

AGREGARE ȘI MOȘTENIRE

Obiective

Scopul acestui laborator este familiarizarea studenților cu noțiunile de **agregare** și de **moștenire** a claselor.

Aspectele urmărite sunt:

- studierea mecanismului de moștenire
- înțelegerea diferenței între moștenire și agregare
- downcasting și upcasting

Agregare și Compunere

Agregarea și compunerea se referă la prezența unei referințe pentru un obiect într-o altă clasă. Acea clasă practic va refolosi codul din clasa corespunzătoare obiectului. Exemplu: Compunere:

```
public class Foo {  
    private Bar bar = new Bar();  
}
```

Agregare:

```
public class Foo {  
    private Bar bar;  
  
    // Obiectul Bar poate continua să existe chiar dacă obiectul Foo nu există  
    Foo(Bar bar) {  
        this.bar = bar;  
    }  
}
```

Exemplu practic:

```
class Page {  
    private String content;  
    public int numberOfPages;  
  
    public Page(String content, int numberOfPages) {  
        this.content = content;  
        this.numberOfPages = numberOfPages;  
    }  
}  
  
class Book {  
    private String title;                // Compunere  
    private Page[] pages;                // Compunere  
    private LibraryRow libraryRow = null; // Agregare  
  
    public Book(int size, String title, LibraryRow libraryRow) {  
        this.libraryRow = libraryRow;  
        this.title = title;  
  
        pages = new Page[size];  
    }  
}
```

```

        for (int i = 0; i < size; i++) {
            pages[i] = new Page("Page " + i, i);
        }
    }
}

class LibraryRow {
    private String rowName = null;           // Agregare

    public LibraryRow(String rowName) {
        this.rowName = rowName;
    }
}

class Library {

    public static void main(String[] args) {
        LibraryRow row = new LibraryRow("a1");
        Book book = new Book(100, "title", row);

        // După ce nu mai există nici o referință la obiectul Carte,
        // Garbage Collector-ul va șterge (la un moment dat, nu
        // neapărat imediat) acea instanță, dar obiectul LibraryRow
        // transmis constructorului nu este afectat.

        book = null;
    }
}

```

- **Agregarea** (aggregation) - obiectul-container poate exista și în absența obiectelor agregate de aceea este considerată o *asociere slabă* (*weak association*). În exemplul de mai sus, un raft de bibliotecă poate exista și fără cărți.
- **Compunerea** (composition) - este o agregare *puternică* (*strong*), indicând că existența unui obiect este dependentă de un alt obiect. La dispariția obiectelor conținute prin compunere, existența obiectului container încetează. În exemplul de mai sus, o carte nu poate exista fără pagini.

Inițializarea obiectelor conținute poate fi făcută în 3 momente de timp distincte:

- la **definirea** obiectului (înaintea constructorului: folosind fie o valoare inițială, fie blocuri de inițializare)
- în cadrul **constructorului**
- chiar **înainte de folosire** (acest mecanism se numește inițializare leneșă (*lazy initialization*))

Moștenire (Inheritance)

Numită și **derivare**, moștenirea este un mecanism de refolosire a codului specific limbajelor orientate obiect și reprezintă posibilitatea de a defini o clasă care **extinde** o altă clasă deja existentă. Ideea de bază este de a **prelua** funcționalitatea existentă într-o clasă și de a **adăuga** una nouă sau de a o **modela** pe cea existentă.

Clasa existentă este numită **clasa-părinte**, **clasa de bază** sau **super-clasă**. Clasa care extinde clasa-părinte se numește **clasa-copil** (**child**), **clasa derivată** sau **sub-clasă**.

Spre deosebire de C++, Java nu permite *moștenire multiplă* (*multiple inheritance*), astfel că nu putem întâlni ambiguități de genul Problema Rombului / Diamond Problem. Mereu când

vom vrea să ne referim la metoda părinte (folosind cuvântul cheie `super`, cum vom vedea mai jos), acel părinte este unic determinat.

Agregare vs. Moștenire

Când se folosește moștenirea și când agregarea?

Răspunsul la această întrebare depinde, în principal, de datele problemei analizate dar și de concepția designerului, neexistând o rețetă general valabilă în acest sens. În general, **agregarea** este folosită atunci când se dorește folosirea trăsăturilor unei clase în interiorul altei clase, dar nu și interfața sa (prin moștenire, noua clasă ar expune și metodele clasei de bază). Putem distinge două cazuri:

- uneori se dorește implementarea funcționalității obiectului conținut în noua clasă și **limitarea** acțiunilor utilizatorului doar la metodele din noua clasă (mai exact, se dorește să nu se permită utilizatorului folosirea metodelor din vechea clasă). Pentru a obține acest efect se va **agrega** în noua clasă un obiect de tipul clasei conținute și având specificatorul de acces private.
- obiectul conținut (agregat) trebuie/se dorește a fi accesat **direct**. În acest caz vom folosi specificatorul de acces public. Un exemplu în acest sens ar fi o clasă numită Car care conține ca membrii publici obiecte de tip Engine, Wheel etc.

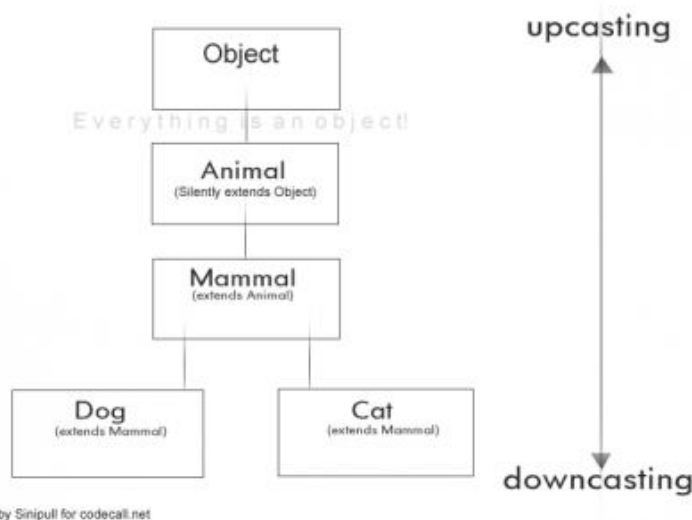
Moștenirea este un mecanism care permite crearea unor versiuni “specializate” ale unor clase existente (de bază). Moștenirea este folosită în general atunci când se dorește construirea unui tip de date care să reprezinte o implementare specifică (o specializare oferită prin clasa derivată) a unui lucru mai general. Un exemplu simplu ar fi clasa Dacia care moștenește clasa Car.

Diferența dintre moștenire și agregare este de fapt diferența dintre cele 2 tipuri de relații majore prezente între obiectele unei aplicații :

- **is a** - indică faptul că o clasă este derivată dintr-o clasă de bază (intuitiv, dacă avem o clasă Animal și o clasă Dog, atunci ar fi normal să avem Dog derivat din Animal, cu alte cuvinte Dog *is an* Animal)
- **has a** - indică faptul că o clasă-container are o clasă conținută în ea (intuitiv, dacă avem o clasă Car și o clasă Engine, atunci ar fi normal să avem Engine referit în cadrul Car, cu alte cuvinte Car *has a* Engine)

Upcasting și Downcasting

Convertirea unei referințe la o clasă derivată într-una a unei clase de bază poartă numele de **upcasting**. Upcasting-ul este făcut **automat** și **nu** trebuie declarat explicit de către programator.



Exemplu de upcasting:

```

class Instrument {
    public void play() {}

    static void tune(Instrument i) {
        i.play();
    }
}

// Obiectele Wind sunt instrumente
// deoarece au aceeași interfață:
public class Wind extends Instrument {
    public static void main(String[] args) {
        Wind flute = new Wind();
        Instrument.tune(flute); // !! Upcasting automat pentru că metoda primește
                                // un obiect de tip Instrument, nu un obiect de tip Wind
                                // Deci ar fi redundant să faci un cast explicit cum ar fi:
                                // Instrument.tune((Instrument) flute)
    }
}

```

Deși obiectul flute este o instanță a clasei Wind, acesta este pasat ca parametru în locul unui obiect de tip Instrument, care este o superclasa a clasei Wind. Upcasting-ul se face la pasarea parametrului. Termenul de **upcasting** provine din diagramele de clase (în special UML) în care moștenirea se reprezintă prin 2 blocuri așezate unul sub altul, reprezentând cele 2 clase (sus este clasa de bază iar jos clasa derivată), unite printr-o săgeată orientată spre clasa de bază.

Downcasting este operația **inversă** upcast-ului și este o conversie explicită de tip în care se merge în **jos** pe ierarhia claselor (se convertește o clasă de bază într-una derivată). Acest cast trebuie făcut **explicit** de către programator. Downcasting-ul este **posibil** numai dacă obiectul declarat ca fiind de o clasă de bază este, de fapt, instanță a clasei derivate către care se face downcasting-ul.

Iată un exemplu în care este folosit downcasting:

```

class Animal {
    public void eat() {
        System.out.println("Animal eating");
    }
}

class Wolf extends Animal {
    public void howl() {
        System.out.println("Wolf howling");
    }

    public void eat() {
        System.out.println("Wolf eating");
    }
}

class Snake extends Animal {
    public void bite() {
        System.out.println("Snake biting");
    }
}

```

```

class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Animal a [] = new Animal[2];

        a[0] = new Wolf(); // Upcasting automat
        a[1] = new Snake(); // Upcasting automat

        for (int i = 0; i < a.length; i++) {
            a[i].eat(); // 1

            if (a[i] instanceof Wolf) {
                ((Wolf)a[i]).howl(); // 2
            }

            if (a[i] instanceof Snake) {
                ((Snake)a[i]).bite(); // 3
            }
        }
    }
}

```

Codul va afișa:

```

Wolf eating
Wolf howling
Animal eating
Snake biting

```

În liniile marcate cu **2** și **3** se execută un downcast de la Animal la Wolf, respectiv Snake pentru a putea fi apelate metodele specifice definite în aceste clase. Înaintea execuției downcast-ului (conversia de tip la Wolf respectiv Snake) verificăm dacă obiectul respectiv este de tipul dorit (utilizând operatorul **instanceof**). Dacă am încerca să facem downcast către tipul Wolf al unui obiect instantiat la Snake mașina virtuală ar semnala acest lucru aruncând o excepție la rularea programului.

Apelarea metodei eat() (linia **1**) se face direct, fără downcast, deoarece această metodă este definită și în clasa de bază Animal. Datorită faptului că Wolf suprascrie (*overrides*) metoda eat(), apelul a[0].eat() va afișa “Wolf eating”. Apelul a[1].eat() va apela metoda din clasă de bază (la ieșire va fi afișat “Animal eating”) deoarece a[1] este instantiat la Snake, iar Snake nu suprascrie metoda eat().

Upcasting-ul este un element foarte important. De multe ori răspunsul la întrebarea: *este nevoie de moștenire?* este dat de răspunsul la întrebarea: *am nevoie de upcasting?* Aceasta deoarece upcasting-ul se face atunci când pentru unul sau mai multe obiecte din clase derivate se execută aceeași metodă definită în clasa părinte.

Să încercăm să evităm folosirea instanceof

Totuși, deși v-am ilustrat cum instanceof ne poate ajuta să ne dăm seama la ce să facem **downcasting**, este de preferat să ne organizăm clasele și designul codului în așa fel încât să lăsăm limbajul Java să facă automat verificarea tipului și să cheme metoda corespunzătoare. Vom refactoriza codul anterior pentru a nu fi nevoie de instanceof:

```

class Animal {
    public void eat() {
        System.out.println("Animal eating");
    }
}

```

```

    }

    public void action() {
        // avem nevoie de această metodă deoarece vom crea un vector
        // cu instanțe Animal și vom apela această metodă pe ele
    }
}

class Wolf extends Animal {
    public void action() {
        System.out.println("Wolf howling");
    }

    public void eat() {
        System.out.println("Wolf eating");
    }
}

class Snake extends Animal {
    public void action() {
        System.out.println("Snake biting");
    }
}

class Test {
    public static void main(String[] args) {
        Animal a [] = new Animal[2];

        a[0] = new Wolf();
        a[1] = new Snake();

        for (int i = 0; i < a.length; i++) {
            a[i].eat();

            // acum că ele sunt numite la fel, putem apela metoda action
            // din clasa Animal (observați de ce a fost nevoie să definim
            // metoda action în clasa Animal), iar metoda corespunzătoare
            // va fi apelată pentru tipul specific al instanței a[i]

            a[i].action();
        }
    }
}

```

Codul va afișa:

```

Wolf eating
Wolf howling
Animal eating
Snake biting

```

Implicații ale moștenirii

În Java, clasele și membrii acestora (metode, variabile, clase interne) pot avea diverși specificatori de acces, prezentați pe wiki în [Organizarea surselor și controlul accesului](#).

- specificatorul de acces **protected** - specifică faptul că membrul sau metoda respectivă poate fi accesată doar din cadrul clasei înseși sau din clasele derivate din această clasă. Clasele nu pot avea acest specificator, doar membrii acestora!
- specificatorul de acces **private** - specifică faptul că membrul sau metoda respectivă poate fi accesată doar din cadrul **clasei** înseși, nu și din clasele derivate din această clasă. Clasele nu pot avea acest specificator, doar membrii acestora!

Constructorii **nu** se moștenesc și pot fi apelați doar în contextul unui constructor copil. Apelurile de constructor sunt înălțuite, ceea ce înseamnă că înainte de a se inițializa obiectul copil, mai întâi se va inițializa obiectul părinte. În cazul în care părintele este copil la rândul lui, se va inițializa părintele lui (până se va ajunge la părintele suprem – root).

Pe lângă reutilizarea codului, moștenirea dă posibilitatea de a dezvolta pas cu pas o aplicație (procedul poartă numele de *incremental development*). Astfel, putem folosi un cod deja funcțional și adăugăm alt cod nou la acesta, în felul acesta izolându-se bug-urile în codul nou adăugat. Pentru mai multe informații citiți capitolul *Reusing Classes* din cartea *Thinking in Java* (Bruce Eckel)

Suprascrierea, supraîncărcarea și ascunderea metodelor statice

Suprascrierea (*overriding*) presupune înlocuirea funcționalității din clasa/clasele părinte pentru instanța curentă. **Supraîncărcarea** (*overloading*) presupune furnizarea de funcționalitate în plus, fie pentru metodele din clasa curentă, fie pentru clasa/clasele părinte.

```
public class Car {
    public void print() {
        System.out.println("Car");
    }

    public void init() {
        System.out.println("Car");
    }

    public void addGasoline() {
        // do something
    }
}

class Dacia extends Car {
    public void print() {
        System.out.println("Dacia");
    }

    public void init() {
        System.out.println("Dacia");
    }

    public void addGasoline(Integer gallons) {
        // do something
    }

    public void addGasoline(Double gallons) {
        // do something
    }
}
```

```
}
```

Metodele dependente de instanță sunt polimorfice (la runtime pot avea diferite implementări) deci ele pot fi suprascrise sau supraîncărcate. Metoda `print` este **suprascrisă** în clasa `Dacia` ceea ce înseamnă că orice instanță, chiar dacă se face cast la tipul `Car` metoda ce se va apela va fi mereu metoda `print` din clasa `Dacia`. Metoda `addGasoline` este **supraîncărcată** ceea ce înseamnă că putem executa metode cu semnături diferite dar același nume (cel mai folosit în crearea metodelor de conversie).

```
Car a = new Car();
Car b = new Dacia();
Dacia c = new Dacia();
Car d = null;

a.print(); // afișează Car
b.print(); // afișează Dacia
c.print(); // afișează Dacia
d.print(); // aruncă NullPointerException
```

Suprascrierea nu se aplică și metodelor statice pentru că ele nu sunt dependente de instanță. Dacă în exemplul de mai sus facem metodele `print` din `Car` și din `Dacia` statice, rezultatul va fi următorul:

```
Car a = new Car();
Car b = new Dacia();
Dacia c = new Dacia();
Car d = null;

a.print(); // afișează Car
b.print(); // afișează Car pentru că tipul dat la inițializare al lui b este Car
c.print(); // afișează Dacia pentru că tipul dat la inițializare al lui c este Dacia
d.print(); // afișează Car pentru că tipul dat la inițializare al lui b este Car
```

O să punem accent pe aceste concepte în laboratorul visitor

Sintaxa Java permite apelarea metodelor statice pe instanțe (e.g. `a.print` în loc de `Car.print`), dar acest lucru este considerat bad practice pentru că poate îngreuna înțelegerea codului.

Suprascrierea corectă a metodei `equals(Object o)`

Una din problemele cele mai des întâlnite este suprascrierea corectă a metodei `equals`. Mai jos putem vedea un exemplu de suprascrriere incorectă a acestei metode.

```
public class Car {
    public boolean equals(Car c) {
        System.out.println("Car");
        return true;
    }

    public boolean equals(Object o) {
        System.out.println("Object");
        return false;
    }
}
```

Prima metodă este o **supraîncărcare** a metodei `equals` iar a doua metodă este **suprascrierea** metodei `equals`.

```
Car a = new Car();
```



```
Dacia b = new Dacia();  
Int c = new Int(10);
```

```
a.equals(a); // afișează Car  
a.equals(b); // afișează Car deoarece se face upcasting de la Dacia la Car  
a.equals(c); // afișează Object deoarece se face upcasting de la Int la Object
```

Problema care se poate observa este că putem pasa ca argumente metodei equals si tipuri de date diferite de Car, lucru ce ar putea arunca excepții de cast sau când vrem să accesăm anumite proprietăți din instanță. Mai jos este modul corect de suprascrie metoda equals.

```
public class Car {  
    public boolean equals(Car c)  
    {  
        return true;  
    }  
  
    public boolean equals(Object o)  
    {  
        if (o == this) {  
            return true;  
        }  
  
        if (!(o instanceof Car)) {  
            return false;  
        }  
  
        return equals((Car) o);  
    }  
}
```

De reținut că folosirea instanceof nu este recomandată, însă în acest caz este singurul mod prin care ne putem asigura ca instanța de obiect trimisă metodei este de tip Car.

Cuvântul cheie super. Întrebunițări

Cuvântul cheie super se referă la instanța părinte a clasei curente. Acesta poate fi folosit în două moduri: apelând o metoda suprascrisă (*overriden*) sau apelând constructorul părinte.

Apelând o metodă suprascrisă

```
public class Superclass {  
  
    public void printMethod() {  
        System.out.println("Printed in Superclass.");  
    }  
}  
  
public class Subclass extends Superclass {  
  
    // overrides printMethod in Superclass  
    public void printMethod() {  
        super.printMethod(); // apelează metoda părinte  
  
        System.out.println("Printed in Subclass.");  
    }  
}
```

```

    public static void main(String[] args) {
        Subclass s = new Subclass();
        s.printMethod();
    }
}

```

Codul va afișa:

Printed in Superclass.
Printed in Subclass.

Apelând constructorul părinte

```

class Superclass {
    public Superclass() {
        System.out.println("Printed in Superclass constructor with no args.");
    }

    public Superclass(int a) {
        System.out.println("Printed in Superclass constructor with one integer argument.");
    }
}

class Subclass extends Superclass {
    public Subclass() {
        super(); // apelează constructorul părinte
                // acest apel trebuie să fie pe prima linie a constructorului !!

        System.out.println("Printed in Subclass constructor with no args.");
    }

    public Subclass(int a) {
        super(a); // apelează constructorul părinte
                // acest apel trebuie să fie pe prima linie a constructorului !!

        System.out.println("Printed in Subclass constructor with one integer argument.");
    }

    public static void main(String[] args) {
        Subclass s1 = new Subclass(20);
        Subclass s2 = new Subclass();
    }
}

```

Codul va afișa:

Printed in Superclass constructor with one integer argument.
Printed in Subclass constructor with one integer argument.
Printed in Superclass constructor with no args.
Printed in Subclass constructor with no args.

Invocarea constructorului părinte **trebuie** să fie prima linie dintr-un constructor al unei subclase, dacă invocarea părintelui există (se poate foarte bine să nu apelăm super din constructor).

Chiar dacă nu se specifică apelul metodei `super()`, compilatorul va apela automat constructor-ul implicit al părintelui însă dacă se dorește apelarea altui constructor, apelul de `super(args)` respectiv este obligatoriu

Summary

Relații între obiecte:

- Agregare - **has a**
- Moștenire - **is a**

Upcasting

- convertire **copil** ⇒ **parinte**
- realizată automat

Downcasting

- convertire **parinte** ⇒ **copil**
- trebuie făcută explicit de către programator
- încercați să evitați folosirea operatorului **instanceof**

Suprascrierea

- înlocuirea funcționalității metodei din clasa de bază în clasa derivată
- pastreaza numele și semnatura metodei

Supraincercarea

- în interiorul clasei pot exista mai multe metode cu același nume, cu condiția ca semnătura (tipul, argumentele) să fie diferită

super

- instanța clasei parinte
- amintiți-vă din laboratorul anterior că **this** se referă la instanța clasei curente

Exerciții

Gigel vrea să-i facă mamei sale un cadou de ziua ei și știe că-i plac foarte mult bomboanele. El are nevoie de ajutorul vostru pentru a construi cel mai frumos și gustos cadou:

Task 1 [2p]

Veti proiecta o clasa `CandyBox`, care va conține câmpurile private `flavor (String)` și `origin (String)`. Clasa va avea, de asemenea:

- un constructor fără parametri
- un constructor ce va inițializa toate câmpurile
- o metoda de tip `float` `getVolume()`, care va întoarce valoarea 0;
- Întrucât clasa `Object` se află în rădăcina arborelui de moștenire pentru orice clasă, orice instanță va avea acces la o serie de facilități oferite de `Object`. Una dintre ele este metoda `toString()`, al cărei scop este de a oferi o reprezentare unei instanțe sub forma unui șir de caractere, utilizată în momentul apelului `System.out.println()`. Adăugați o metoda `toString()`, care va returna `flavor`-ul și regiunea de proveniență a cutiei de bomboane.

Task 2 [2p]

Din ea derivați clasele `Lindt`, `Baraveli`, `ChocAmor`. Pentru un design interesant, cutiile vor avea forme diferite:

- *Lindt* va conține `length`, `width`, `height (float)`;
- *Baraveli* va fi un cilindru. Acesta va conține un câmp `radius` și unul `height (float)`;
- *ChocAmor*, fiind un cub, va conține un câmp `length (float)`;

Clasele vor avea:

- constructori fără parametri
- constructori care permit inițializarea membrilor. Identificați o modalitate de reutilizare a codului existent. Pentru fiecare tip de cutie veți inițializa, în constructor, câmpurile `flavor` și `origin` cu tipul corespunzător

- Suprascrieti metoda *getVolume()* pentru a intoarce volumul specific fiecarei cutii de bomboane, in functie de tipul sau.
- Suprascrieti metoda *toString()* în clasele derivate, astfel încat aceasta să utilizeze implementarea metodei *toString()* din clasa de bază. Returnați un mesaj de forma “*The* ” + *origin* + “ ” + *flavor* + “ *has volume* ” + *volume*;

Task 3 [1p]

Adăugați o metodă *equals()* în clasa *CandyBox*. Justificați criteriul de echivalență ales. Vedeți metodele clasei *Object*, moștenită de toate clasele - *Object* are metoda *equals*, a cărei implementare verifică echivalența obiectelor comparând referințele.

Hint: Puteti genera automat metoda, cu ajutorul IDE. Selectați câmpurile considerate și analizați în ce fel va fi suprascrisă metoda *equals*.

Task 4 - Upcasting [2p]

Acum că am stabilit tipul cutiilor de bomboane, putem construi cadoul, ramanand la latitudinea voastra care va fi designul lui. In pachetul *java.util* se gaseste clasa *ArrayList*, care definește un *resizable array*, cu metodele specifice (*add*, *size*, *get*, lista lor completa este in documentatie). Creati o clasă *CandyBag*, care va conține un *ArrayList* cu mai multe cutii din fiecare tip. Creați obiecte de tip *Lindt* si testați egalitatea lor;

Task 5 - Downcasting [1p]

Adaugati clasei *Baravelli*, functia *printBaravelliDim()*, care va afișa dimensiunile razei și înalțimii. În mod analog, procedati cu celelalte tipuri de cutii, adaugand metodele *printChocAmorDim()* si *printLindtDim()*, în care să afișați dimensiunile fiecarei cutii.

Task 6 - Agregare [2p]

Gigel va vrea sa trimită prin curier cadoul, pentru a nu-l gasi mama lui mai devreme. Ajutați-l să determine locația, creând clasa “*Area*”, care va conține un obiect de tip *CandyBag*, un camp “*number*” (*int*) și un câmp “*street*” (*String*) Clasa va avea, de asemenea:

- un constructor fără parametri
- un constructor ce va inițializa toate campurile
- Acum ca am finalizat construcția, îi vom oferi mamei informații despre cadoul ei printr-o felicitare. Creați o metoda *getBirthdayCard()*, care va afișa, pe primul rand, adresa completă, iar apoi un mesaj de la multi ani.
- Tot aici, parcurgeți array-ul, apeland metoda *toString()* pentru elementele sale.
- Parcurgeți array-ul și, folosind *downcasting* la clasa corespunzătoare, apelați metodele specifice fiecărei clase. Pentru a stabili tipul obiectului curent folosiți operatorul *instanceof*
- In final, modificați cum considerati programul anterior astfel încât să nu mai aveți nevoie de *instanceof*.