



Tarnóy Dániel

# Parti szűrésű kutak energia optimalizálása



NEMZETI KUTATÁSI, FEJLESZTÉSI  
ÉS INNOVÁCIÓS HIVATAL

AZ NKFI ALAPBÓL  
MEGVALÓSULÓ  
PROGRAM

# Problémafelvetés

Parti szűrésű kutak  
legnagyobb üzemeltetési  
költsége:  
energiafelhasználás

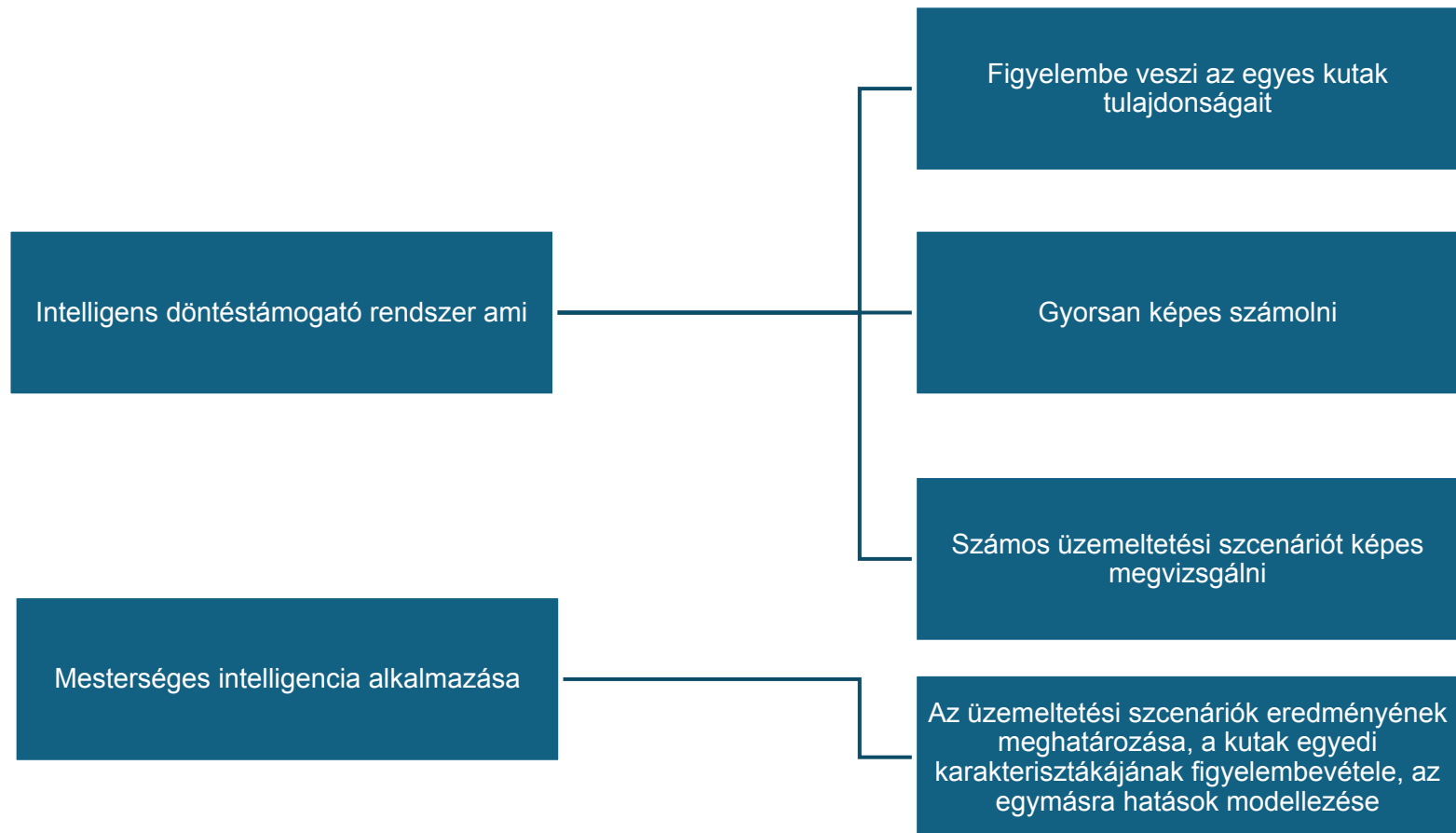
Az energiafelhasználás  
számos paramétertől függ:

- Kútvízszint
- Nyomó oldali nyomás
- Szívó oldali nyomás
- Szivattyú karakterisztikája, annak változása a korral

Ezeket a paramétereket is  
több tényező befolyásolja:

- Vízadó réteg áteresztő képesség,
- Duna vízállás, depresszió stb

# Megoldás I.



# Megoldás II.

## Hálózat hidraulika


- Az áramlások modellezése a csatornában
- Az áramlási sebességektől és a víztározótól való távolságtól függő elérési idők figyelembevétele a vízigény kielégítése szempontjából
- A csatornára jellemző hidraulikai paraméterek figyelembevétele: mederérdesség, csatorna geometria és átmérő, változó meredekség

## Optimalizáló algoritmus

- Meghatározott kimenet elérése érdekében az egyes kutak termelésének összehangolása, korlátos optimum keresés

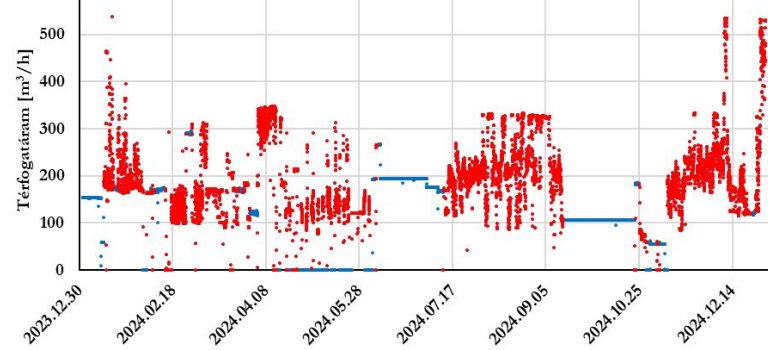


# Alapadathalmaz bemutatása

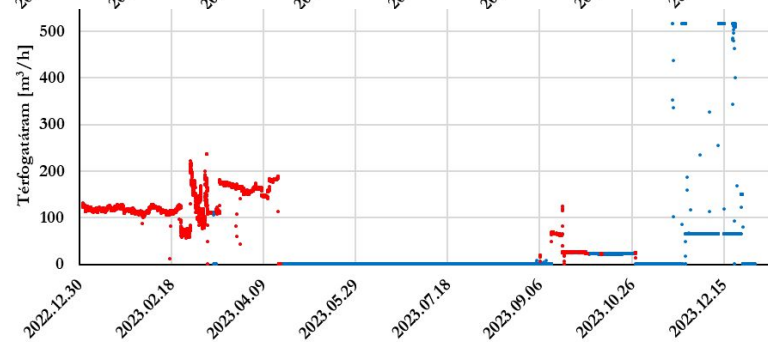
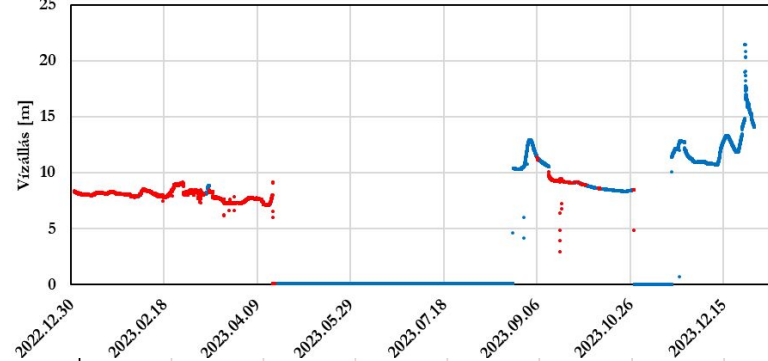
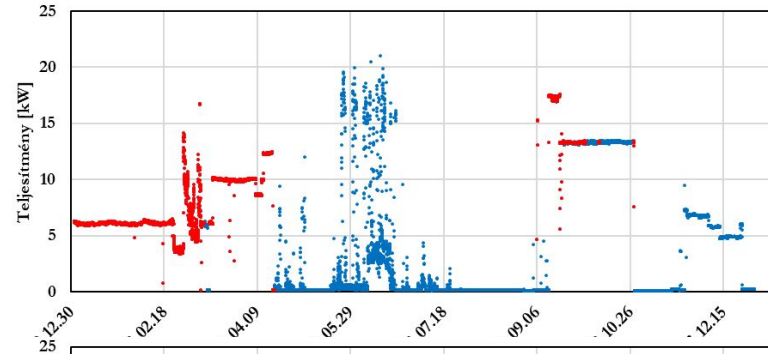
- 2 éves üzemeltetési adatsor
  - 30 perces átlagok
  - Csápos kutak, minden kútban szivattyú, szondák
  - 4 kútcsoport
  - 1 kútcsoport 8-20 önálló kút
  - 1,5 millió adat/paraméter
  - 5 paraméter kutanként
- 

# Hibás adatok szűrése

- Stagnáló, „beragadt adatok” szűrése
- Ellentmondásos adatok szűrése
  - Pl.: van teljesítmény, de nincs térfogatáram
- Irreális adatok törlése
  - Pl.: Vízsztint a kutakban túl alacsony



Lócsmezővel 1. kútcsoporthoz tartozó szűrés előtti teljesítmény adatai 2023



Dátum [éééé.hh.nn]

# Neurális hálók meghatározása, tanítása

MLP  
alkalmazása

Két szint  
meghatározása

Áramfelvétel  
meghatározása

Kútvízszint  
meghatározása

Bemeneti  
paraméterek  
kiválasztása

Ráható kutak  
meghatározása

Időintervallumok  
meghatározása

# Neurális hálózatok tanítása

## Hiper paraméter optimalizálás (optuna)

- Tanulási ráta:  $10^4$ - $10^2$
- Dropout: 0.0-0.5
- Rejtett neuronok száma: 8-64
- Rejtett rétegek száma: 1-3
- Aktiváció: Relu
- Iterációk: maximum 100, korai leállítás keresztvalidációval

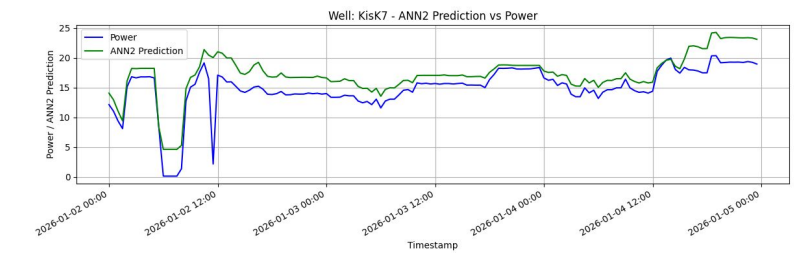
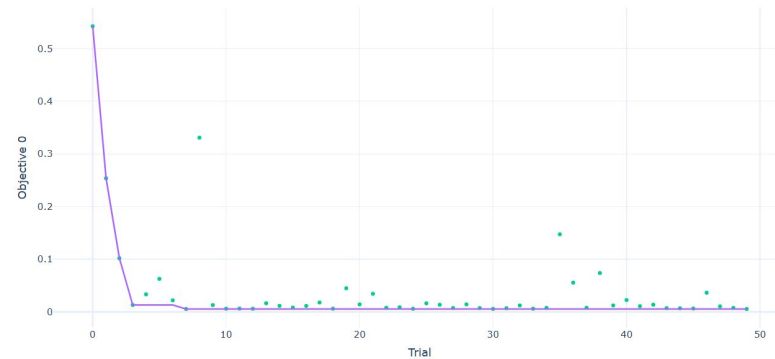
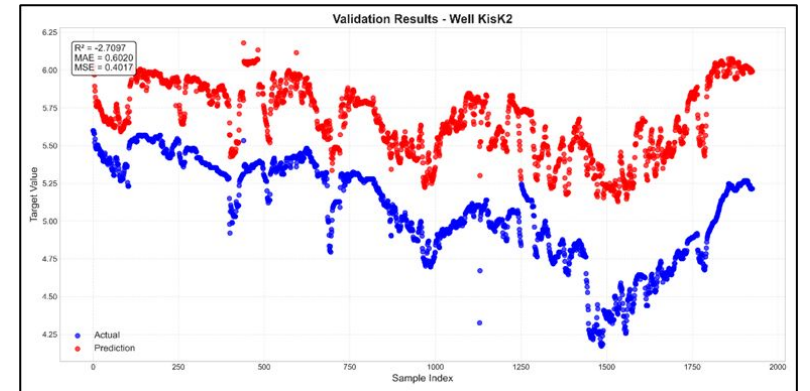
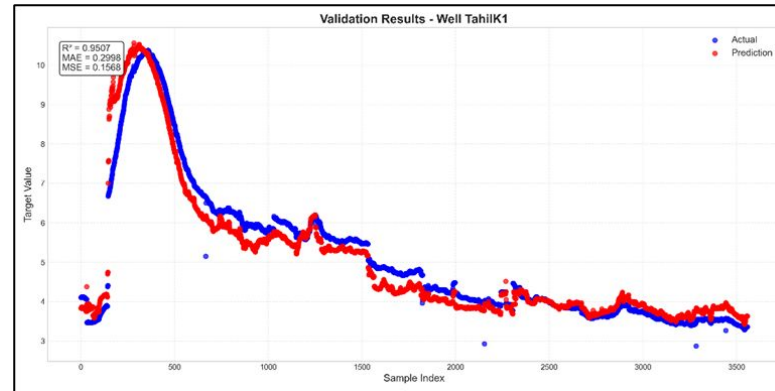
## Paraméter optimalizálás

- Grid search
- Greedy search

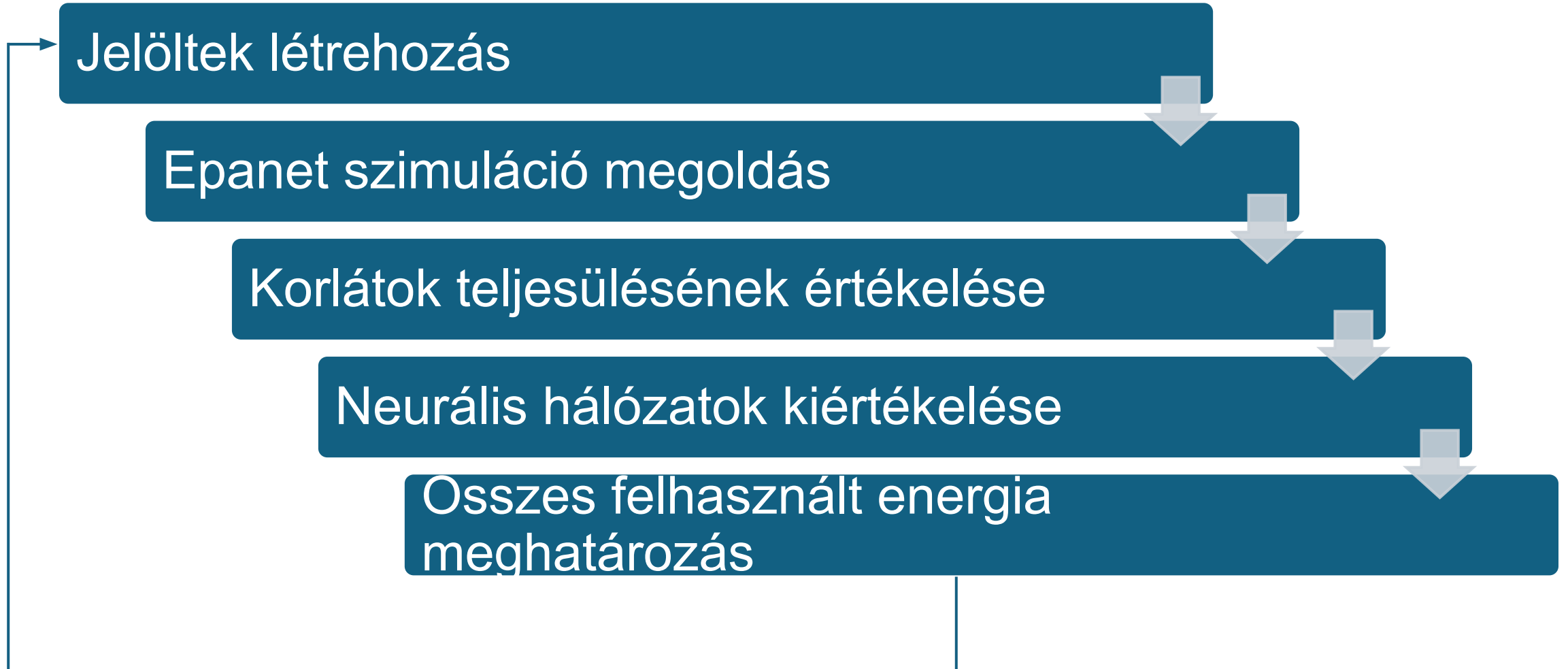
## Validálás

- 0.7, 0.15, 0.15 train, valid, test
- Ann1: időszerinti szétválasztás
- Ann2: véletlen szétválasztás

# Validálás eredménye k

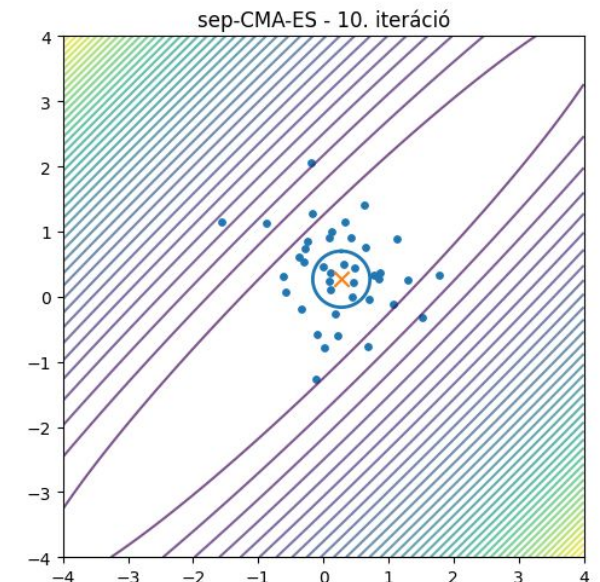
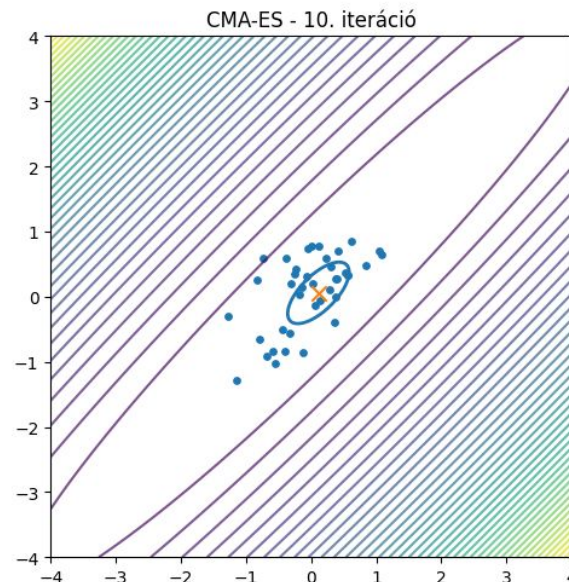
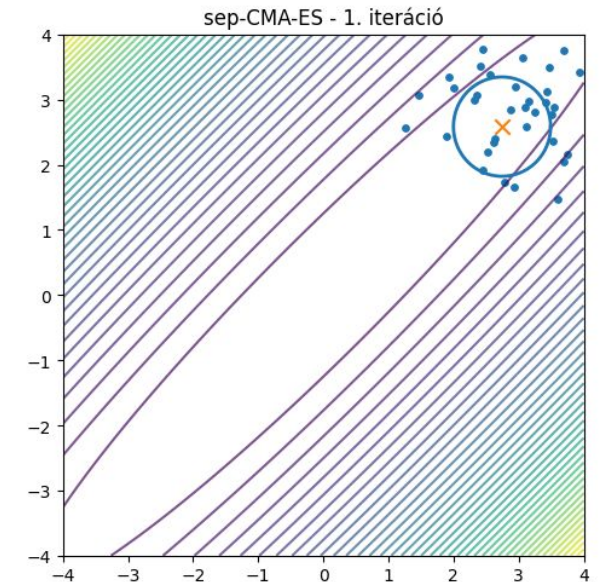
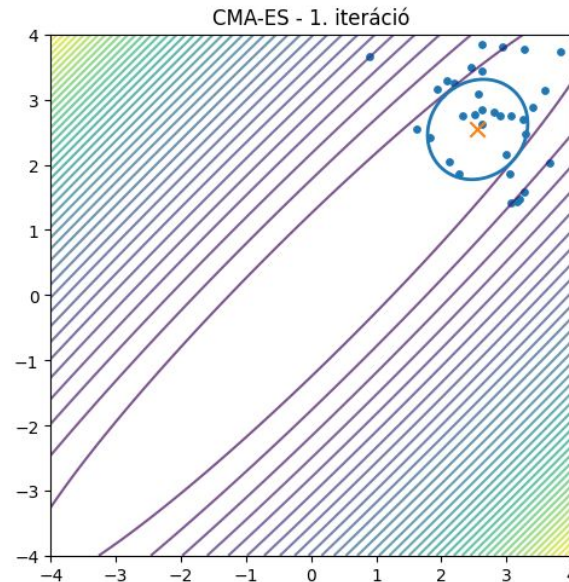


# Optimalizáció menete

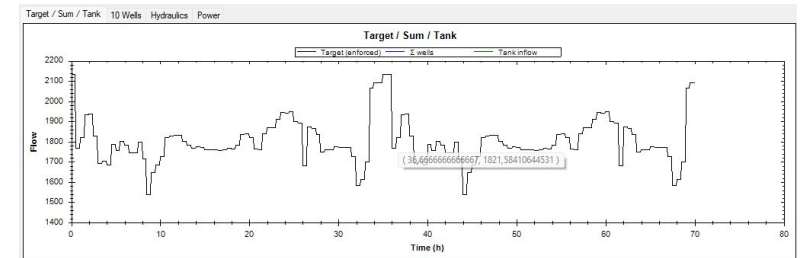
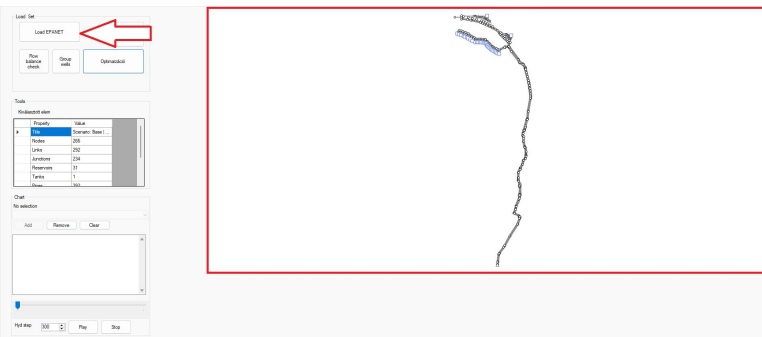


# Optimalizáló módszer

- CMA-ES (Covariance Matrix Adaptation – Evolution Strategy)
- Működés:
  - Gauss eloszlásból mintát vesz
  - Kiértékeli a függvényt
  - Kiválasztja a legjobbakat
  - A Gauss eloszlást módosítja a kedvező irányba (evolúció)
  - Majd ezt ismétli
- Előnyök
  - Nem csak átlagot tanulja (kovarianciát is)
  - Nem csak konvex esetben használható
- Hátrányok
  - Idő komplexitása nagy  $O(n^2)$
- Módosítás: sep- CMA-ES
  - $O(n)$
  - Kovariancia mx. diagonális
  - dimenziók közötti korrelációt nem tanulja



# Az elkészült szoftver



Well Grouping Creation

Auto-group (Name):  Move to:  Move Selected  Create/Refresh Wells  OK  Cancel

Group	Well	Node	Group	BaseDemand	PatternId	Elev(EOB)	X	Y
Ungrouped (43)	KaK1	KaK10	Ungrouped	-0.278	Ka1	95	651931	273754
	KaK10	KaK11	Ungrouped	-0.278	Ka11	95	648799	274828
	KaK11	KaK2	Ungrouped	-0.278	Ka2	95	648595	274928
	KaK2	KaK3	Ungrouped	-0.278	Ka3	95	651632	273896
	KaK3	KaK4	Ungrouped	-0.278	Ka4	95	651381	274056
	KaK4	KaK5	Ungrouped	-0.278	Ka5	95	651140	274168
	KaK5	KaK6	Ungrouped	-0.278	Ka6	95	650953	274269
	KaK6	KaK7	Ungrouped	-0.278	Ka7	95	650702	274388
	KaK7	KaK8	Ungrouped	-0.278	Ka8	95	650200	274544
	KaK8	KaK9	Ungrouped	-0.278	Ka9	95	649735	274643
	KaK9	TaHilK1	Ungrouped	-0.278	TaHil/1	95	649304	274744
	TaHilK1	TaHilK2	Ungrouped	-0.278	TaHil/2	95	649656	272444
	TaHilK2	TaHilK3	Ungrouped	-0.278	TaHil/3	95	649615	272577
	TaHilK3		Ungrouped	-0.278		95	648451	272300

Group curves Target vs achieved

Group curves: Ungrouped

Selected group: Ungrouped | Wells shown: 43

Well Curve Optimization - Test (A+B)

Auto target  Clear  Use actual total demand  Tank: T-1  Auto tank  MinFac: 0.15  MaxRel: 1.75  Test dispatch  Optimize  Close

Group	Well	Node	Group	BaseQ	Pattern
KaK (11)	TaHilK10	TaHilK10	TaHilK	-0.278	TaHil/10
KaK (5)	TaHilK11	TaHilK11	TaHilK	-0.278	TaHil/11
	TaHilK12	TaHilK12	TaHilK	-0.278	TaHil/12
	TaHilK13	TaHilK13	TaHilK	-0.278	TaHil/13
	TaHilK14	TaHilK14	TaHilK	-0.278	TaHil/14
	TaHilK15	TaHilK15	TaHilK	-0.278	TaHil/15
	TaHilK16	TaHilK16	TaHilK	-0.278	TaHil/16
	TaHilK17	TaHilK17	TaHilK	-0.278	TaHil/17
	TaHilK18	TaHilK18	TaHilK	-0.278	TaHil/18
	TaHilK19	TaHilK19	TaHilK	-0.278	TaHil/19

Target curve (paste time, demand)

Accepts lines like: 00:00:200 or 01:200 (hours)

Values are treated as positive magnitudes

Time (HH:MM or hours)	Target flow
00:00	2289.541
00:05	2289.032
00:10	2289.032
00:15	2289.984
00:20	2289.134
00:25	2289.266
00:30	1896.526
00:35	1997.19
00:40	1896.779

Done: max[EQ-target]=0, max[Tank-target]=0.005



**Köszönöm a figyelmet!**