Modely a metódy lineárneho a celočíselného programovania

(Tézy k prenáške č. 10)

Téma prednášky

Bivalentné programovanie

(príklad)

Prof. Dr. Michal Fendek

Katedra operačného výskumu a ekonmetrie

Ekonomická univerzita Bratislava

Dolnozemská 1

852 35 Bratislava

Bivalentné programovanie

Príklad

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 5x_2 - 3x_3 + 4x_4 \to \min$$

p.o.

$$2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 = 4 \quad \Rightarrow \quad \boxed{2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \le 4} \wedge \boxed{2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \ge 4} \;/\times(-1)$$

$$x_1 + 3x_2 + 4x_3 - 3x_4 \ge 2 \;/\times(-1)$$

$$-2x_1 + x_2 + 4x_3 - x_4 \le 3$$

$$x_j \in \{0,1\}$$

$$-2x_1 - 4x_2 \qquad - 2x_4 \le -4$$

$$-x_1 - 3x_2 - 4x_3 + 3x_4 \le -2$$

$$-2x_1 + x_2 + 4x_3 - x_4 \le 3$$

$$2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \le 4$$

$$x_j \in \{0,1\}$$

Pozor!! $c_3 = -3 < 0$ *preto subst.*

$$x_3 = 1 - y_3$$

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 5x_2 + 3y_3 + 4x_4 - 3 \to \min$$

p.o.

$$-2x_1 - 4x_2 \qquad - 2x_4 + s_1 = -4$$

$$-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 + s_2 = 2$$

$$-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 + s_3 = -1$$

$$2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 + s_4 = 4$$

$$x_1, x_2, x_4, y_3 \in \{0,1\}$$

$$s_i \ge 0$$

Bivalentné programovanie

$$\begin{array}{llllllllll} -2x_1 & -4x_2 & & -2x_4 & +s_1 & & & & = -4 \\ -x_1 & -3x_2 & +4y_3 & +3x_4 & & +s_2 & & & = 2 \\ -2x_1 & +x_2 & -4y_3 & -x_4 & & & +s_3 & & = -1 \\ 2x_1 & +4x_2 & & +2x_4 & & & & +s_4 & = 4 \end{array} \qquad s^0$$

I. Inicializačná etapa

k=0; J_0=Ø; z_0= 0; $z_H = \infty$ (pesimistický odhad)

II. Základná etapa

1. ITERÁCIA

Krok 1° Otázka: Je aktuálne ParR J_0 aj prípustné riešenie úlohy?

$$\boxed{s^0 = \begin{pmatrix} -4 & 2 & -1 & 4 \end{pmatrix} \approx\geq \mathbf{0} \quad \Rightarrow \quad krok\ \ 2^0}$$

Krok 2° Existuje prípustný doplnok D_0 k parciálnemu riešeniu J_0 ?

Sústava troch eliminačných testov

Bivalentné programovanie

$$Test\,1: \quad E_0 = \left\{ j \in N \setminus J_0 \middle| a_{ij} \geq 0; \forall i : s_i^0 < 0 \right\} = \theta$$

$$T_0^1 = N \setminus J_0 \setminus E_0 = N$$

$$Test\,2: \quad B_0 = \left\{ j \in T_0^1 \middle| z_0 + c_j \geq z_H \right\} = \theta$$

$$T_0^2 = T_0^1 \setminus B_0 = N$$

$$Test\,3: \quad C_0 = \left\{ i \in M \;\middle|\; s_i^0 < 0; \sum_{j \in T_0^2} \min\left(0, a_{ij}\right) > s_i^o \right\} = \theta$$

$$\Rightarrow \quad krok \quad 3^0 \quad ....odvodíme\ J_{k+1}$$

$$\begin{array}{lr}
 & s^0 \\
-2x_1 - 4x_2 \qquad - 2x_4 \quad + s_1 & = -4 \\
-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 \qquad + s_2 & = 2 \\
-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 \qquad + s_3 & = -1 \\
2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \qquad + s_4 & = 4
\end{array}$$

Bivalentné programovanie

$$Odvodíme\ nové\ čiastkové\ riešenie$$

$$v_j = \sum_{i \in M} \min\left(0, s_i^k - a_{ij}\right) \qquad \forall j \in T_0^2$$

$$v_1 = -2; \qquad v_2 = -2; \qquad v_3 = -6; \qquad v_4 = -3$$

$$v_q = \max\{v_j\} = v_1 = v_2 = -2$$

$$c_1 < c_2 \quad \Rightarrow q = 1$$

$$\begin{array}{rcl} & & s^0 \\ -2x_1 - 4x_2 - 2x_4 + s_1 & = & -4 \\ -x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 + s_2 & = & 2 \\ -2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 + s_3 & = & -1 \\ 2x_1 + 4x_2 + 2x_4 + s_4 & = & 4 \end{array}$$

$$J_1 = J_0 \cup \{q\} = \theta \cup \{1\} = \{1\}, \quad z_1 = 2$$

$$\Rightarrow \quad krok \quad 1^0 \quad ....k = k + 1 = 1$$

Bivalentné programovanie

$$\begin{array}{lr|rr} & & s^0 & s^1 \\ -2x_1-4x_2 \qquad -2x_4+s_1 & & =-4 & -2 \\ -x_1-3x_2+4y_3+3x_4 \qquad +s_2 & & =2 & 3 \\ -2x_1+x_2-4y_3-x_4 \qquad +s_3 & & =-1 & 1 \\ 2x_1+4x_2 \qquad +2x_4 \qquad +s_4 & & =4 & 2 \end{array}$$

2. ITERÁCIA, k=1

Krok 1° **Otázka: Je aktuálne ParR J_1 aj prípustné riešenie úlohy?**

$$\boxed{s^1=(-2 \quad 3 \quad 1 \quad 2)\approx\geq \mathbf{0} \quad \Rightarrow \quad krok\ \ 2^0}$$

Krok 2° **Existuje prípustný doplnok D_1 k parciálnemu riešeniu J_1 ?**

Sústava troch eliminačných testov

Bivalentné programovanie

$$Test\ 1: \quad E_1 = \left\{ j \in N \setminus J_1 \middle| a_{ij} \geq 0; \forall i : s_i^1 < 0 \right\} = \{3\}$$

$$\begin{array}{lr} & s^0 \quad s^1 \\ -2x_1 - 4x_2 \qquad - 2x_4 + s_1 & = -4 \quad -2 \\ -x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 \qquad + s_2 & = 2 \quad 3 \\ -2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 \qquad + s_3 & = -1 \quad 1 \\ 2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \qquad + s_4 & = 4 \quad 2 \end{array}$$

$$T_1^1 = N \setminus J_1 \setminus E_1 = \{2,4\}$$

$$Test\ 2: \quad B_1 = \left\{ j \in T_1^1 \middle| z_1 + c_j \geq z_H \right\} = \theta$$

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 5x_2 + 3y_3 + 4x_4 - 3$$

$$T_1^2 = T_1^1 \setminus B_1 = T_1^1 = \{2,4\}$$

$$Test\ 3: \quad C_1 = \left\{ i \in M \mid s_i^1 < 0; \sum_{j \in T_1^2} \min\left(0, a_{ij}\right) > s_i^0 \right\} = \theta$$

$$\Rightarrow \quad krok \quad 3^0 \quad \ldots\ldots\ldots odvodíme\ J_{k+1}$$

Bivalentné programovanie

Odvodíme nové čiastkové riešenie

$$v_j = \sum_{i \in M} \min\left(0, s_i^k - a_{ij}\right) \quad \forall j \in T_1^2$$

$$v_2 = -2; \qquad v_4 = 0$$

$$\begin{array}{lr}
 & s^0 \quad s^1 \\
-2x_1 - 4x_2 \qquad - 2x_4 + s_1 \qquad\qquad\qquad & = -4 \quad -2 \\
-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 \qquad + s_2 \qquad\qquad & = 2 \quad 3 \\
-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 \qquad\qquad + s_3 \qquad & = -1 \quad 1 \\
2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \qquad\qquad\qquad + s_4 & = 4 \quad 2
\end{array}$$

$$v_q = \max\{v_j\} = v_4 = 0$$

$$J_2 = J_1 \cup \{4\} = \{1,4\}, \quad z_2 = 6$$

$$\Rightarrow \quad krok \quad 1^0 \quad ....k = k + 1 = 2$$

Bivalentné programovanie

									s^0	s^1	s^2
$-2x_1$	$-4x_2$		$-2x_4$	$+s_1$				$=$	-4	-2	0
$-x_1$	$-3x_2$	$+4y_3$	$+3x_4$		$+s_2$			$=$	2	3	0
$-2x_1$	$+x_2$	$-4y_3$	$-x_4$			$+s_3$		$=$	-1	1	2
$2x_1$	$+4x_2$		$+2x_4$				$+s_4$	$=$	4	2	0

3. ITERÁCIA, k=2

Krok 1° k=2 Je aktuálne ParR J_2 aj prípustné riešenie úlohy?

$$s^2 = (0 \quad 0 \quad 2 \quad 0) \geq \mathbf{0} \quad \Rightarrow \quad krok\ 4^0$$

Krok 4^0 – Archivácia prípustného ParR J_2

$$s_i^2 \geq 0 \quad \forall i \in M \Rightarrow J_2, \mathbf{x}^2 \ldots PR$$
$$ak \quad z_H > z_k \quad \Rightarrow \quad z_H = z_k$$

najlepšieho doposiaľ identifikovaného riešenia

$$J^* = J_2 = \{1,4\},$$
$$\infty = z_H > z_2 \quad \Rightarrow \quad z^* = z_2 = 6$$

***pokračujeme na* Krok 5°**

Bivalentné programovanie

Krok 5⁰ – Spätný chod

$$J_2 = \{1,4\} \neq \theta$$

$$\Rightarrow \; krok \quad 5b$$

									s^0	s^1	s^2
$-2x_1$	$-4x_2$		$-2x_4$	$+s_1$					$=-4$	-2	0
$-x_1$	$-3x_2$	$+4y_3$	$+3x_4$		$+s_2$				$=2$	3	0
$-2x_1$	$+x_2$	$-4y_3$	$-x_4$			$+s_3$			$=-1$	1	2
$2x_1$	$+4x_2$		$+2x_4$				$+s_4$		$=4$	2	0

5b Aktívny spätný chod

Vytvoríme množinu J”

$$J'' = J_2 = \{1,4\},$$

Vypočítame indikátory *w*

$$w_j = \sum_{i \in M} \min\left(0, s_i^k + a_{ij}\right) \; pre \quad \forall j \in J''$$

$$w_q = \max_{j \in J''} \{w_j\} \Rightarrow \left(-q \in J''\right)$$

$$w_1 = -3, \quad w_4 = -2$$

$$w_q = \max_{j \in J''} \{w_j\} = -2 \Rightarrow q = 4, \left(-q \in J''\right)$$

$$J_3 = \{1,-4\}, \; k = k + 1 = 3, \quad z_3 = 2$$

***pokračujeme na* Krok 1°**

Bivalentné programovanie

$$
\begin{array}{lllllll|cccc}
 & & & & & & & s^0 & s^1 & s^2 & s^3 \\
-2x_1 - 4x_2 & & -2x_4 & +s_1 & & & & =-4 & -2 & 0 & -2 \\
-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 & & & & +s_2 & & & =2 & 3 & 0 & 3 \\
-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 & & & & & +s_3 & & =-1 & 1 & 2 & 1 \\
2x_1 + 4x_2 & & +2x_4 & & & & +s_4 & =4 & 2 & 0 & 2
\end{array}
$$

4. ITERÁCIA, k=3

Krok 1° **k=3** **Je aktuálne ParR J_3 aj prípustné riešenie úlohy?**

$$\boxed{s^3 = (-2 \quad 3 \quad 1 \quad 2) \approx\geq \mathbf{0} \quad \Rightarrow \quad krok\ 2^0}$$

$$\boxed{J_3 = \{1, -4\}}$$

Krok 2° **Existuje prípustný doplnok D_3 k parciálnemu riešeniu J_3?**

Sústava troch eliminačných testov

Bivalentné programovanie

$$Test\ 1: \quad E_3 = \left\{ j \in N \setminus J_3 \in \{2,3\} \middle| a_{ij} \geq 0; \forall i : s_i^1 < 0 \right\} = \{3\}$$

$$T_3^1 = N \setminus J_3 \setminus E_3 = \{2\}$$

$$Test\ 2: \quad B_3 = \left\{ j \in T_3^1 \middle| z_3 + c_j = 2 + 5 = 7 \geq z_H = 6 \right\} = \{2\}$$

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 5x_2 + 3y_3 + 4x_4 - 3$$

$$J_3 = \{1,-4\}$$

$$T_3^2 = T_3^1 \setminus B_3 = \{2\} \setminus \{2\} = \theta$$

$$\Rightarrow \quad krok \quad 5^0 \quad spätný \quad chod$$

$$\begin{array}{lllllllllll}
 & & & & & & & s^0 & s^1 & s^2 & s^3 \\
-2x_1 - 4x_2 & & -2x_4 & +s_1 & & & & = -4 & -2 & 0 & -2 \\
-x_1 - 3x_2 & +4y_3 & +3x_4 & & +s_2 & & & = 2 & 3 & 0 & 3 \\
-2x_1 + x_2 & -4y_3 & -x_4 & & & +s_3 & & = -1 & 1 & 2 & 1 \\
2x_1 + 4x_2 & & +2x_4 & & & & +s_4 & = 4 & 2 & 0 & 2
\end{array}$$

Krok 5^0 – Spätný chod

$$\boxed{J_3 = \{1,-4\} \neq \theta \quad \Rightarrow krok \;\; 5b}$$

$$
\begin{array}{llllllllll}
 & & & & & & s^0 & s^1 & s^2 & s^3 \\
-2x_1 - 4x_2 \quad\quad -2x_4 & +s_1 & & & & & = -4 & -2 & 0 & -2 \\
-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 & & +s_2 & & & & = 2 & 3 & 0 & 3 \\
-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 & & & +s_3 & & & = -1 & 1 & 2 & 1 \\
2x_1 + 4x_2 \quad\quad +2x_4 & & & & +s_4 & & = 4 & 2 & 0 & 2
\end{array}
$$

5.b Aktívny spätný chod

Vytvoríme množinu J”

$$\boxed{J'' = \{-1\},}$$

Vypočítame indikátory *w*

$$w_j = \sum_{i \in M} \min\left(0, s_i^k + a_{ij}\right) \;\; pre \quad \forall j \in J''$$

$$w_q = \max_{j \in J''} \{w_j\} \Rightarrow \; (-q \in J'')$$

$$\boxed{w_1 = -5}$$

$$w_q = \max_{j \in J''} \{w_j\} = -5 \Rightarrow q = 1, (-q \in J'')$$

$$J_4 = \{-1,-4\}, \; k = k+1 = 4, \quad z_4 = 0$$

***pokračujeme na* Krok 1°**

5. ITERÁCIA, k=4

Krok 1° k=4 Je aktuálne ParR J_4 aj prípustné riešenie úlohy?

$$\boxed{s^4 = \begin{pmatrix}-4 & 2 & -1 & 4\end{pmatrix} \approx\geq \mathbf{0} \quad \Rightarrow \quad krok \;\; 2^0}$$

$$\boxed{J_4 = \{-1, -4\}}$$

Krok 2° Existuje prípustný doplnok D_4 k parciálnemu riešeniu J_4?

Sústava troch eliminačných testov

$$\begin{array}{lcccccc}
 & & s^0 & s^1 & s^2 & s^3 & s^4 \\
-2x_1 - 4x_2 \qquad - 2x_4 + s_1 & = & -4 & -2 & 0 & -2 & -4 \\
-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 \qquad + s_2 & = & 2 & 3 & 0 & 3 & 2 \\
-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 \qquad + s_3 & = & -1 & 1 & 2 & 1 & -1 \\
2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \qquad + s_4 & = & 4 & 2 & 0 & 2 & 4
\end{array}$$

Bivalentné programovanie

$$Test\,1: \quad E_4 = \left\{ j \in N \setminus J_3 = \{1,2,3,4\} \setminus \{1,4\} \middle| a_{ij} \geq 0; \forall i : s_i^4 < 0 \right\} = \theta$$

$$T_4^1 = N \setminus J_4 \setminus E_4 = \{2,3\}$$

$$Test\,2: \quad B_4 = \left\{ j \in T_4^1 \middle| z_4 + c_j \geq z_H = 6 \right\} = \theta$$

$$T_4^2 = T_4^1 \setminus B_4 = \{2,3\}$$

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 5x_2 + 3y_3 + 4x_4 - 3 \qquad J_4 = \{-1,-4\}, \quad z_4 = 0$$

$$Test\,3: \quad C_4 = \left\{ i \in M \middle| s_i^4 < 0; \sum_{j \in T_4^2} \min(a_{ij}, 0) > s_i^4 \right\} = \{\theta\}$$

$\Rightarrow$ *krok* 3^0 .... *odvodíme* J_{k+1}

		s^0	s^1	s^2	s^3	s^4
$-2x_1 - 4x_2 \quad - 2x_4 + s_1$	$=$	-4	-2	0	-2	-4
$-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 \quad + s_2$	$=$	2	3	0	3	2
$-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 \quad + s_3$	$=$	-1	1	2	1	-1
$2x_1 + 4x_2 \quad + 2x_4 \quad + s_4$	$=$	4	2	0	2	4

Bivalentné programovanie

Odvodíme nové čiastkové riešenie

$$v_j = \sum_{i \in M} \min\left(0, s_i^k - a_{ij}\right) \quad \forall j \in T_4^2 = \{2,3\}$$

$$v_2 = -2; \qquad v_3 = -6$$

$$v_q = \max\{v_j\} = v_2 = -2$$

	s^0	s^1	s^2	s^3	s^4
$-2x_1 - 4x_2 \quad -2x_4 + s_1$	$=-4$	-2	0	-2	-4
$-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 \quad + s_2$	$=2$	3	0	3	2
$-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 \quad + s_3$	$=-1$	1	2	1	-1
$2x_1 + 4x_2 \quad + 2x_4 \quad + s_4$	$=4$	2	0	2	4

$$J_5 = J_4 \cup \{2\} = \{-1,-4\} \cup \{2\} = \{-1,2,-4\},$$

$$\Rightarrow \quad krok \quad 1^0 \quad ....k = k + 1 = 5$$

	s^0	s^1	s^2	s^3	s^4	s^5
$-2x_1-4x_2 \quad -2x_4 + s_1$	$=-4$	-2	0	-2	-4	0
$-x_1-3x_2+4y_3+3x_4 \quad + s_2$	$=2$	3	0	3	2	5
$-2x_1+x_2-4y_3-x_4 \quad + s_3$	$=-1$	1	2	1	-1	-2
$2x_1+4x_2 \quad +2x_4 \quad + s_4$	$=4$	2	0	2	4	0

6. ITERÁCIA, k=5

Krok 1° Otázka: Je aktuálne ParR J_5 aj prípustné riešenie úlohy?

$$s^5=\begin{pmatrix}0 & 5 & -2 & 0\end{pmatrix} \approx \geq \mathbf{0} \quad \Rightarrow \quad krok\ 2^0$$

$$J_5=\{-1,2,-4\}, \quad z_5=5$$

Krok 2° Existuje prípustný doplnok D_5 k parciálnemu riešeniu J_5 ?

Sústava troch eliminačných testov

Bivalentné programovanie

		s^0	s^1	s^2	s^3	s^4	s^5
$-2x_1 - 4x_2 \qquad - 2x_4 + s_1$	$= -4$		-2	0	-2	-4	0
$-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4 \qquad + s_2$	$= 2$		3	0	3	2	5
$-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4 \qquad + s_3$	$= -1$		1	2	1	-1	-2
$2x_1 + 4x_2 \qquad + 2x_4 \qquad + s_4$	$= 4$		2	0	2	4	0

$$Test\ 1: \quad E_5 = \left\{ j \in N \setminus J_5 = \{1,2,3,4\} \setminus \{-1,2,-4\} \middle| a_{ij} \geq 0; \forall i : s_i^5 < 0 \right\} = \theta$$

$$T_5^1 = N \setminus J_5 \setminus E_5 = \{3\}$$

$$Test\ 2: \quad B_5 = \left\{ j \in T_5^1 \middle| z_5 + c_3 = 5 + 3 = 8 \geq z_H = 6 \right\} = \{3\}$$

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 5x_2 + 3y_3 + 4x_4 - 3$$

$$\boxed{J_5 = \{-1,2,-4\}, \quad z_5 = 5}$$

$$T_5^2 = T_5^1 \setminus B_5 = \{\theta\}$$

$\Rightarrow \quad$ *krok* $\ 5^0$ .... *Spätný chod*

Bivalentné programovanie

Krok 5⁰ – Spätný chod

$$\begin{array}{lr|rrrrrr} & s^0 & s^1 & s^2 & s^3 & s^4 & s^5 & s^6 \\ -2x_1-4x_2 \quad -2x_4 + s_1 & =-4 & -2 & 0 & -2 & -4 & 0 & -4 \\ -x_1-3x_2+4y_3+3x_4 \quad + s_2 & =2 & 3 & 0 & 3 & 2 & 5 & 2 \\ -2x_1+x_2-4y_3-x_4 \quad + s_3 & =-1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -2 & -1 \\ 2x_1+4x_2 \quad +2x_4 \quad + s_4 & =4 & 2 & 0 & 2 & 4 & 0 & 4 \end{array}$$

$$J_5 = \{-1,2,-4\} \neq \theta \quad \Rightarrow krok\ 5b$$

5.b Aktívny spätný chod

Vytvoríme množinu J”

$$J'' = \{-2\},$$

Vypočítame indikátory *w*

$$w_j = \sum_{i\in M} \min\left(0, s_i^k + a_{ij}\right) \; pre \quad \forall j \in J''$$

$$w_q = \max_{j\in J''} \{w_j\} \Rightarrow \left(-q \in J''\right)$$

$$w_2 = -5$$

$$w_q = \max_{j\in J''} \{w_j\} = -5 \Rightarrow q = 2, \left(-q \in J''\right)$$

$$J_6 = \{-1,-2,-4\},\ k = k+1 = 6, \quad z_6 = 0$$

***pokračujeme na* Krok 1°**

Bivalentné programovanie

$$
\begin{array}{lllllllllllll}
 & & & & & & & s^0 & s^1 & s^2 & s^3 & s^4 & s^5 & s^6 \\
-2x_1 - 4x_2 & & -2x_4 & +s_1 & & & & =-4 & -2 & 0 & -2 & -4 & 0 & -4 \\
-x_1 - 3x_2 & +4y_3 & +3x_4 & & +s_2 & & & =2 & 3 & 0 & 3 & 2 & 5 & 2 \\
-2x_1 + x_2 & -4y_3 & -x_4 & & & +s_3 & & =-1 & 1 & 2 & 1 & -1 & -2 & -1 \\
2x_1 + 4x_2 & & +2x_4 & & & & +s_4 & =4 & 2 & 0 & 2 & 4 & 0 & 4
\end{array}
$$

7. ITERÁCIA, k=6

Krok 1° Otázka: Je aktuálne ParR J_6 aj prípustné riešenie úlohy?

$$\boxed{s^6 = (-4 \quad 2 \quad -1 \quad 4) \approx\geq \mathbf{0} \quad \Rightarrow \quad krok \ \ 2^0}$$

$$\boxed{J_6 = \{-1,-2,-4\}, \quad z_6 = 0}$$

Krok 2° Existuje prípustný doplnok D_5 k parciálnemu riešeniu J_5 ?

Sústava troch eliminačných testov

Bivalentné programovanie

$$Test\ 1: \quad E_6 = \left\{ j \in N \setminus J_6 = \{1,2,3,4\} \setminus \{-1,-2,-4\} \middle| a_{ij} \geq 0; \forall i : s_i^4 < 0 \right\} = \theta$$

$$T_6^1 = N \setminus J_6 \setminus E_6 = \{3\}$$

$$Test\ 2: \quad B_6 = \left\{ j \in T_6^1 \middle| z_6 + c_3 = 0 + 3 < z_H = 6 \right\} = \theta$$

$$f(\mathbf{x}) = 2x_1 + 5x_2 + 3y_3 + 4x_4 - 3$$

$$J_6 = \{-1,-2,-4\}, \quad z_6 = 0$$

$$T_6^2 = T_6^1 \setminus B_6 = \{3\}$$

$$Test\ 3: \quad C_6 = \left\{ i \in M \middle| s_i^6 < 0; \sum_{j \in T_4^2} \min(a_{ij}, 0) > s_i^6 \right\} = \{1\}$$

$\Rightarrow$ *krok* 5^0 .... *Spätný chod*

							s^0	s^1	s^2	s^3	s^4	s^5	s^6
$-2x_1 - 4x_2$	$-2x_4$	$+s_1$					$=-4$	-2	0	-2	-4	0	-4
$-x_1 - 3x_2 + 4y_3 + 3x_4$			$+s_2$				$=2$	3	0	3	2	5	2
$-2x_1 + x_2 - 4y_3 - x_4$				$+s_3$			$=-1$	1	2	1	-1	-2	-1
$2x_1 + 4x_2$	$+2x_4$				$+s_4$		$=4$	2	0	2	4	0	4

Bivalentné programovanie

		s^0	s^1	s^2	s^3	s^4	s^5	s^6
$-2x_1-4x_2 \quad -2x_4 + s_1$	$=-4$	-2	0	-2	-4	0	-4
$-x_1-3x_2+4y_3+3x_4 \quad + s_2$	$=2$	3	0	3	2	5	2
$-2x_1+x_2-4y_3-x_4 \quad + s_3$	$=-1$	1	2	1	-1	-2	-1
$2x_1+4x_2 \quad +2x_4 \quad + s_4$	$=4$	2	0	2	4	0	4

Krok 5^0 – Spätný chod – NEEXISTUJE !!!

$$z_H = 6 \neq \infty \quad \Rightarrow stop \;\; OR$$

$$J_6 = \{-1,-2,-4\} = \theta$$

$$J^* = J_2 = \{1,4\},$$

$$\mathbf{x}^* = (x_1 \quad x_2 \quad y_3 \quad x_4) = (1 \quad 0 \quad 0 \quad 1)$$

pôvodné OR

$$\mathbf{x}^* = (x_1 \quad x_2 \quad x_3 \quad x_4) = (1 \quad 0 \quad 1 \quad 1)$$

$$f(\mathbf{x}^*) = 3$$