

Laboratorio di Ricerca Operativa

G. Liuzzi¹

Venerdì 27 Marzo 2020

¹Istituto di Analisi dei Sistemi ed Informatica IASI - CNR

Localizzazione degli impianti

Una impresa di distribuzione e vendita deve stabilire dove posizionare i propri magazzini in modo da poter efficientemente rifornire i propri centri di vendita dislocati nelle città di: NYC, LA, CHG, HOU.

I magazzini possono essere costruiti nelle città di: Harlingen, Memphis, Ashland.

In tabella è riportato per ogni posizione w , il costo per servire ciascun centro di vendita c : $d_{w,c}$

w/c	NYC	LA	CHG	HOU
Harlingen	1956	1606	1410	330
Memphis	1096	1792	531	567
Ashland	485	2322	324	1236



Formulazione matematica

Var. di decisione:

$$y_w = \begin{cases} 1 & \text{se attivo magaz. in pos. } w \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

$$x_{w,c} = \text{frazione della richiesta di } c \text{ servita da magaz. } w$$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_{w \in W, c \in C} d_{w,c} x_{w,c}$$

Vincoli:

- ogni c deve essere rifornito per intero: $\sum_{w \in W} x_{w,c} = 1, \forall c \in C$
- ogni c può essere rifornito solo da w attivi: $x_{w,c} \leq y_w, \forall c \in C, w \in W$
- $0 \leq x_{w,c} \leq 1, y_w \in \{0, 1\}$

Il problema del pasto a costo minimo

Per una nota catena di "fast food" è data la seguente tabella di valori nutritivi e costi di alcuni elementi del menu

	Cal	Carbo	Protein	VitA	VitC	Calc	Iron	cost
Quarter Pounder w Cheese	510	34	28	15	6	30	20	1.84
McLean Deluxe w Cheese	370	35	24	15	10	20	20	2.19
McDouble	390	33	22	6	2	20	20	1.1
Double Cheesburger	440	34	25	10	2	25	20	1.3
Big Mac	500	42	25	6	2	25	20	1.84
Big N' Tasty	460	37	24	6	8	15	25	1.9
Filet-O-Fish	370	38	14	2	0	15	10	1.44
McGrilled Chicken	400	42	31	8	15	15	8	2.29
Fries, small	220	29	3	0	8	2	4	0.77
Fries, medium	380	48	4	0	15	2	6	0.8
Sausage McMuffin	345	27	15	4	0	20	15	1.29
Chick McNug4	190	11	10	0	2	0	4	1
1% Lowfat Milk	110	12	9	10	4	30	0	0.6
Orange Juice	80	20	1	2	120	2	2	0.72

Il problema del pasto a costo minimo

Selezionare il pasto giornaliero a costo minimo sapendo che si vogliono assumere le seguenti quantità minime e massime dei vari elementi nutritivi

NUTR	Rmin	Rmax
Cal	2000	.
Carbo	350	375
Protein	55	.
VitA	100	.
VitC	100	.
Calc	100	.
Iron	100	.

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_i \equiv$ q.tà di i -esimo "cibo" acquistato, $x_i \geq 0$, $x_i \in \mathbb{N}$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{cost}_i \cdot x_i$$

Vincoli:

$$Rmin_j \leq \sum_i C_{i,j} \cdot x_i \leq Rmax_j, \quad \forall j$$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_i \equiv$ q.tà di i -esimo "cibo" acquistato, $x_i \geq 0$, $x_i \in \mathbb{N}$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{cost}_i \cdot x_i$$

Vincoli:

$$Rmin_j \leq \sum_i C_{i,j} \cdot x_i \leq Rmax_j, \quad \forall j$$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_i \equiv$ q.tà di i -esimo "cibo" acquistato, $x_i \geq 0$, $x_i \in \mathbb{N}$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{cost}_i \cdot x_i$$

Vincoli:

$$Rmin_j \leq \sum_i C_{i,j} \cdot x_i \leq Rmax_j, \quad \forall j$$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_i \equiv$ q.tà di i -esimo "cibo" acquistato, $x_i \geq 0$, $x_i \in \mathbb{N}$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{cost}_i \cdot x_i$$

Vincoli:

$$Rmin_j \leq \sum_i C_{i,j} \cdot x_i \leq Rmax_j, \quad \forall j$$

Produzione di Carburanti

Una raffineria produce (giornalmente) **due** tipi di carburante con le caratteristiche riportate in tabella

Tipo	prezzo	min ottani	RVP _{min}	RVP _{max}	max benzene
Regular	2.75	87	0.0	29.52	1.1
Premium	2.85	91	0.0	29.52	1.1

La produzione è ottenuta miscelando opportunamente i **sette** (semi) raffinati di cui si dispone:

	RVP	benzene	cost	avail	octane
Butane	146.38	0.00	0.85	30000.0	92.50
LSR	20.49	0.73	2.05	35000.0	77.00
Isomerate	25.88	0.00	2.20	7000.0	82.05
Reformate	4.28	1.85	2.80	60000.0	94.10
Reformate LB	3.62	0.12	2.75	7000.0	88.85
FCC Naphtha	1.52	1.06	2.60	70000.0	84.60
Alkylate	6.74	0.00	2.75	40000.0	96.60

Determinare il piano di produzione che massimizza il profitto (giornaliero)

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$

Formulazione matematica

Var. di decisione:

$x_{i,j} \equiv$ q.tà di i -esimo raffinato per il prod. j , $x_{i,j} \geq 0$, $\sum_j x_{i,j} \leq DISP_i$

Fun. obiettivo:

$$\text{costo} = \sum_i \text{prezzo}_i \sum_j x_{i,j} - \sum_j \text{cost}_j \sum_i x_{i,j}$$

Vincoli:

- (min ottani Reg): $92.5x_{1,1} + 77x_{2,1} + \dots + 96.6x_{7,1} \geq 87 \sum_i x_{i,1}$
- (min ottani Pre): $92.5x_{1,2} + 77x_{2,2} + \dots + 96.6x_{7,2} \geq 91 \sum_i x_{i,2}$
- (max benzene Reg): $0x_{1,1} + 0.73x_{2,1} + \dots + 0x_{7,1} \leq 1.1 \sum_i x_{i,1}$
- (max benzene Pre): $0x_{1,2} + 0.73x_{2,2} + \dots + 0x_{7,2} \leq 1.1 \sum_i x_{i,2}$
- (min RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \geq 0$
- (min RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \geq 0$
- (max RVP Reg): $146.38x_{1,1} + 20.49x_{2,1} + \dots + 6.74x_{7,1} \leq 29.52 \sum_i x_{i,1}$
- (max RVP pre): $146.38x_{1,2} + 20.49x_{2,2} + \dots + 6.74x_{7,2} \leq 29.52 \sum_i x_{i,2}$