

Ivóvízhálózatok szivárgási vízvesztés-csökkentése

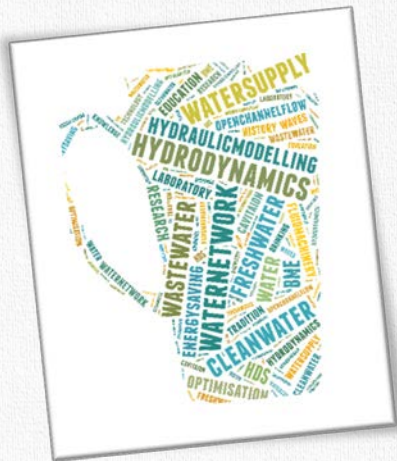
Szabó Marcell, BSc

Huzsvár Tamás, PhD hallgató

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Gépészmérnöki Kar

Hidrodinamikai Rendszerek Tanszék



Az előadás vázlatja

- Motiváció
- Modellezési alapok
- Módszerek
- Esettanulmányok
- Kitekintés



Motiváció, célkitűzés

- A magyar (OECD) hálózatokban az ivóvíz csaknem 30%-a elszivárog*



Víznyomáscsökkentés problémái

- A szabványos víznyomás biztosítása – pareto-hatékonyság
- Költséghatékonyság, erőforrásigény minimalizálása

Cél

Az ivóvízhálózatok költséghatékony szivárgáscsökkentése, a szükséges fogyasztói víznyomás mindenkor biztosítása mellett.

*Somos Éva: A csőbe zárt ivóvíz... (vagy mégsem?)

A hidraulika modell és megoldó

1. Geodéziai és számlázási adatok begyűjtése - L, D, h, λ
2. Modellezés: Staci szoftver – tanszéki fejlesztés - $p, Q,$
3. A kieső fogyasztók értékelése



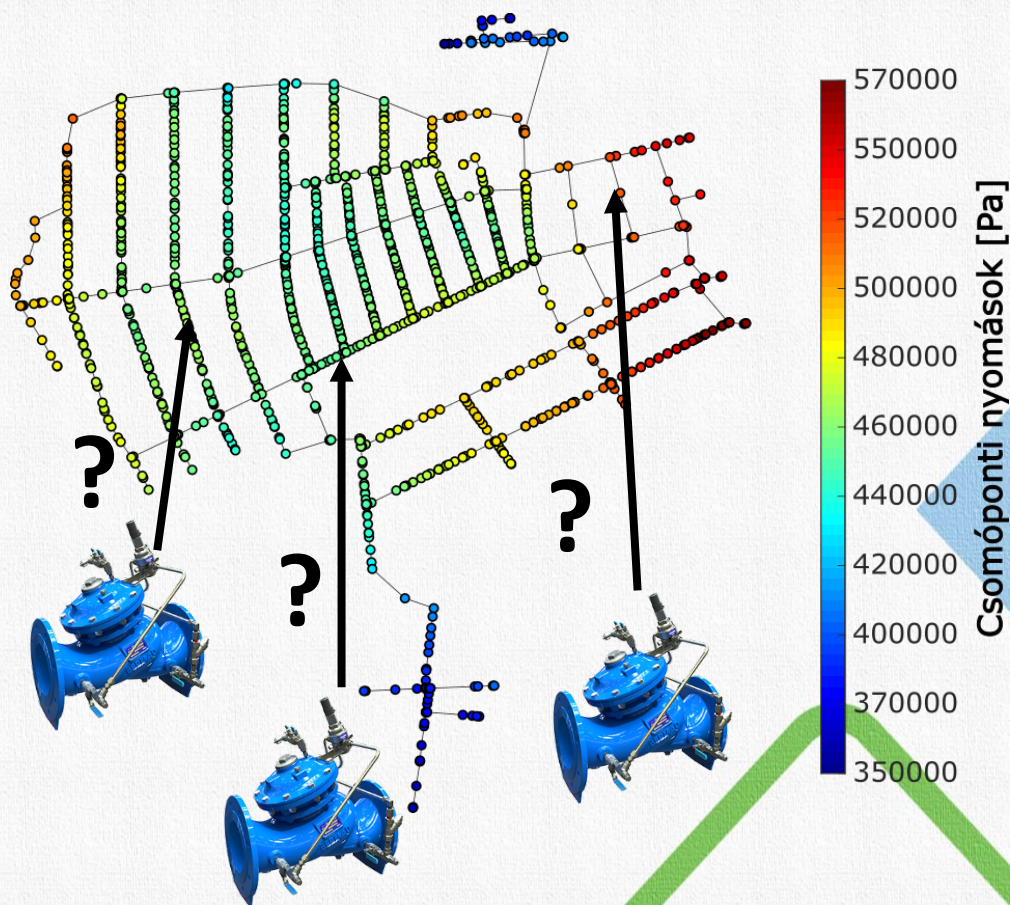
**A fogyasztás
nyomásfüggő!**
 $1,5bar \leq p \leq 6bar$



Effektív szivárgáscsökkentés

A szivárgás a nyomás hatványfüggvénye.

$$q_j = K_f p_j^{1.18}$$



Megoldás:

Nyomáscsökkentő szelepek használata

Működési szempontból az **alvízi nyomást** szabályozó szelepek használata a célszerű.

Angol nevük **PRV** (pressure reducing valves)

Paramétereik:

- Beépítési helyük
- Beállításuk

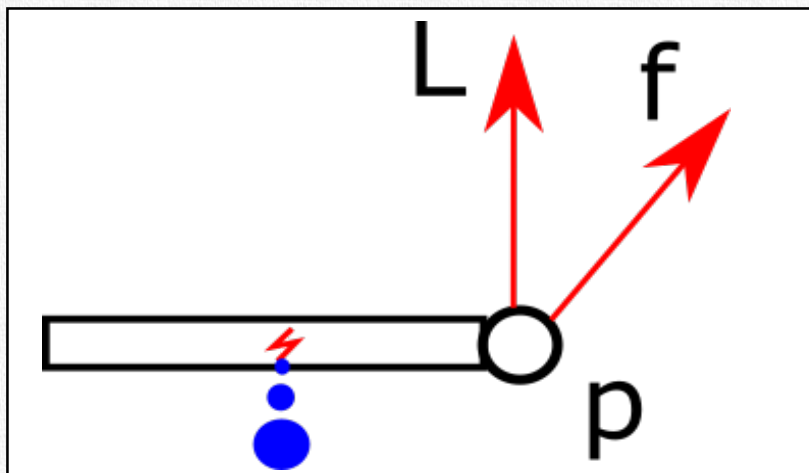
Alkalmazási korlátaik:

- a szabványos víznyomás biztosítása
- a település anyagi helyzete

1db ára: 5-800.000 Ft (DN100-as szabványos méret)

A szivárgás kalibrációja

Numerikus modell



Valóság

Település	Mért hossz [km]	Veszteségtényező $\left[\frac{m^3}{h \cdot km} \right]$
Marosvásárhely	20	2,45
Székelyudvarhely	68	0,71

Numerikusan összegzett
szivárgás



Veszteségtényezőtől
kalkulált szivárgás

Kalibráció:

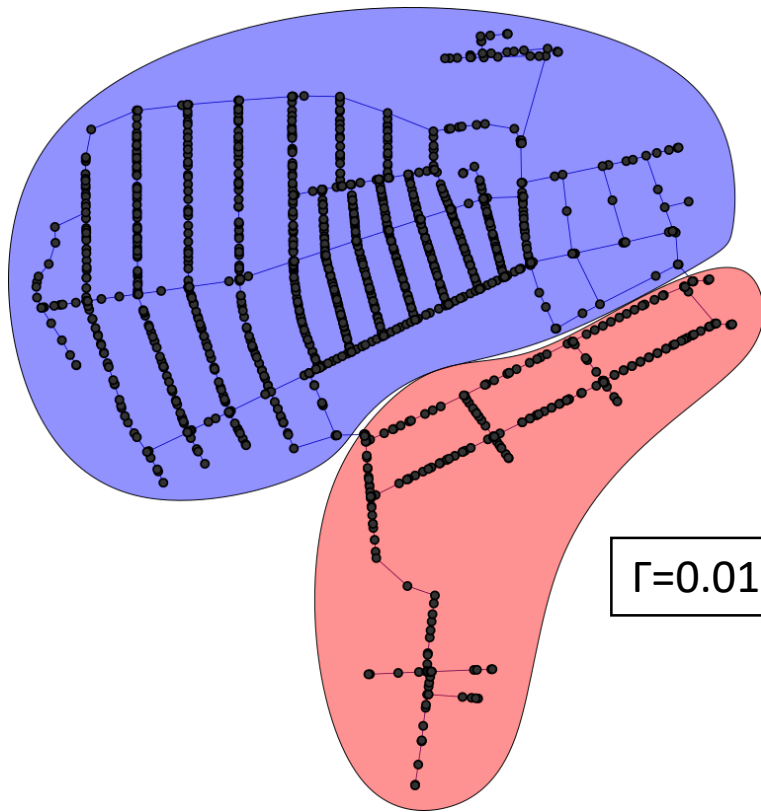
- a két érték összehasonlítása

Optimalizáció:

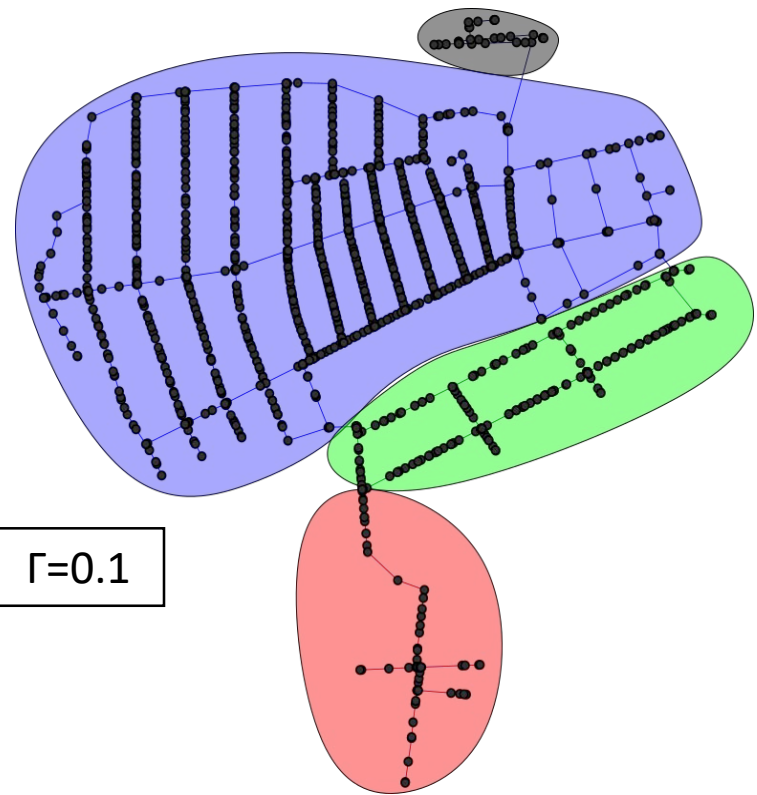
- Nelder-Mead algoritmus

Klaszteranalízis

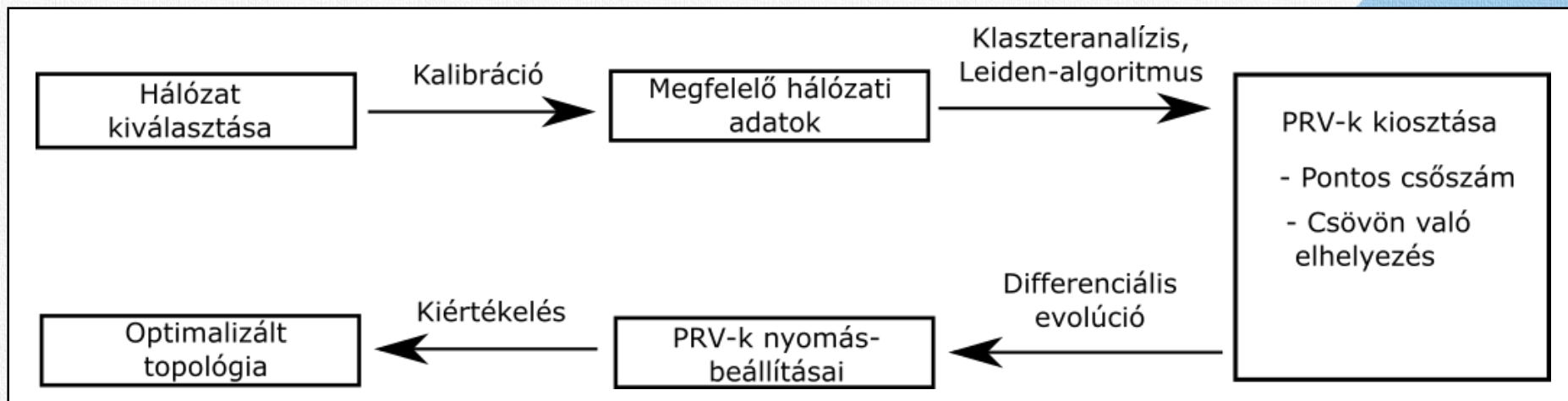
- **Optimális beépítési hely** meghatározása, cél: **homogén nyomásonak** létrehozása
- **Leiden** gráfelméleti algoritmus
- **Felbontási paraméter - költségoptimalizáció**



$\Gamma=0.01$



$\Gamma=0.1$



Differenciális evolúció

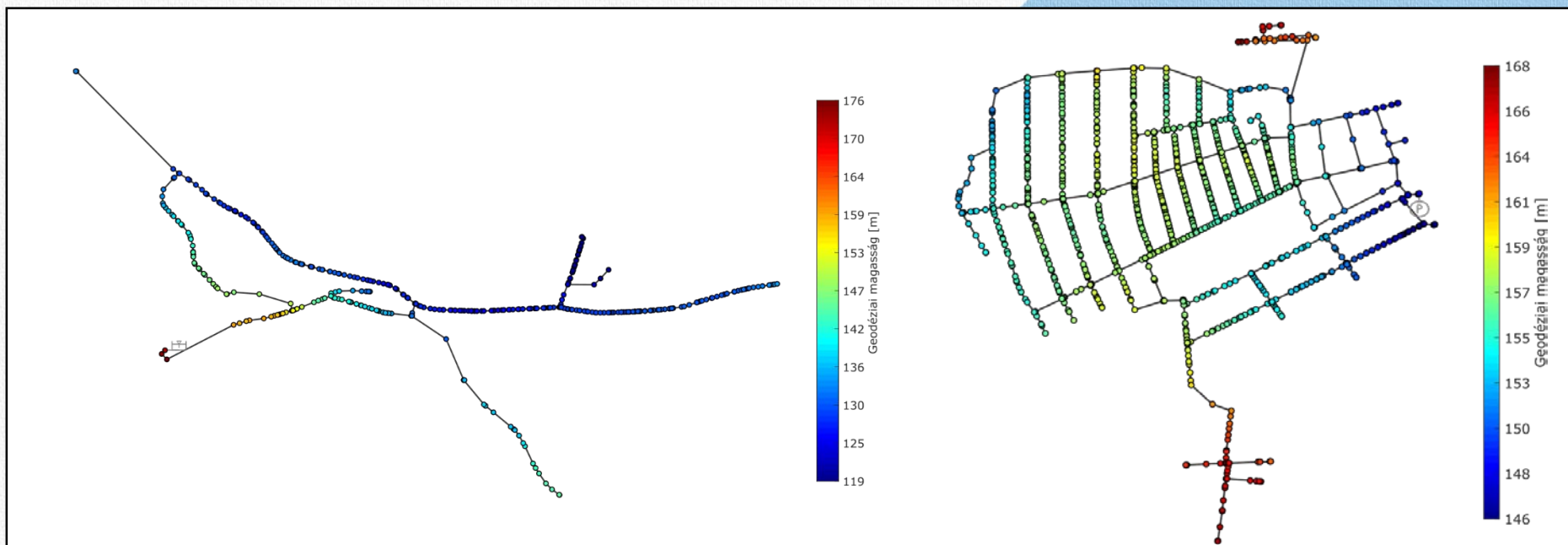
- A **szelepek beállításainak** optimalizációja
- Evolúciós algoritmus

Eredmények:

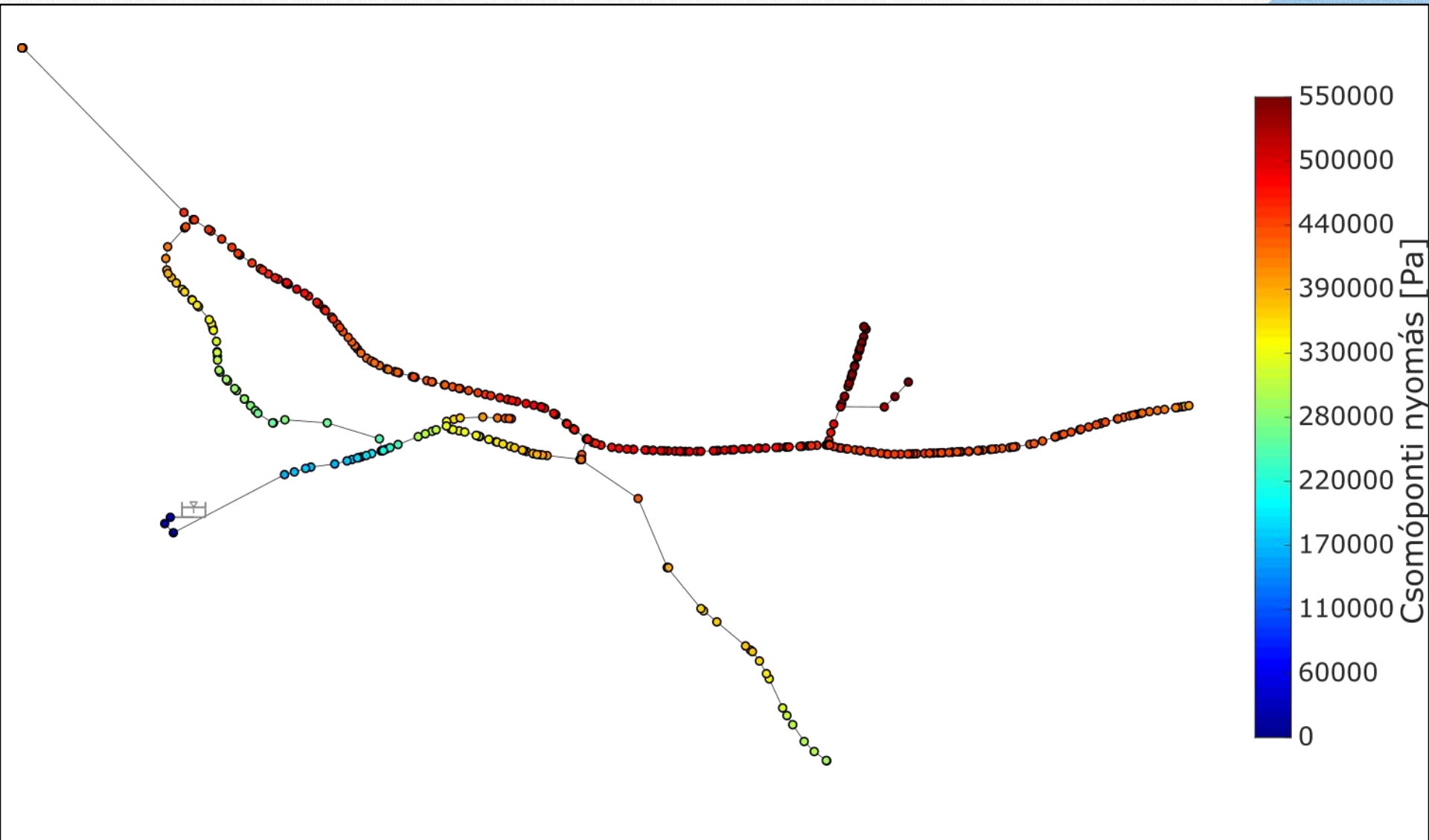
- **Szignifikáns szivárgáscsökkenés**
- **Nincs kieső fogyasztó**
- Megbízhatóság, **gyenge konvergencia**
- **Gyors futási idő** (néhány perc)

Esettanulmányok

	1.	2.
Lakosság	~1000	~500
Hálózat típus	Fagráf	Hurkolt
Domborzat	Jelentős szintkülönbségek	Nem jelentős szintkülönbségek
Megjegyzés	Egy jelentős fogyasztó	Évszakos fogyasztásingadozás



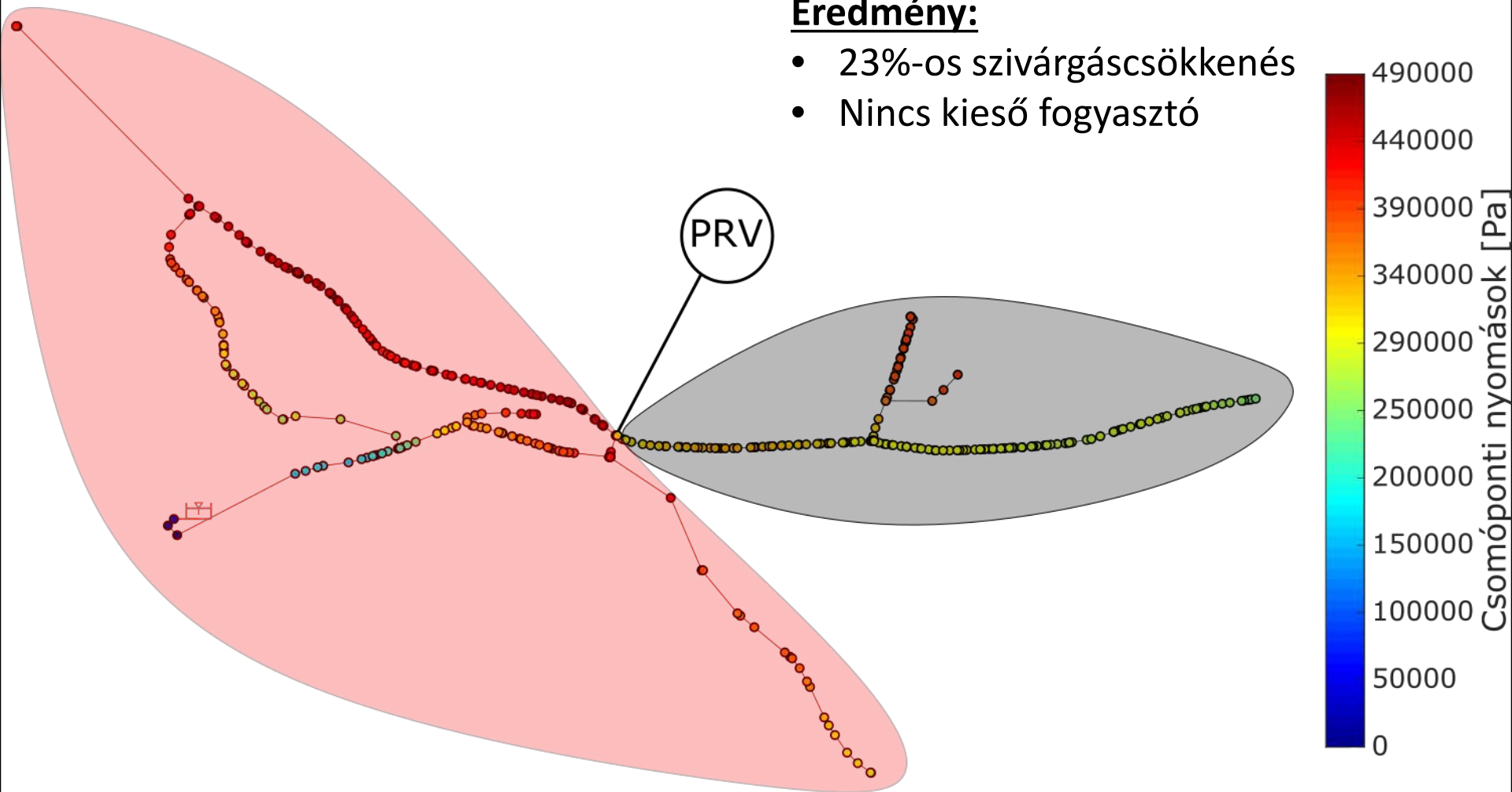
Esettanulmány 1.



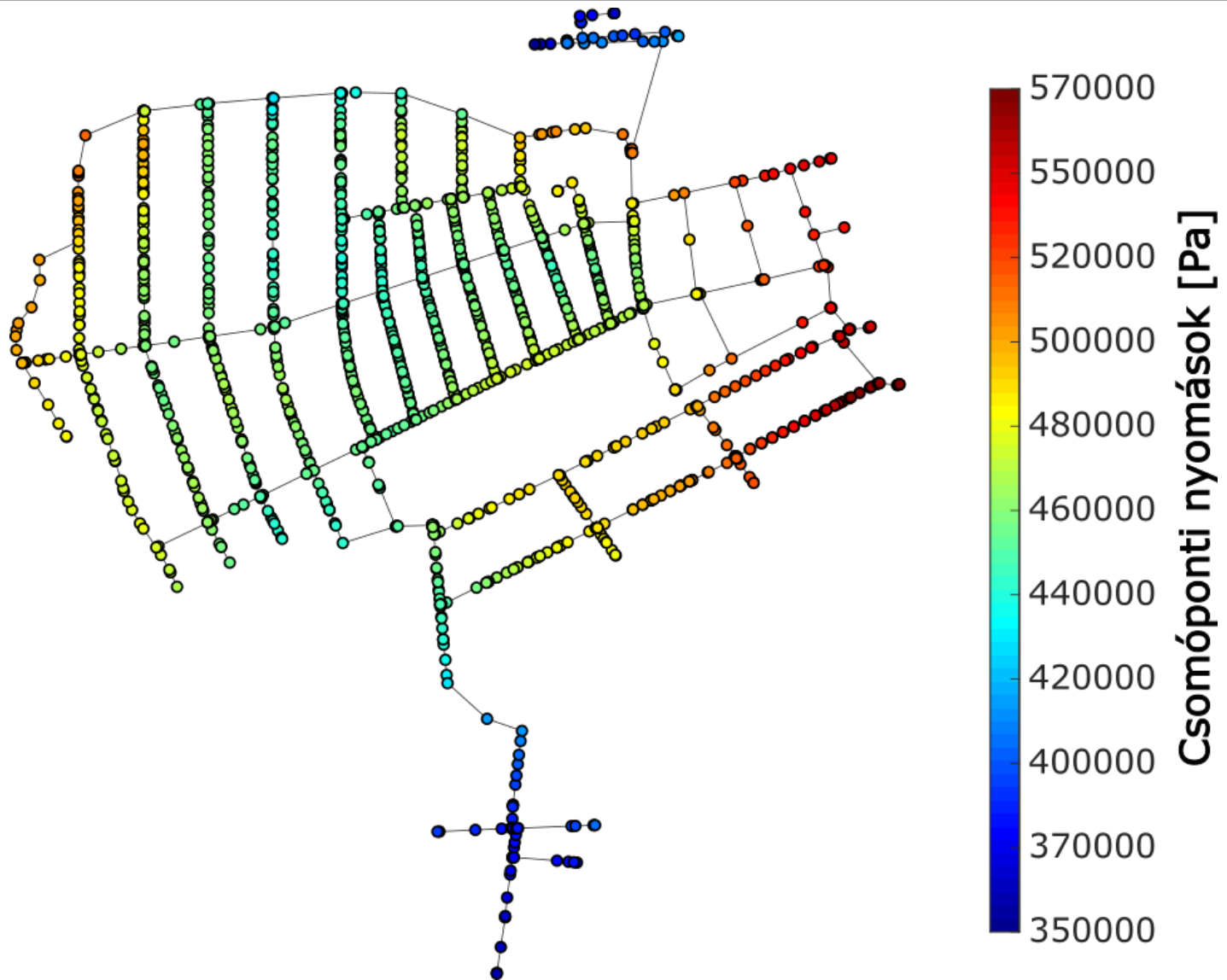
Esettanulmány 1.

Eredmény:

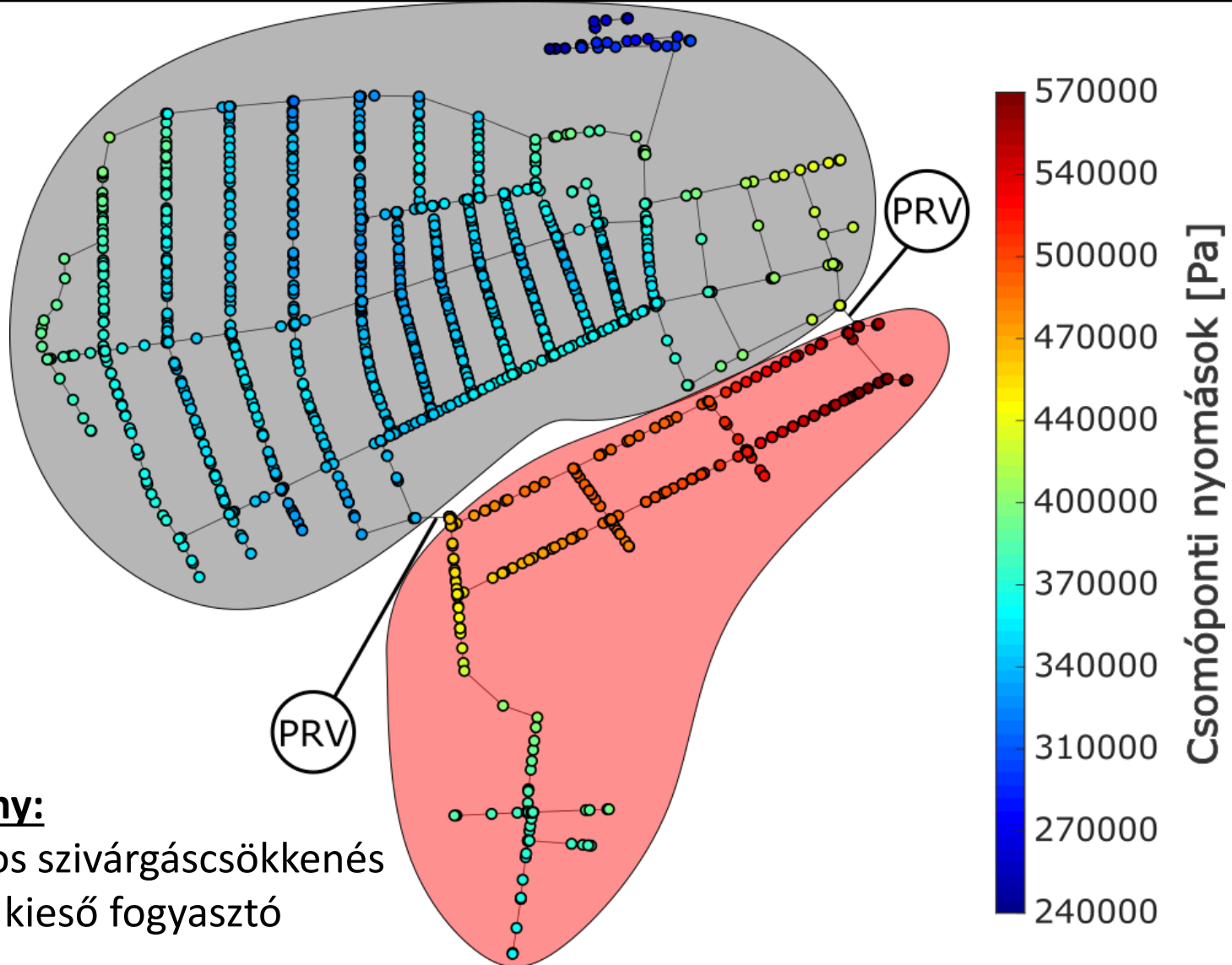
- 23%-os szivárgáscsökkenés
- Nincs kieső fogyasztó



Esettanulmány 2.



Esettanulmány 2.



Eredmény:

- 28%-os szivárgáscsökkenés
- Nincs kieső fogyasztó

Esettanulmány 2. – Beruházási költségbecslés

Megnevezés, költségtípus	Nettó ár [Ft]	Ár a végösszeghez viszonyítva [%]	Megjegyzés
Munkaszervezés, kommunikációs költségek	200.000	6,4	Alacsony, nem igényel nagy erőforrásokat
Szelepek beszerzése	1.720.000	55,1	A csőátmérő növekedésével jelentős drágulás várható, a jelenlegi ár DN100-as csőre értendő
Szállítás	200.000	6,4	Tömegük miatt szállításuk nehézkes lehet, kiszervezhető
Beszerelés	1.000.000	32	Beszerelési költségük változékony, az algoritmus már meglévő elosztópontokba helyezi le a szelepeket
Összesen	3.120.000		

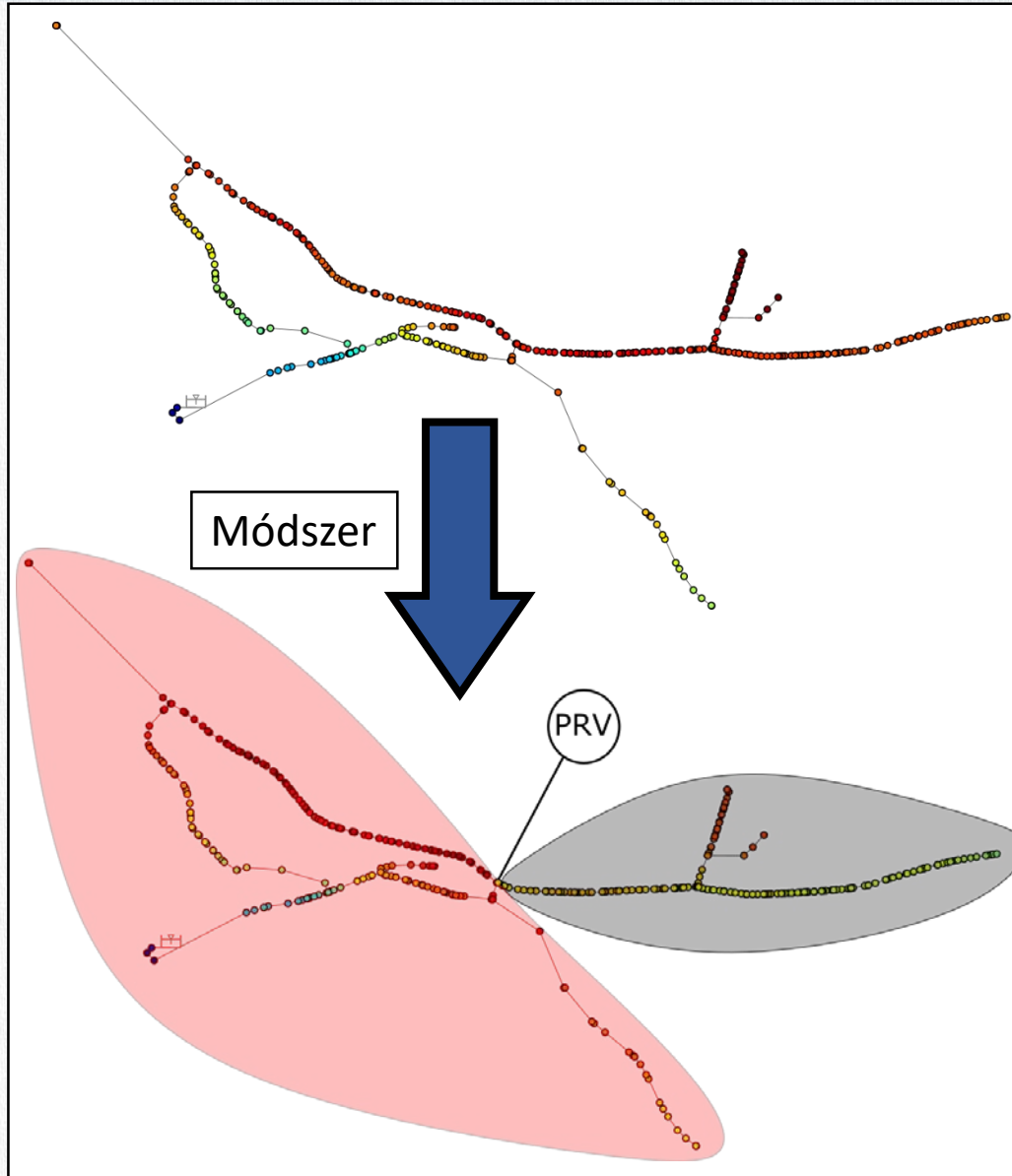
Esettanulmány 2. – Bevétel és Megtérülési idő

Megnevezés	Egységár $\left[\frac{Ft}{m^3}\right]$	Megtakarított mennyiség	Nettó ár naponta $[Ft]$	Megjegyzés
Megtakarított víz ára	243*	$54 \left[\frac{m^3}{nap}\right]$	13.122	A szivárgáscsökkenés miatt naponta $54 [m^3]$, percenként 38 liter víz megtakarítása lehetséges.

*Az egységár az adott térség ÁFA nélküli lakossági vízfolyamára vonatkozik.

Kiadás (fix)	Várható bevétel (változó)	Megtérülési idő
3.120.000 $[Ft]$	$13.122 \left[\frac{Ft}{nap}\right]$	238 nap, ~3/4 év

Kitekintés



Fejlődési lehetőségek:

- A módszer paramétereinek szélesebb elemzése
- Több hálózat kiértékelése, valós vízügyi adatokkal való munka

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

- Szabó Marcell, BSc hallgató
- Huzsvár Tamás, PhD hallgató

