

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 /  \
      +   *
     / \ / \
  Id2 Id3 60
  
```

Sémantický analyzátor

```

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

Generátor vnitřního kódu

```

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

Optimalizátor

```

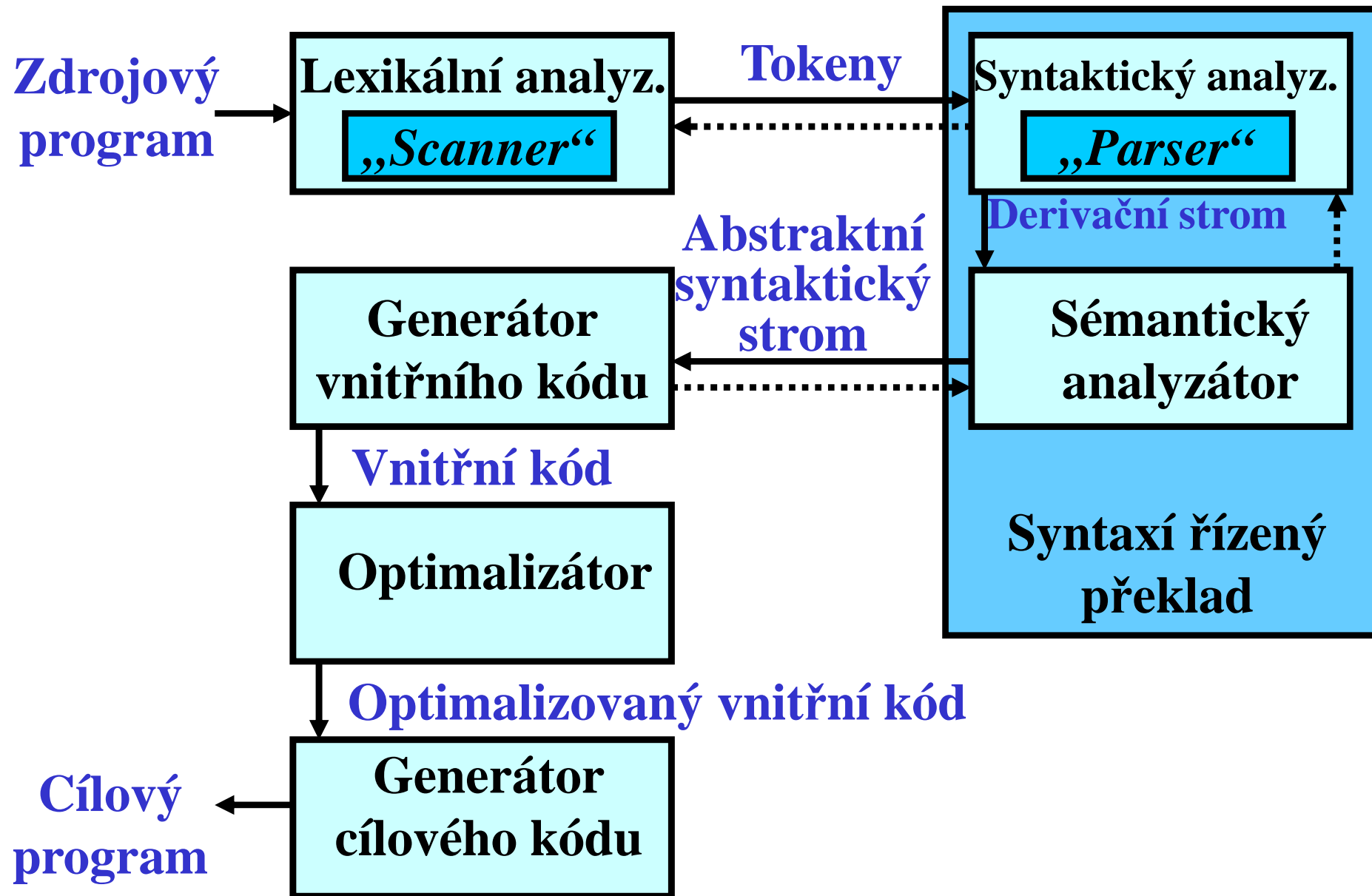
T1  := Id3 * 60.0
Id1 := Id2 + T1
  
```

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

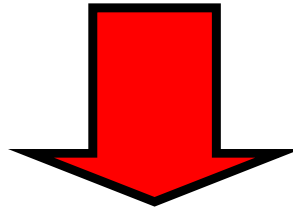
Zdrojový program:

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

Lexikální analyzátor: Příklad

Zdrojový program:

`Position := Initial + Rate * 60`



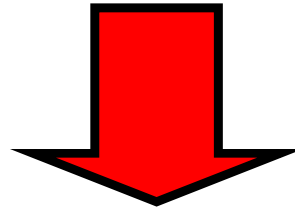
Lexémy:

<code>Position</code>	<code>:=</code>	<code>Initial</code>	<code>+</code>	<code>Rate</code>	<code>*</code>	<code>60</code>
-----------------------	-----------------	----------------------	----------------	-------------------	----------------	-----------------

Lexikální analyzátor: Příklad

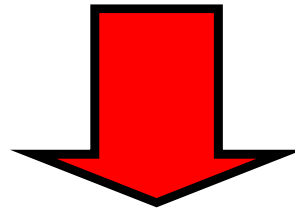
Zdrojový program:

`Position := Initial + Rate * 60`



Lexémy:

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



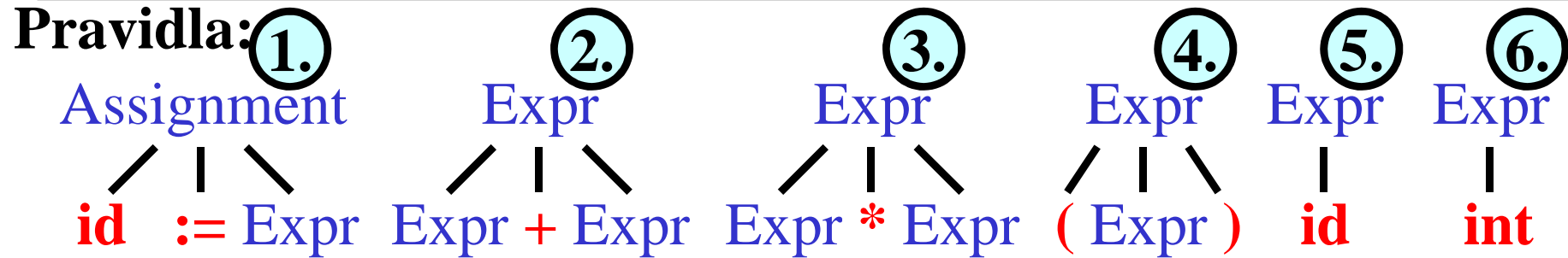
Tokeny:

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

Syntaktický analyzátor (Parser)

- **Vstup:** Řetězec tokenů
 - **Výstup:** Derivační strom
-
- **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.
 - Vytváření derivačního stromu je založeno na gramatických pravidlech
 - Dva přístupy: Shora dolů a zdola nahoru.
-

Syntaktický analyzátor: Příklad



**Derivační
strom**

Assignment

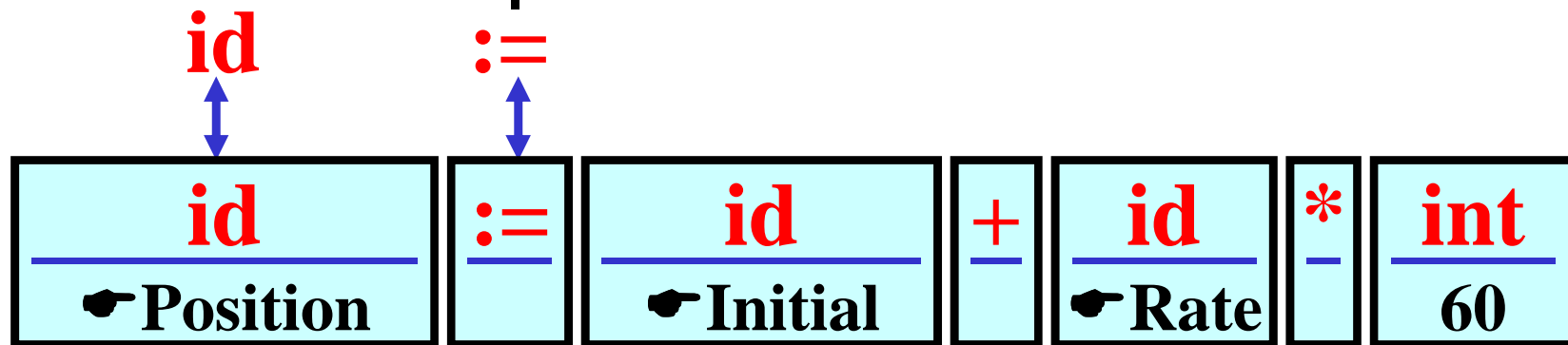
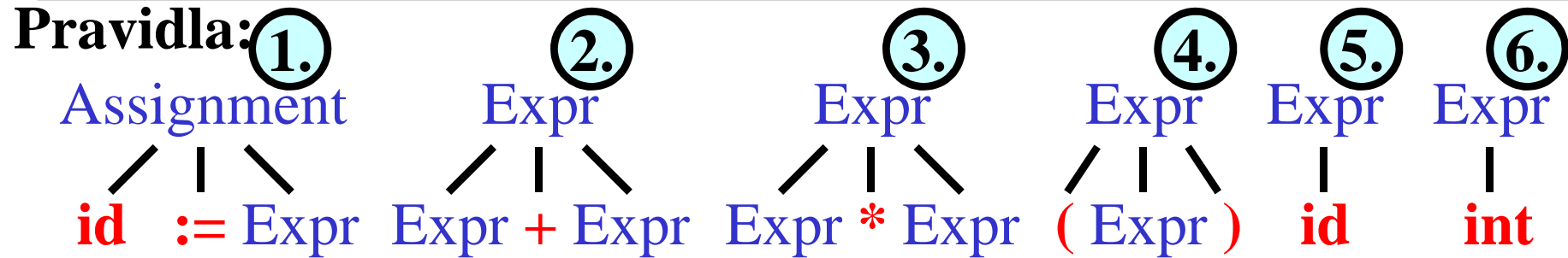
Úkol:

Vytvoř derivační strom
užitím gramatických pravidel

id	:=	id	+	id	*	int
☛ Position		☛ Initial		☛ Rate		60

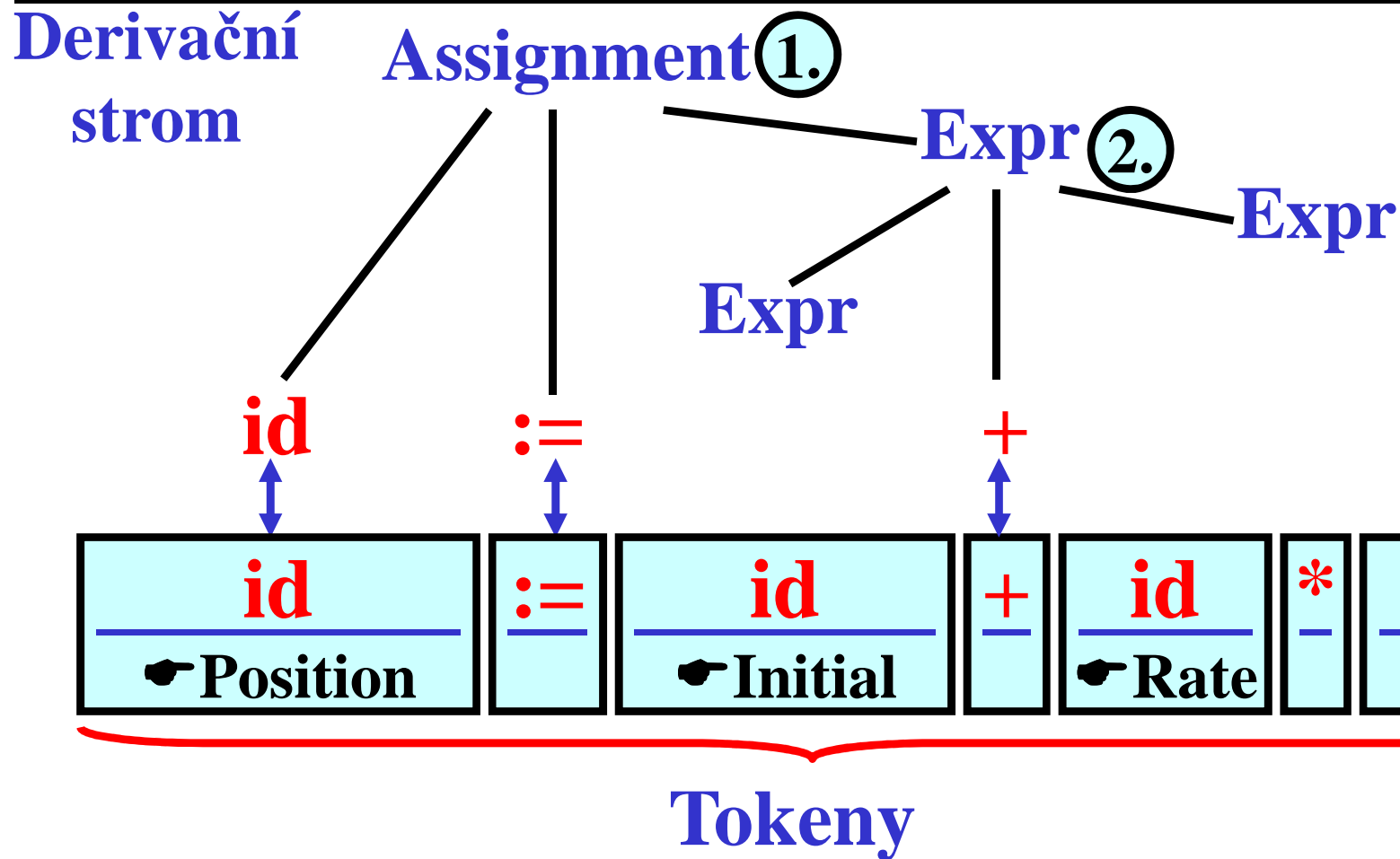
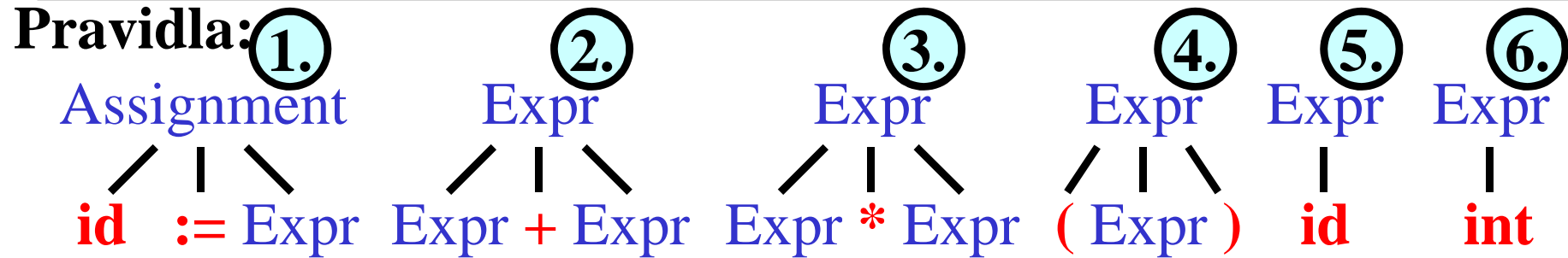
Tokeny

Syntaktický analyzátor: Příklad

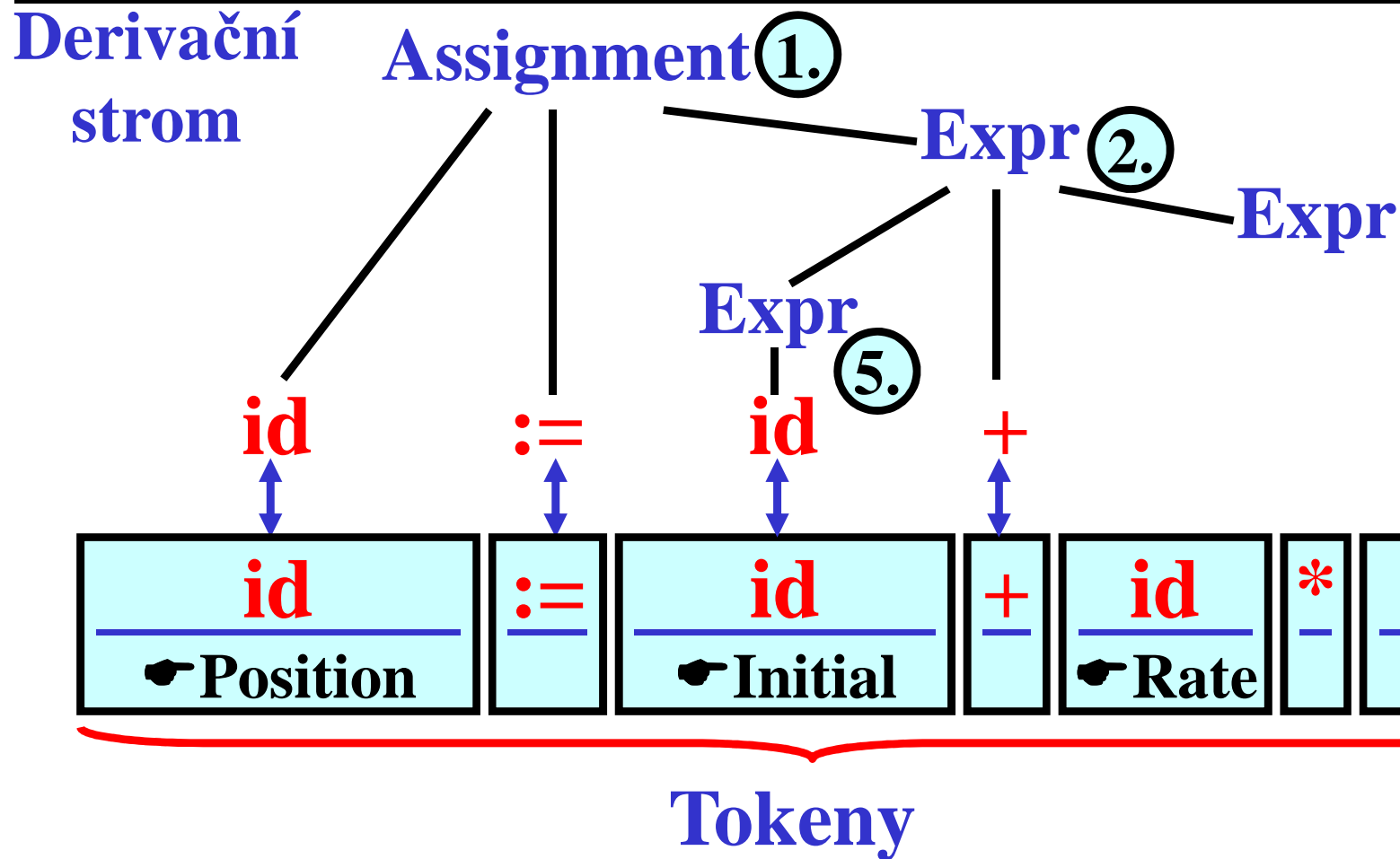
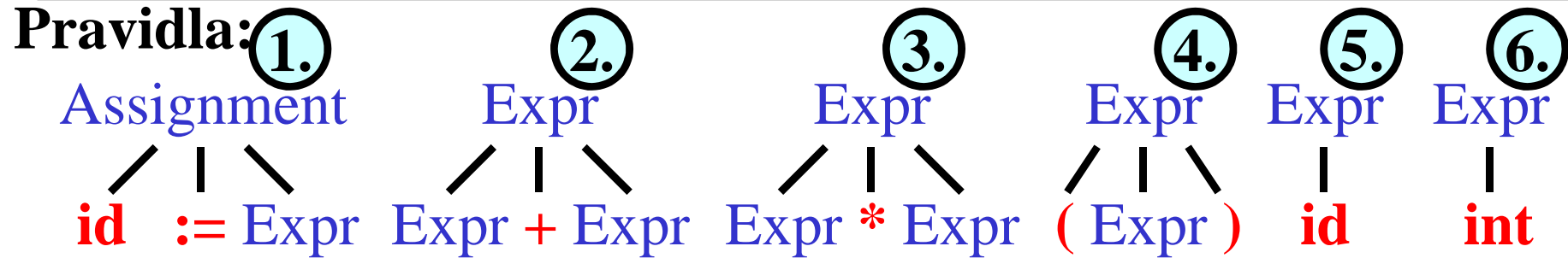


Tokeny

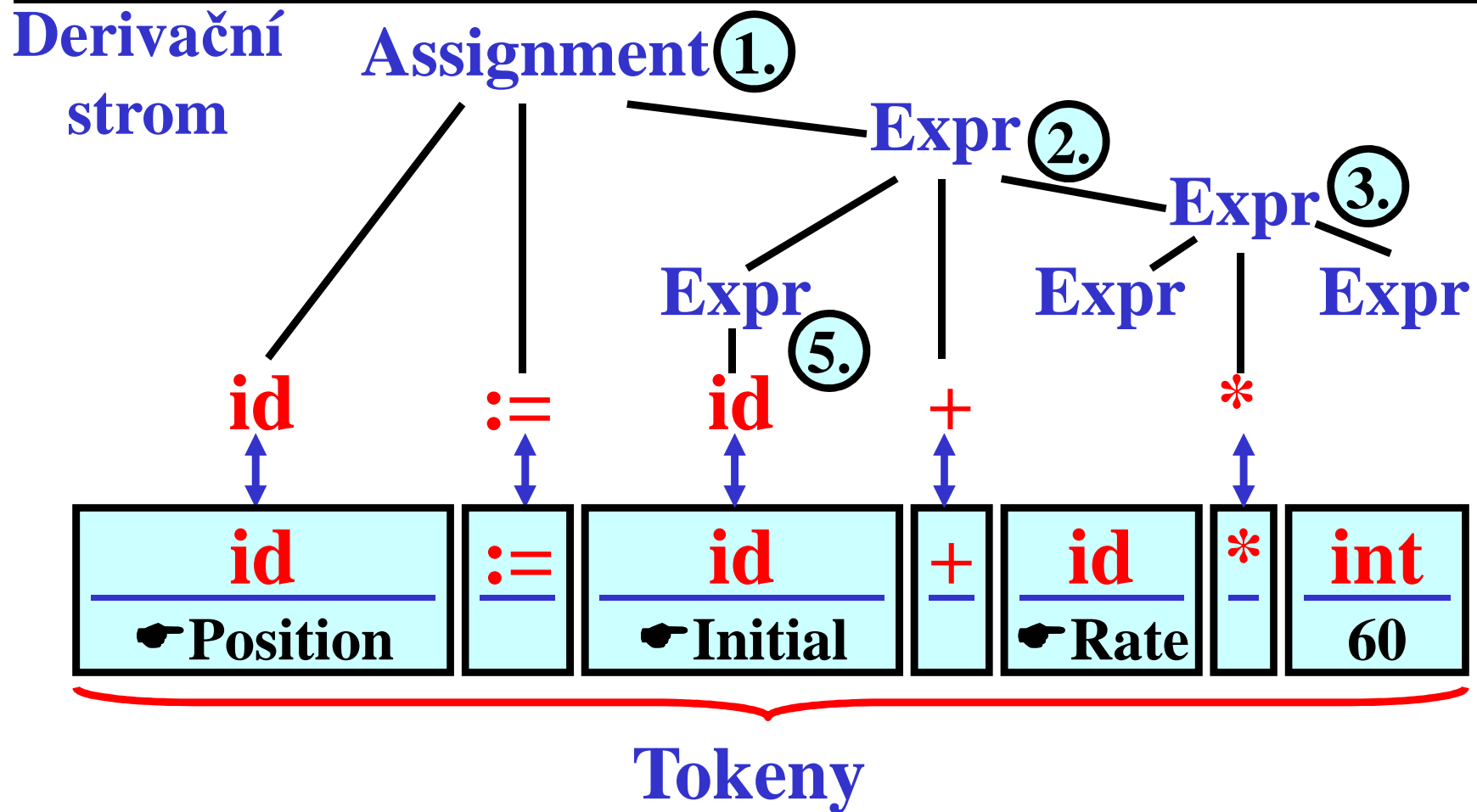
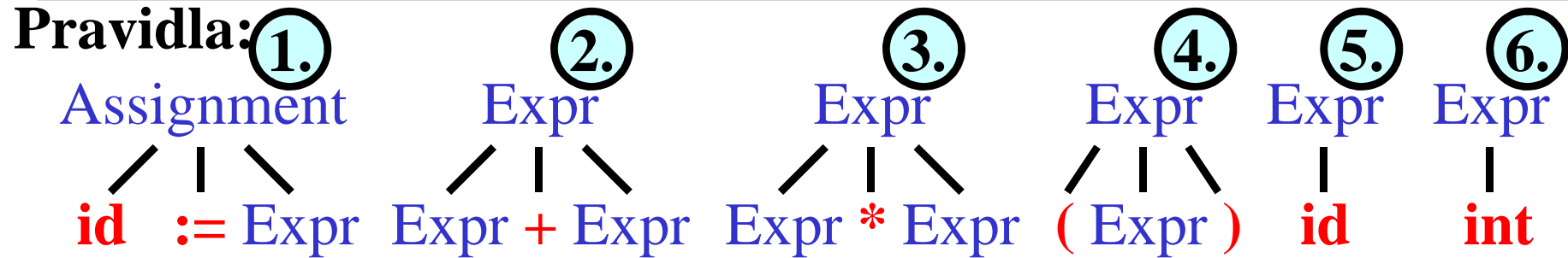
Syntaktický analyzátor: Příklad



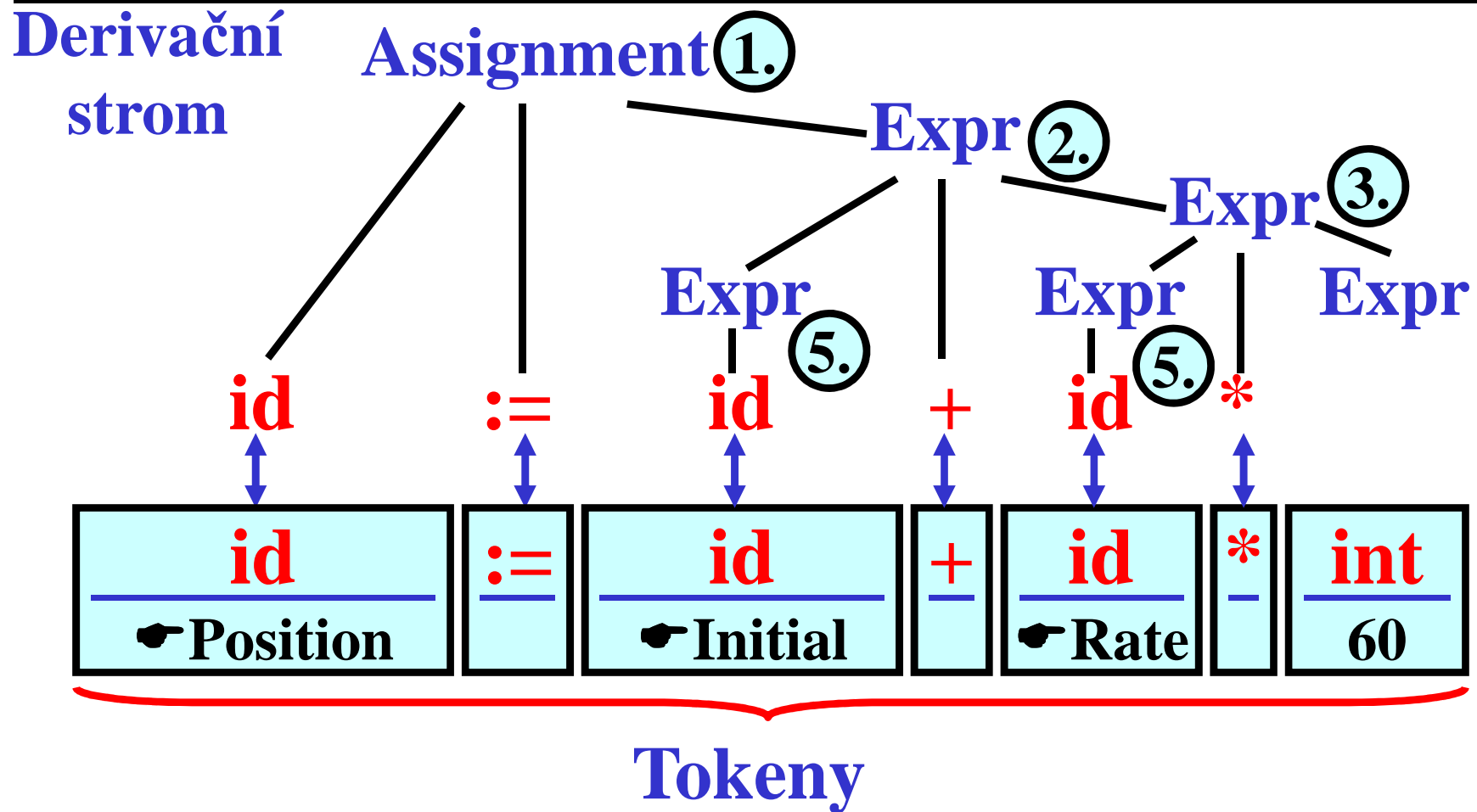
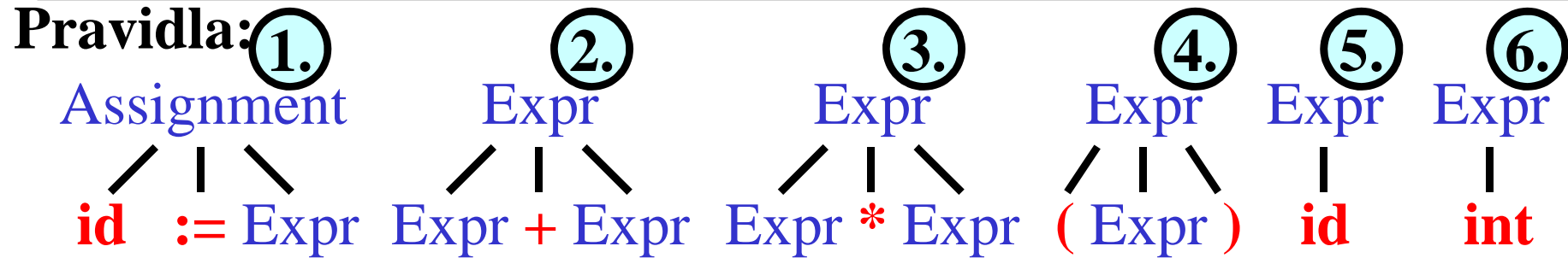
Syntaktický analyzátor: Příklad



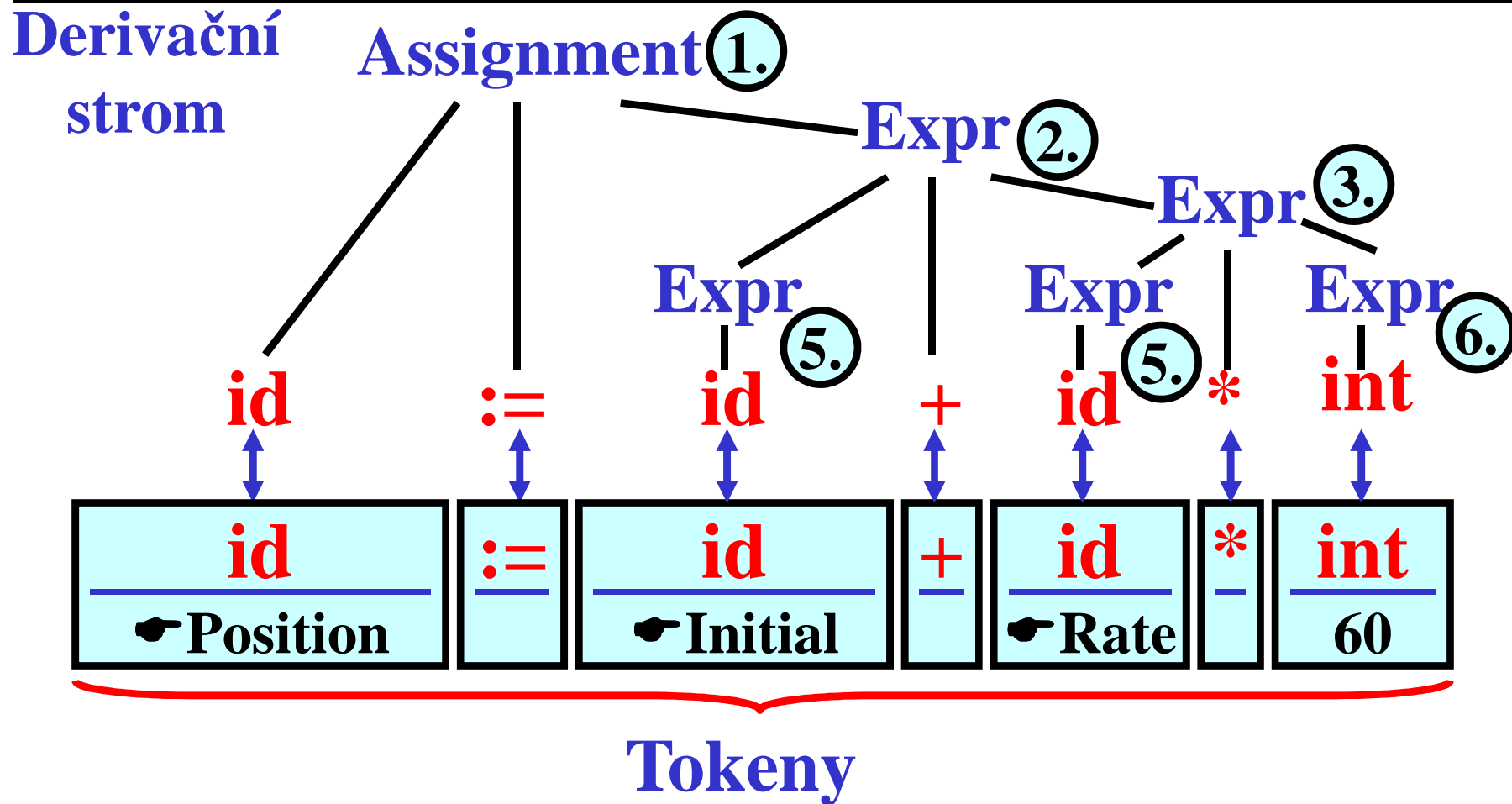
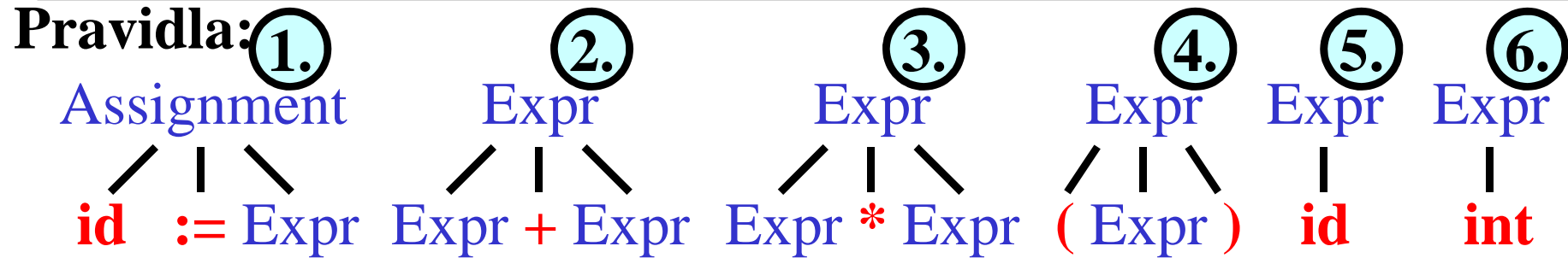
Syntaktický analyzátor: Příklad



Syntaktický analyzátor: Příklad



Syntaktický analyzátor: Příklad

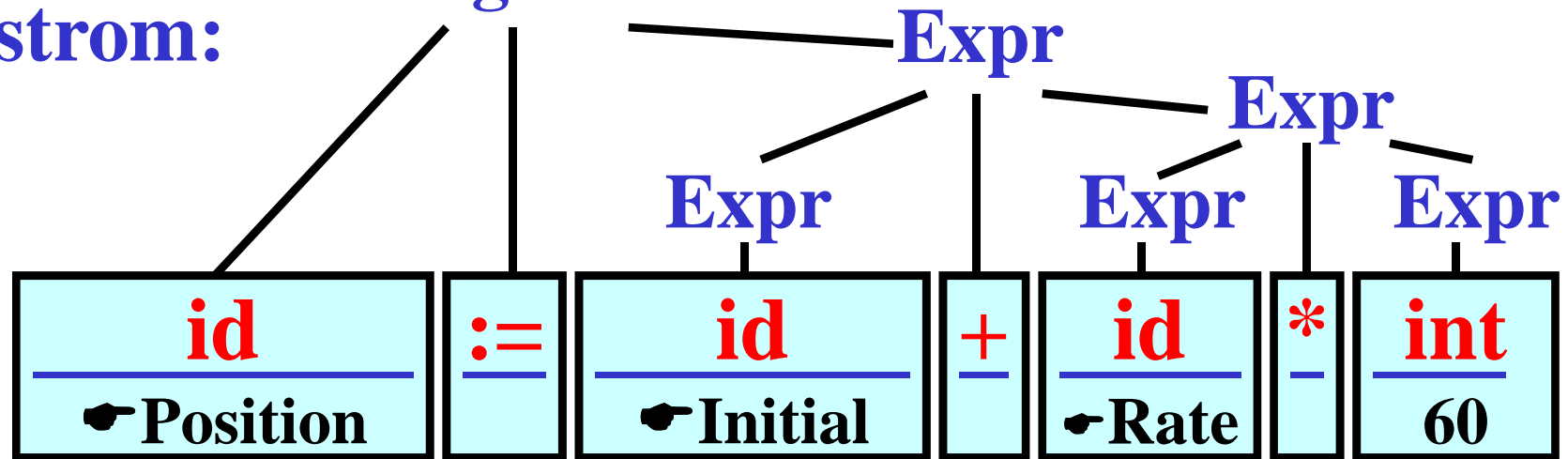


Sémantický analyzátor

- **Vstup:** Derivační strom
 - **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

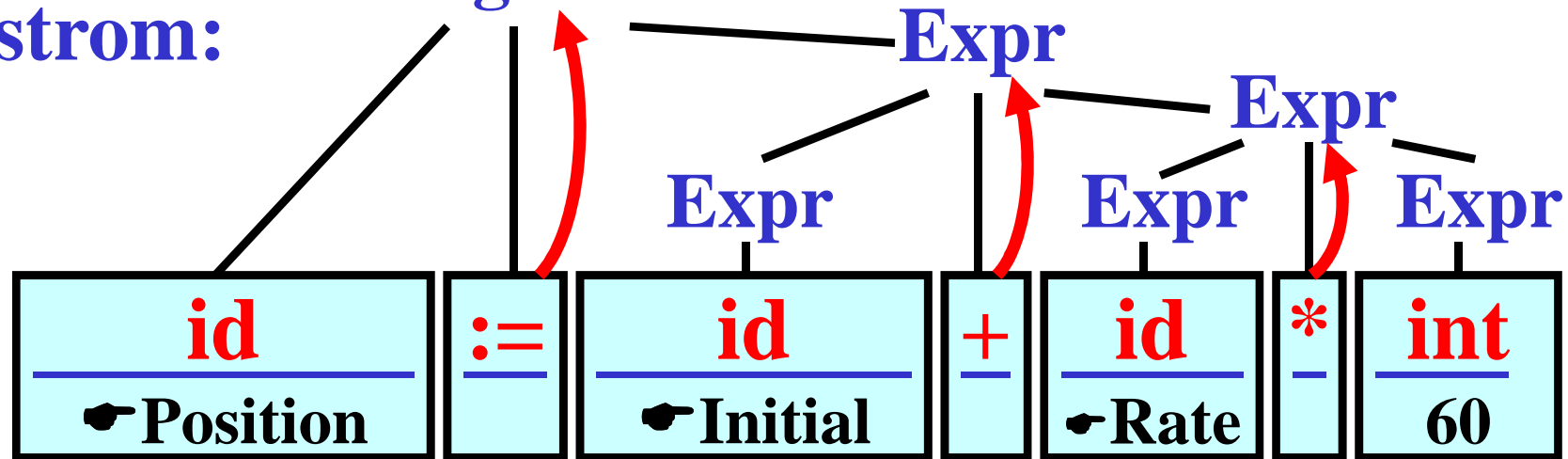
Syntaxí řízený překlad: Příklad

Derivační
strom:



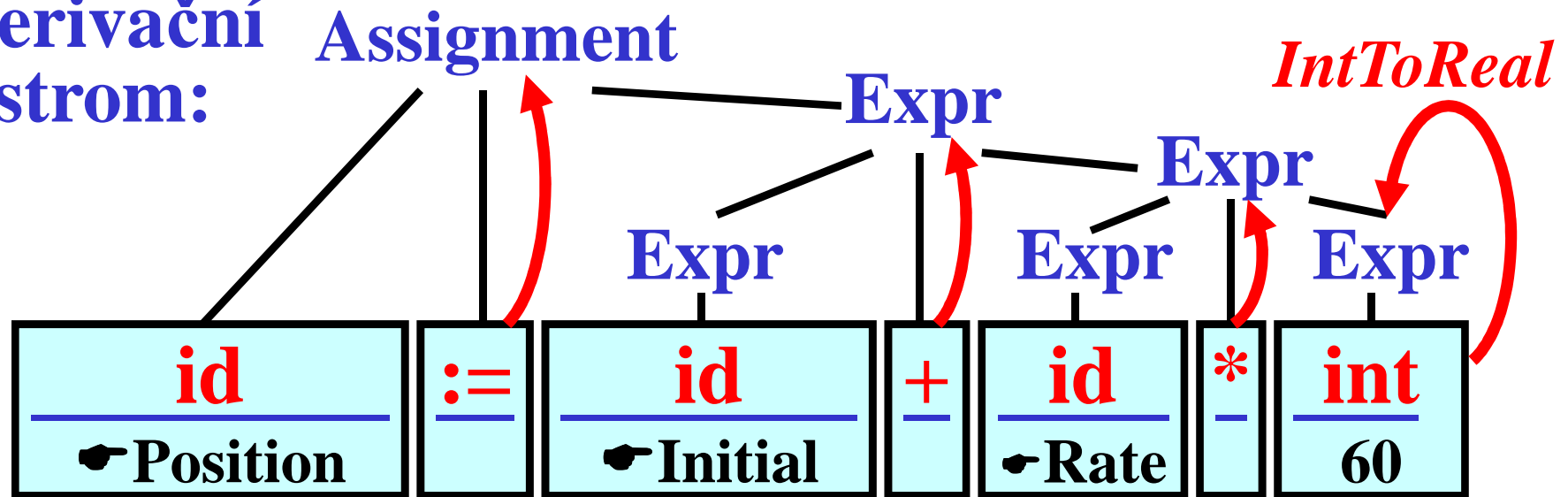
Syntaxí řízený překlad: Příklad

Derivační
strom:



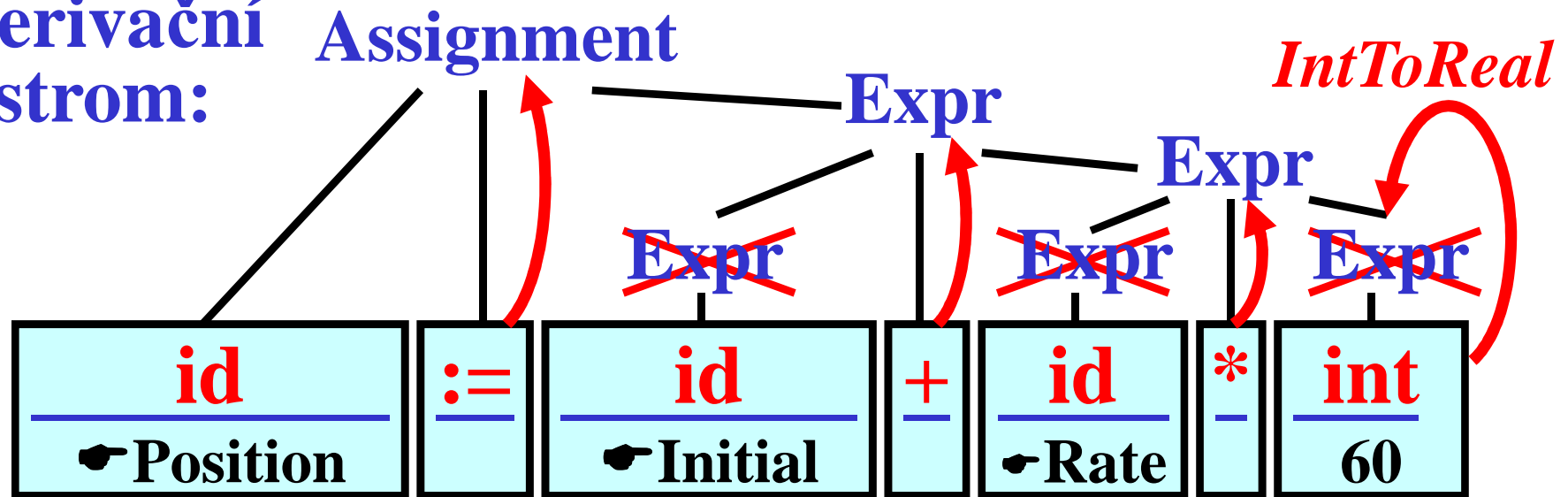
Syntaxí řízený překlad: Příklad

Derivační
strom:



Syntaxí řízený překlad: Příklad

Derivační
strom:



Syntaxí řízený překlad: Příklad

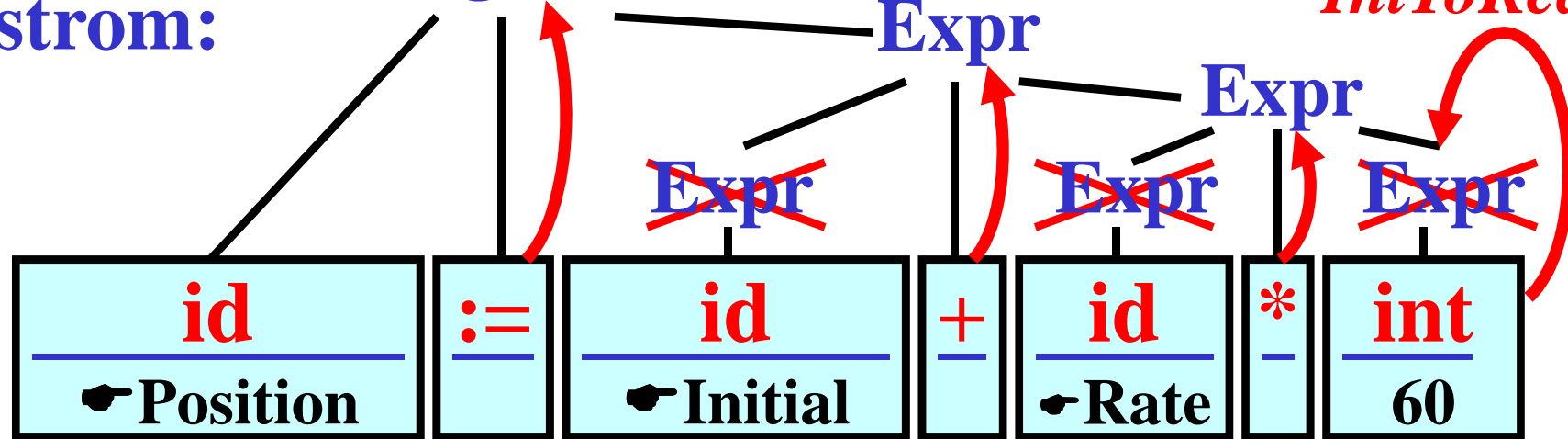
Derivační strom:

Assignment

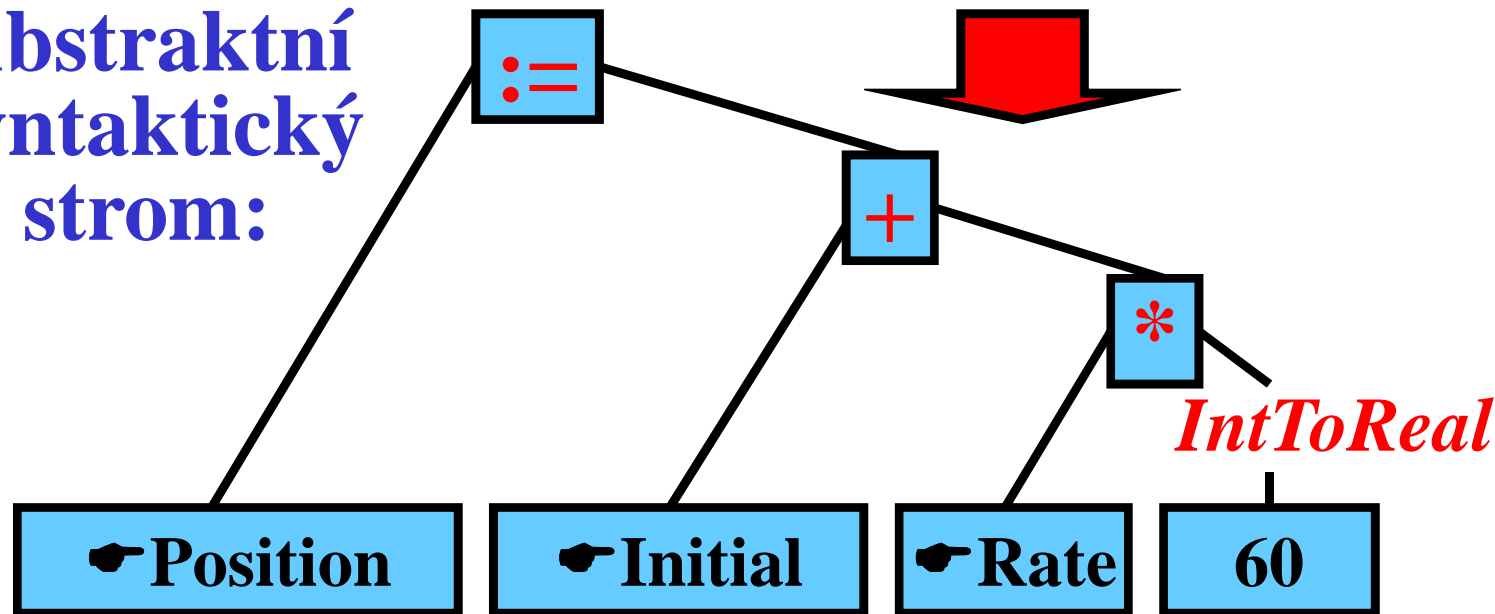
Expr

Expr

IntToReal



Abstraktní syntaktický strom:

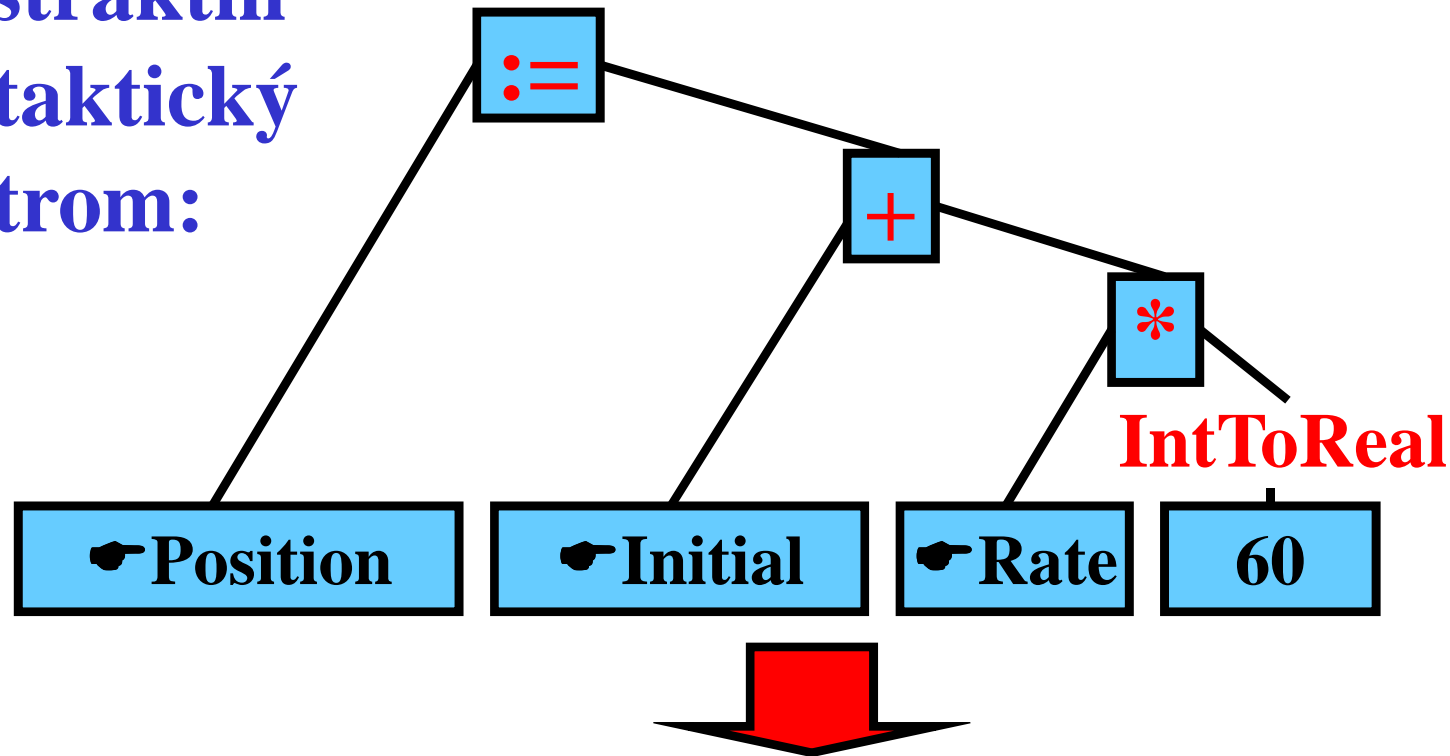


Generátor vnitřního kódu

- **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

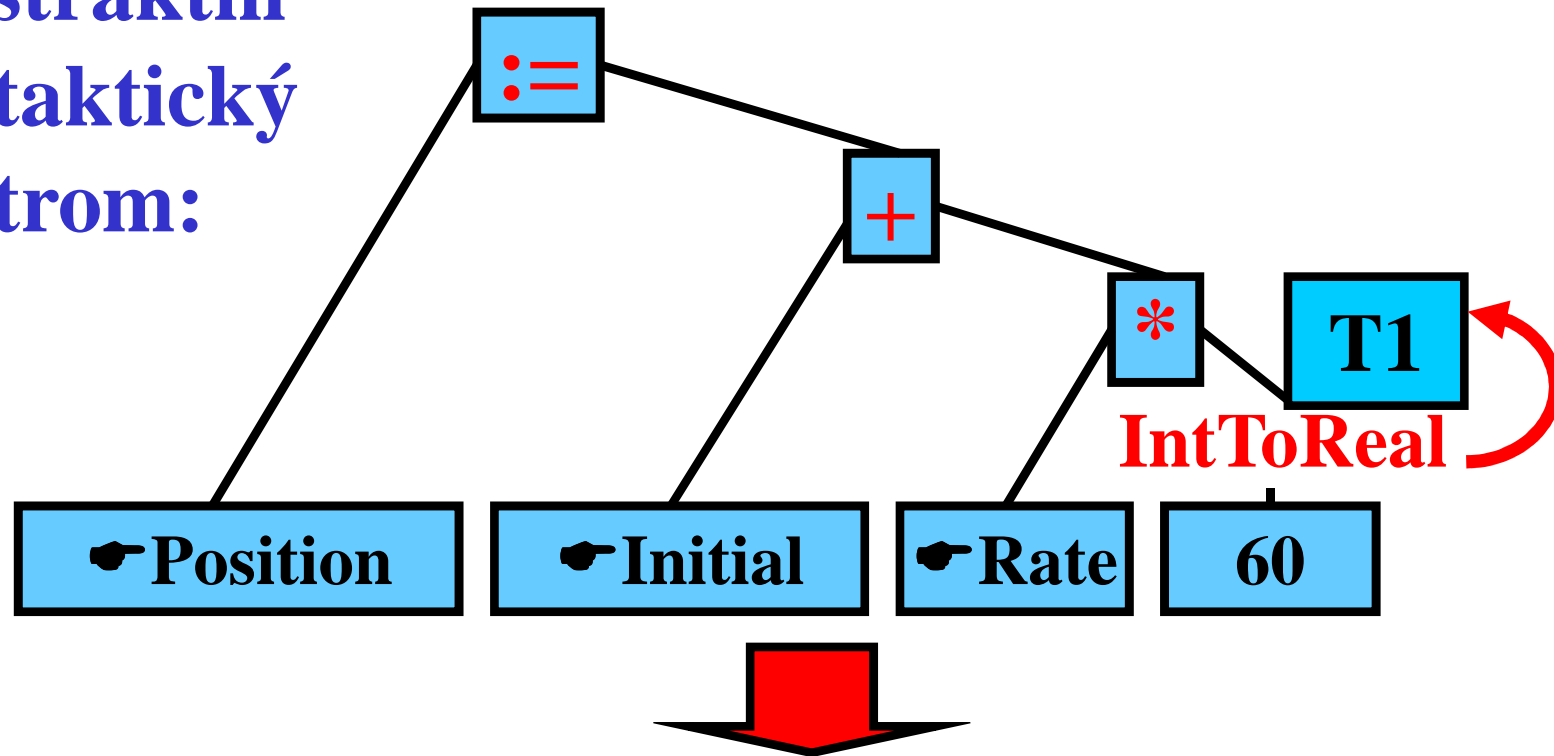
Abstraktní
syntaktický
strom:



Vnitřní kód:

Generátor vnitřního kódu: Příklad

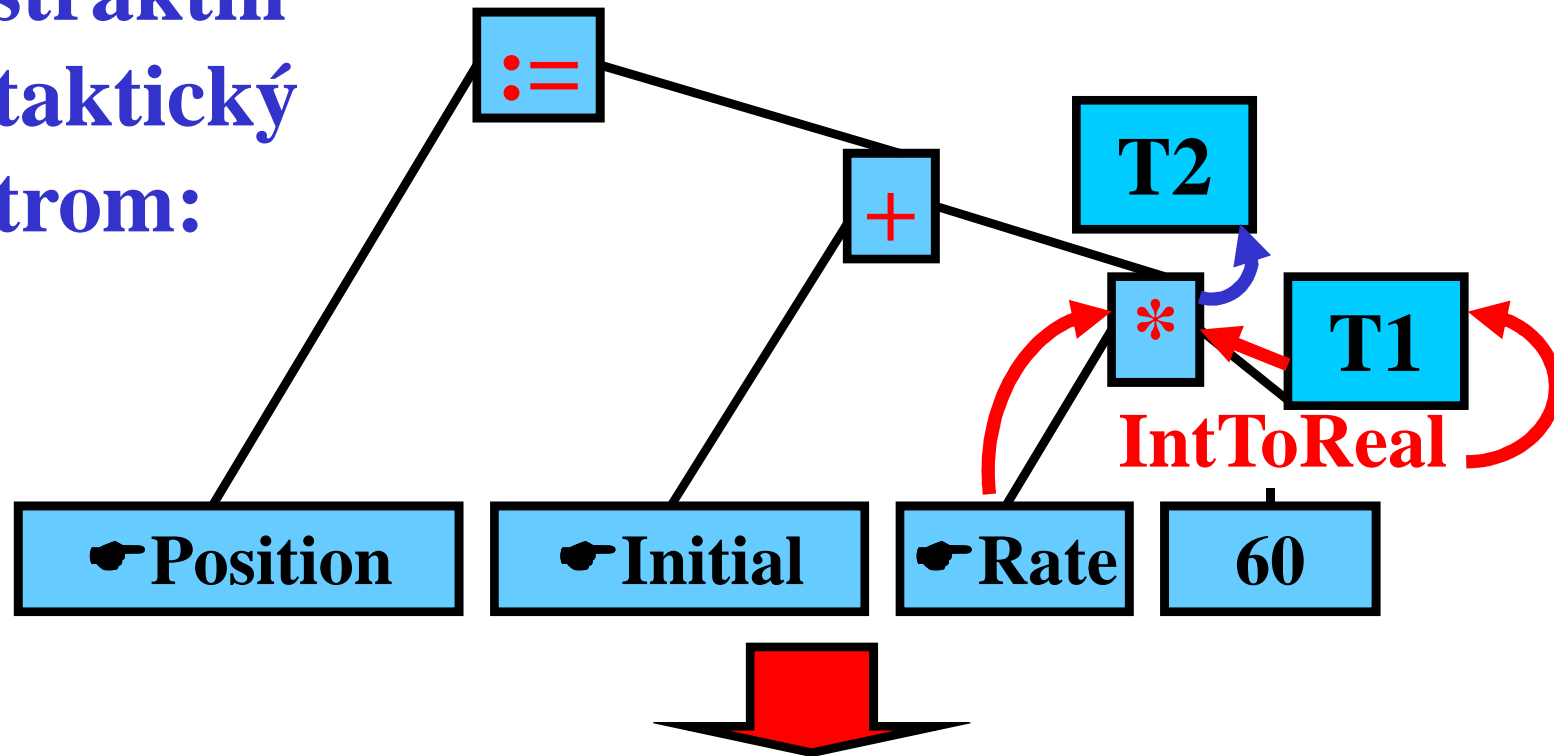
Abstraktní
syntaktický
strom:



Vnitřní kód: `T1 := IntToReal(60)`

Generátor vnitřního kódu: Příklad

Abstraktní
syntaktický
strom:



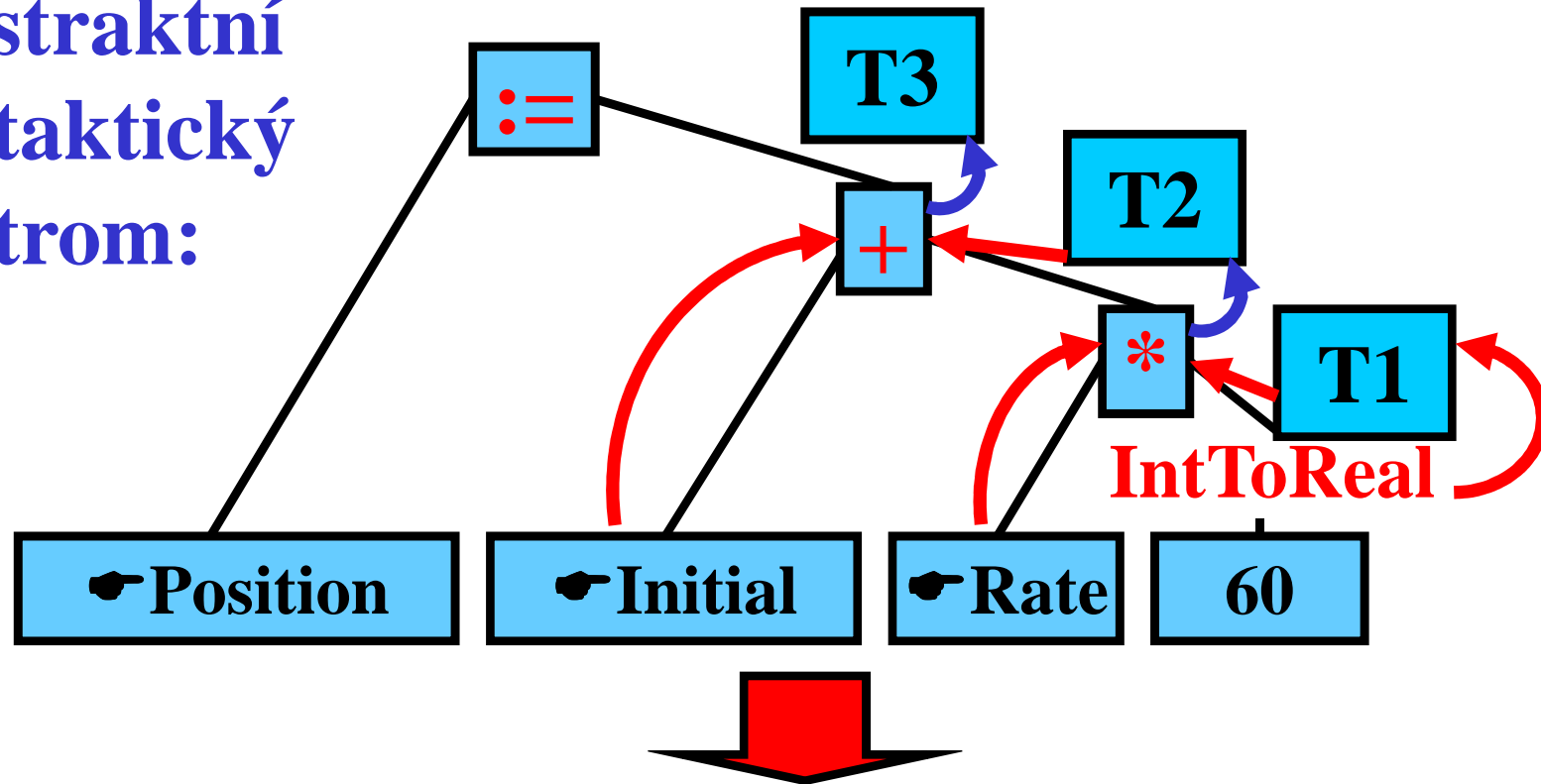
Vnitřní kód:

```

T1 := IntToReal(60)
T2 := Rate * T1
  
```

Generátor vnitřního kódu: Příklad

Abstraktní
syntaktický
strom:



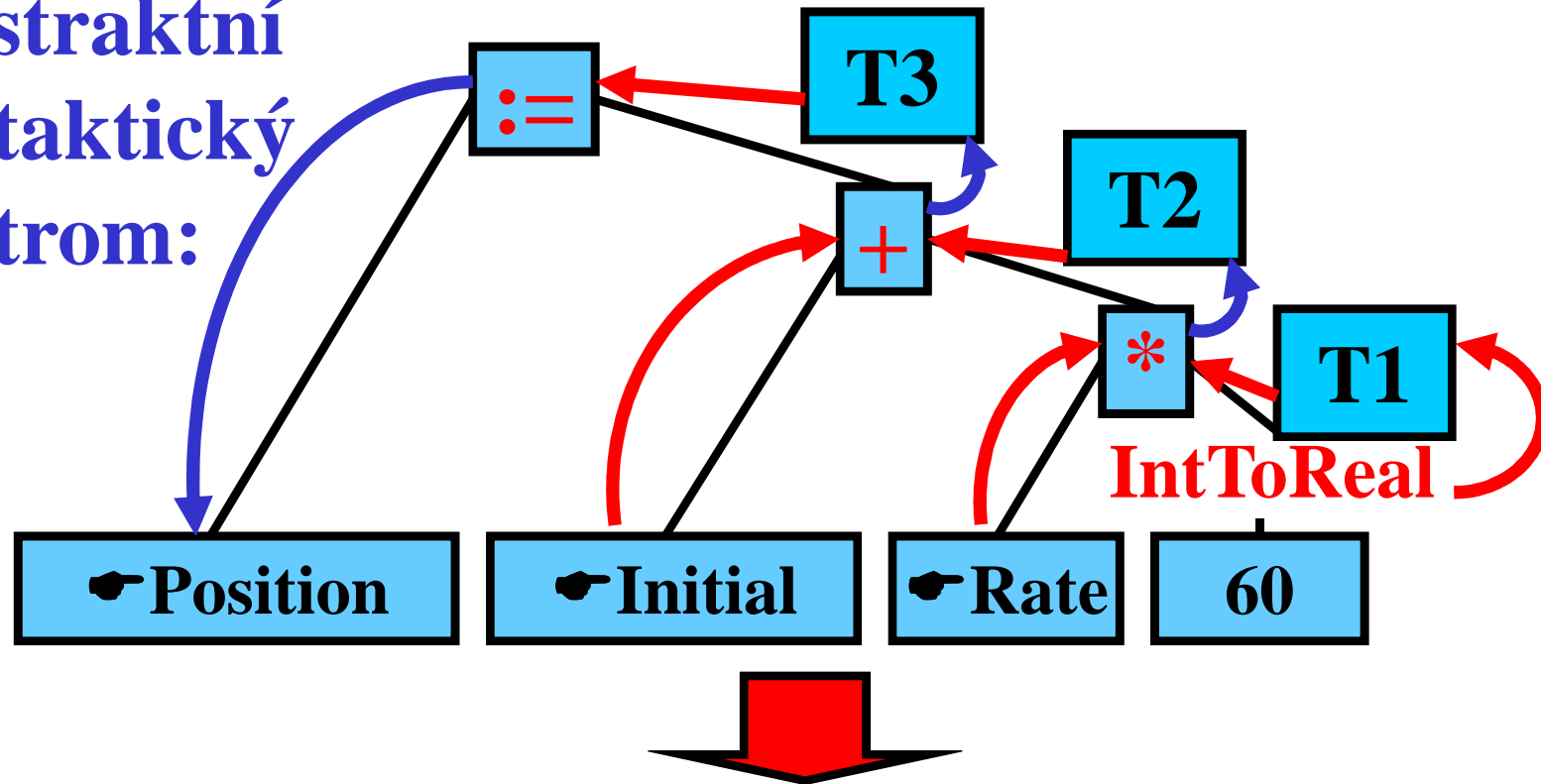
Vnitřní kód:

```

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

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:** $(\text{while false do } \dots \Rightarrow \text{odstranit})$

⋮

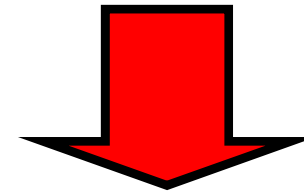
Pozn.: Některé překladače optimalizátor nemají

Optimalizátor: Příklad

Vnitřní kód:

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

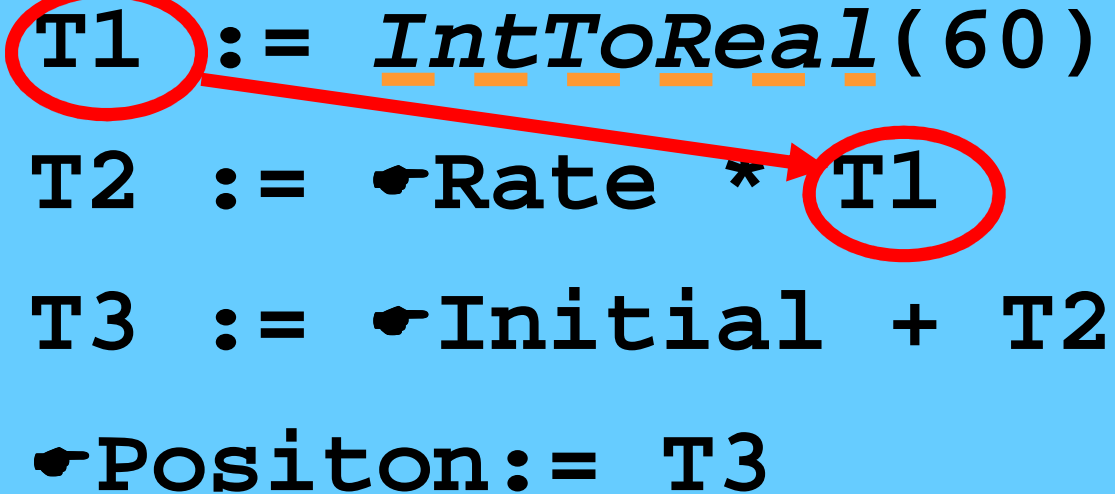
Optimalizovaný vnitřní kód:



Optimalizátor: Příklad

Vnitřní kód:

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



Optimalizovaný vnitřní kód:

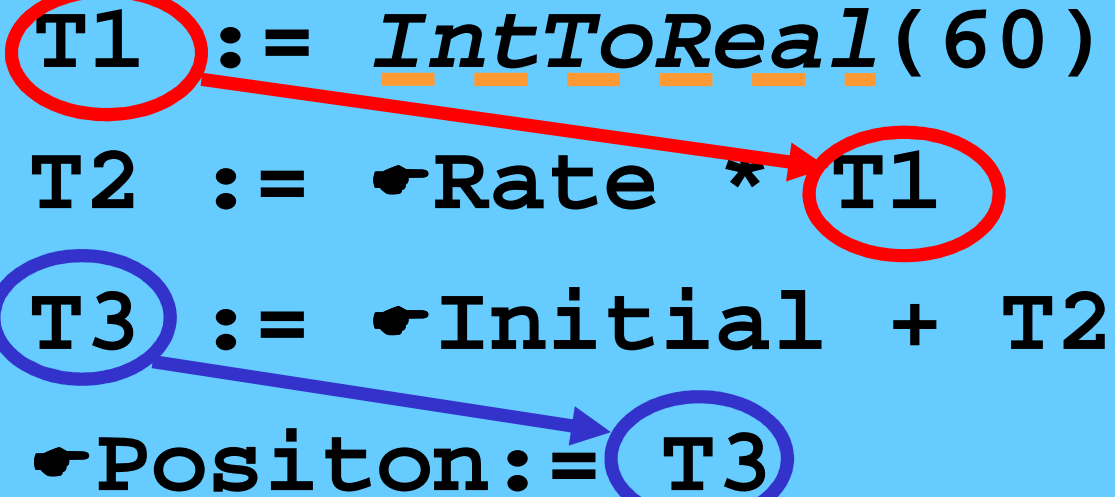
```
T2 := ⌘Rate * 60.0
```



Optimalizátor: Příklad

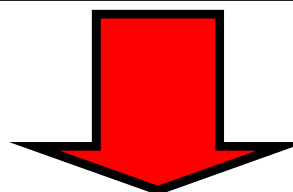
Vnitřní kód:

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



Optimalizovaný vnitřní kód:

```
T2 := ⌘Rate * 60.0
⌘Positon := ⌘Initial + T2
```



Generátor cílového kódu

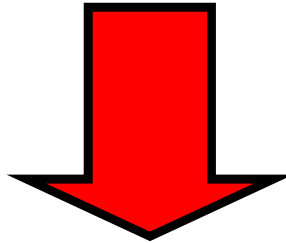
- **Vstup:** Optimalizovaný vnitřní kód
 - **Výstup:** Cílový program
-
- **Metoda:**
 - Optimalizovaný vnitřní kód je převeden na *cílový program*
 - Cílový program je zapsán v cílovém jazyce
 - V praxi je cílovým jazykem většinou assembler nebo strojový kód

Generátor cílového kódu: Příklad

Optimalizovaný vnitřní kód

```
T2 := ⌡Rate * 60.0  
⌡Positon := ⌡Initial + T2
```

Cílový program:



Generátor cílového kódu: Příklad

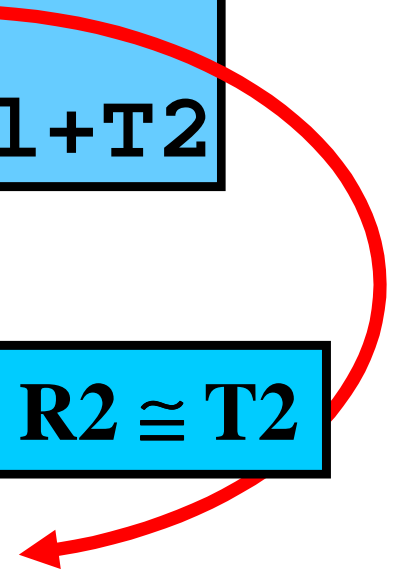
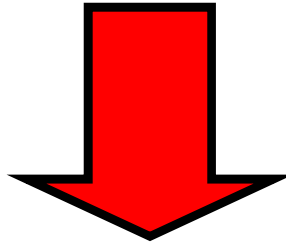
Optimalizovaný vnitřní kód

```
T2 := ⌡Rate * 60.0  
⌡Positon := ⌡Initial + T2
```

Cílový program:

```
fmov R2, ⌡Rate  
fmul R2, #60.0
```

$R2 \cong T2$



Generátor cílového kódu: Příklad

Optimalizovaný vnitřní kód

```
T2 := ⌘Rate * 60.0  
⌘Positon := ⌘Initial + T2
```

Cílový program:

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

$R2 \cong T2$

