

Inlämning 1 datorlaboration 2

Namn: Anders Lorén

Personnummer: 19840102-5534

Laborationsgrupp: 38

GitHub: <https://github.com/andersloren/operationsanalys-vt24/tree/master/datorlaboration-2>

Uppgift 1

Kod

```
X1 >= 0;
X2 >= 0;
X3 >= 0;
X4 >= 0;

[Supply_color_A] 4*X1 + 3*X2 + 2*X3 + 3*X4 <= 200;
[Supply_color_B] 2*X1 + 3*X2 + 3*X3 + 2*X4 <= 180;
[Machine_time_1] 20*X1 + 18*X2 + 19*X3 + 21*X4 <= 1300;
[Machine_time_2] 17*X1 + 15*X2 + 20*X3 + 18*X4 <= 1100;
[Production_demand] X3 >= 14;

[Objective_Function] MAX = 320*X1 + 290*X2 + 170*X3 + 260*X4;
```

Känslighetsanalys

Variable	Value	Reduced Cost
X1	10.00000	0.000000
X2	36.66667	0.000000
X3	10.00000	0.000000
X4	10.00000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	10.00000	0.000000
2	36.66667	0.000000
3	10.00000	0.000000
4	10.00000	0.000000
SUPPLY_COLOR_A	0.000000	60.74074

Row	Slack or Surplus	Dual Price
SUPPLY_COLOR_B	0.000000	32.22222
MACHINE_TIME_1	40.00000	0.000000
MACHINE_TIME_2	0.000000	0.7407407
PRODUCTION_DEMAND	0.000000	-62.96296
OBJECTIVE_FUNCTION	18133.33	1.000000

Ranges

Objective Coefficient Ranges:

Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
X1	320.0000	6.666667	68.33333
X2	290.0000	10.00000	41.42857
X3	170.0000	62.96296	INFINITY
X4	260.0000	78.09524	3.333333

Righthand Side Ranges:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
2	0.000000	36.66667	INFINITY
3	0.000000	10.00000	INFINITY
4	0.000000	10.00000	INFINITY
SUPPLY_COLOR_A	200.0000	12.85714	11.25000
SUPPLY_COLOR_B	180.0000	30.00000	47.14286
MACHINE_TIME_1	1300.000	INFINITY	40.00000
MACHINE_TIME_2	1100.000	36.00000	45.00000
PRODUCTION_DEMAND	10.00000	5.294118	6.923077
1	0.000000	10.00000	INFINITY

Frågor

a)

Företaget får erbjudande om att köpa in mer färg. Två alternativ erbjuds:

- Alternativ 1: Maximalt 10 liter av färg A till priset 25 kronor/liter.
- Alternativ 2: Maximalt 10 liter av färg B till priset 10 kronor/liter.

Vilket alternativt är mest fördelaktigt?

Svar:

Högsta tillåtna höjning av restriktionen för färg A är 11.25 utan att skuggpriset ändras.

Vi kan därför ta DUAL PRICE för SUPPLY_COLOR_A minus med kostnaden per liter av extrafärgen och sedan multiplicera differensen med antal liter extrafärg. Med svaret avrundat till en decimal ger detta:

$$(60.74074 - 25) * 10 = 357.4$$

Högsta tillåtna höjning av restriktionen för färg B är 11.25 utan att skuggpriset ändras.

Motsvarande uträkning för andra alternativet blir:

$$(32.22222 - 10) * 10 = 222.2$$

Alternativ 1 är alltså det bästa alternativet.

b)

Finns det tid över i någon av maskinerna?

Svar:

Maskin 1 har 40 minuter SLACK efter att produktionen är klar.

c)

Tolka skuggpriset i produktionskravvillkoret. Vad kan du dra för slutsatser om produktionskravet på produkt 3 ökar med 4 respektive 8 enheter?

Svar:

PRODUCTION_DEMAND har en tillåten höjning med 5.294118. Alltså kan vi öka restriktionen med 4 utan att DUAL PRICE ändras, vilket är -62.96296.

Från målfunktionens värde subtraherar vi produkten av DUAL PRICE och 4:

$$18133.33 - 4 * (-62.96296) = 17881.48$$

Produktionskravets ökning med 8 går utanför den högsta tillåtna ökningen. Vi vet alltså inte säkert hur mycket ökningen kommer att påverka målfunktionens värde.

Min tolkning av övningsboken är att skuggpriset bara kan röra sig mot 0 ju högre produktionskravet ökar. Alltså hamnar den totala reducerade vinsten någonstans mellan högsta tillåtna ökning multiplicerat med DUAL PRICE och 8 multiplicerat med DUAL PRICE:

$$5.294118 * (-62.96296) = -333.33$$

$$8 * -62.96296 = -503.7$$

d)

Antag att täckningsbidraget för produkt 3 ändras från 170 till 100 kronor. Hur förändras optimallösningen?

Svar:

Eftersom REDUCED COST för produkt 3 är oändlig så kan täckningsbidraget sänkas oändligt lågt utan att optimallösningen ändras. Anledningen till att 10 enheter av produkt 3 tillverkas är för att det femte bivillkoret kräver så.

e)

Hur mycket tjänar företaget på att öka maskinkapaciteten i maskin 1 med 100 minuter?

Svar:

Företaget tjänar ingenting på detta då det redan finns 40 minuter SLACK på maskin 1.

Uppgift 2

Kod

```
! Laboration 2, Förberedande uppgift 2
```

```
Xij = antal ton från i till j
```

```
i = A, B, C, D, E
```

```
j = D, E, F, G, H
```

```
! Beslutsvariabler;
```

```
[CITY_A_FACILITY_D] XAD >= 0;
```

```
[CITY_A_FACILITY_E] XAE >= 0;
```

```
[CITY_B_FACILITY_D] XBD >= 0;
```

```
[CITY_B_FACILITY_E] XBE >= 0;
```

```
[CITY_C_FACILITY_D] XCD >= 0;
```

```
[CITY_C_FACILITY_E] XCE >= 0;
```

```
[FACILITY_D_STATION_F] XDF >= 0;
```

```
[FACILITY_D_STATION_G] XDG >= 0;
```

```
[FACILITY_D_STATION_H] XDH >= 0;
```

```
[FACILITY_E_STATION_F] XEF >= 0;
```

```
[FACILITY_E_STATION_G] XEG >= 0;
```

```
[FACILITY_E_STATION_H] XEH >= 0;
```

```
! Bivillkor;
```

```
[CITY_A_WASTE] XAD + XAE = 500;
```

```
[CITY_B_WASTE] XBD + XBE = 400;
```

```
[CITY_C_WASTE] XCD + XCE = 300;
```

```
[FACILITY_D_CAPACITY] XAD + XBD + XCD <= 700;
[FACILITY_E_CAPACITY] XAE + XBE + XCE <= 700;

[FACILITY_D_TOTAL_WASTE_TO_DROSS] 0.2*(XAD + XBD + XCD) = XDF + XDG + XDH;
[FACILITY_E_TOTAL_WASTE_TO_DROSS] 0.2*(XAE + XBE + XCE) = XEF + XEG + XEH;

[STATION_F_CAPACITY] XDF + XEF <= 100;
[STATION_G_CAPACITY] XDG + XEG <= 100;
[STATION_H_CAPACITY] XDH + XEH <= 150;

! Målfunktion;

Z1 >= 0;
Z2 >= 0;
Z3 >= 0;
Z4 >= 0;
Z5 >= 0;
Z6 >= 0;

[TRANSPORT_COST_CITY_A_FACILITY_D_E] Z1 = 150*(7*XAD + 1*XAE);
[TRANSPORT_COST_CITY_B_FACILITY_D_E] Z2 = 150*(8*XBD + 9*XBE);
[TRANSPORT_COST_CITY_C_FACILITY_D_E] Z3 = 150*(10*XCD + 11*XCE);

[TRANSPORT_COST_FACILITY_D_STATION_F_G_H] Z4 = 160*(1*XDF + 2*XDG + 3*XDH);
[TRANSPORT_COST_FACILITY_E_STATION_F_G_H] Z5 = 160*(4*XEF + 8*XEG + 2*XEH);

[COMBUSTION_COSTS_FACILITY_D] Z6 = 320*(XAD + XBD + XCD);
[COMBUSTION_COSTS_FACILITY_E] Z7 = 240*(XAD + XBD + XCD);

MIN = Z1 + Z2 + Z3 + Z4 + Z5 + Z6;
```

Känslighetsanalys

Variable	Value	Reduced Cost
XAD	0.000000	1050.000
XAE	500.0000	0.000000
XBD	400.0000	0.000000
XBE	0.000000	0.000000
XCD	100.0000	0.000000
XCE	200.0000	0.000000
XDF	100.0000	0.000000
XDG	0.000000	160.0000
XDH	0.000000	320.0000
XEF	0.000000	320.0000

Variable	Value	Reduced Cost
XEG	0.000000	960.0000
XEH	140.0000	0.000000
Z1	75000.00	0.000000
Z2	480000.0	0.000000
Z3	480000.0	0.000000
Z4	16000.00	0.000000
Z5	44800.00	0.000000
Z6	160000.0	0.000000
Z7	120000.0	0.000000

Ranges

Row	Slack or Surplus	Dual Price
CITY_A_FACILITY_D	0.000000	0.000000
CITY_A_FACILITY_E	500.0000	0.000000
CITY_B_FACILITY_D	400.0000	0.000000
CITY_B_FACILITY_E	0.000000	0.000000
CITY_C_FACILITY_D	100.0000	0.000000
CITY_C_FACILITY_E	200.0000	0.000000
FACILITY_D_STATION_F	100.0000	0.000000
FACILITY_D_STATION_G	0.000000	0.000000
FACILITY_D_STATION_H	0.000000	0.000000
FACILITY_E_STATION_F	0.000000	0.000000
FACILITY_E_STATION_G	0.000000	0.000000
FACILITY_E_STATION_H	140.0000	0.000000
CITY_A_WASTE	0.000000	-352.0000
CITY_B_WASTE	0.000000	-1552.000
CITY_C_WASTE	0.000000	-1852.000
FACILITY_D_CAPACITY	200.0000	0.000000
FACILITY_E_CAPACITY	0.000000	138.0000
FACILITY_D_TOTAL_WASTE_TO_DROSS	0.000000	160.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price	
FACILITY_E_TOTAL_WASTE_TO_DROSS	0.000000	320.0000	
STATION_F_CAPACITY	0.000000	0.000000	
STATION_G_CAPACITY	100.0000	0.000000	
STATION_H_CAPACITY	10.00000	0.000000	
23	75000.00	0.000000	
24	480000.0	0.000000	
25	480000.0	0.000000	
26	16000.00	0.000000	
27	44800.00	0.000000	
28	160000.0	0.000000	
TRANSPORT_COST_CITY_A_FACILITY_D_E	0.000000	-1.000000	
TRANSPORT_COST_CITY_B_FACILITY_D_E	0.000000	-1.000000	
TRANSPORT_COST_CITY_C_FACILITY_D_E	0.000000	-1.000000	
TRANSPORT_COST_FACILITY_D_STATION_F_G_H	0.000000	-1.000000	
TRANSPORT_COST_FACILITY_E_STATION_F_G_H	0.000000	-1.000000	
COMBUSTION_COSTS_FACILITY_D	0.000000	-1.000000	
COMBUSTION_COSTS_FACILITY_E	0.000000	0.000000	
36	1255800.	-1.000000	
Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
XAD	0.000000	INFINITY	1050.000
XAE	0.000000	1050.000	INFINITY
XBD	0.000000	0.000000	INFINITY
XBE	0.000000	INFINITY	0.000000
XCD	0.000000	1050.000	0.000000
XCE	0.000000	0.000000	1050.000
XDF	0.000000	160.0000	690.0000
XDG	0.000000	INFINITY	160.0000
XDH	0.000000	INFINITY	320.0000
XEF	0.000000	INFINITY	320.0000
XEG	0.000000	INFINITY	960.0000

Variable	Current Coefficient	Allowable Increase	Allowable Decrease
XEH	0.000000	320.0000	INFINITY
Z1	1.000000	INFINITY	1.166667
Z2	1.000000	INFINITY	0.000000
Z3	1.000000	0.000000	7.000000
Z4	1.000000	INFINITY	1.000000
Z5	1.000000	2.156250	1.000000
Z6	1.000000	INFINITY	0.4312500
Z7	0.000000	INFINITY	0.5750000

Righthand Side Ranges:

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
CITY_A_FACILITY_E	0.000000	500.0000	INFINITY
CITY_B_FACILITY_D	0.000000	400.0000	INFINITY
CITY_B_FACILITY_E	0.000000	0.000000	INFINITY
CITY_C_FACILITY_D	0.000000	100.0000	INFINITY
CITY_C_FACILITY_E	0.000000	200.0000	INFINITY
FACILITY_D_STATION_F	0.000000	100.0000	INFINITY
FACILITY_D_STATION_G	0.000000	0.000000	INFINITY
FACILITY_D_STATION_H	0.000000	0.000000	INFINITY
FACILITY_E_STATION_F	0.000000	0.000000	INFINITY
FACILITY_E_STATION_G	0.000000	0.000000	INFINITY
FACILITY_E_STATION_H	0.000000	140.0000	INFINITY
CITY_A_WASTE	500.0000	0.000000	100.0000
CITY_B_WASTE	400.0000	0.000000	400.0000
CITY_C_WASTE	300.0000	0.000000	100.0000
FACILITY_D_CAPACITY	700.0000	INFINITY	200.0000
FACILITY_E_CAPACITY	700.0000	50.00000	0.000000
FACILITY_D_TOTAL_WASTE_TO_DR	0.000000	100.0000	0.000000
FACILITY_E_TOTAL_WASTE_TO_DR	0.000000	140.0000	10.00000
STATION_F_CAPACITY	100.0000	INFINITY	0.000000

Row	Current RHS	Allowable Increase	Allowable Decrease
STATION_G_CAPACITY	100.0000	INFINITY	100.0000
STATION_H_CAPACITY	150.0000	INFINITY	10.00000
23	0.000000	75000.00	INFINITY
24	0.000000	480000.0	INFINITY
25	0.000000	480000.0	INFINITY
26	0.000000	16000.00	INFINITY
27	0.000000	44800.00	INFINITY
28	0.000000	160000.0	INFINITY
TRANSPORT_COST_CITY_A_FACILI	0.000000	INFINITY	75000.00
TRANSPORT_COST_CITY_B_FACILI	0.000000	INFINITY	480000.0
TRANSPORT_COST_CITY_C_FACILI	0.000000	INFINITY	480000.0
TRANSPORT_COST_FACILITY_D_ST	0.000000	INFINITY	16000.00
TRANSPORT_COST_FACILITY_E_ST	0.000000	INFINITY	44800.00
COMBUSTION_COSTS_FACILITY_D	0.000000	INFINITY	160000.0
COMBUSTION_COSTS_FACILITY_E	0.000000	INFINITY	120000.0
CITY_A_FACILITY_D	0.000000	0.000000	INFINITY

Analys

Värt att notera är att stad C skickar sitt avfall till två anläggningar.