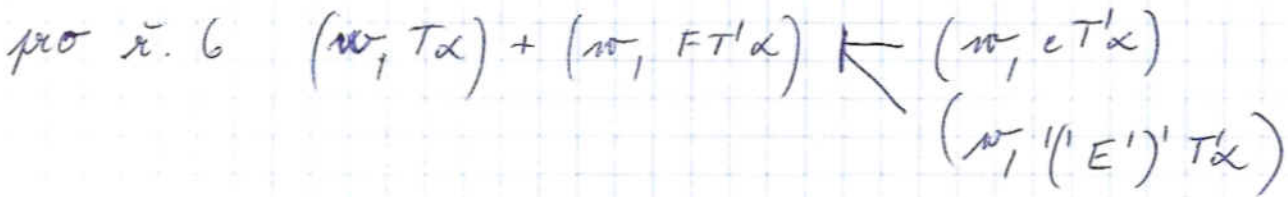
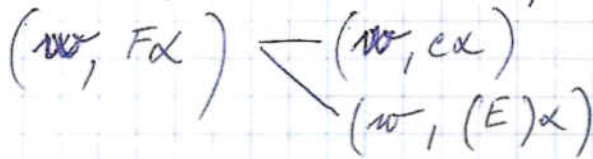


LL (k) gramatiky

LL (1) gramatiky - pravidla

	FIRST	FOLLOW
1 $E \rightarrow -TE'$	-	$\{ \epsilon, ( \}$ <del>Follow(E') → Follow(E)</del>
2 $E \rightarrow TE'$	$\epsilon, ($	
3 $E' \rightarrow +TE'$	+	$\text{Follow}(E') \supset \text{Follow}(E)$ $\epsilon, )$
4 $E' \rightarrow -TE'$	-	
5 $E' \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	
6 $T \rightarrow FT'$	$\epsilon, ($	<del>Follow(T) ⊃ First(E') ∪ Follow(E)</del> $\text{Follow}(T) \supset \text{First}(E') \cup \text{Follow}(E)$
7 $T' \rightarrow *FT'$	*	$\text{Follow}(T) \supset \text{First}(E') \cup \text{Follow}(E)$ $\text{mnozina } \{ '+', '-', ')', \epsilon \}$
8 $T' \rightarrow /FT'$	/	
9 $T' \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	
10 $F \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	$\{ '*', '/', '+', '-', ')', \epsilon \}$
11 $F \rightarrow (E)$	(	

FIRST = řeka, čím každá pravá strana pravidla



FOLLOW = řeka, co může následovat za neterminálem  
 z levé strany pravidla. Hledáme na  
 pravých stranách všech pravidel

FIRST (pravidla 5)

FOLLOW(E')

PR

$$\begin{aligned} & \left( ('c')_w, ('E')_x \right) \stackrel{\text{reznámí}}{\vdash} \left( (c')_w, (E')_x \right) \vdash \\ & \left( (c')_w, (TE')_x \right) \vdash \left( (c')_w, (FT'E')_x \right) \vdash \\ & \left( (c')_w, (cT'E')_x \right) \vdash \left( (')_w, (T', E')_x \right) \end{aligned}$$

$$\text{Left}_1 (\text{First}(x_1) \circ \text{Follower}(N)) \cap \text{Left}_1 (\text{First}(x_2) \circ$$

$$\text{Follower}(N)) \cap \dots = \emptyset$$

Rozekladová tabulka LL(1) analyzátoru

↓ terminální symboly (na místě  $\epsilon$ )  
→ účinky

	C	+	-	*	/	(	)	E
E	2		1			2		
E'		3	4				5	5
T	6					6		
T'		9	9	4	8		9	9.
F	10					11		
C	S							
+		S						
-			S					
*				S				
/					S			
(						S		
)							S	
E								P

↑  
 nebirialm' eäst,  
 uuädi' se üslo  
 perioolla

↓  
 birialm' eäst,  
 xperioolla se  
 nuuabli'

P = püjeli'

S = seonani'



PJP 4.11.2011

Transformace na LL(1) gramatiku

→  $S \rightarrow Sa | Sb | e | d$  levá rekurze → NUTNO ODSTRANIT !!!

~~Obnovte první levi~~  
~~rekurze~~

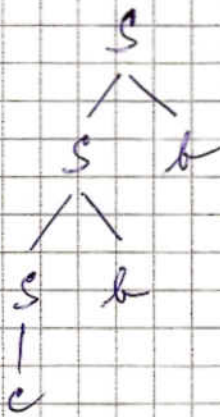
vypočet FIRST a FOLLOW

	FIRST	FOLLOW
$S \rightarrow Sa$	e, d	
$S \rightarrow Sb$	e, d	
$S \rightarrow c$	e	
$S \rightarrow d$	d	

$(c+d)(a+b)^*$

→  $S \rightarrow cS' | dS'$   
 $S' \rightarrow aS' | bS' | \epsilon$

tato gramatika  
již leží rekursivní  
nemí



obecná gramatika  $\rightarrow X \rightarrow X0 | 1$  se přepíše na  $10^*$

→  $X \rightarrow 1X'$   
 $X' \rightarrow \epsilon | 0X'$



PR

= "levá rekurze" ← na začátku  
pou stejné symboly  
jako u pravidla

$$\rightarrow S \rightarrow \cancel{Sab} \mid SdA \mid eA \mid \epsilon$$

$$A \rightarrow xA \mid y$$

odstraníme levou rekurzi

$$\rightarrow S \rightarrow eAS' \mid S'$$

$$S' \rightarrow aS' \mid dAS' \mid \epsilon$$

vypočet 1-nt a FOLL

	1-nt	FOLL	
1. $S \rightarrow eAS'$	e	}	ε
2. $S \rightarrow S'$	a, d, ε		
3. $S' \rightarrow aS'$	a	}	ε
4. $S' \rightarrow dAS'$	d		
5. $S' \rightarrow \epsilon$	ε		
6. $A \rightarrow xA$	x	}	a, d, ε
7. $A \rightarrow y$	y		

startovní symbol má  
vždy na P straně ε



## parad na tabulku

	a	b	c	d	x	y	ε
S	2	<del>1</del>	1	2			2
S'	3	4					5
A					6	4	

~~odstr~~ tímto jsme odstranili levé rekurze

## Levá faktorizace

použijeme, pokud máme pro jeden terminál více shodných pravidel, tj. která začínají stejně

(PR) - viz slajdy

### Transformace na LL(1) gramatiku

Úspěch není zaručen

- Eliminace přímé levé rekurze

$$A \rightarrow A\alpha_1 | A\alpha_2 | \dots | A\alpha_n | \beta_1 | \beta_2 | \dots | \beta_m$$

$$A \rightarrow \beta_1 A' | \beta_2 A' | \dots | \beta_m A'$$

$$A' \rightarrow \alpha_1 A' | \alpha_2 A' | \dots | \alpha_n A' | \epsilon$$

- Příklad:

$$E \rightarrow E + T | T$$

$$T \rightarrow T * F | F$$

$$F \rightarrow a | (E)$$

$$E \rightarrow TE'$$

$$E' \rightarrow +TE' | \epsilon$$

$$T \rightarrow FT'$$

$$T' \rightarrow *FT' | \epsilon$$

$$F \rightarrow a | (E)$$

### Transformace na LL(1) gramatiku

- Levá faktorizace

$$A \rightarrow \alpha_1 \alpha_2 | \alpha_3 \alpha_4 | \dots | \alpha_n$$

$$A \rightarrow \alpha A'$$

$$A' \rightarrow \alpha_1 | \alpha_2 | \dots | \alpha_n$$

- Příklad:

$$S \rightarrow aB | aC$$

$$B \rightarrow bB | b$$

$$C \rightarrow cC | c$$

$$S \rightarrow aS'$$

$$S' \rightarrow B | C$$

$$B \rightarrow bB'$$

$$B' \rightarrow bB' | \epsilon$$

$$C \rightarrow cC'$$

$$C' \rightarrow cC' | \epsilon$$

# Rohová substituce

nik (PR) slajdy

**Transformace na LL(1) gramatiku**

- Rohová substituce
$$B \rightarrow \beta_1 \mid \beta_2 \mid \dots \mid \beta_m$$
$$A \rightarrow B \alpha$$

↓

$$A \rightarrow \beta_1 \alpha \mid \beta_2 \alpha \mid \dots \mid \beta_m \alpha$$
- Příklad:
$$A \rightarrow a B \mid C B$$
$$B \rightarrow c B \mid d$$
$$C \rightarrow a C \mid b B$$

↓

$$A \rightarrow a B \mid a C B \mid b B B$$
$$B \rightarrow c B \mid d$$
$$C \rightarrow a C \mid b B$$

A-pravidla nahradíme pravidly

$$A \rightarrow a A'$$
$$A' \rightarrow B \mid C B$$



PR

$$\rightarrow S \rightarrow Ab \mid Bc$$

$$A \rightarrow aA \mid \epsilon$$

$$B \rightarrow bB \mid \epsilon$$

spočítáme 1-st, FOLL pro gramatiku,  
abychom videli konflikty

	1-st	FOLL
1. $\rightarrow S \rightarrow Ab$	<u>a</u> , <u>b</u>	
2. $S \rightarrow Bc$	<u>b</u> , <u>c</u>	
3. $A \rightarrow aA$	a	
4. $A \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	
5. $B \rightarrow bB$	b	
6. $B \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	

konflikt je  $a$  a  $b$   $\rightarrow$  provedeme  
rokovou substituci

$$\rightarrow S \rightarrow aAb \mid \underline{b} \mid \underline{b}Bc \mid c$$

problem  $\rightarrow S'$

$$S \rightarrow bS'$$

$$S' \rightarrow \epsilon \mid Bc$$

~~#1~~ prepiseme ~~to~~ kontrolu na 1-st, FOLL



	1-nt	FOLL
① $S \rightarrow aAb$	a	
② $S \rightarrow c$	c	$\epsilon$
③ $S \rightarrow bS'$	b	
④ $S' \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	$\epsilon$
⑤ $S' \rightarrow Bc$	b, c	
⑥ $A \rightarrow aA$	a	b
⑦ $A \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	
⑧ $B \rightarrow bB$	b	
⑨ $B \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$	c

rozkladová tabuľka = 1-nt kritérium a FOLL

	a	b	c	$\epsilon$
S	1	3	2	
S'		5	5	4
A	6	7 ( $\epsilon + b$ )		
B		8	9 ( $\epsilon + c$ )	



PR

konflikt

acD

$$\begin{aligned} \rightarrow S &\rightarrow \underline{a}ABb \mid DdB \\ A &\rightarrow \underline{a}A \mid \epsilon \\ B &\rightarrow xB \mid \epsilon \\ D &\rightarrow \underline{ac}D \mid \epsilon \\ E &\rightarrow yE \mid \epsilon \end{aligned}$$

konflikt a  $\Rightarrow$  uděláme zohorou substituci

$$\rightarrow S \rightarrow \underline{a}ABb \mid \cancel{DB} \underline{ac}DdB \mid \underline{dB}$$

$\xrightarrow{-D} \quad \quad \quad \xrightarrow{=E}$

$$\begin{aligned} S &\rightarrow as' \mid dB \\ s' &\rightarrow ABb \mid \epsilon DdB \end{aligned}$$

1-NL, FOLL

	1-NL	FOLL		1-NL	FOLL
① $\rightarrow S \rightarrow as'$	a	$\epsilon$	⚡	⑦ $B \rightarrow xB$	x, b, $\epsilon$
② $S \rightarrow dB$	d			⑧ $B \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$
③ $s' \rightarrow ABb$	a, y, x, b	$\epsilon$	⚡	⑨ $D \rightarrow acD$	a, c
④ $s' \rightarrow \epsilon DdB$	<del>y</del> c			⑩ $D \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$
⑤ $A \rightarrow aA$	a	x, b	⚡	⑪ $E \rightarrow yE$	y
⑥ $A \rightarrow \epsilon$	y, $\epsilon$			⑫ $E \rightarrow \epsilon$	$\epsilon$



exellactera' tabulka

	a	b	c	d	e	ny	E
S	1			2			
S'	3	3	4		3	3	
A	5	6			6	6	
B		8			4		8
C	X	X	X	X	X	X	X
D	9			10		<del>11</del>	
E		12			12	11	