

Beszabályozás + szivattyúszabályozás = üzemeltetési **költségcsökkentés**

Az Európai Unióban megtermelt villamos energia 50%-át áramlástechnikai gépek használják fel. Ebből kb. 30%-kal részesednek a szivattyúk villanymotorjai. Ez 2005-ben 1067 TWh villamos energiát jelentett. Nem csoda, hogy a hidraulikai rendszerek kialakításakor a szivattyúzási költség alakulása az egyik központi kérdés.

A változó térfogatáramú hidraulikai rendszerek egyik előnye, hogy lehetőség nyílik a szivattyúzási költség csökkentésére. Ezt azon-

ban nem a kisebb emelőmagassággal lehet elérni, ugyanis az állandó térfogatáramú hidraulikai hálózat ellenállása általában alacsonyabb, mint a változó térfogatáramú társáé. Ennek oka a kiválasztott szabályozási mód, azaz a megfelelő szabályozó szelepek alkalmazásában keresendő. Ugyanis általánosságban kijelenthető, hogy míg az állandó térfogatáramú hidraulikai hálózatot elegendő statikus (kézi) szabályozó szelepekkel ellátni, addig a változó térfogatáram esetén gondoskodni kell a nyomáskülönbség stabilizálásáról, pl. dinamikus (automata) szabályozó szelepek, szeleppárok segítségével. Hogy mikor használjunk strangonkénti dinamikus szeleppárt (STAD-STAP) és

mikor végponti dinamikus szelepet (TBV-CMP), annak eldöntésére, a szivattyúzási költség alakulása mellett, sok egyéb szempontot is érdemes figyelembe venni. Azonban ezeknek a szempontoknak a mérlegelése, most nem témája cikkünknek. Míg a statikus szabályozó szelepek alkalmazása esetén kb. 0,6 méterrel (2 db sorba kapcsolt 3 kPa ellenállású szabályozó feltételezve) nő meg a szivattyú emelőmagassága – ahhoz képest, mintha egyáltalán nem használnánk szabályozó szelepet – addig, a dinamikus szabályozó szelepek esetén kb. 1–1,5 méter emelőmagasságtöbblet szükséges. Azonban a szivattyú teljesítménye (ezáltal a szivattyúzási költség) nemcsak az emelőmagasság,

IMI 1/2

hanem a szállított térfogatáram függvénye is, és a megtakarítás pontosan itt fog jelentkezni. Azaz jóllehet egy állandó térfogatáramú hidraulikai hálózat statikus beszabályozó szelepekkel ellátva kisebb emelőmagasságú szivattyút jelent, mégis a szivattyúzási költség magasabb lesz a változó térfogatáramú, dinamikus beszabályozó szelepekkel szerelt hálózathoz képest, mivel folyamatosan ugyanakkora térfogatáramot kell keringtetni a valós igényektől függetlenül.

A fent említett általánosítást, miszerint az állandó térfogatáramú hálózatokban statikus, míg a változó térfogatáramúakban dinamikus beszabályozó szelepeket szükséges alkalmazni, egy közismert ellenpéldával rögtön meg is lehet cáfolni. Egy átlagos méretű családi ház esetén, ahol a radiátorok termosztatikus szelepei miatt a hidraulikai hálózat változó térfogatáramú, nem gyakori a dinamikus beszabályozó alkalmazása, ugyanis a hálózat ellenállása (csővezetékek, radiátorok stb.), így a szivattyú emelőmagassága sem jelentős. Azonban a változó térfogatáram okozta változó nyomáskülönbséget mégis kézben kell tartani, és erre szolgál a frekvenciaváltós szivattyú megfelelő szabályozási módja. Az ún. „dp-c”, azaz az „állandó nyomás” szabályozás esetén (1. ábra,

nyiben a hálózat ellenállása, és ezalatt főleg az alapvezeteki hálózat ellenállását értjük, már magasabb, érdemes megfontolni, hogy az állandó nyomást már nem a szivattyú-szívó/nyomócsonkjára beépített távadóval (1. ábra, jobb) mérjük és tartjuk állandó értéken, hanem egy kihelyezett nyomástávadó segítségével, a hidraulikai hálózat egy adott pontján. Ugyanis a szívó/nyomócsonkon mért és tartott nyomáskülönbség esetén a rendszer ugyan hidraulikai szempontból biztonságosan működik, azonban a szivattyúzási energiamegtakarítás elmarad a lehetséges legmagasabb értéktől. Ezért alapvetően két pontba szokás kihelyezni a nyomástávadót:

- első felszálló (fogyasztó csoport) elé közvetlenül,
- a mértékadó felszálló (fogyasztói csoport) elé közvetlenül, azaz az ún. gyenge pontba.

Jóllehet a nyomástávadó kihelyezésének utóbbi módjával érhető el a legnagyobb energiamegtakarítás, azonban, a „csak” statikus beszabályozó szelepekkel szerelt változó térfogatáramú hálózatban részterhelés esetén előfordulhat, hogy a szivattyúhoz közelebb eső felszállóknál a rendelkezésre álló nyomáskülönbség, így a térfogatáram nem lesz elegendő, hiszen az állandó „kv” értéket képviselő

tett jelenség (ti., hogy a gyenge pontra kihelyezett nyomástávadó miatt részterhelésnél nem lesz elegendő bizonyos helyeken a térfogatáram) nem jelentkezik, hiszen a dinamikus beszabályozó szelep képes érzékelni a rendelkezésre álló nyomáskülönbség változását és megváltoztatni a fojtásának mértékét.

A nyomástávadó kihelyezésének további korlátja a fizikai távolság. Kb. 50-60 méter után az elektromos jel gyengülése miatt már pontatlanná válik ez a fajta szabályozás.

Tehát egy kiterjedtebb, nagy ellenállású hidraulikai hálózatban nem elegendő önmagában szivattyú nyomástávadójának kihelyezése. A megbízható hidraulikai működés érdekében (nem is szólva a részterhelés esetén fellépő zaj, zárási nyomáskülönbség és autoritás problémákról) érdemes dinamikus beszabályozó szelepeket/szeleppárokat alkalmazni.

A következőkben nézzük meg egy valódi méretezési példán keresztül, hogy milyen szivattyúzási költségmegtakarításra nyílik lehetőség egy budapesti irodaház fűtési fan-coil-os rendszerében, a különböző beszabályozási és szivattyúszabályozási módokat figyelembe véve.

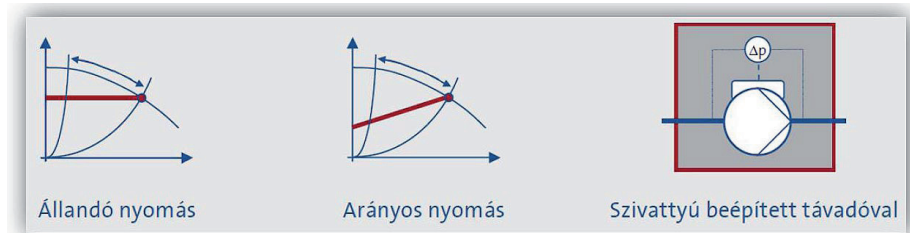
A költségelemzés során bázisnak az 1. verziót, azaz az állandó térfogatáramú, „csak” statikus beszabályozó szeleppel szerelt és állandó fordulatszámú szivattyúzási módot vettük figyelembe (2. ábra).

A fűtési szezon, 195 nappal (4680 üzemóra) vettük figyelembe és a hidraulikai méretezésből 6,27 méter emelőmagasság és 12,6 m³/h adódott. A szivattyú által felvett villamos teljesítményt a Wilo-Select-program segítségével számítottuk ki.

Az üzemidő függvényében a térfogatáram-eloszlást az ún. Kék Angyal (Blauer Engel) környezetvédelmi minőségjelzet alapján határoztuk meg.

A 2. verzió hidraulikai méretezésből látható, hogy a dinamikus beszabályozó szeleppár alkalmazása miatt megnőtt a szivattyú emelőmagassága. Ennek ellenére a villamosenergia-felhasználás, csak 54%-a az állandó térfogatáramú rendszerének (3. ábra).

A 3. verzió esetében a nyomáskülönbséget a szivattyú kihelyezett nyomástávadója az első strang előtt tartja állandó értéken. Mivel nem nagy az el-



1. ábra. Szivattyú szabályozási módok (forrás: Grundfos Hungária Kft.)

bal), a munkaponti emelőmagasságot tartja a szivattyú egy adott értéken a térfogatáram-változástól függetlenül. Tehát egy kisebb kiterjedésű, alacsonyabb ellenállású hidraulikai hálózatnál a változó térfogatáram ellenére gyakran elég „csak” statikus beszabályozó szelepeket beépíteni és szabályozni (pl. előbeállítható termosztatikus szeleptest és/vagy előbeállítható radiátor visszatérő csavarzat) és a továbbiakban a frekvenciaváltós szivattyúra.

Ez a megoldás tehát megfelelő kis hidraulikai ellenállás, azaz alacsony emelőmagasságú szivattyú esetén. Amenny-

statikus beszabályozó szelep nem képes a változást érzékelni.

Az ún. „dp-v”, azaz az „arányos nyomás” szabályozással (1. ábra, középső) tulajdonképpen a gyenge pontra kihelyezett nyomástávadó szabályozását próbálják szimulálni. A nyomáskülönbség tartása a szivattyú szívó/nyomócsonkján történik, azonban az emelőmagasság a térfogatáram-változástól függően egy egyenes mentén változik.

Azokban a változó térfogatáramú hidraulikai hálózatokban, ahol dinamikus beszabályozó szelepek vagy szeleppárok kerülnek alkalmazásra, a fentebb említ-

Térfogatáram	Üzemidő	Térfogatáram	Üzemidő	Emelőmagasság	Felvett villamos telj.	Fogyasztás	Vill.energia felhaszn.	Vill. Energia megtakarítás
%	%	m ³ /h	óra	m	kW	kWh	%	%
1. Állandó térfogatáram, statikus beszabályozó szelepek (STAD), állandó fordulatszám (TOP-S 65/7)								
100	100	12,6	4680	6,27	0,466	2180,88	100	0

2. ábra. Állandó térfogatáram, állandó fordulatszám (1. verzió)

Térfogatáram	Üzemidő	Térfogatáram	Üzemidő	Emelőmagasság	Felvett villamos telj.	Fogyasztás	Vill.energia felhaszn.	Vill. Energia megtakarítás
%	%	m ³ /h	óra	m	kW	kWh	%	%
2. Változó térfogatáram, dinamikus beszab. szeleppárok (STAD-STAP), dp-c szabályozás szivó/nyomócszonkon (STRATOS 50/1-9)								
100	6	12,6	280,8	6,91	0,385	108,11		
75	15	9,45	702	6,91	0,321	225,34		
20	35	6,3	1638	6,91	0,26	425,88		
25	44	3,15	2059,2	6,91	0,202	415,96		
	100		4680			1175,29	54	46

3. ábra. Változó térfogatáram, „dp-c” szabályozás szivó/nyomócszonkon (2. verzió)

Térfogatáram	Üzemidő	Térfogatáram	Üzemidő	Emelőmagasság	Felvett villamos telj.	Fogyasztás	Vill.energia felhaszn.	Vill. Energia megtakarítás
%	%	m ³ /h	óra	m	kW	kWh	%	%
3. Változó térfogatáram, dinamikus beszab. szeleppárok (STAD-STAP), dp-c szabályozás első strangnál (STRATOS 50/1-9)								
100	6	12,6	280,8	6,45	0,358	100,53		
75	15	9,45	702	6,45	0,297	208,49		
20	35	6,3	1638	6,45	0,24	393,12		
25	44	3,15	2059,2	6,45	0,185	380,95		
	100		4680			1083,09	59	50

4. ábra. Változó térfogatáram, „dp-c” szabályozás, az első strang elé kihelyezett nyomástávadóval (3. verzió)

Térfogatáram	Üzemidő	Térfogatáram	Üzemidő	Emelőmagasság	Felvett villamos telj.	Fogyasztás	Vill.energia felhaszn.	Vill. Energia megtakarítás
%	%	m ³ /h	óra	m	kW	kWh	%	%
4. Változó térfogatáram, dinamikus beszab. szeleppárok (STAD-STAP), dp-c szabályozás gyenge ponton (STRATOS 50/1-9)								
100	6	12,6	280,8	6,22	0,344	96,60		
75	15	9,45	702	6,22	0,285	200,07		
20	35	6,3	1638	6,22	0,23	376,74		
25	44	3,15	2059,2	6,22	0,177	364,48		
	100		4680			1037,88	49	52

5. ábra. Változó térfogatáram, „dp-c” szabályozás a gyenge ponton (4. verzió)

Térfogatáram	Üzemidő	Térfogatáram	Üzemidő	Emelőmagasság	Felvett villamos telj.	Fogyasztás	Vill.energia felhaszn.	Vill. Energia megtakarítás
%	%	m ³ /h	óra	m	kW	kWh	%	%
5. Változó térfogatáram, dinamikus beszabályozó szelepek (TBV-CMP), dp-v szabályozás (STRATOS 50/1-9)								
100	6	12,6	280,8	7,21	0,405	113,72		
75	15	9,45	702	6,31	0,289	202,88		
20	35	6,3	1638	5,42	0,192	314,50		
25	44	3,15	2059,2	4,53	0,113	232,69		
	100		4680			863,79	40	60

6. ábra. Változó térfogatáram, „dp-v” szabályozás (5. verzió)

osztó hálózat ellenállása, $(6,91 - 6,45 = 0,46$ méter) ezért a megtakarítás mértéke sem olyan számottevő már a 2. verzióhoz képest (4. ábra).

A 4. verzió esetében sem nő drasztikusan a megtakarítás a 3. verzióhoz képest, hiszen a gyenge pontra kihelyezett nyomástávadónak 6,22 métert kell tartania, szemben az első strangnál tartott 6,45 méterrel. Azaz az elosztó hálózat nyomásvesztése a strangok között mindössze 0,23 méter. Ennek ellenére a „dp-c” szabályozások közül a szivattyúzási költség tekintetében ez a leghatékonyabb szivattyúszabályozási mód (5. ábra).

Az utolsó, 5. verzió esetében, már nem dinamikus szeleppárokat, hanem a minden egyes fogyasztónál dinamikus beszabályozó szelepet alkalmazunk. Láttható, hogy a 1. verzióval összehasonlítva kb. 1 méterrel magasabb a szivattyú emelőmagassága, azonban az arányos nyomástartásnak köszönhetően a szivattyúzási energia messze a legalacsonyabb (6. ábra).

A szivattyúzási költség csökkentése tekintetében tovább árnyalható a kép, ha azt is figyelembe vennénk, hogy a fan-coil-készülékek milyen szabályozó szeleppel vannak ellátva. Csak on/off szabályozású termoelektromos meg-

hajtókkal, vagy folyamatos szabályozású motoros szelepekkel. A folyamatos szabályozás esetén ugyanis még tovább lehetne finomítani a részterhelések során kialakuló térfogatáram-igényeket. Ez azonban további, még alaposabb vizsgáldást igényelne.

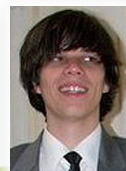
Összefoglalás

Egy átlagos méretű családi ház esetén (ahol a radiátorok termosztatikus szeleppel vannak felszerelve) a csekély hidraulikai ellenállás miatt a statikus beszabályozó szelepek használata mellett elegendő tehát a frekvenciaváltós szivattyú alkalmazása. Azonban a kiterjedtebb, változó térfogatáramú fűtési hálózatok esetén (panelrekonstrukció, irodaházak, bevásárlóközpontok stb.) a szivattyúzási költség csökkentése céljából (is) érdemes a dinamikus beszabályozó szelepek/szeleppárok alkalmazása. A szivattyú nyomástávadójának kihelyezése abban az esetben jelent érdemi megtakarítást, amennyiben az elosztó hálózat ellenállása jelentős a szivattyú és a kihelyezett nyomástávadó között.

A változó térfogatáramú hidraulikai hálózat számtalan előnye mellett azonban van egy óriási hátránya is: az ára. Ha megfelelő módon szeretnénk megoldani a nyomáskülönbség-stabilizálást, hidraulikai beszabályozást, azért, hogy (többek között) a hőmérséklet-szabályozás pontos legyen, a beruházás szinte biztosan többet fog kerülni, mint egy állandó térfogatáramú hálózat. A költségmegtakarítás tehát nem a beruházói, hanem az üzemeltetői oldalon fog jelentkezni. És amint láttuk, ez nem is olyan kevés!



VÖRÖS SZILÁRD
az IMI International Kft. munkatársa,
okl. épületgépész mérnök



SZÉNÁSI RAJMUND
a BME M. Sc. épületgépész hallgatója