

A szennyvíztisztítás üzemeltetési költségeinek csökkentése - oxigén beviteli hatékonyság értékelésének módszere

Gilián Zoltán
üzemmérnökség vezető
FEJÉRVÍZ Zrt.

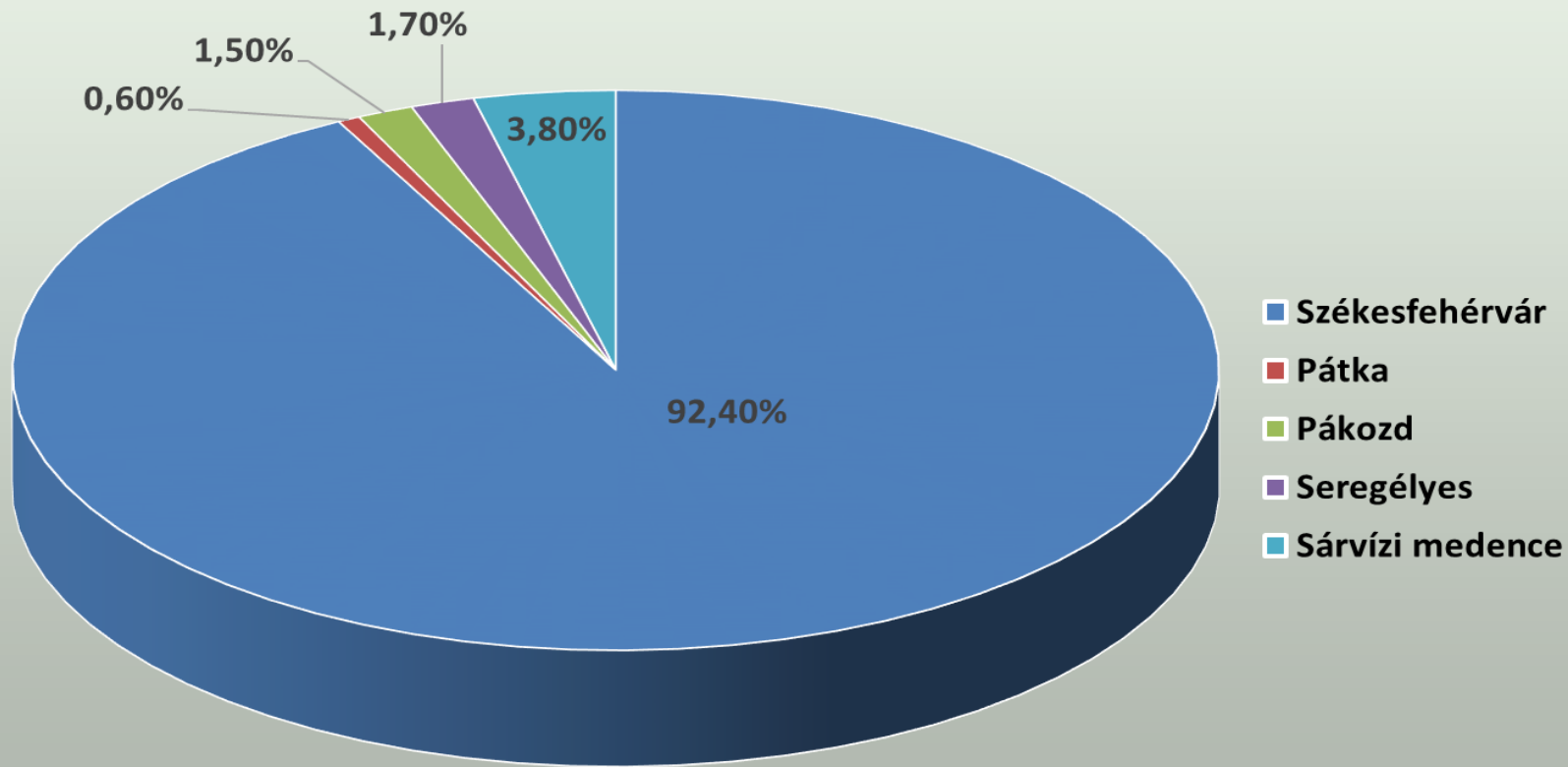
Áttekintő

1. Alapjellemezés (Székesfehérvár és térsége)
 - 1.1 Szennyvízhozamok
 - 1.2 Szennyezőanyag kibocsátások
 - 1.3 Villamos energia felhasználás
2. A biológiai szennyvíztisztítás főbb folyamatai
3. Az oxigén igény meghatározása
4. A klímaváltozás hatásai: lehetőségek, kényszerek
5. Oxigén beviteli hatékonyság értékelése

1. Alapjellemezés

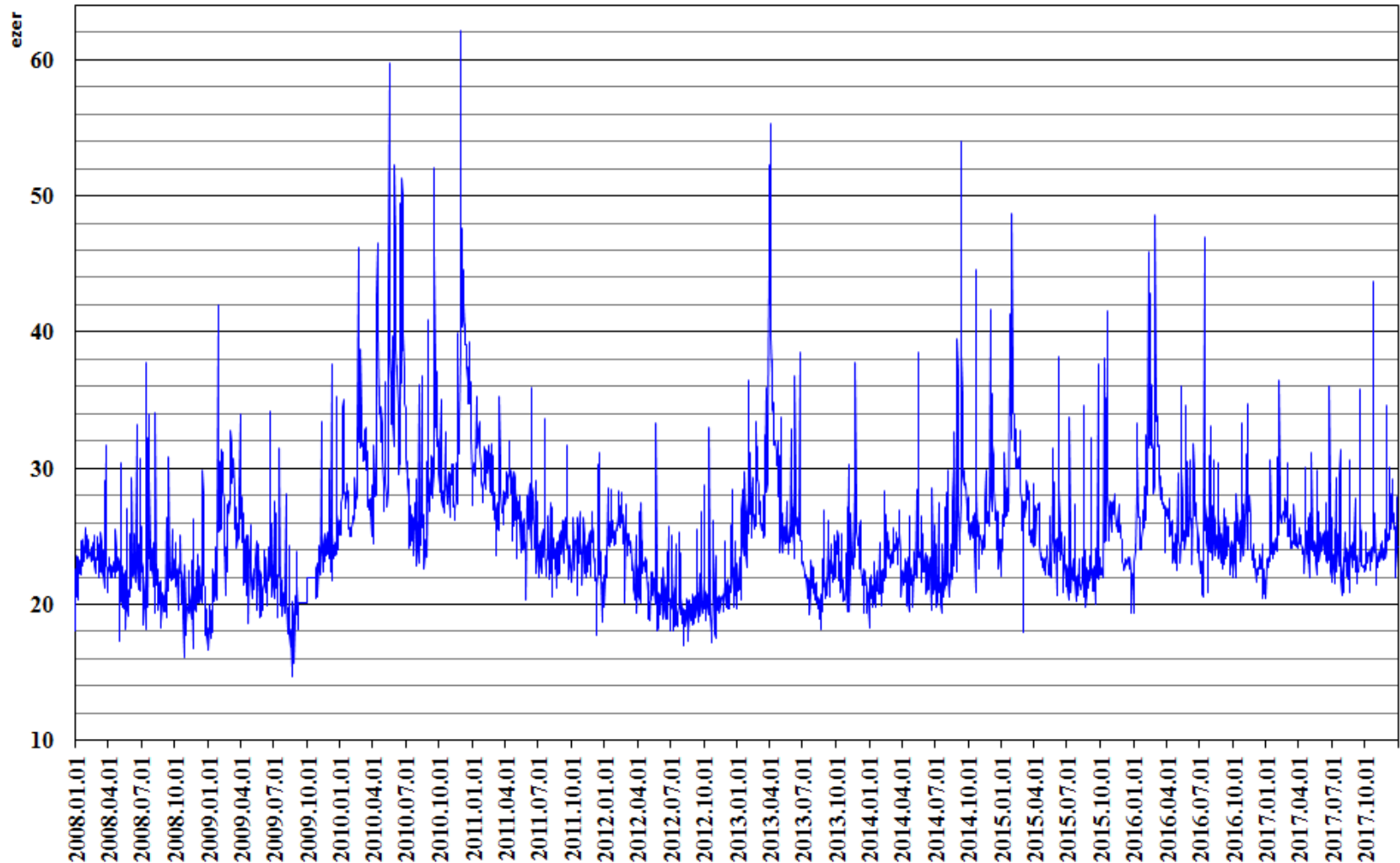
1.1 Szennyvízmennyiségek

Szennyvízmennyiségek megoszlása 2017. év



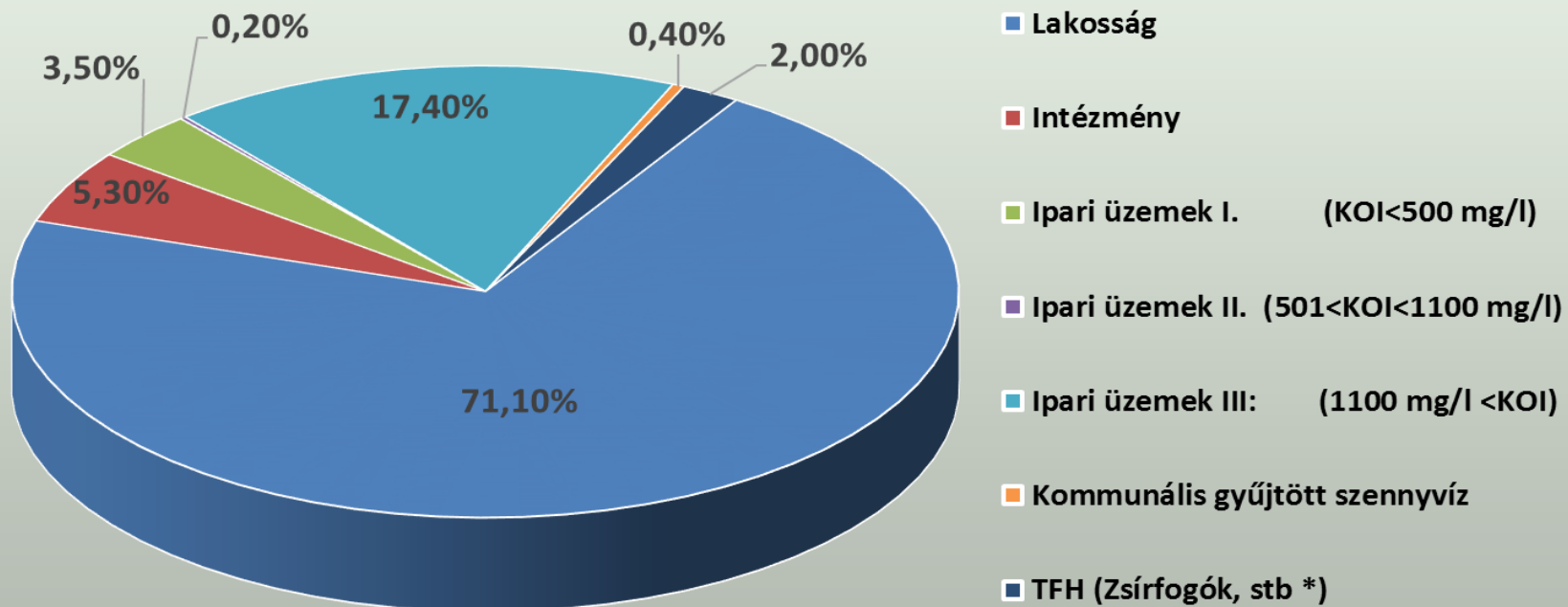
1.1 Szennyvízmennyiségek

Tisztított szennyvízmennyiség idősor 2008 - 2017. (m³/d)

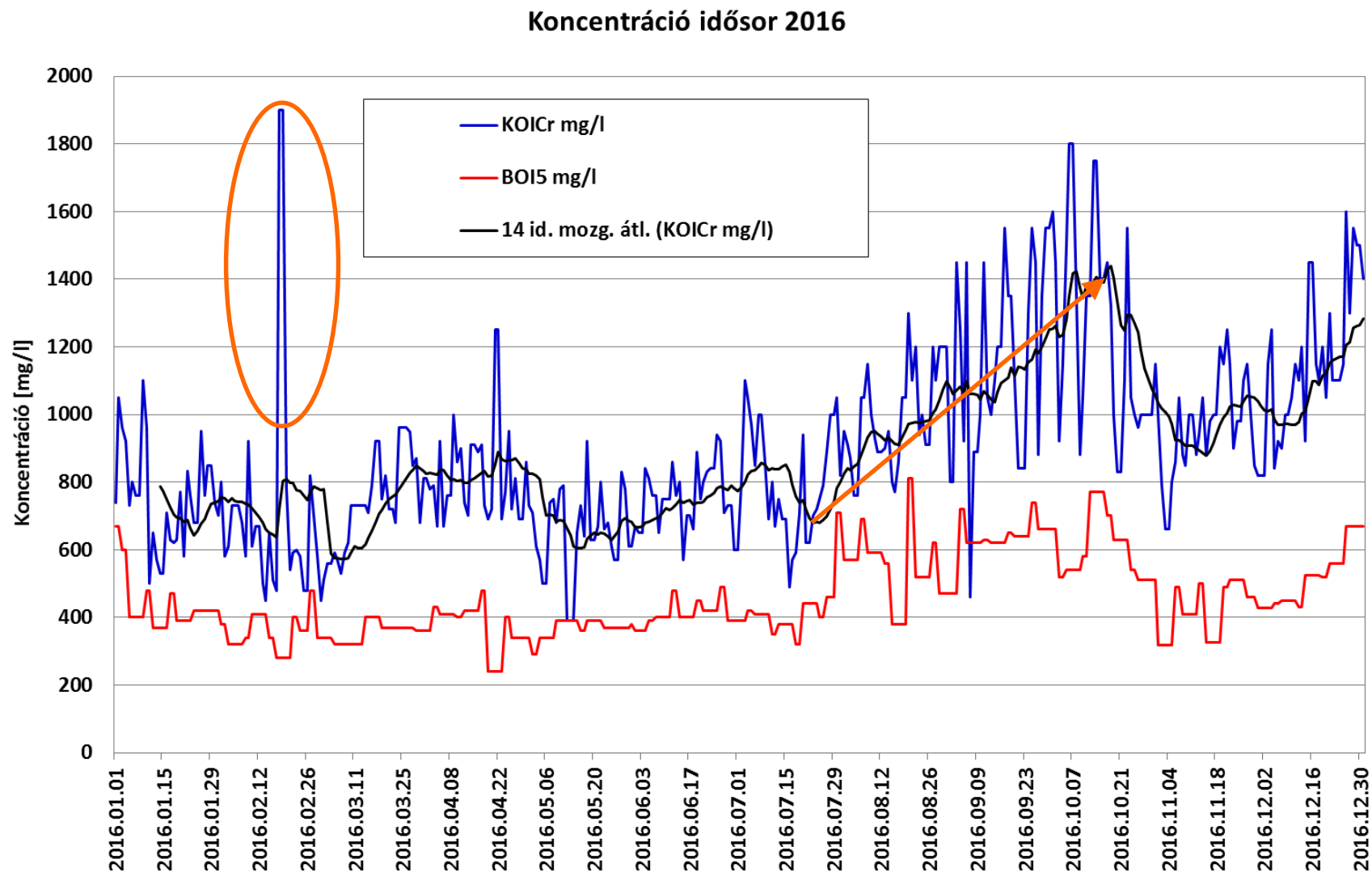


1.2 Szennyezőanyag kibocsátások

Szennyezőanyag kibocsátások megoszlása 2017. év

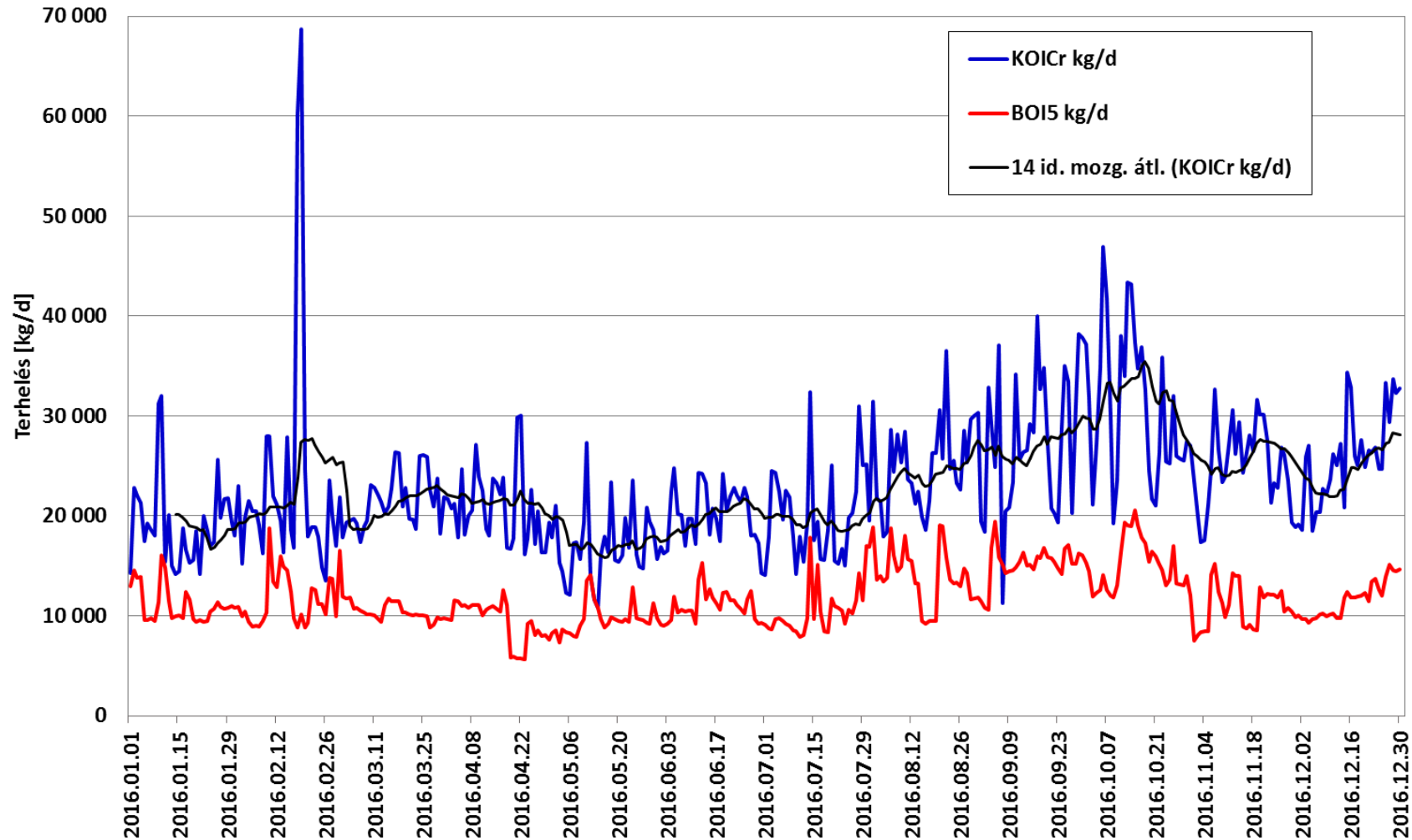


Befolyó szennyezőanyag idősor



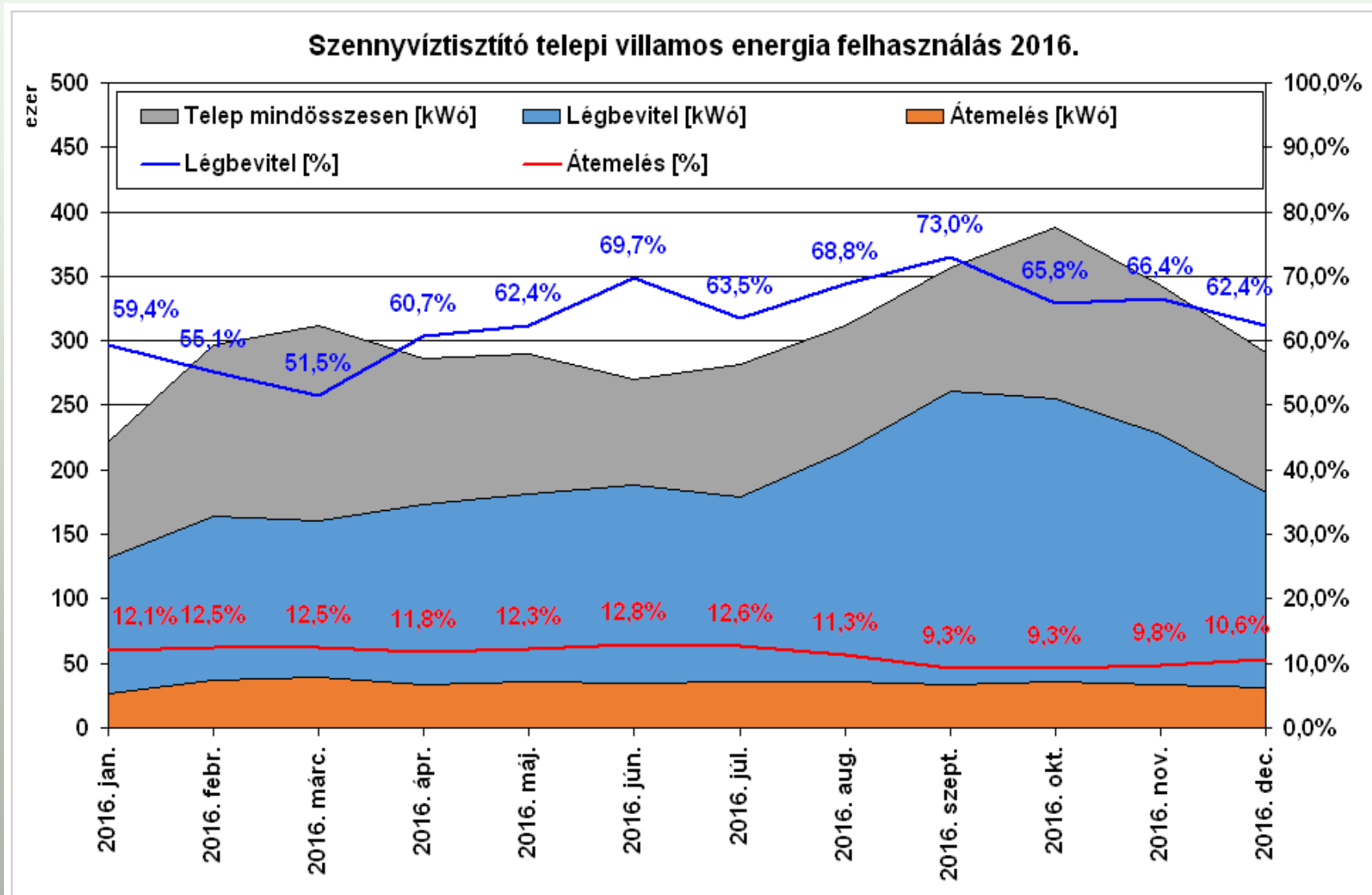
Befolyó szennyezőanyag idősor

Terhelés diagram 2016



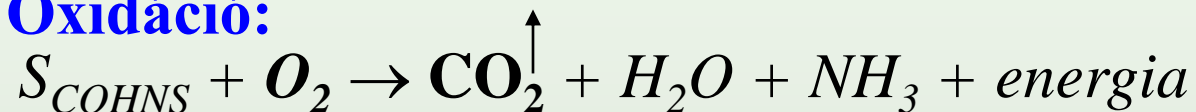
1.3 Villamos energia igény

Jellemző éves villamos energia felhasználás idősor

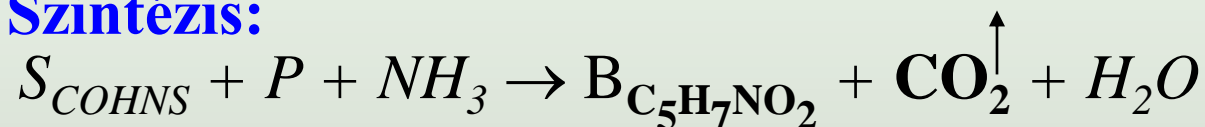


2. A biológiai szennyvíztisztítás főbb folyamatai

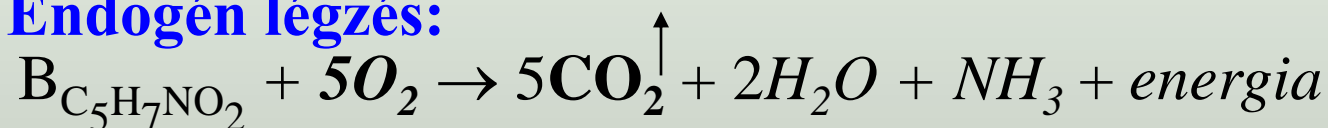
1. Oxidáció:



2. Szintézis:



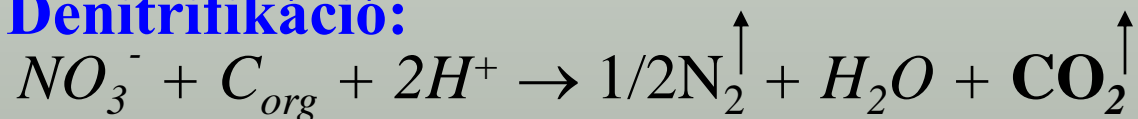
3. Endogén légzés:



4. Nitrifikáció:



5. Denitrifikáció:



3. Az oxigén igény meghatározása

A vízhőmérséklet hatása az O₂ bevitelre

Anyagátviteli együttható [**K_L**]

$$\frac{dm}{dt} = D_L \cdot A \cdot \frac{C_\infty^* - C_L}{L} = K_L \cdot A \cdot (C_\infty^* - C_L)$$

D_L oxigén molekuláris diffúziós tényező a folyadékfilm határvonalán [m²/s]

A levegő / víz határvonal felülete [m²]

C_∞^{*} oldott oxigén telítettségi koncentráció a tisztítási hőmérsékleten [g O₂/m³]

C_L aktuális O₂ koncentráció a vízben, a tisztítási hőmérsékleten [g O₂/m³]

L folyadékfilm határvonal képzetes vastagsága [m]

K_L anyagátviteli együttható a folyadékfilm határvonalon [m/s]

A víz hőmérséklet hatása az O₂ bevitelre

Bővített anyagátviteli együttható [**K_La**]

$$\frac{dm}{dt \cdot V} = K_L \cdot \frac{A}{V} \cdot (C_\infty^* - C_L) = K_L a \cdot (C_\infty^* - C_L)$$

A/V teljes tömegátviteli felület / térfogat aránya [m² / m³]

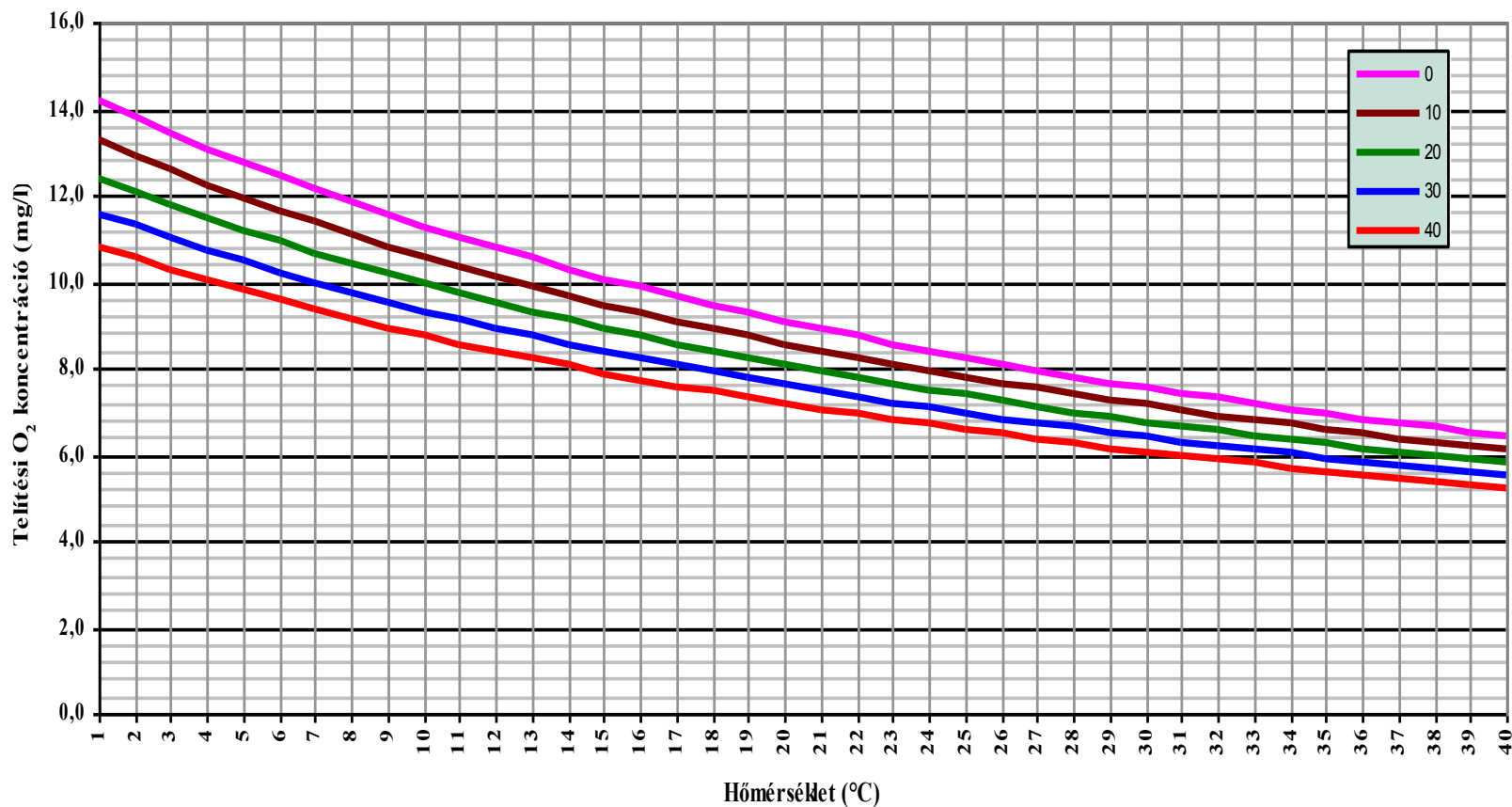
K_La látszólagos térfogati (bővített) anyagátviteli együttható tiszta vízben, T hőmérsékleten [1/s]

T 10 °C ↑ 20 °C ⇒ K_La ↑ 25%

⇒ C_∞^{*} ↓ 20% ⇒ O₂ bev ↓ 3%

Ha a víz hőmérséklet 10 °C-ról 20 °C-ra növekszik, a bővített anyagátviteli együttható növekszik 25%-kal, míg a telítési O₂ koncentráció 20%-kal csökken. Összevontan e két hatás 3%-kal kisebb oxigén beviteli kapacitást eredményez.

Víz hőmérséklet - telítési O_2 koncentráció összefüggés az oldott só koncentráció függvényében



Az O₂ igény számítása

AOR - aktuális oxigén igény [kg O₂/d]

$$\mathbf{AOR = COR + EOR + NOR - DOR}$$

AOR aktuális oxigén igény [kgO₂/d]

COR szerves anyagok lebontásának oxigén igénye [kgO₂/d]

EOR az eleveniszap endogén légzésének oxigén igénye [kgO₂/d]

NOR a nitrifikáció oxigén igénye [kgO₂/d]

DOR a denitrifikáció során felszabaduló oxigén [kgO₂/d]

Eckenfelder O'Connor:

$$\text{AOR} = a \cdot (S_0 - S) \cdot Q + b \cdot X \cdot V + k' \cdot (\text{NH}_{4,0} - \text{NH}_4) \cdot Q - d \cdot (\text{NH}_{4,0} - N_D)$$

- a** szubsztrát respirációs arány (0,4 ~ 0,63) [kgO₂/kgBOI₅]
- S₀** befolyó szerves anyag (gBOI₅/m³)
- S** elfolyó szerves anyag (gBOI₅/m³)
- Q** befolyó szennyvízhozam (m³/d)
- b** endogén respirációs arány (biológiai tiszt.: 0,1~0,15) [kgO₂/kgMLVSS*d]
- X** MLVSS (keverék szennyvíz szerves, szuszpendált lebegőanyag) [kg/m³]
- V** levegőztető medence térfogat [m³]
- k'** ammónium oxidációs együttható (4,6)
- NH_{4,0}** befolyó ammónium-nitrogén koncentráció [kg/m³]
- NH₄** elfolyó ammónium-nitrogén koncentráció [kg/m³]
- d** denitrifikációs faktor, (2,8)
- N_D** összes N koncentráció az elfolyóban [kg/m³]

SOTR - standard oxigén beviteli hányad [kg O₂/h]

$$SOTR = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{C_{\infty,20}^*}{\beta \cdot C_{\infty}^* - C_L} \cdot \theta^{20-T} \cdot AOR \cdot \frac{1}{24} \cdot k_1$$

α bővített anyagátviteli együtthatók aránya, tiszta víz/szennyvíz

β telítési oxigén koncentrációk aránya, tiszta víz/szennyvíz

$C_{\infty,20}^*$ telítési oxigén koncentráció standard 20°C, 101,3 kPa [mg/l]

C_{∞}^* telítési oxigén koncentráció a tisztítási (T) hőmérsékleten [mg/l]

C_L aktuális oxigén koncentráció a levegőztetett medencében [mg/l]

Θ hőmérséklet korrekciós faktor, 1,024

AOR aktuális oxigén igény [kgO₂/d]

t levegőztetés időtartama [h]

k_1 áramlási (tartózkodási időtől függő) korrekciós faktor

SOTR - standard oxigén beviteli hányad [kg O₂/h]

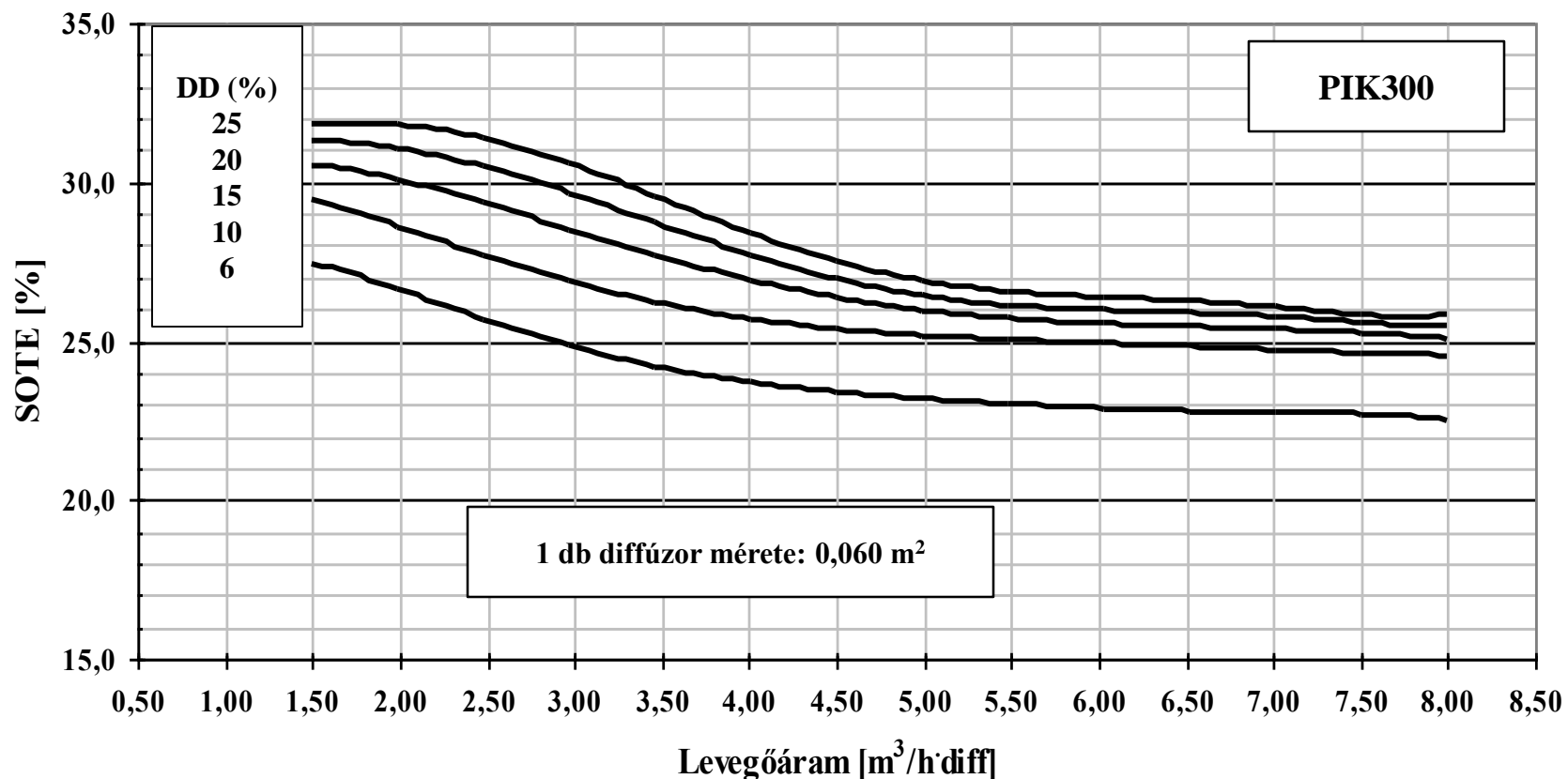
α bővített anyagátviteli együtthatók aránya, tiszta víz/szennyvíz (0,4~0,9)

$$\alpha = \frac{K_L a(\text{szennyvíz})}{K_L a(\text{tisztavíz})}$$

β telítési oxigén koncentrációk aránya, tiszta víz/szennyvíz (0,9~1,0)

$$\beta = \frac{C_\infty^*(\text{szennyvíz})}{C_\infty^*(\text{tisztavíz})}$$

SOTE - oxigén beviteli hatékonyság, mint a légbeviteli rendszer jellemzője

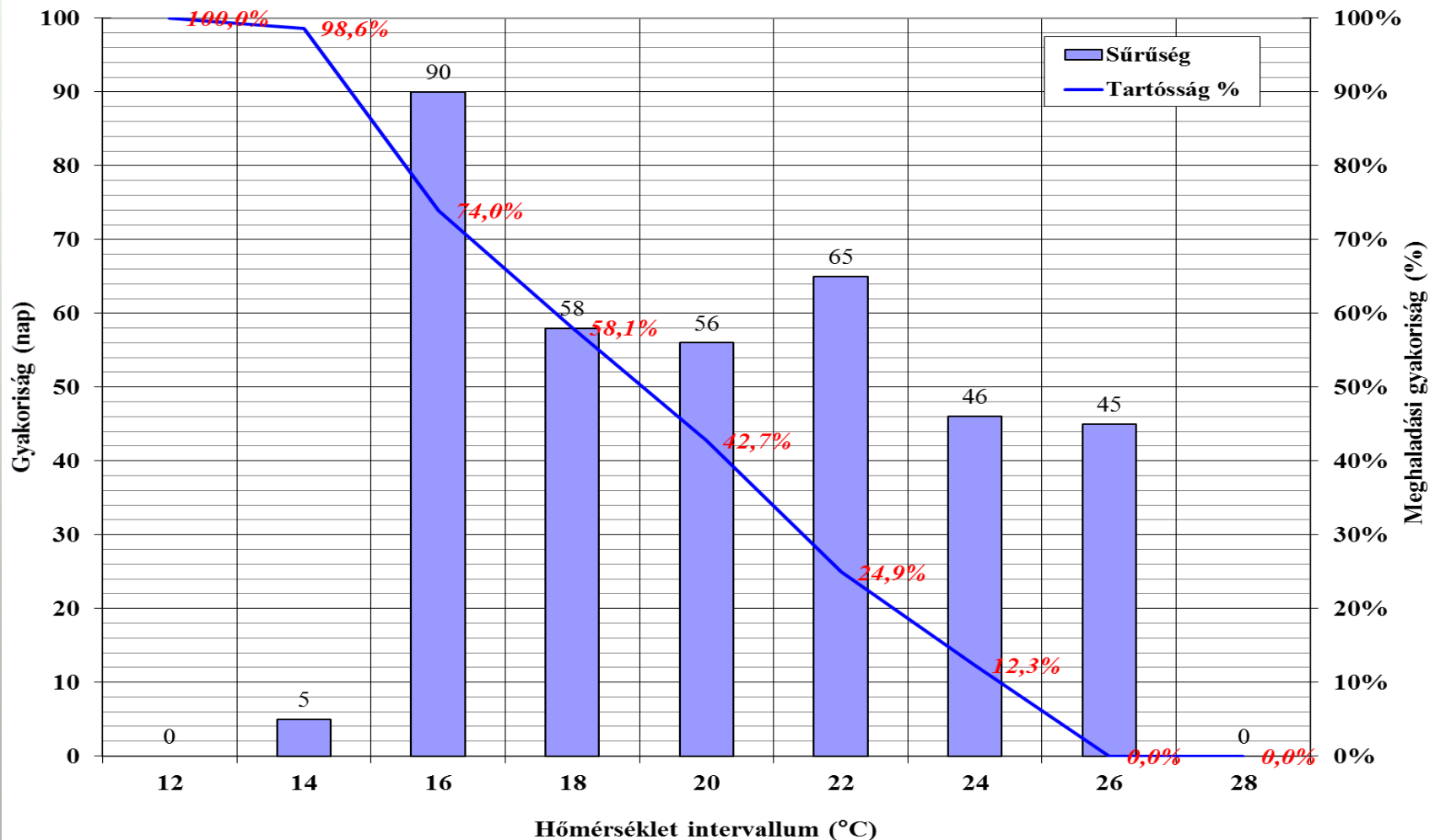


Forrás: NOPOL Aeration Manual

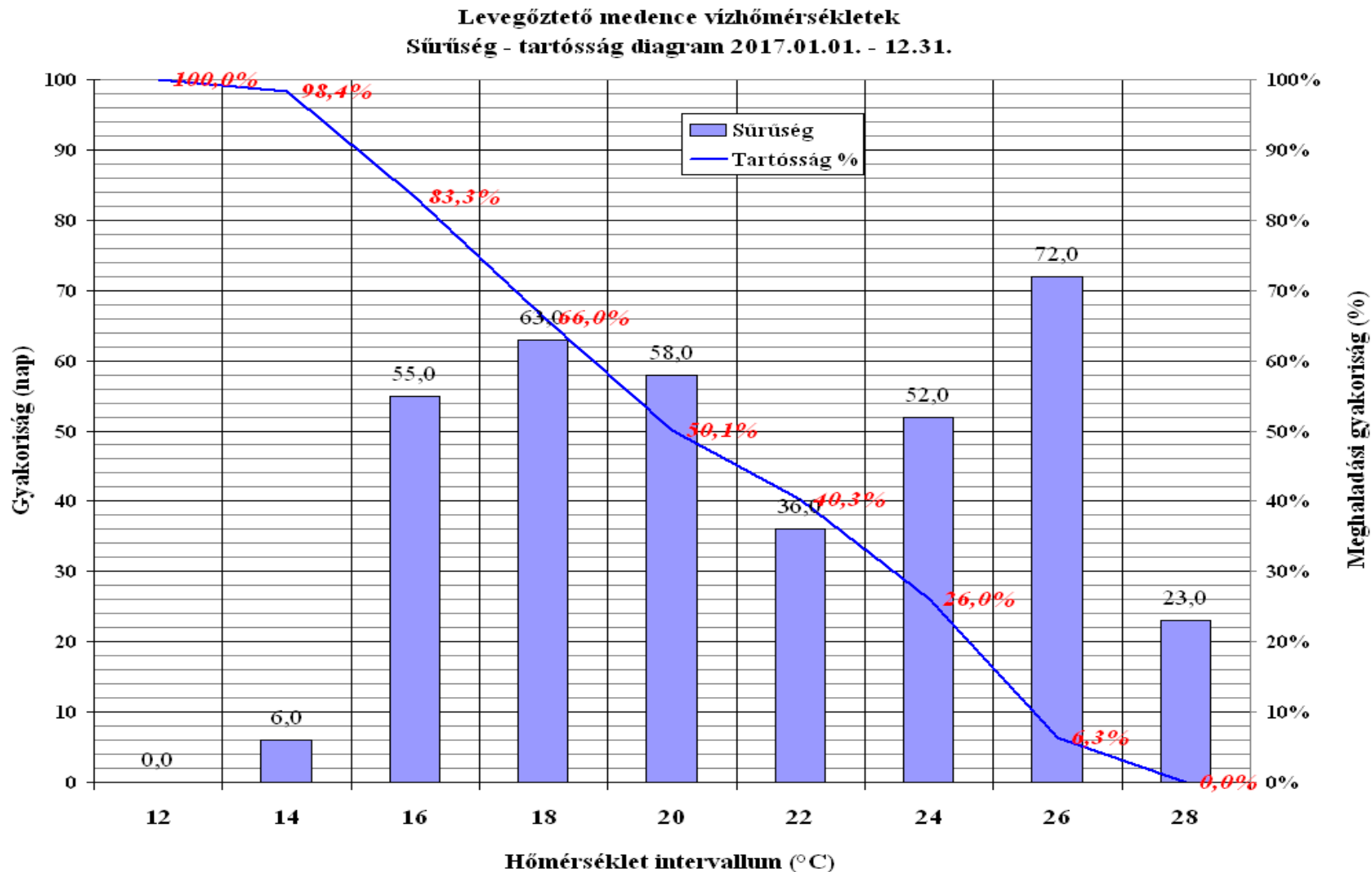
4. A klímaváltozás hatásai: lehetőségek, kényszerek

4.1 A hőmérséklet változás elemzése

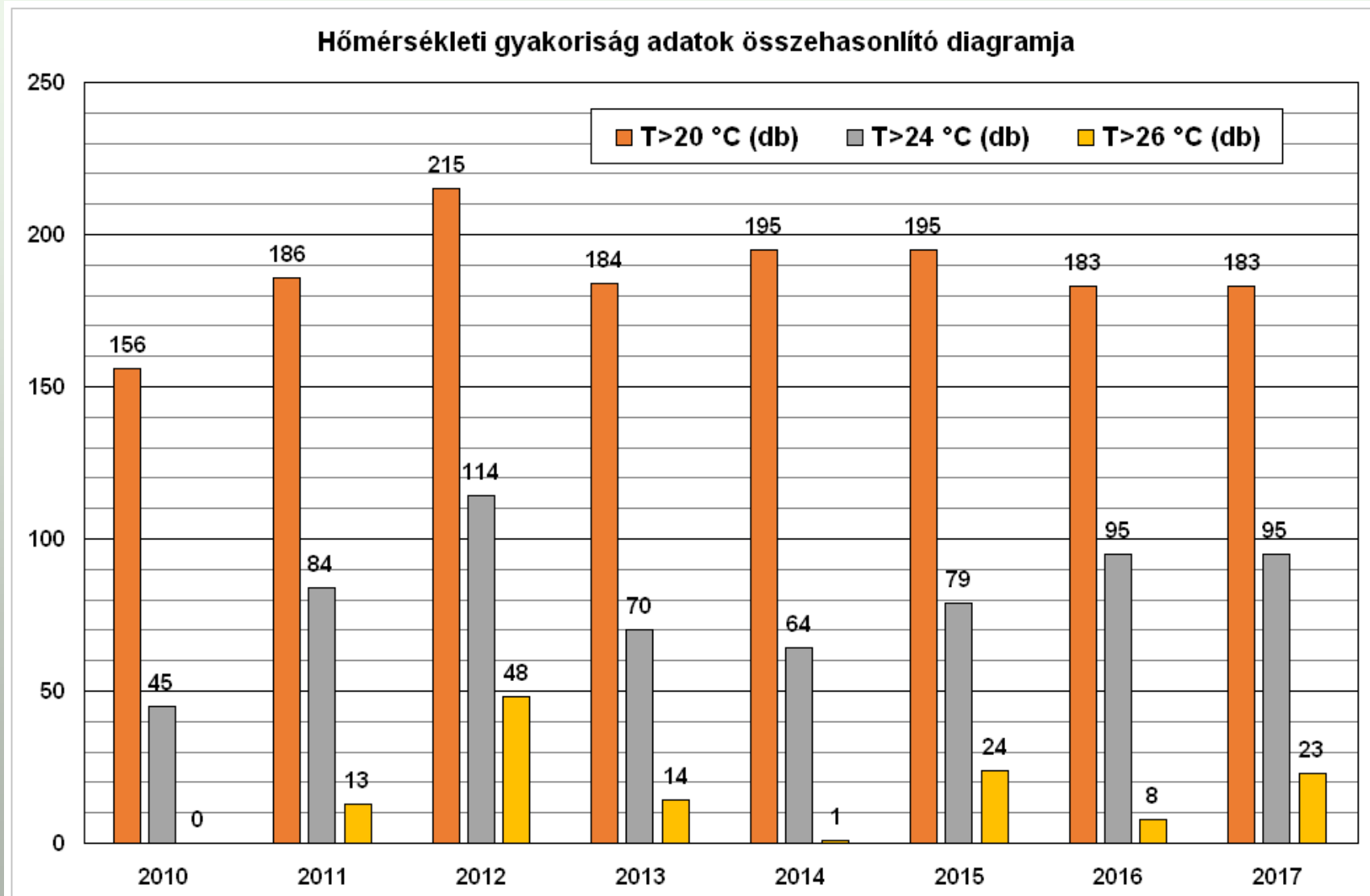
Levegőztető medence vízhőmérsékletek
Sűrűség - tartósság diagram 2010.01.01. - 12.31.



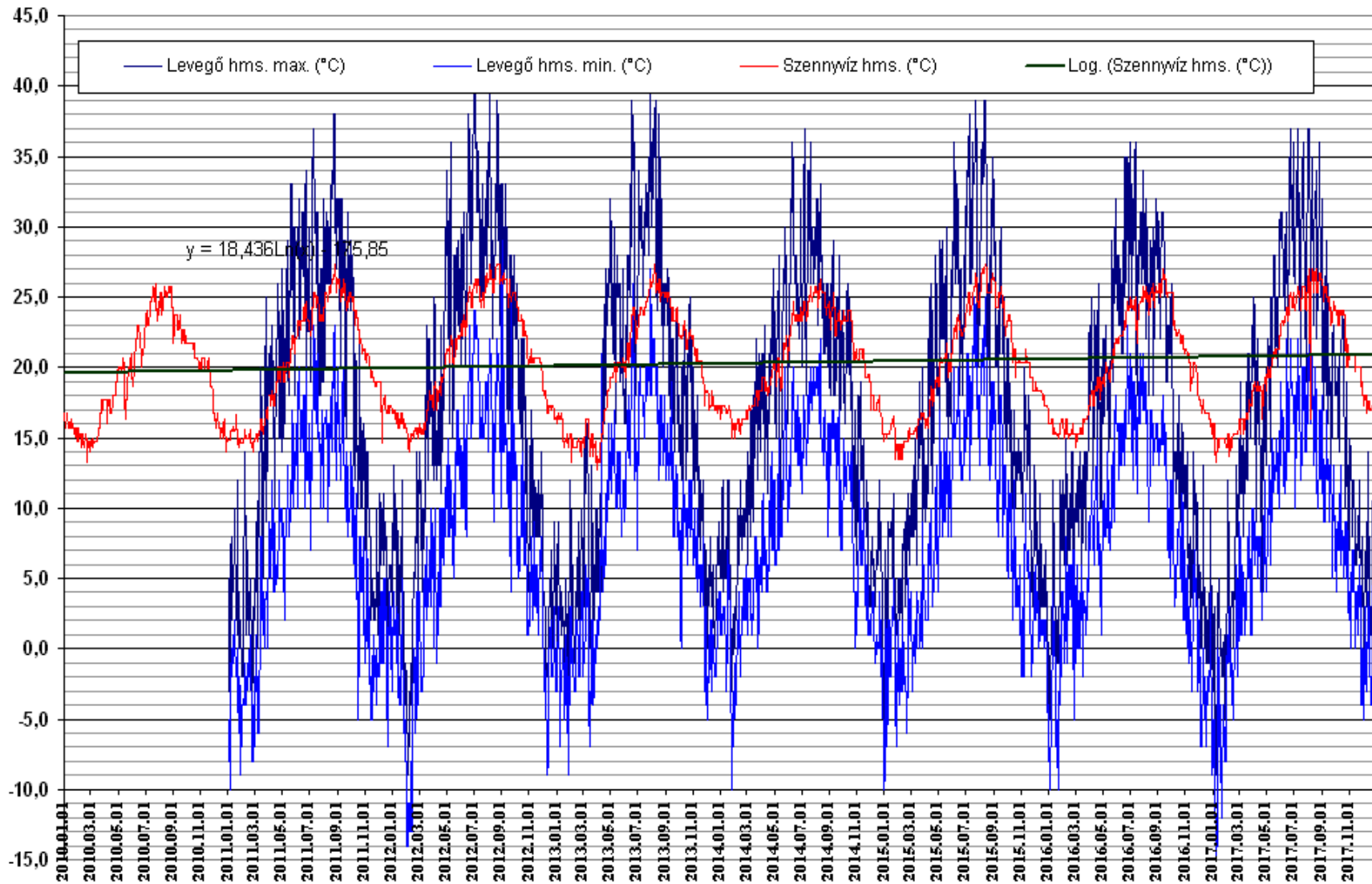
4.1 A hőmérséklet változás elemzése



4.1 A hőmérséklet változás elemzése

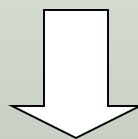


4.1 A hőmérséklet változás elemzése



4.2 A hőmérséklet növekedés következménye

	Tervezési állapot	Jelenlegi állapot	Eltérés
Mértékadó szv. hms. (°C)	20	27	7
Telítettség O₂ konc. (mg/l)	9,07	7,95	-1,12
SOTR (kg O₂/h)	1058	1224	166



Kapacitás helyreállító fejlesztés szükséges!

5. Az oxigén beviteli hatékonyság értékelése

5.1 A fejlesztés lehetőségei

1. Műtárgy reaktortérfogat növelés
2. Légszállítási kapacitás növelés
3. Alacsonyabb DO szinten is hatékonyan működő eleveniszap
4. Az oxidációs technológia változtatása
5. Oxigén beviteli hatékonyság növelés

5.2 Kapacitás fejlesztés a gyakorlatban



5.2 Kapacitás fejlesztés a gyakorlatban



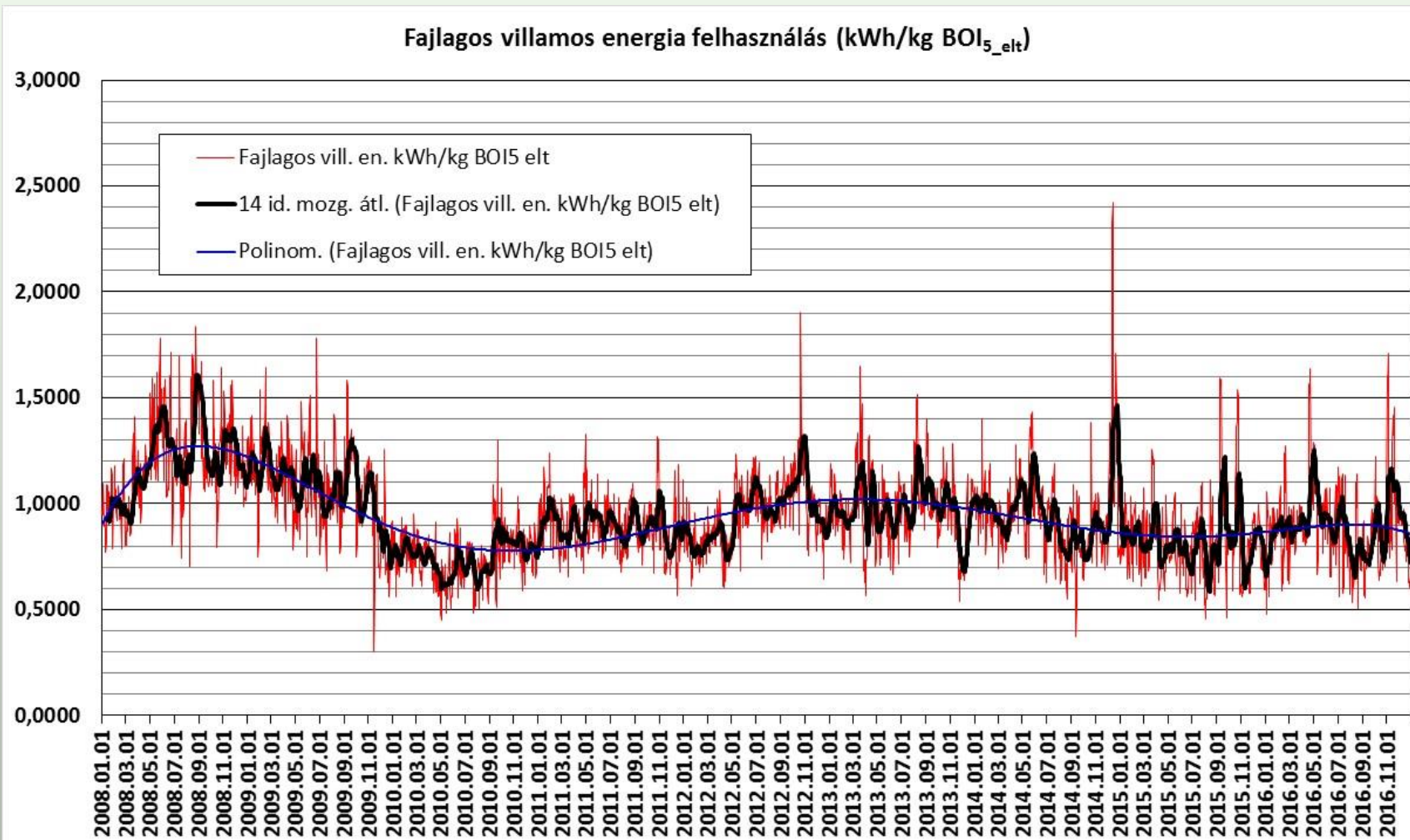
5.2 Kapacitás fejlesztés a gyakorlatban



5.2 Kapacitás fejlesztés a gyakorlatban



5.3 A kapacitás fejlesztés értékelése



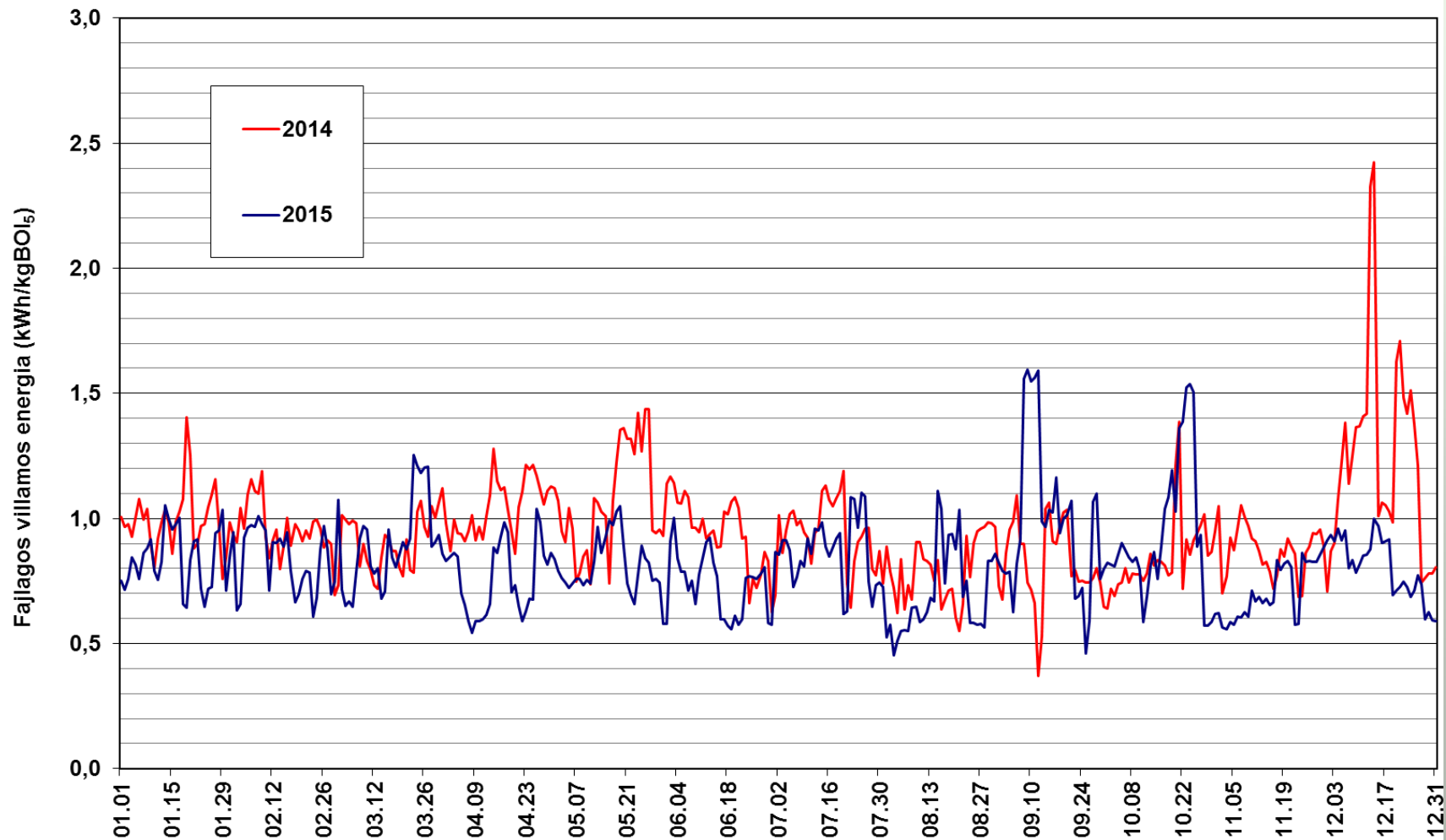
5.3 A kapacitás fejlesztés értékelése

Az értékelési módszer megbízhatósága, peremfeltételek

1. a biodegradálható szennyezőanyagok aránya változatlan;
2. az oxigén diffúzióját gátló vegyület nincs jelen a szennyvízben;
3. a légbevitel vezérlési beállítása változatlan;
4. a légbevitel gépészeti berendezéseinek kapacitása azonos;
5. az oxikus reaktorokban fenntartott lebegőanyag koncentráció a vizsgált időszakban közel azonos.

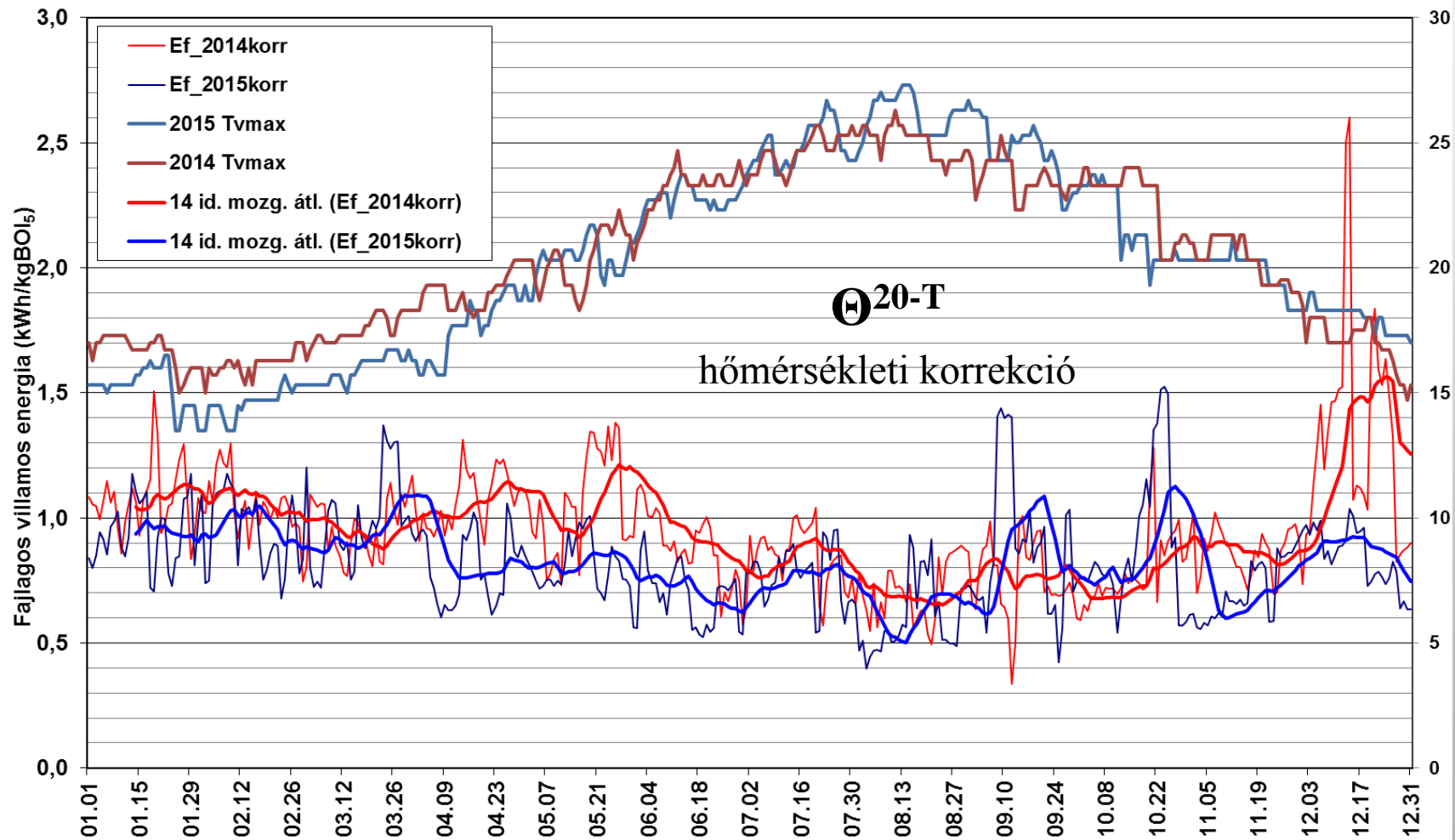
5.3 A kapacitás fejlesztés értékelése

Fajlagos villamos energia felhasználás idősor 2014. vs. 2015.



5.3 A kapacitás fejlesztés értékelése

Hőmérséklettel korrigált fajlagos villamos energia felhasználás idősor



5.3 A kapacitás fejlesztés értékelése

Paraméter	Érték	M.e.
Eltávolított szag. (2014. I-XII. hó)	4 361 986	kgBOI ₅
Eltávolított szag. (2015. I-XII. hó)	4 408 362	kgBOI ₅
Fajlagos vill. en. felh. 2014.	0,9486	kWh/kgBOI ₅
Fajlagos vill. en. felh. 2015.	0,8227	kWh/kgBOI ₅
Villamos energia felh. 2014.	4 137 929	kWh
Villamos energia felh. 2015.	3 626 591	kWh
Vill. en. megtakarítás	511 338	kWh

Köszönöm a megtisztelő figyelmet!

Gilián Zoltán
üzemmnökség vezető
FEJÉRVÍZ Zrt.