

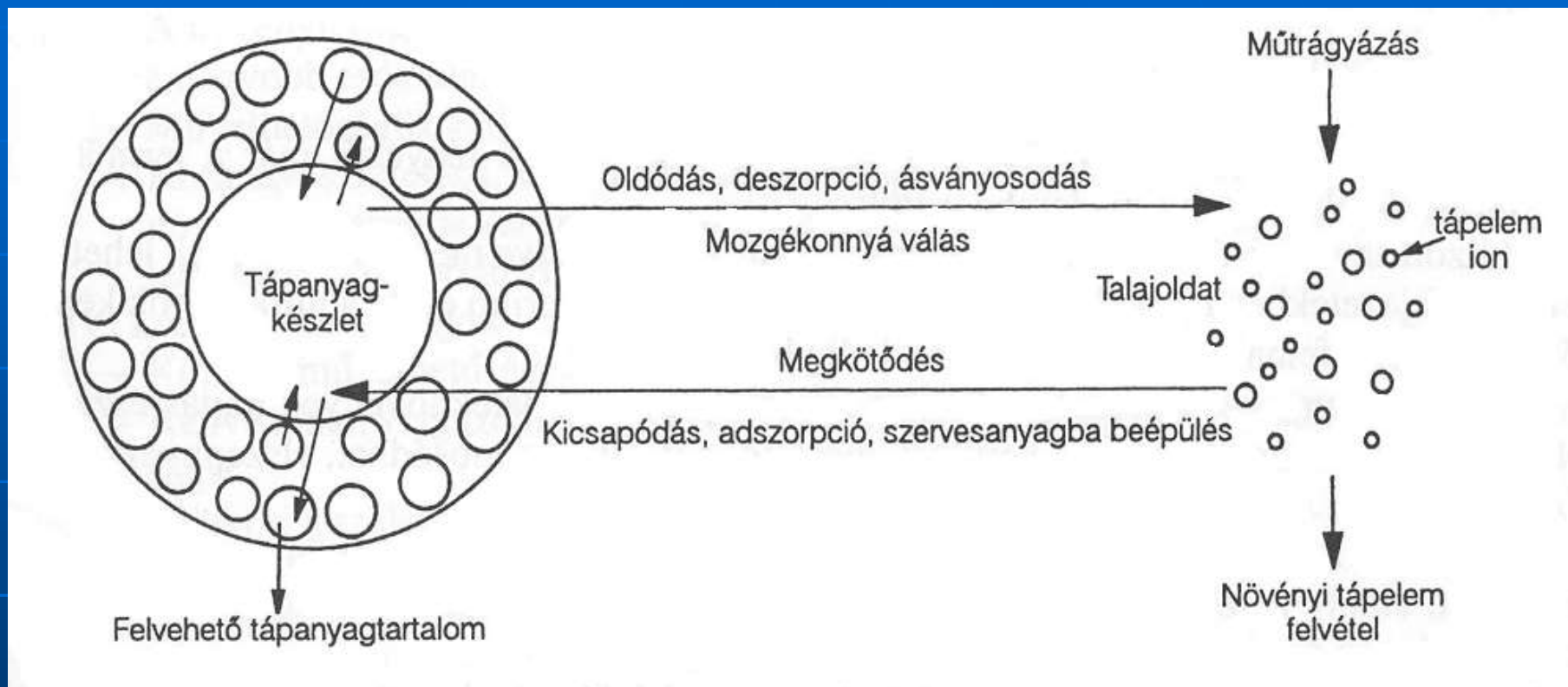
# TÖBBLÉPÉSES DESZORPCIÓ MODELLEZÉSE

Tolner László, Füleky György

Szent István Egyetem, MKK,  
Környezettudományi Intézet

Gödöllő

# A talaj tápelem-szolgáltatása, tápelemek kimosódása



**Milyen mértékben reverzibilis frissen megkötődött P?**  
**Milyen mértékben reverzibilis korábban (7 hónap)  
adott P?**

# Kísérlet

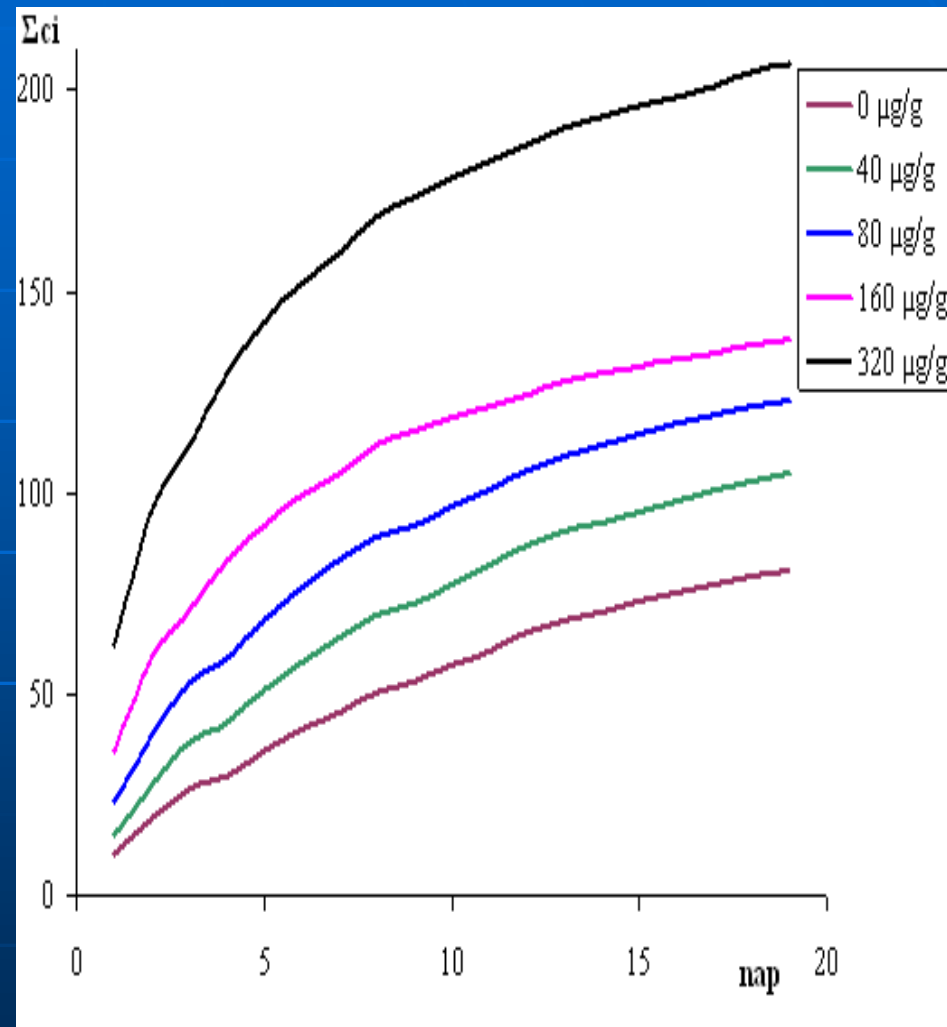
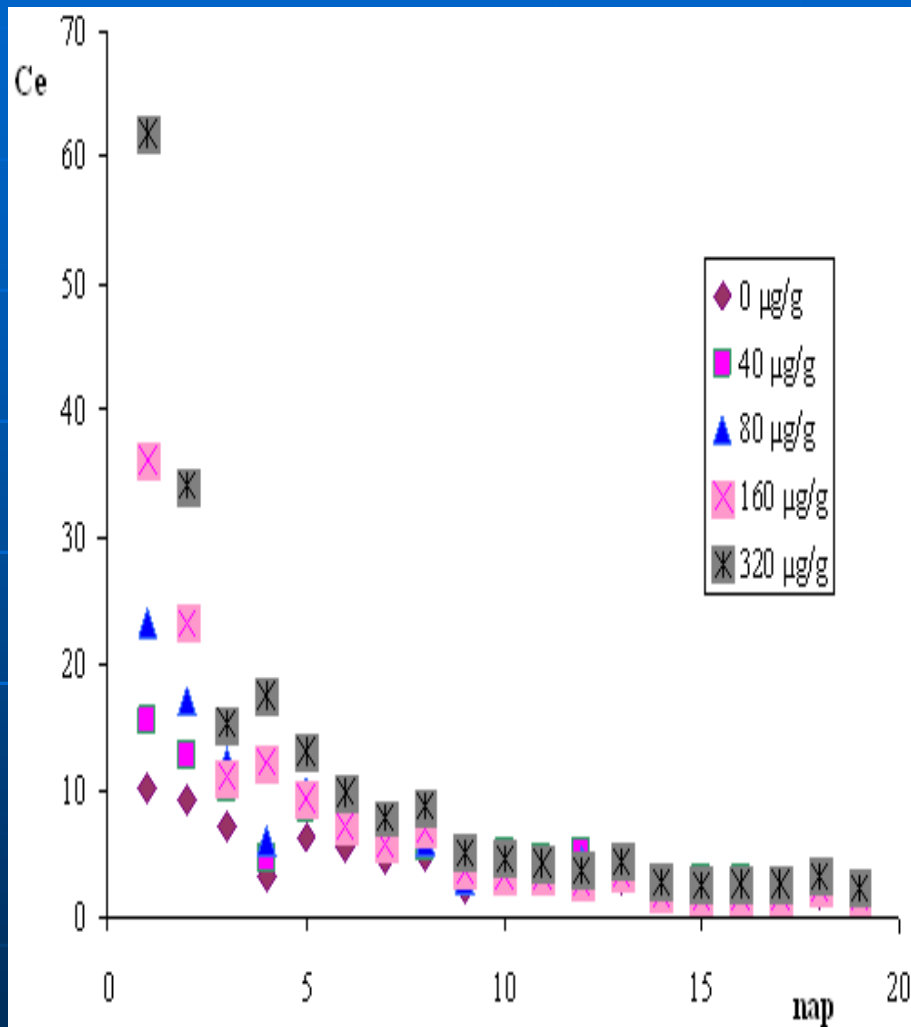
Származási hely	Talajtípus	Fizikai talajféleség	pH <sub>KCl</sub>	CaCO <sub>3</sub> %	hu %	Olsen-P mg.kg <sup>-1</sup>	E mg.kg <sup>-1</sup>
Orosháza	Mélyben szolonyeces csernozjom	lössz	7.1	1.7	3.7	8,2	17,2

Előzetes P kezelés, 7 hó érl.	0 µg/g	40 µg/g	80 µg/g	160 µg/g	320 µg/g
Friss P ad- szorpció	0 µg/g	0 µg/g	0 µg/g	0 µg/g	0 µg/g
	40 µg/g	40 µg/g	40 µg/g	40 µg/g	40 µg/g
	80 µg/g	80 µg/g	80 µg/g	80 µg/g	80 µg/g
	160 µg/g	160 µg/g	160 µg/g	160 µg/g	160 µg/g
	320 µg/g	320 µg/g	320 µg/g	320 µg/g	320 µg/g

Mind a 25 féle kezelt mintából többlépéses (19) deszorpció

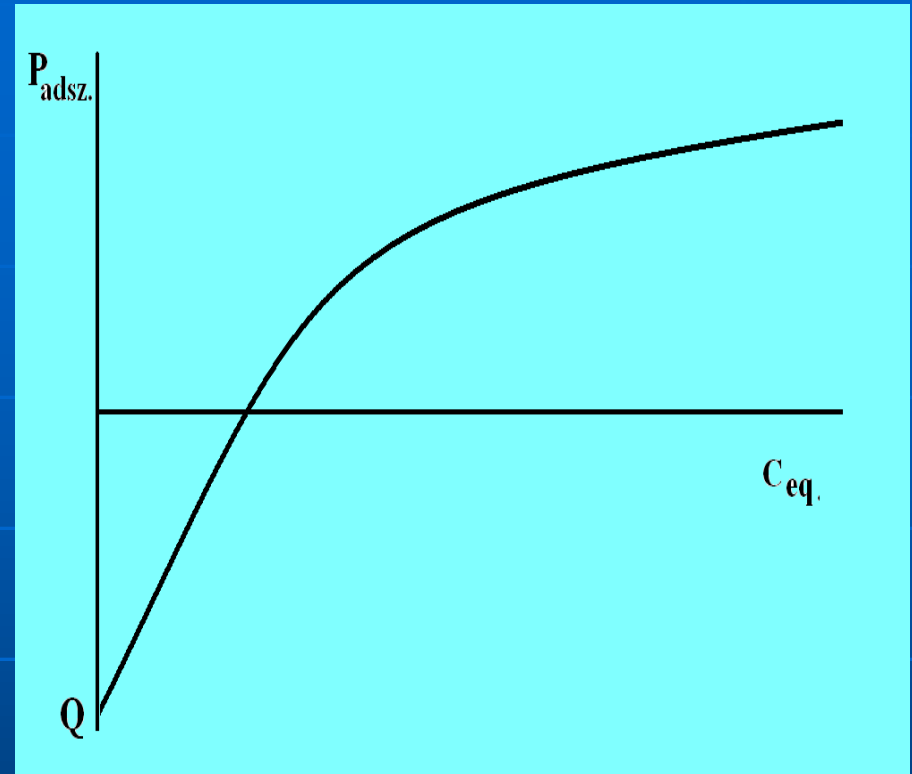
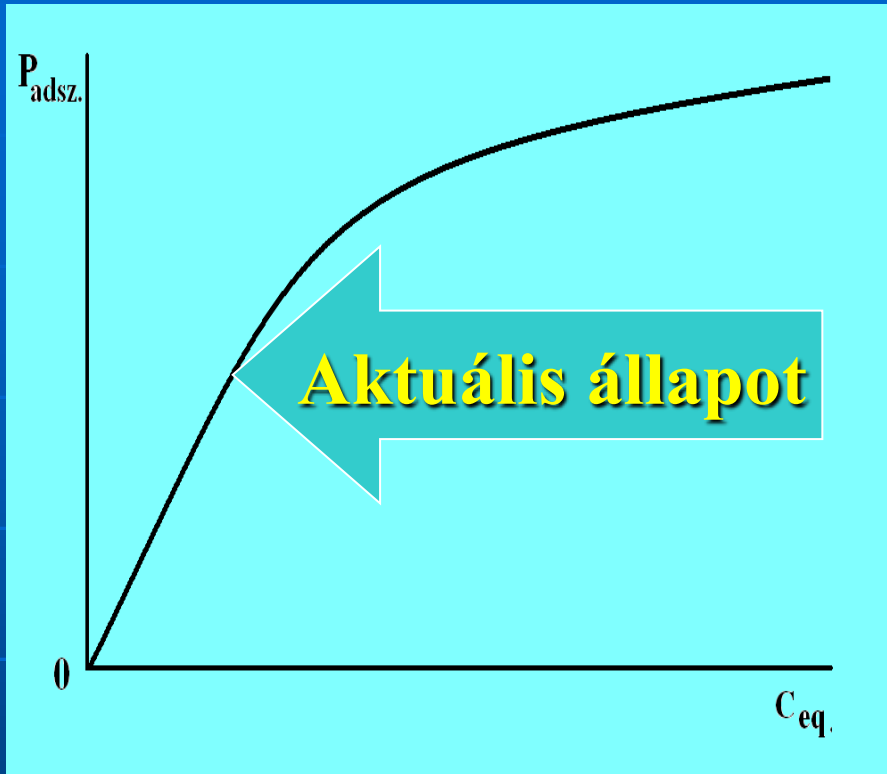
# Több lépéses kilúgzás (deszorpció)

Napi kilúgzott P  $\mu\text{g/g}$  talaj    Kumulált kilúgzott P  $\mu\text{g/g}$  talaj



1 g talajra számított korábbi P kezelés: 160  $\mu\text{g}$

# Deszorpció modellezése



Koordináta transzformáció  $-Q$  -val



Freundlich

$$P_{\text{adsz.}} = k \cdot c^{\frac{1}{n}}$$

$$P_{\text{adsz.}} = k \cdot c^{\frac{1}{n}} + Q$$

# A deszorpció modellezése

Anyagmérleg

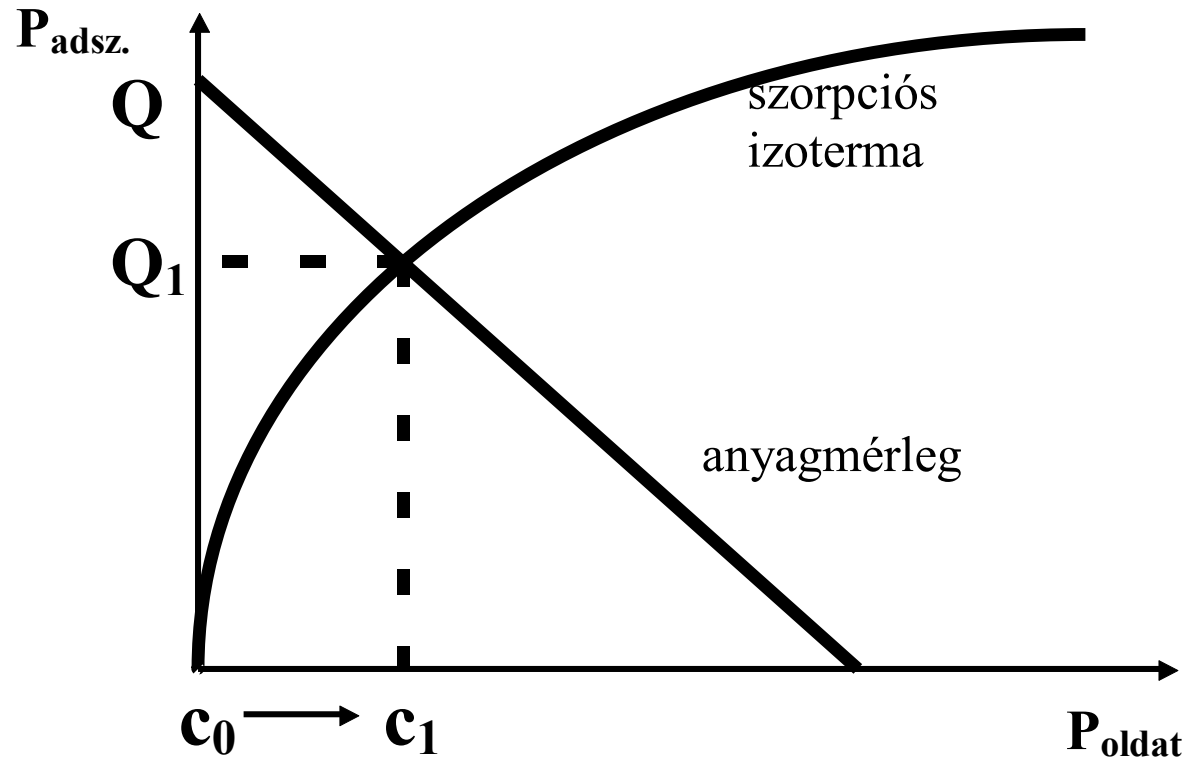
$$Q_1 = Q - \frac{c_1}{S}$$

Megfelelő

Talaj:oldat arány  
és mértékegység:

$$S = 1$$

$$Q_1 = Q - c_1$$



$$Q_1 = k * c_1^{1/3} \quad \text{Szorpciós izoterma (0-ból indul)}$$

$$Q - c_1 = k * c_1^{1/3} \quad \longrightarrow \quad Q = k * c_1^{1/3} + c_1$$

# Az 1 lépéses deszorpció modellje

$$Q = k * c_1^{1/3} + c_1$$

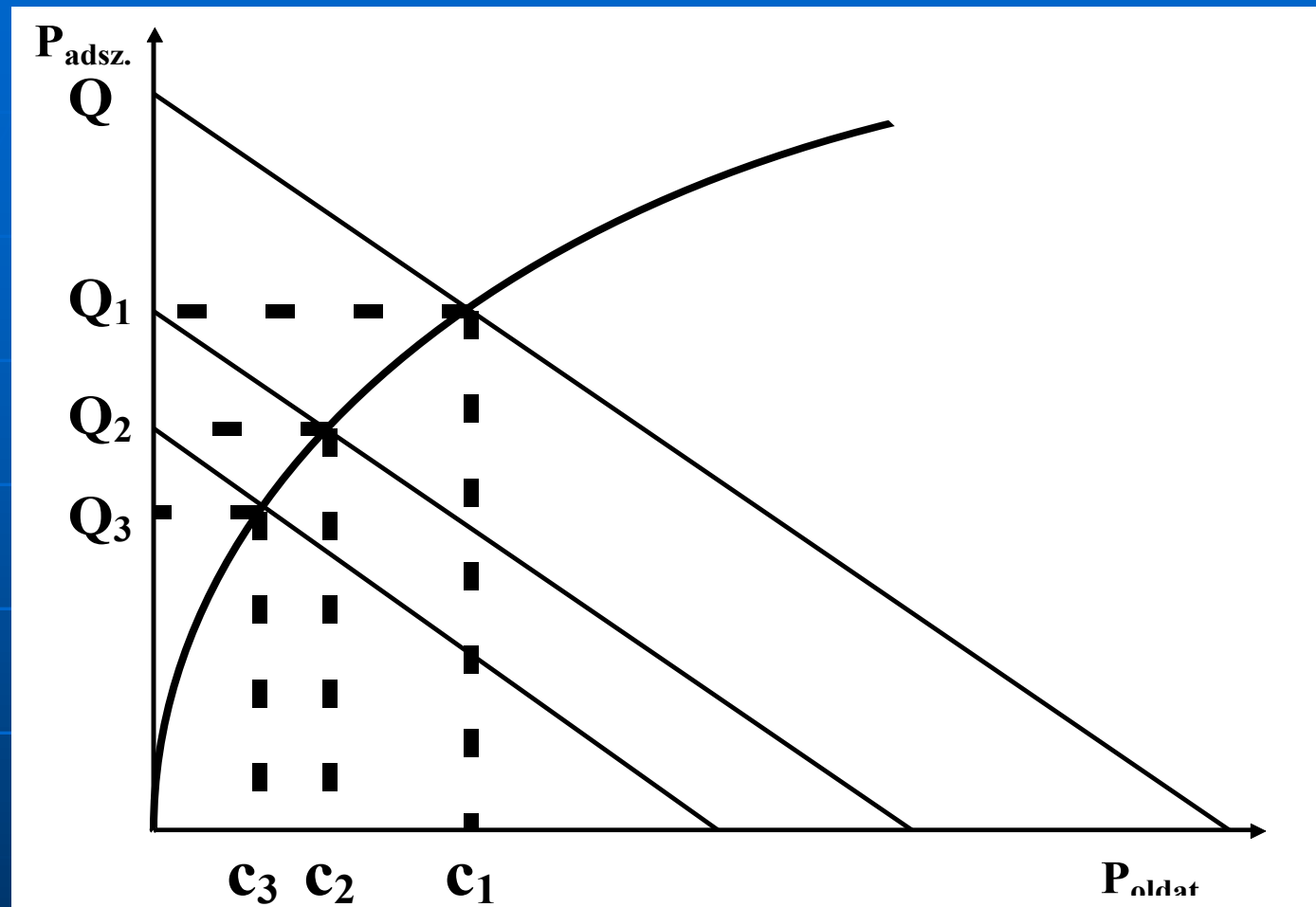
Az talajon a vizsgálat kezdetén adszorbeált állapotban levő P mennyisége Q elvileg egy lépésben meghatározható, ha ismerjük a k értékét.

(ilyenkor 1 lépéses adszorpció is elég lenne –  
1 ponton áthúzott ismert meredekségű egyenes)

**A k értéke azonos-e az adszorpcióval meghatározottal?**

**A deszorpcióra érvényes k értéke többlépéses deszorpcióval határozható meg.**

# A többlépéses deszorpció modellje



$$Q - \sum_{i=1}^n c_i = k * c_n^{1/3}$$

$$Q = k * c_n^{1/3} + \sum_{i=1}^n c_i$$



$$Q_1 = Q - c_1 = k \cdot c_1^{1/3}$$

$$Q_2 = Q_1 - c_2 = Q - (c_1 + c_2) = k \cdot c_2^{1/3}$$

$$Q_3 = Q_2 - c_3 = Q - (c_1 + c_2 + c_3) = k \cdot c_3^{1/3}$$

$$Q - \sum_{i=1}^m c_i = k \cdot c_m^{1/3}$$

# Számolás a többlépéses deszorpció modelljével

Minden lépésben  
kiszámítható a Q

$$Q = k * c_n^{1/3} + \sum_{i=1}^n c_i$$

Mért adat	$k * c_n^{1/3}$	$\sum_{i=1}^n c_i$
$c_1$	$k * c_1^{1/3}$	$c_1$
$c_2$	$k * c_2^{1/3}$	$c_1 + c_2$
$c_3$	$k * c_3^{1/3}$	$c_1 + c_2 + c_3$

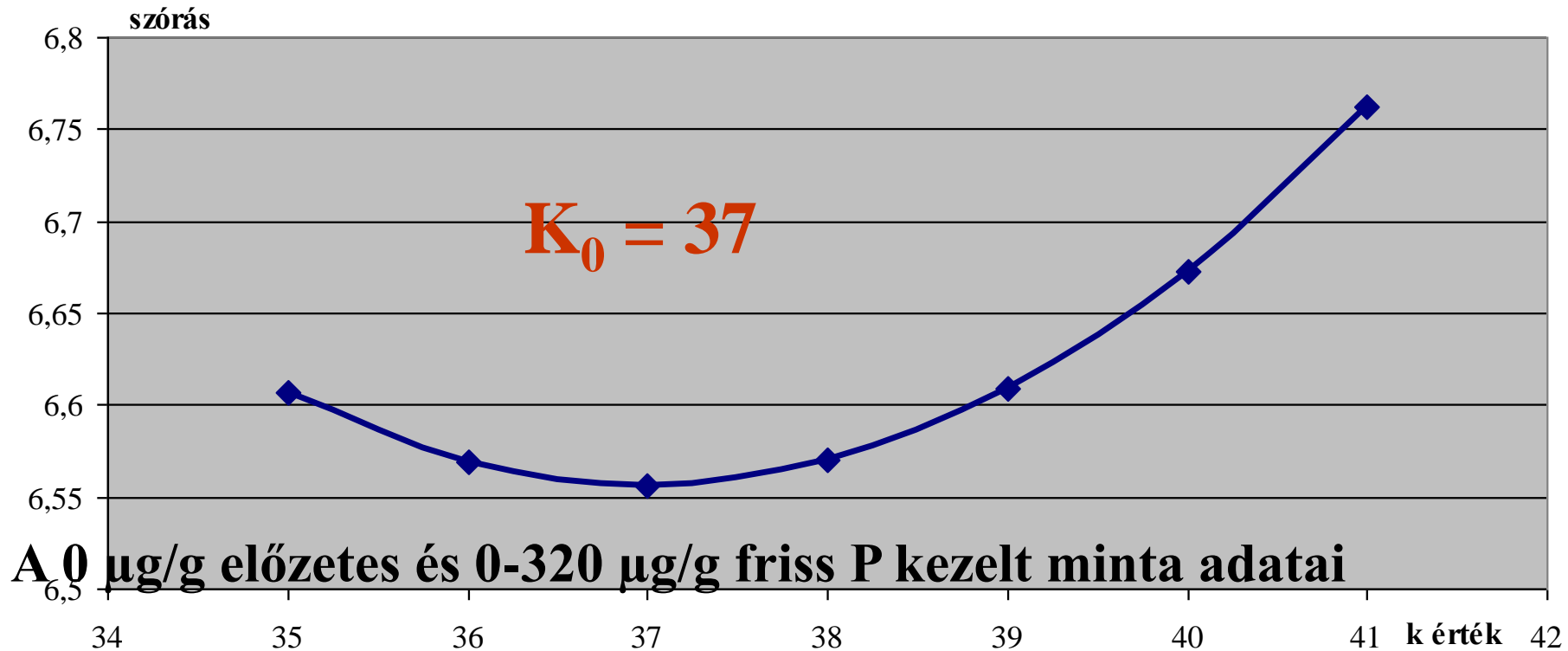
# A deszorpcióra érvényes $k$ és $Q$ értékek többlépéses deszorpcióval határozhatók meg.

Előzetes P kezelés, 7 hó érl.	$k_0$ 0 $\mu\text{g/g}$	$k_{40}$ 40 $\mu\text{g/g}$	$k_{80}$ 80 $\mu\text{g/g}$	$k_{160}$ 160 $\mu\text{g/g}$	$k_{320}$ 320 $\mu\text{g/g}$
Friss P ad- szorpció	0 $\mu\text{g/g}$	0 $\mu\text{g/g}$	0 $\mu\text{g/g}$	0 $\mu\text{g/g}$	0 $\mu\text{g/g}$
	40 $\mu\text{g/g}$	40 $\mu\text{g/g}$	40 $\mu\text{g/g}$	40 $\mu\text{g/g}$	40 $\mu\text{g/g}$
	80 $\mu\text{g/g}$	80 $\mu\text{g/g}$	80 $\mu\text{g/g}$	80 $\mu\text{g/g}$	80 $\mu\text{g/g}$
	160 $\mu\text{g/g}$	160 $\mu\text{g/g}$	160 $\mu\text{g/g}$	160 $\mu\text{g/g}$	160 $\mu\text{g/g}$
	320 $\mu\text{g/g}$	320 $\mu\text{g/g}$	320 $\mu\text{g/g}$	320 $\mu\text{g/g}$	320 $\mu\text{g/g}$

Mind a 25 féle kezelt mintából többlépéses (19) deszorpció

Előzetes P kezelés		Melyik k értéknél térnek el legkevésbé a számított Q értékek?							
0 µg/g		k = 36		k = 37		k = 38			
napok	0 µg/g	friss P	szórás = 6,568903	szórás = 6,556422	szórás = 6,569797	szórás =	6,569797		
	$c_i$	$\Sigma c_i$	$k \cdot c^{1/3}$	Q	$k \cdot c^{1/3}$	Q	$k \cdot c^{1/3}$	Q	
1	0,919	0,919	35,00051	35,91951	35,97274	36,89174	36,94498	37,86398	
2	1,162	2,081	37,84756	39,92856	38,89888	40,97988	39,9502	42,0312	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	40 µg/g	friss P	SQ= 1326,993	53,18876	1355,477	SQ= 1385,113			
1	3,698	3,698	55,67046	59,36846	57,21686	60,91486	58,76326	62,46126	
2	3,16	6,858	52,82808	59,68608	54,29553	61,15353	55,76298	62,62098	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	80 µg/g	friss P	SQ= 920,7322	69,69064	918,1246	SQ= 917,2592			
1	8,365	8,365	73,07876	81,44376	75,10872	83,47372	77,13869	85,50369	
2	6,24	14,605	66,27718	80,88218	68,11821	82,72321	69,95925	84,56425	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	160 µg/g	friss P	SQ= 1054,595	90,09287	1024,417	SQ= 997,0548			
1	21,323	21,323	99,8279	121,1509	102,6009	123,9239	105,3739	126,6969	
2	13,765	35,088	86,27691	121,3649	88,67349	123,7615	91,07007	126,1581	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
	320 µg/g	friss P	SQ= 349,613	126,0215	335,6335	SQ= 331,0868			
1	43,653	43,653	126,7576	170,4106	130,2786	173,9316	133,7996	177,4526	
2	23,975	67,628	103,8059	171,4339	106,6894	174,3174	109,5729	177,2009	
...	...	...	...	...	...	...	...	...	
			SQ= 404,2121	172,2315	407,0945	SQ= 426,7359			

Az optimális  $k$  érték meghatározása az egyes lépésekben kapott  $Q$  értékek együttes szórása alapján.

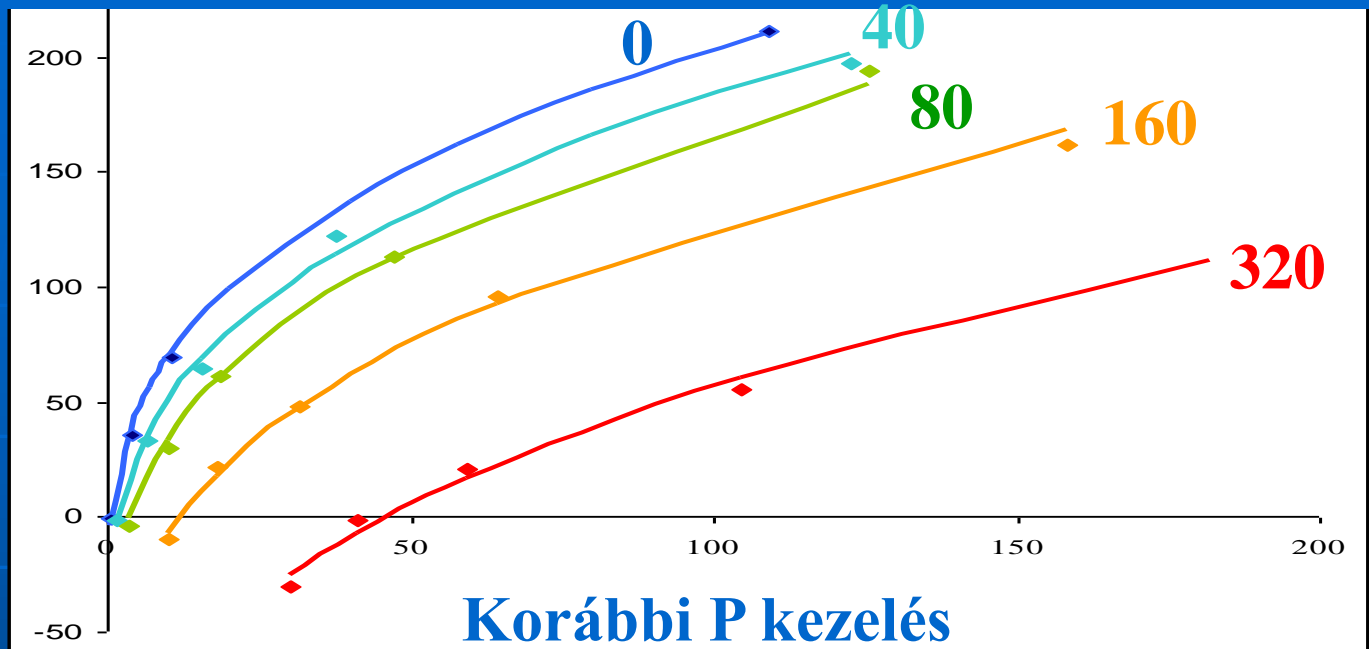


# Az optimális k és Q értékek

Korábbi P kezelés	0	40	80	160	320
k	37	45	44,1	57	83

Friss P	Q értékek (µg/g)				
0	53,19	69,69	90,09	126,02	172,23
40	78,42	96,20	129,40	137,31	217,37
80	88,45	105,00	141,96	146,37	217,78
160	141,54	166,97	187,46	206,24	274,80
320	267,68	279,72	323,60	346,80	403,95

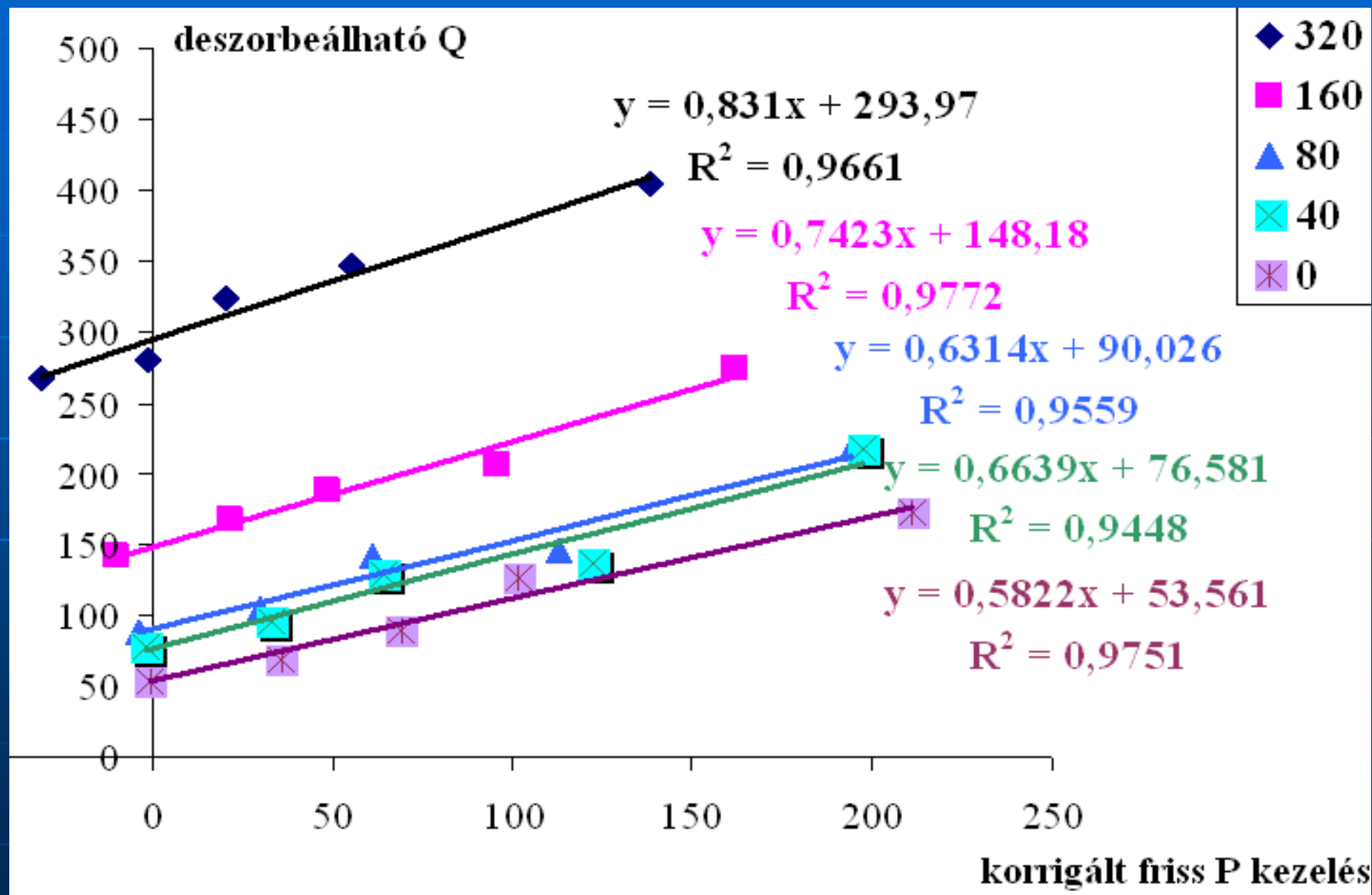
# A korrigált kezelés az adszorpciós egyensúlyban a talajon maradt P



**Hozzáadott  
friss P**

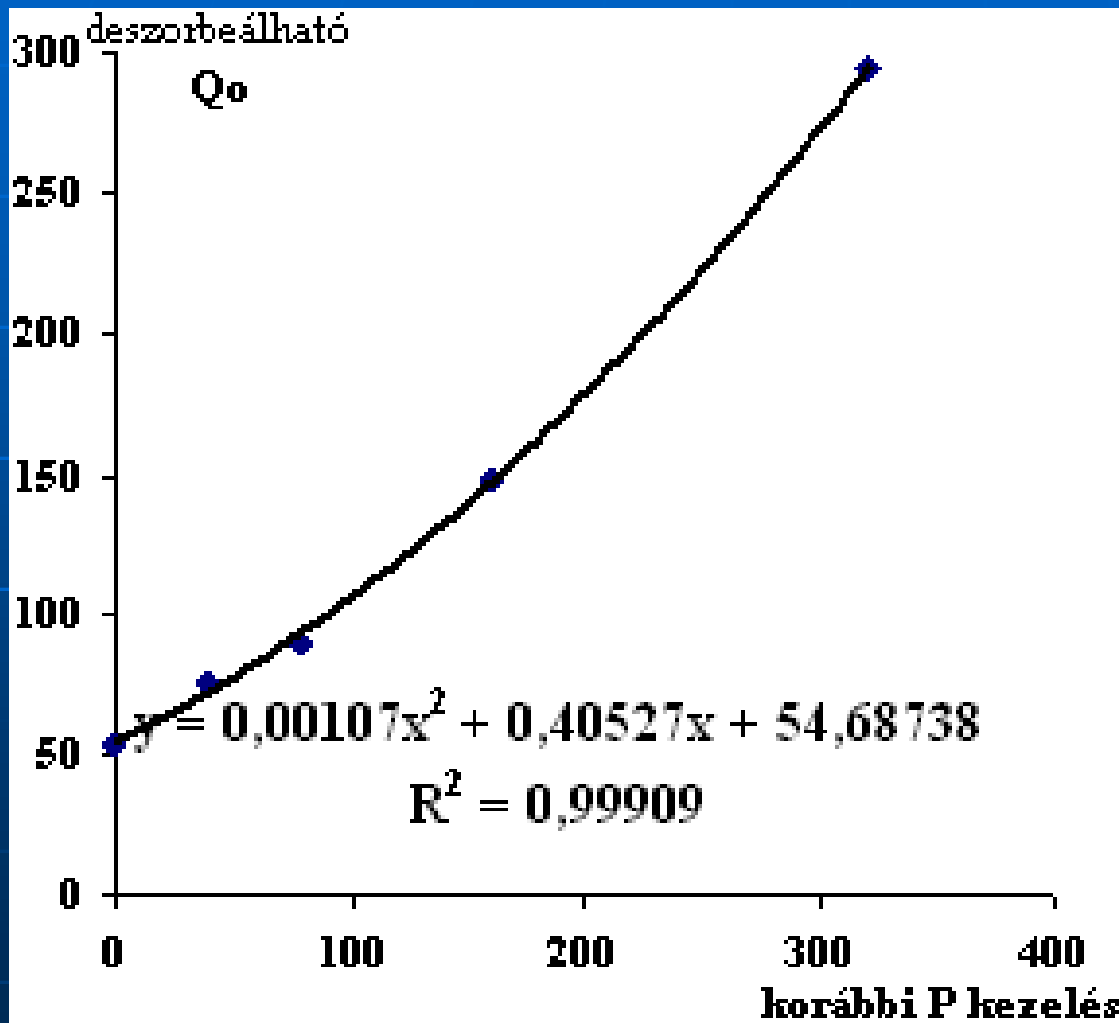
	0	40	80	160	320
0	-0,53	36,10	69,42	102,10	211,02
40	-1,70	33,35	64,20	122,27	197,27
80	-3,52	30,10	61,39	112,91	194,16
160	-9,97	21,96	48,34	95,89	161,89
320	-30,29	-1,09	20,58	55,26	138,33

# A számított deszorbeálható Q értékek és a **korrigált kezelések** közötti összefüggések





# A korábbi (7 hónap) kezelés hatására kialakult deszorbeálható P készlet



P.kez.	desz.P.	dQ/dP
320	294,0	1,09
160	148,2	0,75
80	90,0	0,58
40	76,6	0,49
0	53,6	0,41

**Nagyobb korábbi  
kezelésnél nagyobb  
arány nyerhető  
vissza**

Köszönöm a figyelmet