תוכנה 1 שיעור 1

סיון טולדו

```java
public class Lecture1Program1 {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello");
    System.out.println("Software");
    System.out.println(1);
  }
}
```

```java
public class Lecture1Program1 {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello");
    System.out.println("Software");
    System.out.println(1);
  }
}
```

(זה ג'אווה)

```java
public class Lecture1Program1 {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello");
    System.out.println("Software");
    System.out.println(1);
  }
}
```

```
Hello
Software
1
```

```java
public class Lecture1Program1 {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello");
    System.out.println("Software");
    System.out.println(1);
  }
}
```

החלקים **באדום** הם תבנית שבשלב הזה נשתמש בה כקבועה. בהמשך נלמד את המשמעות של כל חלק בה.

ובכל זאת: main היא פונקציה שמערכת ההפעלה (או סביבת הפיתוח, למשל Eclipse) מריצה אותה כשמריצים את הקובץ.

```
public class Lecture1Program1 {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello");
    System.out.println("Software");
    System.out.println(1);
  }
}
```

שתי מחרוזות (טקסט שמופיע בגוף התוכנית) ושלם אחד. קבועים שמופיעים בתוכנית נקראים ליטרלים (literals).

```java
public class Lecture1Program1 {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello");
    System.out.println("Software");
    System.out.println(1);
  }
}
```

משתנה גלובלי (זמין בכל מקום בתוכנית) שמתייחס לעצם שמייצג חלון או קובץ שאפשר להדפיס לתוכו טקסט.

```java
public class Lecture1Program1 {
  public static void main(String[] args) {
    System.out.println("Hello");
    System.out.println("Software");
    System.out.println(1);
  }
}
```

<u>שירות</u> של העצם שמייצג חלון/קובץ טקסט שמבצע הדפסה של שורה אחת ועובר לשורה הבאה (קיצור של print line).

שירות הוא סוג של פונקציה, אבל פונקציה שהיא חלק מעצם.

```
public class Lecture1Program2 {
  public static void main(String[] args) {
    Integer x = 4;
    Integer y;
    y = 5;
    Integer z;
    z = x + y;
    System.out.println(z);
    System.out.println(x+y+z);
  }
}
```

תוכנית חדשה (מספר 2).

שלושה משתנים, x, y, z, שלושתם מטיפוס Integer.

בג׳אווה למשתנים יש טיפוס (type). חייבים להגדיר משתנים ואת הטיפוס שלהם לפני השימוש.

```java
public class Lecture1Program2 {
  public static void main(String[] args) {
    Integer x = 4;
    Integer y;
    y = 5;
    Integer z;
    z = x + y;
    System.out.println(z);
    System.out.println(x+y+z);
  }
}
```

<u>השמת ערך</u> למשתנה.

אפשר לבצע השמה במשפט ההגדרה (x).

```java
public class Lecture1Program2 {
  public static void main(String[] args) {
    Integer x = 4;
    Integer y;
    // y = 5;
    Integer z;
    z = x + y;
    System.out.println(z);
    System.out.println(x+y+z);
  }
}
```

מה יקרה?

```
public class Lecture1Program2 {
  public static void main(String[] args) {
    Integer x = 4;
    Integer y;
    // y = 5;
    Integer z;
    z = x + y;
    System.out.println(z);
    System.out.println(x+y+z);
  }
}
```

חייבים לבצע השמה לפני שמשתמשים במשתנה.

התוכנית לא תקינה כי ההשמה ל-y היא בהערה.

נקבל הודעת שגיאה

the local variable y may not have been initialized

```
public class Lecture1Program3 {

  public static
  Integer plusone(Integer x) {
    return x+1;
  }

  public static void main(String[] args) {
    Integer x = 4;
    Integer y = plusone(x);
    System.out.println(x);
    System.out.println(y);
  }
}
```

הגדרה של פונקציה שמקבלת ומחזירה Integer.
מילת המפתח static אומרת שזו פונקציה ולא שירות של עצם. על ההבדל נדון בהמשך הקורס.

```
public class Lecture1Program3 {

  public static
  Integer plusone(Integer x) {
    return x+1;
  }

  public static void main(String[] args) {
    Integer x = 4;
    Integer y = plusone(x);
    System.out.println(x);
    System.out.println(y);
  }
}
```

ארגומנטים של פונקציה הם משתנים מקומיים והשם שלהם הוא מקומי; אין להם קשר למשתנים אחרים עם אותו שם בתוכנית.

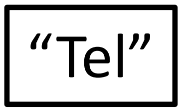
```java
public class Lecture1Program5 {

  public static void modify(StringBuffer s) {
    s.append("-Aviv");
  }

  public static void main(String[] args) {
    StringBuffer s = new StringBuffer("Tel");
    modify(s);
    System.out.println(s);
  }
}
```

משתנה s שמתייחס לעצם חדש מטיפוס StringBuffer (מחרוזת שאפשר לשנות) שמכיל בהתחלה Tel.

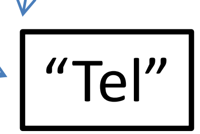
```java
public class Lecture1Program5 {

  public static void modify(StringBuffer s) {
    s.append("-Aviv");
  }

  public static void main(String[] args) {
    StringBuffer s = new StringBuffer("Tel");
    modify(s);
    System.out.println(s);
  }
}
```

הפרוצדורה modify מפעילה על העצם ש-s מתייחס אליו את השירות append שמוסיף למחרוזת. מה יודפס?

```
public class Lecture1Program5 {

  public static void modify(StringBuffer s) {
    s.append("-Aviv");
  }

  public static void main(String[] args) {
    StringBuffer s = new StringBuffer("Tel");
    modify(s);
    System.out.println(s);
  }
}
```



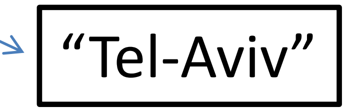
```java
public class Lecture1Program5 {

  public static void modify(StringBuffer s) {
    s.append("-Aviv");
  }

  public static void main(String[] args) {
    StringBuffer s = new StringBuffer("Tel");
    modify(s);
    System.out.println(s);
  }
}
```



```java
public class Lecture1Program5 {

  public static void modify(StringBuffer s) {
    s.append("-Aviv");
  }

  public static void main(String[] args) {
    StringBuffer s = new StringBuffer("Tel");
    modify(s);
    System.out.println(s);
  }
}
```

“Tel-Aviv”

```
public class Lecture1Program5 {

  public static void modify(StringBuffer s) {
    s.append("-Aviv");
  }

  public static void main(String[] args) {
    StringBuffer s = new StringBuffer("Tel");
    modify(s);
    System.out.println(s);
  }
}
```



Immutable Objects

- בתוכנית האחרונה השתמשנו ב-StringBuffer כי אפשר לשנות עצמים מהטיפוס הזה (למשל להאריך את המחרוזת)
- הטיפוס הנפוץ String הוא immutable; עצם כזה מקבל תוכן (ערך) כשיוצרים אותו ואי אפשר לשנות אותו
- כנ"ל לגבי Integer ודומיו (Short, Long, Double, Float, Boolean, Character)
- רוב העצמים בתוכניות ג'אווה כן ניתנים לשינוי

```
import java.util.*;

public class Lecture1Program6 {

  public static void main(String[] args) {
    HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
    set.add(1);
    set.add(2);
    for (Integer i: set) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

התוכנית משתמשת בטיפוסים מהספריה java.util.

```
import java.util.*;

public class Lecture1Program6 {

  public static void main(String[] args) {
    HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
    set.add(1);
    set.add(2);
    for (Integer i: set) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

טיפוס מהספריה שמייצג קבוצה של משהו-ים,
כאן קבוצה של Integers.

```
import java.util.*;

public class Lecture1Program6 {

  public static void main(String[] args) {
    HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
    set.add(1);
    set.add(2);
    for (Integer i: set) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

עצם חדש שמייצג קבוצה ריקה (של Integers).

```
import java.util.*;

public class Lecture1Program6 {

  public static void main(String[] args) {
    HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
    set.add(1);
    set.add(2);
    for (Integer i: set) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

לולאה בתחביר מיוחד לקבוצות שעוברת על כל איברי הקבוצה. זה תחביר מקוצר ל...

```
import java.util.*;

public class Lecture1Program7 {

  public static void main(String[] args) {
    HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
    set.add(1);
    set.add(2);
    Iterator<Integer> iter = set.iterator();
    while (iter.hasNext()) {
      System.out.println(iter.next());
    }
  }
}
```

תחביר שמשתמש בשירותים של HashSet ושל Iterator. נחזור לתחביר המקוצר.

```
import java.util.*;

public class Lecture1Program8 {

  public static void modify(HashSet<Integer> s) {
    s.add(7);
  }

  public static void main(String[] args) {
    HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
    set.add(1);
    modify(set);
    for (Integer i: set) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

מה יודפס?

```
import java.util.*;

public class Lecture1Program9 {

  public static void modify(HashSet<Integer> s) {
    s = new HashSet<Integer>();
    s.add(7);
  }

  public static void main(String[] args) {
    HashSet<Integer> set = new HashSet<Integer>();
    set.add(1);
    modify(set);
    for (Integer i: set) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

ועכשיו?

משתנים והתייחסויות

- משתנים הם שמות בתוך פונקציות/פרוצדורות/שירותים
- כל המשתנים שראינו עד עכשיו הם התייחסויות. הם מצביעים לעצם אבל לא מכילים אותו
- כאשר מעבירים משתנה כארגומנט או מעתיקים אותו למשתנה אחר (השמה), נוצרת עוד הצבעה לאותו עצם
- השמה או העברה כארגומנט יוצרת עותק של ההתייחסות, לא של העצם

```
public class Lecture1Program10 {

public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    array[2] = 333;
    for (Integer i: array) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

המשתנה array מתייחס למערך בגודל 3.

מערך: עצם פשוט שממפה שלמים בין 0 לגודל המערך פחות 1 למשתנים. המערך הזה ממפה למשתנים שמתייחסים כולם ל-Integer. תחביר מיוחד.

```
public class Lecture1Program10 {

public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    array[2] = 333;
    for (Integer i: array) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

המשתנה array מתייחס למערך בגודל 3.

מערך: עצם פשוט שממפה שלמים בין 0 לגודל המערך פחות 1 למשתנים. המערך הזה ממפה למשתנים שמתייחסים כולם ל-Integer. תחביר מיוחד.

```java
public class Lecture1Program11 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    array[2] = 333;
    for (Integer index=0; index<array.length; index++)
    {
      System.out.println( array[ index ]);
    }
  }
}
```

תחביר חלופי ללולאה. יותר מסובך אבל יותר גמיש. שימו לב להגדרת המשתנה index בתוך הסוגריים של הלולאה.

```java
public class Lecture1Program10 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    // array[2] = 333;
    for (Integer i: array) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

מה יודפס? (ההשמה לאיבר השלישי בהערה)

```
public class Lecture1Program10 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    // array[2] = 333;
    for (Integer i: array) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

הערך null מייצג התייחסות שאינה מצביעה לשום דבר. כל התייחסות יכולה "להכיל" null.

```
1
2
null
```

```
public class Lecture1Program10 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    array[2] = null;
    for (Integer i: array) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

אותה תוצאה בדיוק. אברי מערך מאותחלים ל-null, אבל אפשר לעשות השמה של null.

```
1
2
null
```

```
public class Lecture1Program10 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    array    = new Integer[2];
    for (Integer i: array) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

מה יודפס?

```
public class Lecture1Program10 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer[] array = new Integer[3];
    array[0] = 1;
    array[1] = 22;
    array     = new Integer[2];
    for (Integer i: array) {
      System.out.println(i);
    }
  }
}
```

התוכן של המערך החדש בגודל 2. array הוא משתנה שמתייחס למערך, אבל הוא יכול להתייחס למערכים שונים בזמנים שונים.

```
null
null
```

משתנים פרימיטיביים

- ג׳אווה היא שפה מתוחכמת, אבל עם שרידים של פרימיטביות
- אחד השרידים הוא משתנים פרימיטביים מהטיפוסים int, byte, short, long, char, double, float, boolean (בלי אות גדולה בהתחלה)
- משתנים כאלה מכילים ערך ולא מצביעים עליו
- השימוש בהם נפוץ **מאוד**
- הם עשויים לשפר ביצועים
- **אבל יש למשתנים הללו התנהגות שונה!**

```java
public class Lecture1Program13 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer i1, i2, i3;
    int     i4, i5, i6;
    i1 = new Integer(4);
    i2 = new Integer(4);
    i3 = i2;
    i4 = 4;
    i5 = 4;
    i6 = i5;
    System.out.println( i1 == i2 );
    System.out.println( i2 == i3 );
    System.out.println( i4 == i5 );
    System.out.println( i5 == i6 );
  }
}
```

מה יודפס?

```java
public class Lecture1Program13 {

  public static void main(String[] args) {
    Integer i1, i2, i3;
    int     i4, i5, i6;
    i1 = new Integer(4);
    i2 = new Integer(4);
    i3 = i2;
    i4 = 4;
    i5 = 4;
    i6 = i5;
    System.out.println( i1 == i2 );  false
    System.out.println( i2 == i3 );  true
    System.out.println( i4 == i5 );  true
    System.out.println( i5 == i6 );  true
  }
}
```

מה יודפס?

```java
public class Lecture1Program12 {

  public static void main(String[] args) {
    String s1, s2, s3;
    s1 = new String("Tel");
    s2 = new String("Tel");
    s3 = s2;
    System.out.println( s1 == s2 );
    System.out.println( s2 == s3 );

  }
}
```

תרגיל דומה,
עם מחרוזות

```
public class Lecture1Program12 {

  public static void main(String[] args) {
    String s1, s2, s3;
    s1 = new String("Tel");
    s2 = new String("Tel");
    s3 = s2;
    System.out.println( s1 == s2 );        false
    System.out.println( s2 == s3 );        true

  }
}
```

המשתנים s1, s2 מתייחסים לעצמים שונים עם תוכן זהה

המשתנים s2, s3 מתייחסים לאותו עצם; ההתייחסויות זהות

```java
public class Lecture1Program12 {

  public static void main(String[] args) {
    String s1, s2, s3;
    s1 = new String("Tel");
    s2 = new String("Tel");
    s3 = s2;
    System.out.println( s1 == s2 );        false
    System.out.println( s2 == s3 );        true
    System.out.println( s1.equals(s2) );   true
  }
}
```

כדי לבדוק האם התוכן של שני עצמים זהה, צריך להשתמש בשירות של אחד מהם

תחנת רענון

מה זו ג'אווה?
על מה הקורס הזה?

מה זו ג׳אווה?

- ג׳אווה היא שפת תכנות שפותחה באמצע שנות ה-90 ועברה אבולוציה איטית מאז
- בשימוש נרחב מאוד בתעשייה (למשל רוב אפליקציות אנדרואיד, הרבה תוכנות לשרתים, וכו׳).
- מבוססת על 3 עקרונות עיקריים
  – תכנות מונחה עצמים (עם לקחים משפות כמו ++C)
  – תוכנות נכתבות לפלטפורמה וירטואלית אחת שיכולה לרוץ על חלונות, לינוקס, מק, וכו׳; באנרואיד הפלטפורמה שונה (ספריות אחרות לגישה למערכת ההפעלה)
  – השפה מסייעת למזעור באגים שמתגלים רק בזמן ריצה (הרבה בדיקות סטאטיות, ניהול זיכרון אוטומטי)

מטרות הקורס

- לימוד והבנה מעמיקה של רעיונות שמסייעים לפיתוח תוכנות גדולות ומורכבות (בעתיד, לא בקורס)
  - תכנות מונחה עצמים
  - חוזים
  - בדיקות תוכנה לפני ועל ידי הרצה
  - ...
- פיתוח מיומנויות תיכנות טובות בג'אווה
  - שפה עשירה עם ספריות עשירות
  - טוב כי קל לעשות דברים
  - אבל דורש יחסית הרבה לימוד וידע כדי להגיע ליכולות סבירות

ידע לעומת הבנה

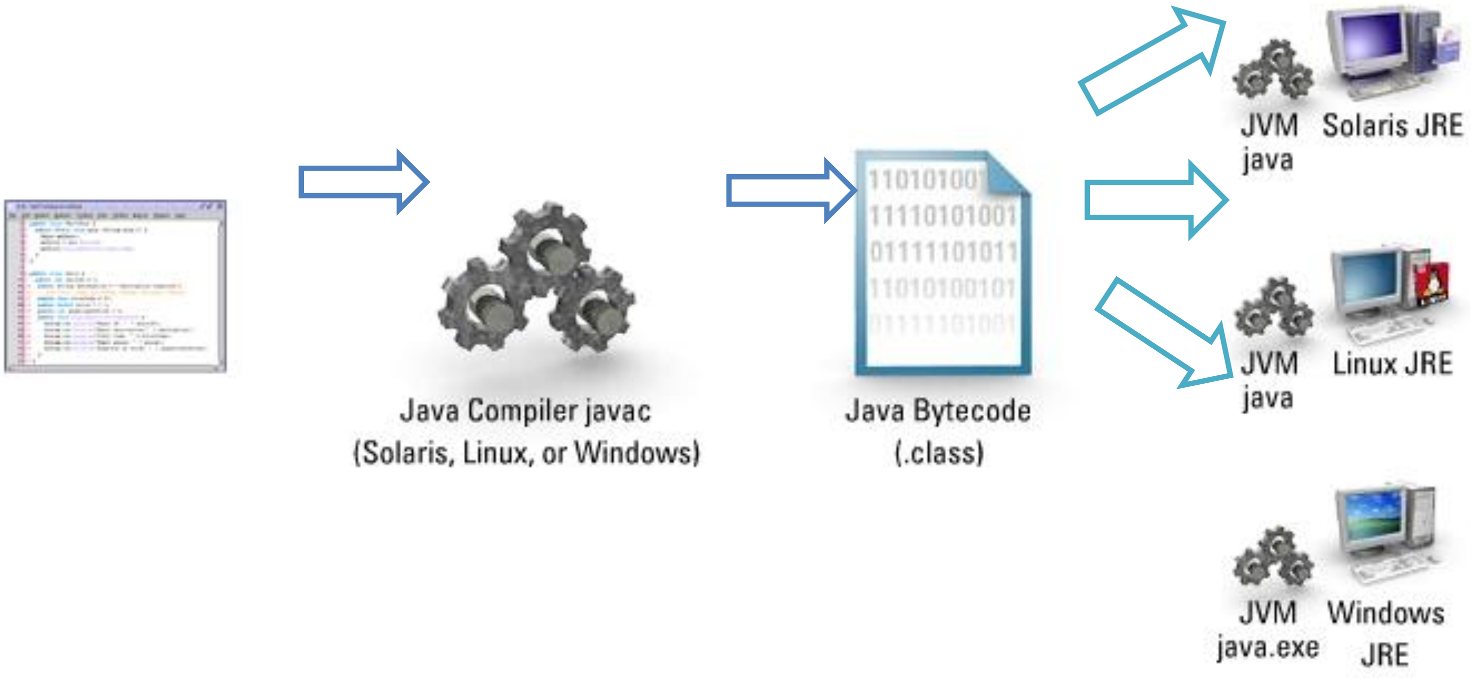
- אי אפשר לתכנת טוב בג׳אווה ושפות דומות בלי להבין טוב את העקרונות
- גם אי אפשר בלי להבין את העקרונות של ספריות התוכנה העיקריות ולהכיר את הטיפוסים העיקריים בהן
  - אבל לא צריך לזכור פרטים או טכניקות אזוטריות
  - הפרטים כתובים בתיעוד
  - טכניקות אזוטריות אפשר למצוא ב-stackoverflow וכו׳
  - אבל צריך לדעת די הרבה כדי להבין את המקורות הללו

ג'אווה עבורי

- שפה שאני מתכנת בה הרבה
- מתכנת גם ב-C אבל בעיקר כשאין לי ברירה
- שפה שאני מרגיש בה שאני פרודוקטיבי
- ושכיף לי לתכנת בה: יותר קל להיות יצירתי ובדרך כלל יותר קל להבין קוד (כולל קוד שלי ששכחתי)
- כלי פיתוח מעולים (אקליפס אבל גם סביבות אחרות) שעוזרים לכתוב קוד, למצוא קוד, לשנות קוד (נכון גם לשפות דומות כמו #C, פחות לשפות כמו C)

הרצת תוכנה בג'אווה

- באקליפס ודומותיה: לחצי על Run; הכי פשוט שאפשר
- מאחורי הקלעים:



הרצת תוכנה בג׳אווה (המשך)

- קובץ קוד המקור Lecture1Program1.java מומר על ידי מהדר (קומפיילר) לקובץ בינרי (לא מיועד לקריאה על ידי בני אדם) בשם Lecture1Program1.class, לפעמים לכמה כאלה
- לעיתים קרובות אורזים קבצי class ביחד במארז עם סיומת jar
- תוכנה שנקראת ״מכונת ג׳אווה וירטואלית״ או JVM מריצה את הפונקציה main שבקובץ ה-Class (או באחד מהם שבתוך jar)

יבילות (פורטביליות)

- התוכנה של המכונה הוירטואלית ספיציפית למערכת הפעלה מסויימת (לינוקס, חלונות, מק)
- קבצי ה-class וה-jar פועלים בכל מכונה וירטואלית כזאת בכל מערכת הפעלה (בערך)
- לעיתים קרובות אותה תוכנה בדיוק (או כמעט) רצה על כמה מערכות הפעלה שונות
- קובץ class (גם בתוך jar) מאפשר למפתחים לכתוב תוכנה שמשתמשת בטיפוסים שמוגדרים בו, לא רק להריץ אותו כמו שהוא; מקל מאוד על פיתוח והפצת ספריות תוכנה

יוצא מן הכלל

- אפליקציות אנדרואיד מבוססות על ג׳אווה
- אבל עם מודל ריצה קצת שונה
- חלק מהספריות שחושפות את היכולות של מערכת ההפעלה (גישה לקבצים וכו׳) שונות; חלק זהות
- האריזה של יישומים היא שונה
- לא יידון בקורס הזה וגם לא כל כך עקרוני

ג'אווה ושפות אחרות

- אפשר לקרוא מג'אווה ל-C, בעיקר לצורך קישור לספריות תוכנה קיימות או לשירותים של מערכת ההפעלה שהפלטפורמה הוירטואלית לא תומכת בהם
- יש עוד שפות שמשתמשות באותה מכונה וירטואלית בדיוק (ה-JVM) כמו Scala, Groovy, ועוד
  – לכולן יש מאפיינים מסויימים שירשו כמו ג'אווה מה-JVM
  – אבל חלקן שונות מאוד מג'אווה
  – בדרך כלל קל לקרוא להן מגא'ווה ולהיפך
  – נסו ותהנו
- עוד כמה חיבורים מעניינים (למשל לקרוא לגא'ווה מ-Matlab)

חזרה לחלק הטכני

```
public class Lecture1Program13 {

  public static void main(String[] args) {
    i = 7;
    int j;
    j = 7;
    j = 3.14;
    Integer k = 4;
    k = 5;
    k = "Tel-Aviv";
  }
}
```

התוכנית לא לגמרי
תקינה. איפה התקלות?

```
public class Lecture1Program13 {

  public static void main(String[] args) {
    i = 7;
    int j;
    j = 7;
    j = 3.14;
    Integer k = 4;
    k = 5;
    k = "Tel-Aviv";
  }
}
```

חייבים להגדיר משתנים ואת הטיפוס שלהם

הם יכולים להכיל או להתייחס רק לפרימיטיבים/עצמים עם טיפוס מתאים.

```
public class Lecture1Program13 {

  public static void main(String[] args) {
    i = 7;
    int j;
    j = 7;
    j = 3.14;
    Integer k = 4;
    k = 5;
    k = "Tel-Aviv";
  }
}
```

(The lines `i = 7`, `j = 3.14` and `k = "Tel-Aviv"` are struck through in red.)

האם קומפיילר "חכם" היה יכול לטפל בתוכנית הזאת בלי להתלונן?

כן, זה בערך מה שקורה ב-Python, ב-Scala, ועוד

בג'אווה הפילוסופיה היא לדרוש מהתוכניתנית להצהיר על הרבה דברים כדי שהקומפיילר ימצא חלק מהבאגים לפני שמריצים את התוכנה

```
public class Lecture1Program13 {

  public static void main(String[] args) {
    int i;
    ii = 7;
    ...
  }
}
```

למשל, הקומפיילר של ג'אווה מוצא באגים כאלה; ב-Python התוכנית תרוץ, אבל לא תתנהג "נכון" כי יש פה באג

פילוסופיית הטיפוסים של גא'ווה: שני עקרונות ראשונים

- Strong Typing: לכל משתנה יש טיפוס, והוא יכול להתייחס רק לעצמים מתאימים
  - בהמשך נראה ש-"התאמה" זה מושג מאוד גמיש, אבל העיקרון הוא עדיין עיקרון
  - ב-Python זה דינמי
- Explicit Typing: התוכניתנ/ית חייבים להצהיר על הטיפוס של משתנה, הקומפיילר לא מניח ולא מנסה להסיק כלום
  - ב-Scala למשל הקומפיילר מסיק את הטיפוס אם אפשר

שלמים (int, Integer)

```
public class Lecture1Program15 {

  public static void main(String[] args) {
    int i = 1;
    i = -2000000000;
    i++;
    i += 1;
    i = i ^ 7;
    i = i & 3;
    i = i | -34;
    i = Integer.MAX_VALUE;
  }
}
```

32 סיביות במשלים 2

שתי דרכים לקדם ב-1

אופרטורים בינריים על הייצוג (xor, and, or)

שלמים קצרים וארוכים

Primitive	Object	Literals	Representation
byte	Byte	7	8-bit 2’s complement
short	Short	-8	16-bit 2’s complement
int	Integer	123, -9;	32-bit 2’s complement
long	Long	123L, 1	64-bit 2’s complement
char	Character	65, 'א'	16-bit unsigned (~Unicode character)

הסיפור העצוב על char

- המתכננים של גא׳ווה החליטו שתוים ומחרוזות יוכלו לייצג טקסט בכל שפה; רעיון מעולה
  – גם בגוף התוכנית (בליטרלים; רעיון פחות מעולה)
- הם השתמשו בתקן שנקרא Unicode לייצוג טקסט; גם רעיון מעולה
- באותו זמן כל תווי יוניקוד מופו למספרים של 16 סיביות, וככה הגדירו בג׳אווה את התווים
- בהמשך ראו ביוניקוד שזה לא מספיק, הגדירו תוים שממופים למספר מעל 2^{16}-1 (האזהרה היתה שם תמיד), וכעת char לא תמיד יכול לייצג תו (int כן)

מספרים ממשיים מקורבים (float, double)

```
public class Lecture1Program16 {

  public static void main(String[] args) {
    double x = 3.14;
    x = -7;
    x = Math.cos( Math.PI / 8 );
    x = Double.MAX_VALUE;
    x = Double.NEGATIVE_INFINITY;
    x = Double.NaN;
    // NaN is not a number (like null or 0/0)
    float y = 3.14f;
  }
}
```

```
public class Lecture1Program17 {

  public static void main(String[] args) {
    int    i = 3;
    long   l = -8;
    double d = 3.14;
    float  f = 2.7f;
    l = i;
    i = l;
    d = l;
    f = l;
    f = d;
  }
}
```

איזה מההשמות

תקינות ואיזה לא?

החוקים קצת מסובכים

```
public class Lecture1Program17 {

  public static void main(String[] args) {
    int    i = 3;
    long   l = -8;
    double d = 3.14;
    float  f = 2.7f;
    l = i;
    i = l;
    d = l;
    f = l;
    f = d;
  }
}
```

הייצוג תמיד אפשרי

תיתכן שגיאת עיגול! אבל בסדר...

המרה אסורה שעלולה לאבד מידע

```
public class Lecture1Program17 {

  public static void main(String[] args) {
    int    i = 3;
    long   l = -8;
    double d = 3.14;
    float  f = 2.7f;
    l = i;
    i = (int) l;
    d = l;
    f = l;
    f = (float) d;
  }
}
```

אופרטור ההמרה (cast)
מרשה לשפה לבצע השמה
שעלולה לאבד מידע; האופרטור
מצהיר שהתוכניתן/ית מודע
לסכנה ומאשר/ת בכל זאת

זנב ללימוד עצמי: אופרטורים

```
+ - * / %                 // arithmetic
~ & | ^ << >> <<<         // bitwise
! && ||                   // boolean (short-circuit)
= += -= ...               // assignment, op-assign
?:                        // conditional
==                        // equality
++ --                     /* unary prefix/postfix */
```

- שימו לב לאסוסיאציה (ימין/שמאל)
- שימו לב לקדימות
- שתיהן בדרך כלל אינטואיטבי (x+y*z) אבל אם לא בטוחים, צריך סוגריים (לא לבדוק את הכלל)

זנב ללימוד עצמי: אופרטורים

```
+ - * / %                // arithmetic
~ & | ^ << >> <<<        // bitwise
! && ||                  // boolean (short-circuit)
= += -= ...              // assignment, op-assign
?:                       // conditional
==                       // equality
++ --                    /* unary prefix/postfix */
```

הערה עד סוף שורה

הערה עד שסוגרים אותה

איך ללמוד?

- הרצאות ותרגולים
- תרגילים
- ספרים ואתרים
  - המון על השפה והספריות, חפשו מה מתאים לכם
  - מעט על רעיונות גבוהים בהנדסת תוכנה; המומלץ הוא Program Development in Java מאת Liskov ו-Guttag (היא חתנת פרס טיורינג!)
  - Tutorial מקיף באתר של Oracle
  - stackoverflow וכו' לפתרון סוגיות טכניות ספציפיות

מה למדנו (בתמציתיות, יחודד בהמשך)?

- Java overview & tools
- Operators & comments
- Methods, variables & arguments, literals
- Objects (`System.out`, `new StringBuffer()`, …)
- Strong explicit typing, type declarations, casting
- (I)mutable type, assignment, references, `null`, equals, primitive types
- `for` & `while` loops, iterators
- `String`, `StringBuffer`, number types
- HashSet<Integer>