

Ďalšie úlohy na cvičenie:

1. Ku každej gramatike zostrojte rozkladovú tabuľku a zistite, či je to $LL(1)$ gramatika. Ak áno, nájdite akceptačný výpočet pre uvedené slovo w príslušným $LL(1)$ analyzátorom.

(a) G_1 , slovo abc .

$$S \rightarrow ABc$$

$$A \rightarrow a \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon.$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow ABc$	$S \rightarrow ABc$	$S \rightarrow ABc$	
A	$A \rightarrow a$	$A \rightarrow \varepsilon$	$A \rightarrow \varepsilon$	
B		$B \rightarrow b$	$B \rightarrow \varepsilon$	

Gramatika je $LL(1)$, výpočet reťazca abc :

Zvyšok vstupu	Zásobník $\sqsupset$	Akcia
abc	S	E1
abc	ABc	E2
abc	aBc	P
bc	Bc	E4
bc	bc	P
c	c	P
ε	ε	A

Analýzátor reťazec abc akceptoval, gramatika teda reťazec generuje.

(b) G_2 : slovo ab .

$$S \rightarrow Ab$$

$$A \rightarrow a \mid B \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow b \mid \varepsilon.$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	ε
S	$S \rightarrow Ab$	$S \rightarrow Ab$	
A	$A \rightarrow a$	$A \rightarrow B, A \rightarrow \varepsilon$	
B		$B \rightarrow b, B \rightarrow \varepsilon$	

Gramatika nie je $LL(1)$.

(c) G_3 : slovo $aabee$.

$$S \rightarrow aSe \mid A$$

$$A \rightarrow cAe \mid B \mid b$$

$$B \rightarrow cBe$$

$$C \rightarrow d.$$

Riešenie: Gramatika **nie je redukovaná!**. Najprv mu musíme zredukovať, čím dostaneme tvar:

$$1. S \rightarrow aSe$$

$$2. S \rightarrow A$$

$$3. A \rightarrow cAe$$

$$4. A \rightarrow b$$

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	e	ε
S	$S \rightarrow aSe$	$S \rightarrow A$	$S \rightarrow A$		
A		$A \rightarrow b$	$A \rightarrow cAe$		

Gramatika je $LL(1)$, keďže neobsahuje konflikty, výpočet reťazca $aabee$:

Zvyšok vstupu	Zásobník $\sqsupset$	Akcia
$aabee$	S	E1
$aabee$	aSe	P
$abee$	Se	E1
$abee$	$aSee$	P
bee	See	E2
bee	Aee	E4
bee	bee	P
ee	ee	P
e	e	P
ε	ε	A

Analýzátor slovo akceptoval, gramatika teda reťazec $aabee$ generuje.

(d) G_4 : reťazec **štart** **pokiaľ** **p2** **rob** **príkaz1**; **príkaz2** **koniec**.

1. $\langle \text{program} \rangle \rightarrow \text{štart } \langle \text{príkazy} \rangle \text{ koniec}$
2. $\langle \text{príkazy} \rangle \rightarrow \langle \text{príkaz} \rangle ; \langle \text{príkazy} \rangle$
3. $\langle \text{príkazy} \rangle \rightarrow \varepsilon$
4. $\langle \text{príkaz} \rangle \rightarrow \langle \text{výraz} \rangle$
5. $\langle \text{príkaz} \rangle \rightarrow \text{ak } \langle \text{podmienka} \rangle \text{ potom } \langle \text{príkaz} \rangle$
6. $\langle \text{príkaz} \rangle \rightarrow \text{pokiaľ } \langle \text{podmienka} \rangle \text{ rob } \langle \text{príkaz} \rangle$
7. $\langle \text{výraz} \rangle \rightarrow \text{príkaz1}$
8. $\langle \text{výraz} \rangle \rightarrow \text{príkaz2}$
9. $\langle \text{podmienka} \rangle \rightarrow \text{p1}$
10. $\langle \text{podmienka} \rangle \rightarrow \text{p2}$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	štart	koniec	pokiaľ	rob	p1	p2	príkaz1	príkaz2	;	ak	potom	ε
$\langle \text{program} \rangle$	1.											
$\langle \text{príkazy} \rangle$		3.	2.				2.	2.		2.		
$\langle \text{príkaz} \rangle$			6.				4.	4.		5.		
$\langle \text{výraz} \rangle$							7.	8.				
$\langle \text{podmienka} \rangle$					9.	10.						

Gramatika je $LL(1)$, výpočet **štart** **pokiaľ** **p2** **rob** **príkaz1**; **príkaz2** **koniec** je na ďalšej strane:

Zvyšok vstupu	Zásobník $\square$	Akcia
štart pokiaľ ...	<program >	E1
štart pokiaľ ...	štart <príkazy >koniec	P
pokiaľ p2 ...	<príkazy >koniec	E2
pokiaľ p2 ...	<príkaz >; <príkazy >koniec	E6
pokiaľ p2 ... pokiaľ <podmienka >rob <príkaz >; <príkazy >koniec		P
p2 rob ...	<podmienka >rob <príkaz >; <príkazy >koniec	E10
p2 rob ...	p2 rob <príkaz >; <príkazy >koniec	P
rob príkaz1 ...	rob <príkaz >; <príkazy >koniec	P
príkaz1 ; ...	<príkaz >; <príkazy >koniec	E4
príkaz1 ; ...	<výraz >; <príkazy >koniec	E7
príkaz1 ; ...	príkaz1 ; <príkazy >koniec	P
; príkaz2 ...	; <príkazy >koniec	P
príkaz2 koniec	<príkazy >koniec	E2
príkaz2 koniec	<príkaz >; <príkazy >koniec	E4
príkaz2 koniec	<výraz >; <príkazy >koniec	E8
príkaz2 koniec	príkaz2 ; <príkazy >koniec	P
koniec	; <príkazy >koniec	SYNTAX ERROR

Syntaktický analyzátor skončil s chybou - na vrchu zásobníka má bodkočiarku, t.j. v danom momente očakával, že na vstupe bude bodkočiarka. Avšak na vstupe je slovo **koniec**, teda nie je možné uskutočniť porovnanie a výpočet končí so syntaktickou chybou. Naozaj vidíme, že v tejto gramatike by mal byť každý príkaz (**príkaz1**, **príkaz2**) ukončený bodkočiarkou, avšak vstupný reťazec toto nespĺňal.

2. Zistite, či sú príslušné gramatiky $LL(1)$ -gramatikami.

$$\begin{aligned}
 (a) \quad & S \rightarrow aA \mid aB \\
 & A \rightarrow aAb \mid \varepsilon \\
 & B \rightarrow bB \mid c
 \end{aligned}$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow aA, S \rightarrow aB$			
A	$A \rightarrow aAb$	$A \rightarrow \varepsilon$		$A \rightarrow \varepsilon$
B		$B \rightarrow bB$	$B \rightarrow c$	

Gramatika nie je $LL(1)$ kvôli konfliktu v bunke $RT[S, a]$.

- (b) V tejto gramatike $N = \{S, \langle \text{ExprOpt} \rangle\}$, $T = \{\text{for}, \text{expr}, ;, (,)\}$ a pravidlá:

1. $S \rightarrow \text{for } (\langle \text{ExprOpt} \rangle ; \langle \text{ExprOpt} \rangle ; \langle \text{ExprOpt} \rangle) S$
2. $S \rightarrow \text{expr } ;$
3. $\langle \text{ExprOpt} \rangle \rightarrow \text{expr}$
4. $\langle \text{ExprOpt} \rangle \rightarrow \varepsilon$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	for	expr	;	(	)	ε
S	1	2				
$\langle \text{ExprOpt} \rangle$		3	4		4	

Gramatika je $LL(1)$, keďže rozkladová tabuľka neobsahuje konflikty.

- (c) Pravidlá:

- $$\begin{aligned}
 S &\rightarrow AcD \mid DD \\
 A &\rightarrow BC \\
 B &\rightarrow aB \mid \varepsilon \\
 C &\rightarrow bC \mid \varepsilon \\
 D &\rightarrow \varepsilon
 \end{aligned}$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow AcD$	$S \rightarrow AcD$	$S \rightarrow AcD$	$S \rightarrow DD$
A	$A \rightarrow BC$	$A \rightarrow BC$	$A \rightarrow BC$	
B	$B \rightarrow aB$	$B \rightarrow \varepsilon$	$B \rightarrow \varepsilon$	
C		$C \rightarrow bC$	$C \rightarrow \varepsilon$	
D				$D \rightarrow \varepsilon$

Gramatika je $LL(1)$, keďže rozkladová tabuľka neobsahuje konflikty.

(d) Pravidlá:

$$S \rightarrow AB \mid Aa$$

$$A \rightarrow BCD \mid \varepsilon$$

$$B \rightarrow bBa \mid \varepsilon$$

$$C \rightarrow BD \mid c$$

$$D \rightarrow \varepsilon$$

Riešenie:

Rozkladová tabuľka:

RT	a	b	c	ε
S	$S \rightarrow Aa$	$S \rightarrow AB, S \rightarrow Aa$	$S \rightarrow AB, S \rightarrow Aa$	$S \rightarrow AB$
A	$A \rightarrow BCD, A \rightarrow \varepsilon$	$A \rightarrow BCD, A \rightarrow \varepsilon$	$A \rightarrow BCD$	$A \rightarrow BCD, A \rightarrow \varepsilon$
B	$B \rightarrow \varepsilon$	$B \rightarrow bBa, B \rightarrow \varepsilon$	$B \rightarrow \varepsilon$	$B \rightarrow \varepsilon$
C	$C \rightarrow BD$	$C \rightarrow BD$	$C \rightarrow c$	$C \rightarrow BD$
D	$D \rightarrow \varepsilon$	$D \rightarrow \varepsilon$		$D \rightarrow \varepsilon$

Gramatika nie je $LL(1)$, keďže rozkladová tabuľka obsahuje konflikty.