# Optimization with Excel Solver

SUMMER SCHOOL, 06/09/2018 MISKOLC

UNIVERSITY OF MISKOLC

INSTITUTE OF LOGISTICS





DR. LÁSZLÓ KOTA



### Solver in MS Excel

The Solver in Excel not a Microsoft product

Originally created by Frontline Systems in 1991, MS Excel 3.0

Well integrated

Improved in 2010, able to handle INDEX, VLOOKUP functions

Hidden until not enabled

Enable in: File/Settings/Extensions/Excel Extensions/

Jump/Solver Extension





#### Limitations

Limits on decision variable

• 200 decision variables (both linear and non linear problems)

Limits on constraints

• 100 constraints

Frontline's Solver: (licenses vary from \$250 (Basic) to \$5000 (Comprehensive) per year)

- 2000 decision variables for linear, 500 non linear problems
- 8000 in premium, but built in engines can handle virtually unlimited
- 1000 constraint for linear, 250 for non linear in premium, several tousands in larger scale engines

#### Basics

Optimization: Selection of a best element with regard

to some constraints from some set of available alternatives

Have to define:

Target function

Decision variable

Constraints

Célér <u>t</u> ék beállítás	a:	SJS4		1
Cél: 💿 Max	⊂ O M <u>i</u> n	⊖ Érté <u>k</u> e:	0	
<u>V</u> áltozócellák mó	dosításával:			
				1
<u>V</u> onatkozó korlát	tozások:			
			^	<u>H</u> ozzáadás
				Cs <u>e</u> re
				<u>T</u> örlés
				A <u>l</u> aphelyzet
			× [	Betöltés/mentés
Nem korlátoz	ott változók <u>n</u> emne	gatívvá tétele		
Válasszon egy megoldási módsze <u>r</u> t:	Nemlineáris ÁRO	5	~	Beállításo <u>k</u>
Megoldási mető	idus			
A sima nemlinea Solver-probléma evolutív motort.	áris Solver-problémá ákhoz válassza az LP	ikhoz válassza a ne szimplex motort, a	emlineáris ÁRG motort a nem sima Solver-prol	. Lineáris blémákhoz pedig az

### Solver Methods

#### In the Solver engine you can choose:

- Simplex LP
  - Simplex method linear programming
- Nonlinear GRG (Generalized Reduced Gradient)
  - Published in 1973 and 1975
- Evolutionary method

#### Fine tuning

- Exit criteria
- Multiple points
- Random generator initialization
- Population size
- Mutation rate

Célér <u>t</u> ék b	eállítása:		SJS4			
Cél:	Max	◯ M <u>i</u> n	⊖ Érté <u>k</u> e:	0		
<u>V</u> áltozóce	llák módosít	tásával:				
<u>V</u> onatkoz	ó korlátozás	ok:				
				^		<u>H</u> ozzáadás
						Cs <u>e</u> re
						<u>T</u> örlés
						A <u>l</u> aphelyzet
				~	E	etöltés/mentés
🗹 Nem k	orlátozott v	áltozók <u>n</u> emne	gatívvá tétele			
Válasszon megoldás	egy N	lemlineáris ÁRG	5		~	Beállításo <u>k</u>
Megoldá	isi metódus					
A sima n Solver-pi evolutív	emlineáris S roblémákho motort.	olver-problémá z válassza az LP	khoz válassza a n szimplex motort,	emlineáris ÁRG mo a nem sima Solver	tort. Lii problé	neáris mákhoz pedig az

### Solve a simple problem

Five suppliers Minimum order Maximum order Constant price Linear transportation cost Integer criteria

Attent	exclosop Besso ()) Solvegból vagy ()) Weblaptol III Talalestból vagy	CIV-thjibdi C3-Legutobbi CIV-thjibdi C3-Legutobbi B3-Letero kap	Add Inminisk scsolatok		senyezes Jektrofezeset Fuligidomolog Comutanyk v	t és kapisolat ok ovtacitéra	sugo iei 10월 호텔 [ 11월 유민	ndezás P	eg, nogyan ci lalartik törkise ljööt sikabraz sievetett	Sativephot	Universite		¥ ∏+m yestik Ouzecte	R Kapculatok Adamadel		III III III III III III III III III II	Coopertocili	* is Cooperture	otik Réalter	1000 C	Solve
	Adatok beol	rasása és átalakítása		Lekérde	zések és kap	ecsolatok		Rendezés és szű	45	оклорок:		Adates	közök	- Esterese	Elón	ejelzés		Tagolás		- 1	Elemzés
J16	• E 8	√ <i>β</i>																			
A h	8	C D	E	F	G	н	- E	1	к	L N	1 N	0	P Q	R S	T	u v	Ŵ	x	Y	z	A
2	•								A Solver pa	raméterei				>	<						
1																					
5			Supplier 1	Supplier 2	Supplier 3	Supplier 4	Supplier 5		y doken latur Exe nd mag, hogyen cuintijen:	\$1516	12	1									
7		Min order Max order	100	20	150	20	1 170		Cét	O Max	🖲 Min	O Értéke:	0								
3		Price	3	1	2	7			Yáltoze	cellák módos	itásávat										
9		Transporttalon cost	6	1	2	4	1	<u>E</u>	5ES13:	\$1513				1							
1									Yenata	ozó kortátozá	sok										
2								Total quantity	SES13: SES13:	SIS13 <= SES7	15(57			Hozzásdás							
3		Order	100	-80	150	120	s	500	SES13: SJS13	\$1513 = SES6	\$156			Csere							
5								Total Cost													
6		Cost	900	160	600	1320	550	3530						Touer							
8														Alaphelyzet							
9									1					Patolitic Spanitic							
0									Pine	n korlátozott i	változók nemn	egativvä tétele		oconcentration							
2									Välass	on egy	Szimplex LP			Reilliticak							
3									megola módszi	tása											
14									Mego	idási metódus											
6									A sim Solve	a nemlineáris : problémátho	Solver-problén oz válassza az l	akhoz válassza a ner P szimplex motort, a	lineāris ÁRG mot	ort. Lineáris problémákhoz pedig az							
7									evolu	tiv motort.											
9																					
0									2	ògó			Megoldás	Bezárás							
1											1	1	1	12 11 11	-						
3																					
14																					
15																					
7																					
8																					
10																					
11																					
2																					

# Solver with custom functions

#### Five suppliers

Non linear price

- Price is a step function, due to discount
  - Starting price
  - Price decrease
  - Steps count

Non linear transportation cost

- Transport const per vehicle can be different at every supplier
- Truck capacity can be different at every supplier

Non linear functions are programmed with the built in Visual Basic editor

#### Custom functions with Programming

	Sonvegisör Webssprot Tabiasanbö Adatok	i vagy CSV-läjiköl Elis kej Elis ke k vagy tartomänyböl k beolvasása és átatakítása	jutobili, forrako lejib kapczanich	At berry	Contention Contention Contention exercitezeses of	rofisik Ps Kap muligok cok coirlaich Fs kapcsolatol	cratatok: Ka	호텔 (종종) 이 역 호텔 Rendersky 이 역 Rende	T S and To (an To (an To (an To (an	of sitemes of sitemes vitet	a yataratana t	lemättödäsik finär stävoltäsi Adatesi	KOZOK	⊡ <mark>⊡</mark> le fapradat	A Adatmodal) Iszelész	Lehentolgete Előr	nate Bioget marke marke	des Croper ap	ill davæle Cor	* eporthenide ( golés	illi :	Elenzés	
	•	× -																					
8	с	D	E	F	G	н	1	J	к	L M	N	0 P	Q	R	S T	U	V	W	×	Y	Z	AA	AS
_										A Solver paraméterei					×								
										Célérték beátlítása		\$1523			+								
		a star and a star	Supplier 1	supplier 2 S	upplier 3	supplier 4 5	supplier 5		_	problem SJulion - Marcine Shorts Candian Characterist Difference Characterist Difference Cha			-										
		Min quantity	50	20	50	20	20		-	poddenizácien - Michole      reg. Songet Királ (Michole Alteria Alteria)     Crécky (Michole Alteria Alteria)     Crécky (Michole Alteria)     Crécky (Micho						-							
		max quantity Brice	100	05	2589	1400	2120		-	PeddantZalm - Monos mag Logyan cialajan Chank tala Education I and Anti- I and Anti- A													
		Transport cost total	120	20	60	40	160		-	Tanozocenak mod	ronasayan												
		manaport cover total								141503020					1. And								
		Price start	3	10	20	70	20			Vonatkozó korláte	zások:												
		Price step	100	100	100	50	40			SE520:51520 <= 58	57:5157		10	Hoz	täadäs	1							
		Price dec	1	1	1	1	1			\$6\$20:\$1\$20 = cor \$6\$20:\$1\$20 > * \$1	56-5156												
		Max step	2	6	10	20	15			\$1\$20 = 500				0	dere .	1							
									_						14	1							
		Transport cost / vehicle	60	10	20	40	90		_					14	nei								
		Vehicle capacity	50	50	50	50	50		_					álan	abrat -	-							
								Total constitut	-						a gan	-							
		Order	00	90	121	20	120	rocal quantity	-					Betötte	s/mentés	-							
		order .		~			4/14	500	-	Nem konlätozo	t változók <u>n</u> emn	egativvá tétele											
								Total Cost		Välasson ety	Puskativ			¥ 8.	COMPLEX.	1							
		Cost	417	820	2649	1440	3490	8906		megoldási					amarop								
										Manaldhi) meti	20												
									_	A sime nemlines	us s Calver, arablén	abhar oilserrs a sar	line tris 100 mot	tort Linearie									
									_	Solver-problemá	hoz válassza az l	P szimplex motort, a	em sima Solver-j	problémákho	z pedig az								
									-	evolutiv motort.													
									_							-							
										Súgó			Megoldis		Bezárás	-							
										In Addatos				_	lone and								

#### Custom functions with Programming

Visual Basic editor ALT+F11

Any custom and built in function can be used

Even DLL modules

Can slow the optimization

Public Function GetPrice(quantity\_in As Integer, price\_in As Integer, step\_in As Integer, dec\_in As Integer, step\_max As Integer) As Integer

Dim price\_total As Integer

price\_total = 0

For x = 0 To quantity\_in - 1

If (Int(x / step\_in) <= (step\_max - 1)) Then</pre>

price\_total = price\_total + (price\_in - (Int(x / step\_in) \*

dec\_in))

Else

price\_total = price\_total + (price\_in - (step\_max - 1) \*
dec\_in)

End If

Next x

GetPrice = price\_total

End Function

Public Function GetTransport(quantity\_in As Integer, price\_in As Integer, cap\_in As Integer) As Integer

```
If quantity_in = 0 Then
    GetTransport = 0
    Exit Function
End If
```

Dim tansport As Integer

transport\_num = 1 + Int(quantity\_in / cap\_in)

GetTransport = transport\_num \* price\_in

End Function

# Using Solver on bigger problems

A problem which solve the olive oil distribution in large regions

Target function

$$\sum_{i=1}^{I} \sum_{k=1}^{K} (p_i - c_{ik}) Y_{ik} - \sum_{i=1}^{I} (oc * oil_i - pc_i) X_i - t * toil$$

Divided into two parts

180 input variables

140 decision variables

7 constraint rows, includes matrix constraints

#### Using Solver on bigger problems



