



BAKÓ TIBOR
Debreceni Vízmű Zrt.
 gépészeti főelőadó



KMETTI PÉTER
Hidrostral Kft.
 műszaki vezető

bako.tibor@debreceni-vizmu.hu
peter.kmetti@hidrostral.com

KIVONAT: Debrecen város szennyvíztisztító telepén a 2 db 4500 m³ kapacitású iszaprothasztó torony átkeverésére 1-1 db HIDROSTAL I16K szivattyú telepítése történt 1996-ban. A kiemelt fontosságú szivattyúk meghibásodása esetére 1 db tartalékberendezés állt rendelkezésre. Az üzembiztonság fokozására új tartalékszivattyú és villanymotor beszerzéséről döntött az üzemeltető.

A beszerzés előtti üzemtani ellenőrzés során kiderült, hogy a szivattyúk munkapontja eltér a tervezettől, amit a gépek rendellenes rezgése és a villanymotor túlzott melege is jelzett.

Frekvenciaváltó beépítésével megkíséreltük a megfelelő munkapontot beállítani, aminek sikerességét a megszűnő rezgés és villanymotor melegedés is jelzett.

A kedvező próbaüzemi tapasztalatokra alapozva a szivattyúk vezérlőszekrényei átalakításra kerültek, megtörtént a frekvenciaváltók telepítése és rendszerbe illesztése.

Az átalakított szivattyúzási rendszer a megfelelő munkapont következményeként a gépek üzemelési paramétereit jelentősen javította, nagy mértékben csökkent a villamosenergia-felhasználás.

KULCSSZAVAK: Iszaprothasztó torony, torony keverő szivattyúk, szivattyúk munkapontja, energetikai számítás, villamosenergia, optimalizálás, élettartam növelés, energiamegtakarítás

SZOLGÁLTATÓK SZEMÉVEL

Iszaprothasztó torony keverő szivattyúk energiaoptimalizációja

A Debreceni Vízmű Zrt. gépészeti csoportjának egyik feladata a beruházási tervben szereplő gépészeti átalakítások, beszerzések döntéselőkészítő javaslati anyagainak elkészítése és az elfogadott javaslatok megvalósításának koordinálása. 2023-ban egyik feladatként kaptuk a Debrecen város szennyvíztisztító telepén üzemelő szivattyúk és keverők felújítására előirányzott forrás hasznos felhasználását. A szennyvíztisztító telepen dolgozó

kollégákkal történt egyeztetések során az iszaprothasztó torony HIDROSTAL I16K szivattyúi kerültek a figyelem középpontjába.

A szennyvíztisztító telepen 3 db iszaprothasztó torony található, 2 db 4500 m³ kapacitású toronyba külső keverő szivattyú és az 1 db 6.000 m³ tározókapacitású torony esetében belső keverő lett telepítve.



A 4.500 m³-es iszaprohasztó torony adatai:

- magassága: 30 m
- iszap hőmérséklete: 37-38°C
- keverést biztosítja: I16K típusú Hidrostat gyártmányú szivattyú

Szivattyú feladata:

- iszapfázis szétválásának megakadályozása
- a reaktorban az azonos hőmérséklet biztosítása
- reaktoron belüli gázbuborékok elnyírása

Debrecen város szennyvíztisztító telepén 1996 óta, 2 db HIDROSTAT I16K külső keverő szivattyú üzemel és 1 db áll rendelkezésre tartalékként.

Az 1. számú torony keverője 2022.07.10-én, a 2. számú toronyé 2022.08.02-án érkezett vissza a felújításból. A gépeket érő szimmetrikus igénybevétel miatt a kopásból, elhasználódásból származó meghibásodás szinte egyszerre jelentkezik. Iszapkeverő hiányában lecsökken a megtermelt biogáz mennyisége. A csökkenő biogáz mennyiségéből kifolyólag pedig csökken a megtermelhető villamosenergia mennyisége, miközben növekszik a megvásárlandó mennyiség, mely az üzemeltetési költség emelkedésével jár. A rendelkezésre álló 1 db tartalék nem nyújt kellő biztonságot szivattyú meghibásodás esetén.

A szivattyúk helyszíni vizsgálata és a Hidrostat szakembereivel történt konzultációk alapján megállapítottuk, hogy a szivattyúk munkapontja eltér a tervezett értéktől. Ezt támasztja alá, hogy a gépeken rendellenes rezgés tapasztalható, illetve az a tény, hogy más üzemeltető telephelyeken hasonló körülmények és paraméterek között üzemeltetett gépek felújítása közötti ciklus ideje 7-8 év, ez esetünkben csak 3-4 év. Méréseink és számításaink alapján megállapítottuk, hogy a szivattyú az eredetileg tervezett munkaponthoz képest eltérést mutat.

Ennek egyik fő oka, hogy a hidraulika méretezésénél, a szivattyú munkapontjának meghatározásánál a magas szárazanyag tartalom mellett, iszapok esetében további biztonsági faktorokat is alkalmazunk.

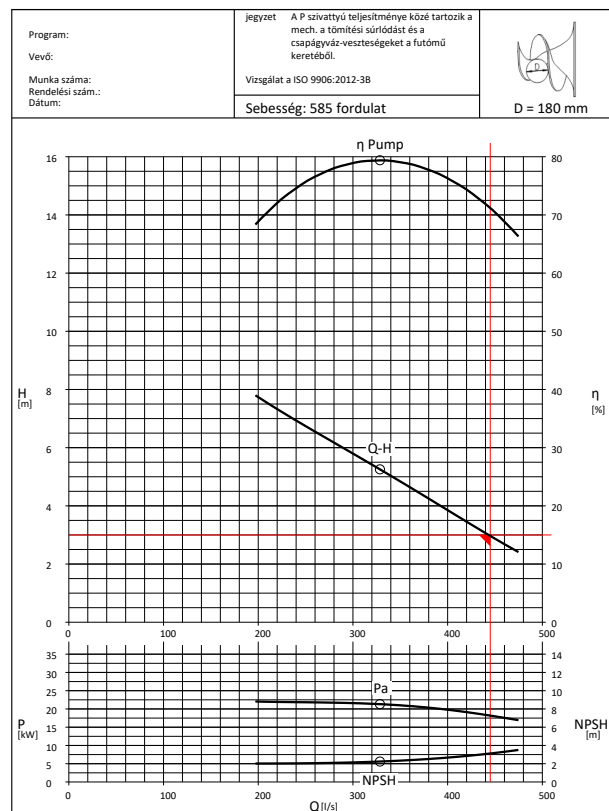
Esetünkben a keverők H: 3 m emelőmagasság mellett, Q: 440 l/s-os mennyiségre, 4-6 % -os iszap szárazanyagtartalomra lettek tervezve, illetve kiválasztva.

Mivel a 1990-es években a frekvenciaváltó alkalmazása nem volt elterjedt, ezért a megadott munkapontot nagy pólusszámú villanymotorok alkalmazásával lehetett elérni.

A keverőszivattyúk alapján véve dugulásmentesen és problémamentesen tették a dolgukat, ezért nem kerültek az üzemeltetés problémakörének középpontjába, viszont mint nagy energiafogyasztó, a 2022. évi energiahatékonysági vizsgálatoknál már elkezdtük vizsgálni a megtakarítási lehetőségeit.

A jelenlegi munkapontot, H: 0,8 m, Q: 550 l/s érték környékén tudtuk meghatározni, ami kívül esik a szivattyú szállítási tartományán és jelentősen meghaladja a tervezett 440 l/s mennyiséget.

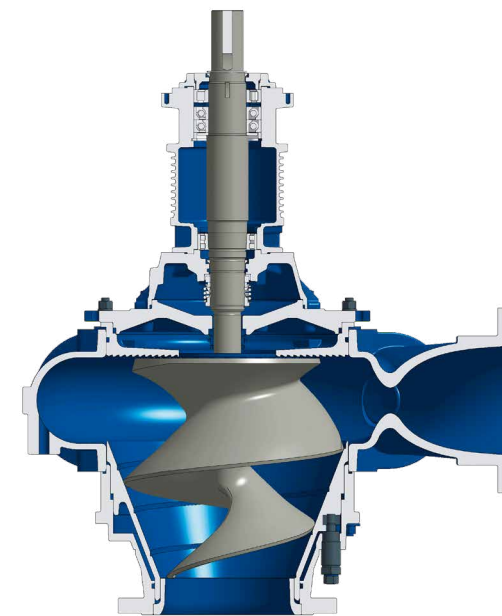
Ez a kb. 25 %-os plusz mennyiség okozhatta a kopó alkatrészek idő előtti elhasználódását.

I16K-HD1

1. ábra: Eredetileg meghatározott munkaponti érték

Természetesen az ezen a ponton történő üzemeltetés többet villamosenergia-felhasználással is jár, ami frekvenciaváltó beüzemelésével egy alacsonyabb működési fordulatszámon (Q=440 l/s) történő üzemeltetéssel óránként várhatóan 4-6 kWh villamosenergiamegtakarítást eredményez.

Mindeközben számottevően mérsékelhető a fellépő rezonancia, miközben a fermentor átkeverése még az optimális mértéken belül tartható, illetve frekvenciaváltó alkalmazásával megtartottuk a technológiai szabályozás lehetőségét.



2. ábra: Hidrostat szivattyú metszet

A feladat megvalósítási javaslatának elkészítéséhez szükséges ideiglenes frekvenciaváltós üzem kialakítása előtt a 2023.02.28-án elvégzett mérés során a következő paramétereket rögzítettük:

- $T_{\text{külső}} = 3 \text{ °C}$
- $T_{\text{környezet}} = 20-22,5 \text{ °C}$
- $T_{\text{sz.közeg}} = 38 - 39,8 \text{ °C}$
- $T_{1\text{szivattyú}} = 51,3 \text{ °C}$
- $T_{2\text{szivattyú}} = 64,7 \text{ °C}$
- $I_{1\text{szivattyú}} = 73,96 \text{ A (50 Hz)}$
- $I_{2\text{szivattyú}} = 45 \text{ A (50 Hz)}$

A Debreceni Vízmű Zrt. Víztermelő Üzeme biztosított egy 30 kW-os frekvenciaváltóval, a 2. számmal jelölt 22 kW teljesítményű villanymotorral szerelt szivattyú lett meghajtva. Az 1. számú szivattyú 30 kW 10 pólusú villanymotorjának nagy üzemi áramfelvétele miatt nem alkalmazható a próbához kapott frekvenciaváltó.

A próbaüzem során 2023.05.11-én elvégzett mérések során feljegyzett adatok:

$$\begin{aligned} T_{\text{külső}} &= 11 \text{ °C} \\ T_{\text{környezet}} &= 25_{1\text{gép}} / 27_{2\text{gép}} \text{ °C} \\ T_{\text{sz.közeg}} &= 35,5 - 37,5 \text{ °C} \\ T_{1\text{szivattyú}} &= 82,7 \text{ °C} \\ T_{2\text{szivattyú}} &= 47,2 \text{ °C} \\ I_{1\text{szivattyú}} &= 73,96 \text{ A (50 Hz)} \\ I_{2\text{szivattyú}} &= 39-40 \text{ A (45 Hz)} \end{aligned}$$

A helyszínen elvégzett ellenőrzés és adatgyűjtés alapján megállapítható, hogy a csökkentett üzemelési frekvencián működő szivattyú kisebb villamosenergiaigénnyel üzemeltethető mérsékelt rezonancia és alacsonyabb motorhőmérséklet mellett. Ezek a berendezés élettartamára károsan ható tényezők alacsony értéken tartása növeli a hibamentes ciklusidőket.

Energetikai számítás:

A keverők folyamatosan üzemelnek az év minden napján 24 órában.

A szolgáltatótól beszerzett 1 kWh villamosenergia ára 146,31 Ft.

1. ABB M2BA250SMB10 villanymotor	FFD villanymotor
P = 30 kW	P = 22 kW
$I_n = 74 \text{ A (D)}$	$I_n = 50 \text{ A (D)}$
$\cos\varphi = 0,65$	$\cos\varphi = 0,7$
$I_{50\text{Hz}} = 73,96 \text{ A}$	

Az éves villamosenergia-felhasználás a beépített 30 kW-os ABB villanymotor esetében: 291.927 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **42.711.839.- Ft.**

Éves villamosenergia-felhasználás 22 kW teljesítményű beszerzésre javasolt FFD villanymotor esetében: 212.418 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **31.078.982.- Ft.**

A számított éves megtakarítás kisebb teljesítményű villanymo-

torra történő kiváltás esetében: **11.632.857.- Ft**

A 22 kW teljesítményű villanymotorhoz illesztett frekvenciaváltóval további megtakarítás érhető el. A próba során alkalmazott 45 Hz frekvenciát alapul véve a számított további megtakarítás: **3.329.846.- Ft**

2. EVIG PZ 250-V10 villanymotor 22 kW

$$\begin{aligned} P &= 22 \text{ kW} \\ I_n &= 46, 8 \text{ A (D)} \\ \cos\varphi &= 0,75 \\ I_{50\text{Hz}} &= 44-45 \text{ A} \\ I_{45\text{Hz}} &= 39-40 \text{ A} \end{aligned}$$

Az éves villamosenergia-felhasználás 50 Hz frekvencián üzemelő villanymotor esetében:

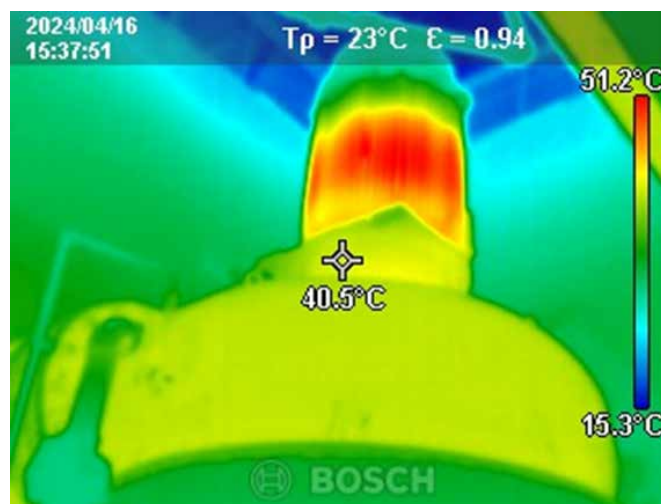
204.832,33 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **29.969.018.- Ft.**

A 22 kW teljesítményű villanymotorhoz illesztett frekvenciaváltóval további megtakarítás érhető el. A próba során alkalmazott 45 Hz frekvenciát alapul véve a számított megtakarítás:

182.073,18 kWh, a felhasznált villamosenergia értéke **26.639.127.- Ft.**

A számított éves megtakarítás 45 Hz üzemi frekvencián történő üzemelés esetén:

3.329.846.- Ft



3. ábra: Hőkamerás vizsgálat

A jelenlegi konfiguráció átalakításával a felhasznált villamosenergia mennyiségét és a kapcsolódó pénzbeli megtakarítás számításos meghatározását Nagy Norbert energetikus végezte.

Beszerzésre került 1 db 22 kW FFD villanymotor a 30 kW teljesítményű villanymotor kiváltására és a nagyobb üzembiztonságot garantáló járókerékkel szerelt új csapágyblokk. Jelenleg meghibásodás esetén 1 db EVIG gyártmányú tartalék motor és 1 db 1996-ban vásárolt csapágyblokk áll rendelkezésre a telephelyen. A villamosenergia-felhasználás optimalizálására és a gépek élettartamának növelésére indokolt 2 db frekvenciaváltó beszerzése, telepítése és a beszállító által történő programozása.

A beépített szivattyúk állapotának helyszíni vizsgálata során arra a következtetésre jutottunk, hogy a beépített kb. 600 kg-os, közel 30 éves szivattyúház, és magas krómtartalmú kopófelület cseréje nem indokolt.

A helyszíni bejárás során megállapítottuk, hogy a technológiában kiemelt fontossággal bíró tárgyi szivattyúk nem rendelkeznek megfelelő védelemmel, a tengelytömítés károsodása esetén az olajtérbe bejutó vizet a kollégák csak szemrevételezés alapján tudják észlelni. Az olajtérbe bejutó víz időben történő észlelésével a meghibásodáskor keletkező károsodás mértéke jelentősen mérsékelhető. Javasolt vízbetörés érzékelő szondák beépítése, kábelezés kialakítása, jelfeldolgozó egység telepítése és vezérlésbe illesztése. Vízbetörés érzékelő szonda beszerzése indokolt, azokat beépíteni szükséges az üzemelő szivattyúkba és az érzékelőből származó jelet a vezérlésbe a jelfeldolgozó egységen keresztül integrálni szükséges.

A javaslat készítésekor végzett számításokban alkalmazott bizonytalansági tényezők figyelembevétele mellett 1 év körüli megtérülési időt prognosztizáltunk, azonban 2024-ben a villamosenergia beszerzési árának ~48 %-os csökkenése nem járt a megtérülési idő nagy mértékű növekedésével. A valós mérési eredményeink szerint a piacról beszerzett villamosenergia árral számolva a megtérülési idő csökkent, ez adataink alapján 9,5 hónap.

Az átalakítási folyamat tanulsága számunkra, hogy az akár több tíz éve megfelelően működő gépek felülvizsgálatával, azok működésének optimalizálásával jelentős élettartam növelés és

ezzel csatoltan energiamegtakarítás érhető el.

Ehhez a szükséges szakmai tudással és együttműködési készséggel rendelkezésre állnak a gyártó és forgalmazó szakemberei.

Debrecen szennyvíztisztító telep 1. és 2. rothasztó torony iszapkeverő frekvenciaváltós üzem

Sorszám	Átalakítás utáni üzemidő (h)	Mért villamosenergia-felhasználás (kWh)	2023. évben kalkulált költség		2024. évben számított költség		Megtakarítás %	Villamosenergia megtakarítás (kWh)	Megtakarítás 96 Ft /kWh villamosenergia ár esetén	
			146,31 Ft / kWh ár esetén	28 024 992 Ft	96 Ft / kWh ár esetén	15 784 785 Ft				
1.	7 989	137 259	42 711 839 Ft	28 024 992 Ft	15 784 785 Ft	150 918	48	141 009	13 536 874 Ft	
2.	7 981	120 072	29 968 970 Ft	19 663 872 Ft	13 808 280 Ft	132 153	35	77 679	6 977 192 Ft	
			Átalakítás nélkül		Frekvenciaváltós üzem					
					Mindösszesen:			43	213 688	20 514 066 Ft

4. ábra: Megtérülés, számított energiamegtakarítás

Vízmű Panoráma / A Magyar Víziközmű Szövetség lapja

Kiadja a Magyar Víziközmű Szövetség

Felelős kiadó: Nagy Edit / Főszerkesztő: Márialigeti Bence

Szerkesztő Bizottság elnöke: dr. Patziger Miklós

Szerkesztő Bizottság tagjai: dr. Bíró Tibor, dr. Dombay Gábor, dr. Hős Csaba, dr. Karches Tamás, Kreitner Krisztina, dr. Patziger Miklós, Radács Attila, Tary Dávid, Tolnai Béla

Szerkesztőség: 1051 Budapest, Sas u. 25., IV. em.

E-mail: vizmu.panorama@maviz.org

Honlap: www.maviz.hu/vizmu-panorama

Hirdetésszervezés: Tary Dávid E-mail: tary.david@maviz.org

Lapterv és tördelés: Tary Dávid

Nyilvántartási szám: B/SZI/1925/1993 302-5066

ISSN: 2732-0340 / Minden jog fenntartva



Az enegergiahatékony szivattyúzás megoldása

A Hidrostat technológia megoldás nyújt a magas szóranyag tartalmú iszapok és szálanyaggal terhelt szennyvizek energia hatékony szivattyúzására!

