



Költségcsökkentés mérésadatgyűjtés segítségével

Hűtővízszivattyúk üzemeltetése során mind az energiafelhasználás, mind a karbantartás jelentős költségeket okoz, amelyek csökkentése fontos feladat. Az üzemi állapot a mérésadatgyűjtés által szolgáltatott adatok alapján jól meghatározható, és gyakran – mint a vizsgált esetben is – távol áll az optimumtól. Különböző alternatívák a tervezett munkapont visszaállítására. A beavatkozás révén az energiafelhasználás csökkenthető és a karbantartások közötti időtartam megnövelhető. A bemutatott konkrét esetben a korrekciós beruházás két évnél hamarabb alatt megtérült.

Tárgyszavak: szivattyú; mérésadatgyűjtés; gazdaságosság; karbantartás.

A nagy szivattyúk számos ipari létesítményben végzik létfontosságú, de egyáltalán nem látványos feladatukat. A gyakran megawattos nagyságrendű teljesítmény indokolja, hogy a folyamatos költségcsökkentési törekvések során e „szürke eminenciások” tevékenységét is megvizsgálják, és lehetőség szerint optimalizálják. A következőkben egy konkrét gyakorlati eset tanulságait levonva fontos általános következtetésekre lehet jutni.

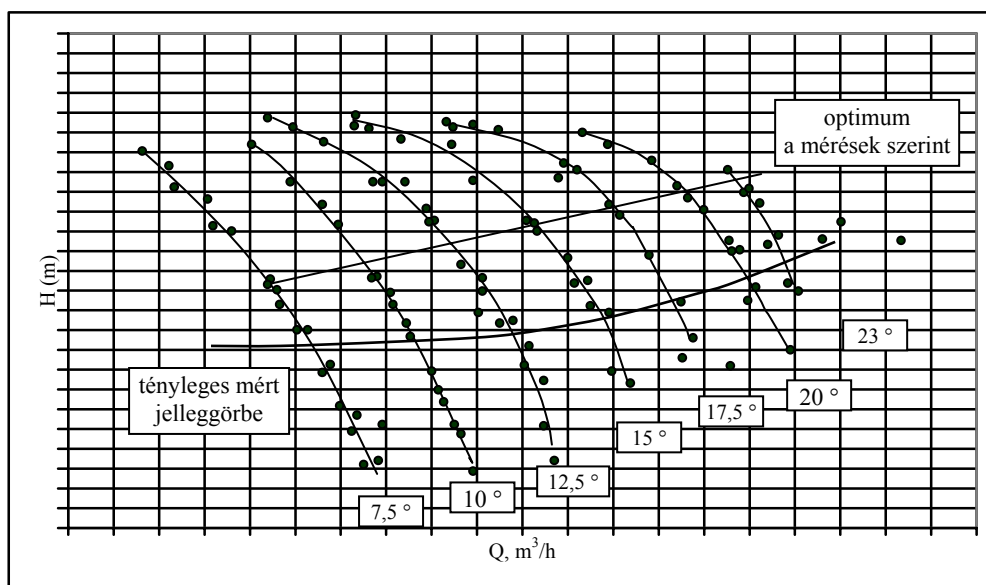
Az optimalizálási feladat

Egy tipikusnak mondható hűtővízszivattyú-állomáson három, egyenként 1,5 MW maximális teljesítményű szivattyú látja el hűtővízzel az ipartelep különböző folyamatait. A szivattyúk több, mint húsz éve működnek, 4,5 évenként ciklikusan minden egységen generáljavítást végeznek. A költségek csökkentésének lehetőségét keresve, az üzemeltető a szivattyú-állomást is sorra kerítette. A költségcsökken-

tésnek két alapvető lehetősége van: vagy az energiaköltségek csökkentése, vagy a karbantartási periódus meghosszabbítása. Ideális esetben persze legjobb két legyet ütni egy csapásra, vagyis egyetlen beavatkozással mindkét hatást elérni. Amint az a későbbiek során kiderül, ebben az esetben éppen erre nyílt lehetőség.

A szivattyúkon rendszeresen rezgésmérést végeznek. Egy alkalommal a mérést alaposabban elvégezve és a frekvenciákat is elemezve, kiderült, hogy a lapátok forgása által okozott hanghatás sokkal nagyobb amplitúdójú rezgést okozott, mint a fordulatszám által meghatározott alappfrekvenciájú rezgés. Ez a jelenség arra utalt, hogy a szivattyúk hidraulikailag nem optimális módon üzemelnek.

A jelenség okainak kivizsgálására az üzemi mérésadatgyűjtő rendszerből több hónapra visszamenőleg lekérték a szivattyúkra vonatkozó adatokat. Az adatok elemzéséből kiderült, hogy a szivattyúk a tervezett névleges üzemállapottól lényegesen eltérő módon működtek, amit az jelzett, hogy a szivattyúk jelleggörbéi a tervezettől jelentősen eltérve, a szállítási magasság/szállított mennyiség koordináta-rendszerben az optimálisnál alacsonyabban helyezkedtek el (lásd 1. ábra). Ez csökkent hatásfokot, és így indokolatlanul magas energiaköltségeket okozott. A kedvezőtlen hidraulikai viszonyok miatt nagy erők léptek fel, amit a már említett rezgés mellett a lapátokon talált sérülések, kavitáció is igazolt. A rendellenes működés az ideálisnál gyakoribb karbantartást tett szükségessé.



1. ábra A szivattyúk jelleggörbéi

A vizsgált jellemzők

A szivattyúk függőlegesen vannak felállítva, forgórészük állítható lapátokkal van felszerelve. A tervezett *névleges* adatok:

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| vízszállítás | $Q = 17\,500 \text{ m}^3/\text{h}$, |
| teljesítmény | $P = 1\,054 \text{ kW}$, |
| szállítási magasság | $H = 16,8 \text{ m}$. |

A lapátok *maximális* állásánál:

| | |
|---------------------|--------------------------------------|
| vízszállítás | $Q = 21\,000 \text{ m}^3/\text{h}$, |
| teljesítmény | $P = 1\,355 \text{ kW}$, |
| szállítási magasság | $H = 18 \text{ m}$. |

A mérésadatgyűjtő által szolgáltatott adatok elemzéséből az derült ki, hogy a három szivattyú közül kettő közel állandó vízszállítással dolgozik, az ingadozásokat a harmadik szivattyú szabályozásával egyenlítik ki. Az adatok ugyan statisztikusan szórnak, de mindhárom szivattyú szállítási magasságának leggyakoribb értéke kb. 13 m, ami kb 30%-kal kevesebb a tervezett optimumnál. A tényleges üzemi pontok elemzése azt mutatta, hogy a szivattyúk rendszeresen túlterhelt állapotban voltak, ami a jelleggörbék szerint a névleges 85%-nál kb. 8%-kal alacsonyabb hatásfokot jelentett. Ez leegyszerűsítve a következő többletteljesítményt és többlet-energiaköltséget okozta:

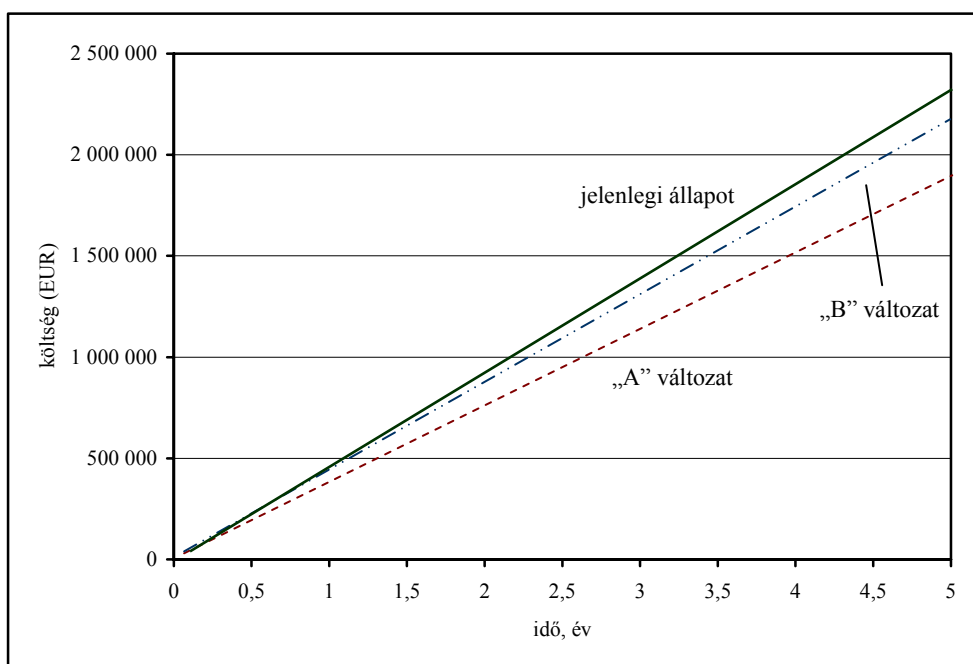
$$P_{\text{sziv}} = \frac{77 \cdot 1054}{85} = 954,8 \text{ kW}$$

$$\Delta P_{\text{sziv}} = 1054 - 954,8 \text{ kW} = 99,2 \text{ kW}$$

$$C_{\text{en}}/\text{MTBF} = 3 \cdot 99,2 \text{ kW} \cdot 8000 \text{ h} \cdot 4,5 \text{ év} \cdot 0,035 \text{ EUR/kWh} = 375\,000 \text{ EUR}.$$

A költségeket a három szivattyúra összesítve, 35 EUR/MWh villamosenergia-árral, évi 8000 üzemórával és a két karbantartás közötti 4,5 évre (MTBF) számították.

Miután ezek a gyanús adatok kiderültek, az üzemeltető felvette a kapcsolatot a szivattyúk gyártójával, illetve hasonló berendezések más tulajdonosaival. Az egyeztetések alátámasztották azt a diagnózist, hogy itt a szükségesnél nagyobb energiafelhasználás mellett üzemelnek a gépek. A biztonság kedvéért ellenőrző méréseket is elvégeztek, amelyek során fojtással felvették a szivattyúk jelleggörbéit. Olyan érzékelőket választottak, amelyeket a berendezés megbontása nélkül el lehetett helyezni, például a külső falra felhelyezett ultrahangos műszer mérte a szállított mennyiséget. Elvégezték az ellenőrző mérések során is a rezgések elemzését. A próba teljes mértékben alátámasztotta a mérésadatgyűjtő rendszer által szolgáltatott adatokat. A lapáthang okozta rezgések elemzése kimutatta, hogy a lapátok és a belépő kúp bordái interferenciába léptek, ami kis szállított mennyiségeknél dominált, nagyobbaknál a túlterhelés ezt még fokozta.



2. ábra Az energiaköltségek összehasonlítása (EUR-ban)

A megoldási módok és azok gazdaságossága

A következő három alternatíva közül lehetett választani a szivattyúk módosítására az optimális üzemi állapot helyreállítására céljából:

- teljes átépítés, teljesen új hidraulika (forgórész és vezérlés),
- új, eltérő típusú lapátok beépítése,
- a lapátok számának csökkentése.

A módosítások elemzésekor a beruházásokat az elérhető energia-megtakarításokkal és a meghosszabbított karbantartási időszak költségkülönbségével kell összevetni, amire megfelelő eszköz a megtérülési idő (ROI).

A számítások részletezése nélkül összefoglalva el lehet mondani, hogy az eltérő típusú lapátok alkalmazása nem vezet megfelelő eredményre. A lapátok számának csökkentése (lásd 2. ábra „B” változat) kis beruházással jár, így gyorsan megtérül, de csak viszonylag kis energiamegtakarítást tesz lehetővé. A harmadik megoldás („A” változat), a teljes átépítés ugyan jóval nagyobb beruházási költséggel jár, de nagyobb energiamegtakarítást tesz lehetővé, ezért hosszú távon ez az optimális. Megtérülési ideje alig két év, ami után a felújítás már „tiszta hasznot” termel.

A konkrét vizsgált esetben az üzemeltető a drágább, de optimális megoldást választotta. A

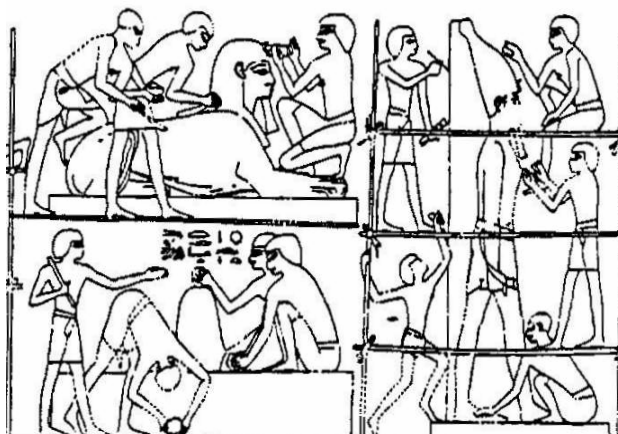
felújítás révén a káros rezgések megszűntek, a rendszer az optimálishoz igen közeli üzemál-
lapotban működik, így a karbantartási periódus jelentősen meg lehetett hosszabbítani.

Összeállította: Kis Miklós

Irodalom

- [1] Udovc, M.: Life Cycle Cost – Reduzierung von Energie- und Wartungskosten in Anlagen am Beispiel einer Kühlwasserpumpen-Station. = Erdöl, Erdgas, Kohle, 121. k. 1. sz. 2005. p. 23–26.
- [2] Hűtéstechnikai portál az interneten. = <http://www.kaelteanlagen.de>

Csak a módszerek változtak, a probléma ugyanaz maradt...



BME OMIKK

ÜZEMFENNTARTÁS–KARBANTARTÁS

Havonta a karbantartásról, hogy a szakismeretét is karbantarthassa...

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem • Országos Műszaki Információs Központ és Könyvtár
1011 Budapest, Gyorskocsi u. 5-7. tel.: 457-5328 tel./fax: 457-5323 mgksz@info.omikk.bme.hu

BME OMIKK FORDÍTÁSI SZOLGÁLTATÁSAI

| DÍJTÉTELEK 2004. február 1-jétől | |
|--|------------------------|
| Fordítási szolgáltatás megnevezése | Alapdíj Ft/karakter |
| FORDÍTÁS | |
| Szakszöveg fordítása magyar nyelvre | 1,8 |
| Szakszöveg fordítása magyarról idegen nyelvre | 2,5 |
| Szakszöveg fordítása idegen nyelvről idegen nyelvre | 3,6 |
| Szakszöveg fordítása gépírásról magyar nyelvre | Megállapodás szerint |
| Fordítás megállapodás szerint | Megállapodás szerint |
| LEKTORÁLÁS | |
| Magyar nyelvű szöveg lektorálása | 0,9 |
| Idegen nyelvű szakszöveg lektorálása | 1,25 |
| Lektorálás idegen nyelvről idegen nyelvre | 1,8 |
| Lektorálás gépírásról magyar nyelvre | Megállapodás szerint |
| Lektorálás megállapodás szerint | Megállapodás szerint |
| HELYSZÍNI SZAKFORDÍTÁS | Megállapodás szerint |
| PÓTDÍJAK | |
| Sürgős (8000 karakter/munkanap) | 50 |
| Expressz (14 000 karakter/munkanap) | 100 |
| Rendkívüli (14 000 karakter felett/munkanap) | 200 |
| Nem világnyelvről történt fordításnál, ill. lektorálásnál | 25 vagy 50 |
| Nehezen olvasható szöveg fordításánál, ill. lektorálásánál | 25 |
| Igen nehéz szakszöveg fordításánál, ill. lektorálásánál | 25 |
| Szerkesztett fordításnál (ábra, táblázat, képlet stb. az eredetivel teljesen azonos formájú anyag) | 40 |

- Áraink az ÁFA-t nem tartalmazzák, amelyet 25%-os kulccsal számítunk fel.
- A fordítás terjedelmét karakterben (karakterek száma szóközökkel) határozzuk meg.
- **FONTOS!** 1150-nél kisebb karakterszámú fordítás esetén szabott ár érvényes:
 - Idegen nyelvről magyarra: 2000,- Ft + ÁFA/oldal
 - Magyar nyelvről idegenre: 2800,- Ft + ÁFA/oldal

Érdeklődni: Tel.: 4575-314
 Fax: 4575-317
 e-postacím: forditas@info.omikk.bme.hu
<http://www.info.omikk.bme.hu>