

HIDR FILT

*Energia- és erőforrás-hatékony vízkezelési
technológiák az iparban*

*Borsos Krisztina
2026.04.15.*



A vízkezelés energiaigénye

Iparág

Energetika

A vízkezelés energia igényének aránya a teljes energiafogyasztáshoz képest

1–5%

Olaj & gáz

2–10%

Fémipar

5–15%

Élelmiszer

5–15%

Vegyipar

5–20%

Papíripar

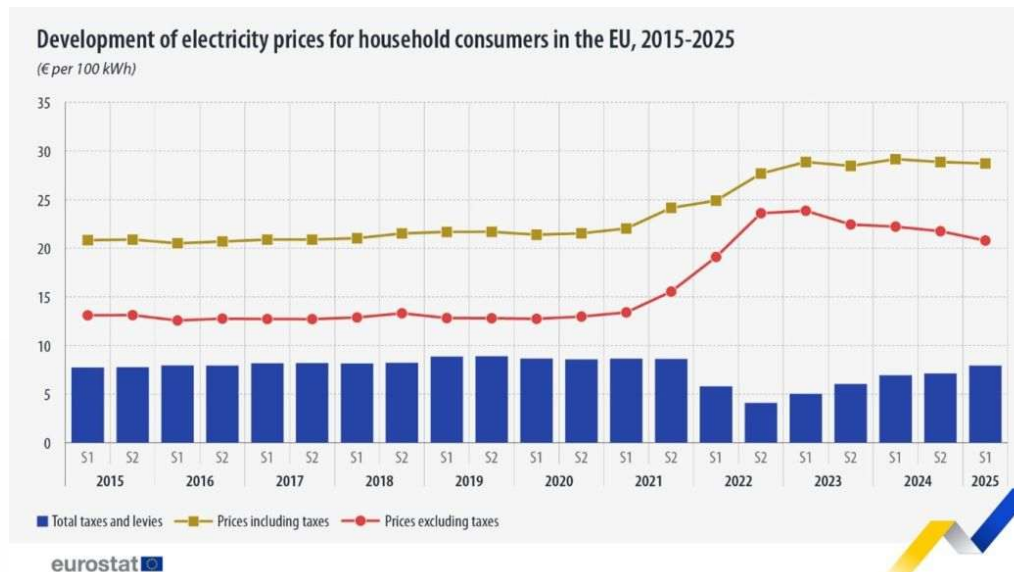
10–25%

Gyógyszeripar

15–40%

Félvezetőipar

20–50%



Az energia árának változása az EU-ban 2015-2025 között - Eurostat

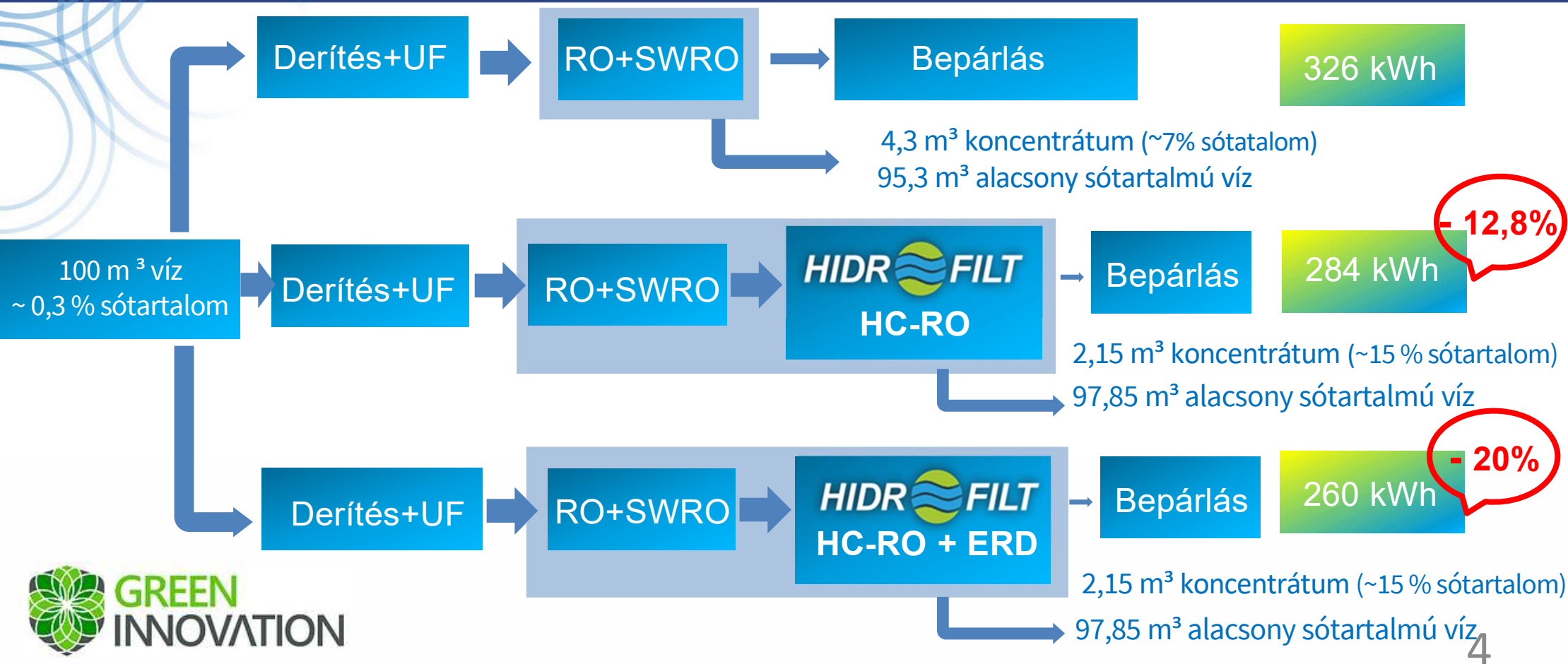
A vízkezelés technológiai lépéseinek energiaigénye



Technológia	kWh/m³
Szűrés (MMF, MF, UF)	0.05 – 0.5
Szivattyúzás	0.1 – 0.8
Biológia (aeráció)	0.3 – 1.5
EDR	0.5 – 2.5
RO	1 – 6
Iszap szárítás	5 – 20
Bepárlás (MVR)	10 – 25
Bepárlás (klasszikus)	20 – 50+



A bepárlandó mennyiség csökkentése



Só koncentrátum kezelő pilot



Kihívás:

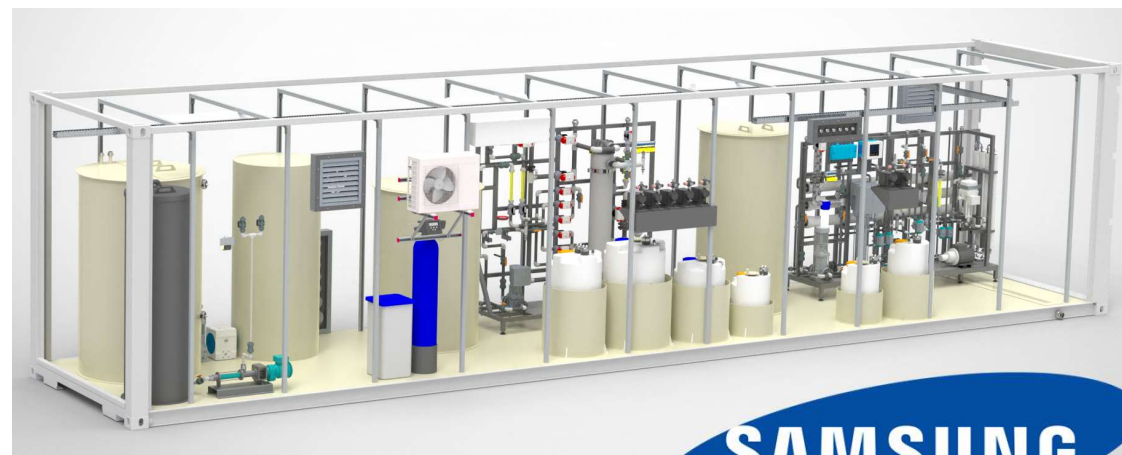
- Csatorna határérték átlépés szulfátra és nitrátra

Megoldás:

- 0,2 -0,5 %-os magas nitrát és szulfát tartalmú hulladékvíz besűrítése 15%-osra
- Napi 25 m³ vízből 125 liter koncentrátum
- Energiaigény: 2,66 kWh/m³ kezelt víz

Cél:

- 98%-os víz visszanyerés



SAMSUNG

NaCl oldat esetén

20 %-os koncentrátum

2,32 kWh/m³ kezelt víz

30%-os energia megtakarítás!!!

Ipari hulladékvizek hasznosítása – EDR



EDR (electrodialysis reversal)

- Az oldott ionokat távolítja el, a fő feladat a vezetőképesség/TDS csökkentése.
- Külön előnye, hogy általában kevesebb előkezelést igényel, mint egy nagyérzékenységű nyomásos membránrendszer.
- Különösen kedvező brakkvíznél / közepes sótartományban, és magasabb fouling- vagy scalinghajlamú vizeknél is jó opció lehet.

Propilénglikol 1 g/l
Propilénoxid
CaCl₂ – 4%
60 m³/h



HIDR FILT
EDR technológia



Propilénglikol 1,3 g/l
Propilénoxid
5 g/l TDS
38,4 m³/h



CaCl₂ 8%
21,6 m³/h

EDR alkalmazás PG gyártásnál



Ipari vízelőkészítés - EDR



2020-4L-2S Mark IV-2

EDR Betáp	149,6 m ³ /h
Koncentrátum	17,1 m ³ /h
Diulátum (termékvíz)	132,5 m ³ /h

Kihozatal	88,5%
-----------	-------

Betáp vezetőképesség:	1300 μ S/cm
Termékvíz vezetőképesség	330 μ S/cm
Visszatartás	75 %

Szükséges nyomás:	2,6 bar
Energia szükséglet	0,5 kWh/m ³



PCC
ROKITA

Ipari hulladékvizek hasznosítása

– EDR – NF - RO



Szempont

Fő cél

Monovalens sók (NaCl)

Kétértékű ionok (Ca, Mg, SO₄)

Szerves anyag (TOC)

Mikroszennyezők

Lebegőanyag

Fouling érzékenység

Recovery (vízkihozatal)

Stabilitás változó vízre

EDR

só (ion) eltávolítás

★ jó

★ jó

✗ alig

✗ nem jellemző

✗ nem

★ alacsony

★★★ 85–95%

★★★ jó

UF-NF

lágyítás + részleges
sócsökkentés + szerves
anyag

✗ gyenge

★★★ kiváló

★★ közepes

★★ részben

★★★ (UF miatt)

★★ közepes

★★ 70–90%

★★ közepes

UF-RO

mély sótelenítés

★★★ kiváló

★★★ kiváló

★★★ jó

★★★ jó

★★★ (UF miatt)

✗ magas

★★ 70–85%

★ gyengébb

Energiamegtakarítás felsőfokon



A cél nem az, hogy minél jobb bepárlót vegyünk, hanem hogy **minél kevesebb víz jusson el a bepárlásig.**



Energiamegtakarítás hulladékhővel történő víz előmelegítéssel



Amennyiben rendelkezésre áll hulladékhő:

- Hasznos lehet a tápvíz előmelegítése sóatlanítás előtt
- Jelentős villamos energia mennyiség takarítható meg
- Számolni kell azzal, hogy növekszik a vezetőképesség és 38 °C-ig a mikrobiológiai kockázat is!

Betáp hőmérséklet	Visszatartás	Permeátum EC	Azonos termeléshez becsült relatív szivattyúmunka	Szivattyú-energia megtakarítás a 20 °C-os alaphoz képest
20 °C	99,0%	6,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$	100%	0%
30 °C	98,5%	9,75 $\mu\text{S}/\text{cm}$	72,7%	27,3%
40 °C	98,0%	13,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$	55,0%	45,0%

Energiamegtakarítás hulladék hővel történő víz előmelegítéssel



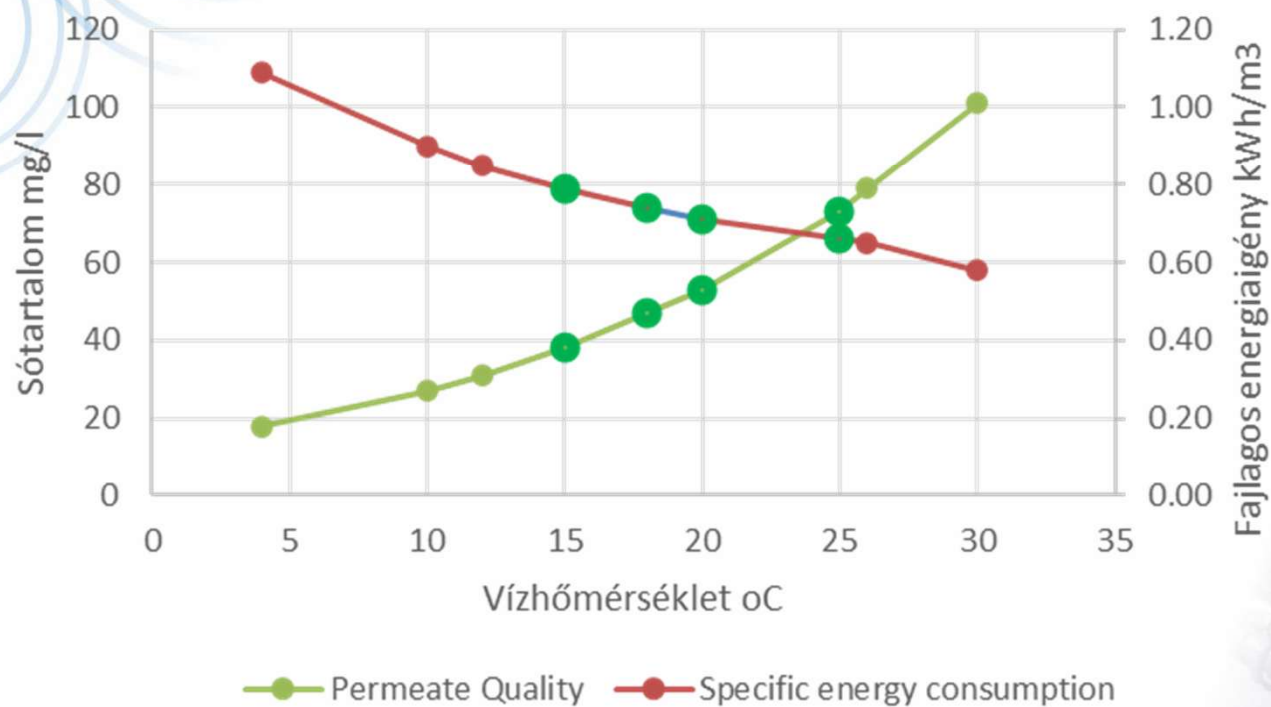
Szürkevíz visszaforgatás hőmérséklet-energia összefüggés 4000 mg/l sótartalmú vízre (250 m³/h termékvízre)

Nyersvíz hőmérséklete	Nyersvíz nyomásigény	Nettó hajtóerő	Teljes nettó energiaigény	Fajlagos energia igény	Termékvíz sótartalom	Termékvíz térfogatáram	Kihozatal
°C	bar	bar	kWh	kWh/m ³	mg/l	m ³ /h	%
4	23.5	17.0	274	1.09	18	250	75
10	19.4	12.8	226	0.90	27	250	75
12	18.4	11.7	214	0.85	31	250	75
15	17.4	10.3	188	0.79	38	250	75
18	16.0	9.1	186	0.74	47	250	75
20	15.4	8.4	180	0.71	53	250	75
25	14.2	7.0	165	0.66	73	250	75
26	14.0	6.7	162	0.65	79	250	75
30	11.5	4.7	145	0.58	101	250	69
35	10.0	3.6	135	0.54	114	250	65
40	8.4	2.4	114	0.49	163	234	60

- 22%

Energiamegtakarítás hulladék hővel történő víz előmelegítéssel

Energiaigény és vízminőség a hőfok függvényében



Nem hagyományos vízforrások használata

HIDR  FILT

Vízforrás		Előkezelés és ultraszűrés 50 m ³ /óra	Sómentesítés (EC: 50-100 µS/cm) 40 m ³ /óra
Folyóvíz	CAPEX	~125 millió Ft	~74 millió Ft
	OPEX	~35 Ft/m ³	45-50 Ft/m ³
Biológiailag tisztított kommunális szennyvíz	CAPEX	~190 millió Ft	~95 millió Ft
	OPEX	50-60 Ft/m ³ – (csatornadíj: 880 Ft/m ³)	50-60 Ft/m ³
Esővíz	CAPEX	~105 millió Ft	Nem szükséges
	OPEX	~30 Ft/m ³	



Vízkezelő és hulladékvízkezelő rendszerek átvizsgálása

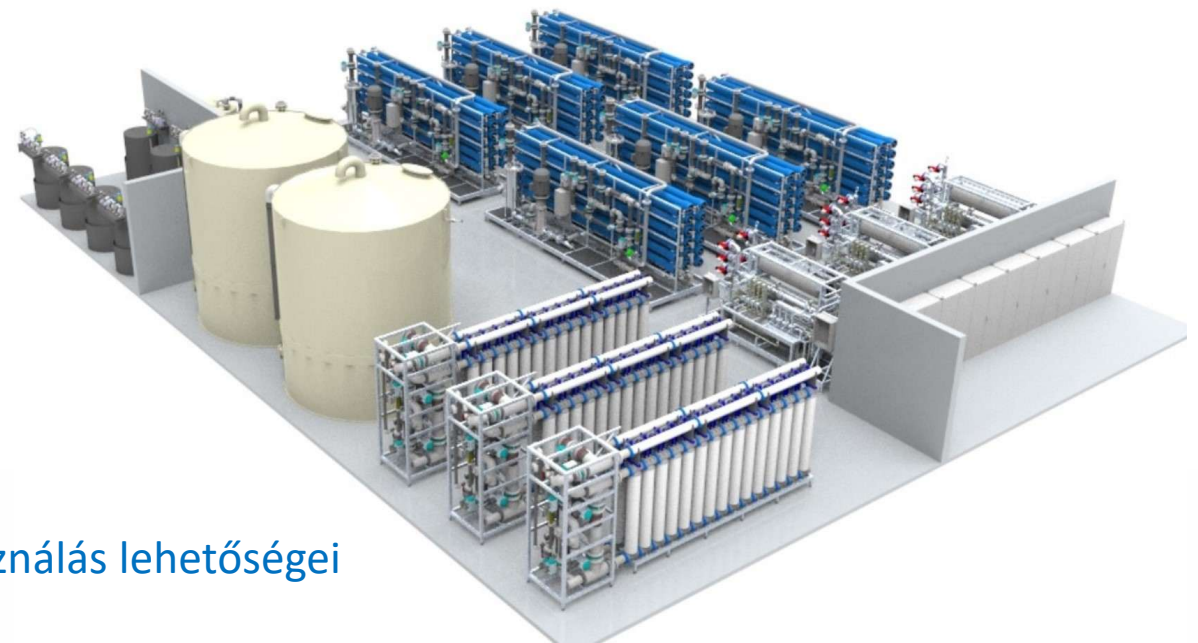


Vízkezelő rendszer értékelése

- A vízkezelő rendszer energia mérlege
- A vízkezelő rendszer vízmérlege
- Shanky diagrammok
- Segédanyag szükségletek
- Berendezések állapot értékelése

Javaslatok

- Energia megtakarítás lehetőségei
- Víz megtakarítás, hulladékvíz újra felhasználás lehetőségei
- Működés optimalizálás
- Alternatív technológiákra vonatkozó javaslatok
- Igény esetén kapacitás bővítési javaslatok



A rendszer energia fogyasztása



Villamosenergia-felhasználás

- Szivattyúk, motorok, kompresszorok energia igénye
- Frekvenciaváltó

Nyomásigény

- Az adott vízminőség előállítható-e alacsonyabb nyomáson?
- Nyomásesés / Vízáteresztő képesség (MMF, AMF, RO/

Hőenergia

- Felhasználja-e a rendszer a hulladékhőt?
- Hőszigetelések megfelelősége
- Hőcserélők tisztasága



Példák, amelyekkel találkozunk

Ioncserélő gyanta: úgy tűnik rendben van és teljes kapacitással dolgozik, de lehet vassal, vízkővel szennyezett, töredezett.



Hőcserélők: a vízköves hőcserélő hőátadási tényezője erősen lecsökken, energia veszteséget okoz.



Membránszűrő: ha eltömődik, nő a nyomásvesztés, nő az energiaigénye a szűrésnek.



Rejtett erőforrás igények



Hatékonysági mutatók

- Sómentesítés hatékonysága Δ TDS/
- Tisztítási hatékonyság /vas, ammónia, lebegőanyag, stb./
- Vízvisszanyerési arány

Karbantartás, élettartam

- Gyakori regenerálás több energiát és vizet fogyaszt
- Rosszul karbantartott rendszer több energiát fogyaszt
- A rendszert alkotó berendezések , egységek üzemideje, életkora

Humán erőforrás gazdálkodás

- Automatizálás, távmonitoring, AI
- Regenerálások, tisztítások, karbantartások HR igénye

Víztechnológiai hulladékvizek hasznosítása



Kihívás:

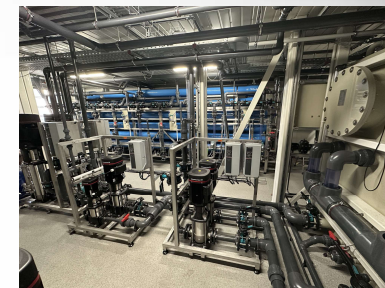
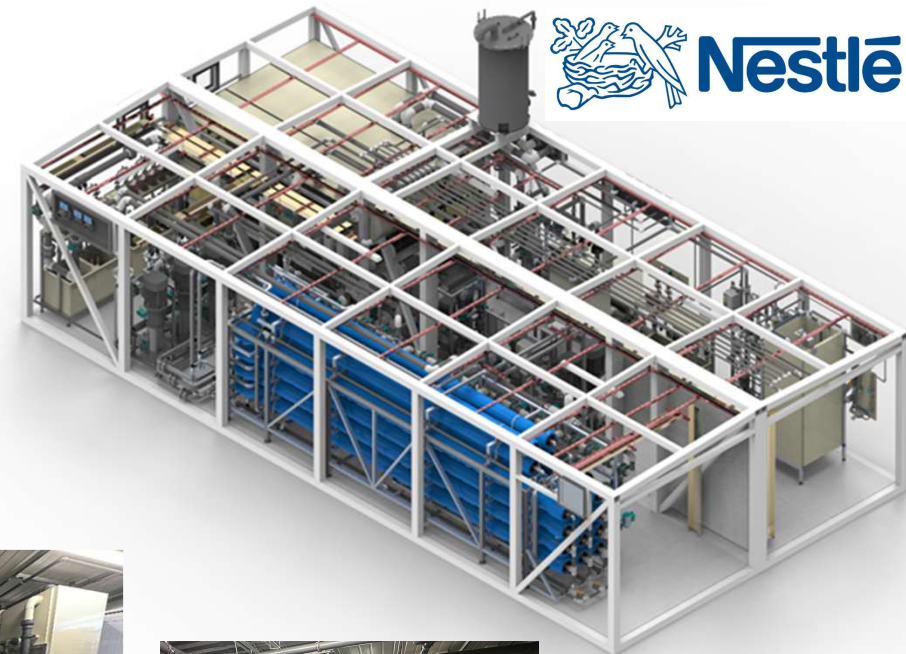
- A szennyvíz magas sótartalma
- 600 tonna só/ év fogyasztás (120 millió Ft)

Megoldás:

- Vastalanítók mosóvizének visszaforgatása (50-60 m³/nap)
- Lágýtók kiváltása nanoszűrőre (800-1000 m³/nap)
- Technológia elhelyezése 2 db 40'-as konténerben

Eredmény:

- A hűtőrendszert ritkábban kell leiszapolni
- Jobban működő szennyvíztisztítás
- Sófogyasztás megtakarítása
- 15%-os vízmegtakarítás



Jelentős energia csökkentési lehetőségek a vízkezelési technológiáknál

- A bepárlásra kerülő koncentrátum mennyiségének csökkentése /HC-RO+ERD, vagy EDR alkalmazásával/
- Esővíz alkalmazása a sóatlanvíz igény kielégítésére
- Frekvenciaváltók alkalmazása a szivattyúk esetében
- Tápvíz előmelegítés hulladékhővel

Mire hasznos még figyelni

- A fellépő nyomásveszteségek a rendszerben jelzik az eltömődéseket
- A rendszeres karbantartások segítenek megőrizni az energia hatékonyságot

Együtt a jövőnkért...



HIDR FILT



Hungarian
Water
Technology
Corporation



MAGYAR
KERESKEDELMI
ÉS IPARKAMARA



POLSKO-WĘGIERSKA
IZBA GOSPODARCZA



Dél-Dunántúli
GÉPIPARI KLASZTER