



## 6. előadás

# Termelési és optimalizálási feladatok

Dr. Szörényi Miklós,  
Dr. Kallós Gábor

2014–2015





## Tartalom

- Matematikai alapok
  - Matematikai modell
  - Fontosabb feladattípusok
  - Érzékenységvizsgálat
- Fontos fogalmak
- Termékgyártási példafeladat
  - Solveres megoldás, beállítások
  - Jelentések
  - Fejlettebb elrendezések, Szorzatösszeg és Mszorzat függvény
- Keverési példafeladat
- Szállítási példafeladat
- Hátizsák feladat, egészértékű feladat
  - (A gyakorlaton)
- Hogyan dolgozik a Solver?





## Matematikai alapok

- Célunk: termelési és optimalizálási feladatok megoldása Excellel
  - Ez tdk. a lineáris programozás egy szelete
  - \*Lineáris programozás (cél): korlátozottan rendelkezésre álló gazdasági erőforrások lehető legjobb (optimális) elosztása egymással versenyző tevékenységek között a minél nagyobb gazdasági haszon elérése céljából (Ferenczi Z.: Operációkutatás)
- Amit át kell gondolnunk!
  - Matematikai modellek készítése, megoldási módszerek
  - Az alkalmazhatóság korlátai
- Matematikai modell: idealizált reprezentáció a feladatról (közelíti a valóságot), matematikai jelekkel és szimbólumokkal, benne:
  - Tevékenységi/döntési változók
  - Állandók, konstansok
  - Egyenletek, egyenlőtlenségek (korlátozó feltételek; **A**, **x**, **b** és **c** értelmezhető)
  - Célfüggvény (**c**, haszon mérőszáma; pl. maximális haszon, minimális költség/selejt)

$$x_1 + x_2 + x_3 = 1000$$

$$4(2x_1 + x_2 + 0x_3) - (x_1 + 3x_2 + 4x_3) \leq 0$$

$$0,5x_1 + 0x_2 + x_3 \rightarrow \min$$





## Matematikai alapok

- A matematikai modell előnyei a szöveges leírással szemben
  - Tömören írja le a problémát, könnyen módosítható
  - Könnyebb áttekinteni az ok-okozati összefüggéseket
  - Egyidejűleg tudjuk kezelni az összes kapcsolatot
  - Nyilvánvalóan látszik, ha még további adatok kellenek az elemzéshez
  - Jól támogatja a számítógépes megvalósítást
- Fontosabb feladattípusok (az osztályozás alapja: elméleti lin. progr.)
  - Maximumfeladat: a célfüggvény maximuma az optimum (maximális haszon)
  - Minimumfeladat: a célfüggvény minimuma az optimum (minimális önköltség)
  - Normálfeladat: olyan maximumfeladat, ahol a konstans oszlop együtthatói nemnegatívak
  - Módosított normálfeladat, általános feladat
  - Egészértékű feladat
- \*Megoldási lehetőségek (szg. nélkül)
  - Grafikus megoldás (kétváltozós feladatoknál általában egyszerű)
  - Bázisvektor-transzformáció (primál szimplex módszer; normálfeladatokra)
  - Minden feladat átalakítható normálfeladatra
  - (Dualitás)





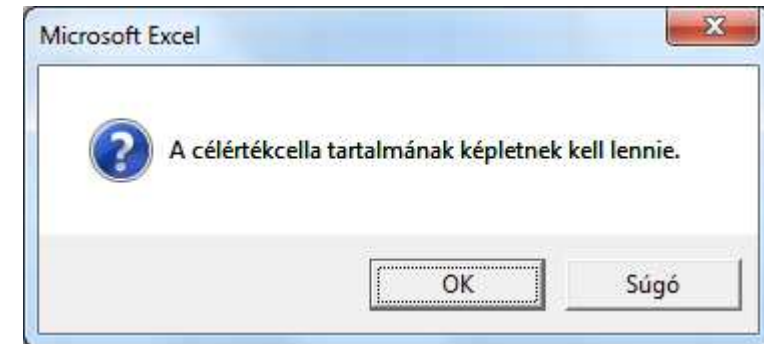
## Matematikai alapok

- **Érzékenységvizsgálat**
  - Olyan elemző eljárás, amelynek során felderítjük, hogy milyen hatással vannak az optimális megoldásra a modell paramétereinek értékeiben (**A**, **b** és **c**) bekövetkezett változások
    - Pl. hogyan változtatja meg az optimális megoldást, ha új feltételt írunk a modellbe, vagy módosítjuk a célfüggvény együtthatóit?
- **Nálunk most (Informatika tárgyból)**
  - A matematikai modell (lényegében) adott
  - A számítógépes megvalósítást és megoldást kell megtanulni (Excelben, Solver), azaz
    - Az adatok korrekt begépelését/megadását (korlátozó feltételek, célfüggvény)
    - A Solver felparaméterezését, beállításait (pontosság, iterációs lépésszám)
  - Tudnunk kell értelmezni az eredményt (!)
    - Fel kell ismernünk az esetleges hibákat (sokszor a Solver kiírja, de pl. tervezési hiba miatt akár nagyságrendi eltérés is lehet)
    - És ehhez esetleg: korlátozott érzékenységi elemzést el kell tudnunk végezni
  - Az Excel támogatja az érzékenységvizsgálatot is (nálunk: csak érintőlegesen)



## Fontos fogalmak 1.

- **Célcella (célértékcella, célkitűzéscella):**  
*egy darab cella, amely a célfüggvényt előállító képletet tartalmazza*
  - Vannak olyan problémák, ahol nincs szükség célcellára (elég a korlátozó feltételek megadása)!
- **Célfüggvény:** olyan matematikai kifejezés (ez képletként realizálódik egy cellában), amelynek maximuma vagy minimuma a keresett optimum
  - Ez – ritkábban – egy adott konkrét érték is lehet (pl. 1000 darab termék)
  - Valamely gazdasági-ipari folyamatot veszünk alapul
- **Változócella** (döntési változó(k) cellája/cellái, **módosuló cella/cellák**):  
*egy darab cella vagy egy cellacsoport, amely a célfüggvény értékét befolyásoló, a feladat megoldása során pontosan meghatározandó értéket/értékeket tartalmaz*
  - A módosuló cellák inicializálása: célszerűen konstans értékekkel (pl. 1)
- **Korlátozó feltétel:** a matematikai modellben rögzített megkötés (természetesen több is lehet), amely a célfüggvény értékét előírt módon korlátozza
  - Vannak olyan problémák, ahol nincs korlátozó feltétel (csak célérték meghatározás szükséges)

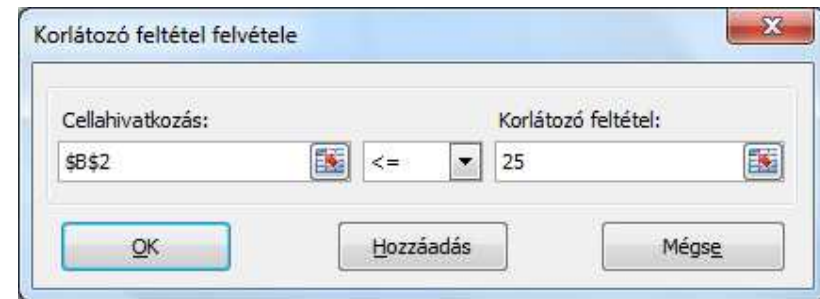


	A	B	C
1	Gyártandó	Korlátozások	Célfv
2	1	=A2+2*A3	=3*A2+5*A3
3	1	=A2+3*A3	
4		=A2+A3	
5			



## Fontos fogalmak 2.

- A korlátozó feltétel(ek) megadhatók
  - ... döntési változócellákra
    - Pl. értékük nemnegatív, bináris stb.
  - ... és **korlátozó cellákra** (korlátozóscella):  
*egy darab cella vagy egy cellacsoport, amelyre egy vagy több megkötés érvényesítendő (ez egyben a célfüggvény értékét is korlátozza)*
    - Ebben a cellában is olyan kifejezésnek kell lenni, amire közvetlenül vagy közvetve hatással vannak a döntési változócellák
    - (Eml.: a korlátozó feltétel bal oldala)
  - [Bevezethető lenne a korlátozó értéket tartalmazó cella is (röviden: korlátozó érték), ez *egy darab cella vagy egy cellacsoport*, amely konstans adatot tartalmaz
    - (Eml.: „b” vektor, ill. megfelelő része)
    - Ezt nem kötelező cellában megadni, mert ...
      - ... ha a korlátozás relációval van előírva, akkor a konstans (jobb o.) akár direkt módon is beírható
      - ... előfordulhat, hogy a korlátozás egyéb módon szabályozott (pl. bináris értékek)]
- **Megoldási módszer:** az adott feladat jellegéhez illeszkedően megadandó
  - Lineáris feladatra: szimplex (LP) módszer
  - Nemlineáris (sima) feladatra: nemlineáris ÁRG (gradiens módszer)
  - Nem sima problémák (~a derivált gyorsan változhat, „csúnya” függvények): evolutív módszer (ilyen problémákkal nem foglalkozunk)
- Beállítások (Solver paraméterek): pontosság, max. lépésszám, max. idő stb.





## Termékgyártási példafeladat

- (A feladat eredete: Nagy T.: Operációkutatás)
- Egy vállalat kétféle termék gyártását akarja bevezetni. A két termék gyártása három gépen történik (munkafázisok).
  - Az első termék egy darabjának megmunkálásához szükséges gépidők rendre 1, 1, 1 gépóra; a második termék egységének gépidőszükséglete pedig rendre 2, 3, 1 gépóra
  - Az egyes gépek rendelkezésre álló kapacitása 25, 33, 20 gépóra (egy adott időszakban)
  - Az egyes termékek várható eladási egységára rendre 3 és 5 pénzegység
- Milyen termékösszetételben gyártson a vállalat, ha maximális árbevételre törekszik úgy, hogy a gyártás során a gépek kapacitását nem lépheti túl?
- Matematikai modell
  - Jelölje  $x_1$  és  $x_2$  az egyes termékekből gyártandó mennyiséget (döntési változók)
  - Első gép: 1 óra alatt 1 db első termék,  $x_1$  db termék megmunkálásához  $1 \cdot x_1$  óra kell; hasonlóan a 2. termékre is; kapacitás 25 óra

$$x_1 + 2x_2 \leq 25$$

$$x_1 + 3x_2 \leq 33$$

$$x_1 + x_2 \leq 20$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$3x_1 + 5x_2 \longrightarrow \max!$$





## Termékgyártási példafeladat

### Megoldás Excelben

- Adatok elhelyezése a táblázatban (1. terv)
  - Döntési változók (módosuló cellák)
    - Alkalmas kezdőértékkel, pl. 1
  - Célfüggvény: célcella
    - Csak egy célcella lehet, és ennek olyan képletet kell tartalmaznia, amely a módosuló celláktól függ
  - Korlátozó feltételek (többféle módon is megadhatók)
    - Először: cellába írjuk be (csak a bal oldalt)

$$\begin{aligned}
 x_1 + 2x_2 &\leq 25 \\
 x_1 + 3x_2 &\leq 33 \\
 x_1 + x_2 &\leq 20 \\
 x_1, x_2 &\geq 0 \\
 3x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max!
 \end{aligned}$$

	A	B	C
1	Gyártandó	Korlátozások	Célfv
2	1	3	8
3	1	4	
4		2	
5			

	A	B	C
1	Gyártandó	Korlátozások	Célfv
2	1	=A2+2*A3	=3*A2+5*A3
3	1	=A2+3*A3	
4		=A2+A3	
5			

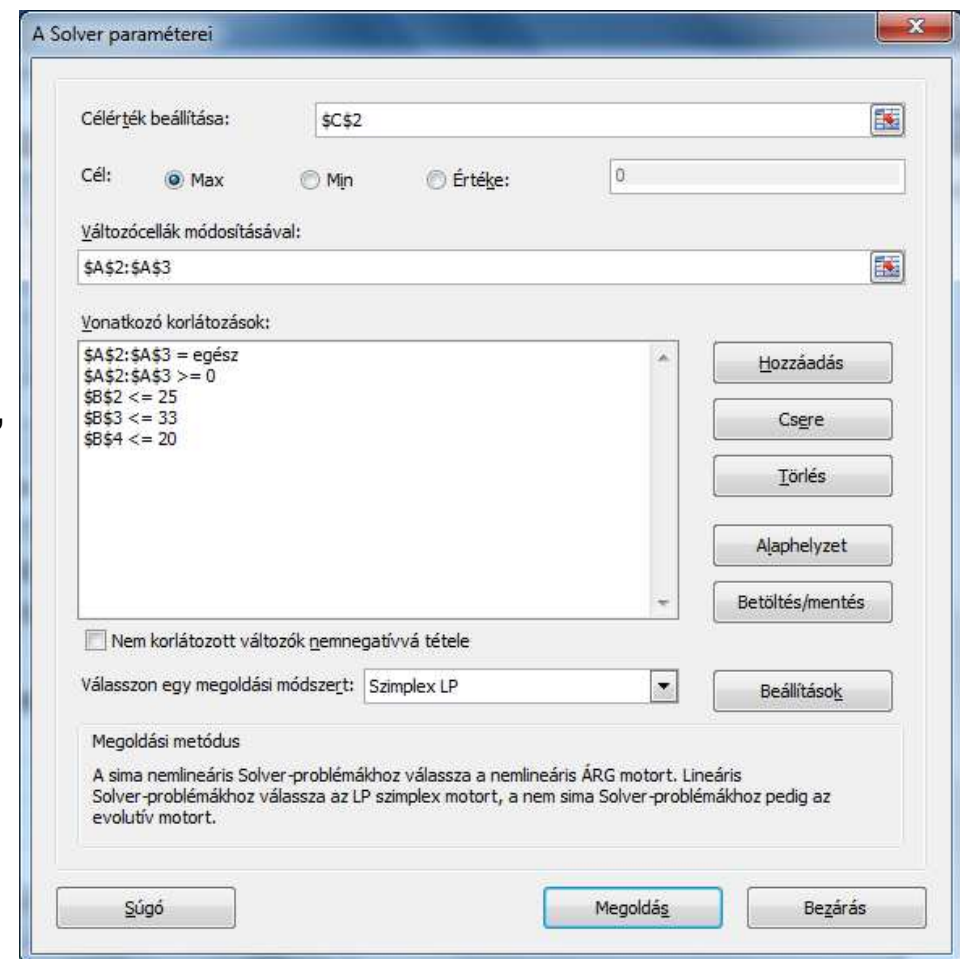
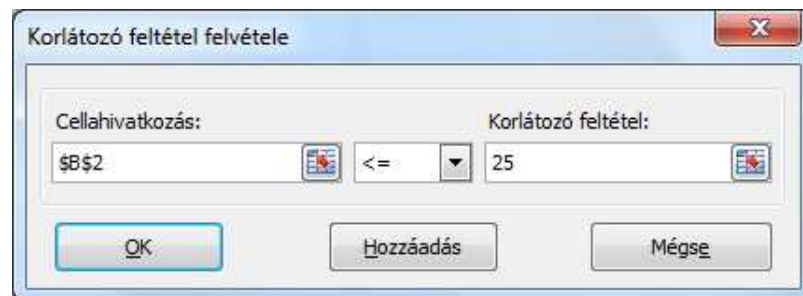
## Termékgyártási példafeladat

Megoldás Excelben (folyt.)

### ■ Solveres megoldás

- Adatok bevitele a Solverbe (felparaméterezés)
- A Solver egyéb beállításai
  - Ez egy lineáris feladat, ezért *szimplex* megoldási módszert célszerű beállítani
  - Nemnegatívak-e a változóink? Általában nem (!) (De most igen)
  - (A Solver beállításai elmenthetők, az utolsó állapotot meg is őrzi – persze ez törölhető)

$$\begin{aligned}
 x_1 + 2x_2 &\leq 25 \\
 x_1 + 3x_2 &\leq 33 \\
 x_1 + x_2 &\leq 20 \\
 x_1, x_2 &\geq 0 \\
 3x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max!
 \end{aligned}$$

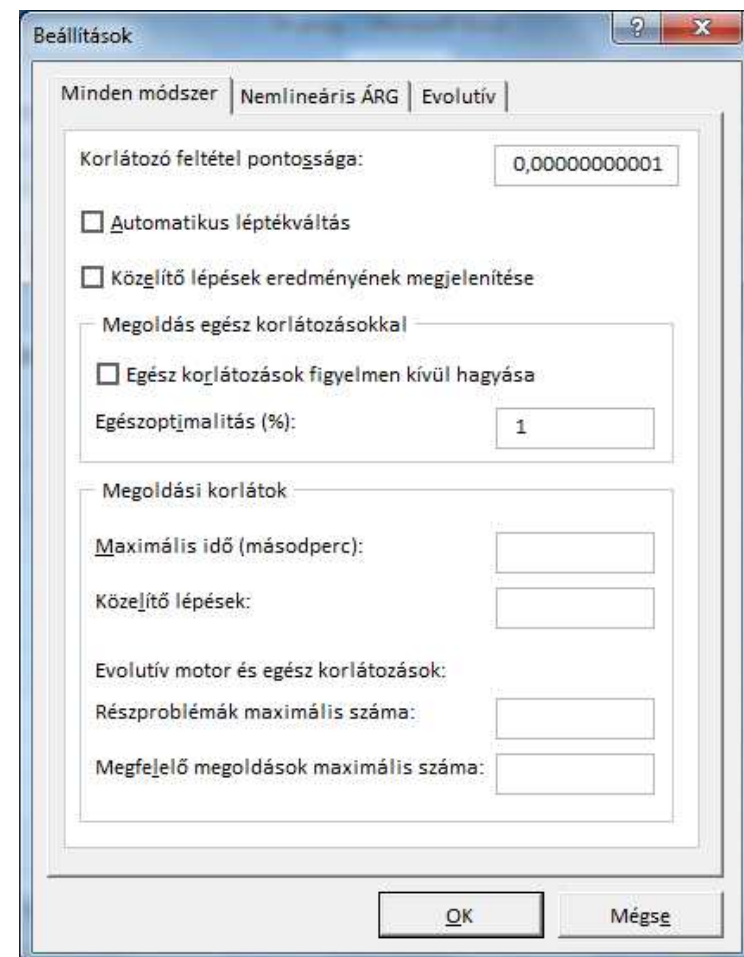


## Termékgyártási példafeladat

Megoldás Excelben (folyt.)

- A Solver egyéb beállításai (folyt.)
  - Pontosság
    - Célszerű beállítás (nálunk):  
1E-10 és 1E-15 közötti értékre
  - Lépésenkénti végrehajtás kérhető
    - Ha tanulmányozni szeretnénk a megoldó algoritmust
  - Megoldási korlátok
    - Max. lépésszám, idő megadható
    - Egyes esetekben ez fontos lehet (lassan konvergáló algoritmus, ill. a megadott feltételek csak nagy számítási munkával érhetők el)
  - (További spec. beállítások adhatók meg a nemlineáris és az evolutív módszerekre)

$$\begin{aligned}
 x_1 + 2x_2 &\leq 25 \\
 x_1 + 3x_2 &\leq 33 \\
 x_1 + x_2 &\leq 20 \\
 x_1, x_2 &\geq 0 \\
 3x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max!
 \end{aligned}$$



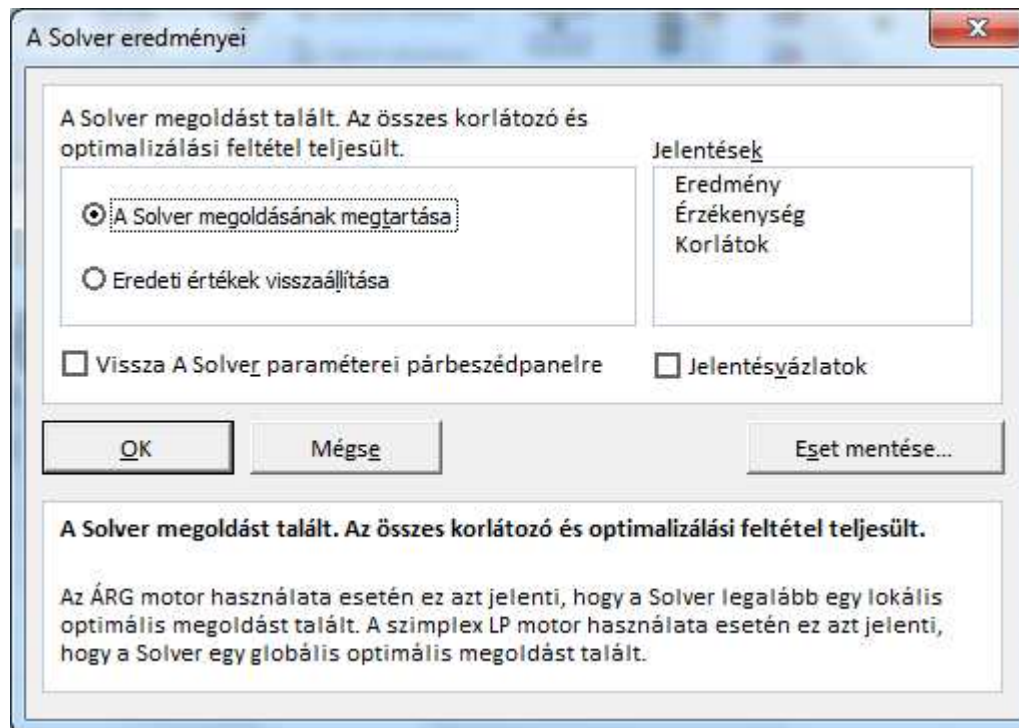
## Termékgyártási példafeladat

Megoldás Excelben (folyt.)

### ■ Megoldás a Solverrel

- Vigyázzunk, apró hibák is rossz végeredményt okozhatnak
- Ellenőrizhető, hogy esetünkben a nemlin. módszer is ehhez az optimumhoz vezet

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 &\leq 25 \\ x_1 + 3x_2 &\leq 33 \\ x_1 + x_2 &\leq 20 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \\ 3x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max! \end{aligned}$$



lin prog - Microsoft ...

Fájl Kez Bes Lap Kép Adz Kori Néz ?

C2  $f_x = 3*A2+5*A3$

	A	B	C	D
1	Gyártandó	Korlátozások	Célfv	
2	15	25	70	
3	5	30		
4		20		
5				

Munka1 Munka2 Mül

Kész 130%



## Termékgyártási példafeladat

Megoldás Excelben (folyt.)

### Jelentések

- Kérhetők a megoldás megtalálása után (külön munkalap)

lin prog - Microsoft Excel

Fájl Kezdőlap Beszúrás Lap elrendezése Képlet Adatok Korrektúra Nézet

A1 Microsoft Excel 14.0 Eredményjelentés

1 Microsoft Excel 14.0 Eredményjelentés

2 Munkalap: [lin prog.xlsx]Munka1

3 Készült: 2014.02.02. 13:24:06

4 Eredmény: A Solver megoldást talált. Az összes korlátozó és optimalizálási feltétel

5 Solver motor

6 Motor: Szimplex LP

7 Megoldási idő: 0,032 másodperc.

8 Közeli lépések: 3 Részproblémák: 0

9 A Solver beállításai

10 Maximális idő Korlátlan, Közelítő lépések Korlátlan, Precision 0,0000000000001

11 Részproblémák maximális száma Korlátlan, Egész megoldások maximális száma

12

13

14 Célértékcella (Max)

Cella	Név	Eredeti érték	Végérték
\$C\$2	Célfv	70	70

17

18

19 Változócellák

Cella	Név	Eredeti érték	Végérték	Egész
\$A\$2	Gyártandó	15	15	Folytonos
\$A\$3	Gyártandó	5	5	Folytonos

24

25 Korlátozó feltételek

Cella	Név	Cellaérték	Képlet	Állapot	Korlátváltozó
\$B\$2	Korlátozások	25	\$B\$2<=25	Korlátoz	0
\$B\$3	Korlátozások	30	\$B\$3<=33	Nem korlátoz	3
\$B\$4	Korlátozások	20	\$B\$4<=20	Korlátoz	0

29

30 Eredményjelentés 1

Kész

lin prog - Microsoft Excel

Fájl Kezdőlap Beszúrás Lap elrendezése Képlet Adatok Korrektúra Nézet

C15 Microsoft Excel 14.0 Érzékenységi jelentés

2 Munkalap: [lin prog.xlsx]Munka1

3 Készült: 2014.02.02. 13:24:07

4

5

6 Változócellák

Cella	Név	Végso Érték	Csökkentett költség	Célérték együtthatója	Megengedhető Növelés	Megengedhető Csökkentés
\$A\$2	Gyártandó	15	0	3	2	0,5
\$A\$3	Gyártandó	5	0	5	1	2

11

12 Korlátozó feltételek

Cella	Név	Végso Érték	Árnyék- ár	Korlátozó feltétel - jobb oldal	Megengedhető Növelés	Megengedhető Csökkentés
\$B\$2	Korlátozások	25	2	25	1,5	5
\$B\$3	Korlátozások	30	0	33	1E+30	3
\$B\$4	Korlátozások	20	1	20	5	3

17

18 Eredményjelentés 1

19 Érzékenységi jelentés 1

Korl

Kész

## Termékgyártási példafeladat

Megoldás Excelben (folyt.)

- Adatok elhelyezése a táblázatban (2. terv)
  - Cél: nagyobb táblázatnál gyorsítsuk a munkát, jobban kihasználva az Excel lehetőségeit
  - A Szorzatösszeg függvény is használható

$$x_1 + 2x_2 \leq 25$$

$$x_1 + 3x_2 \leq 33$$

$$x_1 + x_2 \leq 20$$

$$x_1, x_2 \geq 0$$

$$3x_1 + 5x_2 \rightarrow \max!$$

	A	B	C	D	E	F
1		Termék 1	Termék 2	Kapacitás		Korl felt
2	Gép 1	1	2	25		3
3	Gép 2	1	3	33		4
4	Gép 3	1	1	20		2
5	Egységár	3	5		Célfv	8
6						
7	Mennyiség	1	1			
8						

	A	B	C	D	E	G
1		Termék 1	Termék 2	Kapacitás		Korl felt
2	Gép 1	1	2	25		3
3	Gép 2	1	3	33		4
4	Gép 3	1	1	20		2
5	Egységár	3	5		Célfv	8
6						
7	Mennyiség	1	1			
8						



## Termékgyártási példafeladat

Megoldás Excelben (folyt.)

- Megoldás a Solverrel

$$\begin{aligned} x_1 + 2x_2 &\leq 25 \\ x_1 + 3x_2 &\leq 33 \\ x_1 + x_2 &\leq 20 \\ x_1, x_2 &\geq 0 \\ 3x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max! \end{aligned}$$

A Solver paramétereit

Célérték beállítása:

Cél: ☒ Max ☐ Min ☐ Értéke:

Változócellák módosításával:

Vonatkozó korlátozások:

☐ Nem korlátozott változók nemnegatívvá tétele

Válasszon egy megoldási módszert:

Megoldási módszer

A sima nemlineáris Solver-problémákhoz válassza a nemlineáris ÁRG motort. Lineáris Solver-problémákhoz válassza az LP szimplex motort, a nem sima Solver-problémákhoz pedig az evolutív motort.

lin prog - Microsoft Excel

Fájl Kezdőlap Beszúrás Lap elrendez Képletek Adatok Korrektúra Nézet

G5

	A	B	C	D	E	G	H
1		Termék 1	Termék 2	Kapacitás		Korl felt	
2	Gép 1	1	2	25		25	
3	Gép 2	1	3	33		30	
4	Gép 3	1	1	20		20	
5	Egységár	3	5		Célfv	70	
6							
7	Mennyiség	15	5				
8							

Terv1 Terv2 Munka3

Kész



## Termékgyártási példafeladat

Megoldás Excelben (folyt.)

- Kis módosítás a 2. tervhez képest (3. terv)
  - Mszorzat függvény, még hatékonyabb számolás (a sorvektort transzponálni kell)
  - A megoldás ugyanúgy megy, mint az előbb

$$\begin{aligned}
 x_1 + 2x_2 &\leq 25 \\
 x_1 + 3x_2 &\leq 33 \\
 x_1 + x_2 &\leq 20 \\
 x_1, x_2 &\geq 0 \\
 3x_1 + 5x_2 &\rightarrow \max!
 \end{aligned}$$

	A	B	C	D	E	H
1		Termék 1	Termék 2	Kapacitás		Korl felt
2	Gép 1	1	2	25		3
3	Gép 2	1	3	33		4
4	Gép 3	1	1	20		2
5	Egységár	3	5		Célv	8
6						
7	Mennyiség	1	1			
8						

**A Solver eredményei**

A Solver megoldást talált. Az összes korlátozó és optimalizálási feltétel teljesült.

☒ A Solver megoldásának megtartása  
☐ Eredeti értékek visszaállítása

☐ Vissza A Solver paramétereire párbeszédpanelre  
☐ Jelentésnyomtatás

A Solver megoldást talált. Az összes korlátozó és optimalizálási feltétel teljesült.

Az ARG motor használata esetén ez azt jelenti, hogy a Solver legalább egy lokális optimális megoldást talált. A szimplex LP motor használata esetén ez azt jelenti, hogy a Solver egy globális optimális megoldást talált.





## Keverési példafeladat

- (A feladat eredete: sotepedia.hu/ekk, op.kut. minták)
- A feladat megfogalmazása
  - Egy kereskedésben 201 fej, 1880 láb, 281 szem és 1361 szál haj van. Jelen vannak: pókok, hernyók, sárkányok és eladólányok. A pókoknak 1 feje, 8 lába, 2 szeme van és kopaszok. Minden hernyónak 1 feje, 12 lába, 1 szeme és 5 szál haja van. A sárkányok természetesen 7 fejűek, 4 lábuk, 14 szemük van, és 20 szál hajjal bírnak. A két lábon álló eladólányok fején 333-333 szálból álló dús szőke hajkorona ékesíti a három szemet. Adjuk meg az egyes élőlények számát!
- Matematikai modell
  - Legyen az üzletben  $x_1$  pók,  $x_2$  hernyó,  $x_3$  sárkány és  $x_4$  eladólány!
  - Az egyenletrendszer

$$x_1 + x_2 + 7x_3 + x_4 = 201 \quad (\text{a fejekre vonatkozik})$$

$$8x_1 + 12x_2 + 4x_3 + 2x_4 = 1880 \quad (\text{a lábakra vonatkozik})$$

$$2x_1 + x_2 + 14x_3 + 3x_4 = 281 \quad (\text{szemek})$$

$$5x_2 + 20x_3 + 333x_4 = 1361 \quad (\text{haj})$$



## Keverési példafeladat

### ■ Megoldás Excelben

- Mivel ez egy „sima” lineáris egyenletrendszer, a det ellenőrzése után az inverz mátrixos módszerrel oldjuk meg
- A szebb (olvashatóbb) megjelenés kedvéért az eredményvektort végül transzponáljuk

$$\begin{aligned}x_1 + x_2 + 7x_3 + x_4 &= 201 \\8x_1 + 12x_2 + 4x_3 + 2x_4 &= 1880 \\2x_1 + x_2 + 14x_3 + 3x_4 &= 281 \\5x_2 + 20x_3 + 333x_4 &= 1361\end{aligned}$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
1		Pók	Hernyó	Sárkány	Eladólány	Készlet		Eredm
2	Fej	1	1	7	1	201		48
3	Láb	8	12	4	2	1880		123
4	Szem	2	1	14	3	281		4
5	Haj	0	5	20	333	1361		2
6								
7	Eredm	48	123	4	2			
8								
9	Det	-17536						



## Lineáris egyenletrendszerek (bevezető)

- Az egyenletrendszer  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{b}$  alakban adott
  - Együtthatómátrix, ismeretlen vektor, konstans vektor
- Ha a feladatot nekünk (kézzel) kell megoldani, pl. a Gauss-eliminációt használhatjuk
- Géppel: direkt (numerikus) megoldási módszerek
  - Inverz mátrixos módszer vagy Solver
- Átalakítás:  
Ha  $\det(\mathbf{A}) \neq 0$ , akkor  
 $\mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{A} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{b}$ , azaz  $\mathbf{E} \cdot \mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{b}$ ,  $\mathbf{x} = \mathbf{A}^{-1} \cdot \mathbf{b}$ 
  - Itt  $\mathbf{E}$  az egységmátrix
- Így megkapjuk az egyenletrendszer *egyértelmű* (!) megoldását
- Ez pontosan akkor teljesül, ha ugyanannyi egyenlet van, ahány ismeretlen
  - Továbbá az egyenletrendszer lineárisan független (és ellentmondásmentes)
- Megvalósítás Excelben: a fentieknek megfelelően haladunk végig a lépéseken (már ismert apparátus)
  - A determináns ellenőrzése *kulcslépés*!
  - Végül célszerűen végezzünk ellenőrzést! (Biztosan jó eredményt kaptunk-e?)
    - $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x}$ , ill.  $\mathbf{A} \cdot \mathbf{x} - \mathbf{b}$  hibavektor kiszámolása



## Lineáris egyenletrendszerek (bev./2)

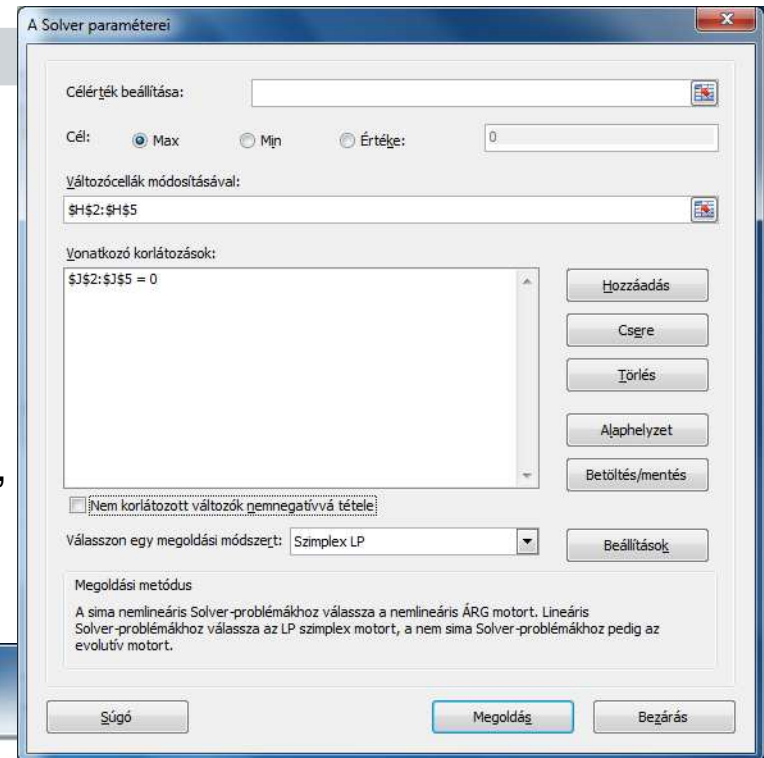
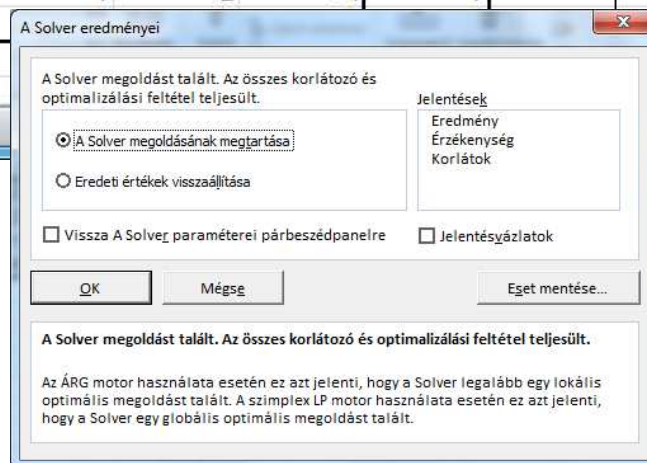
- Megoldás a Solver bővítménnyel (2. megoldási lehetőség)
- A lépések:
  - Felveszünk egy induló  $x$  oszlopvektort (pl.  $\{1;1;1;1\}$ )
  - Kiszámítjuk az  $Ax - b$  behelyettesítés eredményét
- Solver segítségével megváltoztatjuk az  $x$  vektort úgy, hogy az  $Ax - b = 0$  feltétel teljesüljön (megfelelő pontossággal)
  - Megoldási módszer: Szimplex LP

kész\_új [kompatibilis üzemmód] - Microsoft Excel

Fájl Kezdőlap Beszúrás Lap elrendezése Képletek Adatok Korrektúra Nézet

J2 {=MSZORZAT(B2:E5;H2:H5)-F2:F5}

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1				A		b		x		Ax-b
2		2	-2	4	1	5		1		0
3		2	2	-2	4	8		1		-2
4		4	1	2	-4	7		1		-4
5		-2						1		-5



kész\_új [kompat...]

Fájl Kez Bes Lap Kép Ad Kor

I9 {=MSZORZAT(H2:I5;J2:J5)-K2:K5}

	G	H	I	J	K
1		x		Ax-b	
2		1		8,88178E-16	
3		3		0	
4		2		0	
5		1		1,77636E-15	





## Szállítási példafeladat

- (A feladat eredete: hivatalos Office mintafájl)

SOLVSAMP [Olvasásra] [kompatibilis üzemmód] - Microsoft Excel

Fájl Kezdőlap Beszúrás Lap elrendezése Képletek Adatok Korrektúra Nézet

C20  $=C8*C16+C9*C17+C10*C18$

**2. példa: Szállítási feladat**

Elégítsük ki az öt területi raktárban jelentkező igényt a három telephelyen található készletből úgy, hogy az összes szállítási költség a lehető legkisebb legyen. Bármely telephelyről bármely raktárba szállíthatunk, de az elszállított mennyiség nem haladhatja meg az illető telephelyen található készletet.

Az x telephelyről az y területi raktárba szállítandó termékek száma

Telephely:	Összesen	Sopron	Pápa	Kaposvár	Veszprém	Budapest
Kecskemét	5	1	1	1	1	1
Pécs	5	1	1	1	1	1
Szombathely	5	1	1	1	1	1
Osszesen:		3	3	3	3	3

Nagykereskedelmi igény → 180 80 200 160 220

Az x telephelyről az y területi raktárba való szállítás költsége:

Telephely:	Készlet	Sopron	Pápa	Kaposvár	Veszprém	Budapest
Kecskemét	310	10.000	8.000	6.000	5.000	4.000
Pécs	260	6.000	5.000	4.000	3.000	6.000
Szombathely	280	3.000	4.000	5.000	5.000	9.000

Szállítási költség: 83.000 Ft 19.000 Ft 17.000 Ft 15.000 Ft 13.000 Ft 19.000 Ft

E feladatban árut kell elszállítani három telephelyről öt területi raktárba. Az áruk bármely telephelyről bármelyik raktárba elszállíthatók, de természetesen a távolabbi raktárba való szállítás többbe kerül. A feladat annak meghatározása, hogy mennyi árut kell elszállítani az egyes telephelyekről az egyes raktárakba úgy, hogy a szállítási költség minimális legyen, a szükségleteket kielégítsük, és ne akarjunk sehonnan se az ott lévő készletnél elvinni.

**Színkódok**

- Célcella
- Módosuló cellák
- Korlátozó feltételek

Szállítási feladat Munkaidő-beosztás Maximális bevétel Értékpapír-befektetés Műszaki tervezés

Kész 120%

## Szállítási példafeladat

### A Solver beállításai és a megoldás

A feladat leírása		
Célcella	B20	Cél a teljes szállítási költség minimalizálása.
Módosuló cellák	C8:G10	Az egyes telephelyekről az egyes raktárakba szállítandó mennyiségek.
Korlátozó feltételek	B8:B10<=B16:B18	Az összesen elszállított mennyiség nem haladhatja meg a telephely raktárkészletét.
	C12:G12>=C14:G14	Az egyes raktárakba beszállított mennyiségnek legalább a raktárban jelentkező igényt fedeznie kell.
	C8:G10>=0	Csak nem-negatív mennyiség.

A Solver paramétereit

Célérték beállítása:

Cél: ☐ Max ☒ Min ☐ Értéke:

Változócellák módosításával:

Vonatkozó korlátozások:

\$C\$8:\$G\$10 >= 0  
 \$B\$8:\$B\$10 <= \$B\$16:\$B\$18  
 \$C\$12:\$G\$12 >= \$C\$14:\$G\$14

☒ Nem korlátozott változók nemnegatívvá tétele

Válassz egy megoldási módszert: Szimplex LP

Megoldási módszer  
 A sima nemlineáris Solver-problémákhoz válassza a nemlineáris ÁRG motort. Lineáris Solver-problémákhoz válassza az LP szimplex motort, a nem sima Solver-problémákhoz pedig az evolútív motort.

Hozzáadás  
 Csejre  
 Törés  
 Alaphelyzet  
 Betöltés/mentés  
 Beállítások

Súgó Megoldás Bezáras

Az x telephelyről az y területi raktárba szállítandó termékek száma						
Telephely:	Összesen	Sopron	Pápa	Kaposvár	Veszprém	Budapest
Kecskemét	300	0	0	0	80	220
Pécs	260	0	0	180	80	0
Szombathely	280	180	80	20	0	0
Osszesen:		180	80	200	160	220
Nagykereskedelmi igény →		180	80	200	160	220
Az x telephelyről az y területi raktárba való szállítás költsége:						
Telephely:	Készlet					
Kecskemét	310	10.000	8.000	6.000	5.000	4.000
Pécs	260	6.000	5.000	4.000	3.000	6.000
Szombathely	280	3.000	4.000	5.000	5.000	9.000
Szállítási költség:	3.200.000 Ft	540.000 Ft	320.000 Ft	820.000 Ft	640.000 Ft	880.000 Ft







## Hogyan dolgozik a Solver?

- A Súgó erről nagyon keveset mond, a Solver weboldal sem sokkal többet...

The screenshot shows the FrontlineSolvers website. The header includes the company logo, contact information (Call us 888-831-0333, Contact Us, Live Chat), and login fields. The main content area is titled 'Basic Solver - Algorithms and Methods Used' and explains the various optimization methods used by the Excel Solver tool, including the GRG Nonlinear Solving Method, the Simplex LP Solving Method, and the Evolutionary Solving Method. It also provides contact information for Frontline Systems, Inc. and a copyright notice.

**FrontlineSolvers**  
Developers of the Excel Solver

Call us 888-831-0333 | Contact Us | Live Chat

Username or e-mail: Password: Log in New account New password

Products Examples Support Order Search

### Basic Solver - Algorithms and Methods Used

The Microsoft Office Excel Solver tool uses several algorithms to find optimal solutions.

The GRG Nonlinear Solving Method for **nonlinear optimization** uses the Generalized Reduced Gradient (GRG2) code, which was developed by Leon Lasdon, University of Texas at Austin, and Alan Waren, Cleveland State University, and enhanced by Frontline Systems, Inc.

The Simplex LP Solving Method for **linear programming** uses the Simplex and dual Simplex method with bounds on the variables, and problems with integer constraints use the **branch and bound** method, as implemented by John Watson and Daniel Fylstra, Frontline Systems, Inc.

The Evolutionary Solving Method for **non-smooth optimization** uses a variety of genetic algorithm and local search methods, implemented by several individuals at Frontline Systems, Inc.

For more information about these and other solution algorithms, advice on building effective Solver models, and solving larger-scale problems, contact:

Frontline Systems, Inc.  
P.O. Box 4288  
Incline Village, NV 89450-4288  
(775) 831-0300  
Web site: <http://www.solver.com>  
E-mail: [info@solver.com](mailto:info@solver.com)

Portions of the Microsoft Office Excel Solver program code are copyright 1990, 1991, 1992, 1995, and 2008 by Frontline Systems, Inc. Portions are copyright 1989 by Optimal Methods, Inc.

[Basic Solver - Discontinuous and Non-Smooth Functions](#) [up](#)

Optimization Methods	Simulation Methods	Help and Support	Frontline Systems Inc.
Linear Programming	Risk Analysis	Solver Tutorial	About Us
Quadratic Programming	Simulation	On-site Training	Contact Us
Mixed-Integer Programming	Monte Carlo Methods	User Product Manuals	Press/Analysts
Global Optimization	Simulation Optimization	SDK Product Manuals	Support Policies
Genetic Algorithms	Stochastic Programming	For Consultants	Job Openings