

Fakultet elektrotehnike i računarstva
Sveučilišta u Zagrebu

Zavod za elektroniku, mikroelektroniku,
računalne i inteligentne sustave

Daniel Skrobo
Ivan Žužak
Miroslav Popović

Prevođenje programskih jezika

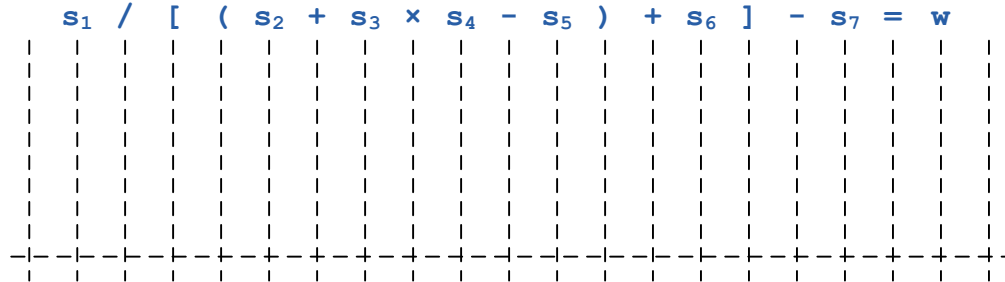
Auditorne vježbe

Zagreb, rujan 2007.

1. Primjenom Rutishauserove metode reducirati izraz:

$$s_1 / [(s_2 + s_3 \times s_4 - s_5) + s_6] - s_7 = w$$

a) Izgradnja rešetke za Rutishauserovu mapu.



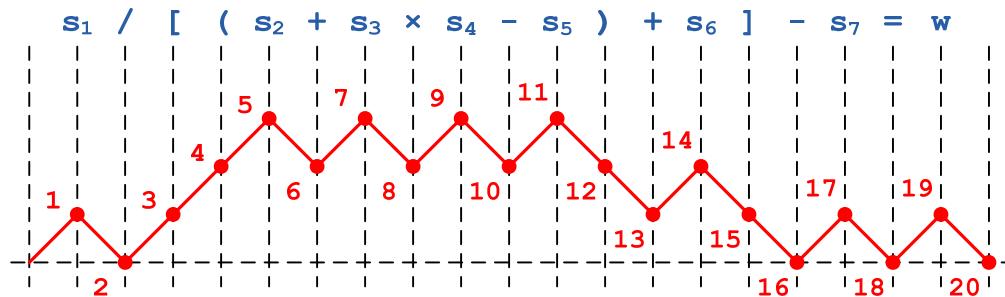
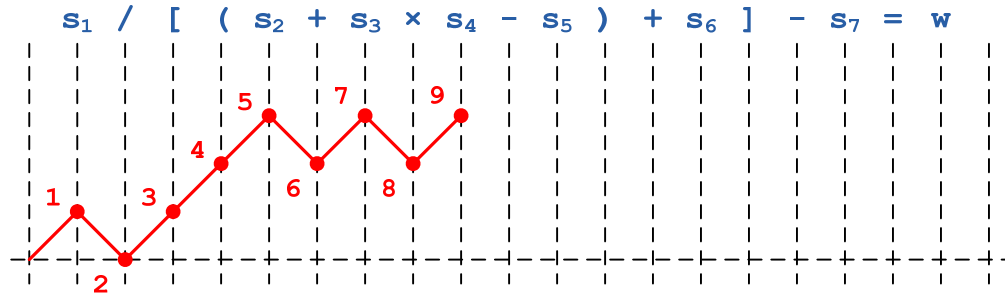
b) Određivanje razina operanada i operatora.

Pravila:

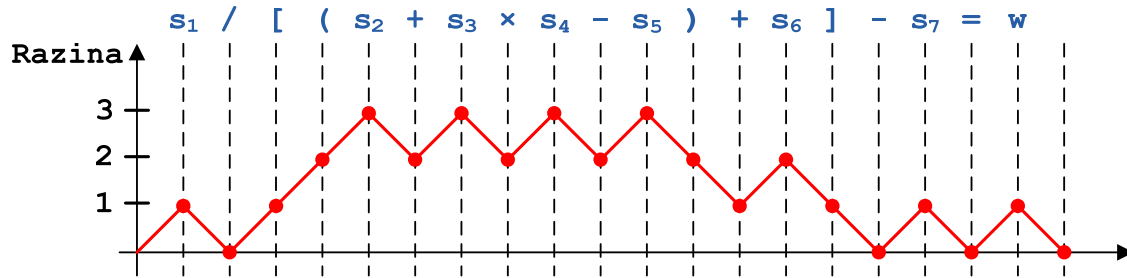
Operandi: Razina \uparrow

Operatori (, [i { : Razina \uparrow

Operatori +, -, \times , /, =,),] i } : Razina \downarrow



c) Prikaz Rutishauserove mape

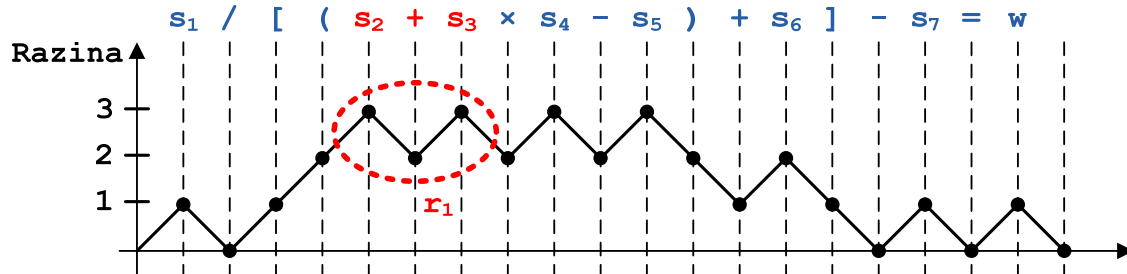


d) Reduciranje Rutishauserove mape

Pravila:

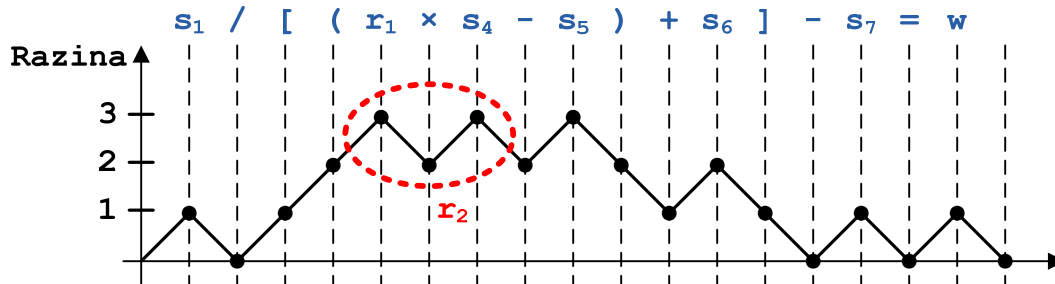
Od vrha prema dnu mape

S lijeva na desno



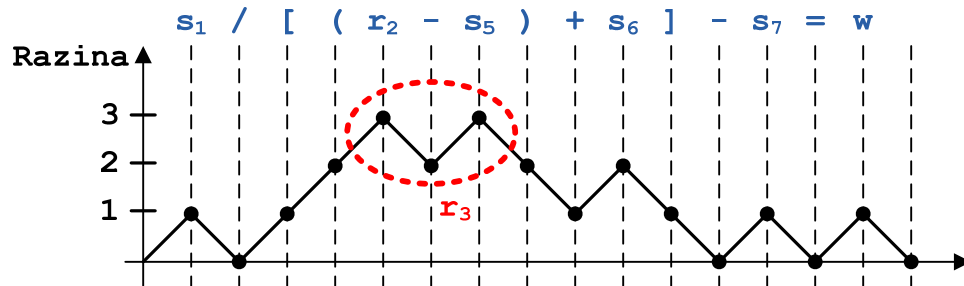
$$r_1 = s_2 + s_3$$

```
MOVE s2, A
ADD s3, A
MOVE A, r1
```



$$r_2 = r_1 \times s_4$$

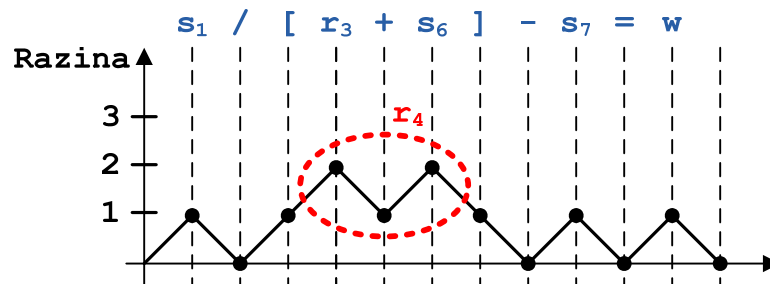
```
MOVE r1, A
MUL s4, A
MOVE A, r2
```



$$r_3 = r_2 - s_5$$

```

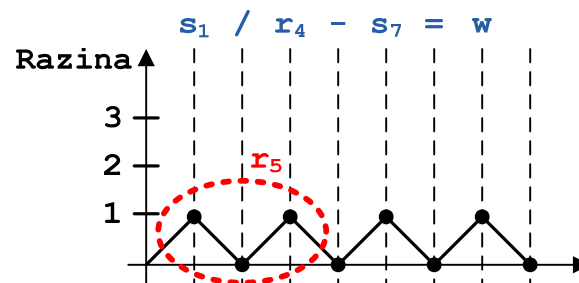
MOVE r2, A
SUB  s5, A
MOVE A,  r3
    
```



$$r_4 = r_3 + s_6$$

```

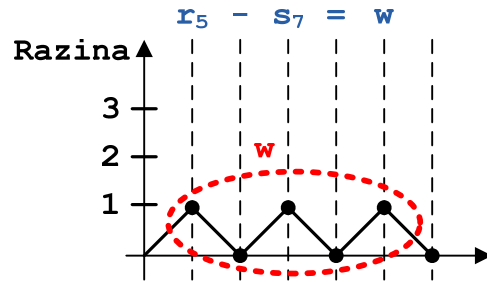
MOVE r3, A
ADD  s6, A
MOVE A,  r4
    
```



$$r_5 = s_1 / r_4$$

```

MOVE s1, A
DIV  r4, A
MOVE A,  r5
    
```



$w = r_5 - s_7$

```
MOVE r5, A
SUB  s7, A
MOVE A, w
```

Generirani ciljni program:

```
MOVE s2, A
ADD  s3, A
MOVE A, r1
MOVE r1, A
MUL  s4, A
MOVE A, r2
MOVE r2, A
SUB  s5, A
MOVE A, r3
MOVE r3, A
ADD  s6, A
MOVE A, r4
MOVE s1, A
DIV  r4, A
MOVE A, r5
MOVE s1, A
DIV  r4, A
MOVE A, r5
```

2. Leksički analizirati zadani programski odsječak te konstruirati sve izlazne tablice leksičkog analizatora. Ključne riječi su podvučene.

```
const string Instrument = "Gitara"  
enum Padez { Nominativ, Genetiv, Dativ, Akuzativ };  
int a = (int) Padez.Nominativ +  
        (int) Padez. Akuzativ;  
Instrument += "Klasicna" ;
```

a) Podatkovna struktura leksičkog analizatora

Tablica ključnih riječi, operatora i specijalnih znakova (KROS)

Tablica identifikatora

Tablica konstanti

Tablica uniformnih znakova

b) Tablica ključnih riječi, operatora i specijalnih znakova

```
const string Instrument = "Gitara"  
enum Padez { Nominativ, Genetiv, Dativ, Akuzativ } ;  
int a = ( int ) Padez . Nominativ +  
        ( int ) Padez . Akuzativ;  
Instrument += "Klasicna" ;
```

Redni Broj	KROS
1	<u>const</u>
2	<u>string</u>
3	=
4	<u>enum</u>
5	{
6	,
7	}

8	;
9	<u>int</u>
10	(
11)
12	.
13	+
14	+=

c) Tablica identifikatora

```
const string Instrument = "Gitara"  
enum Padez { Nominativ, Genetiv, Dativ, Akuzativ };  
int a = (int) Padez.Nominativ +  
          (int) Padez. Akuzativ;  
Instrument += "Klasicna" ;
```

Redni Broj	Ime identifikatora
1	Instrument
2	Padez
3	Nominativ
4	Genetiv
5	Dativ
6	Akuzativ
7	a

d) Tablica konstanti

```
const string Instrument = "Gitara"  
enum Padez { Nominativ, Genetiv, Dativ, Akuzativ };  
int a = (int) Padez.Nominativ +  
          (int) Padez. Akuzativ;  
Instrument += "Klasicna" ;
```

Redni Broj	Vrijednost konstante	Tip konstante
1	"Gitara"	String
2	"Klasicna"	String

e) Tablica uniformnih znakova

const	string	Instrument	=	"Gitara"
-------	--------	------------	---	----------

enum	Padez	{	Nominativ	,	Genetiv	,	Dativ	,	Akuzativ	}	;
------	-------	---	-----------	---	---------	---	-------	---	----------	---	---

int	a	=	(int)	Padez	.	Nominativ	+
-----	---	---	---	-----	---	-------	---	-----------	---

(int)	Padez	.	Akuzativ	;
---	-----	---	-------	---	----------	---

Instrument	+=	"Klasicna"	;
------------	----	------------	---

Izvorni program	Uniformni znak	Kazaljka
<u>const</u>	KROS	1
<u>String</u>	KROS	2
Instrument	IDN	1
=	KROS	3
"Gitara"	KON	1
<u>enum</u>	KROS	4
Padez	IDN	2
{	KROS	5
Nominativ	IDN	3
,	KROS	6
Genetiv	IDN	4
,	KROS	6
Dativ	IDN	5
,	KROS	6
Akuzativ	IDN	6
}	KROS	7
;	KROS	8
<u>int</u>	KROS	9
a	IDN	7
=	KROS	3
(KROS	10
<u>int</u>	KROS	9
)	KROS	11
Padez	IDN	2
.	KROS	12
Nominativ	IDN	3
+	KROS	13
(KROS	10
<u>int</u>	KROS	9
)	KROS	11
Padez	IDN	2
.	KROS	12

Akuzativ	IDN	6
;	KROS	8
Instrument	IDN	1
+=	KROS	14
"Klasicna"	KON	2
;	KROS	8

3. Za zadani niz na temelju pravila prikazanih u tablici odredite izlaz leksičkog analizatora

abc12++++cb++a+++b+1+1a

r_1	$(a b c) (a b c 0 1 2)^*$	ispiši("IDN")
r_2	+	ispiši("UN")
r_3	$(0 1 2)^+$	ispiši("CON")
r_4	++ / $(a b c ++)$	ispiši("INC")
r_5	+ / $(a b c)$	ispiši("BIN")
r_6	==	ispiši("EQ")

a) Pravila leksičkog analizatora

a) Najdulji prepoznati podniz

b) U slučaju jednakih duljina podnizova, regularni izraz s manjim indeksom

b) Leksička analiza

[illegible]

Važeci regularni izrazi: r_1

[illegible]

Važeći regularni izrazi: r_1

[illegible]

Važeći regularni izrazi: r_1

r_l																							
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
					↑↑↑																		

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4, r_5

r_l																								
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a	
					↑↑	↑																		

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4

r_1																							
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
					↑↑		↑																

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4

r_1																							
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
					↑↑			↑															

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4

r_1					r_4																		
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
							↑↑↑																

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4, r_5

r_1					R_4																		
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
							↑↑	↑															

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4

r_1					R_4																		
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
							↑↑		↑														

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4

r_1					R_4																		
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
							↑↑			↑													

Važeći regularni izrazi: r_2

r_1					r_4		r_2																
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
								↑↑↑															

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4, r_5

r_1					r_4		r_2																
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
								↑↑		↑													

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4

r_1					r_4		r_2	r_4															
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
										↑↑													

Važeći regularni izrazi: r_1

r_1					r_4		r_2	r_4		r_1													
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
											↑↑												

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4, r_5

r_1					r_4		r_2	r_4		r_1													
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
											↑		↑										

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4

r_1					r_4		r_2	r_4		r_1	r_4												
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
												↑↑											

Važeći regularni izrazi: r_1

r_1					r_4		r_2	r_4		r_1	r_4												
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
												↑	↑										

Važeći regularni izrazi: r_1

r_1					r_4		r_2	r_4		r_1	r_4	r_1											
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
													↑↑										

Važeći regularni izrazi: r_2, r_4, r_5

...i tako dalje sve do kraja:

r_1					r_4		r_2	r_4		r_1		r_4		r_1	r_2	r_4		r_1	r_2	r_3	r_2	r_3	r_1
a	b	c	1	2	+	+	+	+	+	c	b	+	+	a	+	+	+	b	+	1	+	1	a
																							↑↑

4. Zadani COBOL zapis pretvoriti u BNF zapis.

$$\underline{A} B \dots \left\{ \begin{array}{c} C \underline{D} C \dots \\ \overline{D} \underline{B} \underline{B} \\ \underline{A} \dots \end{array} \right\} [\underline{A} \underline{B} \underline{C}] \dots$$

a) Prva grupa

$$\boxed{\underline{A} B \dots} \left\{ \begin{array}{c} C \underline{D} C \dots \\ \overline{D} \underline{B} \underline{B} \\ \underline{A} \dots \end{array} \right\} [\underline{A} \underline{B} \underline{C}] \dots$$

$$\langle M \rangle \rightarrow A \langle N \rangle$$

$$\langle M \rangle \rightarrow A$$

$$\langle N \rangle \rightarrow B$$

$$\langle N \rangle \rightarrow B \langle N \rangle$$

b) Druga grupa

$$\underline{A} B \dots \boxed{\left\{ \begin{array}{c} C \underline{D} C \dots \\ \overline{D} \underline{B} \underline{B} \\ \underline{A} \dots \end{array} \right\} [\underline{A} \underline{B} \underline{C}] \dots}$$

Tri mogućnosti:

$$\langle O \rangle \rightarrow \langle P \rangle \mid \langle Q \rangle \mid \langle R \rangle$$

Prva mogućnost:

$$\langle P \rangle \rightarrow C \ D \ \langle Z \rangle$$

$$\langle P \rangle \rightarrow D \ \langle Z \rangle$$

$$\langle P \rangle \rightarrow C \ D$$

$$\langle P \rangle \rightarrow D$$

$$\langle Z \rangle \rightarrow C$$

$$\langle Z \rangle \rightarrow C \ \langle Z \rangle$$

Druga mogućnost:

$$\langle Q \rangle \rightarrow D \ B \ B$$

$$\langle Q \rangle \rightarrow B \ B$$

Treća mogućnost:

$$\langle R \rangle \rightarrow A$$

$$\langle R \rangle \rightarrow A \ \langle R \rangle$$

c) Treća grupa

$$\underline{A}B... \left\{ \begin{array}{l} C \underline{D} C ... \\ \underline{D} \underline{B} \underline{B} \\ \underline{A} ... \end{array} \right\} [\underline{A} \underline{B} \underline{C}] ...$$

Dvije mogućnosti:

Prva mogućnost:

$\langle W \rangle \rightarrow A \ B \ C$

$\langle W \rangle \rightarrow A \ B \ C \ \langle W \rangle$

Druga mogućnost:

$\langle W \rangle \rightarrow$

d) Spajanje međurezultata

$\langle S \rangle \rightarrow \langle M \rangle \ \langle O \rangle \ \langle W \rangle$

5. Zadani BNF zapis pretvoriti u COBOL zapis.

$\langle \text{if} \rangle \rightarrow \text{IF } \langle \text{izraz} \rangle \text{ THEN } \langle \text{blok} \rangle$	$\langle \text{izraz} \rangle \rightarrow A=B$
$\langle \text{if} \rangle \rightarrow \text{IF } \langle \text{izraz} \rangle \text{ THEN } \langle \text{blok} \rangle \text{ ELSE } \langle \text{blok} \rangle$	$\langle \text{izraz} \rangle \rightarrow A \langle \rangle B$
$\langle \text{blok} \rangle \rightarrow N$	$\langle \text{izraz} \rangle \rightarrow A < B$
$\langle \text{blok} \rangle \rightarrow \text{BEGIN } \langle \text{naredbe} \rangle \text{ END}$	$\langle \text{izraz} \rangle \rightarrow A \leq B$
$\langle \text{naredbe} \rangle \rightarrow N$	$\langle \text{izraz} \rangle \rightarrow A > B$
$\langle \text{naredbe} \rangle \rightarrow N \ \langle \text{naredbe} \rangle$	$\langle \text{izraz} \rangle \rightarrow A \geq B$

a) Nezavršni znak $\langle \text{if} \rangle$

$\underline{\text{IF}} \ \langle \text{izraz} \rangle \ \underline{\text{THEN}} \ \langle \text{blok} \rangle \ [\underline{\text{ELSE}} \ \langle \text{blok} \rangle]$

b) Nezavršni znak $\langle \text{izraz} \rangle$

$$\left\{ \begin{array}{l} \underline{A = B} \\ \underline{A \langle \rangle B} \\ \underline{A < B} \\ \underline{A \leq B} \\ \underline{A > B} \\ \underline{A \geq B} \end{array} \right\}$$

c) Nezavršni znak $\langle \text{blok} \rangle$

$$\left\{ \begin{array}{c} \underline{N} \\ \underline{\text{BEGIN}} < \text{naredbe} > \underline{\text{END}} \end{array} \right\}$$

d) Nezavršni znak <naredbe>

N...

e) Spajanje međurezultata

$$\underline{\text{IF}} \left\{ \begin{array}{l} \underline{A = B} \\ \underline{A \diamond B} \\ \underline{A < B} \\ \underline{A \leq B} \\ \underline{A > B} \\ \underline{A \geq B} \end{array} \right\} \underline{\text{THEN}} \left\{ \begin{array}{c} \underline{N} \\ \underline{\text{BEGIN}} \quad \underline{N} \dots \quad \underline{\text{END}} \end{array} \right\} \left[\underline{\text{ELSE}} \left\{ \begin{array}{c} \underline{N} \\ \underline{\text{BEGIN}} \quad \underline{N} \dots \quad \underline{\text{END}} \end{array} \right\} \right]$$

6. Zadanu gramatiku pretvoriti u S gramatiku.

$S \rightarrow a A b$	$A \rightarrow d$	$B \rightarrow B c$
$S \rightarrow b A c$	$A \rightarrow \epsilon$	$B \rightarrow g$
$S \rightarrow c B a$		

a) Analiza gramatike

$S \rightarrow a A b$	$A \rightarrow d$	$B \rightarrow B c$
$S \rightarrow b A c$	$A \rightarrow \epsilon$	$B \rightarrow g$
$S \rightarrow c B a$		

b) Izbacivanje ϵ -produkcija

$S \rightarrow a A b$	$A \rightarrow d$	$B \rightarrow B c$
$S \rightarrow b A c$	$A \rightarrow \epsilon$	$B \rightarrow g$
$S \rightarrow c B a$		

Dodavanje zamjenskih nezavršnih znakova

$S \rightarrow a A_{DA} b$	$A \rightarrow d$	$B \rightarrow B c$
$S \rightarrow a A_{NE} b$		$B \rightarrow g$
$S \rightarrow b A_{DA} c$		
$S \rightarrow b A_{NE} c$		
$S \rightarrow c B a$		

Izbacivanje zamjenskih nezavršnih znakova koji označavaju nepojavljivanje nezavršnog znaka

$S \rightarrow a A b$	$A \rightarrow d$	$B \rightarrow B c$
$S \rightarrow a b$		$B \rightarrow g$
$S \rightarrow b A c$		
$S \rightarrow b c$		
$S \rightarrow c B a$		

c) Uklanjanje početnih nezavršnih znakova desnih strana produkcija

$S \rightarrow a A b$	$A \rightarrow d$	$B \rightarrow B c$
$S \rightarrow a b$		$B \rightarrow g$
$S \rightarrow b A c$		
$S \rightarrow b c$		
$S \rightarrow c B a$		

Produkcija $S \rightarrow c B a$ generira nizove

cga
cgca
cgcca
cgccca
cgcccca
...
cgcccccca

Pretvorba produkcija $S \rightarrow c B a$, $B \rightarrow B c$ i $B \rightarrow b$ u oblik:

$S \rightarrow c X$
 $X \rightarrow g Y$
 $Y \rightarrow c Y$
 $Y \rightarrow a$

c) Uvrštavanje novih produkcija

$S \rightarrow a A b$	$A \rightarrow d$
$S \rightarrow a b$	
$S \rightarrow b A c$	
$S \rightarrow b c$	
$S \rightarrow c X$	
$X \rightarrow g Y$	
$Y \rightarrow c Y$	
$Y \rightarrow a$	

c) Izbacivanje nezavršnog znaka A

$S \rightarrow a \ d \ b$

$S \rightarrow a \ b$

$S \rightarrow b \ d \ c$

$S \rightarrow b \ c$

$S \rightarrow c \ X \ a$

$X \rightarrow g \ Y$

$Y \rightarrow c \ Y$

$Y \rightarrow a$

c) Konačni rezultat

$S \rightarrow a \ P$

$S \rightarrow b \ Q$

$S \rightarrow c \ X \ a$

$P \rightarrow d \ b$

$P \rightarrow b$

$Q \rightarrow d \ c$

$Q \rightarrow c$

$X \rightarrow g \ Y$

$Y \rightarrow c \ Y$

$Y \rightarrow a$

7. Zadanom *Co-No* tablicom parsirati dva niza naredbi. Odrediti da li se niz naredbi prihvaća zadanom *Co-No* tablicom, napisati generirani niz naredbi ciljnog programa i odrediti vrijednosti varijabli a , b i c nakon izvođenja ciljnog programa.

a) ; 4 \rightarrow a ; 5 \rightarrow b ; a + b * 10 \rightarrow c ;

b) ; 5 \rightarrow c ; 3 \rightarrow d ; c * d ; c / d \rightarrow a ;

Tablica sadrži akcije generatora ciljnog programa za stogovni stroj. Akcije PUSH stavlja na vrh stoga zadanu vrijednost ili vrijednost zadane varijable. Akcija POP skida s vrha stoga podatak u sprema ga u zadanu varijablu. Akcije ADD, SUB, MUL i DIV skidaju dva podatka s vrha stoga, izvedu operaciju i stavljaju rezultat na vrh stoga. Akcija – označava grešku u ulaznom nizu.

		Desni operator					
		;	+	-	*	/	\rightarrow
Lijevi operator	;	-	PUSH	PUSH	PUSH	PUSH	PUSH
	+	-	PUSH ADD	PUSH ADD	PUSH ADD	PUSH ADD	PUSH ADD
	-	-	PUSH SUB	PUSH SUB	PUSH SUB	PUSH SUB	PUSH SUB
	*	-	PUSH MUL	PUSH MUL	PUSH MUL	PUSH MUL	PUSH MUL
	/	-	PUSH DIV	PUSH DIV	PUSH DIV	PUSH DIV	PUSH DIV
	\rightarrow	POP	-	-	-	-	-

a) Parsiranje prvog niza: ; 4 \rightarrow a ; 5 \rightarrow b ; a + b * 10 \rightarrow c ;

;	4	\rightarrow	a	;	5	\rightarrow	b	;	a	+	b	*	10	\rightarrow	c	;
---	---	---------------	---	---	---	---------------	---	---	---	---	---	---	----	---------------	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 4

Vrijednosti varijabli:

a=?, b=?, c=?

Stanje stoga:

4

;	4	\rightarrow	a	;	5	\rightarrow	b	;	A	+	b	*	10	\rightarrow	c	;
---	---	---------------	---	---	---	---------------	---	---	---	---	---	---	----	---------------	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 4

POP a

Vrijednosti varijabli:

a=4, b=?, c=?

Stanje stoga:

;	4	→	a	;	5	→	b	;	a	+	b	*	10	→	c	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 4
POP a
PUSH 5

Vrijednosti varijabli:

$a=4$, $b=?$, $c=?$

Stanje stoga:

5

;	4	→	a	;	5	→	b	;	a	+	b	*	10	→	c	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 4
POP a
PUSH 5
POP b

Vrijednosti varijabli:

$a=4$, $b=5$, $c=?$

Stanje stoga:

;	4	→	a	;	5	→	b	;	a	+	b	*	10	→	c	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 4
POP a
PUSH 5
POP b
PUSH a

Vrijednosti varijabli:

$a=4$, $b=5$, $c=?$

Stanje stoga:

4

;	4	→	a	;	5	→	b	;	a	+	b	*	10	→	c	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 4
POP a
PUSH 5
POP b
PUSH a
PUSH b
ADD

Vrijednosti varijabli:

$a=4$, $b=5$, $c=?$

Stanje stoga:

4	9
5	

;	4	→	a	;	5	→	b	;	a	+	b	*	10	→	c	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 4
POP a
PUSH 5
POP b
PUSH a
PUSH b
ADD
PUSH 10
MUL

Vrijednosti varijabli:

$a=4$, $b=5$, $c=?$

Stanje stoga:

9	90
10	

;	4	→	a	;	5	→	b	;	a	+	b	*	10	→	c	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---

Generirani ciljni program:

Vrijednosti varijabli:

Stanje stoga:

PUSH 4
POP a
PUSH 5
POP b
PUSH a
PUSH b
ADD
PUSH 10
MUL
POP c

$a=4, b=5, c=90$

a) Parsiranje drugog niza: $; 5 \rightarrow c; 3 \rightarrow d; c * d; c / d \rightarrow a;$

;	5	→	c	;	3	→	d	;	c	*	d	;	c	/	d	→	a	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Generirani ciljni program:

Vrijednosti varijabli:

Stanje stoga:

PUSH 5

$a=?, c=?, d=?$

5

;	5	→	c	;	3	→	d	;	c	*	d	;	c	/	d	→	a	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Generirani ciljni program:

Vrijednosti varijabli:

Stanje stoga:

PUSH 5
POP c

$a=?, c=5, d=?$

;	5	→	c	;	3	→	d	;	c	*	d	;	c	/	d	→	a	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Generirani ciljni program:

Vrijednosti varijabli:

Stanje stoga:

PUSH 5
POP c
PUSH 3

$a=?, c=5, d=?$

3

;	5	→	c	;	3	→	d	;	c	*	d	;	c	/	d	→	a	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Generirani ciljni program:

Vrijednosti varijabli:

Stanje stoga:

PUSH 5
POP c

$a=?, c=5, d=3$

PUSH 3
POP d

;	5	→	c	;	3	→	d	;	c	*	d	;	c	/	d	→	a	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 5
POP c
PUSH 3
POP d
PUSH c

Vrijednosti varijabli:

$a=?$, $c=5$, $d=3$

Stanje stoga:

5

;	5	→	c	;	3	→	d	;	c	*	d	;	c	/	d	→	a	;
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Generirani ciljni program:

PUSH 5
POP c
PUSH 3
POP d
PUSH c

Vrijednosti varijabli:

$a=?$, $c=5$, $d=3$

Stanje stoga:

5

Pogreška u ulaznom nizu

8. Za računalu A postoji jezični procesor $JP_a^{Z \rightarrow X}$, dok je na računalu B dostupan jezični procesor $JP_b^{X \rightarrow a}$. Također je raspoloživ i jezični procesor $JP_z^{X \rightarrow Y}$. Potrebno je odrediti u kojem višem programskom jeziku (X , Y , ili Z) treba izgraditi jezični procesor $JP_\gamma^{Y \rightarrow b}$, tako da se može ostvariti prevođenje programa napisanog u jeziku X u ciljni jezik b . Navesti sve korake u postupku prevođenja programa.

Dostupni jezični procesori

Računalo A: $JP_a^{Z \rightarrow X}$

Računalo B: $JP_b^{X \rightarrow a}$

Jezik Z: $JP_z^{X \rightarrow Y}$

Traženi: $JP_\Gamma^{Y \rightarrow b}$ za $\Gamma \in \{X, Y, Z\}$, tako da ostvarimo $P_X \rightarrow P_b$

$$P_X \Rightarrow \boxed{JP_{\gamma}^{X \rightarrow ?}} \Rightarrow P_{???} \Rightarrow \boxed{JP_{\gamma}^{? \rightarrow ?}} \Rightarrow \dots \Rightarrow P_Y \Rightarrow \boxed{JP_{\gamma}^{Y \rightarrow b}} \Rightarrow P_b$$

a) Izgradnja dodatnih jezičnih procesora

$$JP_Z^{X \rightarrow Y} \Rightarrow \boxed{JP_a^{Z \rightarrow X}} \Rightarrow JP_X^{X \rightarrow Y}$$

$$JP_X^{X \rightarrow Y} \Rightarrow \boxed{JP_b^{X \rightarrow a}} \Rightarrow JP_a^{X \rightarrow Y}$$

Dostupni jezični procesori

Računalo A: $JP_a^{Z \rightarrow X}$ $JP_a^{X \rightarrow Y}$

Računalo B: $JP_b^{X \rightarrow a}$

Jezik Z: $JP_Z^{X \rightarrow Y}$ $JP_X^{X \rightarrow Y}$

a) Prevođenje u jednom koraku

$$P_X \Rightarrow \boxed{JP_{\gamma}^{X \rightarrow b}} \Rightarrow ???$$

a) Prevođenje u više koraka

$$P_X \Rightarrow \boxed{JP_a^{X \rightarrow Y}} \Rightarrow P_Y \Rightarrow \boxed{JP_{\gamma}^{Y \rightarrow b}} \Rightarrow P_b$$

I) Jezik izgradnje Y

$$JP_Y^{Y \rightarrow b} \Rightarrow \boxed{JP_{\gamma}^{Y \rightarrow ?}} \Rightarrow ???$$

II) Jezik izgradnje Z

$$JP_Z^{Y \rightarrow b} \Rightarrow \boxed{JP_a^{Z \rightarrow X}} \Rightarrow JP_X^{Y \rightarrow b} \Rightarrow \boxed{JP_b^{X \rightarrow a}} \Rightarrow \boxed{JP_a^{Y \rightarrow b}}$$

III) Jezik izgradnje X

$$JP_X^{Y \rightarrow b} \Rightarrow \boxed{JP_b^{X \rightarrow a}} \Rightarrow JP_a^{Y \rightarrow b}$$

9. Konstruirati potisni automat za zadanu Q gramatiku.

$S \rightarrow a A B c$

$A \rightarrow a A$

$B \rightarrow b B$

$S \rightarrow c B A b$

$A \rightarrow \varepsilon$

$B \rightarrow c$

a) Struktura potisnog automata

$PA = (Q, \Sigma, \Gamma, \delta, q_0, Z_0, \emptyset)$

$Q = \{q_0\}$

$\Sigma = \{a, b, c, \perp\}$

Svi završni znakovi gramatike i oznaka kraja niza

$\Gamma = \{S, A, B, a, b, c, \nabla\}$

Svi nezavršni znakovi i završni znakovi gramatike koji su na desnim stranama produkcija gramatike i oznaka dna stoga

	a	b	c	\perp
S				
A				
B				
a				
b				
c				
∇				

$PA = (\{q_0\}, \{a,b,c\}, \{S,A,B,a,b,c,\nabla\}, \delta, q_0, Z_0, \emptyset)$

b) Pretvorba produkcija u akcije potisnog automata

Produkcije oblika: $A \rightarrow b\alpha$

U redak tablice PA s oznakom A:

Zamijeni(α^); Pomakni;*

1: $S \rightarrow a A B c$

2: $S \rightarrow c B A b$

3: $A \rightarrow a A$

4: $B \rightarrow b B$

	a	b	c	\perp
S	#1		#2	
A	#3			
B		#4		
a				
b				
c				
∇				

#1: Zamijeni (cBA); Pomakni;

#2: Zamijeni (bAB); Pomakni;

#3: Zamijeni (A); Pomakni;

#4: Zamijeni (B); Pomakni;

Produkcije oblika: $A \rightarrow b$

U redak tablice PA s oznakom A :

Izvuci; Pomakni;

- 1: $S \rightarrow a A B c$
- 2: $S \rightarrow c B A b$
- 3: $A \rightarrow a A$
- 4: $B \rightarrow b B$
- 5: $B \rightarrow c$

	a	b	c	\perp
S	#1		#2	
A	#3			
B		#4	#5	
a				
b				
c				
∇				

- #1: Zamijeni (cBA); Pomakni;
- #2: Zamijeni (bAB); Pomakni;
- #3: Zamijeni (A); Pomakni;
- #4: Zamijeni (B); Pomakni;
- #5: Izvuci; Pomakni;

Produkcije oblika: $A \rightarrow \varepsilon$

U redak tablice PA s oznakom A :

Za sve znakove a u stupcima tog retka za koje vrijedi $a \in \text{PRIMJENI}(A \rightarrow \varepsilon)$:

Izvuci; Zadrži;

Za sve ostale ćelije u tom retku:

Odbaci; ili Izvuci;

- 1: $S \rightarrow a A B c$
- 2: $S \rightarrow c B A b$
- 3: $A \rightarrow a A$
- 4: $B \rightarrow b B$
- 5: $B \rightarrow c$
- 6: $A \rightarrow \varepsilon$

$\text{PRIMJENI}(A \rightarrow \varepsilon) = \{b, c\}$

	a	b	c	\perp
S	#1		#2	
A	#3	#6	#6	
B		#4	#5	
a				
b				
c				
∇				

- #1: Zamijeni (cBA); Pomakni;
- #2: Zamijeni (bAB); Pomakni;
- #3: Zamijeni (A); Pomakni;
- #4: Zamijeni (B); Pomakni;
- #5: Izvuci; Pomakni;
- #6: Izvuci; Zadrži;

c) Definiranje akcija za završne znakove na vrhu stoga

- 1: $S \rightarrow a A B c$
- 2: $S \rightarrow c B A b$
- 3: $A \rightarrow a A$
- 4: $B \rightarrow b B$
- 5: $B \rightarrow c$
- 6: $A \rightarrow \varepsilon$

$\text{PRIMJENI}(A \rightarrow \varepsilon) = \{b, c\}$

	a	b	c	\perp
S	#1		#2	
A	#3	#6	#6	
B		#4	#5	
a	#7			
b		#7		
c			#7	
∇				

- #1: Zamijeni (cBA); Pomakni;
- #2: Zamijeni (bAB); Pomakni;
- #3: Zamijeni (b); Pomakni;
- #4: Zamijeni (B); Pomakni;
- #5: Izvuci; Pomakni;
- #6: Izvuci; Zadrži;
- #7: Izvuci; Pomakni;

d) Dodavanje akcije za prihvatanje niza

1: $S \rightarrow a A B c$

2: $S \rightarrow c B A b$

3: $A \rightarrow a A$

4: $B \rightarrow b B$

5: $B \rightarrow c$

6: $A \rightarrow \varepsilon$

$\text{PRIMJENI}(A \rightarrow \varepsilon) = \{b, c\}$

	a	b	c	\perp
S	#1		#2	
A	#3	#6	#6	
B		#4	#5	
a	#7			
b		#7		
c			#7	
∇				#8

#1: Zamijeni (cBA); Pomakni;
 #2: Zamijeni (bAB); Pomakni;
 #3: Zamijeni (A); Pomakni;
 #4: Zamijeni (B); Pomakni;
 #5: Izvuci; Pomakni;
 #6: Izvuci; Zadrži;
 #7: Izvuci; Pomakni;
 #8: Prihvati;

e) Dodavanje akcija za odbijanje niza

1: $S \rightarrow a A B c$

2: $S \rightarrow c B A b$

3: $A \rightarrow a A$

4: $B \rightarrow b B$

5: $B \rightarrow c$

6: $A \rightarrow \varepsilon$

$\text{PRIMJENI}(A \rightarrow \varepsilon) = \{b, c\}$

	a	b	c	\perp
S	#1	-	#2	-
A	#3	#6	#6	-
B	-	#4	#5	-
a	#7	-	-	-
b	-	#7	-	-
c	-	-	#7	-
∇	-	-	-	#8

#1: Zamijeni (cBA); Pomakni;
 #2: Zamijeni (bAB); Pomakni;
 #3: Zamijeni (A); Pomakni;
 #4: Zamijeni (B); Pomakni;
 #5: Izvuci; Pomakni;
 #6: Izvuci; Zadrži;
 #7: Izvuci; Pomakni;
 #8: Prihvati;
 -: Odbaci;

10. Odrediti produkcije gramatike na temelju koje je konstruiran sljedeći potisni automat.

	a	b	c	⊥
S	#1	#2	#3	#8
A	#2	#4	#8	#4
B	#5	#4	#6	#8
b	#8	#7	#8	#8
▽	#8	#8	#8	#9

#1: Zamijeni (A); Pomakni;
 #2: Zamijeni (S); Pomakni;
 #3: Zamijeni (bB); Pomakni;
 #4: Izvuci; Zadrži;
 #5: Zamijeni (AbB); Pomakni;
 #6: Zamijeni (SS); Pomakni;
 #7: Izvuci; Pomakni;
 #8: Odbaci;
 #9: Prihvati;

	a	b	c	⊥
S	#1	#2	#3	#8
A	#2	#4	#8	#4
B	#5	#4	#6	#8
b	#8	#7	#8	#8
▽	#8	#8	#8	#9

#1: Zamijeni (A); Pomakni;
 #2: Zamijeni (S); Pomakni;
 #3: Zamijeni (bB); Pomakni;
 #4: Izvuci; Zadrži;
 #5: Zamijeni (AbB); Pomakni;
 #6: Zamijeni (SS); Pomakni;
 #7: Izvuci; Pomakni;
 #8: Odbaci;
 #9: Prihvati;

$S \rightarrow a A$

$S \rightarrow b S$

$S \rightarrow c B b$

	a	b	c	⊥
S	#1	#2	#3	#8
A	#2	#4	#8	#4
B	#5	#4	#6	#8
b	#8	#7	#8	#8
▽	#8	#8	#8	#9

#1: Zamijeni (A); Pomakni;
 #2: Zamijeni (S); Pomakni;
 #3: Zamijeni (bB); Pomakni;
 #4: Izvuci; Zadrži;
 #5: Zamijeni (AbB); Pomakni;
 #6: Zamijeni (SS); Pomakni;
 #7: Izvuci; Pomakni;
 #8: Odbaci;
 #9: Prihvati;

$S \rightarrow a A$

$S \rightarrow b S$

$S \rightarrow c B b$

$A \rightarrow a S$

$A \rightarrow \varepsilon$

	a	b	c	⊥
S	#1	#2	#3	#8
A	#2	#4	#8	#4
B	#5	#4	#6	#8
b	#8	#7	#8	#8
▽	#8	#8	#8	#9

#1: Zamijeni (A); Pomakni;
 #2: Zamijeni (S); Pomakni;
 #3: Zamijeni (bB); Pomakni;
 #4: Izvuci; Zadrži;
 #5: Zamijeni (AbB); Pomakni;
 #6: Zamijeni (SS); Pomakni;
 #7: Izvuci; Pomakni;
 #8: Odbaci;
 #9: Prihvati;

$S \rightarrow a A$

$S \rightarrow b S$

$S \rightarrow c B b$

$A \rightarrow a S$

$A \rightarrow \varepsilon$

$B \rightarrow a B b A$

$B \rightarrow \varepsilon$

$B \rightarrow c S S$

	a	b	c	⊥
S	#1	#2	#3	#8
A	#2	#4	#8	#4
B	#5	#4	#6	#8
b	#8	#7	#8	#8
▽	#8	#8	#8	#9

$S \rightarrow a A$

$S \rightarrow b A$

$A \rightarrow a S$

$A \rightarrow \varepsilon$

$B \rightarrow a B b A$

$B \rightarrow \varepsilon$

#1: Zamijeni (A);

Pomakni;

#2: Zamijeni (S);

Pomakni;

#3: Zamijeni (bB);

Pomakni;

#4: Izvuci;

Zadrži;

#5: Zamijeni (AbB);

Pomakni;

#6: Zamijeni (SS);

Pomakni;

#7: Izvuci;

Pomakni;

#8: Odbaci;

#9: Prihvati;

$S \rightarrow c B b$

$B \rightarrow c S S$

	a	b	c	⊥
S	#1	#2	#3	#8
A	#2	#4	#8	#4
B	#5	#4	#6	#8
b	#8	#7	#8	#8
▽	#8	#8	#8	#9

$S \rightarrow a A$

$S \rightarrow b S$

$A \rightarrow a S$

$A \rightarrow \varepsilon$

$B \rightarrow a B b A$

$B \rightarrow \varepsilon$

#1: Zamijeni (A);

Pomakni;

#2: Zamijeni (S);

Pomakni;

#3: Zamijeni (bB);

Pomakni;

#4: Izvuci;

Zadrži;

#5: Zamijeni (AbB);

Pomakni;

#6: Zamijeni (SS);

Pomakni;

#7: Izvuci;

Pomakni;

#8: Odbaci;

#9: Prihvati;

$S \rightarrow c B b$

$B \rightarrow c S S$

Dobivena gramatika:

$S \rightarrow a A$

$S \rightarrow b S$

$S \rightarrow c B b$

$A \rightarrow a S$

$A \rightarrow \varepsilon$

$B \rightarrow a B b A$

$B \rightarrow \varepsilon$

$B \rightarrow c S S$

11. Za zadanu gramatiku izgradite parser zasnovan na tehnici parsiranja Pomakni-Pronađi.

- (1) $\langle S \rangle \rightarrow p \langle A \rangle m \langle C \rangle$ (3) $\langle A \rangle \rightarrow d \langle S \rangle a$ (5) $\langle C \rangle \rightarrow d \langle A \rangle$
(2) $\langle S \rangle \rightarrow b \langle A \rangle$ (4) $\langle A \rangle \rightarrow e$

a) Određivanje relacije IspodZnaka

Na temelju (1):

$\langle S \rangle \rightarrow p \underline{\langle A \rangle} m \langle C \rangle$ $\langle S \rangle \rightarrow p \underline{\langle A \rangle m} \langle C \rangle$ $\langle S \rangle \rightarrow p \langle A \rangle \underline{m \langle C \rangle}$

$IspodZnaka(p, d)$ $IspodZnaka(\langle A \rangle, m)$ $IspodZnaka(m, d)$
 $IspodZnaka(p, e)$

Na temelju (2):

$\langle S \rangle \rightarrow \underline{b \langle A \rangle}$

$IspodZnaka(b, d)$
 $IspodZnaka(b, e)$

Na temelju (3):

$\langle A \rangle \rightarrow \underline{d \langle S \rangle} a$ $\langle A \rangle \rightarrow d \underline{\langle S \rangle} a$

$IspodZnaka(d, p)$ $IspodZnaka(\langle S \rangle, a)$
 $IspodZnaka(d, b)$

Na temelju (5):

$\langle C \rangle \rightarrow \underline{d \langle A \rangle}$

$IspodZnaka(d, d)$
 $IspodZnaka(d, e)$

Dodatno:

$IspodZnaka(\nabla, p)$
 $IspodZnaka(\nabla, b)$

b) Određivanje relacije ReduciranZnakom

Na temelju (1):

$\langle S \rangle \rightarrow p \langle A \rangle m \underline{\langle C \rangle}$

$ReduciranZnakom(\langle C \rangle, \perp)$
 $ReduciranZnakom(\langle C \rangle, a)$

Na temelju (2):

$\langle S \rangle \rightarrow b \underline{\langle A \rangle}$

$ReduciranZnakom(\langle A \rangle, \perp)$
 $ReduciranZnakom(\langle A \rangle, a)$

Na temelju (3):

$\langle A \rangle \rightarrow d \langle S \rangle \underline{a}$

ReduciranZnakom(a, \perp)

ReduciranZnakom(a, m)

Na temelju (4):

$\langle A \rangle \rightarrow \underline{e}$

ReduciranZnakom(e, \perp)

ReduciranZnakom(e, m)

Na temelju (5):

$\langle C \rangle \rightarrow d \underline{\langle A \rangle}$

ReduciranZnakom($\langle A \rangle$, \perp)

ReduciranZnakom($\langle A \rangle$, a)

Dodatno:

ReduciranZnakom($\langle S \rangle$, \perp)

c) Izgradnja tablice Pomakni/Pronađi

	a	b	e	d	m	p	\perp
$\langle S \rangle$	P()						R()
$\langle A \rangle$	R()				P()		R()
$\langle C \rangle$	R()						R()
a	R()				R()		R()
b			P()	P()		P()	
e					R()		R()
d		P()	P()	P()		P()	
m				P()			
p			P()	P()			
∇		P()				P()	

```

P() {
    Pomakni;
}

R() {
    ako ( VrhStoga = "p<A>m<C>" )
        Reduciraj1();
    inače ako (VrhStoga = "b <A>" )
        Reduciraj2();
    inače ako (VrhStoga = "d<S>a" )
        Reduciraj3();
    inače ako ( VrhStoga = "e" )
        Reduciraj4();
    inače ako ( VrhStoga = "d <A>" )
        Reduciraj5();
    inače ako ( (VrhStoga = "<S> $\nabla$ ")
        &&
        (Ulaz = " $\perp$ ")
    )
        Prihvati();
    inače
        Odbaci();
}
    
```

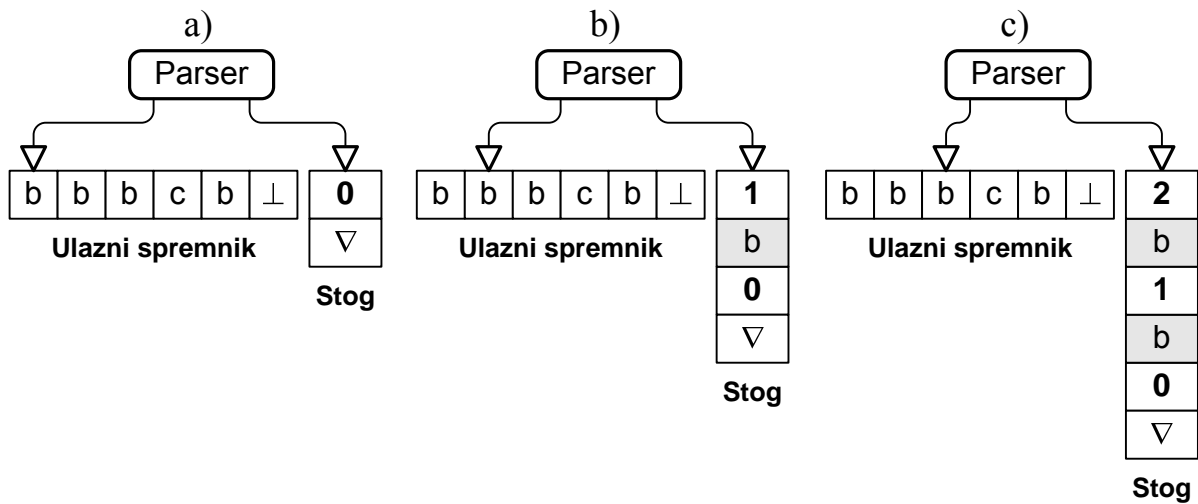
12. Prikažite korake tijekom parsiranja niza *bbbc* primjenom zadanog *LR(1)* parsera.

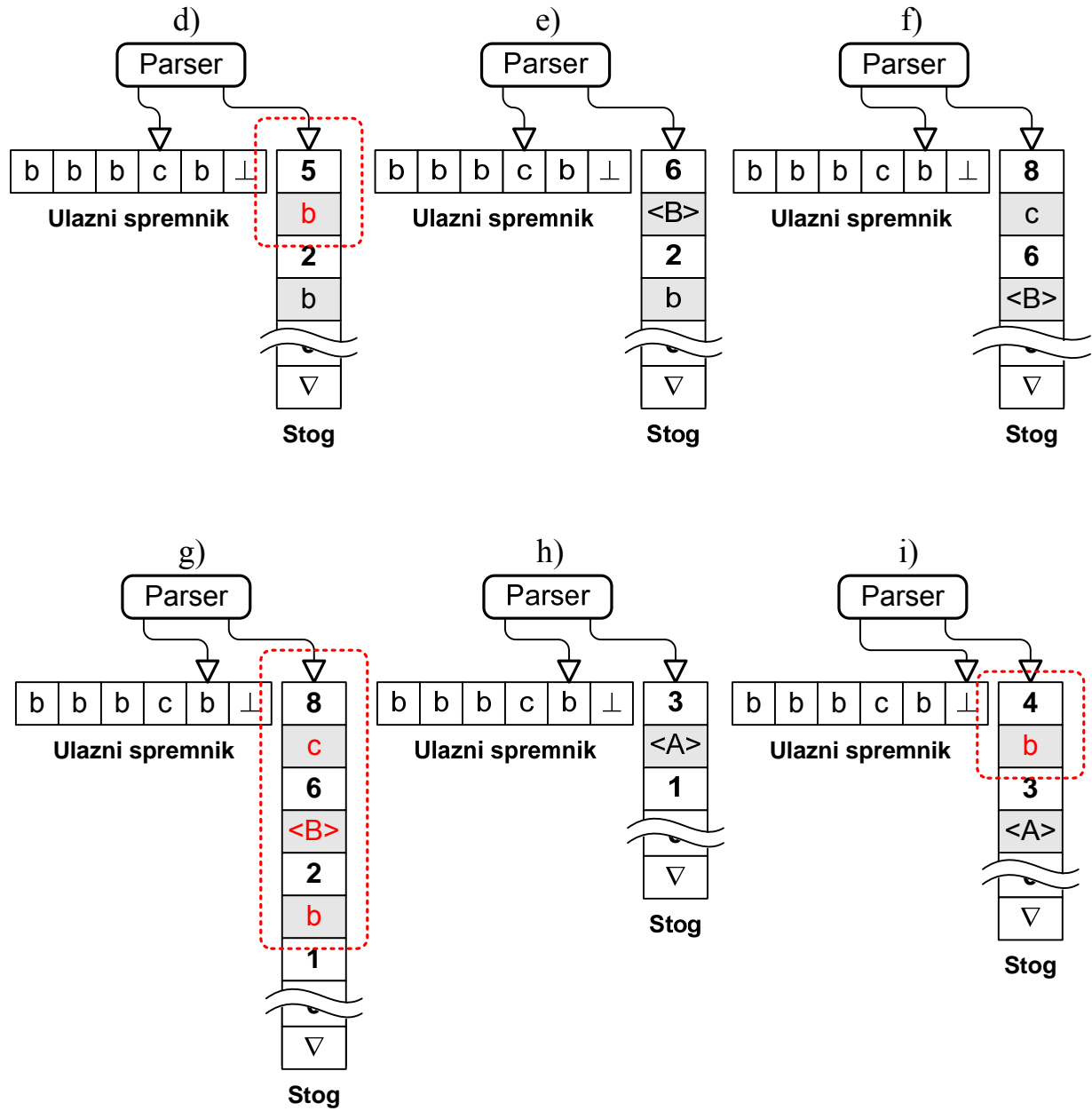
Stanje	Akcija			Novo Stanje		
	b	c	⊥	<S>	<A>	
0	p1					
1	p2				s3	
2	p5					s6
3	p4					s7
4			r3			
5		r3				
6		p8				
7			r1,P			
8	r2					

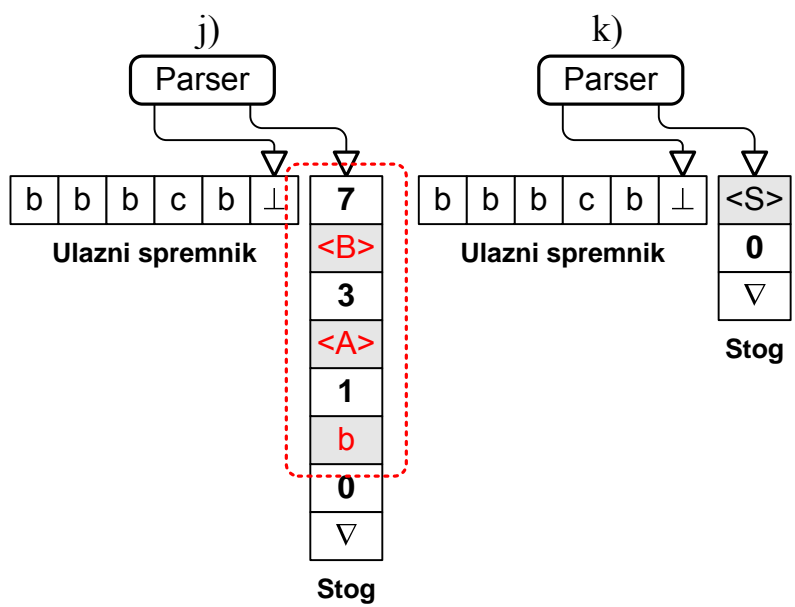
r1 = Reduciraj (<S> → b <A>)

r2 = Reduciraj (<A> → b c)

r3 = Reduciraj (→ b)



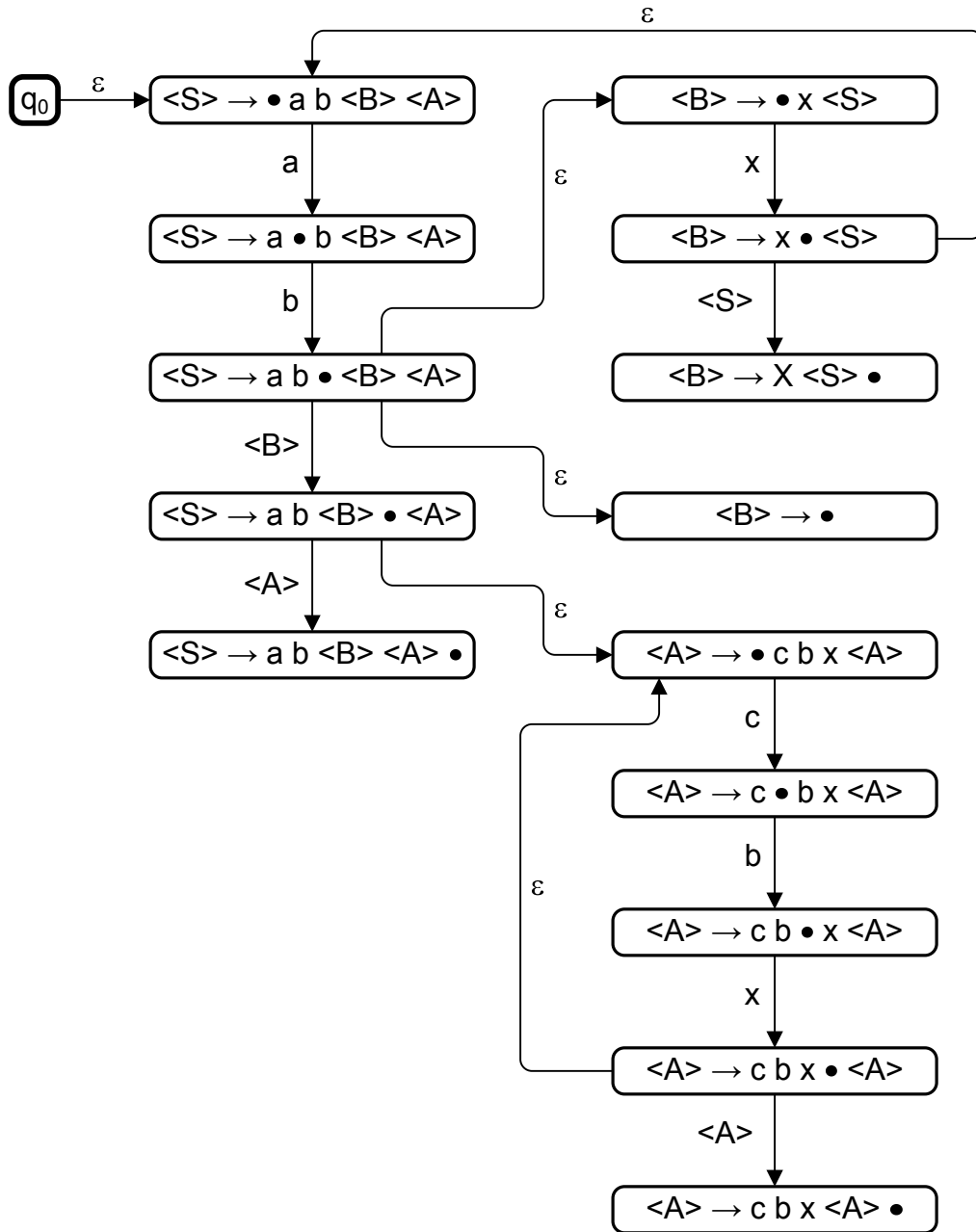




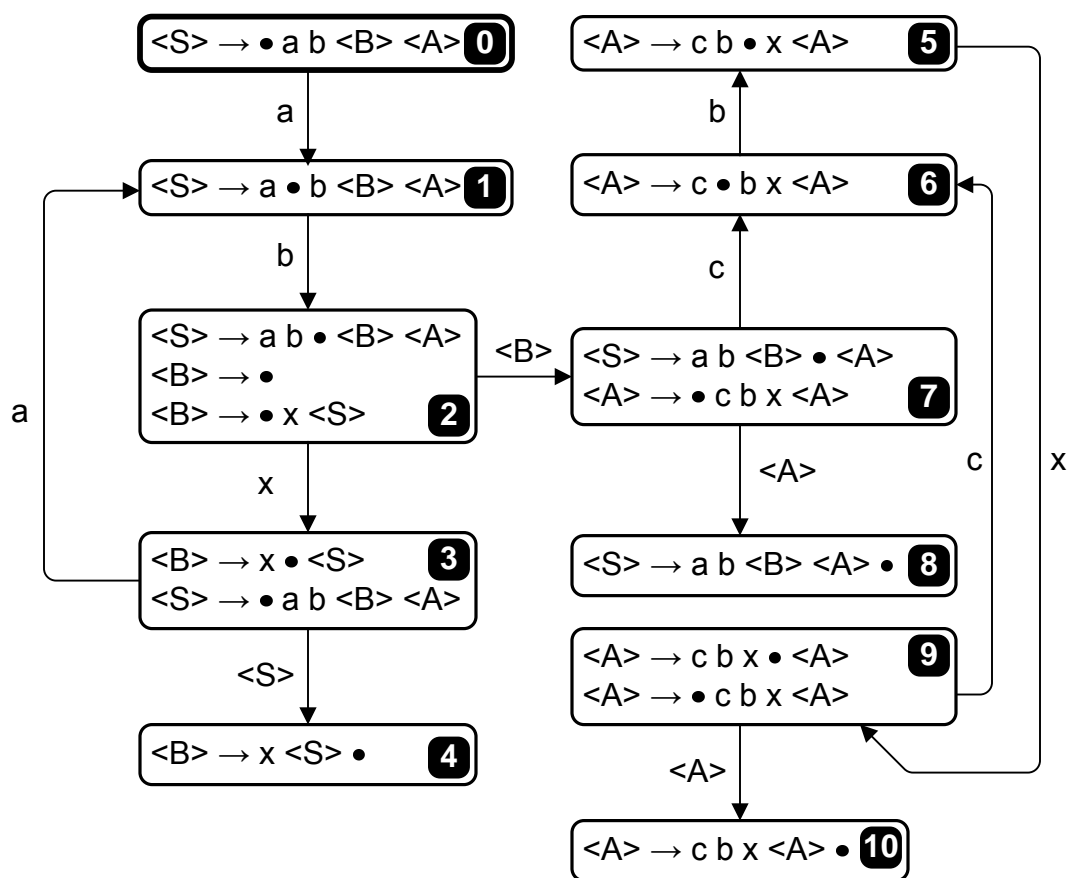
13. Za zadanu gramatiku izgradite $SLR(1)$ parser.

- (1) $\langle S \rangle \rightarrow a b \langle B \rangle \langle A \rangle$ (2) $\langle A \rangle \rightarrow c b x \langle A \rangle$ (3) $\langle B \rangle \rightarrow x \langle S \rangle$
 (4) $\langle B \rangle \rightarrow \varepsilon$

ε -NKA



DKA



$Slijedi(S) = \{ c, \perp \}$

$Slijedi(A) = \{ c, \perp \}$

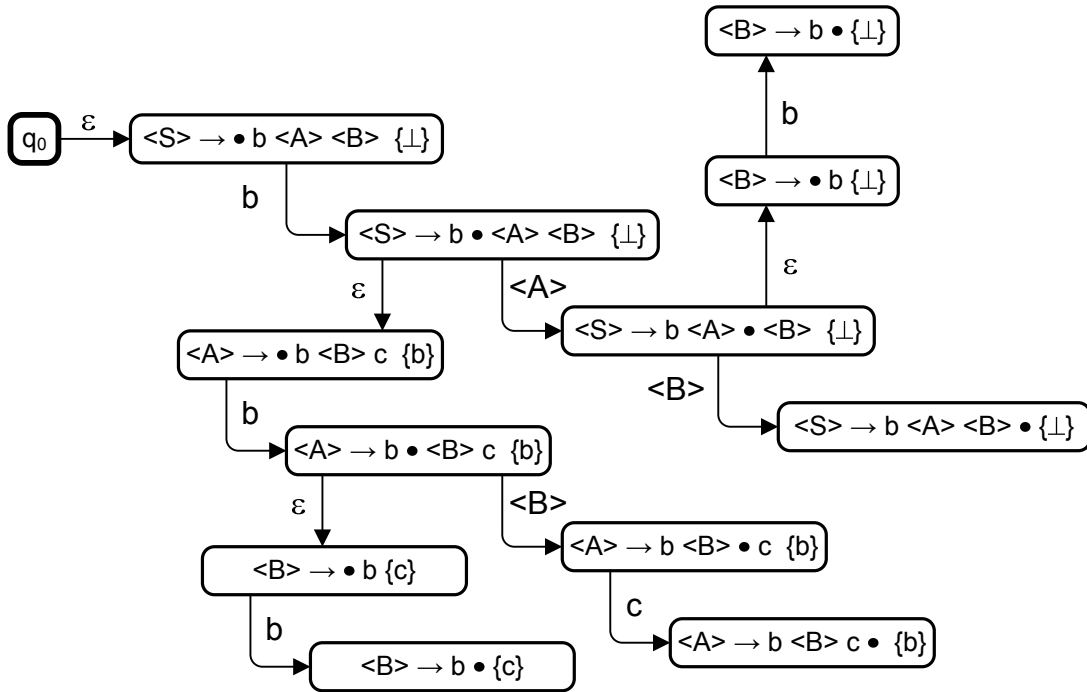
$Slijedi(B) = \{ c \}$

Stanje	Akcija					Novo Stanje		
	a	b	c	x	\perp	$\langle S \rangle$	$\langle A \rangle$	$\langle B \rangle$
0	P1							
1		P2						
2			R4	P3				S7
3	P1					S4		
4			R3					
5				P9				
6		P5						
7			P6				S8	
8			R1		R1			
9			P6					
10			R2		R2		S10	

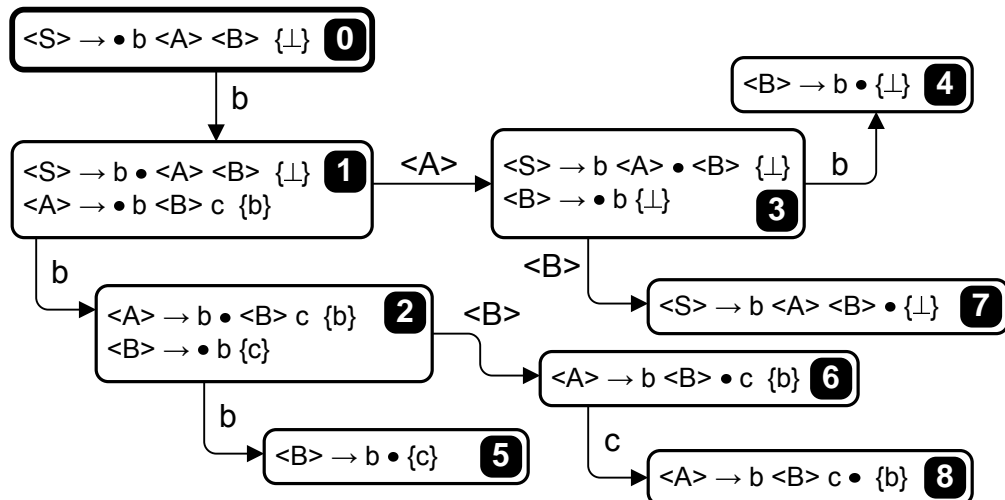
14. Za zadanu gramatiku izgradite LR(1) parser.

(1) $\langle S \rangle \rightarrow b \langle A \rangle \langle B \rangle$ (2) $\langle A \rangle \rightarrow b \langle B \rangle c$ (3) $\langle B \rangle \rightarrow b$

ϵ -NKA



DKA



Stanje	Akcija	Novo Stanje
--------	--------	-------------

	b	c	\perp	<S>	<A>	
0	P1					
1	P2				s3	
2	P5					S6
3	P4					s7
4			R3			
5		R3				
6		P8				
7			R1, P			
8	R2					

15. Izgradite atributnu prijevodnu gramatiku koja parsira parove binarnih brojeva zapisane u obliku

$$x_1 x_2 x_3 \dots x_n \boxplus y_1 y_2 y_3 \dots y_m \quad x_i, y_i \in \{0, 1\}$$

Simbol \boxplus predstavlja operator zbrajanja koji za neparne bitove oba broja uzima vrijednost 0.

Primjer:

$$01010010 \boxplus 1011011011 = \mathbf{01010000} + \mathbf{0001010001}$$

Proširite izgrađenu gramatiku svojstvima i akcijskiom znakovima koji računaju rezultat primjene operatora \boxplus izražen u dekadskom obliku. Brojevi mogu imati proizvoljan broj znamenaka.

a) Gramatika koja generira zadani jezik

- | | |
|--|--|
| (1) $\langle S \rangle \rightarrow \langle LB \rangle \boxplus \langle DB \rangle$ | |
| (2) $\langle LB \rangle \rightarrow \langle Z \rangle 0$ | (3) $\langle LB \rangle \rightarrow \langle Z \rangle 1$ |
| (4) $\langle DB \rangle \rightarrow \langle Z \rangle 0$ | (5) $\langle DB \rangle \rightarrow \langle Z \rangle 1$ |
| (6) $\langle Z \rangle \rightarrow \langle Z \rangle 0$ | (7) $\langle Z \rangle \rightarrow \langle Z \rangle 1$ |
| (8) $\langle Z \rangle \rightarrow 0$ | (9) $\langle Z \rangle \rightarrow 1$ |

b) Izvedena i nasljedna svojstva

- | | |
|--|--|
| (1) $\langle S \rangle_{Rez} \rightarrow \langle LB \rangle_{vr1, br1} \boxplus \langle DB \rangle_{vr2, br2}$
$Rez \leftarrow vr1 + vr2, br1 \leftarrow 0, br2 \leftarrow 0$ | |
| (2) $\langle LB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \langle Z \rangle_{vr, br} 0$
$Vr \leftarrow vr * 2 + ((Br+1) \% 2) * 0$
$br \leftarrow Br + 1$ | (3) $\langle LB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \langle Z \rangle_{vr, br} 1$
$Vr \leftarrow vr * 2 + ((Br+1) \% 2) * 1$
$br \leftarrow Br + 1$ |
| (4) $\langle DB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \langle Z \rangle_{vr, br} 0$
$Vr \leftarrow vr * 2 + ((Br+1) \% 2) * 0$
$br \leftarrow Br + 1$ | (5) $\langle DB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \langle Z \rangle_{vr, br} 1$
$Vr \leftarrow vr * 2 + ((Br+1) \% 2) * 1$
$br \leftarrow Br + 1$ |
| (6) $\langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \langle Z \rangle_{vr, br} 0$
$Vr \leftarrow vr * 2 + ((Br+1) \% 2) * 0$
$br \leftarrow Br + 1$ | (7) $\langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \langle Z \rangle_{vr, br} 1$
$Vr \leftarrow vr * 2 + ((Br+1) \% 2) * 1$
$br \leftarrow Br + 1$ |

$$(8) \quad \langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow 0 \\ Vr \leftarrow (Br+1)*0$$

$$(9) \quad \langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow 1 \\ Vr \leftarrow ((Br+1) \% 2)*1$$

c) Akcijski zankovi

$$(1) \quad \langle S \rangle_{Rez} \rightarrow \langle LB \rangle_{vr1, br1} \bowtie \langle DB \rangle_{vr2, br2} \{Zbroji\}_{p, q, r} \\ br1 \leftarrow 0, br2 \leftarrow 0, p \leftarrow vr1, q \leftarrow vr2, Rez \leftarrow r$$

$$(2) \quad \langle LB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \{Uvećaj\}_{p, q} \langle Z \rangle_{vr, br} 0 \{IzračunajVr_0\}_{r, w, z} \\ p \leftarrow Br, br \leftarrow q, r \leftarrow vr, w \leftarrow Br, Vr \leftarrow z$$

$$(3) \quad \langle LB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \{Uvećaj\}_{p, q} \langle Z \rangle_{vr, br} 1 \{IzračunajVr_1\}_{r, w, z} \\ p \leftarrow Br, br \leftarrow q, r \leftarrow vr, w \leftarrow Br, Vr \leftarrow z$$

$$(4) \quad \langle DB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \{Uvećaj\}_{p, q} \langle Z \rangle_{vr, br} 0 \{IzračunajVr_0\}_{r, w, z} \\ p \leftarrow Br, br \leftarrow q, r \leftarrow vr, w \leftarrow Br, Vr \leftarrow z$$

$$(5) \quad \langle DB \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \{Uvećaj\}_{p, q} \langle Z \rangle_{vr, br} 1 \{IzračunajVr_1\}_{r, w, z} \\ p \leftarrow Br, br \leftarrow q, r \leftarrow vr, w \leftarrow Br, Vr \leftarrow z$$

$$(6) \quad \langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \{Uvećaj\}_{p, q} \langle Z \rangle_{vr, br} 0 \{IzračunajVr_0\}_{r, w, z} \\ p \leftarrow Br, br \leftarrow q, r \leftarrow vr, w \leftarrow Br, Vr \leftarrow z$$

$$(7) \quad \langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow \{Uvećaj\}_{p, q} \langle Z \rangle_{vr, br} 1 \{IzračunajVr_1\}_{r, w, z} \\ p \leftarrow Br, br \leftarrow q, r \leftarrow vr, w \leftarrow Br, Vr \leftarrow z$$

$$(8) \quad \langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow 0 \{IzračunajVr_2\}_{r, w} \\ r \leftarrow Br, Vr \leftarrow w$$

$$(9) \quad \langle Z \rangle_{Vr, Br} \rightarrow 1 \{IzračunajVr_3\}_{r, w} \\ r \leftarrow Br, Vr \leftarrow w$$

16. Izgradite potisni automat za zadanu atributnu prijevodnu gramatiku.

$$(1) \quad \langle S \rangle \rightarrow a_p b_q \langle A \rangle_r \{X\}_v \\ v \leftarrow p \times q + r$$

$$(2) \quad \langle A \rangle_p \rightarrow a_q \langle B \rangle_r \\ p \leftarrow q + r$$

$$(3) \quad \langle B \rangle_p \rightarrow c_q \\ p \leftarrow q$$

a) Dodavanje akcijskih znakova

$$(1) \quad \langle S \rangle \rightarrow a_p b_q \langle A \rangle_r \{R\}_{x1, x2, x3, x4} \{X\}_v \\ x1 \leftarrow p \quad x2 \leftarrow q \quad x3 \leftarrow r \quad v \leftarrow x4$$

$$(2) \quad \langle A \rangle_p \rightarrow a_q \langle B \rangle_r \{Zbroj\}_{x1, x2, x3} \\ x1 \leftarrow q \quad x2 \leftarrow r \quad p \leftarrow x3$$

$$(3) \quad \langle B \rangle_p \rightarrow c_q \\ p \leftarrow q$$

b) Izgradnja potisnog automata za prijevodnu gramatiku

$$(1) \quad \langle S \rangle \rightarrow a b \langle A \rangle \{R\} \{X\}$$

$$(2) \quad \langle A \rangle \rightarrow a \langle B \rangle \{Zbroj\}$$

$$(3) \quad \langle B \rangle \rightarrow c$$

	a	b	c	⊥
<S>	(1)	-	-	-
<A>	(2)	-		-
	-	-	(3)	-
b	-	(3)	-	-
∇	-	-	-	Prihvati;
{R}	Izlaz({R}); Izvuci; Zadrži;			
{X}	Izlaz({X}); Izvuci; Zadrži;			
{Zbroj}	Izlaz({Zbroji}); Izvuci; Zadrži;			

(1) Zamijeni ({X} {R} <A> b); Pomakni;

(2) Zamijeni ({Zbroji}); Pomakni;

(3) Izvuci; Pomakni;

b) Izgradnja potisnog automata za atributnu prijevodnu gramatiku

(1) $\langle S \rangle \rightarrow a_p b_q \langle A \rangle_r \{R\}_{x1, x2, x3, x4} \{X\}_v$
 $x1 \leftarrow p \quad x2 \leftarrow q \quad x3 \leftarrow r \quad v \leftarrow x4$

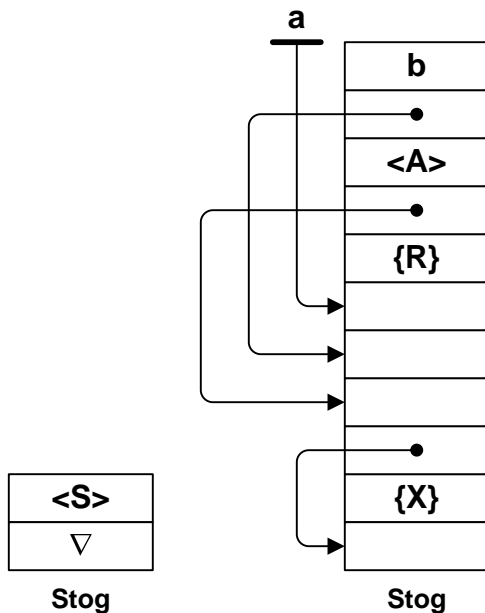
(2) $\langle A \rangle_p \rightarrow a_q \langle B \rangle_r \{Zbroj\}_{x1, x2, x3}$
 $x1 \leftarrow q \quad x2 \leftarrow r \quad p \leftarrow x3$

(3) $\langle B \rangle_p \rightarrow c_q$
 $p \leftarrow q$

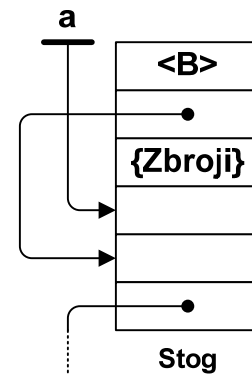
	a	b	c	\perp
<S>	(1)	-	-	-
<A>	(2)	-	-	-
	-	-	(3)	-
b	-	Izvuci; Pomakni;	-	-
∇	-	-	-	Prihvati;
{R}	Izračunaj izraz $p \times q \times r$ koristeći vrijednosti u tri polja ispod znaka {R} na stogu, rezultat zapiši u polje na koje pokazuje kazaljka u četvrtom polju; Izvuci; Zadrži;			
{X}	Ispiši rezultat aritmetičkog izraza; Izvuci; Zadrži;			
{Zbroj}	Zbroji vrijednosti u dva polja ispod znaka {Zbroji} na stogu, rezultat zapiši u polje na koje pokazuje kazaljka u trećem polju; Izvuci; Zadrži;			

- (1) Zamijeni prema slici 1; Pomakni;
- (2) Zamijeni prema slici 2; Pomakni;
- (3) Izvuci; Zadrži;

Slika 1



Slika 2



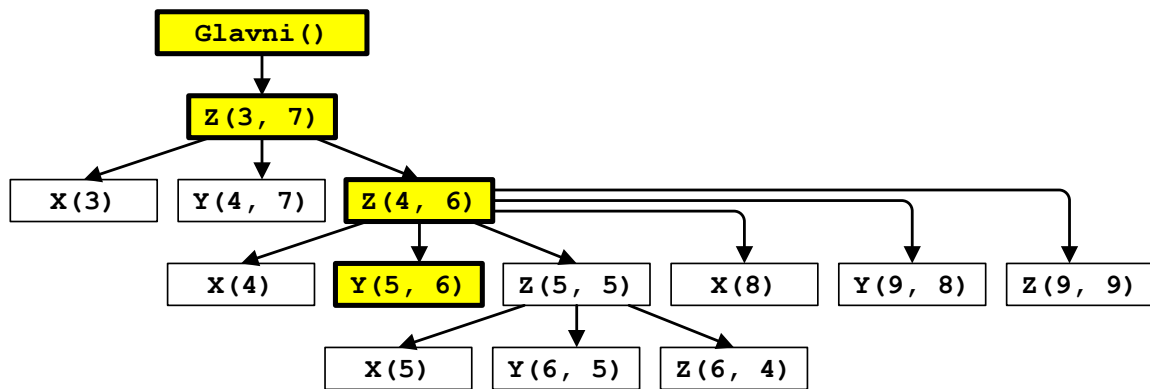
17. Za zadani program izgradite stablo aktiviranja procedura.

```

01 Glavni()
02   X(a)
03   {
04     vрати a + 1;
05   }
06   Y(b, c)
07   {
08     vрати c - b/4;
09   }
10
11   Z(d, e)
12   {
13     dok (d <= e)
14     {
15       d = X(d);
16       e = Y(d, e);
17       Z(d, e);
18       if (d == 5)
19       {
20         d = 8;
21         e = 8;
22         dalje;
23       }
24     }
25   }
26 {
27   Z(3, 7)
28 }
    
```

```

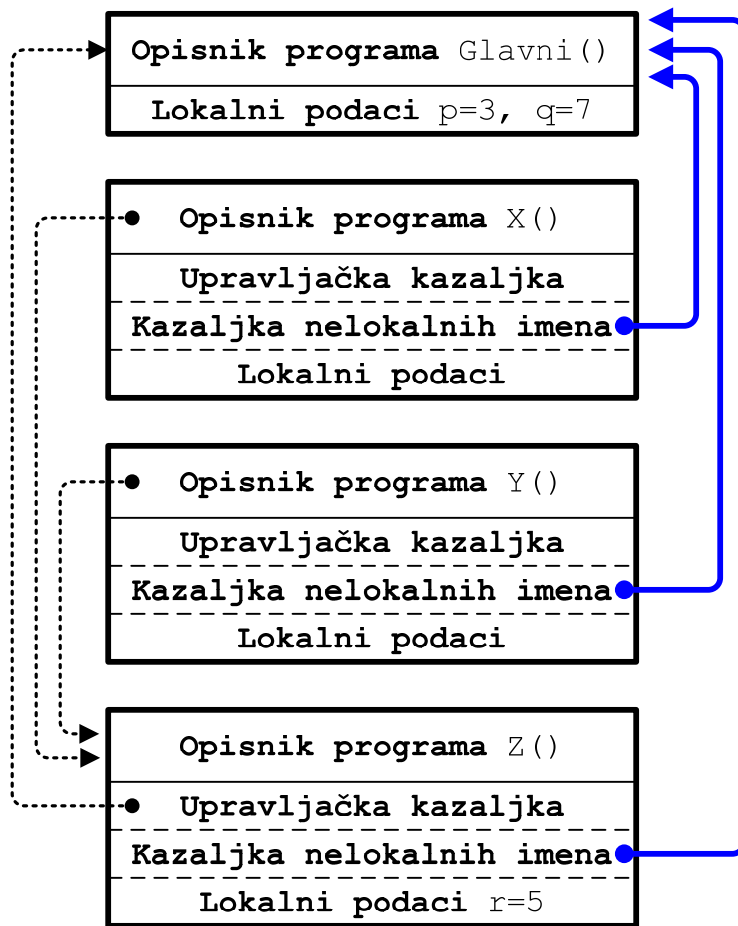
Zap Glavni()
  Zap Z(3, 7)
    Zap X(3)
      Zav X(3)
    Zap Y(4, 7)
      Zav Y(4, 7)
    Zap Z(4, 6)
      Zap X(4)
        Zav X(4)
      → Zap Y(5, 6)
        Zav Y(5, 6)
      Zap Z(5, 5)
        Zap X(5)
          Zav X(5)
        Zap Y(6, 5)
          Zav Y(6, 5)
        Zap Z(6, 4)
          Zav Z(6, 4)
        Zav Z(5, 5)
      Zap X(8)
        Zav X(8)
      Zap Y(9, 8)
        Zav Y(9, 8)
      Zap Z(9, 9)
        včlcvcčlvk
      Zav Z(9, 9)
    Zav Z(4, 6)
  Zav Z(3, 7)
Zav Glavni()
    
```



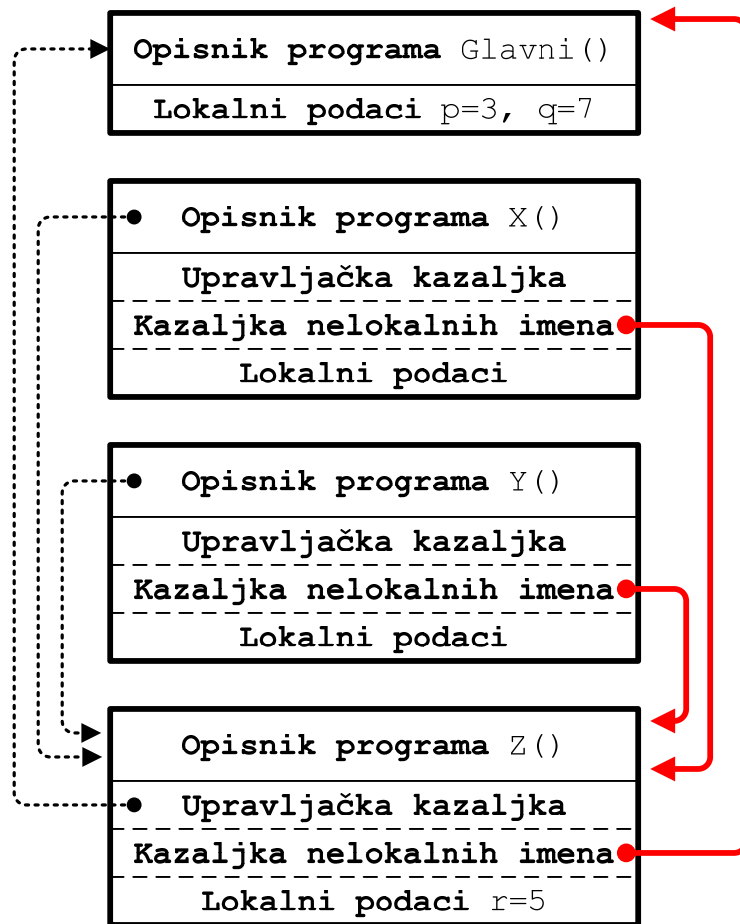
Stablo aktiviranja procedura zadanog programa

18. Za zadani program prikažite sadržaj opisinka procedura ako se koristi: (a) *statičko pravilo djelokruga*, (b) *dinamičko pravilo djelokruga*.

```
01 Glavni ()
02     int p = 3;
03     int q = 7;
04     X(a)
05     {
06         vrati a + 1;
07     }
08     Y(b, c)
09     {
10         r = 5
11         vrati c - b/4;
12     }
13     Z(d, e)
14     int r = 5
15     {
16         dok (d <= e)
17         {
18             p = 2;
19             d = X(d);
20             e = Y(d, e);
21             if (d == r)
22             {
23                 d = 8;
24                 e = 8;
25                 dalje;
26             }
27         }
28     {
29         Z(p, q)
```



Sadržaj opisnika zasnovan na primjeni statičkog pravila djelokruga



Sadržaj opisnika zasnovan na primjeni dinamičkog pravila djelokruga

19. Za zadani program prikažite vrijednosti globalnih i lokalnih varijabli tijekom izvođenja programa. Razmjena parametara procedura ostvaruje se primjenom *mehanizma razmjene imena*.

```

01 varijabla x=0, y=3, z=-1;
02 polje o[3]=10, o[4]=20;
03 Racunaj(p, q, r) {
04     z = p + x;
05     z = (q + 1) % 2 + 3;
06     Ispisi(p, x, r);
07     r = z + q;
08 }
09 {
10     za x = 3 do 4 {
11         Racunaj(o[x], o[3+x%2], z);
12         Ispisi(x, y, z, o[3], o[4]);
13     }
14 }

```

01 <u>varijabla</u> x=0, y=3, z=-1;	
02 <u>polje</u> o[3]=10, o[4]=20;	
03 Racunaj(p, q, r) {	II
04 z = p + x;	
05 z = (q + 1) % 2 + 3;	
06 Ispisi(p, x, r);	III
07 r = z + q;	IV
08 }	
09 {	I
10 <u>za</u> x = 3 <u>do</u> 4 {	
11 Racunaj(o[x], o[3+x%2], z);	
12 Ispisi(x, y, z, o[3], o[4]);	V
13 }	
14 }	

Ugradnja kontrolnih točaka na kojima promatramo stanje programa u izvođenju

Stanje na početku izvođenja programa:

	x	y	z	o[3]	o[4]	p	q	r
I	0	3	-1	10	20			

Započinje se s izvođenjem prve iteracije petlje i poziva se potprogram *Racunaj*. Stanje na početku izvođenja potprograma:

	x	y	z	o[3]	o[4]	p	q	r
II	3	3	-1	10	20	10	20	-1

Izvode se naredbe:

```
04  z = p + x;
05  z = (q + 1) % 2 + 3;
06  Ispisi(p, x, r);
```

Na sljedeći način:

```
04  z = o[x] + x;
      → z = 10 + 3 → z = 13 (r = 13)
05  z = (o[3+x%2] + 1) % 2 + 3;
      → z = (20 + 1) % 2 + 3 → z = 4 (r = 4)
06  Ispisi(p, z, r);
```

Stanje nakon izvođenja navedenih naredbi:

	x	y	z	o[3]	o[4]	p	q	r
III	3	3	4	10	20	10	20	4
Ispis	10, 4, 4							

Izvodi se naredba:

```
07  r = z + q;
```

Na sljedeći način:

```
07  r = z + o[3+x%2];
      → r = 4 + 20 → r = 24 (z = 24)
```

Stanje nakon izvođenja navedene naredbe:

	x	y	z	o[3]	o[4]	p	q	r
IV	3	3	24	10	20	10	20	24

Izlazi se iz potprograma i izvodi naredba:

```
07  Ispisi(x, y, z, o[3], o[4]);
```

Ispis nakon izvođenja navedene naredbe:

Ispis	3, 3, 24, 10, 20, 10, 20, 24
-------	------------------------------

Započinje se s izvođenjem druge iteracije petlje i poziva se potprogram *Racunaj*. Stanje na početku izvođenja progama:

	x	y	z	o[3]	o[4]	p	q	r
II	4	3	24	10	20			

Izvode se naredbe:

```
04  z = p + x;
05  z = (q + 1) % 2 + 3;
06  Ispisi(p, x, r);
```

Na sjedci način:

```
04  z = o[x] + x;
      → z = 20 + 4 → z = 24
05  z = (o[3+x%2] + 1) % 2 + 3;
      → z = (10 + 1) % 2 + 3 → z = 4
06  Ispisi(p, z, r);
```


Stanje nakon izvođenja navedenih naredbi:

	x	y	z	o[3]	o[4]	p	q	r
III	4	3	4	10	20	10	20	4
Ispis	10, 4, 4							

Izvodi se naredba:

```
07  r = z + q;
```

Na sljedeći način:

```
07  r = z + o[3+x%2];  
      → r = 4 + 10 → r = 14
```

Stanje nakon izvođenja navedene naredbe:

	x	y	z	o[3]	o[4]	p	q	r
IV	4	3	14	10	20	10	20	14

Izlazi se iz potprograma i izvodi naredba:

```
07  Ispisi(x, y, z, o[3], o[4]);
```

Ispis nakon izvođenja navedene naredbe:

Ispis	4, 3, 14, 10, 20, 10, 20, 14
-------	------------------------------

Svi ispisi:

Prvi ispis: 10, 4, 4

Drugi ispis: 3, 3, 24, 10, 20, 10, 20, 24

Treći ispis: 10, 4, 4

Četvrti ispis: 4, 3, 14, 10, 20, 10, 20, 14

20. Izgradite atributnu prijevodnu gramatiku koja generira troadresne naredbe za računanje logičkih izraza koji sadrže operator \wedge , \vee i \neg .

a) Izgradnja gramatike za parsiranje logičkih izraza

- | | |
|--|--|
| (1) $\langle S \rangle \rightarrow \langle E \rangle$ | (2) $\langle E \rangle \rightarrow \neg (\langle E \rangle)$ |
| (3) $\langle E \rangle \rightarrow \langle E \rangle \wedge \langle E \rangle$ | (4) $\langle E \rangle \rightarrow \langle E \rangle \vee \langle E \rangle$ |
| (5) $\langle E \rangle \rightarrow la\check{z}$ | (6) $\langle E \rangle \rightarrow istina$ |

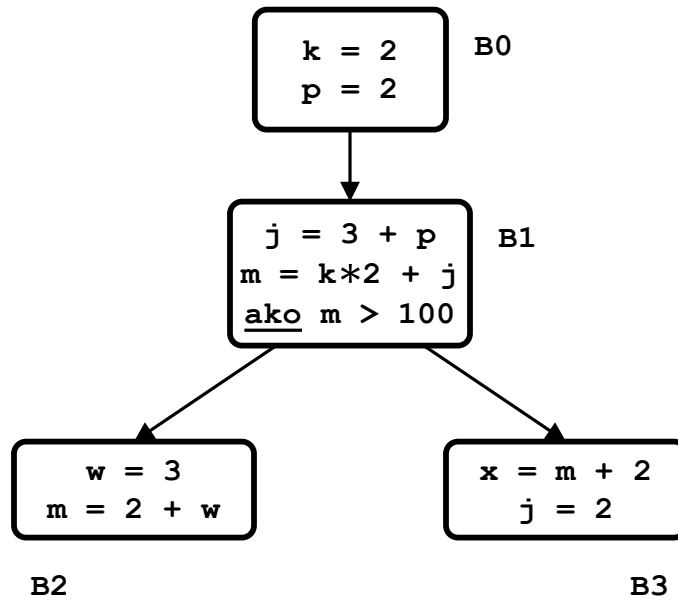
b) Proširivanje gramatike s atributima

- | |
|---|
| (1) $\langle S \rangle \rightarrow \langle E \rangle_{ime1, kod1}$ |
| (2) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow \neg (\langle E \rangle_{ime2, kod2})$ |
| (3) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow \langle E \rangle_{ime2, kod2} \wedge \langle E \rangle_{ime3, kod3}$ |
| (4) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow \langle E \rangle_{ime2, kod2} \vee \langle E \rangle_{ime3, kod3}$ |
| (5) $\langle E \rangle_{ime1, kod} \rightarrow la\check{z}_{ime2}$ |
| (6) $\langle E \rangle_{ime1, kod} \rightarrow istina_{ime2}$ |

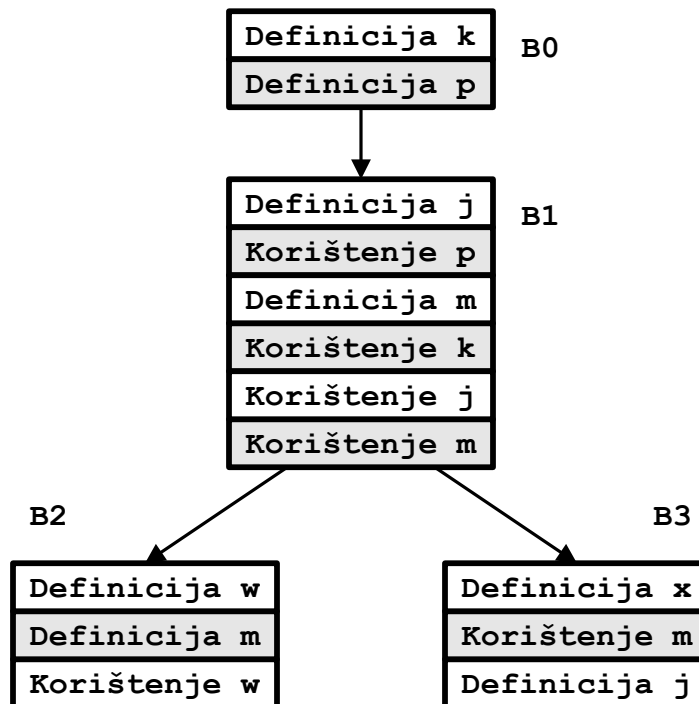
c) Proširivanje gramatike s akcijskim znakovima

- (1) $\langle S \rangle_{kod} \rightarrow \langle E \rangle_{ime1, kod1}$
 { Kod = Kod1; }
- (2) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow \neg (\langle E \rangle_{ime2, kod2})$
 {
 Ime1 = NovoIme();
 Kod1 = Generiraj(kod2 || Ime1 "!=" not " Ime2);
 }
- (3) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow \langle E \rangle_{ime2, kod2} \wedge \langle E \rangle_{ime3, kod3}$
 {
 Ime1 = NovoIme();
 Kod1 = Generiraj(kod2 || kod3 || Ime1 "!=" Ime2 "and" Ime3);
 }
- (4) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow \langle E \rangle_{ime2, kod2} \vee \langle E \rangle_{ime3, kod3}$
 {
 Ime1 = NovoIme();
 Kod1 = Generiraj(kod2 || kod3 || Ime1 "!=" Ime2 "or" Ime3);
 }
- (5) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow la\check{z}$
 { Ime1 = 0; Kod1 = Generiraj(""); } }
- (6) $\langle E \rangle_{ime1, kod1} \rightarrow istina$
 { Ime1 = 1; Kod1 = Generiraj(""); } }

21. Za zadani program graf tijeka izvođenja programa odredite *dk-lance*.



Graf tijeka izvođenja programa



Mjesta definicija i korištenja varijabli

dk_1 – Definicija varijable k u bloku $B0$ i korištenje varijable k u bloku $B1$

dk_2 – Definicija varijable p u bloku $B0$ i korištenje varijable p u bloku $B1$

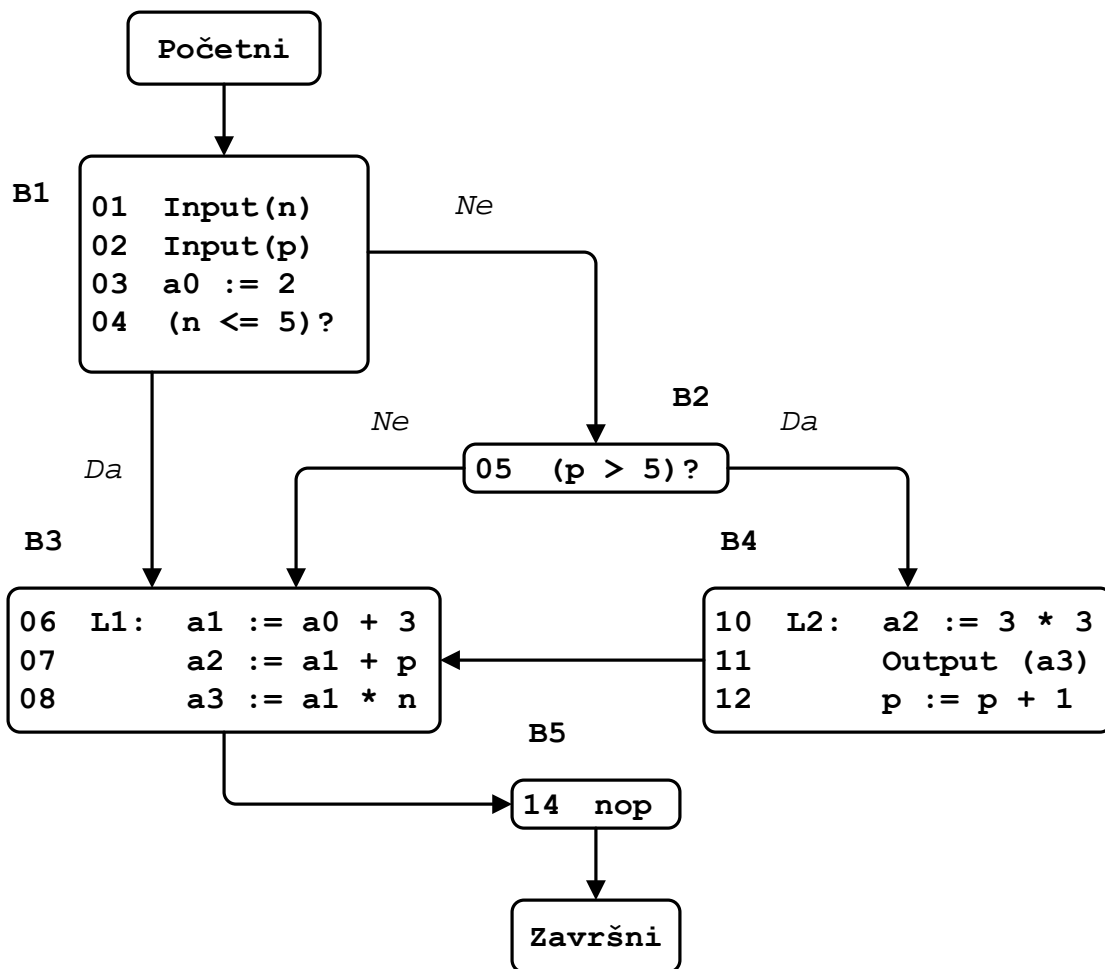
dk_3 – Definicija varijable j u bloku $B1$ i korištenje varijable j u bloku $B1$

dk_4 – Definicija varijable m u bloku $B1$ i korištenje varijable m u blokovima $B1$ i $B3$

dk_5 – Definicija varijable w u bloku $B2$ i korištenje varijable w u bloku $B2$

22. Za zadani program izgradite graf tijeka izvođenja.

```
01      Input (n)
02      Input (p)
03      a0 := 2
04      if n <= 5 goto L1
05      if p > 5 goto L2
06 L1:   a1 := a0 + 3
07       a2 := a1 + p
08       a3 := a1 * n
09       goto Z
10 L2:   a2 := 3 * 3
11       Output (a3)
12       p := p + 1
13       goto L1
14 Z:    nop
```



Graf tijeka izvođenja