



FŐTÁV BUDAPESTI
TÁVHŐSZOLGÁLTATÓ ZRT.

BUDAPESTI ÉS ÉRŐMŰVÁROSIGAZGATÓSÁG ZRT. TAGJA

Hozzájárulás a Virtuális erőmű építéséhez **338 kW**.

Távhőrendszeri keringető szivattyú cserék

Orbán Tibor FŐTÁV Műszaki vezérigazgató-helyettes

Gurka Szilárd FŐTÁV energiagazdálkodási osztályvezető

László Tamás AEE Magyar Tagozata

Megjegyzés: A cikk a Virtuális Erőmű Program megbízásából készült

A FŐTÁV a távhőt a fűtőműveitől távhővezetéken keringtetett forróvíz útján juttatja el a felhasználók épületeiben levő ún. hőközpontokig. A Főtáv fűtőműveinek és szivattyúállomásainak villamosenergia-fogyasztása mintegy 7 000 MWh-t, amely a teljes villamosenergia felhasználásának csaknem 21%-a. A fűtőművek építése óta jelentősen csökkent hűgényekkel és a korszerűbb változó tömegáramra való áttéréssel együtt a keringtetett térfogatáram is lecsökkent, ezért az energetikailag hatékonyabb keringtetés érdekében a FŐTÁV a fűtőművi szivattyúk cseréjét határozta el, amelyet 2010-ben meg is kezdett. Az elvégzett cserék 2013-tól már értékelhető eredményt hoztak.

Due to the activity of the Budapest District Heating Company (FŐTÁV), the generated heat (from the heat plants) is distributed to the costumers (heat substations) via a network of insulated pipes by circulated hot water in the district heating. The circulation cause an electricity consumption of about 7 000 MWh which is almost 21% of our total electricity consumption. Since the construction of the heat plants the circulated mass flow has decreased because of the deployment of the more advanced variable flow system and the significantly decreased building heat needs. Therefore, in order to achieve more efficient operation FŐTÁV decided about the replacement of its pump stations, which began in 2010. The replacement has already shown appreciable results since 2013.

Bevezető

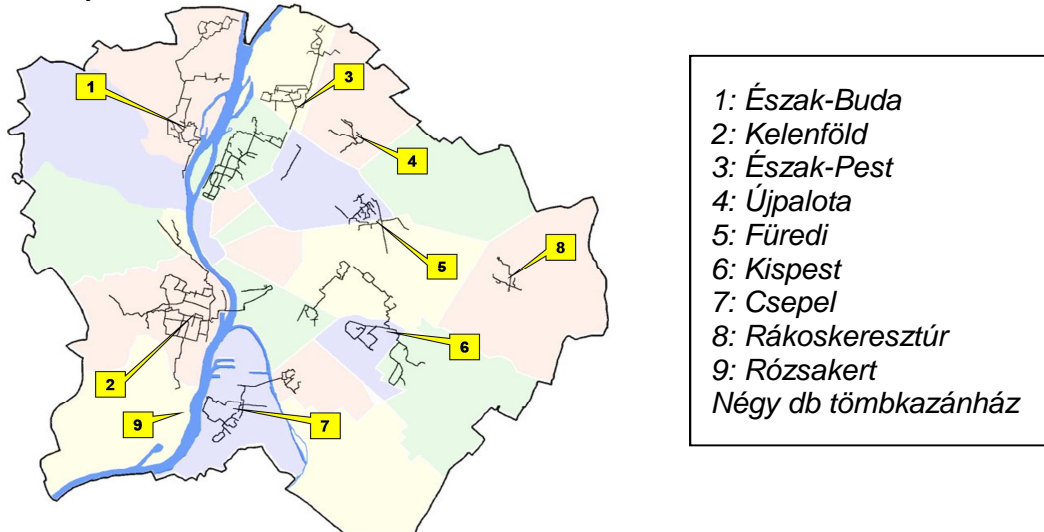
A FŐTÁV fő tevékenysége a főváros 17 kerületére kiterjedő távhőszolgáltatás, amely tulajdonképpen a felhasználók fűtési és használati melegvíz célú hőigényének kielégítéséhez szükséges hőszolgáltatást jelenti a kiépített távhőrendszereken keresztül. Távhőrendszereinkben a saját fűtőműveinkben előállított, valamint a kis- és nagyerőművektől vásárolt hőenergiát mintegy 530 km nyomvonal-hosszúságú nagyrészt földbe fektetett távhővezeték hálózaton keresztül juttatjuk el 238 000 lakossági és 6 600 egyéb (intézményi, kommunális, szolgáltatási és ipari) felhasználónkhoz. A fűtőművekből a hő a távhővezetékekben keringtetett forróvíz útján jut el a hőközpontokig, ahol aztán átalakításra kerül fűtési és használati melegvíz célú felhasználásra alkalmas formába.

A Társaság 2012. évi teljes villamosenergia-felhasználása 31 097 MWh volt, amelyből a Főtáv fűtőműveinek és szivattyúállomásainak villamosenergia-fogyasztása 6 685 MWh-t, azaz csaknem 21,5%-ot tett ki. Ezen adatok alapján fontos, hogy ezt a számottevő energiamennyiséget milyen energetikai hatékonysággal hasznosítjuk.

A fűtőművi villamosenergia-felhasználás túlnyomó része, a szivattyúállomásainknak pedig szinte a teljes mennyisége a távhőrendszerek keringető szivattyúinak működtetéséből ered.

A FŐTÁV az Észak-budai, a Füredi, az Újpalotai a Rákoskeresztúri és a Rózsakeri távhőrendszereiben, valamint a tömbkazánházaiban végzi a távhőszolgáltatást saját

fűtőműveivel és keringtető szivattyúival. További nyomásfokozó szivattyúi üzemelnek a Kelenföldi és Észak-pesti távhőrendszereiben. A távhőrendszerek elhelyezkedését az 1. ábra mutatja.



1. ábra – FŐTÁV távhőrendszerei

A FŐTÁV - közszolgáltatói feladatából adódó - gondos karbantartásának köszönhetően alapvetően valamennyi szivattyú a fűtőművek építése óta, mintegy 30-40 éve volt üzemben és hasonló karbantartás mellett még hosszú évekig maradhattak volna. Azonban a beépítés óta eltelt időszakban jelentősen megváltoztak az üzemi viszonyok. A kezdeti felhasználószám növekedés után az 1990-es években sokáig stagnáló hőigények a távhő átalánydíj megszűnésével és az energia drágulásával lecsökkentek, majd a Panel Program támogatásával elvégzett utólagos hővédelem javítások, nyílászáró cserék és/vagy épület hőszigetelések következményeként, valamint az ÖKO Plusz program fűtőkorszerűsítéseiből és az energiatakarékosságot előtérbe helyező fogyasztói szokásokból eredően napjainkban folyamatosan csökken.

A megváltozott hőigényekkel együtt a keringtetett térfogatáram is jelentősen lecsökkent, emiatt a régi szivattyúk a saját optimális munkapontjuktól jelentősen eltérő körülmények között lényegesen rosszabb hatásfokkal üzemeltek, néhány esetben pedig még a fordulatszám szabályozás sem volt megoldott. A szivattyúk mellett a hatékony üzemeltetést és energiafelhasználást tovább rontotta a villamos motorok túlméretezése, és a villamos motorok esetében a korszerűtlenségből adódó rossz hatásfokuk is.

Mindezek miatt egyre inkább egyértelművé vált a FŐTÁV számára, hogy a régi szivattyúk növekvő karbantartási költsége mellett a szivattyúk jelentős villamosenergia-felhasználása hosszú távon sem az üzemeltetési költségek, sem az energiahatékonyság, sem pedig a környezeti hatások szempontjából nem kifizetődő. Ezért megvizsgálta a tényleges és jövőben várható keringtetési igényeket és a meglévő szivattyúk új szivattyúkkal történő cseréjéből eredő előnyöket. A vizsgálat során megállapítást nyert, hogy a keringtető szivattyúk távhőrendszerekhez történő jobb illesztésével és azzal együtt cseréjükkel a költségmegtakarítás mellett számottevő villamosenergia-megtakarítás érhető el. Ezért a keringtető szivattyúk fokozatos korszerűsítéséről és az azzal együtt járó cseréjéről született döntés.

A fejlesztés ismertetése

A FŐTÁV a döntés alapján 2010-ben kezdte meg az elavult fűtőművi keringtető szivattyúinak korszerűsítését, elsőként a Füredi úti fűtőműben, és a Szurdok utcai szivattyúállomáson, majd az Újpalotai és Rákoskeresztúri Fűtőműben.

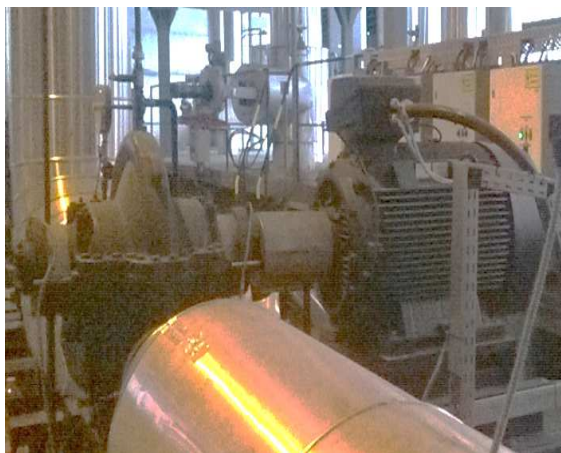
Újpalotai Fűtőmű keringtető szivattyú csere

Az Újpalotai Fűtőmű a FŐTÁV azonos nevű hőközetének hőellátását és azzal együtt a távhőrendszer primer forróvizének keringtetését biztosítja. A fűtőmű az 1. ábrán látható.

- A fűtőműben először a *kis teljesítményű ún. nyári keringtető szivattyú* került cserére 2013-ban, amelynek indoka elsősorban a jelentősen megnövekedett karbantartási költség másodsorban pedig az energetikai megtakarítás volt. Ennél a szivattyúnál a fordulatszám szabályozás a régi berendezésnél is megoldott volt. Az új szivattyú már frekvenciaváltós fordulatszám szabályozással épült be, jelentős energetikai megtakarítást eredményezve. Az új nyári keringtető szivattyú látható a 2. képen.
- Ezután következtek a *kazánok visszakeverő szivattyúinak cseréi 2014-ben*, amelyre szintén azért volt szükség, hogy egyrészt a jelentősen megnövekedett karbantartási költséget csökkentsük, másrészt pedig energetikai megtakarítást érjünk el. Ennél a szivattyúnál is megoldott volt a fordulatszám szabályozás már a csere előtt is. Az új beruházással a szivattyúkkal együtt frekvenciaváltós fordulatszám szabályozás került kiépítésre a háromból egy kazán visszakeverő szivattyújára.



1. kép – FŐTÁV Újpalotai Fűtőmű



2. kép – Újpalotai Fűtőmű új keringtető szivattyú

Az Újpalotai Fűtőmű szivattyúcserével elért eredmények ismertetése

A szivattyúcserével elért megtakarítást a cserék 2013. évi megkezdése előtti 3 év (2010-2012) éves villamosenergia-fogyasztásainak átlagához, mint bázishoz viszonyítottuk, amelynek alapjául a telephely villamos mérő leolvasásai szolgáltak. A fogyasztói igények bázishoz viszonyított 9,7%-os csökkenését oly módon vettük figyelembe, hogy azt kivontuk a bázisból, mivel a már csere előtt is fordulatszám szabályozós szivattyúk miatt, az a bázisszámítás alapjául szolgáló egész éves keringtetést befolyásolta. Az Újpalotai Fűtőmű fogyasztása nem teljes egészében adódik a nyári keringtetésből, azonban a vizsgált időszakban a szivattyúcseréken kívül, nem történtek olyan fejlesztések, amelyek a villamosenergia-felhasználást érdemben befolyásolták volna. Emiatt a szivattyúzásokon kívül eső villamos fogyasztás csökkenésére közelítésként 3%-os mérséklődés került beszámításra

a bázisból való levonás útján. Az előbbieket szerint a csökkentett bázisidőszakos villamosenergia-felhasználásnak és a Fűtőmű 2014. évi villamosenergia-fogyasztásának a különbsége közvetve mutatja a szivattyúcserekből adódó villamosenergia-megtakarítást, amelyeket az 1. táblázatban foglaltunk össze.

Újpalotai Fűtőmű szivattyú cserék	Me.	Csere előtti korrigálatlan bázis (2010-12)	Igénycsökkenés és miatti bázis korrekció MWh	Szivattyúzástól független fogyasztás csökkenés MWh	Csere utáni időszak (2014)	Cseréből származó megtakarítás igénycsökkenéssel
Fűtőművi villamosenergia felhasználás	MWh	1290,77	125,69	21,79	1030,58	112,71

1. táblázat – Újpalotai Fűtőmű szivattyúcsereiből származó megtakarítás

A szivattyúk éves üzemi tartamdiagramja alapján a régi és az új szivattyúk jelleggörbéjének jellemző munkapontjaira számítással is meghatározásra került a villamosenergia-felhasználás. A számítások eredményét és a szivattyúk műszaki paramétereit a 2. táblázat mutatja.

Funkció -->	Kis teljesítményű (nyári) szivattyú	Visszakeverő szivattyú
Üzemidő [h]	5 141	3 639
Régi szivattyú	Típus	Ganz DfAN-350
	Q (m ³ /h)	1 440
	H (m)	70
	P (kW)	440
	Átl telj. (kW)	90
	átl. η (%)	48%
	Számított villamos fogy. [kWh]	464 510
Új szivattyú	Típus	Grundfos HS 200/150
	Q (m ³ /h)	500
	H (m)	60
	P (kW)	160
	Átl telj. (kW)	58
	átl. η (%)	75,20%
	Számított villamos fogy. [kWh]	296 510
		Grundfos TP 200-380/4
		500
		20
		37
		12
		81,00%
		43 060

2. táblázat – Újpalotai Fűtőmű szivattyú paraméterek

A táblázatban a keringtető és visszakeverő szivattyúk esetében az átlagos villamos teljesítmény a régi és új szivattyúknál egyaránt a helyi mérés alapján került felmérésre, és a számított villamos fogyasztás ebből került kiszámításra. A számítási eredményekből látszik, hogy a szivattyúk üzemviteli tartamdiagramja alapján számított együttes energia-megtakarítás jelentősen meghaladja a Fűtőmű villamos mérőjén mért fogyasztások bázisidőszakhoz viszonyított fogyasztás csökkenését, ezért a szivattyúcserekből származó megtakarítás meghatározására a kisebb megtakarítást eredményező, de jól igazolható



FŐTÁV BUDAPESTI
TÁVHŐSZOLGÁLTATÓ ZRT.

BUDAPESTI VÁROSIKÖZMŰELLÁTÓ ZRT. TAGJA

tényleges éves méréseken alapuló fűtőművi villamosenergia-fogyasztások változását használtuk fel.

Az **Újpalotai Fűtőmű szivattyúcseréi** előtti 3 év átlagos villamosenergia-fogyasztásának igénycsökkenéssel korigált értéke **1 290,77 MWh/év** volt. A szivattyúcseré végrehajtása után az éves villamosenergia-felhasználás **1 030,58 MWh/év-re** csökkent.

Ez alapján a fejlesztés megvalósítása után jelentkező villamosenergia-megtakarítás a fogyasztói és a szivattyúzástól független igénycsökkenéssel korigálva **112,71 MWh-ra adódott**.

Amellett, hogy az éves üzemidőre vetítve mindkét funkciót ellátó szivattyú esetén tapasztalható teljesítménycsökkenés, a névleges teljesítmény a kisteljesítményű keringtető szivattyú esetén 280 kW-tal, 440 kW-ról 160 kW-ra csökkent, míg a visszakeverő szivattyú esetén 18 kW-tal, 55 kW-ról 37 kW-ra mérséklődött, így összesen mintegy 298 kW megtakarítást eredményezve.

A projekt hozzájárulása a Virtuális Erőmű programhoz.

A fejlesztés eredményeként a **298 kW** mértékű névleges villamost teljesítménycsökkenés mellett **112,71 MWh** villamosenergia-megtakarítást is sikerült elérni.

A VEP szempontjából elfogadható villamos teljesítménycsökkenés:

$$\mathbf{P_{VEP} = P_{bázis} - P_{fejlesztés} = 440 + 55 \text{ kW} - 160 - 37 \text{ kW} = 298 \text{ kW}}$$

ahol:

P_{VEP} – a VEP szempontjából értékelt villamos teljesítmény csökkenés,

P_{bázis} – a fejlesztés előtti névleges teljesítmény,

P_{fejlesztés} – a fejlesztés utáni névleges teljesítmény,

Összegezve az Újpalotai Fűtőmű keringtető szivattyúinak cseréje 298 kW értékkel járult hozzá a Virtuális erőmű építéséhez.

Rákoskeresztúri Fűtőmű keringtető szivattyúinak a cseréje

A Rákoskeresztúri Fűtőmű az Újpalotaihoz hasonlóan a FŐTÁV azonos nevű hőközvetítő hőellátását és azzal együtt a távhőrendszer közvetítő közegének keringtetését biztosítja.

- A Rákoskeresztúri fűtőműben 2013-tól került sor a *három keringtető szivattyú* cseréjére, amelynek indoka elsősorban a növekvő karbantartási költség, másodsorban pedig az energetikai megtakarítás volt. Ezen szivattyúknál a fordulatszám szabályozás a régi berendezések esetén is már megoldott volt. Természetesen az új szivattyú is korszerű frekvenciaváltós fordulatszám szabályozással épült be, számottevő energetikai megtakarítást eredményezve az előzőhöz képest. A Fűtőmű, illetve az új keringtető szivattyú látható a 3. és 4. képen.



3. kép – Rákoskeresztúri Fűtőmű



4. kép – Rákoskeresztúri Fűtőmű új keringtető szivattyú

A szivattyúcserékkel elért megtakarítást a cserék 2013. évi megkezdése előtti 3 év (2010-2012) éves villamosenergia-fogyasztásainak átlagához, mint bázishoz viszonyítottuk, amelynek alapjául a telephely villamos mérő leolvasásai szolgáltak. A fogyasztói igénycsökkenés miatt a fogyasztói igények csökkenésével korrigáltuk a bázist, mivel a korábbi szivattyúknál is volt már fordulatszám szabályozás. A fogyasztói igények 2014. évének bázishoz viszonyított csökkenését Rákoskeresztúron 5,0%-kal vettük figyelembe. A Rákoskeresztúri Fűtőmű villamos energiafogyasztása nem teljes egészében adódik a keringtetésből, azonban a vizsgált időszakban a szivattyúcseréken kívül itt sem történtek olyan fejlesztések, amelyek a villamosenergia-felhasználást érdemben befolyásolták volna. Ezért a szivattyúzásokon kívül eső villamos fogyasztás csökkenésére 1 %-os önfogyasztás került beszámításra a bázisból való levonás útján. Az előbbieket szerint csökkentett bázisidőszaki villamosenergia-felhasználás és a Fűtőmű 2014. évi villamosenergia-fogyasztás különbsége közvetve mutatja a szivattyúcseréből adódó villamosenergia-megtakarítást, amelyeket az 3. táblázatban foglaltunk össze.

Rákoskeresztúri Fűtőmű szivattyú cserék	Me.	Csere előtti korrigálatlan bázis (2010-12)	Igénycsökkenés miatti bázis korrekció MWh	Szivattyúzástól független fogyasztás csökkenés MWh	Csere utáni időszak (2014)	Cseréből származó megtakarítás igénycsökkenéssel
Fűtőművi villamosenergia felhasználás	MWh	859,02	42,95	8,59	747,38	60,10

3. táblázat – Rákoskeresztúri Fűtőmű szivattyúcseréiből származó megtakarítás

A szivattyúk műszaki paramétereit és a számított villamos felhasználást a 4. táblázat mutatja.

Funkció -->		Rákoskeresztúri Fűtőmű
Üzemidő [h]		8 660
Régi szivattyú	Típus	Wilo NC 150/40-75
	Q (m ³ /h)	400
	H (m)	40
	P (kW)	75
	Átl telj. (kW)	47
	átl. η (%)	72%
	Számított villamos fogy. [kWh]	410 151
Új szivattyú	Típus	KSB Etanorm 200-150
	Q (m ³ /h)	300
	H (m)	34
	P (kW)	55
	Átl telj. (kW)	40
	átl. η (%)	84,90%
	Számított villamos fogy. [kWh]	346 151

4. táblázat – Rákoskeresztúri Fűtőmű szivattyú paramétereit

A régi és új szivattyúknál az átlagos villamos teljesítmény helyi mérés alapján került felmérésre, és ennek segítségével a szivattyúk üzemviteli tartamdiagramja alapján került kiszámításra a számított villamos fogyasztás. A számítási eredményekből látszik, hogy számított villamos fogyasztásból adódó energia-megtakarítás közel (6%-nyi eltéréssel) megegyezik a Fűtőmű villamos mérőjén mért fogyasztásokból számított megtakarítással. Ezek megerősítik a számítások helyességét, így a szivattyúcserekből származó megtakarítás meghatározására a tényleges éves méréseken alapuló fűtőművi mért villamosenergia-fogyasztások változását használtuk fel.

A **Rákoskeresztúri Fűtőmű szivattyúcserei** előtti 3 év átlagos villamosenergia-fogyasztásának igénycsökkenéssel korrigált értéke **859,02 MWh/év** volt. A szivattyúcsere végrehajtása után az éves villamosenergia-felhasználás **747,38 MWh/év-re** csökkent.

Ez alapján a fejlesztés megvalósítása után jelentkező villamosenergia-megtakarítás az igénycsökkenéssel és önfogyasztással korrigálva **60,10 MWh-ra adódott**.

Amellett, hogy az éves üzemidőre vetítve tapasztalható teljesítménycsökkenés, a névleges teljesítmény a három keringtető szivattyú esetén, szivattyúként 20 kW-tal, 75 kW-ról 55 kW-ra csökkent. Mivel a három rákoskeresztúri szivattyúból a maximális igényekhez legfeljebb 2 szivattyú párhuzamos üzeme szükséges, ezért az összes teljesítmény megtakarítás 2 x 20 kW, azaz mintegy 40 kW.



FŐTÁV BUDAPESTI
TÁVHŐSZOLGÁLTATÓ ZRT.

BUDAPESTI VÁROSIKÖZMŰELLÁTÓ ZRT. TAGJA

A projekt hozzájárulása a Virtuális Erőmű programhoz.

A fejlesztés eredményeként a **40 kW** mértékű névleges villamost teljesítménycsökkenés mellett **60,10 MWh** villamosenergia-megtakarítást is sikerült elérni.

A VEP szempontjából elfogadható villamos teljesítménycsökkenés:

$$\mathbf{PVEP = P_{bázis} - P_{fejlesztés} = 2 \text{ db} \times (75 \text{ kW} - 55 \text{ kW}) = 40 \text{ kW}}$$

ahol:

PVEP – a VEP szempontjából értékelt villamos teljesítmény csökkenés,

$P_{bázis}$ – a fejlesztés előtti névleges teljesítmény,

$P_{fejlesztés}$ – a fejlesztés utáni névleges teljesítmény,

Összegezve a Rákoskeresztúri Fűtőmű keringtető szivattyúinak cseréje 40 kW értékkel járult hozzá a Virtuális erőmű építéséhez.