

# תוכנה 1

תרגול מס' 5  
מחלקות, עצמים, וקצת חוזים

# תזכורת – מופעי מחלקה

■ אפשר ליצור מופעים של מחלקה מסוימת (גם: עצמים מטיפוס המחלקה) בעזרת ביטוי `new`.

```
BankAccount account1 = new BankAccount(...);
```

■ כל מופע יכול להכיל ערכים שונים של **שדות מופע**  
■ בניגוד לשדות סטטיים, אשר שייכים למחלקה

■ כל מופע יכול לקרוא ל**שירותי מופע**

■ מתוך שירותים אלה יש גישה למשתנה `this`, אשר מצביע על העצם הקורא, וממנו ניתן לגשת לשדות ושירותי מופע נוספים

■ בניגוד לשירותים (פונקציות/מתודות) סטטיים, אשר אינם מקושרים למופע ספציפי אלא רק למחלקה

# המצב הפנימי של אובייקט

- מצב פנימי של עצם מיוצג ע"י נתוניו (שדות מופע)
- שדות מופע יהיו לרוב עם הרשאת גישה פרטית
- במקרה של חשבון בנק:
  - מצב פנימי: מכיל בין היתר שדה לייצוג היתרה
  - מאיזה טיפוס?

```
public class BankAccount {  
    ...  
    private double balance;  
    ...  
}
```



# שירותי מופע

ישנם 3 סוגי שירותים (מתודות, פונקציות, פרוצדורות):

## ■ שאילתות (queries, accessors)

- מחזירות ערך ללא שינוי המצב הפנימי
- **שאליות צופות (observers):** מחזירות פרט מידע הקשור לעצם (למשל, בירור יתרה)
- **שאליות מפיקות (producers):** מחזירות עצם מאותו טיפוס (למשל, חשבון חיסכון המקושר לחשבון עובר ושב)

■ בד"כ שימושיות עבור עצמים **מקובעים** (immutable) כמו מחרוזות.

## ■ פקודות (commands, transformers, mutators)

- מבצעות שינוי במצב הפנימי של העצם
- כגון: משיכה, הפקדה

## ■ בנאים (constructors)

- יצירת עצם חדש
- כגון: יצירת חשבון חדש

# תזכורת - חוזה בין ספק ללקוח

- חוזה בין ספק ללקוח מגדיר עבור כל שרות:
  - תנאי ללקוח - "תנאי קדם" - precondition
  - תנאי לספק - "תנאי אחר" - postcondition.



# תנאי קדם (preconditions)

- מגדירים את הנחות הספק - מצבים של התוכנית שבהם מותר לקרוא לשירות
- בד"כ, ההנחות הללו נוגעות רק לקלט שמועבר לשירות.
- תנאי הקדם יכול להיות מורכב ממספר תנאים שעל כולם להתקיים (AND)
- סימון:

@pre

# תנאי אחר (postconditions)

■ אם תנאי הקדם מתקיים, הספק חייב לקיים את תנאי האחר

■ ואם תנאי קדם אינו מתקיים? לא ניתן להניח דבר:

■ אולי השרות יסתיים ללא בעיה

■ אולי השרות יתקע בלולאה אינסופית

■ אולי התוכנית תעוף מייד

■ אולי יוחזר ערך שגוי

■ אולי השרות יסתיים ללא בעיה אך התוכנית תעוף / תתקע לאחר מכן ...

■ ובכתיב לוגי: תנאי קדם  $\Leftarrow$  תנאי אחר,

(תנאי קדם)  $\Leftarrow$  !?

@post

■ סימון:

# כיצד נסמן?

■ בקורס הנוכחי אנחנו מאפשרים גמישות בתחביר של כתיבת חוזים

■ ניתן להשתמש ב:

■ תנאים בוליאניים בג'אווה ( $x \geq 0$ )

■ תגיות מהסגנון (שנלמד בהרצאה): `@pre`, `@post`, `$prev`, `$ret`, `$implies`

■ ביטויים ונוסחאות מתמטיים ( $x \in [0,1]$ )

■ שפה חופשית ("`M is a diagonal square matrix`")

■ שילובים של הנ"ל, ועוד

■ בכתיבת חוזים חשוב לשמור על

■ התייחסות לכל המקרים שמתאימים לתנאי הקדם בתנאי האחר

■ תמציתיות, בהירות ודיוק! (בייחוד אם משתמשים בשפה טבעית)

■ טיפול בקלט שלא עומד בתנאי קדם הוא מיותר ולא רצוי, אך לא

נחשב רשמית להפרת חוזה!



# שאלות BankAccount

```
public class BankAccount {  
    public double getBalance() {  
        ...;  
    }  
    public long getAccountNumber() {  
        ...;  
    }  
    public Customer getOwner () {  
        ...;  
    }  
}
```

שאלות

מצב  
פנימי

```
private double balance;  
private long accountNumber;  
private Customer owner;  
}
```

• מוסכמה: הגישה לשדה field תעשה בעזרת המתודה getField().  
• שמירה על מוסכמה זו הכרחית בסביבות JavaBeans ו-GUI Builders

# getter/setter

יש חשיבות לגישה לנתונים דרך מתודות. מדוע? ■

לא כל שדה מופע עם נראות פרטית (**private**) צריך **getter/setter** ציבורי ■

למשל: עבור השדה **balance** ■

■ האם דרוש **?getter**

כן, זהו חלק מהממשק של חשבון בנק

■ האם דרוש **?setter**

```
public void setBalance(double balance) {  
    this.balance = balance;  
}
```

לא בהכרח, פעולות של משיכה או הפקדה אמנם משפיעות על היתרה, אבל פעולה של שינוי יתרה במנותק מהן אינה חלק מהממשק

# פקודות: משיכה והפקדה

```
public void deposit(double amount) {  
    balance += amount;  
}
```

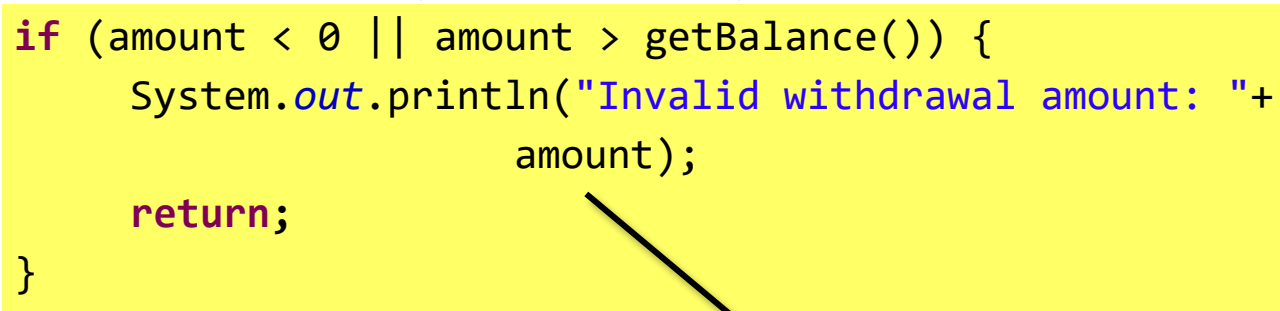
שקול ל- `this.balance`

```
/**  
 * Withdraw amount from the account  
 *  
 * @pre  ??????????????????????????????????????????????????????????????  
 * @post ??????????????????????????????????????????????????????????????  
 */  
public void withdraw(double amount) {  
    balance -= amount;  
}
```

אפשרות א': חוזה

# פקודות: משיכה והפקדה

```
public void deposit(double amount) {
    balance += amount;
}
/**
 * Withdraw amount from the account
 *
 * @pre 0 < amount <= getBalance()
 * @post getBalance() == $prev(getBalance()) - amount
 */
public void withdraw(double amount) {
    if (amount < 0 || amount > getBalance()) {
        System.out.println("Invalid withdrawal amount: "+
            amount);
        return;
    }
    balance -= amount;
}
```



אפשרות ב': תכנות מתגובני:

# דיון – העברה בנקאית

מספר חלופות למימוש העברת סכום מחשבון לחשבון:  
■ אפשרות א: מתודה סטטית שתקבל שני חשבונות  
בנק ותבצע ביניהם העברה:

```
/**  
 * Makes a transfer of amount from one account to the other  
 * @pre 0 < amount <= from.getBalance()  
 * @post to.getBalance() == $prev(to.getBalance()) + amount  
 * @post from.getBalance() == $prev(from.getBalance()) - amount  
 */  
public static void transfer(double amount,  
                             BankAccount from,  
                             BankAccount to) {  
    from.withdraw(amount);  
    to.deposit(amount);  
}
```

# דיון – העברה בנקאית

אפשרות ב: אחד החשבונות אחראי לפעולה (למשל, מעביר הכסף)

```
/**  
 * Makes a transfer of amount from the current  
 * account to the other one  
 */  
public void withdraw (double amount,  
                      BankAccount other) {  
    other.deposit(amount);  
    withdraw(amount);  
}
```

אפשר גם להשתמש בהעמסה של withdraw

# בנאי

- תפקיד: ליצור עצם חדש ולאתחל את שדות המופע שלו
- בנאי לא אמור לכלול לוגיקה נוספת פרט לכך!
- לאחר האתחול העצם חייב לקיים את **משתמר המחלקה**
  - דוגמא למשתמר: מאזן אי-שלילי, בעלים אינו null, מס' חשבון חיובי...
- במחלקה **BankAccount**:
  - בנאי **ברירת המחדל** יוצר עצם שאינו מקיים את המשתמר!
  - נותן ערכי ברירת מחדל לכל שדות המופע, ולכן, למשל, הבעלים הוא null.
- יש דברים שאינם באחריות המחלקה. למשל:
  - מי דואג לתקינות מספרי חשבון? (למשל שיהיו שונים)
  - מי מנהל את מאגר הלקוחות?

# בנאי BankAccount

```
/**
 * Constructs a new account and sets its owner and
 * identifier
 * @pre id > 0
 * @pre customer != null
 * @post getOwner() == customer
 * @post getAccountNumber() == id
 * @post getBalance() == 0
 */
public BankAccount(Customer customer, long id) {
    accountNumber = id;
    owner = customer;
}
```

אין ערך החזרה לבנאי!  
לא נקרא ל- `new BankAccount` מכאן  
אם יש בעיה בקלט אי אפשר להחזיר `null`



# העמסת בנאים

```
/**
 * Constructs a new account and sets its owner and identifier
 * @pre id > 0
 * @pre customer != null
 * @pre initialBalance >= 0
 * @post getOwner() == customer
 * @post getAccountNumber() == id
 * @post getBalance() == initialBalance
 */
public BankAccount(Customer customer, long id,
                    double initialBalance) {
    this(customer, id);
    balance = initialBalance;
}
```

**תזכורת:** העמסה = יצירת מתודה בעלת שם זהה אך עם ארגומנטים שונים. באופן דומה ניתן להגדיר בנאים עם ארגומנטים שונים.

**this()** כאן משמש לא כמשתנה אלא כקריאה לבנאי אחר של אותה מחלקה שיבצע אתחול ראשוני על העצם שאנו מייצרים. ניתן להשתמש בתחביר זה רק מתוך בנאי!

עצמים, מחלקות, נראות ומה שביניהם

# המחלקה CurrentClass

```
public class CurrentClass {  
  
    public static void myPublicStaticMethod() {  
        System.out.println("In myPublicStaticMethod");  
    }  
  
    private static void myPrivateStaticMethod() {  
        System.out.println("In myPrivateStaticMethod");  
    }  
  
    public void myPublicMethod() {  
        System.out.print("In myPublicMethod >> ");  
        myPrivateMethod();  
    }  
  
    private void myPrivateMethod() {  
        System.out.println("In myPrivateMethod");  
    }  
}
```

קריאה למתודה פרטית ממתודה פומבית  
(גם ההפך זה בסדר)

# המחלקה OtherClass

```
public class OtherClass {
    public static void othersPublicStaticMethod() {
        System.out.println("In othersPublicStaticMethod");
    }

    private static void othersPrivateStaticMethod() {
        System.out.println("In othersPrivateStaticMethod");
    }

    public void othersPublicMethod() {
        System.out.print("In othersPublicMethod >> ");
        othersPrivateMethod();
    }

    private void othersPrivateMethod() {
        System.out.println("In othersPrivateMethod");
    }
}
```

# נוסח main ל-CurrentClass

```
public class CurrentClass {  
    public static void main(String[] args) {  
        CurrentClass.myPublicStaticMethod(); // Prints: In myPublicStaticMethod  
        myPublicStaticMethod();             // Prints: In myPublicStaticMethod  
        CurrentClass.myPrivateStaticMethod(); // Prints: In myPrivateStaticMethod  
        ❌ CurrentClass.myPublicMethod();  
  
        CurrentClass currentClass = new CurrentClass();  
        currentClass.myPublicMethod(); // Prints: In myPublicMethod >> In myPrivateMethod  
        currentClass.myPrivateMethod(); // Prints: In myPrivateMethod  
        currentClass.myPublicStaticMethod(); //Has a warning, Prints: In myPublicStaticMethod  
  
        OtherClass.othersPublicStaticMethod(); // Prints: In othersPublicStaticMethod  
        ❌ othersPublicStaticMethod();  
        ❌ OtherClass.othersPrivateStaticMethod();  
  
        OtherClass otherClass = new OtherClass();  
        otherClass.othersPublicMethod(); // Prints: In othersPublicMethod >> In othersPrivateMethod  
        ❌ otherClass.othersPrivateMethod();  
    }  
    ...  
}
```

# מסקנות

■ מתודה סטטית אינה יכולה לקרוא למתודה שאינה סטטית

■ חייבים לציין מיהו העצם שהשירות משויך אליו

■ `myPublicMethod()` לא יעבוד (מתוך מתודה סטטית)

■ `currentClass.myPublicMethod()` כן!

■ נראות מגדירה מאיזה **מקום בקוד** ניתן לגשת למתודה

■ נראות פרטית = ניתן לגשת רק מהקוד של אותה מחלקה

■ נראות פומבית = ניתן לגשת מכל מחלקה (אם היא לא באותה

חבילה, יש להוסיף הצהרת `import`)

■ נלמד על עוד שני סוגים בהמשך

# Instance vs. Class (static) Fields

## Instance fields

למה? ■

■ ייצוג פנימי של המופע

מתי? ■

■ מאותחלים עם יצירת האובייקט

כמה? ■

■ אחד לכל מופע

מאיפה? ■

■ נגישים אך ורק ממתודות מופע!  
(למה?)

## Class (static) fields

למה? ■

■ קבועים

■ ערכים המשותפים לכל מופעי המחלקה

מתי? ■

■ מאותחלים לפי הסדר עם טעינת המחלקה

כמה? ■

■ יש רק 1 בכל התוכנית! (0 לפני טעינת המחלקה)

מאיפה? ■

■ נגישים ממתודות סטטיות ומתודות מופע

# דוגמא

```
public class BankAccount {
    public static final String BANK_NAME = "BNP"; //static constant
    private static int lastAccountId = 0; //static field
    private int id;

    public BankAccount() {
        id = ++lastAccountId; // unique ID for every account
    }

    /* static method */
    public static void main(String[] args) {
        System.out.println(lastAccountId);
        ❌ System.out.println(id);
        BankAccount account = new BankAccount();
        System.out.println(account.id);
    }

    /* instance method */
    public void printStuff() {
        System.out.println(lastAccountId);
        System.out.println(id);
    }
}
```

Why??



הסוף...