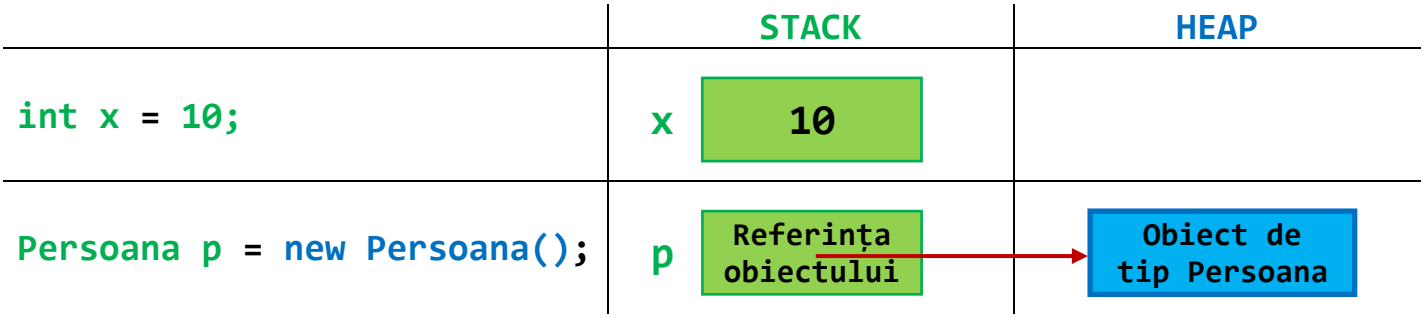
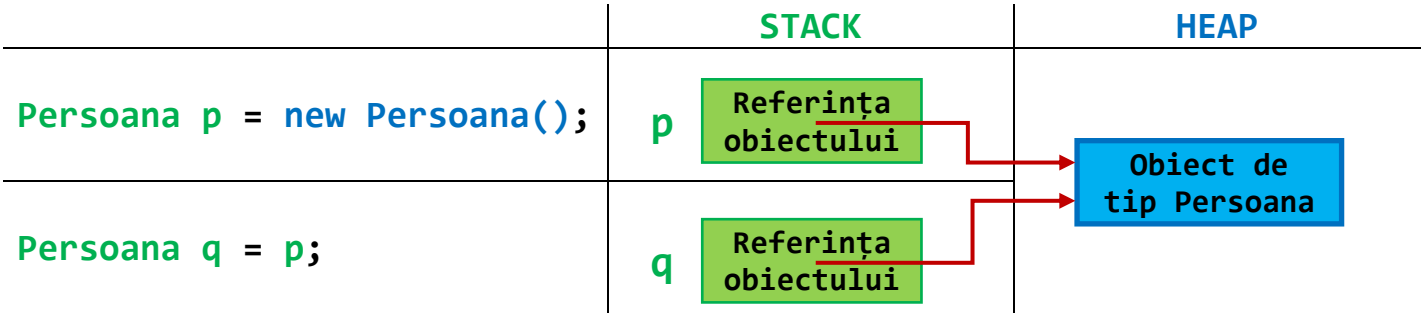
REFERINȚE

O **referință** reprezintă o modalitate de accesare a unei zone de memorie alocată dinamic (i.e., în zona de heap) prin intermediul adresei sale. Deși o referință utilizează adresa de memorie a unui obiect pentru a-l accesa, acest lucru nu se realizează într-un mod transparent pentru programator, respectiv acesta nu poate determina adresa respectivă și nici nu poate executa operații specifice pointerilor din limbajele C/C++!

Referințele, la fel ca variabilele de tip primitiv, sunt memorate în zona de stivă (stack). Practic, diferența dintre o variabilă de tip primitiv și una de tip referință constă în faptul că o variabilă de tip primitiv conține direct o valoare de un anumit tip, în timp ce o variabilă de tip referință conține doar "adresa" din zona de heap la care se află alocat un anumit obiect:



Efectuarea unei operații de atribuire între două referințe NU va conduce la realizarea unei copii a obiectului referit, ci obiectul respectiv va putea fi accesat prin intermediul ambelor referințe, ceea ce poate conduce la efecte colaterale nedorite:



Literalul `null` este utilizat pentru a indica faptul că o referință nu este asociată cu niciun obiect.

TABLOURI

În limbajul Java, tablourile sunt considerate variabile de tip referință, deci ele trebuie inițializate sau alocate dinamic înainte de a fi utilizate.

Declararea tablourilor unidimensionale (de fapt, a unor referințe spre tablouri unidimensionale!) se poate realiza în două moduri:

a) **tip_de_date[] tablou_1, tablou_2, ..., tablou_n;**
De exemplu, prin **int[] a, b;** se vor declara două referințe **a** și **b** spre tablouri unidimensionale cu elemente de tip **int** care trebuie ulterior să fie alocate dinamic!

b) **tip_de_date tablou_1[], tablou_2[], ..., tablou_n[];**
De exemplu, prin **int a[], b;** doar variabila **a** este o referință spre un tablou unidimensional cu elemente de tip **int**, iar variabila **b** este una de tipul primitiv **int**!

Tablourile unidimensionale pot fi inițializate în momentul declarării lor folosind un șir de valori, astfel:

a) **tip_de_date[] tablou = {valoare_1, ..., valoare_n};**
Exemplu: `int[] a = {1, 2, 3, 4, 5}, b = {10, 20, 30};`

b) **tip_de_date tablou[] = {valoare_1, ..., valoare_n};**
Exemplu: `int a[] = {1, 2, 3, 4, 5}, b[] = {10, 20, 30};`

Alocarea dinamică a tablourilor unidimensionale se realizează folosind operatorul **new**, astfel:

tablou = new tip_de_date[număr_elemente];

Exemple:

```
int a[];
.............
a = new int[5];
```

```
int[] a = null;
.............
a = new int[5];
```

```
int a[] = new int[5];
int []b = new int[7];
```

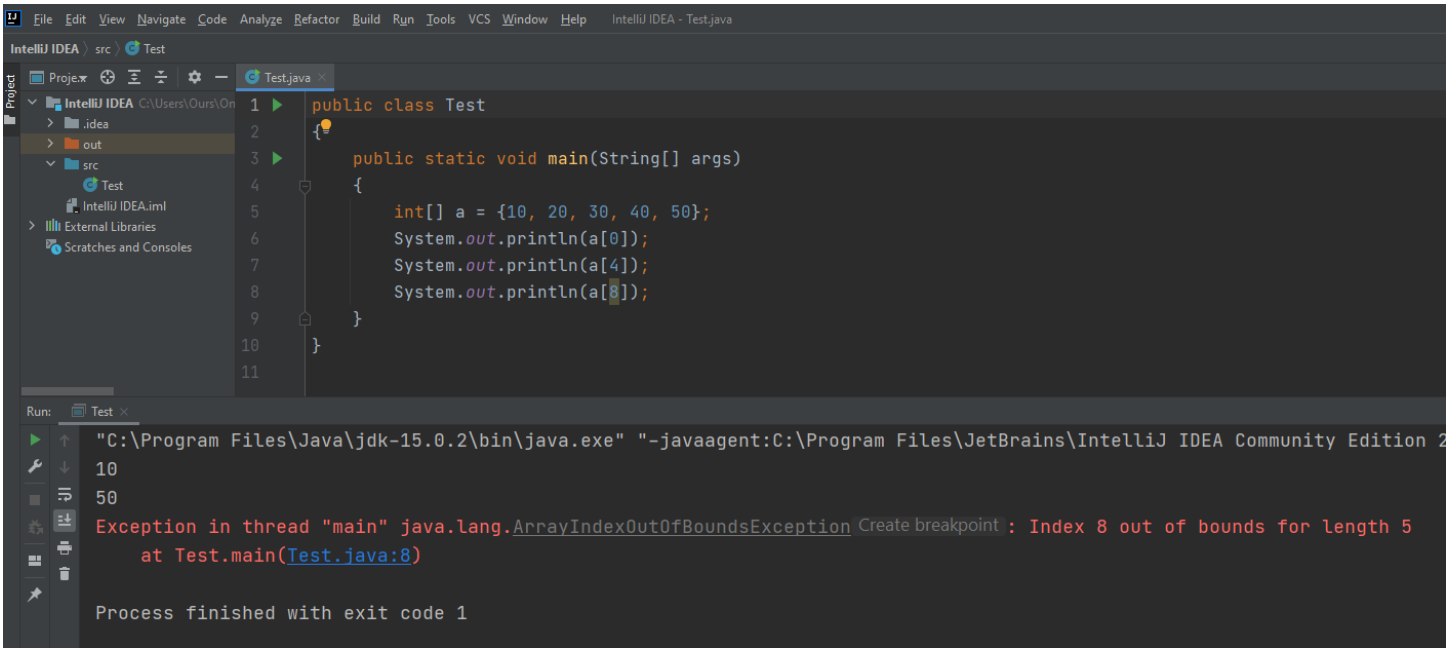
Toate elementele unui tablou alocat dinamic vor fi inițializate cu valori nule de tip!

După inițializarea sau alocarea dinamică a unui tablou, data membră **length** va conține dimensiunea fizică a tabloului, adică numărul maxim de elemente pe care le poate conține tabloul.

Parcurgerea unui tablou se poate realiza fie poziţional (prin intermediul indicilor elementelor), fie folosind o instrucţiune repetitivă de tipul **enhanced-for:**

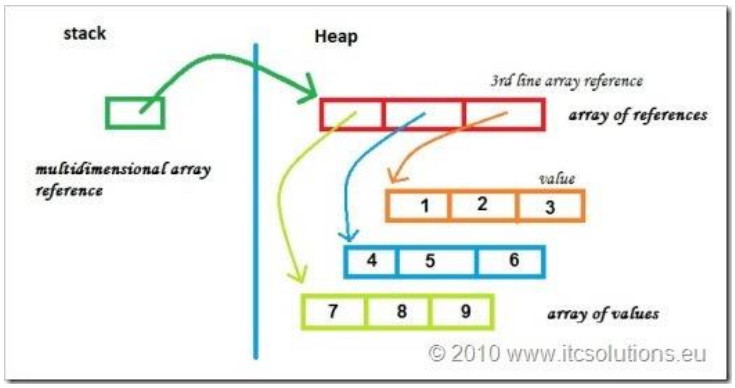
```
int[] a = {10, 20, 30, 40, 50};
System.out.println(a.length);          //se va afişa valoarea 5
for(int i = 0; i < a.length; i++)      //se vor afişa valorile 10 20 30 40 50
     System.out.print(a[i] + " ");

System.out.println();

int b[] = new int[7];
System.out.println(b.length);          //se va afişa valoarea 7
for(int elem : b)                   //se vor afişa valorile 0 0 0 0 0 0 0
     System.out.print(elem + " ");
```

Accesarea unui element dintr-un tablou al cărui indice este invalid (i.e., nu este cuprins între 0 şi `tablou.length-1`) va duce la lansarea excepţiei `ArrayIndexOutOfBoundsException` în momentul rulării programului respectiv:



Observaţi faptul că excepţia `ArrayIndexOutOfBoundsException` a fost lansată abia în momentul în care s-a încercat accesarea elementului `a[8]`, valorile elementelor `a[0]` şi `a[4]` fiind afişate corect!

În limbajul Java tablourile bidimensionale sunt, de fapt, tablouri unidimensionale ale căror elemente sunt referințe spre tablouri unidimensionale, fiecare reprezentând câte o linie (sursa imaginii: Tutorial Java 6 - #4.3 Matrixes and Multidimensional Arrays | IT&C Solutions):



Declararea tablourilor bidimensionale (de fapt, a unor referințe spre tablouri bidimensionale!) se poate realiza în mai multe moduri:

a) `tip_de_date[][] tablou_1, tablou_2, ..., tablou_n;`

b) `tip_de_date tablou_1[][], tablou_2[][], ..., tablou_n[][];`

c) `tip_de_date[] tablou_1[], tablou_2[], ..., tablou_n[];`

Tablourile bidimensionale pot fi inițializate în momentul declarării, linie cu linie, așa cum se poate observa în exemplele de mai jos:

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

Liniile unui tablou bidimensional pot să aibă lungimi diferite:

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

Alocare dinamică a unui tablou bidimensional având liniile de aceeași lungime se realizează astfel:

`referință_tablou = new tip_de_date[număr_linii][număr_coloane];`

Exemple:

```
int[][] a = new int[5][3];
int a[][] = new int[7][7];
```

Alocare dinamică a unui tablou bidimensional având liniile de lungimi diferite se realizează astfel:

- se alocă un tablou bidimensional precizând doar numărul de linii:

```
tablou = new tip_de_date[număr_linii][];
```

- se alocă, pe rând, fiecare linie din tabloul bidimensional, precizând numărul de coloane:

```
tablou[0] = new tip_de_date[număr_coloane];
tablou[1] = new tip_de_date[număr_coloane];
.....................................
tablou[tablou.length-1] = new tip_de_date[număr_coloane];
```

Exemplu:

```
int[][] a = new int[3][];
a[0] = new int[7];
a[1] = new int[2];
a[2] = new int[5];
```

Parcurgerea unui tablou se poate realiza fie poziţional (prin intermediul indicilor elementelor), fie folosind o instrucţiune repetitivă de tipul **enhanced-for**.

Exemplu:

```
int[][] a = {{1, 2}, {3}, {4, 5, 6, 7}, {8, 9}};
for(int i = 0; i < a.length; i++)
{
     for(int j = 0; j < a[i].length; j++)
          System.out.print(a[i][j] + " ");
     System.out.println();
}

for(int[] linie : a)
{
     for(int elem : linie)
          System.out.print(elem + " ");
     System.out.println();
}
```

```
// se va afișa (de două ori):
// 1 2
// 3
// 4 5 6 7
// 8 9
```

CLASA Arrays

Clasa `Arrays` este o clasă utilitară (i.e., conține doar metode statice) dedicată manipulării tablourilor. În continuare, vom prezenta mai multe metode ale acestei clase, din versiunea sa existentă începând cu Java 11:

- **`static String toString(Tip[] tablou)`** – furnizează o reprezentare a tabloului transmis ca parametru sub forma unui șir de caractere sau șirul `"null"` dacă referința sa este `null`. Elementele tabloului vor fi enumerate între o pereche de paranteze drepte și despărțite între ele prin câte o virgulă și un spațiu.

  Exemple:
  ```
  int[] t = {1, 2, 3, 4, 5};
  int[][] a = {{1, 2}, {3}, {4, 5, 6}};

  System.out.print(t);                    //[I@4dd8dc3
  System.out.print(Arrays.toString(t)); //[1, 2, 3, 4, 5]
  System.out.print(Arrays.toString(a)); //[[I@6d03e736, [I@568db2f2, [I@378bf509]
  ```

  Observați faptul că pentru tablourile bidimensionale se vor furniza referințele tablourilor corespunzătoare liniilor sale!

- **`static String deepToString(Tip[] tablou)`** – furnizează o reprezentare în adâncime a tabloului transmis ca parametru, respectiv dacă elementele tabloului sunt alte tablouri, atunci și acestea vor fi convertite în formatul precizat mai sus.

  Exemple:
  ```
  int[] t = {1, 2, 3, 4, 5};
  int[][] a = {{1, 2}, {3}, {4, 5, 6}};

  System.out.print(a);                    // [[I@4dd8dc3
  System.out.print(Arrays.toString(a)); //[[I@6d03e736, [I@568db2f2, [I@378bf509]
  System.out.print(Arrays.deepToString(a)); //[[1, 2], [3], [4, 5, 6]]
  ```

- **`static void fill(Tip[] tablou, Tip valoare)`** – atribuie tuturor elementelor tabloului unidimensional valoarea indicată.

  Exemplu:
  ```
  int[] t = {1, 2, 3, 4, 5};
  Arrays.fill(t, 7);
  System.out.println(Arrays.toString(t));       //[7, 7, 7, 7, 7]
  ```

- **`static boolean equals(Tip[] a, Tip[] b)`** – verifică dacă tablourile `a` și `b` sunt egale, respectiv dacă au același număr de elemente și elementele aflate pe aceleași poziții sunt egale.

  Exemple:

```
int[] t = {1, 2, 3, 4, 5};
int[] v = {1, 2, 3, 4, 5};
int[] w = {1, 2, 4, 4, 5};
System.out.println(Arrays.equals(t, v));      //true
System.out.println(Arrays.equals(w, v));      //false

int[][] a = {{1, 2}, {3}, {4, 5, 6}};
int[][] b = {{1, 2}, {3}, {4, 5, 6}};
System.out.println(Arrays.equals(a, b));      //false
```

  Observați faptul că în cazul tablourilor bidimensionale `a` și `b` se va afișa `false`, deoarece se vor compara referințele liniilor lor!

- **`static boolean deepEquals(Tip[] a, Tip[] b)`** – verifică în profunzime dacă tablourile `a` și `b` sunt egale, respectiv dacă elementele lor sunt tot tablouri le verifică egalitatea din punct de vedere al lungimilor și al elementelor aflate pe același poziții, ci nu al referințelor.

  Exemplu:

```
int[][] a = {{1, 2}, {3}, {4, 5, 6}};
int[][] b = {{1, 2}, {3}, {4, 5, 6}};
System.out.println(Arrays.deepEquals(a, b));  //true
```

- **`static int mismatch(Tip[] a, Tip[] b)`** – returnează cel mai mic indice `k` pentru care `a[k] ≠ b[k]` sau `-1` dacă tablourile sunt egale. Dacă tablourile `a` și `b` nu sunt egale, atunci valoarea indicelui `k` este cuprinsă între `0` și minimul dintre lungimile celor două tablouri `a` și `b`.

  Exemple:

```
int[] t = {1, 2, 3};
int[] u = {1, 2, 3};
int[] v = {1, 2, 3, 4, 5};
int[] w = {1, 2, 4, 5, 5};

System.out.println(Arrays.mismatch(t, u)); //-1
System.out.println(Arrays.mismatch(u, v)); //3
System.out.println(Arrays.mismatch(w, v)); //2
```

Observați faptul că `Arrays.mismatch(u, v)` returnează 3, deoarece `u[0]==v[0]`, `u[1]==v[1]` și `u[2]==v[2]`, dar în tabloul v există, în plus față de tabloul u, elementele 4 și 5, deci indicele 3 se referă strict la tabloul v!

- **`static int compare(Tip[] a, Tip[] b)`** – compară lexicografic cele două tablouri și returnează următoarele valori:
  - o valoare negativă dacă tabloul a este mai mic în sens lexicografic decât tabloul b;
  - o valoare pozitivă dacă tabloul a este mai mare în sens lexicografic decât tabloul b;
  - valoarea `0` dacă tabloul a este egal în sens lexicografic cu tabloul b.

Exemple:
```
int[] t = {1, 2, 3, 4, 5};
int[] u = {1, 2, 3};
int[] v = {1, 2, 3, 4, 5};
int[] w = {1, 2, 4, 4, 5};

System.out.println(Arrays.compare(t, v)); // 0
System.out.println(Arrays.compare(t, u)); // > 0
System.out.println(Arrays.compare(w, v)); // > 0, deoarece 4 = w[3] > v[3] = 3
System.out.println(Arrays.compare(v, w)); // < 0, deoarece 3 = v[3] < w[3] = 4
```

- **`static Tip[] copyOf(Tip[] tablou, int nr_elem)`** – returnează un tablou format din primele `nr_elem` elemente ale tabloului dat ca parametru. Dacă `nr_elem` este strict mai mare decât lungimea tabloului, atunci se vor adăuga elemente nule de tip.

Exemple:
```
int[] t = {1, 2, 3, 4, 5};
int[] u = Arrays.copyOf(t, t.length);
int[] v = Arrays.copyOf(t, 3);
int[] w = Arrays.copyOf(t, 8);

System.out.println(Arrays.toString(u));  // [1, 2, 3, 4, 5]
System.out.println(Arrays.toString(v));  // [1, 2, 3]
System.out.println(Arrays.toString(w));  // [1, 2, 3, 4, 5, 0, 0, 0]
```

- **`static void sort(Tip[] tablou)`** – sortează crescător elementele tabloului dat ca parametru.

Exemplu:
```
int[] t = {2, 1, 5, 2, 5, 3, -10, 7, 4, 5};

Arrays.sort(t);
System.out.println(Arrays.toString(t)); // [-10, 1, 2, 2, 3, 4, 5, 5, 5, 7]
```

- **`static int binarySearch(Tip[] tablou, Tip valoare)`** – caută valoarea indicată în tabloul dat folosind algoritmul de căutare binară. Tabloul trebuie să fie sortat crescător, deoarece, în caz contrar, rezultatul furnizat nu va fi corect! Metoda returnează indicele pe care se găsește valoarea respectivă în tablou (dacă valoarea se găsește de mai multe ori în tablou, atunci se returna unul dintre indicii corespunzători) sau, dacă valoarea nu există în tablou, o valoare negativă p cu proprietatea că `-p-1` reprezintă indicele unde ar putea fi inserată valoarea căutată în tablou astfel încât acesta să rămână sortat crescător (i.e., indicele unde ar fi trebuit să se găsească valoarea căutată).

  Exemple:

```
int[] t = {1, 2, 7, 7, 10, 10, 10, 21};

System.out.println(Arrays.binarySearch(t, 10)); // 5

System.out.println(Arrays.binarySearch(t, 9));  // -5, deoarece valoarea 9 ar
                      // trebui să se găsească în tablou pe poziția -(-5)-1 = 4

System.out.println(Arrays.binarySearch(t, -9)); // -1, deoarece valoarea -19 ar
                      // trebui să se găsească în tablou pe poziția -(-1)-1 = 0

System.out.println(Arrays.binarySearch(t, 99)); // -9, deoarece valoarea 99 ar
                      // trebui să se găsească în tablou pe poziția -(-9)-1 = 8
```

În afara metodelor prezentate mai sus, în clasa `Arrays` mai sunt definite și alte metode, majoritatea fiind variante ale celor prezentate mai sus (de exemplu, metode care nu prelucrează un tablou întreg, ci doar o secvență a sa, precizată prin 2 indici): https://docs.oracle.com/en/java/javase/11/docs/api/java.base/java/util/Arrays.html.

CLASE ȘI OBIECTE

În continuare, vom prezenta maniera de implementare a principiilor *programării orientate pe obiecte* (POO) în Java. Paradigma POO în sine este evident aceeași cu cea pe care deja ați studiat-o în C++. Diferențele apar din punct de vedere al modului de implementare.

➢ **Principiile de bază ale POO:**

1. **Abstractizarea (abstraction)**
   - Pe lângă tipurile de date predefinite în limbajul Java (primitive sau clase), cunoscute de mașina virtuală, în diferite aplicații este nevoie de noi tipuri de date, care să modeleze un concept sau un fenomen din lumea reală. Modelarea se realizează prin abstractizare, adică se identifică acele caracteristici/atribute relevante în contextul aplicației respective. Pe lângă caracteristicile identificate, se stabilește și un set de operații (comportament) care să acționeze asupra datelor respective.

2. **Încapsularea (encapsulation)**
   - Încapsularea reprezintă mecanismul prin care datele și operațiile specifice sunt înglobate sunt forma unui tot unitar – un obiect.
   - Datele obiectului sunt ascunse (principiu ascunderii) pentru a nu putea fi accesate incorect în anumite prelucrări. Modificarea și accesarea lor se poate realiza prin intermediul unor metode publice de tip set/get.
   - De asemenea, prin încapsulare se separa detaliile de implementare față de implementarea propriu-zisă. Un utilizator trebuie doar să acceseze anumite operații, ci nu să cunoască detalii complexe de implementare.

3. **Moștenirea (inheritance)**
   - Proprietatea prin care o clasă preia date și metode dintr-o clasă definită anterior, în scopul reutilizării codului

4. **Polimorfismul (polymorphism)**
   - Proprietatea unui obiect de a avea comportament diferit, în funcție de context.
     - **Supraîncărcare (overloading/polimorfism static)** = pot exista două sau mai multe metode cu același nume, dar având listele parametrilor diferite.
     - **Suprascriere (overriding)** = o subclasă rescrie o metodă a superclasei.

➢ **Clasa** este o implementare a unui tip de date abstract și poate fi privită ca un șablon pentru o categorie de obiecte.

- **Sintaxa unei clase:**

```
[modificatori] class denumireClasă {
    date membre/atribute
    metode membre //nu mai pot fi implementate în afara clasei!
}
```

➢ **Modificatorii de clasă:**
- **public**: clasa poate fi accesată/instanțiată și din afara pachetului său
- **abstract:** clasa conține cel puțin o metodă fără implementare (metodă abstractă) și nu poate fi instanțiată
- **final:** clasa nu mai poate fi extinsă

Observație: Dacă nu exista modificatorul public, clasa are un acces implicit, adică poate fi accesată/instanțiată doar din interiorul pachetului în care a fost creată.

În general, o clasă conține date membre, constructori și metode.

➢ **Date membre**
- Datele membre pot fi de orice tip (primitiv sau referință).
- Se declară ca orice variabilă locală, însă declararea poate fi însoțită și de modificatori.
- Datele membre sunt inițializate cu valori nule de tip (spre deosebire de variabilele locale)!

- **Modificatori pentru date membre:**

1) Modificatorii de acces:
- **public**: data membră poate fi accesată și din afara clasei, însă în conformitate cu principiul ascunderii (încapsulare) acestea sunt, de obicei, private
- **protected**: data membră poate fi accesată din clasele din același pachet sau de subclasele din ierarhia sa
- **private**: data membră poate fi accesată doar din clasa din care face parte
- dacă nu este precizat niciun modificator de acces, atunci data membră respectivă are acces implicit, adică poate fi accesată doar din sursele aflate în același pachet

2) Alți modificatori:
- **static:** data membră este un câmp de clasă, adică este alocat o singură dată în memorie și partajat de toate instanțele clasei respective

- **final:** data membră poate fi doar inițializată, fără a mai putea fi modificată ulterior. Dacă data membră este un obiect, atunci nu i se poate modifica referința, dar conținutul său poate fi modificat!

- **Pentru o dată membră se pot combina mai mulți modificatori!**

- În concluzie, datele membre se împart doua categorii:
  - **Date membre de instanță = date membre non-statice:** se multiplică pentru fiecare obiect, alocându-se spațiu de memorie pentru fiecare în parte și sunt inițializate prin constructori.
  - **Date membre de clasă = date membre statice:** sunt partajate de către toate obiectele, se alocă o singură dată și pot fi modificate de orice instanță (obiect) al clasei respective**.** Exemplu: definirea unei date membre care nu depinde de un anumit obiect (TVA) sau pentru a contoriza numărul de obiecte instanțiate. Datele membre statice nu trebuie inițializate prin constructori!!!

Exemplu:

```
class Persoana{
     private int IDPersoana;
     private String nume;
     private int varsta;
     private static String nationalitate = "română";
     private static int nrPersoane = 0;
     .........
}
```

Metode

Sintaxa unei metode:

```
[modificatori] tipReturnat numeMetoda ([parametri]){
  //corpul metodei
}
```

- Modificatorii sunt aceiași ca la date membre, dar se adaugă și modificatorul **abstract** prin care se declară o metodă fără implementare, care urmează să fie definită obligatoriu în subclasele clasei respective.

- Utilizarea modificatorului **final** pentru o metodă împiedică redefinirea sa în subclasele clasei respective. De exemplu, o metodă care calculează TVA conține o formulă de calcul unică, care nu trebuie modificată/particularizată de către subclasele sale.

- Parametrii unei metode nu pot să aibă valori implicite.
- **Parametrii unei metode sunt transmiși întotdeauna doar prin valoare!**

Exemplu:
Considerăm următoarea clasă:

```
public class Test {
    static void modificare(int v[]) {
        v[0] = 100;
        v = new int[10];
        v[1] = 1000;
     }
    public static void main(String[] args) {
        int v[] = {1, 2, 3, 4, 5};
        modificare(v);
        System.out.println(Arrays.toString(v));
    }
}
```

După rulare, se va afișa următorul tablou: `[100, 2, 3, 4, 5]`.

- Metodele statice nu pot accesa date membre sau metode non-statice, dar invers este posibil.

- Într-o clasă pot exista mai multe metode cu același nume prin intermediul mecanismului de supraîncărcare (**overloading**).

```
class Persoana {
      .........
      public String getNume() {
         return nume;
      }

      public void setNume(String nume) {
         this.nume = nume;
      }

      public static void afisareNumarPersoane(){
         System.out.println("Numar persoane: " + nrPersoane);
      }
}
```

- Două metode cu același nume se consideră ca fiind supraîncărcate dacă diferă prin numărul sau tipul parametrilor lor.
- Dacă două metode au același nume și aceeași listă a parametrilor, dar diferă prin tipul returnat, atunci ele nu se vor considera supraîncărcate și compilatorul va semnaliza o eroare.

➢ **Referința this**

- Referința **this** reprezintă referința obiectului curent, respectiv a obiectului pentru care se accesează o dată membru sau o metodă.
- Modalități de utilizare:
  - pentru a accesa o dată membră sau pentru a apela o metodă:

```
this.nume="Popa Ion"
this.afișarePersoană();
```

  - pentru a diferenția într-o metodă o dată membru de un parametru cu aceleași nume:

```
public void setNume(String nume) {
   this.nume = nume;
}
```

➢ **Constructori**

- Constructorii au rolul de a inițializa datele membre.
- Un constructor are numele identic cu cel al clasei și nu returnează nici o valoare.
- Un constructor nu poate fi `static`, `final` sau `abstract`.
- O clasă poate să conțină mai mulți constructori, prin mecanismul de supraîncărcare.
- Dacă într-o clasă nu este definit niciun constructor, atunci compilatorul va genera unul implicit (default), care va inițializa toate datele membre cu valorile nule de tip, mai puțin pe cele inițializate explicit!

- **Tipuri de constructori:**
  - **cu parametri:** inițializează datele membre cu valorile parametrilor

```
public Persoana(String nume, int varsta) {
   this.nume = nume;
   this.varsta = varsta;
}
```

- **fără parametri:** inițializează datele membre cu valori constante

```
public Persoana() {
   this.nume = "Popa Ion";
   this.varsta = 20;
}
```

- Pentru a apela constructorul cu argumente se poate utiliza referința **this**:

```
public Persoana() {
   this("Popa Ion",20);
}
```

- De obicei, un constructor este public, dar poate fi și privat într-unul din următoarele cazuri:
  - nu dorim să fie instanțiată o anumită clasă (de exemplu, dacă aceasta este o clasă de tip utilitar care conține doar date membre/metode statice - clasa `Math`)
  - dorim să instanțiem un singur obiect din clasa respectivă (clasă singleton)

➢ **Exemplu pentru Singleton Design Pattern:**

- Considerăm o aplicație Java care modelează activitatea dintr-o organizație utilizând câte o clasă pentru fiecare rol (angajat, director de departament, președinte) în parte. Evident, orice organizație are un singur președinte, deci clasa `President` care modelează acest rol trebuie să permită o singură instanțiere a sa!
- Pentru a realiza o instanțiere unică a clasei `President` vom proceda astfel:
  - constructorul implicit va fi privat, pentru a împiedica instanțierea clasei;
  - vom utiliza un câmp static care pentru a reține referința singurei instanțe a clasei;
  - vom utiliza o metodă statică de tip *factory* pentru a furniza referința spre singura instanță a clasei.

```
class President {
    private static String name;
    private static President president;

    private President() {
        name = "Mr. John Smith";
    }

    public static President getPresident() {
        if (president == null)
            president = new President();
        return president;
    }
```

```
        public static void showPresident(){
            System.out.println("President: " + name);
        }
    }

    public class Test{
        public static void main(String[] args) {
            President p = President.getPresident();
            President q = President.getPresident();
            System.out.println(p == q);
        }
    }
```

- Se observă faptul că referințele `p` și `q` sunt egale, deci am realizat o clasă singleton!
- De asemenea, se observă faptul că singura instanță a clasei este creată doar în momentul în care aceasta este solicitată, adică este apelată metoda factory `getPresident`. În acest caz spunem că se realizează o *instanțiere târzie* (lazy initialization).
- O altă variantă de implementare a unei clase singleton constă în crearea singurei instanțe a sa chiar din momentul în care clasa este încărcată de mașina virtuală Java, printr-o *inițializare timpurie* (early initialization):

```
class President {
    private static String name;
    private static final President president = new President();

    private President() {
        name = "Mr. John Smith";
    }

    public static President getPresident() {
        return president;
    }

    public void showPresident(){
        System.out.println("President: " + name);
    }
}
```

➢ **Constructorul de copiere**

În limbajul Java nu există constructor de copiere având funcționalitățile din limbajul C++!

Evident, o clasă poată să conțină un constructor având ca parametru un obiect al clasei respective, în scopul de a copia în obiectul curent datele membre ale obiectului transmis ca parametru. Totuși, acest constructor **nu va fi apelat automat** în cazurile în care se apelează

un constructor de copiere în alte limbaje orientate obiect (de exemplu, în limbajul C++, pentru a realiza o copie a unui parametru al unei metode transmis prin valoare).

În limbajul Java datele membre pot fi copiate în două moduri:

- **bitwise/shallow copy**: se copiază datele membre bit cu bit, inclusiv referințele!

Exemplu:
Adăugăm în clasa `Persoana` data membră `double[] venit` care va conține veniturile persoanei respective în fiecare dintre cele douăsprezece luni ale unui an:

```
class Persoana {
    private int IDPersoana;
    private String nume;
    private int varsta;
    private static String nationalitate = "română";
    private static int nrPersoane = 0;
    private double []venit;

    public Persoana() {
        this.nume = "";
        this.venit = new double[12];
    }

    public Persoana(String nume, int varsta, int[] venit) {
        this.nume = nume;
        this.varsta = varsta;

        this.venit = new double[12];
        for(int i = 0; i < venit.length; i++)
            this.venit[i] = venit[i];
    }

    public Persoana(Persoana ob){
        this.nume = ob.nume;
        this.varsta = ob.varsta;
        this.venit = ob.venit;
    }

    public void setVenit(int luna, double suma){
        venit[luna] = suma;
    }

    public double getVenit(int luna){
        return venit[luna];
    }
    ..............
}
```

Considerăm acum următoarea secvență de cod:

```
Persoana p1 = new Persoana("Pop Ana", 24,
                           new double[]{2000.25,3000.50,4000.75});
Persoana p2 = new Persoana(p1);

p2.setVenit(2, 5000);

System.out.println("Veniturile persoanei p1: " + p1.getVenit(2));
System.out.println("Veniturile persoanei p2: " + p2.getVenit(2));
```

După rularea secvenței de cod de mai sus, se va afișa:

```
Veniturile persoanei p1: 5000.0
Veniturile persoanei p2: 5000.0
```

Din cauza faptului că prin utilizarea constructorului `Persoana(Persoana ob)` în obiectul `p2` a fost copiată referința tabloului `venit` din obiectul `p1`, modificarea venitului persoanei `p2` într-o anumită lună a condus și la modificarea venitului persoanei `p1` în luna respectivă!

- **deep copy:** pentru datele membre de tip referință se alocă mai întâi spațiu de memorie, după care se copiază explicit conținutul acestora.

Exemplu:
Modificăm în clasa Persoana constructorul `Persoana(Persoana ob)` astfel:

```
public Persoana(Persoana ob) {
      this.nume = ob.nume;
      this.varsta = ob.varsta;

      this.venit = new double[12];
      for (int i = 0; i < venit.length; i++)
          this.venit[i] = venit[i];
}
```

- **Blocuri de inițializare**
  - Constructorii nu trebuie să inițializeze date membre statice, dar le pot manipula.
    Exemplu: pentru a inițializa data membră `IDPersoana` cu numărul curent de obiecte de tip `Persoana` instanțiate, trebuie să adăugăm în fiecare constructor instrucțiunea `this.IDPersoana = ++nrPersoane`.

- Totuși, există posibilitatea de a folosi un **bloc static de inițializare** a datelor membre statice. Acest bloc se apelează o singură dată, când JVM încarcă clasa respectivă. De obicei, un astfel de bloc se folosește când sunt necesare inițializări mai complexe ale datelor membre statice (conectarea la o bază de date sau un server, citirea unor informații dintr-un fișier etc.).

  Exemplu: eliminăm din clasa `Persoana` inițializările directe ale datelor membre statice și adăugăm un bloc static de inițializare:

```
class Persoana {
    ..............
    private static String nationalitate;
    private static int nrPersoane;

    static{
        nationalitate = "română";
        nrPersoane = 0;
    }
    ..............
}
```

- De asemenea, se poate declara un **bloc nestatic de inițializare**, care va fi executat înaintea fiecărui apel de constructor. Acest bloc conține, de regulă, o secțiune de cod comună tuturor constructorilor. De exemplu, pentru a inițializa data membră `IDPersoana` cu numărul curent de obiecte de tip `Persoana` instanțiate, nu mai adăugăm instrucțiunea `this.IDPersoana = ++nrPersoane` în fiecare constructor, ci folosim un bloc nestatic de inițializare:

```
class Persoana {
    private int IDPersoana;
    private static int nrPersoane;
    ..............
    static{
        nationalitate = "română";
        nrPersoane = 0;
    }

    {
        this.IDPersoana = ++nrPersoane;
    }

    public Persoana() {
        this.nume = "";
        this.venit = new double[12];
    }
    ..............
}
```

Exemplu:

```
class Persoana {
    String nume;
    int varsta, ID;
    static int nrPersoane;
    static String nationalitate;

    public Persoana() {
        this.nume = "XYZ";
        this.varsta = 20;
        System.out.println("Constructorul cu 0 parametri");
    }

    public Persoana(String nume) {
        this.nume = nume;
        this.varsta = 20;
        System.out.println("Constructorul cu 1 parametru");
    }

    public Persoana(String nume, int varsta) {
        this.nume = nume;
        this.varsta = varsta;
        System.out.println("Constructorul cu 2 parametri");
    }


    //bloc nestatic de initializare
    {
        this.ID = ++nrPersoane;
        System.out.println("Bloc nestatic de initializare");
    }

    //bloc static de initializare
    static
    {
        System.out.println("Bloc static de initializare\n");
        nationalitate = "română";
        nrPersoane = 0;
    }

    @Override
    public String toString() {
        return "nume='" + nume + ", varsta=" + varsta +  ", ID=" + ID;
    }
}
```

```
public class Test
{
    public static void main(String[] args)
    {
        Persoana p1 = new Persoana();
        System.out.println(p1);
        System.out.println();

        Persoana p2 = new Persoana("Popescu Ion");
        System.out.println(p2);
        System.out.println();

        Persoana p3 = new Persoana("Ionescu Dana", 25);
        System.out.println(p3);
        System.out.println();
    }
}
```

➢ Obiecte

- **Ciclul de viață al unui obiect:**
  - declararea unei referințe (și inițializarea sa cu `null` dacă este o variabilă locală):
    `Persoana p = null;`
  - instanțierea obiectului folosind operatorul `new` (alocare dinamică în heap) și un constructor al clasei respective:
    `p = new Persoana(nume, vârsta);`
  - un obiect poate fi instanțiat și în momentul declarării sale:
    `Persoana p = new Persoana(nume, vârsta);`
  - utilizarea obiectului prin intermediul metodelor sale publice:
    ```
    p.setNume("Popescu Ion");
    System.out.println(p.getNume());
    ```
  - distrugerea automată a obiectului
- O data membră/metodă statică poate fi apelată și cu o referință `null`:
  ```
  Persoana p = null;
  p.afisareNumarPersoane()
  ```
- **Distrugerea obiectelor se realizează automat în limbajul Java!**
- **Garbage Collection** este mecanismul prin care JVM eliberează spațiul alocat unor obiecte care nu mai sunt folosite, utilizând un fir de executare dedicat, numit **Garbage Collector (GC)**. Acest fir scanează memoria și verifică faptul că o zonă de memorie mai

este utilizată sau nu, marcând zonele nefolosite. Ulterior, zonele de memorie marcate sunt eliberate (sunt raportate ca fiind libere) și, eventual, se realizează o compactare a memoriei.

- Un obiect se consideră ca fiind neutilizat dacă, de exemplu:
  - nu mai există nicio referință, directă sau indirectă, spre obiectul respectiv;
  - obiectul a fost creat în interiorul unui bloc (local) și executarea blocului respectiv s-a încheiat;
  - obiectul face parte dintr-o insulă de izolare (*island of isolation*), adică un grup de obiecte între care există referințe, dar spre niciunul dintre ele nu mai există referințe din exteriorul grupului (https://javasolutionsguide.blogspot.com/2015/08/how-to-make-object-eligible-for-garbage.html).

- Înainte de a distruge un obiect, GC apelează metoda `finalize` pentru a-i oferi obiectului respectiv posibilitatea de a mai executa un set de acțiuni.

- Un obiect neutilizat nu va fi neapărat distrus imediat și nu se poate forța pornirea GC folosind `System.gc()` sau `Runtime.getRuntime().gc()`!