

# Podtipi & objekti

Polimorfizem: izraz ima lahko več tipov

$\text{fun } (x, y) \rightarrow (y, x)$

$\text{int} \times \text{bool} \rightarrow \text{bool} \times \text{int}$

$\alpha \times \alpha \rightarrow \alpha \times \alpha$

$\alpha \times \beta \rightarrow \beta \times \alpha$  glavni tip

Podtipi:

$A \leq B$  "A je podtip B"

Izraze tipa A lahko uporabljamo,  
kot da bi bili tipa B.

Primer:  $\text{int} \leq \text{float}$  (Python, C/C++, Java)

$\text{int} \not\leq \text{float}$  (Ocaml, Haskell\*)

(\*) vendar ima podoben  
mehanizem (type classes)

Pozor:  $A \leq B$  ne pomeni  $A \subseteq B$  !!

Lastnosti relacije "podtip:"

• refleksivnost

$\overline{A \leq A}$

• tranzitivnost

$\overline{A \leq B \quad B \leq C}$

$A \leq C$

• ~~antisimetričnost?~~

$$\frac{A \subseteq B \quad B \subseteq A}{A = B}$$

~~TEGA NE ŽELIMO.~~

$$A = B$$

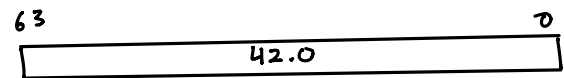
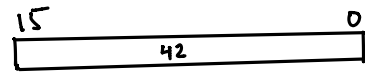
zajema

"Subsumption" (pravilo vključitve)

$$\frac{e : A \quad A \subseteq B}{e : B}$$

Kaj to pravilo naredi v praksi:

$$\frac{42 : \underset{A}{\text{int}} \quad \underset{A}{\text{int}} \subseteq \underset{B}{\text{float}}}{42 : \text{float}}$$



Morda moramo vrednost pretvoriti iz tipa A v nadtip B  
↓  
to naredi prevajalnik (ustaviti mora pretvorbo)  
(angl. coercion)

1. Implicitna pretvorba: prog. jezik jo naredi sam

2. Eksplicitna pretvorba: uporabi jo programer  
(float)42

se uporabi pri podtipih

V Javi:

```
class A extends B {
```

```
    ...  
}
```

```
A e;
```

```
... (B)e ...
```

eksplicitna pretvorba

# Strukturna pravila:

$$\frac{A_1 \leq A_2 \quad B_1 \leq B_2}{A_1 \times B_1 \leq A_2 \times B_2}$$

Primer:

Če velja  $\text{int} \leq \text{float}$ :

$$(42, 3.7) : \text{int} \times \text{float} \leq \text{float} \times \text{float} \\ : \text{float} \times \text{float}$$

$$\frac{A_2 \leq A_1 \quad B_1 \leq B_2}{A_1 \rightarrow B_1 \leq A_2 \rightarrow B_2}$$

Pravimo, da je  $\rightarrow$  kontravariantna na levi (obrača smer  $\leq$ )  
in kovariantna na desni (ohranja smer)

Primer: Dajmo  $\text{int} \leq \text{float}$

$f : \text{int} \rightarrow \text{int}$

Ali lahko uporabljamo  $f$  kot  $\text{int} \rightarrow \text{float}$ ?

Da:

$$\underbrace{f \ 42}_{\text{int} \leq \text{float}} \quad \checkmark$$

$$\frac{f : \text{int} \rightarrow \text{int} \quad \frac{\text{int} \leq \text{int} \quad \text{int} \leq \text{float}}{\text{int} \rightarrow \text{int} \leq \text{int} \rightarrow \text{float}}}{f : \text{int} \rightarrow \text{float}}$$

$g : \text{int} \rightarrow \text{int}$   
ni tipa  $\text{float} \rightarrow \text{float}$

Ali jo lahko uporabljamo kot  $\text{float} \rightarrow \text{float}$ ?

$$\underbrace{g \ 3.7}_{\text{int} \leq \text{float}} \rightarrow \text{pričakuje int} \\ \text{float} \neq \text{int}!$$

$g$  (round 3.7) ✓ (drug izraz)

$h: \text{float} \rightarrow \text{float}$  Ali ima tudi tip  $\text{int} \rightarrow \text{float}$ ?

DA.

$A_2$  ✓  $A_1$

$\text{int} \leq \text{float}$

✓  
 $\text{float} \leq \text{float}$

---

$\text{float} \rightarrow \text{float} \leq \text{int} \rightarrow \text{float}$   
 $A_1 \qquad \qquad \qquad A_2$

## Podtipi in Zapisi

Zapisi:  $\{x: \text{float}; y: \text{float}\}$  tip  
(C/C++: struct)  $\{x=3.7; y=-2.5\}$  vrednost

$\{ \text{ime}: \text{string}; \text{priimek}: \text{string}; \text{rojstvo}: \text{datum} \}$   
↑  
polje atribut  
stolpec (SQL)

Tip zapisa:  $\{l_1: \tau_1, l_2: \tau_2, \dots, l_n: \tau_n\}$   
imena polj:  $l_1, \dots, l_n$  ("label")  
tipi polj:  $\tau_1, \dots, \tau_n$

Okrajšava:  $\{l_i: \tau_i\}_{i=1}^n$   $\sum_{i=1}^n a_i \cdot 2^{-i}$

Vrednost:  $\{l_1 = v_1, l_2 = v_2, \dots, l_n = v_n\}$   
vrednosti polj:  $v_1, \dots, v_n$   
Okrajšava  $\{l_i = v_i\}_{i=1}^n$

Če  $e: \{l_1: \tau_1, \dots, l_n: \tau_n\}$ , projiciramo polje  $l_i$  z  $e.l_i$

Podobno razredom:

```
public class Point {
    int x;
    int y;
```

{x:int, y:int}



} ... (metode)

## Primer podtipov in zapisov

A := {x:float; y:float}

B := {x:float; y:float; z:float}

A ≤ B?

B ≤ A? ✓

p:A  
p.z ?! *ne velja*

q:B  
q.x ✓  
q.y ✓

Podtip zapisov **Po širini**

"B je širši kot A"

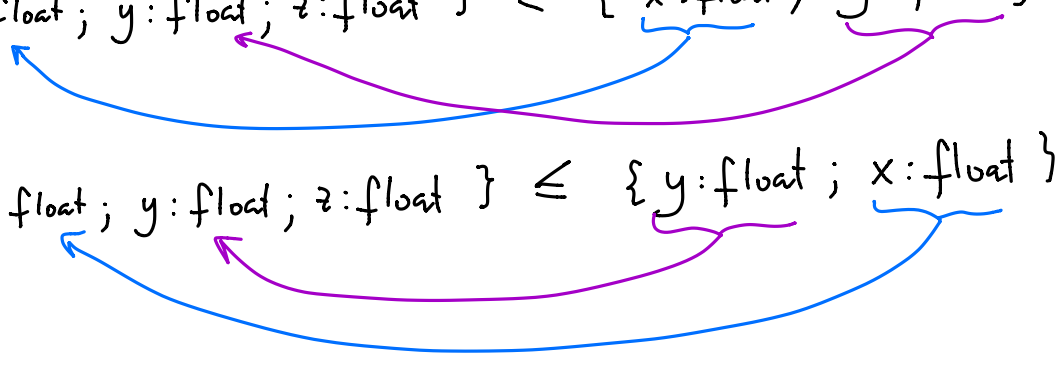
za vsak  $j \leq m$  obstaja  $i \leq n$ , da je  $l_i = k_j$  in  $A_i = B_j$

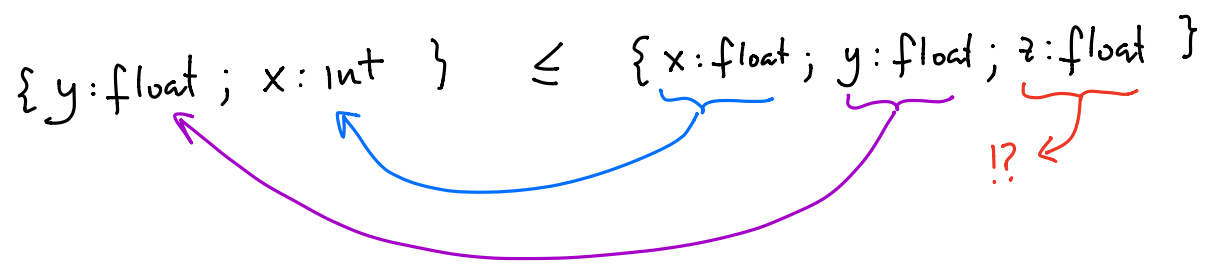
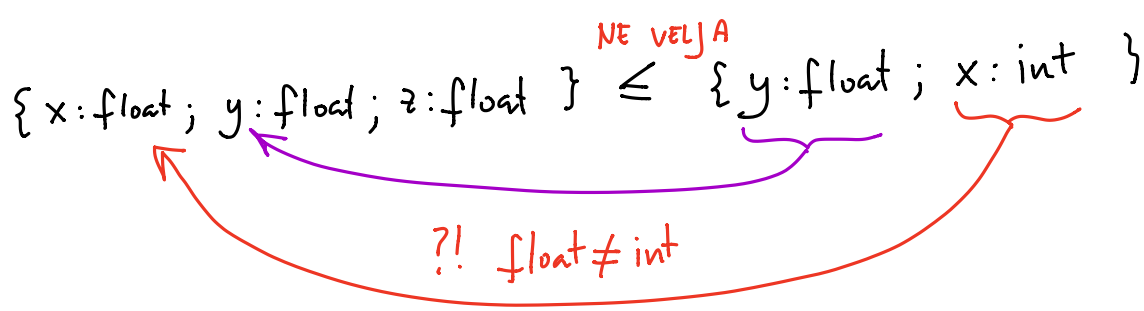
-----  
{  $l_1 : A_1; \dots; l_n : A_n$  } ≤ {  $k_1 : B_1; \dots; k_m : B_m$  }

Primeri:

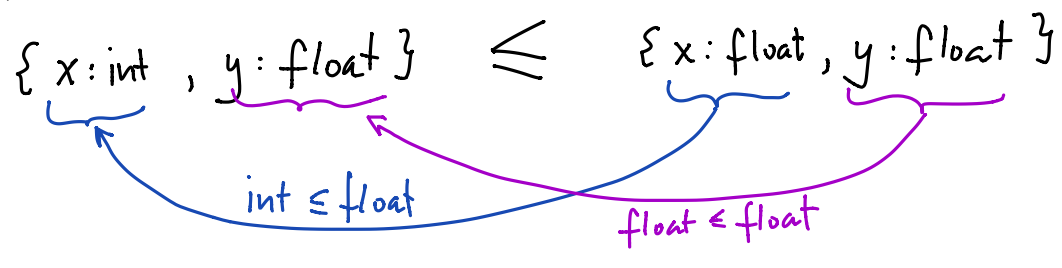
{x:float; y:float; z:float} ≤ {x:float; y:float}

{x:float; y:float; z:float} ≤ {y:float; x:float}





### Podtipi zapisov v globino



$$A_1 \leq B_1 \quad A_2 \leq B_2 \quad \dots \quad A_n \leq B_n$$

$$\{l_1 : A_1; \dots; l_n : A_n\} \leq \{l_1 : B_1; \dots; l_n : B_n\}$$

imena polj se ujemajo  
 istoležni tipi so v relaciji  $\leq$

### Podtipi po širini + globini :

širina globina

za vsak  $j \leq m$  obstaja  $i \leq n$ , da je  $l_i = k_j$  in  $A_i \leq B_j$

$$\{l_1 : A_1; \dots; l_n : A_n\} \leq \{k_1 : B_1; \dots; k_m : B_m\}$$

To strukturni podtipi :  $A \leq B$  ker je struktura tipa A tahšna,  
 da ustreza strukturni tipu B  
 ↓  
 "sestavni deli"

"duck typing"

"If A walks & talks like a duck then it is a duck"

struktura A

B

B

Vaja: Vemo  $\text{int} \leq \text{float}$

podtipi po širini in globini

$\{p: \{x: \text{int}; y: \text{int}\}; r: \{\text{ime}: \text{string}\}\} \leq \{p: \{x: \text{float}, y: \text{float}\}\}$

$\{x: \text{int}; y: \text{int}\} \leq \{x: \text{float}; y: \text{float}\} ?$

$\text{int} \leq \text{float} \checkmark$

$\text{int} \leq \text{float} \checkmark$

$\{l_1: \tau_1; \dots; l_n: \tau_n\} \leq \{\}$

$\checkmark$

$\{\}: \text{Unit}$

$\{\}: \{\}$

Zapisi s spremenljivimi polji  
(mutable)

$\{\text{mutable } x: \text{int}; y: \text{int}\}$

↑

vrednost lahko spreminimo

public class Point {

public int x;

public final int y;

↓ se ne da spreminjati

:

}

Podtipi po globini ne dolujejo za mutable polja spremenljiva

p: A = { mutable x: int; y: int }

q: B = { mutable x: float; y: float }

p.x branje podatka (memory read) kovarianten  
int  $\leq$  float  $\rightarrow$  float

q.x  $\leftarrow$  42 zapis podatka (memory write) kontravarianten  
42.0  $\leftarrow$  int  $\leq$  float

p.x  $\leftarrow$  3.7  
float  $\leq$  int

Če bi imeli  $A \leq B$ :

p = { x=10; y=20 } :  $A \leq B$

p.x  $\rightsquigarrow$  10  $\rightarrow$  10.0

p.x  $\leftarrow$  3.7 ?!

q = { x=3.5; y=0.5 } : B

q.x  $\leftarrow$  3.7 ✓