

Kapitola II.

Úvod do překladačů

Překladač

- **Vstup:** Zdrojový program
 - **Výstup:** Cílový program
-
- **Metoda:**
 - Překladač čte *zdrojový program* (napsaný ve zdrojovém jazyce) a překládá ho na *cílový program* (napsaný v cílovém jazyce)
 - Zdrojový a cílový program je vzájemně *funkčně ekvivalentní*.

Struktura překladače: Logické fáze

Position := Initial + Rate * 60

Lexikální analyzátor

Id₁ := Id₂ + Id₃ * 60

Syntaktický analyzátor

```

      :=
     / \
  Id1 /  \ \
      +   *  60
     / \
  Id2 Id3
  
```

Sémantický analyzátor

```

      :=
     / \
  Id1 /  \ \
      +   *  IntToReal
     / \      |
  Id2 Id3   60
  
```

Generátor vnitřního kódu

```

T1  := IntToReal (60)
T2  := Id3 * T1
T3  := Id2 + T2
Id1 := T3
  
```

Optimalizátor

```

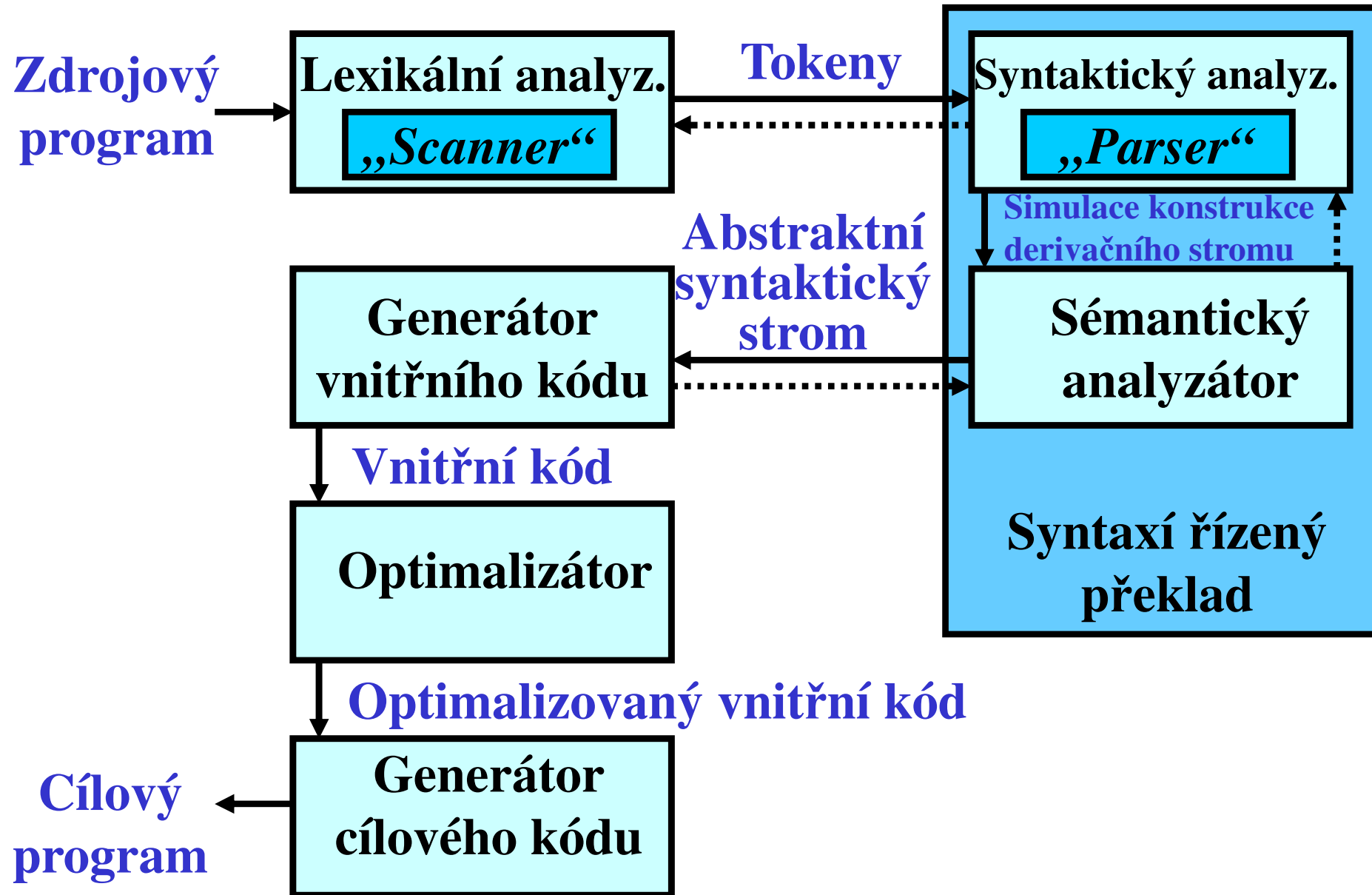
T1  := Id3 * 60.0
Id1 := Id2 + T1
  
```

Generátor cílového kódu

```

fmov R2 , Id3
fmul R2 , #60.0
fmov R3 , Id2
fadd R2 , R3
fmov Id1, R2
  
```

Struktura překladače: Konstrukce



Jazyky a překladače

Teoretický pohled na formální jazyk:

$$\Sigma = \{a, b\}, L = \{a^n b^n : n \geq 0\}$$

Otázka: $aabb \in L$?

Praktický pohled na formální jazyk:

$$\Sigma = \{begin, end, id, :=, *, ;, \dots\},$$

L_{Pascal} = Programovací jazyk Pascal

Otázka: $begin\ id\ :=\ id\ *\ id;\ end;\ \in L_{Pascal}$?

ANO: Program je **OK** $\Rightarrow$
Vytvoř cílový program

NE: Program není v pořádku $\Rightarrow$
Najdi, kde jsou chyby.

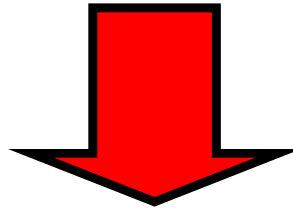
Lexikální analyzátor (Scanner)

- **Vstup:** Zdrojový program
 - **Výstup:** Řetězec tokenů
-
- **Metoda:**
 - Zdrojový program je rozdělen na *lexémy* = logicky oddělené lexikální jednotky – (identifikátory, čísla, klíčová slova, operátory,...)
 - Lexémy jsou reprezentovány *tokeny*
 - Některé tokeny mohou mít atributy
-

Lexikální analyzátor: Příklad

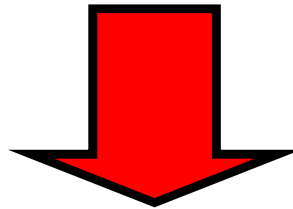
Zdrojový program:

Position := Initial + Rate * 60



Lexémy:

Position	:=	Initial	+	Rate	*	60
----------	----	---------	---	------	---	----



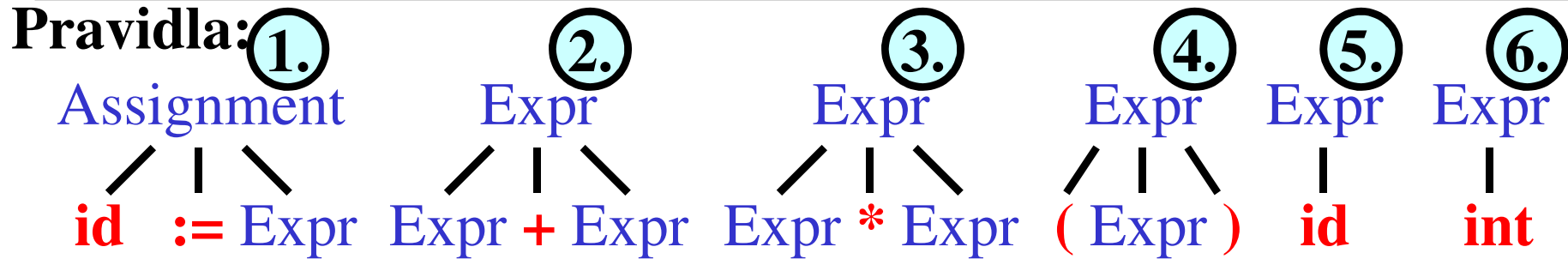
Tokeny:

<u>id</u> ☛ Position	<u>:=</u>	<u>id</u> ☛ Initial	<u>+</u>	<u>id</u> ☛ Rate	<u>*</u>	<u>int</u> 60
-------------------------	-----------	------------------------	----------	---------------------	----------	------------------

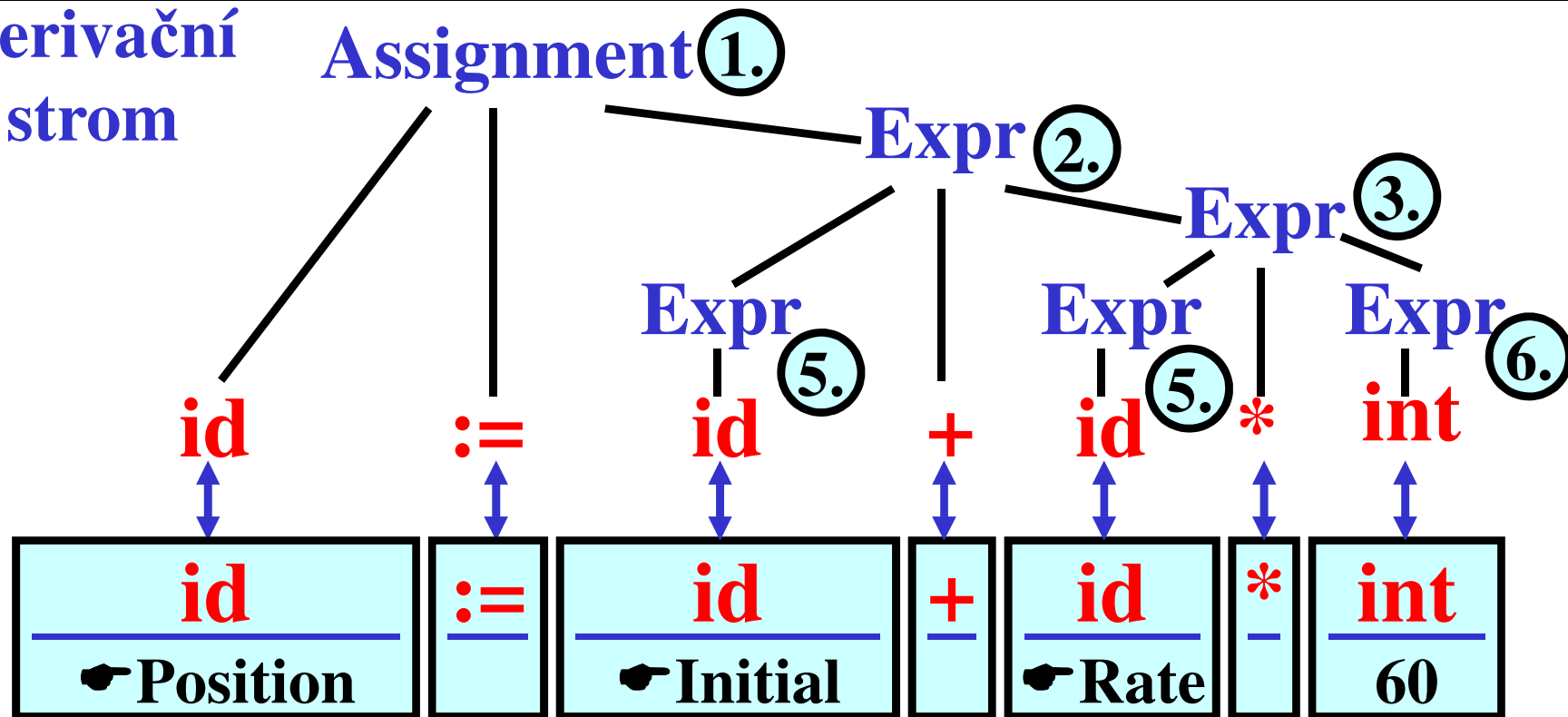
Syntaktický analyzátor (Parser)

- **Vstup:** Řetězec tokenů
 - **Výstup:** Simulace konstrukce derivačního stromu
-
- **Metoda:**
 - Syntaktický analyzátor kontroluje, zda řetězec tokenů reprezentuje syntakticky správně napsaný program.
 - Pokud je k danému řetězci tokenů nalezen *derivační strom*, program je správný, jinak ne.
 - Simulace konstrukce derivačního stromu je založena na gramatických pravidlech.
 - Dva přístupy: Shora dolů a zdola nahoru.
-

Syntaktický analyzátor: Příklad



Derivační
strom



Tokeny

Sémantický analyzátor

- **Vstup:** Simulace konstrukce derivačního stromu
 - **Výstup:** Abstraktní syntaktický strom
-

- **Metoda:**

- Sémantický analyzátor kontroluje sémantické aspekty programu:

- *kontrola typů*, při které může provádět implicitní konverze (např. int-to-real)
 - *kontrola deklarací proměnných*

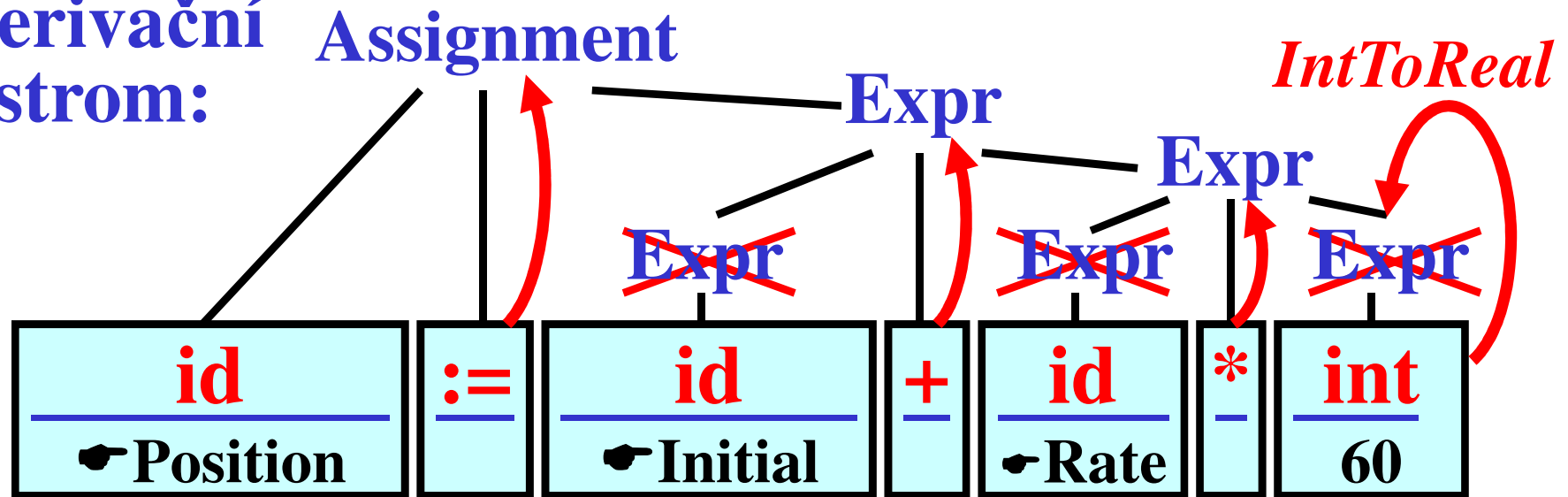
- **Syntaxí řízený překlad:**

Syntaktický analyzátor řídí:

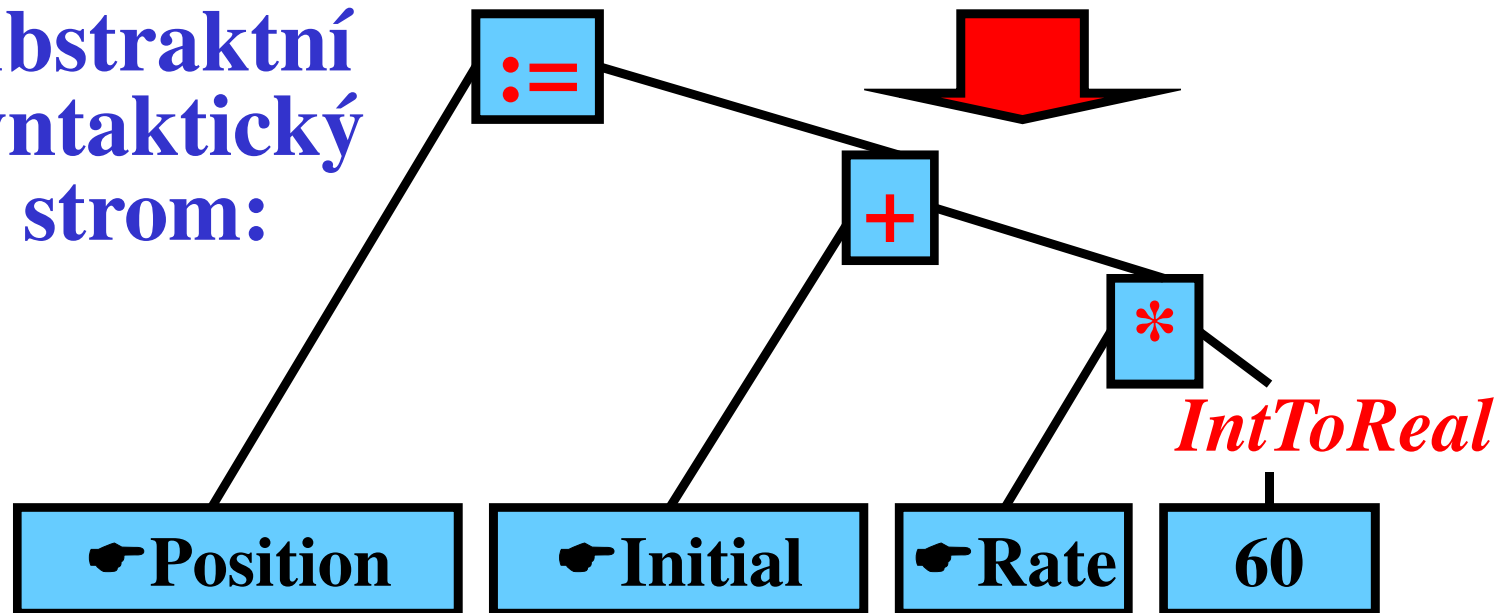
- Provádění sémantických akcí
 - Generování abstraktního syntaktického stromu

Syntaxí řízený překlad: Příklad

Derivační
strom:



Abstraktní
syntaktický
strom:

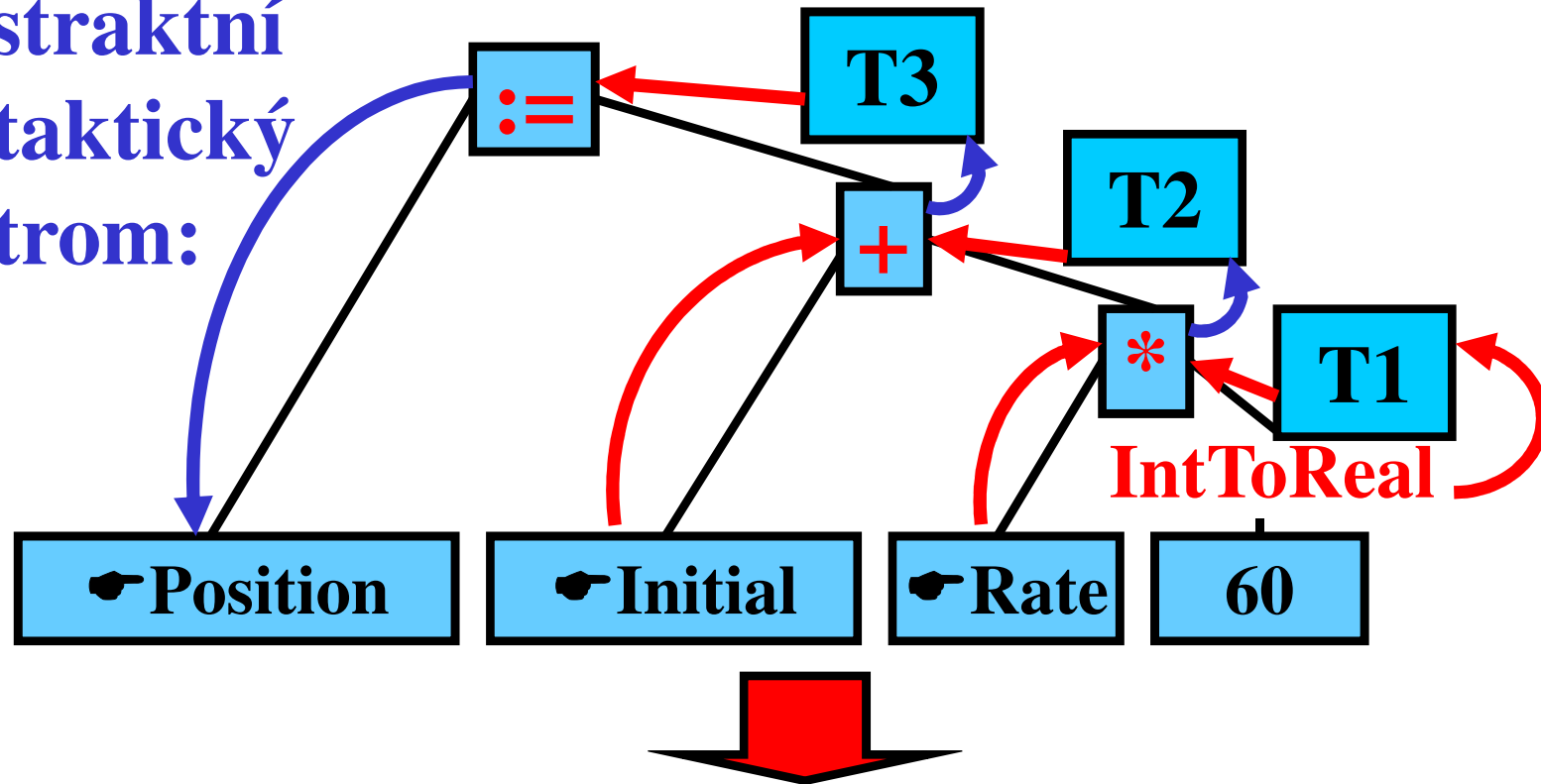


Generátor vnitřního kódu

- **Vstup:** Abstraktní syntaktický strom
 - **Výstup:** Vnitřní kód
-
- **Metoda:**
 - Generátor vnitřního kódu vytváří vnitřní reprezentaci programu nazývanou *vnitřní kód* (většinou 3-adresný kód) z následujících důvodů:
 - jednotnost
 - přímý překlad do cílového programu je složitý a „neprůhledný“
 - vnitřní kód lze snadno optimalizovat

Generátor vnitřního kódu: Příklad

Abstraktní
syntaktický
strom:



Vnitřní kód:

```

T1 := IntToReal(60)
T2 := ⌡Rate * T1
T3 := ⌡Initial + T2
⌡Position := T3

```

Optimalizátor

- **Input:** Vnitřní kód
- **Output:** Optimalizovaný vnitřní kód

- **Metoda:**

- Optimalizátor upraví vnitřní kód tak, aby byl efektivnější. Tento upravený kód je nazýván *optimalizovaný vnitřní kód*:

- **Šíření konstanty:** $(a := 1; b := 2; c := a + b \Rightarrow c := 3)$

Pozn.: Proměnné a , b nejsou již dále v programu použity

- **Šíření kopírováním:** $(b := a; c := b; d := c \Rightarrow d := a)$

Pozn.: Proměnné b , c nejsou již dále v programu použity

- **Eliminace mrtvého kódu:** $(\text{while false do ...} \Rightarrow \text{odstranit})$

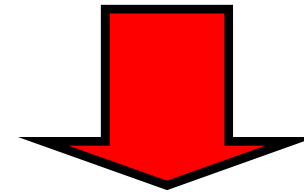
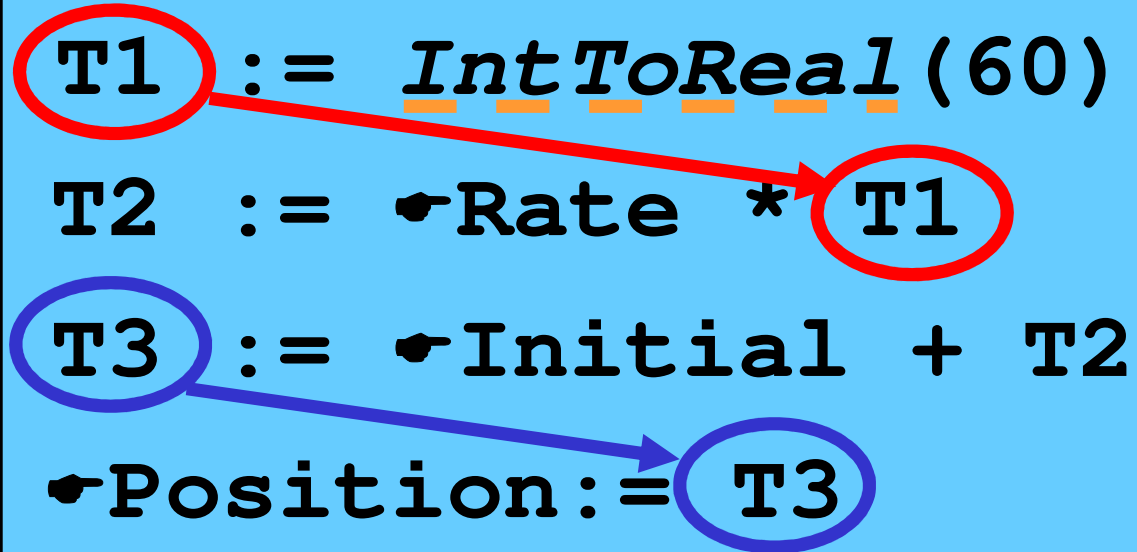
⋮

Pozn.: Některé překladače optimalizátor nemají

Optimalizátor: Příklad

Vnitřní kód:

```
T1 := IntToReal(60)
T2 := *Rate * T1
T3 := *Initial + T2
*Position := T3
```



Optimalizovaný vnitřní kód:

```
T2 := *Rate * 60.0
*Position := *Initial + T2
```

Generátor cílového kódu

- **Vstup:** Optimalizovaný vnitřní kód
 - **Výstup:** Cílový program
-
- **Metoda:**
 - Optimalizovaný vnitřní kód je převeden na *cílový program*
 - Cílový program je zapsán v cílovém jazyce
 - V praxi je cílovým jazykem většinou assembler nebo strojový kód

Generátor cílového kódu: Příklad

Optimalizovaný vnitřní kód

```
T2 := *Rate * 60.0  
*Position := *Initial + T2
```

Cílový program:

```
fmov R2, *Rate  
fmul R2, #60.0  
fmov R3, *Initial  
fadd R2, R3  
fmov *Position, R2
```

$R2 \cong T2$

