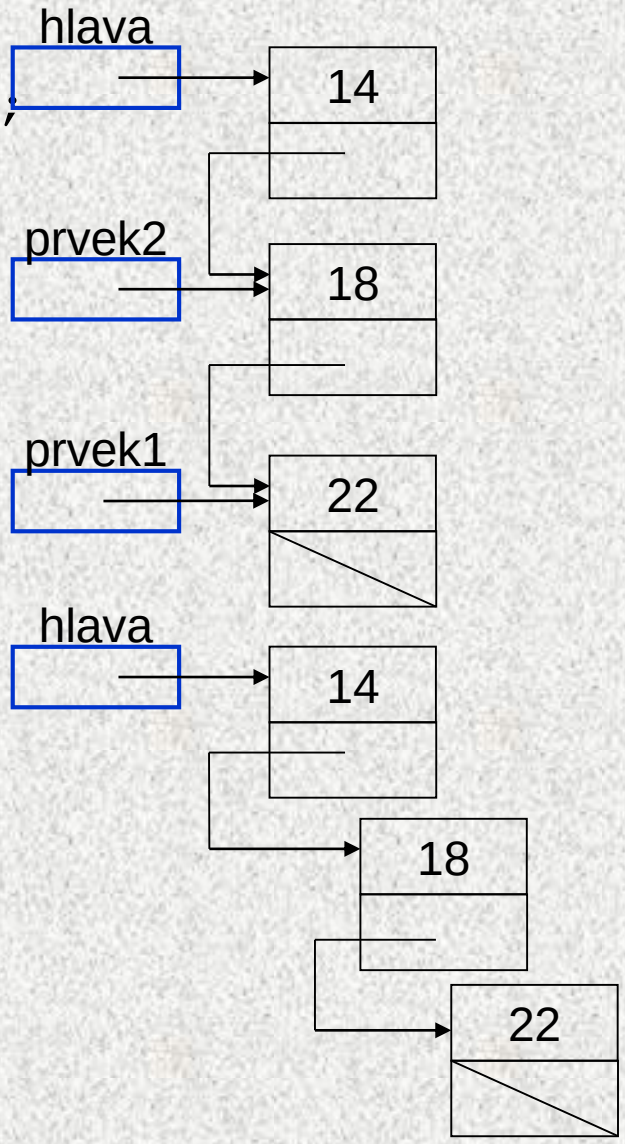

```
Prvek prvek2;

prvek1 = new Prvek(22, null);
prvek2 = new Prvek(18, prvek1);
hlava = new Prvek(14, prvek2);
```



Spojové seznamy IV

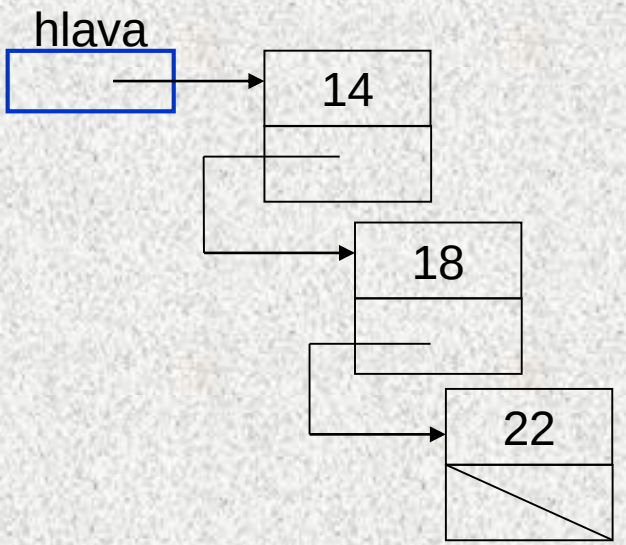
```
prvek1 = new Prvek (22,null);
prvek2 = new Prvek (18,prvek1);
hlava = new Prvek (14,prvek2);
```

```
hlava = new Prvek (14,
          new Prvek (18,
            new Prvek (22, null)
                      )
                     );
```

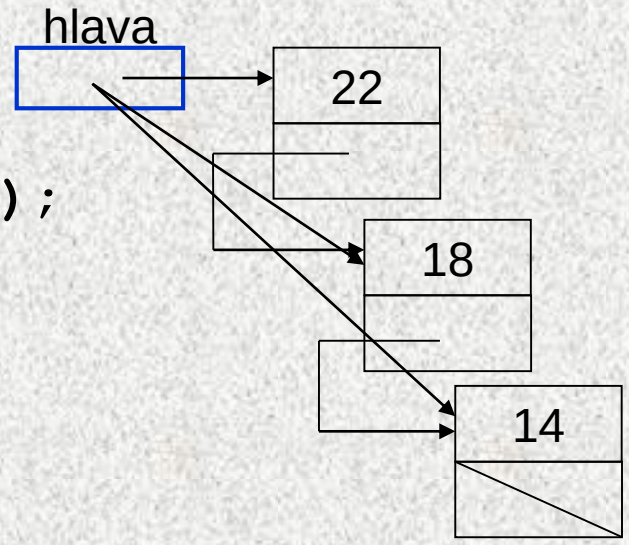


Spojové seznamy V

```
hlava = new Prvek(14,
          new Prvek(18,
            new Prvek(22, null)
                    )
                   );
```

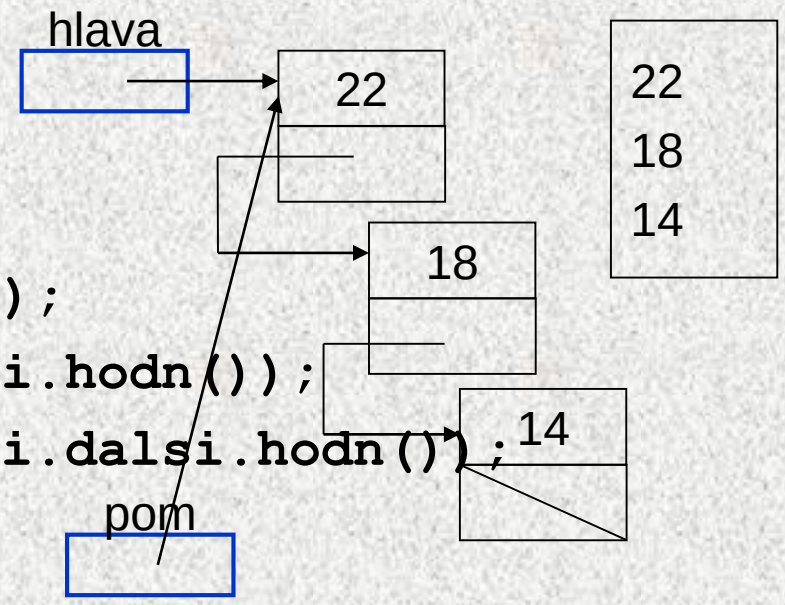



```
 Prvek hlava = null;
 int cislo= 14;
 while (cislo<26) {
 hlava = new Prvek(cislo,hlava);
 cislo += 4;
}
```



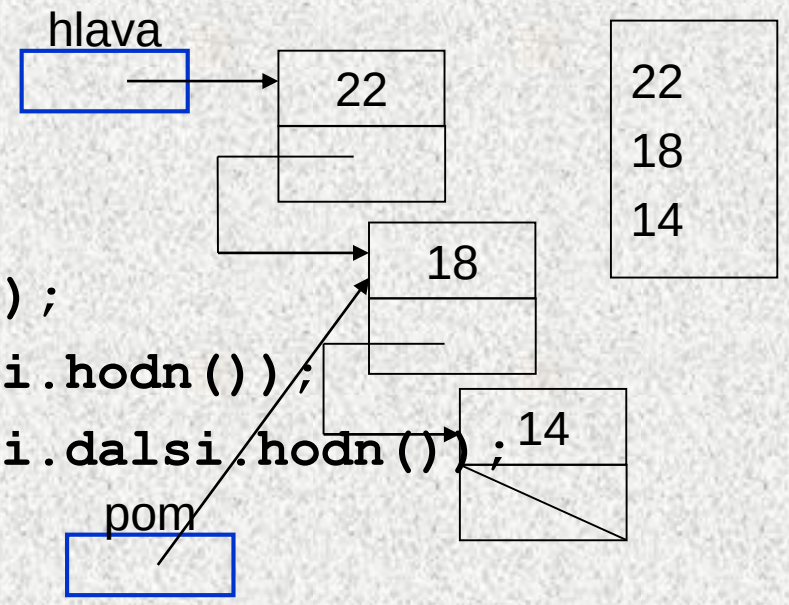
Spojové seznamy VI

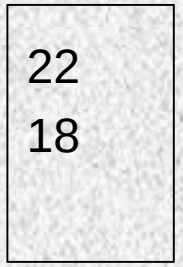
```
public int hodn() {
    return hodn;
    }
Prvek hlava;
System.out.print(hlava.hodn());
System.out.println(hlava.dalsi.hodn());
System.out.println(hlava.dalsi.dalsi.hodn());

public Prvek dalsi() {
    return dalsi;  }
Prvek pom = hlava;
while (pom!=null) {
    System.out.println(pom.hodn());
 pom = pom.dalsi();
}
```



Spojové seznamy VI

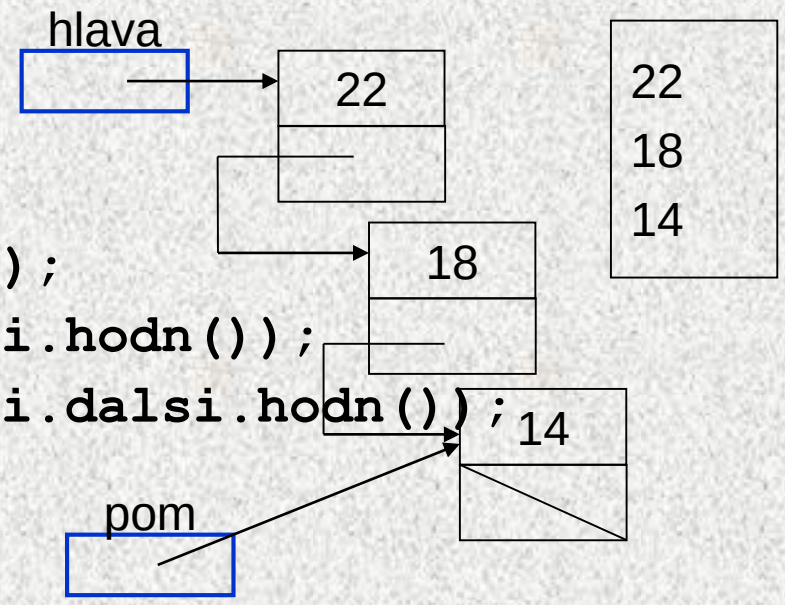
```
public int hodn() {
    return hodn;
    }
Prvek hlava;
System.out.print(hlava.hodn());
System.out.println(hlava.dalsi.hodn());
System.out.println(hlava.dalsi.dalsi.hodn());

public Prvek dalsi() {
    return dalsi;  }
Prvek pom = hlava;
while (pom!=null) {
    System.out.println(pom.hodn());
 pom = pom.dalsi();
}
```





Spojové seznamy VI

```
public int hodn() {
    return hodn;
    }
Prvek hlava;
System.out.print(hlava.hodn());
System.out.println(hlava.dalsi.hodn());
System.out.println(hlava.dalsi.dalsi.hodn());

public Prvek dalsi() {
    return dalsi;  }
Prvek pom = hlava;
while (pom!=null) {
    System.out.println(pom.hodn());
 pom = pom.dalsi();
}
```

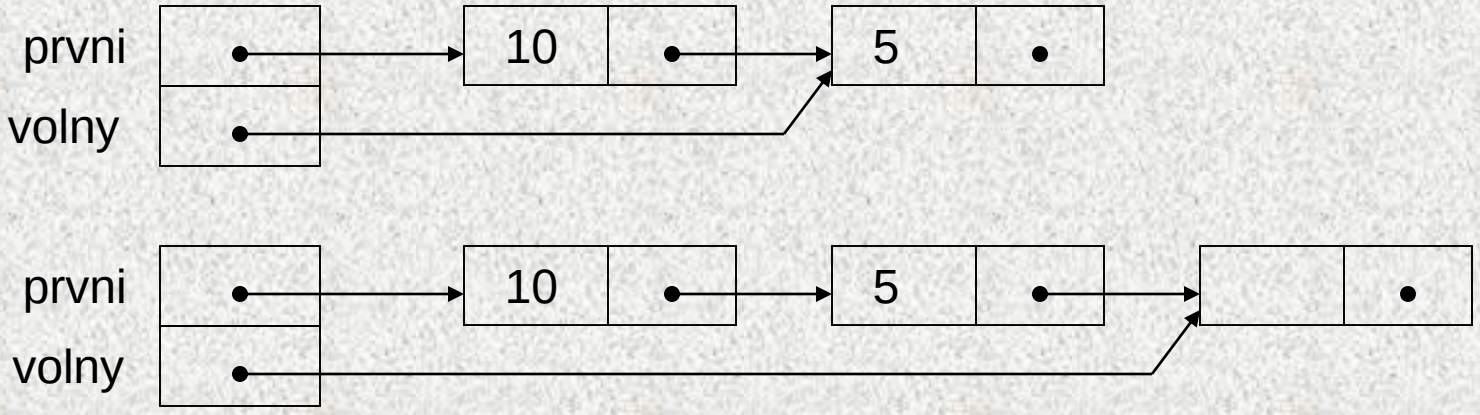


Příklad použití spojového seznamu

```
public class ObraceniCisel {
  public static void main(String[] args) {
 System.out.println("zadejte řadu zakončených nulou");
    Prvek prvni = null;
    int cislo = sc.nextInt();
    while (cislo!=0) {
      prvni = new Prvek(cislo, prvni);
      cislo = sc.nextInt();
    }
    System.out.println("čísla v opačném pořadí");
    Prvek pom = prvni;
    while (pom!=null) {
      System.out.print(pom.hodn()+" ");
      pom = pom.dalsi();
    }
    System.out.println();
}
```

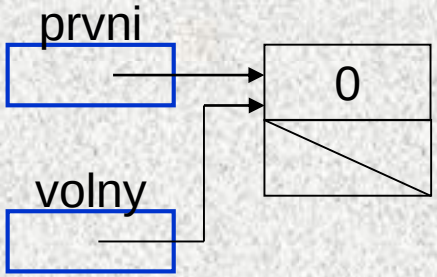
Další operace se spojovým seznamem

- Napišme třídu reprezentující spojový seznam celých čísel s těmito operacemi:
  - vložení čísla na začátek seznamu
  - vložení čísla na konec seznamu
  - test, zda číslo je v seznamu
  - výpis čísel uložených v seznamu
- Vložení prvku na konec spojového seznamu identifikovaného pouze odkazem na první prvek vyžaduje najít poslední prvek (lineární složitost)
- Vložení prvku na konec seznamu bude mít konstantní složitost, použijeme-li reprezentaci:



Spojové seznamy VII

```
class SeznamCisel {
Prvek volny;
Prvek prvni;

public SeznamCisel() {
    prvni = new Prvek();
    volny = prvni;
  }
}
```

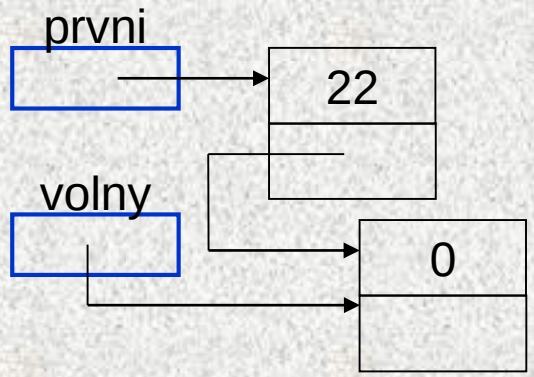



```
public Prvek() {
hodn = 0;
dalsi = null;
}
```

```
SeznamCisel jednoduseK = new SeznamCisel();
```

Spojové seznamy VII

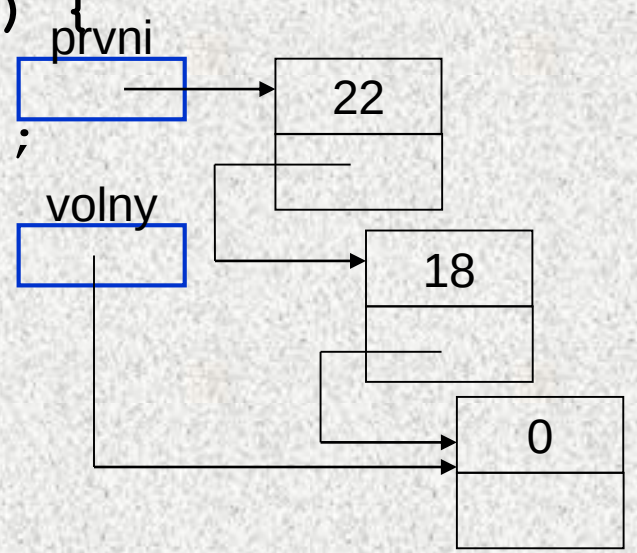
```
public void vlozNaKonec(int x) {
     volny.hodn = x;
     volny.dalsi = new Prvek();
     volny = volny.dalsi;
     }
```




```
SeznamCisel jednoduseK = new SeznamCisel();
jednoduseK.vlozNaKonec(22);
```

Spojové seznamy VII

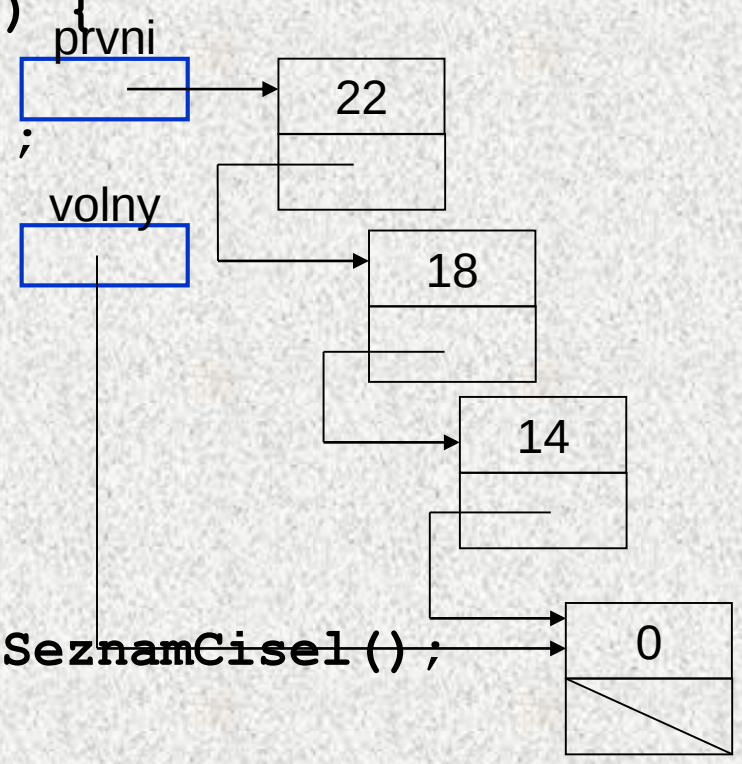
```
public void vlozNaKonec(int x) {
     volny.hodn = x;
     volny.dalsi = new Prvek();
     volny = volny.dalsi;
     }
```




```
SeznamCisel jednoduseK = new SeznamCisel();
jednoduseK.vlozNaKonec(22);
jednoduseK.vlozNaKonec(18);
```

Spojové seznamy VII

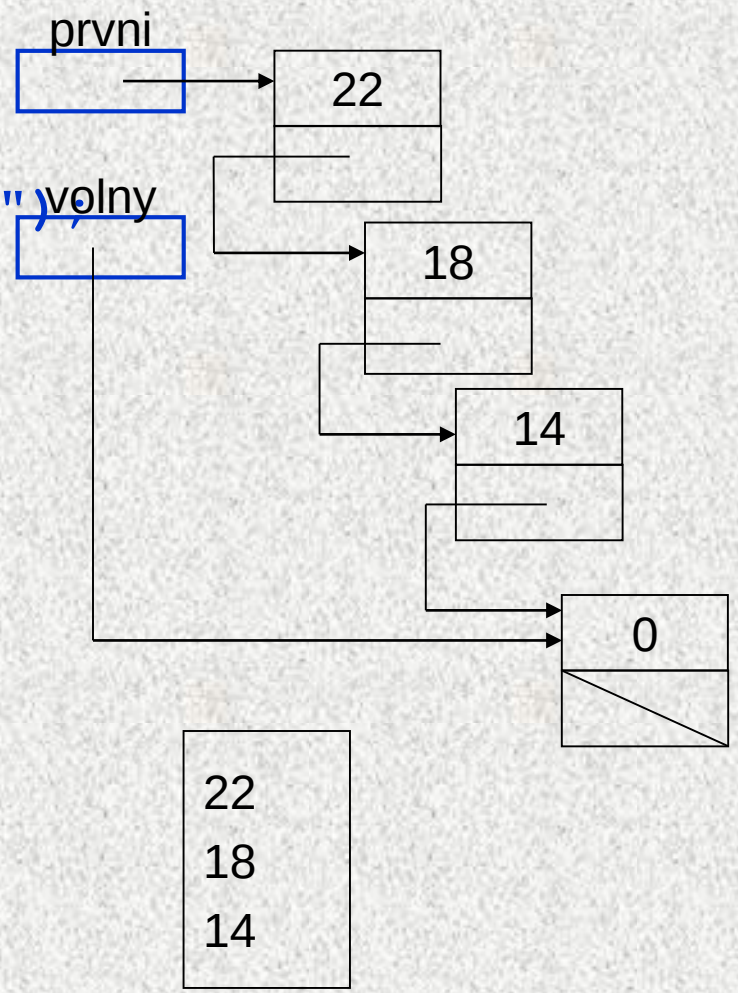
```
public void vlozNaKonec(int x) {
     volny.hodn = x;
     volny.dalsi = new Prvek();
     volny = volny.dalsi;
     }
```




```
SeznamCisel jednoduseK = new SeznamCisel();
jednoduseK.vlozNaKonec(22);
jednoduseK.vlozNaKonec(18);
jednoduseK.vlozNaKonec(14);
```

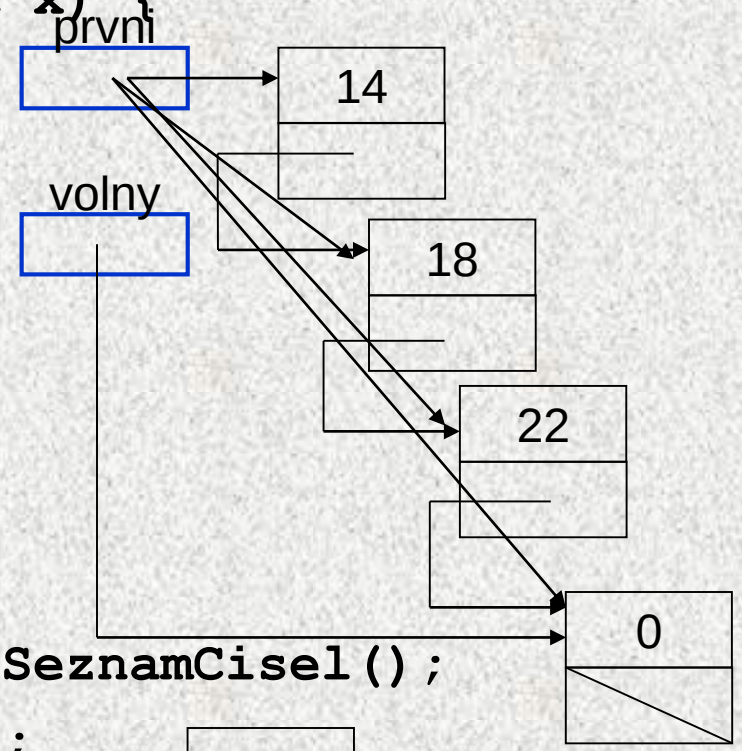
Spojové seznamy VII

```
public void vypis() {
 Prvek pom = prvni;
 while (pom!=volny) {
 System.out.print(pom.hodn+" ");
 pom = pom.dalsi;}
 System.out.println();
}
```



Spojové seznamy VIII

```
public void vlozNaZacatek(int x) {
prvni = new Prvek(x, prvni);
    }
```



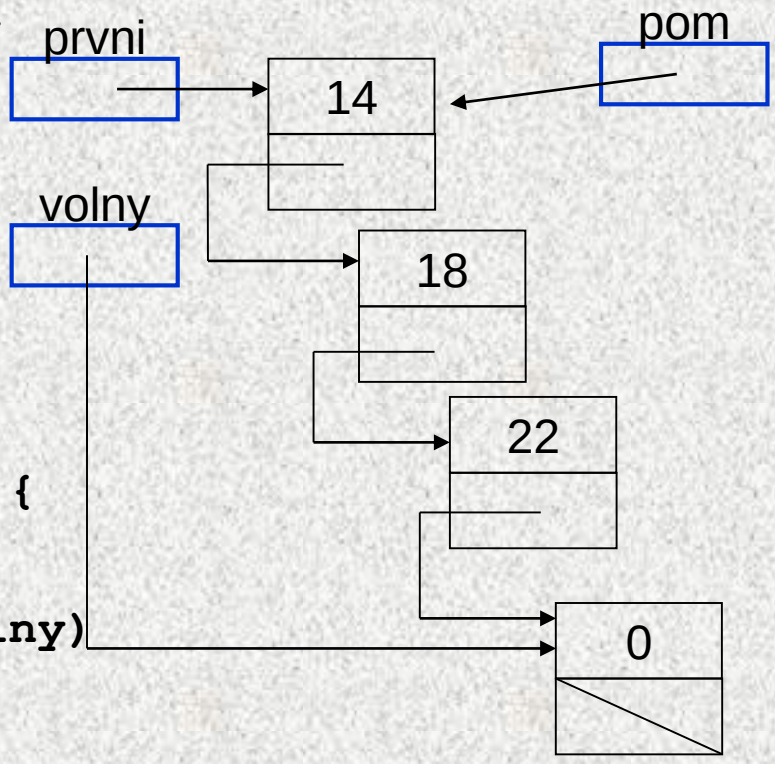

```
SeznamCisel jednoduseK = new SeznamCisel();
 jednoduseZ.vlozNaZacatek(22);
 jednoduseZ.vlozNaZacatek(18);
 jednoduseZ.vlozNaZacatek(14);
 jednoduseZ.vypis();
```

14
18
22

Spojové seznamy IX

```
public boolean jePrvkem1(int x) {
Prvek pom = prvni;
while (pom.hodn!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi;
    return pom!=volny;
  }
```

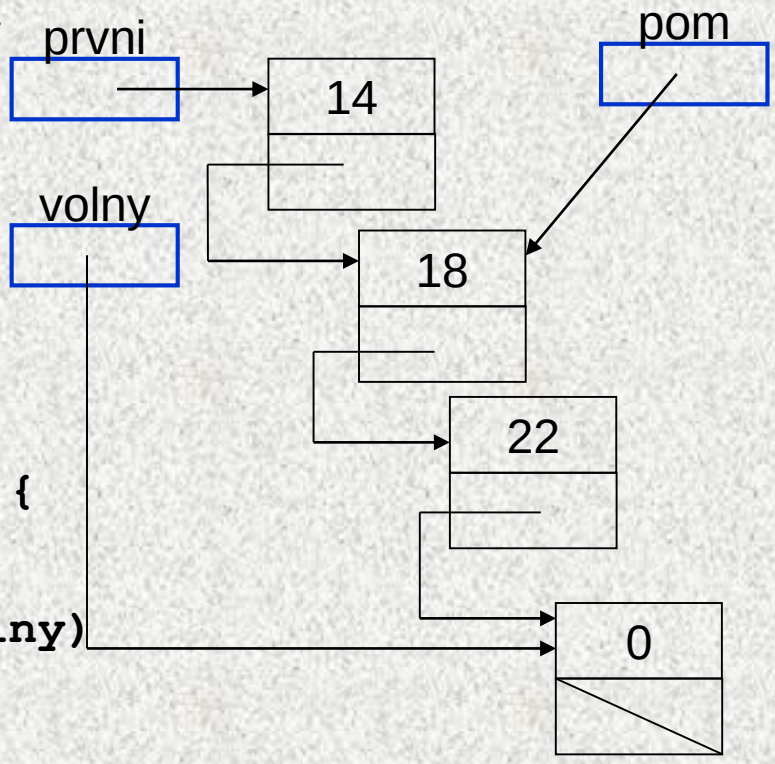
```
 public boolean jePrvkem1(int x) {
 Prvek pom = prvni;
 while (pom.hodn()!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi();
    return pom!=volny;
  }
```



Spojové seznamy IX

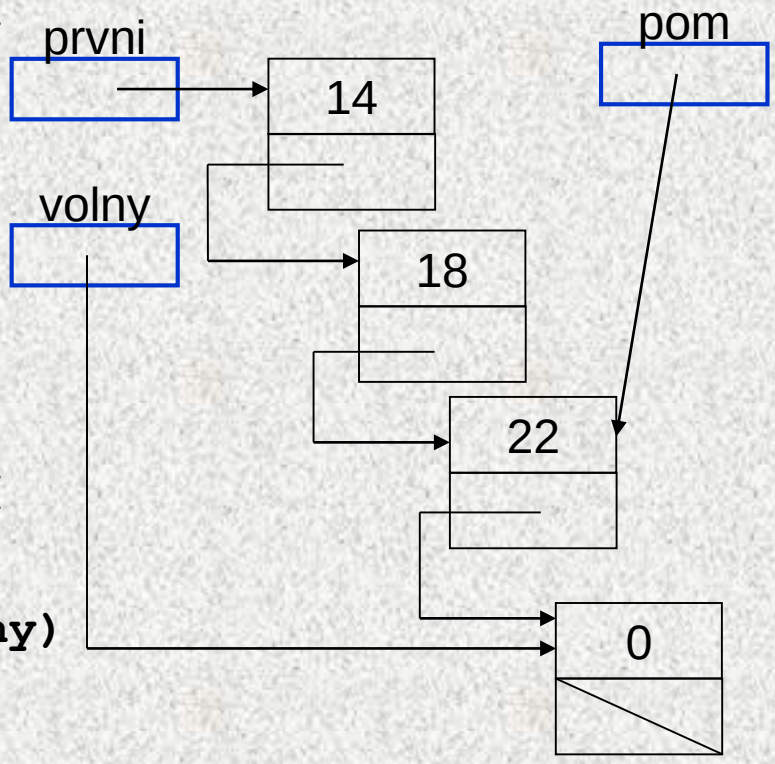
```
public boolean jePrvkem1(int x) {
Prvek pom = prvni;
while (pom.hodn!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi;
    return pom!==volny;
  }
```

```
 public boolean jePrvkem1(int x) {
 Prvek pom = prvni;
 while (pom.hodn()!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi();
    return pom!==volny;
  }
```



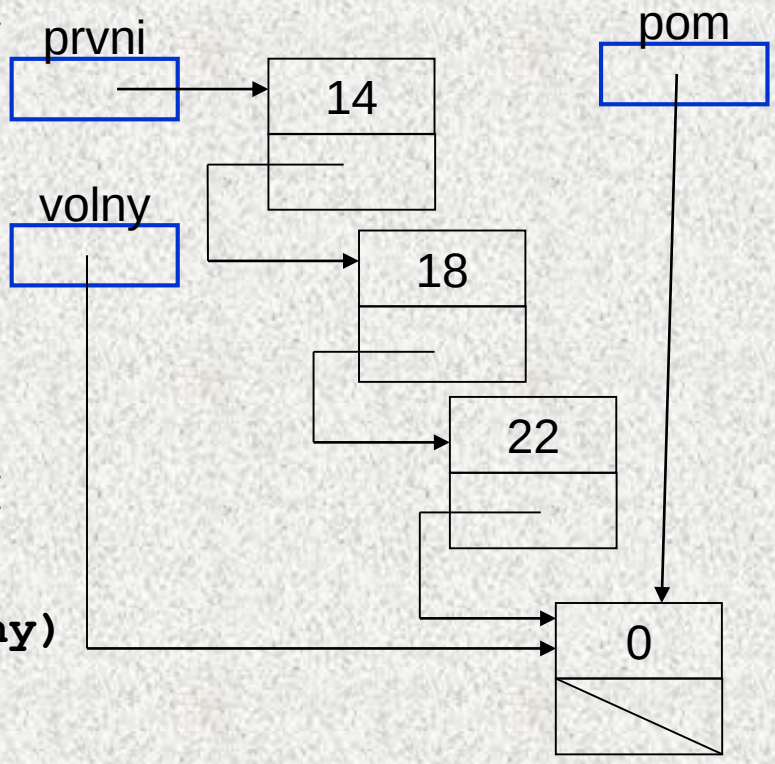
Spojové seznamy IX

```
public boolean jePrvkem1(int x) {
Prvek pom = prvni;
while (pom.hodn!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi;
    return pom!=volny;
  }

public boolean jePrvkem1(int x) {
Prvek pom = prvni;
while (pom.hodn()!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi();
    return pom!=volny;
  }
```



Spojové seznamy IX

```
public boolean jePrvkem1(int x) {
Prvek pom = prvni;
while (pom.hodn!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi;
    return pom!=volny;
  }

public boolean jePrvkem1(int x) {
Prvek pom = prvni;
while (pom.hodn()!=x && pom!=volny)
    pom = pom.dalsi();
    return pom!=volny;
  }
```



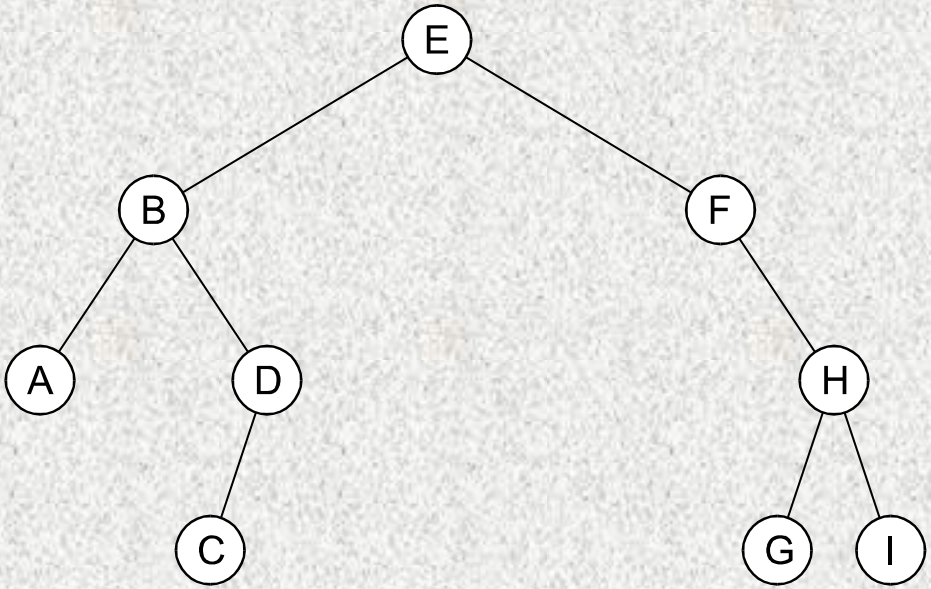
Použití třídy SeznamCisel

- Program, který přečte řadu čísel zakončených nulou a vypíše:
  - přečtená čísla v opačném pořadí
  - seznam různých čísel

```
public static void main(String[] args) {
    SeznamCisel obracena = new SeznamCisel();
    SeznamCisel ruzna = new SeznamCisel();
    System.out.println ("zadejte řadu zakončenou nulou");
    int x = sc.nextInt();
    while (x!=0) {
      obracena.vlozNaZacatek(x);
      if (!ruzna.jePrvkem(x))
        ruzna.vlozNaKonec(x);
      x = sc.nextInt();
    }
    System.out.println ("čísla v opačném pořadí");
    obracena.vypis();
    System.out.println ("seznam různých čísel");
    ruzna.vypis();
  }
```

Stromy

- Lineární spojová struktura (spojový seznam)
    - každý prvek má nanejvýš jednoho následníka
- Nelineární spojová struktura (strom):
    - každý prvek může mít více následníků
- Binární strom: každý prvek (uzel) má nanejvýš dva následníky



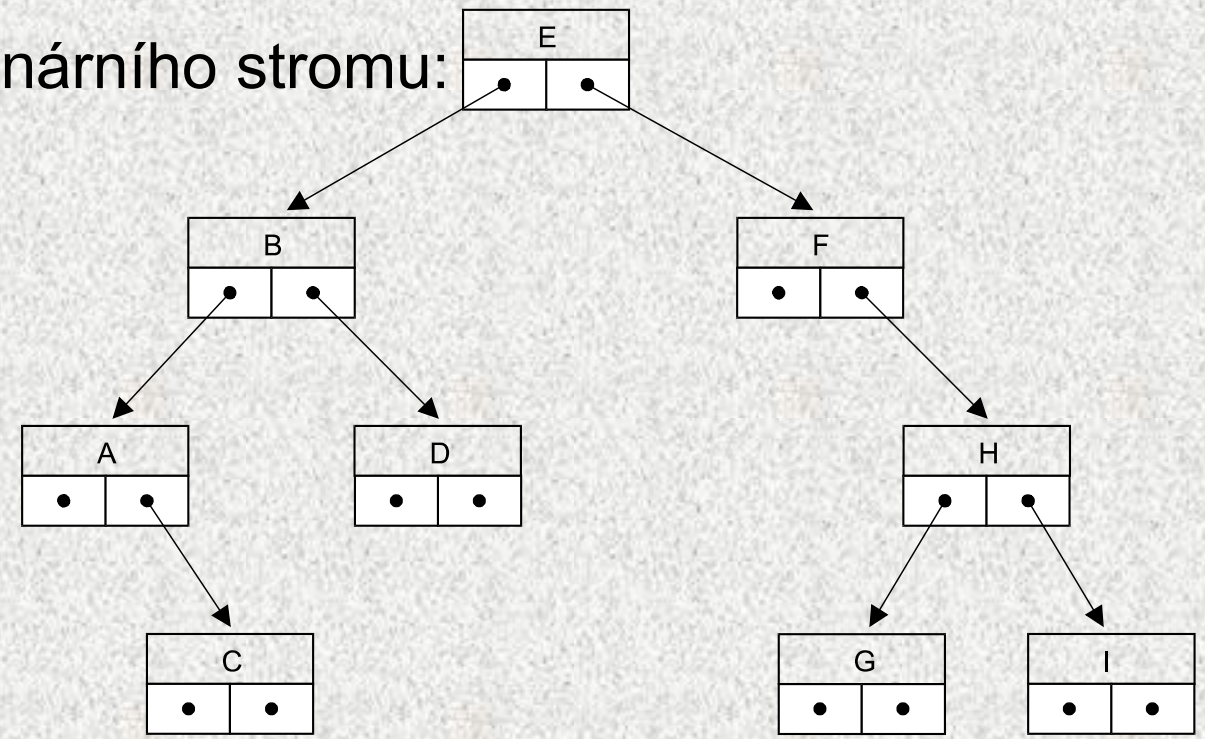
- Některé pojmy: kořen stromu, levý podstrom, pravý podstrom, list

Realizace binárního stromu

- Třída pro realizaci:

```
class Uzel {
    char hodn;
    Uzel levy, pravy;
    ...
```

- Příklad binárního stromu:



Příklad - hra „Jaké zvíře si myslíš“

- Příklad dialogu:

Myslíte si nějaké zvíře?

Ano

Zvíře, které si myslíte létá?

Ne

Je to ryba?

Ne

Dám se podat. Jaké zvíře jste myslel?

Pes

Napište otázku vystihující rozdíl mezi pes a ryba!

štěká?

Pro zvíře, které jste myslel, je odpověď ano či ne?

ano

Dekuji.

Chcete hrát ještě jednou?

Ano

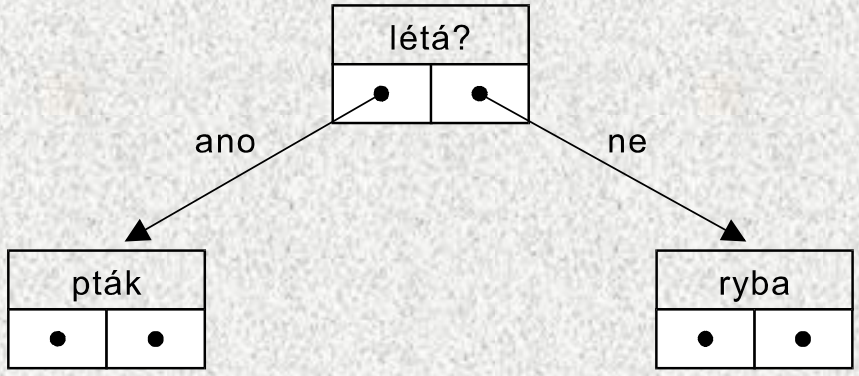
Myslíte si nějaké zvíře?

Ano

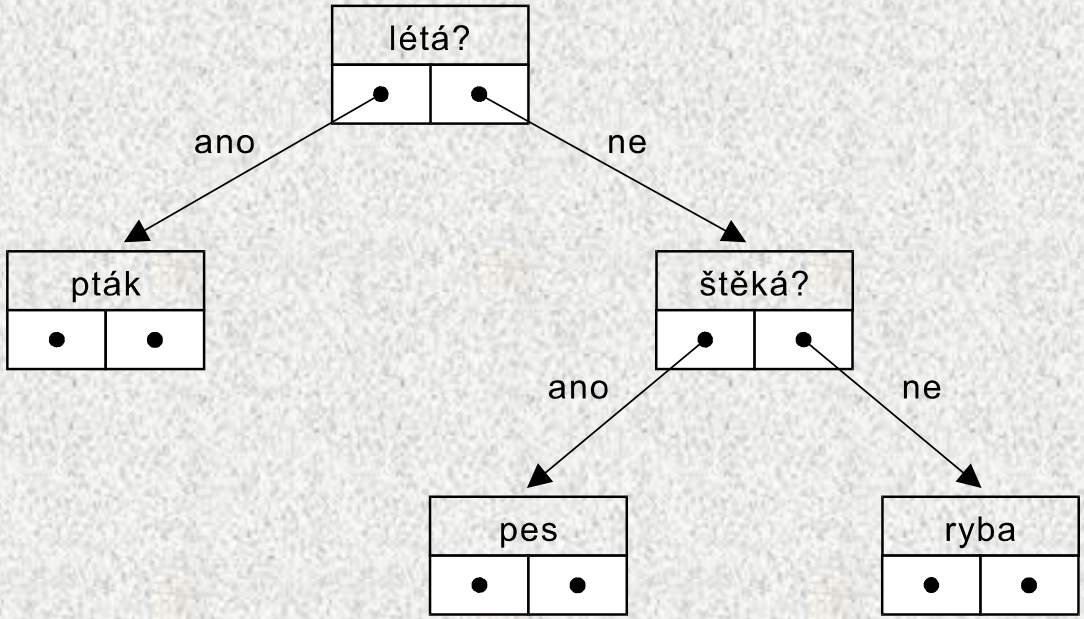
...

Příklad - hra „Jaké zvíře si myslíš“

- Počáteční strom dialogu :



- Strom dialogu po doplnění znalostí:



Příklad - hra „Jaké zvíře si myslíš“

- Hrubé řešení:

```
"úvod dialogu";
"aktuálním uzlem je kořen stromu";
do {
  "polož otázku uvedenou v aktuálním uzlu";
  if ("odpověď je ano")
      "aktuálním uzlem je levý následník"
  else
    "aktuálním uzlem je pravý následník"
} while ("aktuální uzel není list");
"polož závěrečnou otázku, název zvířete vyber z
   aktuálního uzlu";
if ("odpověď je ano")
  "hádání bylo úspěšné"
else {
  "hádání bylo neúspěšné"; "doplň znalosti"}
```

Příklad - hra „Jaké zvíře si myslíš“

- Podrobné řešení

```
class Uzel {
  String text;
  Uzel ano, ne;;
  public Uzel(String t) {
    text = t; ano = null; ne = null;
  }
  public Uzel(String t, Uzel a, Uzel n) {
    text = t; ano = a; ne = n;
  }
  public boolean jeList() {
    return ano==null && ne==null;
  }
}
```

Příklad - hra „Jaké zvíře si myslíš“

- Hlavní funkce:

```
public class Hra {
 public static void main(String[] args) {
    Uzel koren = inicializaceStromu();
    for (;;) {
      System.out.println ("Myslíte si nějaké zvíře?");
      if (!odpovedAno()) break;
      Uzel aktualni = koren;
      do {System.out.println(aktualni.text);
        if (odpovedAno()) aktualni = aktualni.ano;
        else aktualni = aktualni.ne;
      } while (!aktualni.jeList());
      System.out.println("Je to "+aktualni.text+"?");
      if (odpovedAno()) System.out.println("Uhádl jsem");
      else {
      System.out.println("Neuhádl jsem. Prosím o doplnění");
        doplnPodstrom(aktualni);
      }
      System.out.println("Děkuji. Chcete pokračovat?");
      if (!odpovedAno()) break;
    }}
```

Příklad - hra „Jaké zvíře si myslíš“

- Pomocné funkce:

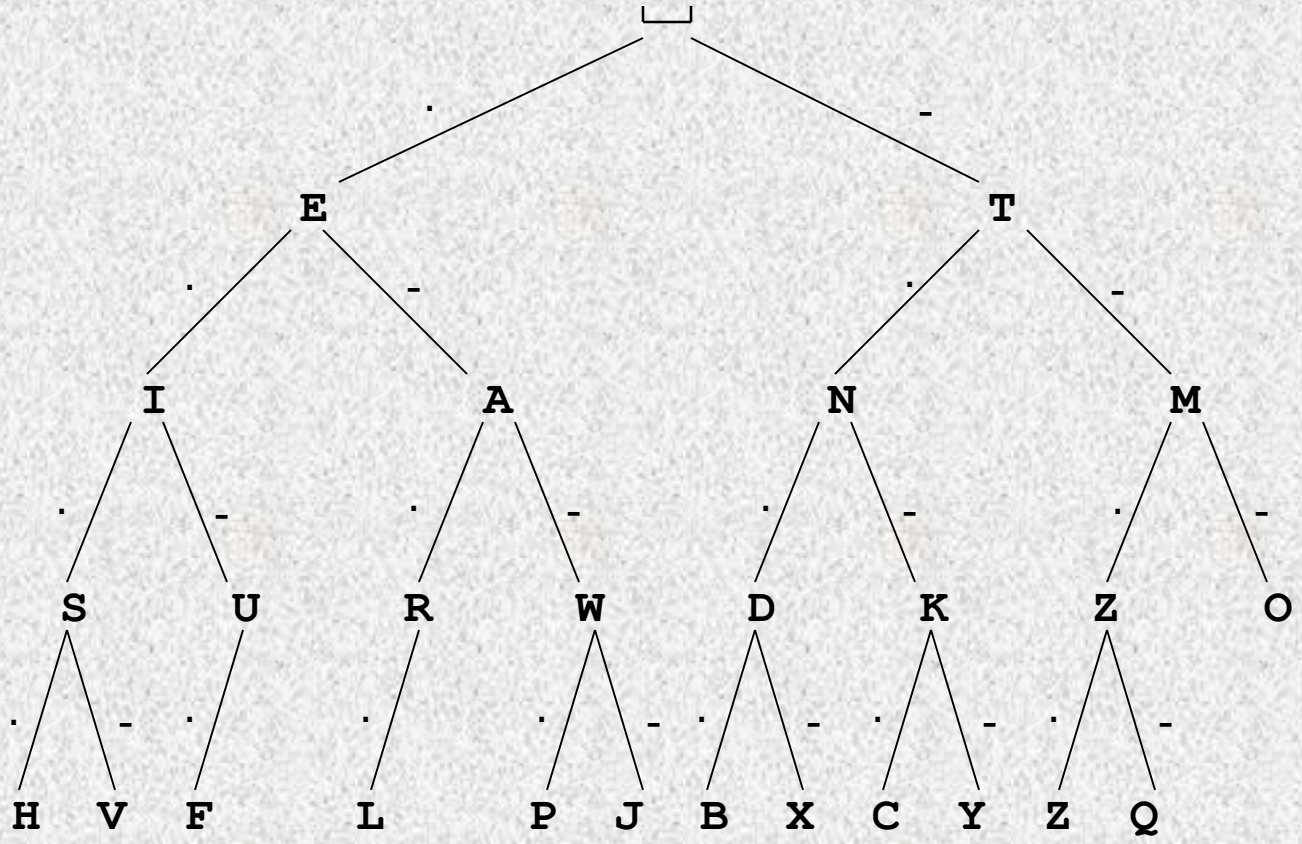
```
static boolean odpovedAno() {
 String text = sc.nextLine();
  if (s.length()>0 &&
        (s.charAt(0)=='a' || s.charAt(0)=='A'))
      return true;
  else
    return false;
}
static Uzel inicializaceStromu() {
  return new Uzel("létá?",
                  new Uzel("pták", null, null),
                  new Uzel("ryba", null, null));
}
```

Příklad - hra „Jaké zvíře si myslíš“

```
static void doplnPodstrom(Uzel p) {
Scanner sc = new Scanner(System.in);
String noveZvire, novaOtazka;
Uzel novyAno, novyNe;
System.out.println("Jaké zviře jste myslel?");
noveZvire = sc.nextLine();
System.out.println(" … rozdíl mezi " + noveZvire + " a " + p.text);
novaOtazka = sc.nextLine();
System.out.println("Pro zvíře("+ noveZvire +"), odpoveď ano či ne");
if (odpovedAno()) {
  novyAno = new Uzel(noveZvire);
  novyNe = new Uzel(p.text);
} else {
  novyAno = new Uzel(p.text);
  novyNe = new Uzel(noveZvire);
}
p.text = novaOtazka;
p.ano = novyAno;
p.ne = novyNe;
}
```

Příklad – dekódování morseovky

- Pro dekódování textu zapsaného v Morseově abecedě lze použít následující binární strom



Příklad – dekódování morseovky

- Strom vytvoříme z objektů typu *MUzel*

```
class MUzel {
  char znak;
  MUzel tecka, carka;

  public MUzel(char z) {
    znak = z; tecka = null; carka = null;
  }

  public MUzel(char z, MUzel t, MUzel c) {
    znak = z; tecka = t; carka = c;
  }
}
```

Příklad – dekódování morseovky

- Pro vytvoření stromu zavedeme funkci:

```
static MUzel strom() {
  return
    new MUzel(' ',
      new MUzel('E',          // .
        new MUzel('I',         // ..
          new MUzel('S',        // ...
            new MUzel('H'),      // ....
            new MUzel('V')       // ...-
          ),
          new MUzel('U',        // ..-
            new MUzel('F'),      // ..-.
            null                 // ..—
          )
        ),
        new MUzel('A',         // .-
            ...
        )
      ),
      new MUzel('T',           // -
          ...
      )
    );
  }
```

Příklad – dekódování morseovky

```
public static void main(String[] args) {
System.out.println ("Zadejte text v morseovce
                          zakončený prázdným řádkem");
String text = sc.nextLine();
while (!text.equals("")) {
 System.out.print(dekoduj(text+" "));
 text = sc.nextLine();
   }
 }

 static MUzel koren = strom();
```

Příklad – dekódování morseovky

- Dekódování zapíšeme jako funkci, jejímž parametrem je řetězec obsahující Morseův kód a výsledkem je řetězec tvořený odpovídajícími znaky latinské abecedy

```
static String dekoduj(String s) {
MUzel aktualni = koren;
String vysl = "";
for (int i=0; i<s.length(); i++) {
 char z = s.charAt(i);
 if (aktualni!=null)
   if (z=='.') aktualni = aktualni.tecka;
    else if (z=='-') aktualni = aktualni.carka;
     else {vysl = vysl + aktualni.znak;
             aktualni = koren;}
   else {vysl = vysl + '?';
     aktualni = koren;}
       }
       return vysl;
}
```