3. FEJEZET

3.1 Alfejezet

1. max $z = 30x_1 + 100x_2$

   f.h. $x_1 + x_2 \le 7$ (földterületi korlát)

   $4x_1 + 10x_2 \le 40$ (munkaerő korlát)

   $10x_1 \ge 30$ (kormányzati előírás)

   $x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0$

2a. Nincs, a kormányzati előírás nem teljesül.

2b. Nincs; a munkarő korlát nem teljesül.

2c. Nincs, $x_2 \ge 0$ nem teljesül

2d. Igen,minden feltétel,s az előjelfeltételek is teljesülnek.

3. 1 mázsa kukoricához 1/10 hektár föld és 4/10 óra munka, míg 1 mázsa búzához 1/25 hektár föld és 10/25 óra munka szükséges. Ez a következő feladathoz vezet:

max $z = 3x_1 + 4x_2$

feltéve,hogy

$x_1/10 + x_2/25 \le 7$ (földterület korlát)

$4x_1/10 + 10x_2/25 \le 40$ (munkaerő korlát)

$x_1 \ge 30$ (kormányzati előírás)

$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0$

4. x_1 = Az 1.típusú teherautóból készített napi darabszám

   x_2 = A 2. típusú teherautóból készített napi darabszám

A profitot 100 dollár egységben mérve a következő megfogalmazást kapjuk:

max $z = 3x_1 + 5x_2$

feltéve, hogy $x_1/800+x_2/700 \le 1$ (Festési kapacitáskorlát)

$x_1/1500 + x_2/1200 \le 1$ (Összeszerelési korlát)

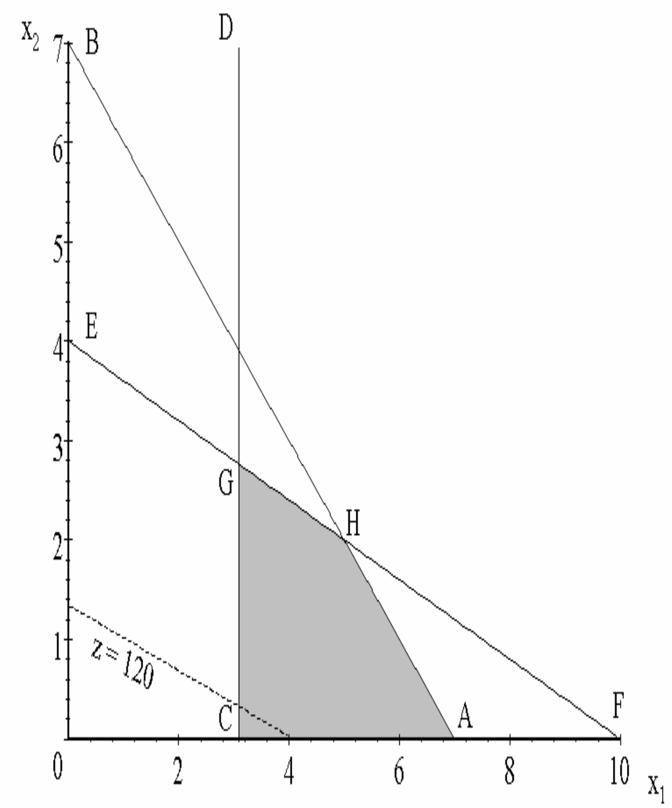
$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0$

5. Ha vannak > és/vagy < korlátok, akkor lehet, hogy egy feladatnak nincs optimális megoldása.
Tekintsük a max $z = x$ feltéve,hogy $x<1$ feladatot.
Világos, hogy ennek a feladatnak nincs optimális megoldása (az 1-nél - határozottan – kisebb számok között nincs legnagyobb!).

3.2 Alfejezet

1. EF a $4x_1 + 10x_2 = 40$ egyenlet, CD az $x_1 = 3$, és AB az $x_1 + x_2 = 7$ egyenlet képét adó egyenes. A lehetséges tartományt az ACGH adja. A pontozott vonal a célfüggvény $30x_1 + 100x_2 = 120$ egyenlőség által megadott szintvonalegyenese. A G pont

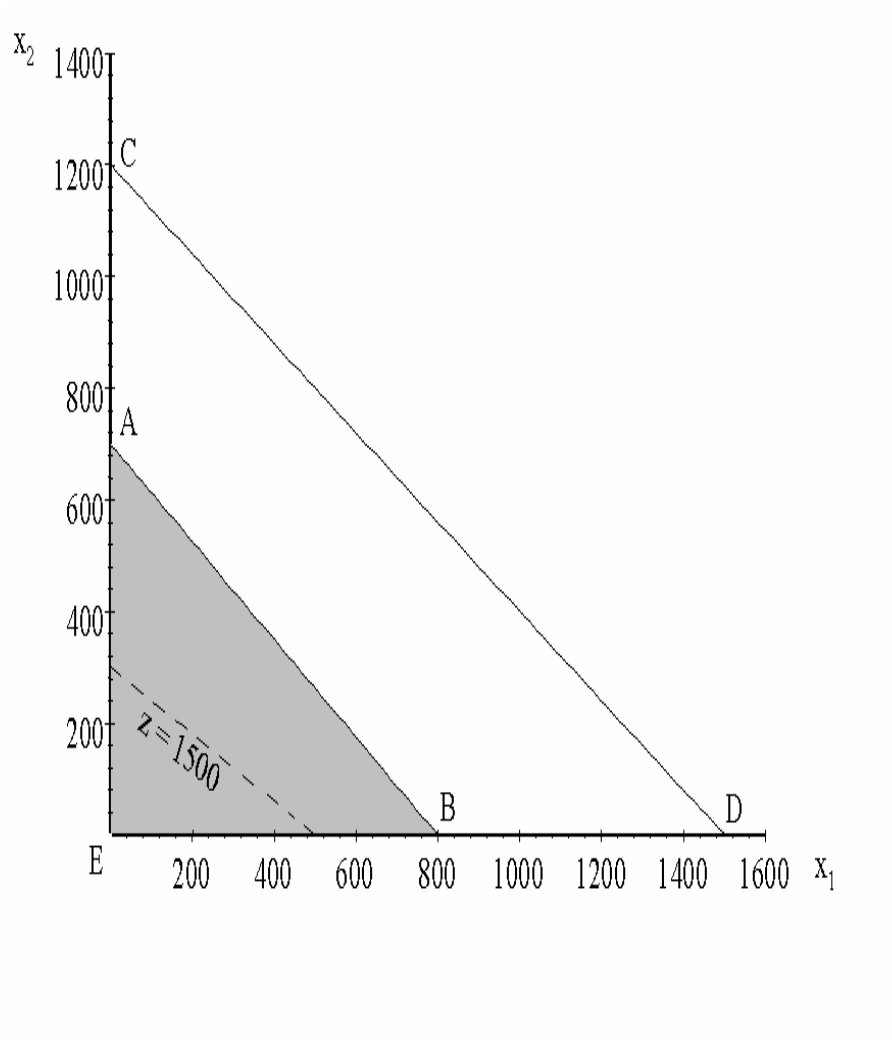
optimális. G-ben a $10x_1 \geq 30$ és $4x_1 + 10x_2 \leq 40$ feltételek aktívak. Így az optimális megoldásban $x_1 = 3$, $x_2 = 2.8$ és $z = 30(3) + 100(2.8) = 370$.



2. AB az $x_1/800 + x_2/700 = 1$ CD pedig az $x_1/1500 + x_2/1200 = 1$ egyenlethez tartozó egyenes.

A lehetséges tartományt az ABE adja meg. A pontozott vonal a $z = 3x_1 + 5x_2 = 1500$ képe. A célfüggvény szintvonalegyenesét felfelé és jobbra mozgatva az optimális megoldás ott lesz, ahol az $x_1 \geq 0$ és a festési kapacitáskorlát feltétele aktívak.

Így az $x_1 = 0$, $x_2 = 700$, $z = 3500$ (százas egységekben számolva) az optimális megoldást adja.



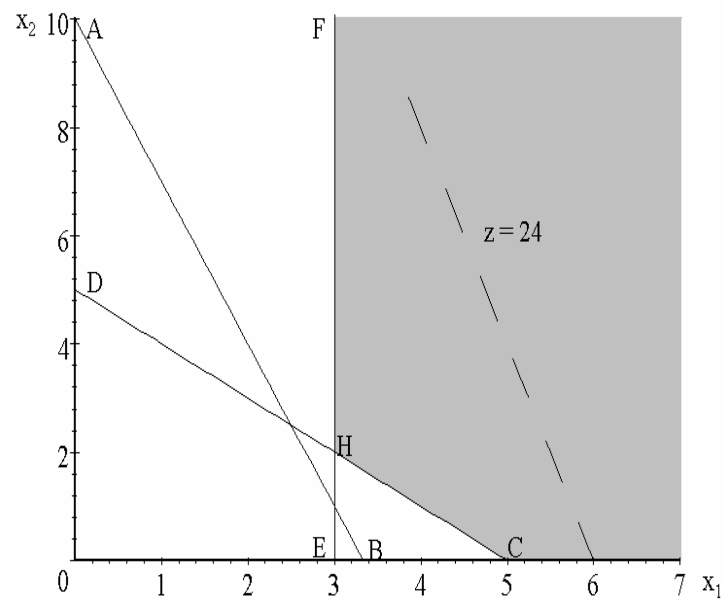
3. x_1 = az 1. eljárás működtetési óráinak száma
   x_2 = ugyanez a 2. eljárásra.
   Ekkor az adódó LP feladat a következő:

$$\min z = 4x_1 + x_2$$

feltéve,hogy

$$3x_1 + x_2 \geq 10 \quad \text{(A feltétel)}$$
$$x_1 + x_2 \geq 5 \quad \text{(B feltétel)}$$
$$x_1 \geq 3 \quad \text{(C feltétel)}$$
$$x_1\ x_2 \geq 0$$

AB a $3x_1 + x_2 = 10$, CD az $x_1 + x_2 = 5$, EF az $x_1 = 3$ egyenes. A lehetséges tartomány be van sötétítve.
A pontozott vonal a költségfüggvény $4x_1 + x_2 = 24$ szintvonalegyenese.Ezt balra lefelé mozgatva látjuk, hogy H (ahol a B és C feltételek egyenesei metszik egymást) az optimális pont. Így az LP optimális megoldása $x_1 = 3$, $x_2 = 2$, $z = 4(3) + 2 = \$14$.



4a. x_1 –t növelni, x_2 –t pedig csökkenteni akarjuk, így lefelé és jobbra mozdulunk el.

4b. x_1 –t csökkenteni és x_2 –t növelni akarjuk, így felfelé és balra mozdulunk.

4c. x_1 –t és x_2 –t is csökkenteni akarjuk, s így balra és lefelé mozdulunk el.smaller

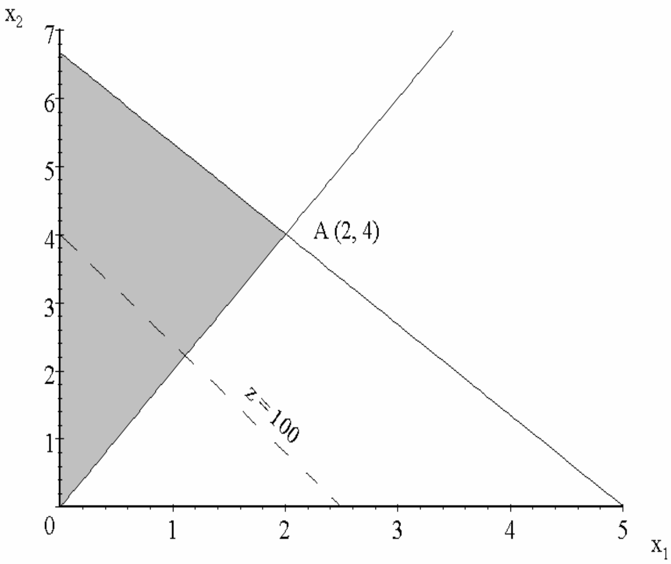
5. Legyen x_1 = gyártott íróasztalaok, x_2 = gyártott székek száma. Az LP megfogalmazás a következő:

$$\max z = 40x_1 + 25x_2$$

feltéve, hogy

$$-2x_1 + x_2 \geq 0$$
$$4x_1 + 3x_2 \leq 20$$
$$x_1,\ x_2 \geq 0$$

Grafikusan megkapjuk az optimális megoldást: $x_1 = 2$, $x_2 = 4$ és $z = 180$.



6. Legyen W = a búzával beültetett terület és C = a kukoricával beültetett terület hektárban. Ekkor az adódó LP feladat:

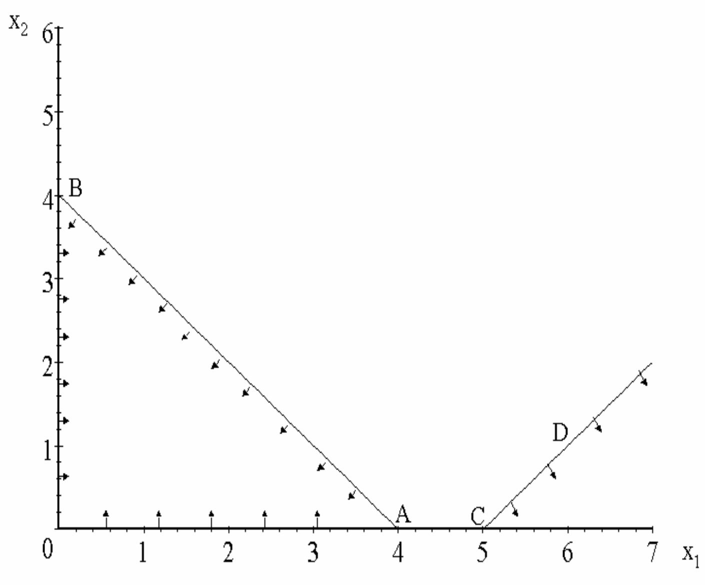
$$\max = 200W + 300C$$

feltéve,hogy
$$W + C \le 45 \text{ (terület)}$$
$$3W + 2C \le 100 \text{ (munkások száma)}$$
$$2W + 4C \le 120 \text{ (műtrágya)}$$
$$W, C \ge 0$$

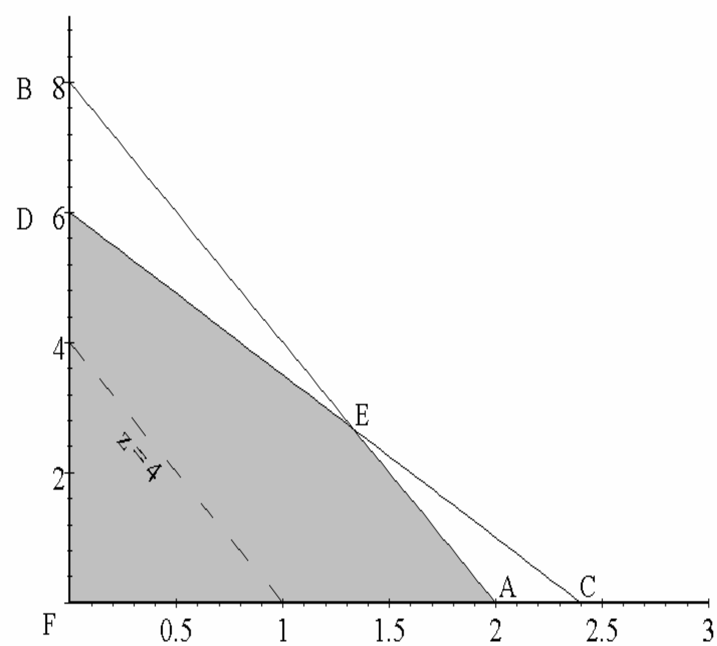
Grafikusan megoldva ezt a feladatot, azt kapjuk, hogy az optimális megoldás: z = \$10,000, W = C = 20 hektár.

3.3 Alfejezet

1. AB az $x_1 + x_2 = 4$, CD pedig az $x_1 - x_2 = 5$ egyenes. Az ábrából látjuk, hogy nincs lehetséges megoldás(3. eset).



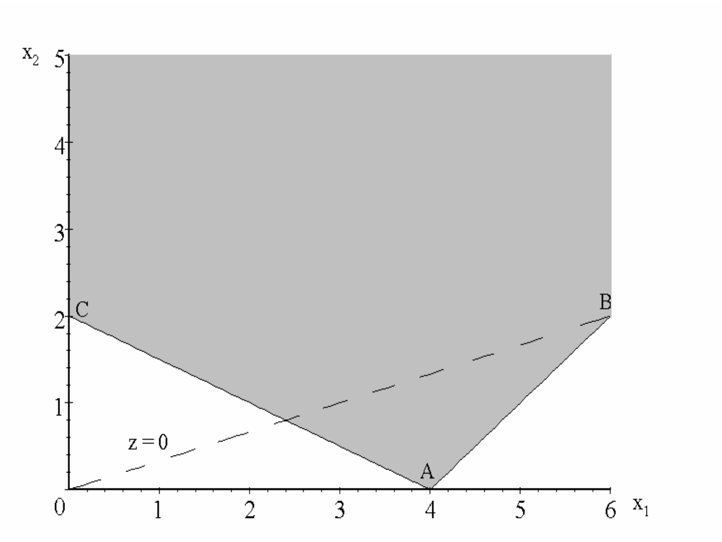
2. AB a $8x_1 + 2x_2 = 16$, CD az $5x_1 + 2x_2 = 12$ egyenes. A szaggatott vonal



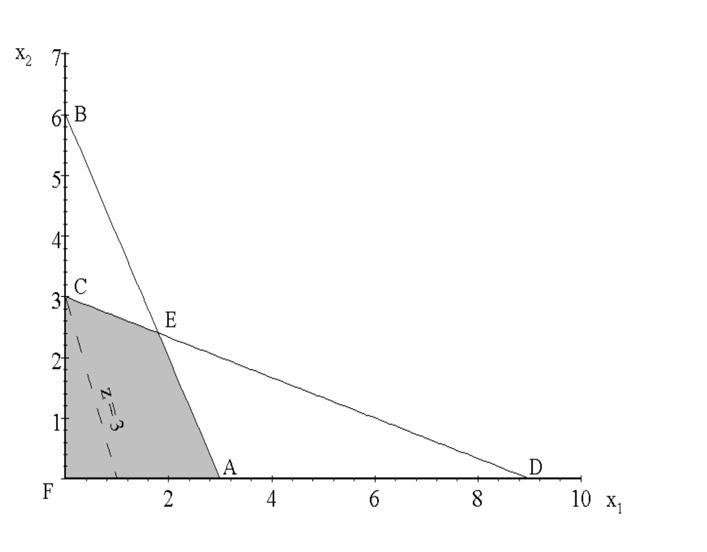
pedig $z = 4x_1 + x_2 = 4$. A lehetséges tartományt az AEDF adja. Mivel a célfüggvény szintvonalegyenese párhuzamos AE-val,azért az egész AE vonalszakasz optimális. Így vannak alternatív optimális megoldásaink is.

3. AB az $x_1 - x_2 = 4$, AC pedig az $x_1 + 2x_2 = 4$ egyenes. A

lehetséges megoldástartományt az AC szakasz és az AB félegyenes határolják. A szaggatott vonal a z = 0 szintvonalegyenes. A z növeléséhez a szintvonalegyenest balra felfelé önmagával párhuzamosan mozgatjuk el. Ez esetben sohasem hagyjuk el a lehetséges tartományt, így feladatunk egy nemkorlátos LP feladat(4. eset).



4. AB a $2x_1 + x_2 = 6$, CD pedig az $x_1 + 3x_2 = 9$ egyenes. A lehetséges tartományt AECF adja. A szaggatott vonal $3 = 3x_1 + x_2$. Jobbra felfelé mozgatva (önmagával párhuzamosan)a célfüggvény szintvonalegyenesét kapjuk, hogy az A pont optimális. A az a pont, ahol a $2x_1 + x_2 \le 6$ és $x_2 \ge 0$ korlátfeltételek aktívak.
Így E-re $2x_1 + x_2 = 6$ és $x_2 = 0$. Az LP-re optimális megoldás lesz: $x_1 = 3$, $x_2 = 0$, $z = 9$.



5. Igaz. Ha a lehetséges tartomány korlátos, akkor a szintvonalegyenes önmagával párhuzamos mozgatásával végül is elhagyjuk a lehetséges tartományt.Így, ha a lehetséges tartomány korlátos, akkor az Lp feladat nem lehet nemkorlátos..

6. Hamis. Ennek alátámasztásához gondoljunk a 3.2 részben szereplő, Dorian autókereskedővel kapcsolatos példára.

7. Ha egy LP lehetséges tartománya korlátos, akkor van legalább egy optimális extremális pontja. Így, ha egy LP-nek van optimális pontja, akkor egy optimális megoldás megtalálásához elegendő az LP extremális pontjaival foglalkoznunk.

8. Az LP-nek nincs lehetséges megoldása, mert egyetlen pont sem elégíti ki a két utolsó feltételt.

9. Az optimális z-érték 45. A (10, 3) és (15, 0) csúcs-pontok optimálisak (ahogy az őket összekötő szakasz többi pontja is).

10. Legyen x1 = vásárolt dollárösszeg (cserébe frankért) és x2 = vásárolt frankösszeg (cserébe dollárért). Ekkor a következő feladatot kell megoldanunk:

$$\max z = x1 - 0.25x2$$

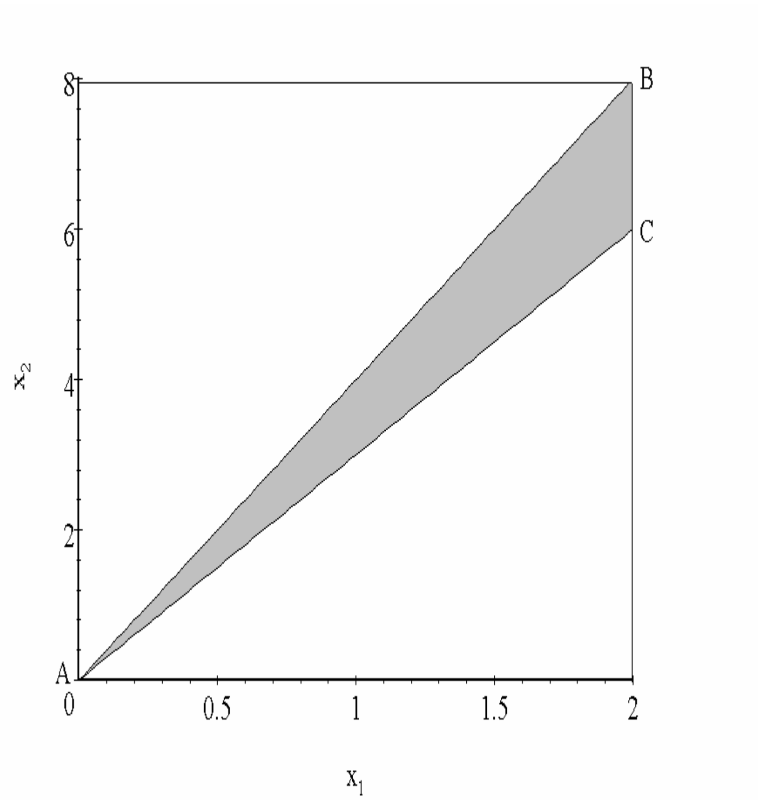
feltéve,hogy

$$x1 - 0.25x2 \geq 0 \text{ (dollár korlát)}$$

$$-3x1 + x2 \geq 0 \text{ (frank korlát)}$$

$$x1,\ x2 \geq 0$$

A rajzon az LP megengedett tartománya az AB és AC szakaszok által megadott vonalak közé esik. A célfüggvény szintvonalai párhuzamosak AB-vel. Ezek lefelé és jobbra mozgatásával növelhetjük z-t. Mivel AB meredeksége nagyobb, mint AC-é,egy nemkorlátos LP feladattal van dolgunk.Ez a pénzváltási arány Franciaország-USA piacon levő inkonzisztenciájának tudható be. Természetesen a valutapiacokon egy ilyen inkonzisztencia gyorsan kiküszöbölődik, mielőtt még végtelenül sokat lehetne keresni rajta!



3.4 Alfejezet

1. Legyen i = 1, 2, 3 esetén x_i = az i-edik üzem feldolgozott szennyező anyaga tonnában kifejezve.
Ekkor az adódó LP feladat a következő:

$$\min z = 15x_1 + 10x_2 + 20x_3$$

feltéve,hogy $0.10x_1 + 0.20x_2 + 0.40x_3 \geq 30$ (1.szenny.a.)

$0.45x_1 + 0.25x_2 + 0.30x_3 \geq 40$ (2.szenny.a.)

$x_1 \geq 0, x_2 \geq 0, x_3 \geq 0$

Nem egyértelmű,hogy a feldolgozási költség arányos-e a feldolgozott hulladék mennyiségével. Például 10 tonna hulladék feldolgozása valószínüleg nem kerül 10-szer annyiba, mint 1 tonnáé. Az oszthatóság és bizonyosság kritériumait külön kikötni ésszerűnek látszik ebben a példában.

2. Legyen x_1 = billentyűk száma az 1-es forrásból
x_2 = billentyűk száma az 2-es forrásból
x_3 = billentyűk száma a 3-as forrásból

Ekkor egy korrekt megfogalmazás a következő:

$\min z = 5x_1 + 4x_2 + 3x_3$

feltéve,hogy $0.4x_1 + 0.3x_2 + 0.2x_3 \geq 500$
(tehát kapjon elegendő nagyméretű billentyűt)

$.4x_1 + .35x_2 + .2x_3 \geq 300$ (tehát kapjon elegendő közepes méretű billentyűt)

$.2x_1 + .35x_2 + .60x_3 \geq 300$ (tehát kapjon elegendő kisméretű billentyűt)

$x_1 \leq 500,\ x_2 \leq 500,\ x_3 \leq 500$

$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0\ x_3 \geq 0$

3a. Legyen x1 = az 1-es és x2 = a 2-es élelmiszerből vásárolt mennyiség. Ekkor a következő feladatot kell megoldanunk:

$$\min z = 7x1 + x2$$
$$\text{st} \quad 3x1 + x2 \geq 12$$
$$x1 + x2 \geq 6$$
$$x1,\ x2 \geq 0$$

Grafikusan megoldva azt kapjuk,hogy az optimális megoldás z = 12, x1 = 0, x2 = 12. Ez 12 egység C vitamint biztosít, ami a szükségesen felül 6 egység többletet biztosít.

3b. Most a következő LP-vel van dolgunk:

$$\min z = 7x1 + x2$$
$$3x1 + x2 = 12$$
$$x1 + x2 = 6$$
$$x1,\ x2 \geq 0$$

Ennek az LP feladatnak az optimális megoldása z = 24, x1 = x2 = 3. Most kevés C vitamint adunk, mégis több pénzt költünk. Ennek az az oka,hogy a feltételek a 3b-ben szorosabbak, vagy erősebbek, mint a 3a-beliek. S ezért a 3b-beli lehetséges tartomány a 3a-belinek részhalmaza. Mivel itt kevesebb a választási lehetőség, azért itt, a 3b-ben a z-érték meg fogja haladni a 3a-belit. Mivel a 3b feladatban nem megengedett eltérés a C vitamin-nál,ezért tudható,hogy itt kevesebb C vitamin kerül a táplálékba.

4. Legyen X1 = az 1. és X2 = a 2. bányában eltöltött napok száma. Akkor a megfelelő LP feladat a következő lesz:

$$\min z = X1 + X2$$
$$\text{feltéve,hogy } 2X1 + X2 \geq 12$$
$$2X1 + 3X2 \geq 18$$
$$X1 \geq 0 \quad X2 \geq 0$$

Grafikusan megoldva optimális megoldásnak a következőt kapjuk: X1=4.5 nap X2=3 nap, z = 7.5 nap.

3.5 Alfejezet

1. Legyen x_1 = a teljes időben foglalkoztatottak közül azok száma(FTE), akik vasárnap kezdik a munkát, x_2 = azok száma, akik hétfőn kezdenek... x_7 = azok száma, akik szombaton kezdenek. x_8 = azon részidős alkalmazottak száma (PTE), akik a munkát vasárnap kezdik,... x_{14} = azon részidősök száma, akik szombaton kezdenek dolgozni.
Ekkor a feladat:

$$\min z = 15(8)(5)(x_1 + x_2 + \ldots x_7) + 10(4)(5)(x_8 + \ldots x_{14})$$

felt. hogy $8(x_1+x_4+x_5+x_6+x_7)+4(x_8+x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}) \geq 88$ (Vasárnap)
$8(x_1+x_2+x_5+x_6+x_7)+4(x_8+x_9+x_{12}+x_{13}+x_{14}) \geq 136$ (Hétfő)
$8(x_1+x_2+x_3+x_6+x_7)+4(x_8+x_9+x_{10}+x_{13}+x_{14}) \geq 104$ (Kedd)
$8(x_1+x_2+x_3+x_4+x_7)+4(x_8+x_9+x_{10}+x_{11}+x_{14}) \geq 120$ (Szerda)
$8(x_1+x_2+x_3+x_4+x_5)+4(x_8+x_9+x_{10}+x_{11}+x_{12}) \geq 152$ (Csütörtök)
$8(x_2+x_3+x_4+x_5+x_6)+4(x_9+x_{10}+x_{11}+x_{12}+x_{13} \geq 112$ (Péntek)
$8(x_3+x_4+x_5+x_6+x_7)+4(x_{10}+x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}) \geq 128$ (Szombat)
$20(x_8+x_9+x_{10}+x_{11}+x_{12}+x_{13}+x_{14}) \leq .25(136+104+120+152+112+128+88)$ (ez a feltétel fogja biztosítani, hogy a részidős munka az összes munkaidőszükségletnek legfeljebb 25%-ra fog kiterjedni.

minden változó ≥ 0.

2. Legyen x_1 = a munkát éjfélkor kezdő alkalmazottak száma
x_2 = a hajnali 4-kor kezdők száma
x_3 = a reggel 8-kor kezdők száma
x_4 = a délben kezdők száma
x_5 = a délután 4-kor kezdők száma
x_6 = a délután 8-kor kezdők száma

A feladat megfogalmazása így a következő:

$\min z = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6$

felt. hogy $x_1 + x_6 \geq 8$
$x_1 + x_2 \geq 7$
$x_2 + x_3 \geq 6$
$x_3 + x_4 \geq 6$
$x_4 + x_5 \geq 5$
$x_5 + x_6 \geq 4$
$x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6 \geq 0$

3. Legyen x_1 = azon alkalmazottak száma, akik a munkát vasárnap kezdik és 5 napot dolgoznak
x_2 = azon alkalmazottak száma, akik a munkát htfőn kezdik és 5 napot dolgoznak...
x_7 = azon alkalmazottak száma, akik a munkát szombaton kezdik és 5 napot dolgoznak. Továbbá legyen o1 = azon alkalmazottak száma, akik a munkát vasárnap kezdik és 6 napot dolgoznak...
o7 = azon alkalmazottak száma, akik a munkát szombaton kezdik és 6 napot dolgoznak. Ekkor a megfelelő LP feladat a következő:

$\min z = 250(x_1+x_2+...x_7) + 312(o1+o2+...o7)$

felt.h. $x_1+x_4+x_5+x_6+x_7+o1+o3+o4+o5+o6+o7 \geq 11$ (Vasárnap)
$x_1+x_2+x_5+x_6+x_7+o1+o2+o4+o5+o6+o7 \geq 17$ (Hétfő)
$x_1+x_2+x_3+x_6+x_7+o1+o2+o3+o5+o6+o7 \geq 13$ (Kedd)
$x_1+x_2+x_3+x_4+x_7+o1+o2+o3+o4+o6+o7 \geq 15$ (Szerda)
$x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+o1+o2+o3+o4+o5+o7 \geq 19$ (Csütörtök)
$x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+o1+o2+o3+o4+o5+o6 \geq 14$ (Péntek)
$x_3+x_4+x_5+x_6+x_7+o2+o3+o4+o5+o6+o7 \geq 16$ (Szombat)
és az összes változó nemnegatív

4. Vegyük hozzá az eddigiekhez az $x_1+x_2+x_3+x_4+x_5+x_6+x_7 = 25$ a feltételt és változtassuk a célfüggtvényt a következőre: $\max z = 2x_1+x_2+x_7$.

5. Legyen az 1.műszak: 12-reg.6, a 2. : reg.6-este 12, a 3. : este 12- du.6, a 4. : du.6-déli 12. Legyen xij = az i-edik és j-edik műszakban dolgozó munkások száma

$\min z = 144(x12 + x14 + x23 + x34)+ 216(x13 + x24)$

felt.h. $x12 + x13 + x14 \geq 15$
$x12 + x23 + x24 \geq 5$
$x13 + x23 + x34 \geq 12$
$x14 + x24 + x34 \geq 6$
és minden változó ≥ 0

6. Legyen Xi= a 12 órát dolgozó és az i-edik műszakban kezdő rendőrök száma és Yi= a 18 órát dolgozó és az i-edik műszakban kezdő rendőrök száma. Az egyes műszakok

esetében a kezdő időpontok:

1. műszak :déli 12 óra , 2. műszak : reggel 6 óra,
3. műszak : este 12 óra, 4. műszak : du. 6 óra

A megfelelő LP feladat a következő lesz:

min z=48(X1+X2+X3+X4)+84(Y1+Y2+Y3+Y4)

felt.h. X1+X4+Y1+Y3+Y4≥12
X1+X2+Y1+Y2+Y4≥8
X2+X3+Y3+Y1+Y2≥6
X3+X4+Y2+Y4+Y3≥15
és minden változó ≥0

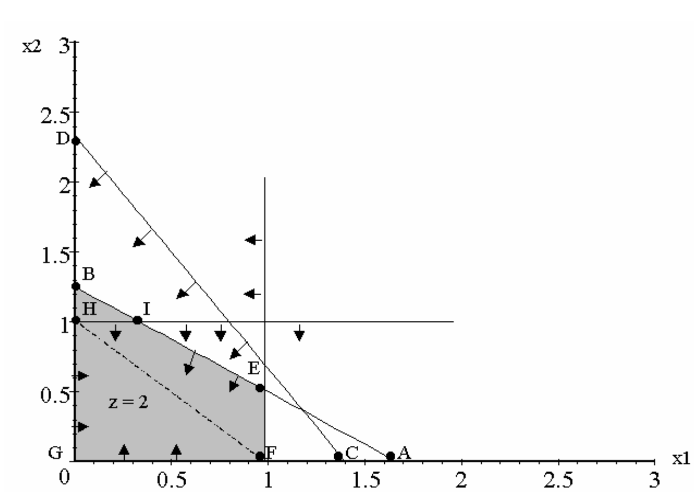
3.6 Alfejezet

1. r = .02 esetén az 1. beruházás NPV-je (Nettó jelenértéke)=
$-10,000 +24,000/1.02 - 14,000/(1.02)^2 = \$73.05.$
r = .02 esetén a 2. beruházás NPV-je:
$-6,000 +8,000/1.02 - 1,000/(1.02)^2 = \$881.97$
Így r = .02 esetén a 2. beruházás NPV-je nagyobb, mint az 1. beruházásé.

2. Az 1. beruházás NPV-je $= -6 -5/1.1 +7/(1.1)^2 +9/(1.1)^3 = \$2.00$
A 2. beruházás NPV-je $= -8 -3/(1.1) +9/(1.1)^2 +7/(1.1)^3 = \$1.97$
Legyen x_1 = az 1. beruházás megvalósuló hányada
x_2 = a 2. beruházás megvalósuló hányada
Az NPV-t ezer dollárban mérve a következő LP feladatot kell megoldanunk:

$$\max z = 2x_1 + 1.97x_2$$
feltéve, h. $6x_1 + 8x_2 \le 10$
$5x_1 + 3x_2 \le 7$
$x_1 \le 1$
$x_2 \le 1$

A következő ábra alapján azt kapjuk, hogy ennek az LP feladatnak az optimális megoldása $x_1 = 1$, $x_2 = .5$, $z = \$2,985$.



3. NPV = -100 + 120/ (1+.2) = 0!

4. Legyen D = az adósság és I = a befektetés (mindkettőt millió dollárban mérjük).A probléma LP feladatként való megfogalmazása a következő:

max $z = 0.5D - 0.1I$

feltéve,hogy $I \le 1$, $D \le 0.4I$, és $I \le 0.8 + D$

$I, D \ge 0$

Grafikusan megoldva ezt az LP feladatot az optimális megoldásra D = 0.4, I = 1 és z = 0.1 adódik. Figyeljük meg, hogy egy negatív NPV-jű fejlesztési projektbe fektetünk be pénzt, mivel ez teszi lehetővé, hogy kölcsönt vegyünk fel!!

3.7 Alfejezet

1. Grafikus megoldás segítségével azt találjuk, hogy az optimális megoldás z = 2500, $x_1 = 50$, $x_2 = 100$.

2. Ez a változás a jan.1-i készlet értékét 5.000$-ral növeli.Így a jan 1-i eszközállomány = 25,000 + $20x_1 + 15x_2$. Mivel a jan.1-én fennálló adósságok is növekednek 5,000$-ral, most a 4. feltétel a következőre módosul:

$$\frac{25{,}000+20x_1+15x_2}{16{,}000} \ge 2$$

vagy: $20x_1 + 15x_2 \ge 7{,}000$. De tudjuk,hogy $50x_1 + 35x_2 \le 6{,}000$, s így a feladatnak most nincs lehetséges megoldása.

3.8 Alfejezet

1. Legyen (minden változót dkg-ban mérünk) az 1.összetevő cukor, a 2. a magok, a 3. pedig a csokoládé. Az 1. termék legyen a nehézédes, míg a 2. a könnyűédes. x_{ij} legyen az i. összetevőből a j. termék egy dkg-jához felhasznált mennyiség (dkg-ban).

A megfogalmazott LP feladat a következő lesz:

max $z = 25(x_{12} + x_{22} + x_{32}) + 20(x_{11} + x_{21} + x_{31})$

feltéve,hogy $x_{11} + x_{12} \le 100$ (cukor feltétel)

$x_{21} + x_{22} \le 20$ (magvak feltétel)

$x_{31} + x_{32} \le 30$ (csokoládé feltétel)

(1) $x_{22}/(x_{12} + x_{22} + x_{32}) \ge 0.20$

(2) $x_{21}/(x_{11} + x_{21} + x_{31}) \ge 0.10$

(3) $x_{31}/(x_{11} + x_{21} + x_{31}) \ge 0.10$

(1) -(3) feltételek nem lineárisak, s ezért a következő 3 feltétellel helyettesítendők:

(1)helyett: $x_{22} \ge 0.2(x_{12}+x_{22}+x_{32})$ vagy $0.8x_{22}-0.2x_{12}-0.2x_{32} \ge 0$

(2)helyett: $x_{21} \ge 0.1(x_{11}+x_{21}+x_{31})$ vagy $0.9x_{21}-0.1x_{11}-0.1x_{31} \ge 0$

(3)helyett: $x_{31} \ge 0.1(x_{11}+x_{21}+x_{31})$ vagy $0.9x_{31}-0.1x_{11}-0.1x_{21} \ge 0$

2. Legyen x_{9J} = a 9 pontos narancsból a narancsléhez elhasznált mennyiség,

x_{9B} = a 9 pontos narancsból a csomagolt narancshoz felhasznált mennyiség

x_{6J} = a 6 pontos narancsból a narancsléhez felhasznált mennyiség

x_{6B} = a 6 pontos narancsból csomagolt narancsként felhasznált mennyiség. Ekkor a feladat:

max $z = 0.45(x_{9J} + x_{6J})+0.30(x_{9B} + x_{6B})$

feltéve,hogy $x_{9J} + x_{9B} \le 100{,}000$(a 9 pontos narancsra von. mennyiségi korlát)

$x_{6J} + x_{6} \le 120{,}000$(a 6 pontos nar. korlátja)

(1) $(9x_{9J} + 6x_{6J})/(x_{9J} + x_{6J}) \ge 8$ (a narancslé átlagosan legalább 8 pontos narancsot tartalmaz)

(2) $(9x_{9B} + 6x_{6B})/(x_{9B} + x_{6B}) \ge 7$(az átlagminőség a csomagoltnál legalább 7)

s minden változó ≥ 0

(1)a következővel helyettesítendő:$9x_{9J} + 6x_{6J} \ge 8x_{9J} + 8x_{6J}$ vagy: $x_{9J} - 2x_{6J} \ge 0$.

(2) pedig a következővel: $9x_{9B} + 6x_{6B} \ge 7x_{9B} + 7x_{6B}$

vagy: $2x_{9B} - x_{6B} \ge 0$.

Az optimális megoldás: 46,67 font 9 pontos narancs felhasználása csomagolt formában, 93,33 font 6 pontosé ugyancsak csomagolt formában, míg 26,67 font 6 pontos és 53,33 font 9 pontos narancs felhasználása a készített narancsléhez.

3. Legyen x_1 = a kötvényekbe fektetett pénz dollárban.

x_2 = a lakáskölcsönökbe fektetett pénz.

x_3 = az autókölcsönökbe fektetett pénz.

x_4 = a személyi kölcsönökbe fektetett pénz.

Ekkor a feladat:

max $z = 0.10x_1 + 0.16x_2 + 0.13x_3 + 0.20x_4$

feltéve,hogy: $x_1 + x_2 + x_3 + x_4 \le 500{,}000$(Limited Funds)

$-x_1 + x_4 \le 0$ (1)

$x_2 - x_3 \le 0$ (2)

$-0.25x_1 - 0.25x_2 - 0.25x_3 + 0.75x_4 \le 0$ (3)

minden változó ≥ 0

Az optimális megoldás: $x_1 = x_2 = x_3 = x_4 = \$125{,}000$, $z = \$73{,}750$.

4. S = részvényekbe fektetett összeg (100$ egységben)

L = kölcsönökbe fektetett összeg (100$ egységben)

max $z = 10S + 15L$

felt.hogy $S + L \le 10$

$S \ge 0.3(S + L)$ vagy $0.7S - 0.3L \ge 0$

$L \ge 4$ $L, S \ge 0$

Grafikusan megoldva az optimális megoldásra $L = 7$(száz), $S = 3$(száz) és $z = 135$ adódik.

5. xij : ennyi hordónyi i tipusú olajból készül j tipusú termék (j = 1 a gázolaj, j = 2 a fűtőolaj esete)

ai = az i-edik termék reklámozására költött összeg (dollárban).

Ekkor a feladat:

max $z = 25(x11 + x21) + 20(x12 + x22) - a1 - a2$

felt. hogy $x11 + x21 = 5a1$,

$x12 + x22 = 10a2$,

$2x11 - 3x21 \geq 0$
$x11 + x12 \leq 5000$
$x21 + x22 \leq 10{,}000$
$4x12 - x22 \geq 0$
minden változó ≥ 0

6. Legyen xiN = a nitrogén mennyisége(fontban)az i-edik típ. műtrágyában
xiS = a szilícium mennyisége(fontban) az i-edik típ. műtrágyában.
A feladat:
max $z=70(x1N+x1S)+40(x2N+x2S)-15(x1N+x2N)- 10(x1S+x2S)$
feltéve, hogy $x1N \geq 0.4(x1N+x1S)$
$x2S \geq 0.7(x2S+x2N)$
$x1N + x2N \leq 80$
$x1S + x2S \leq 100$
minden változó ≥ 0

7. Legyen xij = az i-edik vegyszer azon mennyisége (dkg-ban),amit a j-edik gyógyszer készítésére használnak fel. Ekkor a feladat:
max $z = 6(x11 + x21) + 5(x12 + x22) -6(x11 + x12) - 4(x21 + x22)$
felt.hogy $x11 + x21 \leq 40$ (1. gyógyszer)
$x12 + x22 \leq 30$ (2.gyógyszer)
$x11 + x12 \leq 45$ (1. vegyszer)
$x21 + x22 \leq 40$ (2. vegyszer)
$x11/(x11+x21)\geq 0.7$ vagy: $0.3x11 \geq 0.7x21$
$x22/(x12+x22)\geq 0.6$ vagy: $0.4x22 \geq 0.6x12$
minden változó ≥ 0

8. Let TV= vásárolt TV-k száma és R = a vásárolt rádiók száma. A megfelelő LP feladat a következő:
max $z = 60TV+20R$
felt.hogy $10TV+4R\leq 200$ (tárolási terület korlátja)
$R/(T+R)\geq 0.6$ vagy: $0.4R\geq .6T$ (ui. legalább 60% a rádió)
$200TV+50R\leq 3000$ (befektetett tőke korlátja)
$TV\geq 0$, $R\geq 0$

9. Legyen xi = az i-edik kötvénybe fektetett összeg (feltételezzük, hogy a teljes 1.000,000$ befektetésre kerül, mivel mindegyik beruházás gazdaságos).
A feladat:
max $z = 0.13x1/1{,}000{,}000 + 0.08x2/1{,}000{,}000 + 0.12x3/1{,}000{,}000 + 0 .14x4/1{,}000{,}000$
felt.hogy $0.06x1 + 0.08x2 + 0.10x3 + 0.09x4\geq 0.08(x1 + x2 + x3 + x4)$
$x1\leq 0.4(x1 + x2 + x3 + x4)$
$x2\leq 0.4(x1 + x2 + x3 + x4)$
$x3\leq 0.4(x1 + x2 + x3 + x4)$
$x4\leq 0.4(x1 + x2 + x3 + x4)$
$x1 + x2 + x3 + x4 = 1{,}000{,}000$
$3x1 + 4x2 + 7x3 + 9x4 \leq 6(x1 + x2 + x3 + x4)$

x1, x2, x3, x4≥0

10. Legyen Mi = Az i-edik bányából szállított szén mennyisége tonnában és Xij = az i-edik bányából a j-edik fogyasztóhoz szállított szén (tonnában). A megfelelő LP feladat a következő:

```
  MIN      50 M1 + 55 M2 + 62 M3 + 4 X11 + 6 X12 + 8 X13 + 12
X14 + 9 X21
       + 6 X22 + 7 X23 + 11 X24 + 8 X31 + 12 X32 + 3 X33 + 5
X34
  feltéve, hogy
         2)   M1 <=   120
         3)   M2 <=   100
         4)   M3 <=   140
         5)   X11 + X21 + X31 =    80
         6)   X12 + X22 + X32 =    70
         7)   X13 + X23 + X33 =    60
         8)   X14 + X24 + X34 =    90
         9)   0.08 M1 + 0.06 M2 + 0.04 M3 <=   15
        10)   0.05 M1 + 0.04 M2 + 0.03 M3 <=   12
        11)   M1 - X11 - X12 - X13 - X14 =    0
        12)   M2 - X21 - X22 - X23 - X24 =    0
        13)   M3 - X31 - X32 - X33 - X34 =    0
```

Számítógépen megoldva azt kapjuk,hogy ennek az LP feladatnak nincs lehetséges megoldása, mivel a salakot 5%-ban maximalizáló korlát nem elégíthető ki.

Megjegyzés:

11. Legyen Xi = az i-edik vegyszer azon mennyisége (fontban), amely 1000 font gyógyszer előállításához szükséges. Ekkor a feladat korrekt LP megfogalmazása a következő lesz:

```
        1)      MIN    8 X1 + 10 X2 + 11 X3 + 14 X4
  FELT.HOGY
       2)  0.03 X1 + 0.06 X2 + 0.1 X3 + 0.12 X4 >=   80
       3) 0.02 X1 + 0.04 X2 + 0.03 X3 + 0.09 X4 >=   40
       4) 0.01 X1 + 0.01 X2 + 0.04 X3 + 0.04 X4 >=   20
       5)   X1 + X2 + X3 + X4 =    1000
       6)   X2 >=   100
```

12.Legyen S = a pénz részvényekbe fektetett hányada.
T = a pénz kincstárjegyekbe fektetett hányada
G = a pénz aranyba fektetett hányada
Egy táblázat a következő adatokat tartalmazza:

Befektetés	várható hozam	kockázati index
részvények	10.9	16.9
arany	16.9	26.52
kincstárjegyek	7.43	7.43

A helyes feladatmegfogalmazás a következő:

```
MAX     10.9 S + 16.9 G + 7.43 T
  FELT. HOGY
         2)   16.9 S + 26.52 G + 7.43 T =  15
         3)   S + G + T =  1
         4)   S >=   0.2
         5)   S <=   0.5
```

6) T >= 0.2
7) T <= 0.5
8) G >= 0.2
9) G <= 0.5

13. Az adott nyersolajmennyiség és az adott gázolaj-szükségletek esetén nem lehetséges 14,000 hordó gázolaj előállítása. A gázolajok és a rendelkezésre álló nyersolajok adott kén-tartalma mellett a legkevesebb kéntartalmú 14.000 hordó gázolaj a köv. módon fog ként tartalmazni: 3000 hordó 1-es típusú, 10,000 hordó 2-es típusú és 1000 hordó 3-as típusú üzemanyagként. Ez 3000(.01) + 10,000(.02) + 1000(.01) = 240 hordó ként jelent. A kegkisebb kéntartalmú általunk beszerezhető 14,000 hordó nyersolaj 5000-5000 hordó 1-es és 2-es típusú és 4000 hordó 3-as típusú nyersolajból áll. Ez 5000(.005) + 5000(.02) + 4000(.03) = 245 hordó ként tartalmaz. Így nincs lehetőség 14,000 hordó gázolaj gyártására. Ez magyazázza me azt, hogy miért nincs az egész 14.000 hordó finomítókapacitás kihasználva.

14. Legyen REG = a normálbenzinből gyártott mennyiség (literben)
PREM = szuperbenzin gyártott mennyisége (literben)
RREF = a reformátum felhasznált mennyisége a normálbenzinben (literben)
PREF = a reformátum felhasznált emnnyisége a szuperbenzinben (literben)
A következő LP-megfogalmazást kapjuk:

```
MAX     29.3625 REG + 31.3025 PR
  FELTÉVE,HOGY
         2)   PREF + RREF <=   15572
         3)   RFCG + PFCG <=   15434
         4)   RISO + PISO <=   6709
         5)   RPOL + PPOL <=   1190
         6)   RMTB + PMTB <=   748
         7)    REG - RREF - RFCG - RISO - RPOL - RMTB - RBUT =
  0
         8)    PR - PREF - PFCG - PISO - PPOL - PMTB - PBUT =
 0
         9)   REG >=   9800
        10)   PR >=   30000
        11) - 90 REG + 98.9 RREF + 93.2 RFCG + 86.1 RISO + 97
RPOL + 117 RMTB
       + 98 RBUT >=   0
        12) - 21.18 REG + 7.66 RREF + 9.78 RFCG + 29.52 RISO +
14.51 RPOL
       + 13.45 RMTB + 166.99 RBUT <=   0
        13) - 10 REG - 5 RREF + 57 RFCG + 107 RISO + 7 RPOL +
98 RMTB
       + 130 RBUT >=   0
        14) - 50 REG + 46 RREF + 103 RFCG + 100 RISO + 73 RPOL
+ 100 RMTB
       + 100 RBUT >=   0
        15) - 96 PR + 98.9 PREF + 93.2 PFCG + 86.1 PISO + 97
PPOL + 117 PMTB
       + 98 PBUT >=   0
        16) - 21.18 PR + 7.66 PREF + 9.78 PFCG + 29.52 PISO +
14.51 PPOL
```

+ 13.45 PMTB + 166.99 PBUT <= 0
17) - 10 PR - 5 PREF + 57 PFCG + 107 PISO + 7 PPOL + 98 PMTB + 130 PBUT
>= 0
18) - 50 PR + 46 PREF + 103 PFCG + 100 PISO + 73 PPOL + 100 PMTB
+ 100 PBUT >= 0
19) - 0.38 REG + RFCG <= 0
20) - 0.38 PR + PFCG <= 0

3.9 Alfejezet

1. Legyen x_1 = Az 1-es folyamat heti működtetési ideje.
x_2 = A 2-es folyamat heti működtetési ideje.
x_3 = A 3-as folyamat heti működtetési ideje.
g_2 = a 2-es típ.benzin heti eladott mennyisége (hordóban)
o_1 = hetente beszerz.1.típ.olaj mennyisége(hordó)
o_2 = hetente beszerz.2.típ.olaj mennyisége(hordó)
A feladat:
max z = $9(2x_1)+10g_2+24(2x_3)-5x_1-4x_2-x_3-2o_1-3o_2$
f.h. $o_1 = 2x_1 + x_2$
$o_2 = 3x_1+3x_2+2x_3$
$o_1 \leq 200$
$o_2 \leq 300$
$g_2+3x_3 = x_1+3x_2$(Gas 2 Prod.)
$x_1+x_2+x_3 \leq 100$ (100 óra üzemideje van hetente a krakkolónak)
minden változó ≥ 0.

2.Legyen UT = készített kikészítetlen aztalok száma
FT = elkészített kész asztalok száma
UC = készített kikészítetlen székek száma
FC = elkészített kész székek száma.
W = beszerzett fa mennyisége
A feladat:

max z = 70UT+140FT+60UC+110FC-W
felt.h. 40(FT+UT)+30(UC+FC) ≤ W(Felhasznált fa) ≤ beszerzett famennyiség
W ≤40,000(Felső korlát a beszerezhető fára)
2UT+2UC+5FT+4FC ≤6,000(Felhasznált munka)≤ Rendelkezésre álló munka
minden változó ≥ 0.

3. Legyen x6 = nyersanyagmennyiség fontban, amit a Brute gyártásához használnak
x7 = nyersanyagmennyiség fontban, amit a Chanelle gyártásához használnak

Ekkor a megfelelő megfogalmazás a következő:

max z = 7x1 + 14x2 + 6x3 + 10x4 - 3x5
felt.h. x5 ≤ 4000
3x2 + 2x4 + x5 ≤ 6000

$x1 + x2 = 3x6$
$x3 + x4 = 4x7$
$x5 = x6 + x7$
minden változó ≥ 0

4. Legyen Iij = az i-edik termékből a j-edik termék gyártásához felhasznált mennyiség (dkg)
IiS = az i-edik termékből eladott mennyiség
RM = a beszerzett nyersanyag mennyisége (font)
Az optimalizálási feladat helyes megfogalmazása a következő:
MAX 10 I1S + 20 I2S + 30 I3S - 26 RM - 2 I13 -6 I23 - I12
FELT.,HOGY 2) I1S <= 5000
3) I2S <= 5000
4) I3S <= 3000
5) 2 RM + 3 I13 + I23 + 2 I12 <= 25000
6) - I1S + 3 RM - I13 - I12 = 0
7) - I2S + RM - I23 = 0
8) I3S - I13 - I23 = 0

5. Legyen A = az A-ból termelt teljes mennyiség
B = a B-ből termelt teljes mennyiség
CS = a C-ből termelt (és eladott)teljes mennyiség
AS = Eladott db-szám A-ból
BS = Eladott db-szám B-ből
max z = 10AS+ 56BS +100CS
felt.h. $A + 2B + 3C \leq 40$
$A = AS + 2B$
$B = BS + CS$
minden változó nemnegatív

6. Legyen P1 = az 1. folyamat alkalmazásának időtartama (óra)és P2 = a 2. folyamat alkalmazási ideje.Definiáljuk még: Xij = az i-edik vegyszer j-edik gyógyszerben felhasznált mennyisége(dkg). Ekkor a következő egy alkalmas megfogalmazás lesz:
max z = 6(X11 + X21) + 4(X12 + X22)
felt.h. $3P1 + 2P2 \leq 100$ (nyersanyag)
$2P1 + 3P2 \leq 120$ (Labor)
$X11 + X12 \leq 3P1 + 3P2$
$X21 + X22 \leq 3P1 + P2$
$0.35X11 - 0.65X21 \geq 0$
$0.45X12 - 0.55X22 \geq 0$
Az összes változó nemnegatív.

7. Legyen P1 = a krémsajt termelt mennyisége (fontban)
P2 = a falusi-sajt termelt mennyisége (fontban)
HF = a magas zsírtartalmú tej beszerzett mennyisége (font)

LF = alacsony zsírtartalmu tej beszerzett mennyisége(font)
HFE= magas zsírtaltalmu tej párologtatón keresztül feldolgozott része (font)

LFE= alacsony zsírtaltalmu tej párologtatón keresztül feldolgozott része (font)

HF1= magas zsírtartalmu tej krémsajt készítésére felhasznált része (font)

LF1= alacsony zsírtartalmu tej krémsajt készítésére felhasznált része (font)

C1 = krém felhasználás krémsajt készítéséhez

HF2= magas zsírtartalmu tej falusi-sajt készítésére felhasznált része (font)

LF2= alacsony zsírtartalmu tej falusi-sajt készítésére felhasznált része (font)

C2 = krém felhasználás falusi-sajt készítéséhez

Ekkor a feladat:

$$\max z = 1.1P1 + 0.8P2 - 0.4HFE - 0.4LFE - 0.4LF - 0.8HF$$

felt.h. $P1 \geq 1000$, $P2 \geq 1000$, $P1 \leq 1500$, $P2 \leq 2000$

$$P1 = HF1 + LF1 + C1$$
$$P2 = 0.9(HF2 + LF2 + C2)$$
$$HFE + LFE \leq 2000$$
$$HF1 + LF1 + C1 + HF2 + LF2 + C2 \leq 3000$$
$$HF = HFE + HF1 + HF2$$
$$LF = LFE + LF1 + LF2$$
$$C1 + C2 = 0.3LFE + 0.6HFE$$
$$0.1HF1 - 0.2LF1 \geq 0$$
$$0.25HF2 - 0.05LF2 \geq 0$$
$$C1 - 0.4P1 \geq 0$$
$$C2 \geq 0.2(HF2 + LF2 + C2)$$

Az összes változó ≥ 0

8. Legyen pis = az i-edik termék eladott mennyisége

p1p = az 1. termék továbbfeldolgozott mennyisége

p2p = a 2. termék továbbfeldolgozott mennyisége

p5L = az 5. termék megmaradt mennyisége

p6L = a 6. termék megmaradt mennyisége

RM = a beszerzett nyersanyag mennyisége

p1 = az 1. termék teljes termelt mennyisége

p2 = a 2. termék teljes termelt mennyisége

p5 = az 5. termék teljes termelt mennyisége

p6 = a 6. termék teljes termelt mennyisége

Ekkor a feladat:

$$\max z = 7p1s + 6p2s + 4p3s + 3p4s + 20p5s + 35p6s - 4p5L - 3p6L - 6RM - 4p1 - 4p2 - 2p3s - p4s - 5p5 - 5p6$$

felt.h.

$$p1 = 4RM$$
$$p2 = 2RM$$
$$p3s = RM$$
$$p1s \leq 1200$$
$$p2s \leq 300$$
$$p1 = p1s + p1p$$
$$p2 = p2s + p2p$$
$$p4s = p1p$$
$$p5 = .8p2p$$
$$p6 = .3p2p$$
$$p5 = p5s + p5L$$
$$p6 = p6s + p6L$$
$$p5s \leq 1000$$
$$p6s \leq 800$$
$$RM \leq 3000$$

9. Legyen RMi = az i-edik input-termék termeléséhez felhasznált nyersanyagmennyiség fontban i = 1, 2
Pi = az i-edik folyamat működtetéseinek száma
Li = a i-edik input-termékből megmaradt mennyiség (dkg)
iS = az i-edik termékből eladott mennyiség (dkg), i= A,B
C = C eladott mennyisége (dkg)
D = D eladott mennyisége (dkg)
WD = a folyóba bocsátott hulladék mennyisége (dkg)
RM = beszerzett nyersanyag mennyisége (font)
LA = az A termékből megmaradt mennyiség (dkg)
LB = a B termékből megmaradt mennyiség (dkg)
A megfelelő megfogalmazás a következő:

```
MAX   - 2 RM1 - 4 RM2 - P1 - 8 P2 + 7 C + 2 D - 6 RM + 18 AS +
24 BS
  FELTÉVE, HOGY
         2)   RM1 + RM2 - RM =    0
         3)   2 RM1 - 2 P1 - P2 - 2 C - L1 =    0
         4)   3 RM2 - P1 - 2 P2 - 2 D - L2 =    0
         5)   AS <=   5000
         6)   BS <=   5000
         7) - P1 - 0.8 P2 + 0.8 C + 1.2 D + WD =    0
         8)   WD <=   1000
         9)  2 RM1 + 2 RM2 + 2P1 + 3P2 + C + D <= 6000
        10) - P1 + AS + LA =    0
        11) - P2 + BS + LB =    0
```

10. Legyen K = a 8 órás műszakban működtetett égetőkemencék száma (nem-egész érték is megengedett)
Si = az i-edik minőségből eladott mennyiség (font)
Li = az i-edik minőségből az eladások után megmaradt mennyiség
NPi = az i-edik minőség nem felsolgozott része (font)
Pi = az égetőkemence által termelt i-edik minőség feldolgozott része. A feladat helyes megfogalmazása a következő:

```
MAX     12 S1 + 14 S2 + 10 S3 + 18 S4 + 20 S5 + 25 S6 -
  150 K - 2 P1
       - P2 - P3 - P4 - 2 P5 - 3 L1 - 2 L2 - 3 L3 - 2
 L4 - 4 L5 - 2 L6
  FELTÉVE,HOGY
         2)   2 K - P1 - NP1 =    0
         3)   3 K - P2 - NP2 =    0
         4)   K - P3 - NP3 =    0
         5)   1.5 K - P4 - NP4 =    0
         6)   2 K - P5 - NP5 =    0
         7)   3 K - NP6 =    0
         8)   S1 + L1 - NP1 =    0
         9)   S2 + L2 - NP2 =    0
        10)   S3 - 0.3 P1 + L3 - NP3 =    0
        11)   S4 - 0.2 P1 - 0.8 P3 + L4 - NP4 =    0
        12)   S5 - 0.3 P1 - 0.5 P4 + L5 - NP5 =    0
        13)   S6 - 0.2 P1 - P2 - 0.5 P4 - 0.9 P5 + L6 - NP6 =
```

```
0
      14)   S1 <=   20
      15)   S2 <=   30
      16)   S3 <=   40
      17)   S4 <=   35
      18)   S5 <=   25
      19)   S6 <=   50
```

11. Legyen iS = az i-edik termékből eladott mennyiség i=A, B vagy C
Ri = az i-edik termék gyártásához felhasznált nyersanyag mennyisége(font)(i=A vagy B) C = a C termékből termelt mennyiség (font)
iP = az i-edik termék feldolgozott része (font) i = A vagy B
R = a nyersanyagból beszerzett mennyiség (font)
A helyes megfogalmazás a következő:

```
 MAX     10 AS + 12 BS + 20 CS - 5 R - 3 AP - 2 BP
  FELTÉVE,HOGY
         2)   R - RA - RB =    0
         3) - AS - AP + RA =    0
         4) - BS + 0.6 AP - BP + RB =    0
         5) - 0.4 AP - 0.8 BP + C =    0
         6)   CS - C <=   0
         7)   CS <=   30
         8)   AS <=   30
         9)   BS <=   30
```

12. Legyen A = az A-ból beszerzett és feldolgozott mennyiség (100liter egységben mérve)
B= az A-ból annak feldolgozásával előállított B mennyisége (100 literben)
C = az A-ból készített C mennyisége (100 l-ben)
D =a C-ből készített D mennyisége(100 l-ben)
iS = az i termékből eladott mennyiség (100 l-ben)(i=B,C vagy D)
CP = C feldolgozott mennyisége (100 l-ben)
iL =az i-edik termék eladatlan maradt része(100 l-ben) (i=B,C vagy D)
A korrekt LP megfogalmazás a következő:

```
MAX     12 BS + 16 CS + 26 DS - 9 A - CP
  FELTÉVE,HOGY
         2) - CS - CP + C - CL =    0
         3) - BS + B - BL =    0
         4) - DS + D - DL =    0
         5)   BS <=   30
         6)   CS <=   60
         7)   DS <=   40
         8) - 0.6 A - 0.4 CP + B =    0
         9) - 0.4 A + C =    0
        10) - 0.6 CP + D =    0
        11)   3 A + CP <=   200
```

3.10 Alfejezet

1. Legyen x_t = Termelés a t-edik hónapban és
i_t = Készlet a t-edik hónap végén.
A feladat:
$\min z = 5x_1+8x_2+4x_3+7x_4+2i_1+2i_2+2i_3+2i_4-6i_4$
felt.hogy: $i_1 = x_1 - 50$
$i_2 = i_1 + x_2 - 65$
$i_3 = i_2 + x_3 - 100$
$i_4 = i_3 + x_4 - 70$
az összes változó ≥ 0.

2. Definiáljuk a változókat úgy, mint az 1. feladatban. Ekkor egy helyes megfogalmazás a következő:
$\min z = 13x_1 + 14x_2 + 15x_3 + 2i_1 + 2i_2 + 2i_3$
felt.h. $i_1 = x_1 + 5 - 20$
$i_2 = i_1 + x_2 - 10$
$i_3 = i_2 + x_3 - 15$
$x_1/2 + 5 \geq 20$
(Biztosítsuk az 1. periódus igényét)
$x_2/2 + i_1 \geq 10$ (Meet Period 2 Demand)
$x_3/2 + i_2 \geq 15$ (Meet Period 3 Demand)
minden változó ≥ 0

2. Legyen Ct = a t-edik hónap során sütött sajtos sütemények száma
Bt = a t-edik hónap során sütött feketeerdő sütemények száma
It = a még készleten levő sajtos sütemények száma a t-edik hónap végén
It'= n a még készleten levő feketeerdő sütemények száma a t-edik hónap végén
Ekkor a feladat egy helyes megfogalmazása a következő:

$\min z = 3C1 + 3.4C2 + 3.8C3 + 2.5B1 + 2.8B2 + 3.4B3$
$+.5(I1 + I2 + I3) + .4(I1' + I2' + I3')$
felt.h. $C1 + B1 \leq 65$
$C2 + B2 \leq 65$
$C3 + B3 \leq 65$
$I1 = C1 - 40$
$I2 = I1 + C2 - 30$
$I3 = I2 + C3 - 20$
$I1' = B1 - 20$
$I2' = I1' + B2 - 30$
$I3' = I2' + B3 - 10$
Minden változó ≥ 0

4. Legyen XAij = az A termékből az I-edik hónapban a j-edik gépsoron gyártott termékek száma
XBij =a B termékből az I-edik hónapban a j-edik gépsoron gyártott termékek száma
IAt = az A termékből a t-edik hónap végén készleten lévő mennyiség (db)
IBt = a B termékből a t-edik hónap végén készleten lévő mennyiség (db)

Tegyük fel: i = 1 március, i = 2 április

Ekkor a probléma egy helyes megfogalmazása a következő:

$$\min z = .75XA21 + .75XA11 + .80XA12 + .80XA22 + .60XB11 + .60XB21 + .70XB12 + .70XB22 + .20IA1 + .20IA2 + .20IB1 + .20IB2$$

felt.h.
$$.12XB11 + .15XA11 \le 800$$
$$.15XA21 + .12XB21 \le 400$$
$$.16XA12 + .14XB12 \le 2000$$
$$.16XA22 + .14XB22 \le 1200$$
$$-XA12 + IA1 - XA11 = -4500$$
$$-XA21 - XA22 - IA1 + IA2 = -8000$$
$$-XB11 - XB12 + IB1 = -1250$$
$$-XB21 - XB22 - IB1 + IB2 = -4000$$
$$IA2 \ge 1000$$
$$IB2 \ge 1000$$
Minden változó ≥ 0

5. Legyen Ti = az i-edik hónapban gyártott teherautók száma
   Ci = az i-edik hónapban gyártott autók szá
   Si=az i-edik hónapban vásárolt acél mennyisége
   CIi = a raktáron levő autók száma az i-edik hónap végén
   TIi = a raktáron levő teherautók száma az i-edik hónap végén

Ekkor a feladat a következő:

$$\min z = 400S1 + 600S2 + 150(TI1 + CI1 + TI2 + CI2)$$

st
$$CI1 = 200 + C1 - 800$$
$$CI2 = CI1 + C2 - 300$$
$$TI1 = 100 + T1 - 400,\ C1 + T1 \le 1000$$
$$TI2 = TI1 + T2 - 300,\ C2 + T2 \le 1000$$
$$2T1 + C1 \le S1,\ S1 \le 1500$$
$$2T2 + C2 \le S2,\ S2 \le 1500$$
$$(20C1 + 10T1)/ (C1 + T1) \ge 16 \text{ or } 4C1 - 6T1 \ge 0$$
$$(20C2 + 10T2)/ (C2 + T2) \ge 16 \text{ or } 4C2 - 6T2 \ge 0$$
minden változó ≥ 0

6. Legyen st = a t-edik hónapban a rendes munkaidőben gyártott ingek száma
   st' = a t-edik hónapban túlórában gyártott ingek száma
   pt = a t-edik hónapban a rendes munkaidőben gyártott nadrágok száma
7. pt' = a t-edik hónapban túlórában gyártott ingek száma
   it = raktárkészlet ingből a t-edik hónap végén
   pt = raktárkészlet nadrágból a t-edik hónap végén.

Ekkor a feladat:

$$\min z = 4(s1+p1+s2+p2) + 8(s1'+p1'+s2'+s2') + 3(i1+i2+p1+p2)$$

st
$$i1 = 1 + s1 + s1' - 10$$
$$i2 = i1 + s2 + s2' -12$$
$$p1 = 2 + p1 + p1' - 15$$
$$p2 = p1 + p2 + p2' - 14$$
$$s1 + p1 \le 25$$
$$s2 + p2 \le 25$$
$$2(s1+s1') + 3(p1+p1') \le 90$$
$$2(s2+s2') + 3(p2+p2') \le 60 + (90-2s1-2s1'-3p1-3p1')$$

az összes változó ≥0

8. Legyen s_t = minden év t-edik negyedévében készített cipők (párok) száma és
i_t = minden év t-edik negyedévének végén készleten levő cipők (párok) száma
x_t = minden évben a t-edik negyedévben szabadságon levő dolgozók száma
Az éves költség minimalizálása a következő célfüggvényre vezet:

min $z = 1500(x_1 + x_2 + x_3 + x_4) + 50i_1 + 50i_2 + 50i_3 + 50i_4$
felt.hogy

$s_1 \le 50(x_2 + x_3 + x_4)$
$s_2 \le 50(x_1 + x_3 + x_4)$
$s_3 \le 50(x_1 + x_2 + x_4)$
$s_4 \le 50(x_1 + x_2 + x_3)$
$i_1 = 0 + s_1 - 600$
$i_2 = i_1 + s_2 - 300$
$i_3 = i_2 + s_3 - 800$
$i_4 = i_3 + s_4 - 100$
$i_4 = 0$

és minden változó ≥0

8. Legyen R_t = a t-edik negyedévben a normál időben elért termelés
O_t = a t-edik negyedévben túlóraidőben elért termelés
I_t = a t-edik negyedévben a zárókészlet (selejtezés után)

min $z = 40R_1 + 40R_2 + 40R_3 + 60(O_1) + 60(O_2) + 60(O_3) + 15I_1 + 15I_2 + 15I_3$

felt.hogy $R_1 \le 27$, $R_2 \le 27$, $R_3 \le 27$,
$I_1 = .9(20 + .8R_1 + .8O_1 - 30)$
$I_2 = .9(I_1 + .8R_2 + .8O_2 - 20)$
$I_3 = .9(I_2 + .8R_3 + .8O_3 - 40)$
és minden változó ≥0

Figyeljük meg,hogy az a tény, hogy I_1, I_2, és I_3 nemnegatívok, biztosítja, hogy a kereslet minden negyedben időben kielégítésre kerül.

9. x_i = azon munkások száma, akik az i-edik negyedre szabadságot kapnak
i_t = a mixerekből meglevő készlet a t-edik negyed végén
m_t = a mixerekből a t-edik negyedben gyártott mennyiség

A feladat:

min $z = 30(i_1+i_2+i_3+i_4) + 30{,}000(x_1 + x_2 + x_3 + x_4)$
st $i_1 = 600 + m_1 - 4000$, $i_2 = i_1 + m_2 - 2000$
$i_3 = i_2 + m_3 - 3000$, $i_4 = i_3 + m_4 - 10{,}000$
$m_1 \le 500(x_2 + x_3 + x_4)$, $m_2 \le 500(x_1 + x_3 + x_4)$,
$m_3 \le 500(x_1 + x_2 + x_4)$, $m_4 \le 500(x_1 + x_2 + x_3)$
és minden változó ≥0

3.11 Alfejezet

1. A feladat megfogalmazásában megadott célfüggvény a Finco által kapott pénz egy részét kétszeresen számolja. Például, ha 1$ befektetésre kerül C-be és ennek a hozadéka később B-be, akkor a nettó eredmény az lesz, hogy 1$-ból lesz $1.80. Az 1. feladatban megadott célfüggvény viszont azt adná, hogy ez a beruházás 1$-t 1.2(1) + 1.2(1.5) = 3$-á alakít, ami nem igaz. Ennek a hibának az oka az, hogy az 1.2(1) által tartalmazott pénz az 1.2(1.5) kifejezésben is benne van.

2. A 2. feladatban megadott célfüggvény pontosan a Finco kiinduló készpénz helyzete + azon értékek összege amelyekkel minden egyes beruházás javítja a Finco. Így a 2. feladatban megadott célfüggvény éppen a Finco végső készpénz-helyzetét fejezi ki.

3. Legyen A = az A-ba fektetett $ -összeg.
B = a B-be fektetett $ -összeg .
c_0 = megmaradt készpénz a 0 időpontban
c_1 = megmaradt készpénz az 1 időpontban
c_2 = megmaradt készpénz a 2 időpontban
Ekkor a helyes megfogalmazás a következő:
max z = $c_2+1.9B$
felt.h. $A + c_0 = 10,000$ (a 0 időpontbani = a 0 időpontban befektetett összeg, s.í.t.)
$0.2A + c_0 = B + c_1$
$1.5A + c_1 = c_2$
és minden változó ≥ 0

Ennek az LP feladatnak az optimális megoldása: $B = c_0 = \$10,000$, $A = c_1 = c_2 = 0$ és $z = \$19,000$. Vegyük észre, hogy az optimális esetben "várunk" a "jó" beruházásra (B),még ha a parlagon hagyott készpénz nemis hoz jövedelmet.

4. Legyen Ai = az i-edik kötvény keresleti áron megvett mennyisége
Bi = az i-edik kötvény kínálati áron eladott mennyisége
Ct = tényleges készpénzállomány a t-edik év kifizetései után (folyó $-ban mérve). A feladat:

max z = 980B1 + 970B2 + 960B3 + 940B4 -990A1 -985A2 - 972A3 - 954A4
feltéve,hogy
C1 = 100(A1 - B1) + 80(A2 - B2) + 70(A3 - B3) + 60(A4 - B4)
C2 = 10C1/9 + {110(A1 - B1) + 90(A2 - B2) + 80(A3 - B3) + 50(A4 - B4)}
C3 = 10C2/9 + {1100(A1 - B1) + 1120(A2 - B2) + 1090(A3 - B3)+ 1110(A4 - B4)}
A1, A2, A3, A4≤1000, B1, B2, B3, B4≤1000
minden változó ≥0

5. Feltételezzük, hogy az események következő sora következik be minden hónapban.

a. A rövidlejáratu kölcsön, s a rövid- és hosszulejáratu kölcsönök után a kamat kifizetésre kerül.

Feltételezzük, hogy a januári rövid- és hosszúlejáratu kölcsönök után esedékes első kamat-fizetésekre február elején kerül sor.

b. Új rövidlejáratu (vagy hosszulejáratu) kölcsön folyósítása

c. A hónapban beérkező készpénz számbavétele

c. Az egyenleg után járó kamat folyósítása.

Az összes változó ezer dollár egységben van megadva.

Legyen Bt = A t-edik havi egyenleg a t-edik havi pénzáramlás figyelembe vétele után. t =1, 2, ...,12

LT = Hosszú lejáratu kölcsön

St = A t-edik havi rövidlejáratu kölcsön nagysága

B13 = Zárómérleg a hosszúlejáratu kölcsön és a decemberi rövidlejáratu kölcsön visszafizetése után.

A helyesen megfogalmazott LP feladat a következő:

MAX B13

FELTÉVE,HOGY

2) B1 - LT - S1 = - 12

3) - 1.004 B1 + 0.009999999 LT + 1.015 S1 + B2 - S2 = - 10

4) 0.009999999 LT - 1.004 B2 + 1.015 S2 + B3 - S3 = - 8

5) 0.009999999 LT - 1.004 B3 + 1.015 S3 + B4 - S4 = - 10

6) 0.009999999 LT - 1.004 B4 + 1.015 S4 + B5 - S5 = - 4

7) 0.009999999 LT - 1.004 B5 + 1.015 S5 + B6 - S6 = 5

8) 0.009999999 LT - 1.004 B6 + 1.015 S6 + B7 - S7 = - 7

9) 0.009999999 LT - 1.004 B7 + 1.015 S7 + B8 - S8 = - 2

10) 0.009999999 LT - 1.004 B8 + 1.015 S8 + B9 - S9 = 15

11) 0.009999999 LT - 1.004 B9 + 1.015 S9 + B10 - S10 = 12

12) 0.009999999 LT - 1.004 B10 + 1.015 S10 + B11 - S11 = - 7

13) 0.009999999 LT - 1.004 B11 + 1.015 S11 + B12 - S12 = 45

14) B13 + 1.01 LT - 1.004 B12 + 1.015 S12 = 0

6. A változók ugyanolyan definícióját használjuk, mint az 5. feladatban és itt is használjuk a következő definíciót:

STt = A t-edik havi adósság továbbvihető része. Vegyük figyelembe, hogy adósságot csak akkor vihetünk tovább, ha az aktuális havi pénzáramlás negatív, és feltételezzük, hogy a maximális továbbvihető összeg megegyezik az aktuális havi pénzáramlás abszolút értékével. Alább megadjuk a feladat optimális megoldását. Fogyeljük meg, hogy ebben a továbbviteli lehetőség számos hónapon át hasznosul, de rövidlejáratu kölcsönök még így is használatban maradnak.

A feladat:

MAX B13

FELTÉVE, HOGY

2) B1 - LT - S1 - ST1 = - 12

3) - 1.004 B1 + 0.01 LT + 1.015 S1 + 1.01 ST1 + B2 - S2 - ST2 = - 10

4) 0.01 LT - 1.004 B2 + 1.015 S2 + 1.01 ST2 + B3 - S3 - ST3 = - 8
5) 0.01 LT - 1.004 B3 + 1.015 S3 + 1.01 ST3 + B4 - S4 - ST4 = - 10
6) 0.01 LT - 1.004 B4 + 1.015 S4 + 1.01 ST4 + B5 - S5 - ST5 = - 4
7) 0.01 LT - 1.004 B5 + 1.015 S5 + 1.01 ST5 + B6 - S6 = 5
8) 0.01 LT - 1.004 B6 + 1.015 S6 + B7 - S7 - ST7 = - 7
9) 0.01 LT - 1.004 B7 + 1.015 S7 + 1.01 ST7 + B8 - S8 - ST8 = - 2
10) 0.01 LT - 1.004 B8 + 1.015 S8 + 1.01 ST8 + B9 - S9 = 15
11) 0.01 LT - 1.004 B9 + 1.015 S9 + B10 - S10 = 12
12) 0.01 LT - 1.004 B10 + 1.015 S10 + B11 - S11 - ST11 = - 7
13) 0.01 LT - 1.004 B11 + 1.015 S11 + 1.01 ST11 + B12 - S12 = 45
14) B13 + 1.01 LT - 1.004 B12 + 1.015 S12 = 0
15) ST1 <= 12
16) ST2 <= 10
17) ST3 <= 8
18) ST4 <= 10
19) ST5 <= 4
20) ST7 <= 7
21) ST8 <= 2
22) ST11 <= 7

Ennek az LP feladatnak a 23. lépésnél kapjuk meg az optimális megoldását, ami a következő:

A célfüggvény értéke:

1) 12.558660

a változók:	értéke:	redukált költség:
B13	12.558660	.000000
B1	18.502960	.000000
LT	30.502960	.000000
S1	.000000	.012349
ST1	.000000	.006736
B2	8.271942	.000000
S2	.000000	.012300
ST2	.000000	.006709
B3	.000000	.000498
S3	.000000	.011748
ST3	.000000	.006182
B4	.000000	.012065
S4	.305030	.000000
ST4	10.000000	.000000
B5	.000000	.011886
S5	10.714630	.000000
ST5	4.000000	.000000
B6	.000000	.011711
S6	10.220380	.000000
B7	.000000	.011538

S7	10.678720	.000000
ST7	7.000000	.000000
B8	.000000	.011367
S8	18.213930	.000000
ST8	2.000000	.000000
B9	.000000	.011199
S9	5.812167	.000000
B10	5.795621	.000000
S10	.000000	.011155
B11	.000000	.006024
S11	.000000	.005020
ST11	1.486227	.000000
B12	43.193880	.000000
S12	.000000	.011000

felt. sor:	bo.maradv.v. többl:	duális árak:
2)	.000000	1.127144
3)	.000000	1.122653
4)	.000000	1.118181
5)	.000000	1.113230
6)	.000000	1.096779
7)	.000000	1.080570
8)	.000000	1.064601
9)	.000000	1.048868
10)	.000000	1.033368
11)	.000000	1.018096
12)	.000000	1.014040
13)	.000000	1.004000
14)	.000000	1.000000
15)	12.000000	.000000
16)	10.000000	.000000
17)	8.000000	.000000
18)	.000000	.005484
19)	.000000	.005403
20)	.000000	.005244
21)	.000000	.005167
22)	5.513773	.000000

Iterációk száma = 23

3.12 Alfejezet

1. Mivel a februárra vonatkozó feltétel nem elégíthető ki anélkül, hogy meg ne sértenénk a januárit, a feladatnak nincs lehetséges megoldása.

2. Legyen JAN1 = a január elején egy hónapra kölcsönvett számítógépek száma,s í.t.. Legyen továbbá IJAN = a januári kereslet kielégítésére rendelkezésre álló számítógépek száma. Ekkor a megfelelő LP feladat a következő lesz:

min z = 200(JAN1 + FEB1 + MAR1 + APR1 + MAY1 + JUNE1) + 350(JAN2 + FEB2 + MAR2 + APR2 +MAY2+JUN2)+450(JAN3+FEB3+MAR3+APR3+MAY3+JUN3)-150MAY3-300JUN3 -175JUN2

feltéve, hogy

IJAN = JAN1 + JAN2 + JAN3
IFEB = IJAN - JAN1 + FEB1 + FEB2 + FEB3
IMAR = IFEB - JAN2 - FEB1 + MAR1 + MAR2 + MAR3
IAPR = IMAR - FEB2 - MAR1 - JAN3 + APR1 + APR2 + APR 3
IMAY = IAPR - FEB3 - MAR2 - APR1 + MAY1 + MAY2 + MAY3
IJUN = IMAY - MAR3 - APR2 - MAY1 + JUN1 + JUN2 + JUN3
IJAN≥9
IFEB≥5
IMAR≥7
IAPR≥9
IMAY≥10
IJUN≥5
és minden változó ≥0

3. Legyen Cij = a j hónapra az i-edik hónap elején bérelt számítógépek száma és It = a t-edik havi kereslet kielégítésére rendelkezésre álló számítógépek száma. Ekkor egy helyes LP megfogalmazás a következő lesz:

MIN 100 C11 + 180 C12 + 250 C13 + 100 C21 + 180 C22 + 250 C23
+ 100 C31 + 180 C32 + 250 C33 + 100 C41 + 180 C42 + 250 C43 + 100 C51
+ 180 C52 + 250 C53 + 100 C61 + 180 C62 + 250 C63 + 100 C71 + 180 C72
+ 250 C73 + 100 C81 + 180 C82 + 250 C83 + 100 C91 + 180 C92 + 250 C93
+ 100 C101 + 180 C102 + 250 C103 + 100 C111 + 180 C112 + 250 C113
+ 100 C121 + 180 C122 + 250 C123

feltéve,hogy

2) - C11 - C12 - C13 + I1 = 0
3) - C12 - C13 - C21 - C22 - C23 + I2 = 0
4) - C13 - C22 - C23 - C31 - C32 - C33 + I3 = 0
5) - C23 - C32 - C33 - C41 - C42 - C43 + I4 = 0
6) - C33 - C42 - C43 - C51 - C52 - C53 + I5 = 0
7) - C43 - C52 - C53 - C61 - C62 - C63 + I6 = 0
8) - C53 - C62 - C63 - C71 - C72 - C73 + I7 = 0
9) - C63 - C72 - C73 - C81 - C82 - C83 + I8 = 0
10) - C73 - C82 - C83 - C91 - C92 - C93 + I9 = 0
11) - C83 - C92 - C93 - C101 - C102 - C103 + I10 = 0

```
      12) - C93 - C102 - C103 - C111 - C112 - C113 +            I11
=    0
      13) - C103 - C112 - C113 - C121 - C122 - C123 +           I12
=    0
       14)   I1 >=   800
       15)   I2 >=   1000
       16)   I3 >=   600
       17)   I4 >=   500
       18)   I5 >=   1200
       19)   I6 >=   400
       20)   I7 >=   800
       21)   I8 >=   600
       22)   I9 >=   400
       23)   I10 >=   500
       24)   I11 >=   800
       25)   I12 >=   600

        és az összes változó >= 0
```

4. Legyen St = a t-edik hónap folyamán eladott búza mázsában, Bt = a t-edik hónap folyamán megvett búza mázsában, és It = a t-edik hónap végén raktáron levő búza (miután a vétel már megtörtént). Ekkor egy helyes megfogalmazás LP-ként a következő lesz:

```
MAX      3 S1 + 6 S2 + 7 S3 + S4 + 4 S5 + 5 S6 + 5 S7 + S8 + 3
S9 + 2 S10
       - 8 B1 - 8 B2 - 2 B3 - 3 B4 - 4 B5 - 3 B6 - 3 B7 - 2 B8
- 5 B9 - 5 B10
  feltéve,hogy
         2)   I0 =    6000
         3)   S1 - B1 - I0 + I1 =    0
         4)   S2 - B2 - I1 + I2 =    0
         5)   S3 - B3 - I2 + I3 =    0
         6)   S4 - B4 - I3 + I4 =    0
         7)   S5 - B5 - I4 + I5 =    0
         8)   S6 - B6 - I5 + I6 =    0
         9)   S7 - B7 - I6 + I7 =    0
        10)   S8 - B8 - I7 + I8 =    0
        11)   S9 - B9 - I8 + I9 =    0
        12)   S10 - B10 - I9 + I10 =    0
        13)   S1 - I0 <=   0
        14)   S2 - I1 <=   0
        15)   S3 - I2 <=   0
        16)   S4 - I3 <=   0
        17)   S5 - I4 <=   0
        18)   S6 - I5 <=   0
        19)   S7 - I6 <=   0
        20)   S8 - I7 <=   0
        21)   S9 - I8 <=   0
        22)   S10 - I9 <=   0
        23)   I1 <=   20000
        24)   I2 <=   20000
        25)   I3 <=   20000
        26)   I4 <=   20000
        27)   I5 <=   20000
        28)   I6 <=   20000
        29)   I7 <=   20000
        30)   I8 <=   20000
```

31) I9 <= 20000
32) I10 <= 20000
és az összes változó >= 0

3.fejezet, Áttekintő feladatok

1. Let x_1 = gyártott pilzeni sör mennyisége hordóban kifejezve
x_2 = gyártott angol világos sör hordóban kifejezve
Ekkor a következő feladatot kell megoldanunk:
max $z = 5x_1 + 2x_2$
felt.h. $5x_1 + 2x_2 \leq 60$
$2x_1 + x_2 \leq 25$
$x_1,\ x_2 \geq 0$

Grafikusan az optimális megoldásra $z = 60, x_1 = 10, x_2 = 5$, adódik, míg $x_1 = 12$, $x_2 = 0$ egy alternatív optimális megoldás.

2. Legyen x_1 = a készített csokoládés sütemények száma
x_2 = a készített vaniliás sütemények száma
Ekkor a következő feladatot kell megoldanunk:
max $z = x_1 + .50x_2$
felt.h. $20x_1 + 40x_2 \leq 480$
$4x_1 + x_2 \leq 30$
$x_1,\ x_2 \geq 0$

Grafikusan az optimális megoldásra adódik: $x_1 = 36/7$, $x_2 = 66/7$, $z = 69/7$.

3. Legyen A = az A beruházásra fordított dollárösszeg
B = a B beruházásra fordított dollárösszeg
C = a C beruházásra fordított dollárösszeg
Mt = a t-edik év végén pénzpiaci alapba fektetett dollárösszeg.
Ekkor a megfelelő LP feladat a következő:
Max z = 1.06M2 + 1.5C + 1.3A
felt.h. 100 = A + B +M0
0.20B + 1.06M0 + 0.10A = C + M1
1.1B + 1.06M1 = M2
A≤50, B≤50, C≤50
és minden változó ≥0

4. Legyen OIL = a vásárolt olaj (ezer hordó egységben)
HOS = eladott nem krakkolt fűtőolaj(ezer hordó)
HOP = továbbfeldolgozott fűtőolaj (ezer hordó)
AFS = eladott nem krakkolt repülőbenzin (ezer hordó)
AFP = továbbfeldolgozott repülőbenzin (ezer hordó)
Ekkor a következő feladatot kell megoldanunk:
max z = 40HOS + 90HOP - 40(OIL) + 130AFP + 60AFS

felt.hogy OIL≤20
0.5(OIL) = AFS + AFP
0.5(OIL) = HOS + HOP
AFP + 0.75HOP≤8
és minden változó ≥ 0

5. Legyen A =az A beruházásra fordított dollárösszeg
B = a B beruházásra fordított dollárösszeg
C = a C beruházásra fordított dollárösszeg
Tt = a t-edik év végén kincstárjegyekbe fektetett dollárösszeg

Ekkor a következő feladatot kell megoldanunk:

max $z = 1.2C + 1.1T2$

felt.h. $A + T0 = 100$

$1A + 1.1T0 = T1 + B$

$1.3A + 1.6B + 1.1T1 = C + T2$

$A, B, C \le 50$

és minden változó ≥ 0

6. Legyen x_1 = az egy tonna acélhoz felhasznált 1-es ötvözet (fontban) és
x_2 = az egy tonna acélhoz felhasznált 2-es ötvözet (fontban). Ekkor a feladat:

min $z = 190x_1/2000 + 200x_2/2000$

$0.03x_1 + 0.04x_2 \le 70$

Széntartalom feltételek:

$0.03x_1 + 0.04x_2 \ge 64$

$0.02x_1 + 0.025x_2 \ge 36$

Szilíciumtartalom feltételek:

$0.02x_1 + 0.025x_2 \le 50$

$0.01x_1 + 0.015x_2 \ge 18$

Nikkeltartalom feltételek:

$.01x_1 + .015x_2 \le 24$

$(42.000x_1 + 50.000x_2)/2,000 \ge 45.000$

Továbbá

$x_1 + x_2 = 2.000$

$x_1 \ge 0,\ x_2 \ge 0.$

7. Legyen x_{ij} = Az i-edik acélműben havonta előállított j-edik típusu acél (tonnában). Ekkor a feladat egy helyes megfogalmazása a következő:

min $z = 10x_{11} + 12x_{21} + 14x_{31} + 11x_{12} + 9x_{22} + 10x_{32}$

felt.hogy $20x_{11}+22x_{12} \le 200(60)$ (az 1.acélműhöz tart. felt.)

$24x_{21}+18x_{22} \le 200(60)$ (a 2.acélműhöz tart. felt.)

$28x_{31}+30x_{32} \le 200(60)$ (a 3.acélműhöz tart. felt.)

$x_{11}+ x_{21}+ x_{31} \ge 500$ (az 1-es típ. acél kereslete)

$x_{12}+ x_{22}+ x_{32} \ge 600$ ()a 2-es típ. acél kereslete)

és minden változó ≥ 0

8.Legyen x_1 = az 1.farm kukoricat-re haszn.része (hold)
x_2 = az 1.farm búzaterm-re haszn. része (hold)
x_3 = a 2.farm kukoricaterm-re haszn.része (hold)
x_4 = a 2.farm búzaterm-re haszn. része (hold)

Ekkor a feladat egy helyes megfogalmazása:

min $z = 100x_1+ 90x_2+120x_3+ 80x_4$

feltéve,h. $x_1 + x_2 \le 100$ (az 1. farm földter. korlátja)

$x_3 + x_4 \le 100$ (a 2. farm földter. korlátja)

$500x_1 + 650x_3 \ge 7,000$ (kukorica szükséglet)

$400x_2 + 350x_4 \geq 11{,}000$ (búza szükséglet.)

$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0,\ x_3 \geq 0,\ x_4 \geq 0$

9. Legyen x_1 = az 1-es folyamat alkalmazásának szintje.
x_2 = a 2-es folyamat alkalmazásának szintje
x_3 = a modellezésre felhasznált idő.
Ekkor egy helyes megfogalmazás a következő:
$\max z = 5(3x_1+5x_2)-3(x_1+2x_2)-2(2x_1+3x_2)-100x_3$
feltéve,h. $x_1+2x_2 \leq 20{,}000$ (korlát a munkára)
$2x_1+3x_2 \leq 35.000$ (korlát a vegyszerekre)
$3x_1+5x_2 = 1.000+200x_3$ (Parfüm termelés = Parfüm kereslet)
$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0,\ x_3 \geq 0$

10. Legyen x_1 = 900 új vevőhöz szükséges újsághirdetések száma
x_2 =600 új vevőhöz szükséges újsághirdetések száma
x_3 = 300 új vevőhöz szükséges újsághirdetések száma
x_4 = 10.000 új vevőt eredményező TV reklámok száma
x_5 = 5.000 új vevőt eredményező TV reklámok száma
x_6 = 2.000 új vevőt eredményező TV reklámok száma
Ekkor egy helyes megfogalmazása a feladatnak a következő:
$\max z = 900x_1+600x_2+300x_3+10.000x_4+5.000x_5+2.000x_6$
felt.h. $x_1 + x_2 + x_3 \leq 30$ (az újs.hird-k száma max.30)
$x_4 + x_5 + x_6 \leq 15$ (TV reklámok száma max. 15)
$x_1+x_2+x_3+10x_4+10x_5+10x_6 \leq 150$ (Költségkorlát)
$x_1 \leq 10,\ x_2 \leq 10,\ x_3 \leq 10,\ x_4 \leq 5,\ x_5 \leq 5,\ x_6 \leq 5$
$x_1 \geq 0,\ x_2 \geq 0,\ x_3 \geq 0,\ x_4 \geq 0,\ x_5 \geq 0,\ x_6 \geq 0$
Figyeljük meg, hogy a feladat megfogalmazásából következik,hogy $x_2>0$ csak akkor lehetséges, ha $x_1 = 10$; s hasonlóan $x_3>0$ csak $x_2 = 10$ esetén lehetséges,s.í.t.. Mivel az x_1 számu hirdetés hasznosabb, mint az x_2 számu, és az x_2 számu hasznosabb, mint az x_3 számu, a maximalizálás (hasonlóan a Sailco feladat esetéhez) automatikusan fogja biztosítani ezt. Végül is, minek rendeljünk meg egyet az x_2 számu (2.típ.) hirdetés közül, ha megrendelhetünk egyet az x_1 számu (1.típ.) hirdetés közül is.

11. Minden változó millió hordó olaj egységben értendő.
Legyen x_{11} = az évente LA-ből Houston-ba száll. olaj.
x_{12} = az évente LA-ből NY-ba száll. olaj.
x_{21} = az évente Chicago-ból Houston-ba száll. olaj. x_{22} = Oil sent each year from Chicago to NY.
y_1 = kapacitásnövelés LA-ben.
y_2 = kapacitásnövelés Chicago-ban.
Ekkor egy helyes megfogalmazása a feladatnak (a célfüggvényt ezer dollárban adva meg):
$\max z = 10\{20x_{11}+15x_{12}+18x_{21}+17x_{22}\}-120y_1-150y_2$
felt.h.$x_{11} + x_{21} \leq 5$ (a Houst-ba száll.menny.≤H.-i kereslet)
$x_{12} + x_{22} \leq 5$ (a NY-ba száll.menny. ≤ NY-i kereslet)

$x_{11} + x_{12} \le 2 + y_1$ (nem száll.-ható el több LA-ből, mint amennyi ott van)

$x_{21} + x_{22} \le 3 + y_2$ (nem száll.-ható el több Chicago-ból, mint amennyi ott van)

és minden változó ≥0

12. Legyen D = napközbeni és E = esti hívások száma. Ekkor a helyes megfogalmazás:

min z = 2D + 5E

felt.h. .30D + .30E≥150 (feleségek korlátja)

0.10D + 0.30E≥120 (férjek korlátja) .10D + 0.15E≥100 (egyedülálló férfiak korlátja)

0.10D + 0.20E≥110 (egyedülálló nők korlátja)

E/ (E+D) ≤1/2 vagy másképp: E-D≤0

D≥0, E≥0

13. Legyen W1 = az 1-es táp gyártásához felhasznált búza (fontban)

W2= a 2-es táp gyártásához felhaszn. búza (fontban)

A1= az 1-es táp gyártásához felhaszn. lóhere (font)

A2 = a 2-es táp gyártásához felhaszn. lóhere (font)

Ekkor a helyes megfogalmazás:

max z = 1.5(W1+A1)+1.3(W2+A2)-0.5(W1+W2)-0.4(A1+A2)

felt.h. W1+W2≤1.000 (max.1000 font búza szerezhető be)

A1+A2≤800 (max. 800 font lóhere szerezhető be)

W1/(A1+W1)≥0.8 vagy másképp: 0.2W1-0.8A1≥0 (az 1-es táp legalább 80% búzát tartalmaz)

A2/(A2+W2)≥0.6 vagy másképp: 0.4A2-0.6W2≥0 (a 2-es táp legalább 60% lóherét tartalmaz)

W1, W2, A1, A2≥0

14. Jelentse W1',W2',A1', és A2' a búza és a lóhere azon mennyiségét (fontban), amit a diszkont áron eladott táp készítéséhez használnak fel, és W1,W2,A1, valamint A2 azon mennyiségeket, amit a nem-diszkont áron eladott táphoz használnak fel (fontban). Ekkor a feladat egy helyes megfogalmazása a következő:

max z = 1.5(W1+A1)+1.3(W2+A2)+1.25(W1'+A1')+(W2'+A2') -0.5(W1+W2+W1'+W2')-0.4(A1+A2+A1'+A2')

felt.h. A1+W1≤300 (max. 300 font 1-es táp adható el a magasabb áron)

A2+W2≤300(max. 300 font 2-es táp adható el a magasabb áron)

W1+W2+W1'+W2'≤1.000

A1+A2+A1'+A2'≤800

(W1+W1')/(A1+A1'+W1+W1')≥0.8 vagy másképp:

-0.8A1-0.8A1'+0.2W1+0.2W1`≥ 0

(A2+A2')/(A2+A2'+W2+W2')≥0.6 vagy másképp:

-0.6W2-0.6W2'+0.4A2+0.4A2'≥0

és minden nváltozó ≥0

Figyeljük meg, hogy a maximalizálás bitosítja, hogy W1'= A1' = 0 amíg A1+W1 nem éri el 300-t. Hasonlóan a maximalizálás bitosítja, hogy W2' = A2' = 0, amíg A2+W2 <= 300.

15. Legyen x_1 = az 1. folyamat alkalmazási szintje
x_2 = a 2. folyamat alkalmazási szintje
A = az A vegyszerből termelt mennyiség (dkg).
B1 = a B vegyszerből eladott mennyiség (dkg) B2 = a B vegyszerből megsemmisítendő mennyiség(dkg) Ekkor egy helyes megfogalmazása a feladatnak a következő: max z = 16A+14B1-2B2
felt.h. $2x_1 + 3x_2 \leq 60$ (max. 60 munkaórát használunk fel)
$x_1 + 2x_2 \leq 40$(max. 40 egységnyi nyersanyag fogy)
$A = 2x_1 + 3x_2$ (az A-ból termelt teljes mennyiség)
$B1 + B2 = x_1 + 2x_2$ (a B-ből termelt teljes mennyiség)
$B1 \leq 20$ (Legfeljebb 20 dkg adható el B-ből)
$x_1, x_2, A, B1, B2 \geq 0$

16. Az új megfogalmazás a következő:
min z = $2.000(x_1+x_2+x_3+x_4)+1.000x_5+2.000(y_1+y_2+y_3+y_4+y_5)$
felt.h. $160y_1 - 50x_1 \geq 6.000$ (januári feltétel)
$160y_2 - 50x_2 - 10x_1 \geq 7.000$ (februári feltétel)
$160y_3 - 50x_3 - 10x_2 \geq 8.000$ (márciusi feltétel)
$160y_4 - 50x_4 - 10x_3 \geq 9.500$ (áprilisi feltétel)
$160y_5 - 50x_5 - 10x_4 \geq 11.000$ (májusi feltétel)
$y_1 = 50$
$y_2 = 0.95y_1$
$y_3 = 0.95y_2 + x_1$
$y_4 = 0.95y_3 + x_2$
$y_5 = 0.95y_4 + x_3$
és minden változó ≥ 0

17. Legyen OT = a tölgyből készített asztalok száma
OC = a tölgyből készített székek száma
PT = a fenyőből készített asztalok száma
PC = a fenyőből készített székek száma
Ekkor a feladat helyes megfogalmazása:
max z = 40(OT + PT)+15(OC + PC)
felt.h. 17OT + 5OC≤150(max. 150 lap tölgy hasznh.)
30PT + 13PC≤210 (max. 210 lap fenyőfa hasznh.)
OT≥0, OC≥0, PT≥0, PC≥0.
Mivel a feladatnak 4 döntési változója van, nem oldható meg grafikusan.

18. Legyen 1. iskola = Cooley High School és 2. iskola = Walt Whitman High School. Legyen Mij = az i-edik körzetben lakó és a j-edik iskolába járó, a kisebbséghez tartozó tanulók száma és legyen NMij = az i-edik körzetben lakó és a j-edik iskolába járó nem-kisebbségi tanulók száma . Ekkor a problémát helyesen leíró LP feladat a következő:
min z = (M11+NM11)+2(M12+NM12)+2(M21+NM21)+(M22+NM22)+(M31+NM3)+(M32+NM32)
felt.h. M11+M12 = 50
M21+M22 = 50
M31+M32 = 100
NM11+NM12 = 200
NM21+NM22 = 250
NM31+NM32 = 150
Az 1. iskolára a következő \`keverési' feltételeket kapjuk:
M11+M21+M31

$0.2 \le$ -------------------------- ≤ 0.3

M11+M21+M31+NM11+NM21+NM31

Ez a következő két LP feltételt adja:

$0.8M11+0.8M21+0.8M31-0.2NM11-0.2NM21-0.2NM31 \ge 0$

$0.7M11+0.7M21+0.7M31-0.3NM11-0.3NM21-0.3NM31 \le 0.$

A 2. iskolára a következő \`keverési' feltételeket kapjuk:

$$0.2 \le \frac{M12+M22+M32}{M12+M22+M32+NM12+NM22+NM32} \le 0.3$$

Ez a következő két LP feltételt adja:

$0.8M12+0.8M22+0.8M32-0.2NM12-0.2NM22-0.2NM32 \ge 0$

$0.7M12+0.7M22+0.7M32-0.3NM12-0.3NM22-0.3NM32 \le 0.$

Biztosítanunk kell azt is, hogy minden iskolában 300 és 500 között legyen a tanulók száma. Így szükségünk van a következő feltételekre is:

$300 \le M11+NM11+M21+NM21+M31+NM31 \le 500$

$300 \le M12+NM12+M22+NM22+M32+NM32 \le 500.$

Az előjelkorlátozás, ti. hogy minden változó ≥ 0, teszi teljessé a feltételrendszert.

19. Legyen G1 = 1. osztályu vásárolt fűrészelt fa mennyisége (köbméter)
G2 = 2. osztályu vásárolt fűrészelt fa mennyisége (köbméter)
LOG = a kivágott fa mennyisége (köbméter)
A feladat:

min z = 3G1 + 7G2 + 3LOG + 2.5LOG + 4(G1 + G2 + LOG)

feltéve,h. G1≤40.000, G2≤60.000, LOG≤35.000
0.7G1 + 0.9G2 + 0.8LOG = 90.000
2G1 + 0.8G2 + 1.3LOG≤40(3600)
és minden változó ≥0

20. Legyen x1s = az 1. földterület lucfenyő nevelésre használt része (holdban)
x1h = az 1. földterület vadászatra hasznosított része (holdban)
x1sh = az 1. földterület vadászatra és fenyő nevelésre is hasznosított része(holdban)
x2s = a 2. földterület fenyő nevelésre hasznosított része (holdban)
x2c = a 2. földterület camping-nek hasznosított része (holdban)
x2sc = a 2. földterület fenyő nevelésre és camping-nek hasznosított része(holdban)
A feladat:

max z = 0.2x1s + 0.4x1h + 0.5x1sh + 0.06x2s + 0.09x2c + 1.1x2sc

felt.h. 3x1s + 3x1h + 4x1sh + x2s + 30x2c +10x2sc ≤150,000
0.1x1s + 0.2x1h + 0.2x1sh + 0.05x2s + 5x2c + 1.01xsc≤200
x1s + x1h + x1sh≤300, x2s + x2c + x2sc≤100
és minden változó ≥0

21. Legyen A = az A termékért számított ár
B = a B termékért számított ár A feladat:

$\max z = 1000A + 1500B$

felt.h. $8 - B \leq 10 - A$

$15 - B \geq 12 - A$

$A \leq 10,\ B \leq 15$

és minden változó ≥ 0

22. Legyen xijk = az 1. termékből termelt azon darabszám, amit az i-edik gépen, a j-edik hónap folyamán a k-adik hónapban való eladásra termeltek

yijk = a 2. termékből termelt azon darabszám, amit az i-edik gépen, a j-edik hónap folyamán a k-adik hónapban való eladásra termeltek. Ekkor a feladat:

$$\max z = 55(x111 + x211) + 12(x112 + x212 + x122 + x222) + 65(y111 + y211) + 32(y112 + y212 + y122 + y222)$$

felt.h.

$4(x111 + x112) + 7(y111 + y112) \leq 500$ (1. gép 1. hónap)

$3(x211 + x212) + 4(y211 + y212) \leq 500$ (2. gép 1. hónap)

$4x122 + 7y122 \leq 500$ (1. gép 2. hónap)

$3x222 + 4y222 \leq 500$ (2. gép 2. hónap)

$x111 + x211 \leq 100$ (az 1. hónapban eladás az 1. termékből)

$y111 + y211 \leq 140$ (a 1. hónapban eladás az 2. termékből)

$x112 + x212 + x122 + x222 \leq 190$ (az 2. hónapban eladás az 1. termékből)

$y112 + y212 + y122 + y222 \leq 130$ (az 2.hónapban eladás az 2. termékből

és minden változó ≥ 0

23. Legyen xi = a munkások által minden héten az i-edik gépen eltöltött órák száma és pi = az i-edik termékből hetente termelt darabszám. Ekkor a feladat:

$\max z = 6p1 + 8p2 + 10p3$

felt.h. $2p1 + 3p2 + 4p3 \leq x1$

$2p1 + 3p2 + 4p3 \leq 200$

$3p1 + 5p2 + 6p3 \leq x2$

$3p1 + 5p2 + 6p3 \leq 120$

$4p1 + 7p2 + 9p3 \leq x3$

$4p1 + 7p2 + 9p3 \leq 160$

$x1 + x2 + x3 \leq 350$

és minden változó nemnegatív

24.Legyen Xi = az i-edik típusu kezelt DRG esetek száma hetente.aekkor a probléma hekyes megfogalmazása a következő.

```
MAX     2000 X1 + 1500 X2 + 500 X3 + 300 X4
FELTÉVE, HOGY
     2)   7 X1 + 4 X2 + 2 X3 + X4 <=   570
     3)   5 X1 + 2 X2 + X3 <=   1000
     4)   30 X1 + 10 X2 + 5 X3 + X4 <=   50000
     5)   800X1 + 500X2 + 150X3 + 50X4 <=   50000
     6)   X1 >=   10
     7)   X2 >=   15
     8)   X3 >=   40
     9)   X4 >=   160
```

25. Legyen Wi = az i-edik típusu borból évente termelt mennyiség(liter).A feladat helyes megfogalmazása a következő. Figyeljük meg, hogy a 2. sor bal oldala a borból levő átlagos raktárkészletet adja.

```
MAX     6 W1 + 12 W2 + 20 W3 + 30 W4
  FELTÉVE, HOGY
      2) 0.3333 W1 + W2 + 2 W3 + 3.3333 W4 <=   50000
      3)   0.5 W1 + 0.5 W2 + W3 + 1.5 W4 <=   32000
      4)   0.2 W1 + 0.3 W2 + 0.3 W3 + 0.5 W4 <=   12000
      5)   W1 + W2 + W3 + W4 <=   100000
```

26. Grafikus megoldás után az optimális megoldás: $z = 6$, $x_1 = 0$ and $x_2 = 6$.

27. Legyen Sij = a j-edik év során eladott i típusu teherautók száma,

Pij = az i-edik típusu teherautóból gyártott darabszám a j-edik évben.

Iij = az i-edik típusu teherautóból raktáron levő darabszám a j-edik év végén. A feladat helyes megfogalmazása a következő. Figyeljük meg, hogy Iij nemnegatív volta biztosítja azt, hogy sohasem adunk el több teherautót, mint amennyi rendelkezésre áll.

```
MAX 20 S11 + 20 S12 + 20 S13 + 17 S21 + 17 S22 + 17 S23
- 15 P11 - 15 P12 - 15 P13 - 14 P21 - 14 P22 -        14 P23 -
2 I11 - 2I12- 2I13- 2I21 - 2I22 - 2 I23
  FELTÉVE,HOGY
         2)   S11 - P11 + I11 =    0
         3)   S12 - P12 - I11 + I12 =    0
         4)   S13 - P13 - I12 + I13 =    0
         5)   S21 - P21 + I21 =    0
         6)   S22 - P22 - I21 + I22 =    0
         7)   S23 - P23 - I22 + I23 =    0
         8)   P11 + P21 <=   320
         9)   P12 + P22 <=   320
        10)   P13 + P23 <=   320
        11)   S11 <=   100
        12)   S12 <=   200
        13)   S13 <=   300
        14)   S21 <=   200
        15)   S22 <=   100
        16)   S23 <=   150
        17)   5 P11 + 5 P12 + 5 P13 - 5 P21 - 5 P22 - 5 P23 <=
  0
```

28. Minden optimális megoldásra z = 12. Minden,a (2, 4) és (3, 0) pontokat összekötő egyenes szakaszon levő pont optimális.

29. Legyen Pi = a szuper minőségből az i-edik hónapban készített (és eladott) mennyiség (liter)

Ri = a normál minőségből az i-edik hónapban készített (és eladott) mennyiség (liter)

Bi = az i osztályu nyers-narancsléből a 2. hónapban történő felhasználásra vásárolt mennyiség (liter)

Ij = a j osztályu nyers-narancsléből az 1. hónap végén megmaradt mennyiség (liter),

Rij = a j osztályu nyers-narancsléből az i-edik hónap során

normál narancslé készítésére elhasznált mennyiség,
Pij = a j osztályu nyers-narancsléből az i-edik hónap során szuper narancslé készítésére elhasznált mennyiség. A feladat egy helyes megoldását adó LP modell a következő:

```
MAX     0.9 P1 + 0.9 P2 + 0.7 R1 + 0.7 R2 - 0.4 B3 - 0.6 B6 -
0.05 I3
       - 0.1 I6
  FELTÉVE, HOGY
         2)   R1 - R16 - R13 =    0
         3)   P1 - P13 - P16 =    0
         4)   R2 - R26 - R23 =    0
         5)   P1 - P13 - P16 =    0
         6)   P2 - P26 - P23 =    0
         7)   R1 <=   2000
         8)   R2 <=   2000
         9)   P1 <=   1000
        10)   P2 <=   1000
        11)   I6 + R16 + P16 =    3000
        12)   I3 + R13 + P13 =    2000
        13) - 4 R1 + 6 R16 + 3 R13 >=   0
        14) - 4 R2 + 6 R26 + 3 R23 >=   0
        15) - 5 P1 + 3 P13 + 6 P16 >=   0
        16) - 5 P2 + 6 P26 + 3 P23 >=   0
        17) - B6 - I6 + R26 + P26 <=   0
        18) - B3 - I3 + R23 + P23 <=   0
```

30. Az LP feladat nemkorlátos.

31. Az LP feladat nemkorlátos.

32. Let Xi = az i-edik műszakhoz rendelt munkások száma. Ekkor a következő egy helyes LP modell:

```
MAX     84 X1 + 92 X2 + 80 X3
 FELTÉVE,HOGY
         2)   X1 <=   10
         3)   X2 <=   10
         4)   X3 <=   10
         5)   10 X1 + 10 X2 + 10 X3 <=   250
         6)   10 X1 - 10 X3 <=   0
         7)   X1 + X2 + X3 <=   25
```

33. Minden optimális megoldásra z = 8. Minden, a (2, 0) és (0, 8) pontokat összekötő egyenesszakasz pontjai optimális megoldások.

34. Legyen Lt = a t-edik hónapban LA-ben készített légkopndicionálók száma,
Nt = a t-edik hónapban NY-ban készített légkondicionálók,
It = raktáron levő légkondicionálók száma a t-edik hónap végén.
Ekkor a feladat LP-ként való megfogalmazása a következő:

```
  MIN  400 L1 + 400 L2 + 400 L3 + 100 I1 + 100 I2 + 100
I3 + 350 N1 + 350 N2 + 350 N3
  FELTÉVE,HOGY
         2) - L1 + I1 - N1 =  - 100
```

```
  3) - L2 - I1 + I2 - N2 =  - 400
  4) - L3 - I2 + I3 - N3 =  - 500
  5)   1.5 L1 <=   420
  6)   1.5 L2 <=   420
  7)   1.5 L3 <=   420
  8)   2 N1 <=   420
  9)   2 N2 <=   420
 10)   2 N3 <=   420
```

35. Legyen Li = az i-edik típusu elrendezésben összeállított virágegyüttesek száma. Az adódó feladat:

```
MAX   50 L1 + 30 L2 + 60 L3
  FELTÉVE,HOGY
        2)   30 L1 + 10 L2 + 20 L3 <=   1000
        3)   20 L1 + 40 L2 + 50 L3 <=   800
        4)   4 L1 + 3 L2 + 2 L3 <=   100
```

36a. vegyük hozzá még az $L1 \le L2$ feltételt.
36b. vegyük hozzá még a következő feltételeket:
$L1 \ge 5$, $L2 \ge 5$, $L3 \ge 5$.

37. Az optimális megoldás: $z = 12$, $x_1 = 0$, $x_2 = 6$.

38. Legyen F12 = olyan teljes munkaidős alkalmazottak száma, akik 12 és 1 között ebédelnek
F1 = olyan teljes munkaidős alkalmazottak száma, akik 1 és 2 között ebédelnek.
PTt = olyan részidős alkalmazottak száma, akik t időpontban kezdik a munkát (t = 9, 10, 11, 12, 1, 2). A du.2-kor munkát kezdő alkalmazottak a zárásig dolgoznak, s így nincs szükségünk PT3 vagy PT4 típusu alkalmazottakra. Ekkor egy megfelelő LP feladat a következő:

min $z = 64(F12 + F1) + 15(P9 + P10 + P11 + P12 + P1 + P2)$

feltéve,hogy $F12 + F1 + P9 \ge 4$
$F12 + F1 + P9 + P10 \ge 3$
$F12 + F1 + P9 + P10 + P11 \ge 4$
$F1 + P10 + P11 + P12 \ge 6$
$F12 + P11 + P12 + P1 \ge 5$
$F12 + F1 + P12 + P1 + P2 \ge 6$
$F12 + F1 + P1 + P2 \ge 8$
$F12 + F1 + P2 \ge 8$
$P9 + P10 + P11 + P12 + P1 + P2 \le 5$
és minden változó ≥ 0

Ha a változókról egészértéküség van kikötve, akkor az optimális megoldásra F12 = F1 = 3, P11 = 3, and P2 = 2 adódik, 459$ teljes napi költséggel.

39. i<j-re legyen Xij = azon dolgozók száma, akik heti szabadnapja i és j lesz (1.nap = vasárnap...7.nap = szombat). Figyeljük meg, hogy szombaton 30 - 28 = 2 dolgozónak kell szabadnapot kapnia.A szombatot szabadnapként megkapó dolgozók esetében i vagy j = 7. megismételve ezt az okoskodást és

megfigyelve, hogy az egymás melletti napokat szabadságnak megkapó dolgozók esetében |j-i| = 1 vagy i = 1 és j = 7 a feladatra a következő megfogalmazást kapjuk:

max z = X12 + X17 + X23 + X34 + X45 + X56 + X67

feltéve, hogy

X17+X27+X37+X47+X57+X67 = 2 (szombat felt.)
X12+X13+X14+X15+X16+X17 = 12 (vasárnap felt.)
X12+X23+X24+X25+X26+X27 = 12 (hétfő felt.)
X13+X23+X34+X35+X36+X37 = 6 (kedd felt.)
X14+X24+X34+X45+X46+X47 = 5 (szerda felt.)
X15+X25+X35+X45+X56+X57 = 14(csütörtök felt.)
X16+X26+X36+X46+X56+X67 = 9 (péntek felt.)

S az összes változó nemnegatív

Ennek az LP-nek az optimális megoldása: X12 = 8, X13 = 2, X17 = 2, X23 = 4, X45 = 5, X56 = 9, z = 28. Így 2 dolgozó van, aki nem kap szomszédos napokat szabadságként.

40. Legyen c_t = a t-edik hónap végén rendelkezésre álló készpénz.

x_t = A t-edik hónap kezdetén beszerzett kukorica-mennyiség (tonna).

y_t = A t-edik hónap végén eladott kukoricamennyiség (tonna)

i_t = a rendelkezésre álló kukoricamennyiség a t-edik havi beszerzés után (de a t-edik havi eladás előtt)

Ekkor egy helyes megfogalmazása a feladatnak a következő:

max z = $250y_1+400y_2+350y_3+550y_4-300x_1-350x_2-400x_3-500x_4$

felt.h. $i_1 = x_1 + 50$ $i_2 = i_1 - y_1 + x_2$

$i_3 = i_2 - y_2 + x_3$

$i_4 = i_3 - y_3 + x_4$

$i_1 \le 100$

$i_2 \le 100$

(kapacitáskorlát)

$i_3 \le 100$

$i_4 \le 100$

$y_1 \le i_1$, $y_2 \le i_2$, $y_3 \le i_3$, $y_4 \le i_4$ (nem adható el több,mint amennyi van)

$c_1 = 1,000 - 300x_1 + 250y_1$

$c_2 = c_1 - 350x_2 + 400y_2$

$c_3 = c_2 - 400x_3 + 350y_3$

$300x_1 \le 1.000$

$350x_2 \le c_1$

$400x_3 \le c_2$ (Nem költhető el több pénz, mint amennyi van)

$500x_4 \le c_3$

és minden változó ≥0.

41. Legyen Xij = az i-edik hó elején j hónapra befektetett pénz. Figyelembe véve, hogy minden hónapra fennáll, hogy (Befektetett pénz) + (Kifizetett számlák értéke = (Rendelkezésre álló pénz), a következő megfogalmazást kapjuk.

max z = 1.08X14+1.03X23+1.01X32+1.001X41

felt.h. X11+X12+X13+X14+600 = 400+400 (1.hónap)

X21+X22+X23+500 = 1.001X11+800 (2.hónap)

X31+X32+500 = 1.01X12+1.001X21+300 (3.hónap)

X41+250 = 1.03X13+1.01X22+1.001X31+300 (4.hónap)

és minden változó ≥0

42. Legyen X_{ij} = az i-edik városból származó olyan szemét (tonnában), amit a j-edik szemétégetőbe küldenek, és legyen Y_{ij} = annak a törmeléknek (szemétiszapnak) a mennyisége (tonna), amit az i-edik szemétégetőből a j-edik földfeltöltő helyre szállítanak.Ekkor a problémára a helyes LP feladat a következő lesz:

$$\min z = 40(X_{11}+X_{21})+30(X_{12}+X_{22})+ 3[30X_{11}+5X_{12}+36X_{21}+42X_{22}+5Y_{11}+8Y_{12}+9Y_{21}+6Y_{22}]$$

felt.h. $X_{11} + X_{12} = 500$ (az 1. városbeli szemetet elszállítják valahova)

$X_{21} + X_{22} = 400$ (az 2. városbeli szemetet elszállítják valahova)

$Y_{11} + Y_{12} = .2(X_{11}+X_{21})$ (az 1. szemétégetőből a törmeléket elszállítják valahova)

$Y_{21} + Y_{22} = .2(X_{12}+X_{22})$ (a 2.szemétégetőből a törmeléket elszállítják valahova)

$Y_{11} + Y_{21} \le 200$(az 1.földfelt. hely kapacitása)

$Y_{12} + Y_{22} \le 200$(az 2.földfelt. hely kapacitása)

$X_{11} + X_{21} \le 500$ (az 1.szemétégető kapacitása)

$X_{12} + X_{22} \le 500$ (a 2.szemétégető kapacitása)

és minden változó ≥ 0

43. Legyen X_1 = az 1. olvasztási módszer felhasznval készített tranzisztorok száma

X_2 = a 2. olvasztási módszer felhasznval készített tranzisztorok

D = a nem újrahevített gyártás alatti selejtek száma

RD = az újrahevített gyártás alatti selejtek száma

R_1 =az 1-es minőségi fokozatu,újrahev.tranz.-k száma

R_2 =a 2-es minőségi fokozatu,újrahev.tranz.-k száma

R_3 =a 3-as minőségi fokozatu,újrahev.tranz.-k száma

Y_1 =az 1-es minőségi fok.,nem újrahev.tranz.-k száma

Y_2 =a 2-es minőségi fok.,nem újrahev.tranz.-k száma

Y_3 =a 3-as minőségi fok.,nem újrahev.tranz.-k száma

Ekkor az adódó LP feladat a következő:

$$\min z = 50X_1 + 70X_2 + 25RD + 25R_1 + 25R_2 + 25R_3$$

felt.h.

$0.3X_1 + 0.2X_2 - RD - D = 0$

$0.3X_1 + 0.2X_2 - R_1 - Y_1 = 0$

$0.2X_1 + 0.25X_2 - R_2 - Y_2 = 0$

$0.15X_1 + 0.20X_2 - R_3 - Y_3 = 0$

$0.25RD + 0.30R_1 + Y_1 \ge 3000$

$0.15RD + 0.30R_1 + 0.40R_2 + Y_2 \ge 3000$

$0.20RD + 0.20R_1 + 0.30R_2 + 0.50R_3 + Y_3 \ge 2000$

$0.05X_1 + 0.15X_2 + 0.10RD + 0.20R_1 + 0.30R_2 + 0.50R_3 \ge 1000$

$X_1 + X_2 + RD + R_1 + R_2 + R_3 \le 20000$

és minden változó ≥ 0

44. Legyen

BOX = beszerzett dobozpapír (tonna)

TIS = beszerzett selyempapír (tonna)

NEWS = beszerzett újságpapír (tonna)

BOOK = beszerzett könyvpapír (tonna)

BOX1 = a dobozpapírból a festéktelenítési eljáráson keresztülbocsátott rész (tonna)

TIS1 = a selyempapírból a festéktelenítési eljáráson keresztülbocsátott rész (tonna)

NEWS1 = az újságpapírból a festéktelenítési eljáráson

keresztülbocsátott rész (tonna)
BOOK1 = a könyvpapírból a festéktelenítési eljáráson
keresztülbocsátott rész (tonna)
BOX2 = a dobozpapírból az aszfaltdiszperziós eljáráson
keresztülbocsátott rész (tonna)
TIS2 = a selyempapírból az aszfaltdiszperziós eljáráson
keresztülbocsátott rész (tonna)
NEWS2 =az újságpapírból az aszfaltdiszperziós eljáráson
keresztülbocsátott rész (tonna)
BOOK2 = a könyvpapírból az azfaltdiszperziós eljáráson
keresztülbocsátott rész (tonna)
PBOX = rendelkezésre álló dobozpapír-pép
PTIS = rendelkezésre álló selyempapír-pép
PNEWS = rendelkezésre álló újságpapír-pép
PBOOK = rendelkezésre álló könyvpapír-pép
PBOXi = i-edik min. fokozatu papír készítésére
felhasznált dobozpapír-pép
PTISi = i-edik min. fokozatu papír készítésére
felhasznált selyempapír-pép
PNEWSi = az i-edik min. fokozatu papír készítésére
felhasznált újságpapír-pép

Egy helyes megfogalmazása a feladatnak:

min z = 5BOX + 6TIS + 8NEWS + 10BOOK + 20BOX1 + 20TIS1 + 20NEWS1 + 20BOOK1 + 15BOX2 + 15TIS2 + 15NEWS2 + 15BOOK2

felt.h. BOX1 + BOX2 ≤BOX
TIS1 + TIS2 ≤TIS
NEWS1 + NEWS2≤NEWS
BOOK1 + BOOK2≤BOOK
0.135BOX1 + 0.12BOX2 = PBOX
0.18TIS1 + 0.16TIS2 = PTIS
0.27NEWS1 + 0.24NEWS2 = PNEWS
0.36BOOK1 + 0.32BOOK2 = PBOOK
PBOX2 + PBOX3≤PBOX
PTIS2 + PTIS3≤PTIS
PNEWS1 + PNEWS3≤PNEWS
PBOOK1 + PBOOK2≤PBOOK
PNEWS1 + PBOOK1≥500
PBOX2 + PTIS2 + PBOOK2≥500
PBOX3 + PTIS3 + PNEWS3≥600
BOX1 + TIS1 + NEWS1 + BOOK1 ≤3000
BOX2 + TIS2 + NEWS2 + BOOK2≤3000
és minden változó ≥0

45. Legyen T1 = a beszerzett 1-es típusu pulykák száma
T2 = a beszerzett 2-es típusu pulykák száma
D1 = az 1. kottletben haszn. nem-fehér hús (font)
W1 = az 1. kottletben haszn. fehér hús (font)
D2 = az 2. kottletben haszn. nem-fehér hús (font)
W2 = az 2. kottletben haszn. fehér hús (font)

A feladat:

max z = 4(W1+D1)+3(W2+D2)-10T1-8T2

felt.h. W1+D1≤50 (kereslet az 1.kottletből)
W2+D2≤30 (kereslet az 2.kottletből
W1+W2≤5T1+3T2 (Nem használható fel több fehér

hús, mint amennyi van)

$D1+D2 \le 2T1+3T2$ (Nem használható fel több nem-fehér hús, mint amennyi van)

$W1/(W1+D1) \ge 0.7$ vagy másképp: $0.3W1 \ge 0.7D1$

$W2/((W2+D2) \ge 0.6$ vagy másképp: $0.4W2 \ge 0.6D2$

$T1, T2, D1, W1, D2, W2 \ge 0$

46. Legyen PSt =a t-edik hónapban gyártott személyautók száma

PWt =a t-edik hónapban gyárt. kisteherautók száma

SSt = a t-edik hónapban eladott személyautók száma SWt = a t-edik hónapban eladott kisteherautók száma

ISt = a t-edik hónap végén készleten levő személyautók száma

IWt = a t-edik hónap végén készleten levő kisteherautók száma

Ekkor a problémát leíró helyes LP feladat:

max z = 8000(SS1 + SS2 + SS3) + 9000(SW1 + SW2 + SW3) - 6000(PS1 + PS2 + PS3) - 7500(PW1 + PW2 + PW3) - 150 (IS1 + IS2 + IS3) - 200(IW1 + IW2 +IW3)

felt.h. $PS1 + PW1 \le 1500$

$PS2 + PW2 \le 1500$

$PS3 + PW3 \le 1500$

$PS1 \ge 2(PS1 + PW1)/3$

$SS1 \le 1100$, $SW1 \le 600$

$SS2 \le 1500$, $SW2 \le 700$

$SS3 \le 1200$, $SW3 \le 500$

IS1 = 200 + PS1 - SS1

IS2 = IS1 + PS2 - SS2

IS3 = IS2 + PS3 - SS3

IW1 = 100 + PW1 - SW1

IW2 = IW1 + PW2 - SW2

IW3 = IW2 + PW3 - SW3

és minden változó ≥ 0

48. Legyen az 1. műszak= éjfél-reggel 6

2. műszak = reggel 6 - dél
3. műszak = dél-délután 6
4. műszak = délután 6 – éjfél

x1 =az 1. és 2. műszakban dolgozó alkalmazottak száma

x2 = a 2. és 3. műszakban dolgozó alkalmazottak száma x3 = a 3. és 4. műszakban dolgozó alkalmazottak száma x4 =a 4. és az 1. műszakban dolgozó alkalmazottak száma

it = a t-edik műszak után még megmaradt ügyfelek száma

st = a t-edik műszakban kiszolgált ügyfelek száma.

Ekkor a feladat:

min z = 120(x1+x2+x3+x4) + 5(i1+i2+i3+i4)

felt.h. i1 = 100 - s1

i2 = i1 + 200 - s2

i3 = i2 + 300 - s3

i4 = i3 + 200 - s4

i4 = 0

$s1 \le 50x1 + 50x4$

$s2 \le 50x1 + 50x2$

$s3 \le 50x3 + 50x2$

$s4 \leq 50x4 + 50x3$

és minden változó ≥ 0

49. Legyen L = a Los Angeles-ben vás. menny. (liter)
M = a Miami-ban vásárolt menny. (liter)
H = a Houston-ban vás. menny. (liter)
N = a New York-ban vás. menny. (liter)
IL =a meglevő mennyiség leszálláskor LA-ben (l)
IM =a meglevő mennyiség leszálláskor Miami-ban(l)
IH =a meglevő mennyiség leszálláskor Houston-ban(l)
IN =a meglevő mennyiség leszálláskor NY-ban (l)

A feladat:

$\min z = 88L + 15H + 105N + 95M$

felt., h.: $IL = IM + M - 2700[1 + (IL + IM)/2000]$

$IH = IL + L - 1500[1 + (IL + IH)/2000]$

$IN = IH + H - 1700[1 + (IH + IN)/2000]$

$IM = IN + N - 1300[1 + (IN + IM)/2000]$

$IL, IN, IH, IM \geq 600,$

$IL + L \leq 12,000$

$IM + M \leq 12,000$

$IH + H \leq 12,000$

$IN + N \leq 12,000$

és minden változó ≥ 0

50. Legyen Pt = az adatelőkélszítéshez rendelt alkalmazottak száma a t-edik héten
Et = az adatbevitelhez rendelt alkalmazottak száma a t-edik héten
It = még fel nem dolgozott nyomtatványok száma a t-edik hét végén
It'= adatbevitelre váró nyomtatványok száma a t-edik hét
DPi= az adatelőkészítés szempontjából az i-edik hét folyamán feldolgozott nyomtatványok száma
DEi= az adatbevitel szempontjából az i-edik hét folyamán feldolgozott nyomtatványok száma

Megjegyzés: Feltételezzük, hogy minden nyomtatvány a hét elején érkezik. Azt is feltételezzük,hogy az i-edik hét folyamán az előkészítésben feldolgozott nyomtatvá-nyokat adatbevitelre továbbadják az i+1-edik hét elején. A feladat:

$\min z =200(P1+ E1+ P2+ E2+ P3 + E3 + P4 + E4 + P5 + E5)$

felt.h. $I1 = 40,000 - DP1$

$I2 = I1 + 30,000 - DP2$

$I3 = I2 + 60,000 - DP3$

$I4 = I3 -P4$

$I4 = 0$

$I2' = DP1$

$I3' = I2' -DE2 + 160P2$

$I4' = I3' - DE3 + 160P3$

$I5' = I4' - DE4 + 160P4$

$DE5 = I5'$

$DE2 \leq 240E2,\ DE3 \leq 240E3,\ DE4 \leq 240E4, DE5 \leq 240E5,$

$DP1 \leq 160P1,\ DP2 \leq 160P2,\ DP3 \leq 160P3,\ DP4 \leq 160P4$

$DE2 \leq 160I2',\ DE3 \leq 160I3',\ DE4 \leq 160I4'$

minden változó ≥ 0 és egészértékű

51a. Legyen Rt = t-edik ellenálláselem ellenállása.
A feladat:

min z = 16R1 + 36R2 + 64R3 + 324R4
felt.h. 4R1 = 6R2, 6R2 = 8R3
$2 \le 4R1 \le 10$
$2 \le 6R2 \le 10$
$2 \le 8R3 \le 10$
és minden változó ≥ 0

51b. Legyen Ri' =az i-edik ellenálláselem ellenállásának reciproka. Ekkor a feladat:

min z = 36R1' + 36R2' + 36R3' + 16R4'
felt.h. $2 \le 6R1' \le 6$
$2 \le 6R2' \le 6$
$2 \le 6R3' \le 6$
$2 \le 4R4' \le 6$
6R1' + 6R2' + 6R3' = 4R4'
és minden változó nemnegatív

52a. Le J = a szükséges bírók száma
Xt = betervezett bírói munkaórák száman a t-edik hónapban
It =a szükséges bírói órákban való elmaradás a t-edik hónap végén. Itt következik a feladat egy megfogalmazása LP segítségével. Elhanyagoltuk azt, hogy J-nek egésznek kell lennie.
Világos, hogy 3 bíró elegendő lesz.

```
MIN     J
  FELTÉVE, HOGY
         2)   I1 + X1 =    400
         3) - I1 + I2 + X2 =    300
         4) - I2 + I3 + X3 =    200
         5) - I3 + I4 + X4 =    600
         6) - I4 + I5 + X5 =    800
         7) - I5 + I6 + X6 =    300
         8) - I6 + I7 + X7 =    200
         9) - I7 + I8 + X8 =    400
        10) - I8 + I9 + X9 =    300
        11) - I9 + I10 + X10 =    200
        12) - I10 + I11 + X11 =    100
        13) - I11 + I12 + X12 =    300
        14)   I12 =    0
        15) - 120 J + X1 <=   0
        16) - 120 J + X2 <=   0
        17) - 120 J + X3 <=   0
        18) - 120 J + X4 <=   0
        19) - 120 J + X5 <=   0
        20) - 120 J + X6 <=   0
        21) - 120 J + X7 <=   0
        22) - 120 J + X8 <=   0
        23) - 120 J + X9 <=   0
        24) - 120 J + X10 <=   0
        25) - 120 J + X11 <=   0
        26) - 120 J + X12 <=   0
```

Az LP feladat optimumát az algoritmus a 28 lépésben találta meg, s az optimumhoz tartozó értékek:

A célfüggvény:

1) 2.9629630

a változó	értéke	redukált költség
J	2.962963	.000000
I1	44.444440	.000000
X1	355.555500	.000000
I2	.000000	.000000
X2	344.444500	.000000
I3	.000000	.000926
X3	200.000000	.000000
I4	244.444400	.000000
X4	355.555500	.000000
I5	688.888900	.000000
X5	355.555500	.000000
I6	633.333300	.000000
X6	355.555500	.000000
I7	477.777800	.000000
X7	355.555500	.000000
I8	522.222200	.000000
X8	355.555500	.000000
I9	466.666700	.000000
X9	355.555500	.000000
I10	311.111100	.000000
X10	355.555500	.000000
I11	55.555560	.000000
X11	355.555500	.000000
I12	.000000	.000000
X12	355.555500	.000000

sor	hiány vagy többlet	duál árak
2)	.000000	.000000
3)	.000000	.000000
4)	.000000	.000000
5)	.000000	-.000926
6)	.000000	-.000926
7)	.000000	-.000926
8)	.000000	-.000926
9)	.000000	-.000926
10)	.000000	-.000926
11)	.000000	-.000926
12)	.000000	-.000926
13)	.000000	-.000926
14)	.000000	.000926
15)	.000000	.000000
16)	11.111110	.000000
17)	155.555600	.000000
18)	.000000	.000926
19)	.000000	.000926
20)	.000000	.000926
21)	.000000	.000926
22)	.000000	.000926
23)	.000000	.000926
24)	.000000	.000926
25)	.000000	.000926
26)	.000000	.000926

az iterációk száma = 28

52b.

A változók ugyanazok, mint 52a-ban,hozzávéve még a következőt:
J_t = azon bírók száma, akik a t-edik hónapban szabadságon vannak, s természetesen ez is egészértékű. Ekkor a feltételek:

2) I1 + X1 = 400
3) - I1 + I2 + X2 = 300
4) - I2 + I3 + X3 = 200
5) - I3 + I4 + X4 = 600
6) - I4 + I5 + X5 = 800
7) - I5 + I6 + X6 = 300
8) - I6 + I7 + X7 = 200
9) - I7 + I8 + X8 = 400
10) - I8 + I9 + X9 = 300
11) - I9 + I10 + X10 = 200
12) - I10 + I11 + X11 = 100
13) - I11 + I12 + X12 = 300
14) I12 = 0
15) 120J1- 120 J + X1 <= 0
16) 120J2- 120 J + X2 <= 0
17) 120J3- 120 J + X3 <= 0
18) 120J4- 120 J + X4 <= 0
19) 120J5- 120 J + X5 <= 0
20) 120J6- 120 J + X6 <= 0
21) 120J7- 120 J + X7 <= 0
22) 120J8- 120 J + X8 <= 0
23) 120J9- 120 J + X9 <= 0
24) 120J10- 120 J + X10 <= 0
25) 120J11- 120 J + X11 <= 0
26) 120J12- 120 J + X12 <= 0
27) -J1-J2-J3-J4-J5-J6-J7-J8-J9-J10=J11-J12+J=0
s minden J_t egész

53. Legyen L = a hosszútávra kölcsönvett pénz (ezer dollárban)
S_t = a rövidtávra kölcsönvett pénzek még ki nem fizetett része/egyenlege (ezer dollárban) a t-edik hónap végén
C_t = a rendelkezésre álló készpénz a t-edik hónap végén

Ekkor a probléma egy helyes megfogalmazása a következő:

$$\min z = 90L + 40S_1 + 40S_2 + 40S_3 + 40S_4 + 40S_5 + 40S_6$$

felt.h.

$$L + S_1 + 2 = 5 + C_1$$
$$C_1 + S_2 + 2 = 5 + C_2 + 1.04S_1$$
$$C_2 + S_3 + 2 = 6 + C_3 + 1.04S_2$$
$$C_3 + S_4 + 4 = 2 + C_4 + 1.04S_3$$
$$C_4 + S_5 + 7 = 2 + C_5 + 1.04S_4$$
$$C_5 + S_6 + 9 = 1 + 1.09L + 1.04S_6 + C_6 + 1.04S_5$$

és minden változó ≥ 0

Az utolsó feltétel biztosítja, hogy végső soron minden kölcsön visszafizetésre kerül.

54. Legyen HO = a fűtőoéaj eladott mennyisége (liter)
G = a benzin eladott mennyisége (liter)
J = a repülőgép-üzema. eladott menny. (liter)
C_1 = az 1. típusu nyersolajból beszerzett mennyiség

C2 = a 2. típusu nyersolajból beszerzett mennyiség

HO1 = az 1. típusu nyersolajból desztillált és fűtőolajként használt rész (liter)

HO2 = a 2. típusu nyersolajból desztillált és fűtőolajként használt rész (liter)

NG = a repülőgépüzemanyagként használt kinyert nafta (liter)

NJ = a benzinnek hasznosított nafta (liter)

DO1 = a desztillált 1. típ. nyersolaj krakkolón átbocsátott része (liter)

DO2 = a desztillált 2. típ. nyersolaj krakkolón átbocsátott része (liter)

CO1G = a krakkolt 1. típ. olaj benzinnek használt része (liter)

CO2G = a krakkolt 2. típ. olaj benzinnek használt része (liter)

CO1J = a krakkolt 1. típ. olaj repülőgép-üzemanyagnak használt része (liter)

CO2J = a krakkolt 2. típ. olaj repülőgép-üzemanyagnak használt része (liter) .

A feladat egy helyes megfogalmazása ezek után a következő :

$$\max z = 14HO + 18G + 16J - 12.1C1 - 10.1C2 - 0.15DO1 - 0.15DO2$$

felt.h. $C1 \le 10000$

$$C2 \le 10000$$
$$0.3C1 + 0.2C2 = HO1 + DO1$$
$$0.1C1 + 0.4C2 = HO2 + DO2$$
$$0.6C1 + 0.4C2 = NG + NJ$$
$$0.8DO1 + 0.7DO2 = CO1G + CO1J$$
$$0.2DO1 + 0.3DO2 = CO2G + CO2J$$
$$HO = HO1 + HO2$$
$$G = NG + CO1G + CO2G$$
$$J = NJ + CO1J + CO2J$$
$$-8.5G + 8NG + 9CO1G + 6CO2G \ge 0$$
$$-7J + 8NJ + 9CO1J + 6CO2J \ge 0$$
$$-4.5HO + 4HO1 + 5HO2 \ge 0$$
$$C1 + C2 \le 15,000$$
$$HO \ge 3000 \quad G \ge 3000 \quad J \ge 3000$$

és minden változó ≥ 0

55. Minden változó millióban van kifejezve. Legyen

M =a márkából más valutára nem konvertált mennyiség,

P =a fontból más valutára nem konvertált mennyiség

D =a dollárból más valutára nem konvertált mennyiség FD = záró dollár pozíció, FP = záró font pozíció

FM = záró márka pozíció, FY = záró yen pozíció

PD = a fontból dollára konvertált mennyiség

MD = a márkából dollára konvertált mennyiség

DP = a dollárból fontra konvertált rész

MP = a márkából fontra konvertált rész

DM = a dollárból márkára konvertált rész

PM = a fontból márkára konvertált rész

Az adódó LP feladat a következő:

MAX FD + 1.696993 FP + 0.573721 FM + 0.007230999 FY

FELTÉVE,HOGY

```
      2)   FD - D - 1.697 PD - 0.57372 MD =    0
      3)   FP - P - 0.58928 DP - 0.33808 MP =    0
      4)   FM - M - 1.743 DM - 2.9579 PM =    0
      5)   FY - 138.3 DY -234.7 PY -79.346 MY =    0
      6)   FD >=   6
      7)   FP >=   3
      8)   FM >=   1
      9)   FY >=   10
     10)   D + DP + DM + DY =    8
     11)   PD + P + PM + PY =    1
     12)   MD + MP + M + MY =    8
```

Az optimális megoldás a következő:

1) 14.28693

változó	értéke	redukált költség
FD	6.000000	0.000000
FP	3.000000	0.000000
FM	1.000000	0.000000
FY	362.637451	0.000000
D	6.000000	0.000000
PD	0.000000	0.000015
MD	0.000000	-0.000003
P	0.000000	0.000029
DP	2.000000	0.000000
MP	5.387601	0.000000
M	1.000000	0.000000
DM	0.000000	0.000011
PM	0.000000	0.000018
DY	0.000000	0.000012
PY	1.000000	0.000000
MY	1.612399	0.000000