

Fűtési tapasztalatok befecskendezős levegős hőszivattyúval II.

A MÁRCIUSI SZÁMBAN KÖZÖLT CIKKÜNK TERJEDELME NEM TETTE LEHETŐVÉ, HOGY A BEFECSKENDEZŐS LEVEGŐS HŐSZIVATTYÚS RENDSZER TÁVFELÜGYELETTEL TÖRTÉNŐ RENDSZERES FIGYELÉSE KÖZBEN SZERZETT ÉS FELJEGYZETT TAPASZTALATAINK ELEMZÉSÉT IS ISMERTETHESÜNK, EZÉRT MOST EZEK KÖVETKEZNEK.

Levegős hőszivattyú kiválasztásának szempontjai

A hőszivattyúkat jól hőszigetelt épületekre és alacsony hőmérsékletű felületfűtésre és -hűtésre érdemes alkalmazni!

Befolyásolja a kiválasztást, hogy van-e, illetve akarunk-e kazánt, ezáltal monovalens vagy bivalens üzemeltetési módot akarunk-e elérni.

A gép teljesítményének meghatározásához a lehető legpontosabban meg kell határozni az épület téli fűtési hőszükségletének és nyári hőterhelésének értékét. Az épületek egyre fokozottabb hőszigeteltségével a hőszükséglet nagymértékben csökken, ezért lehet, hogy a hőterhelés fogja meghatározni a szükséges gépteljesítményt. A fűtési és hűtési igény csökkentési lehetőségeit egyeztetni kell az építetővel, amelynek nemcsak beruházási, hanem (sőt elsősorban) üzemeltetési költségvonzatai vannak!

Ma már nem lehet „kapásból” azt mondani, mint a kazánoknál szokásos, hogy jó lesz egy 24 vagy 40 kW-os készülék. A fajlagos fűtési hőszükséglet a régebbi (B30-as téglá és gerébtokos ablakok korszakában) 50-60 W/m³ helyett 15-20 W/m³, fokozottabb hőszigetelés és hővisszanyerős lakásszellőztetés esetén pedig 10 W/m³ körül adódik.

Tapasztalatunk szerint a kiválasztás során a GEO-tarifa sajátosságát is figyelembe kell venni, vagyis igenis foglalkozni kell a 2+2 óra üzemszünet következményeivel. Tipikusan monovalens megoldásokban fokozott hangsúlyt kap a 4 óra üzemszünet, melyet a megfelelően nagyméretű HMV-tároló felfűtése tovább fűszerez. Általában egy könnyed legyintéssel szokták elintézni a GEO-tarifa-szünet okozta helyiség-hőmérséklet-csökkenést, mondván, egy jól hőszigetelt, korszerű épületben 2 óra kimaradás nem okozhat negatív tranzienszt. Azonban, ha azt is figyelembe vesszük, hogy miután visszakapjuk a geo-áramot, a hőszivattyúnk újabb 1 órát tölt(ene) használati melegvíz-készítéssel, máris „érdekessé” válik a hőforrásunk kihasználása. A korszerű épületautomatika-rendszerekben – mint amilyenekkel egyébként a cikksorozatunkban szereplő adatokat, diagramokat is előállítottuk a mérések során – egyszerűen felállíthatók azok a folyamatleírások, melyek segítségével az előbbieken szereplő GEO-tarifa-illesztést figyelembe tudjuk venni. Jellemzően a megfelelően időzített HMV-készítést vagy akár a GEO-szünet előtti épület-felfűtést említhetnénk, melyekben

a tervezett áramkimaradás előtt végeztetjük el a feladatot a levegős hőszivattyúval. Egészen konkrétan például a reggel 6 és 8 óra közötti áramszünetre egy kb. reggel 5 órai HMV-készítést céloznánk. Nyilvánvaló az is, hogy az ilyen jellegű programozott felfűtések hagyományos, például merülő termosztáttal nem oldhatók meg; analóg hőmérsékletjelek képesek csak kiszolgálni az adott feladatot, általuk nyílik lehetőség az időbeni lefutások befolyásolására. Ma már az adaptív helyiség-hőmérséklet-szabályozás általános dolog, azonban egyéb, mint például GEO-szünetet figyelembe vevő szabályozás még nem túl gyakori.

Összességében tehát nemcsak az épület hővesztesége, hőterhelése döntő a kiválasztás során, de a melegvíz-készítés és a hőszivattyús GEO-áram jellege is nagymértékben befolyásolhatja a helyes megoldást.

Puffertároló kell vagy nem?

Az átmeneti időszakban történő gyakori ki-bekapcsolásokból adódó alacsonyabb COP javítása érdekében beszélni kell az inverteres gépek alsó teljesítményhatárához illeszkedő puffertároló alkalmazásáról.

Az inverteresség nagyon hasznos, sokkal jobb, mint az egyfokozatú kompresszor, de ez sem képes csodát csinálni, az alsó határ alatt az is ki-bekapcsol. Azért is fontos jól illeszteni a gépet az igényhez, hogy az igen nagy előnyt biztosító inverteres működést minél jobban ki tudjuk használni. Jellemzőképpen bemutatjuk 3 különböző teljesítményű gép inverteres fűtési és hűtési működési tartományát az 1. táblázatban.



Lehet ugyan mondani, hogy mivel az alsó határok közel azonosak, ezért biztonságból nagyobb gépet választunk, de ezt a gondolkodási módot a nagyobb beruházási költség miatt nem tartjuk helyesnek.

Véleményünk szerint a puffertároló beépítése sokkal kevésbé indokolt, mint az egyfokozatú kompresszorral működő gépeknél. Javítani lehet ugyan vele a COP-t, de nem megfelelő alkalmazása esetén rontani is lehet azt (lásd a hidraulikai váltó fejezetben leírtakat).

HMV-termelés

Kizárólag csak a fűtési és hűtési igényhez jól kiválasztott gép teljesítménye minden bizonnyal kevés a komfortos igényeket kielégítő HMV-termeléshez. A kisebb fűtőteljesítmény, alacsonyabb víz hőmérséklet és jóval kisebb „delta T” miatt nagyobb tároló beépítése javasolt, melyet természetesen például napkollektor alkalmazásával szintén lehet fűteni. Sajnálatos módon csak igen kevés tartálygyártó készít kifejezetten hőszivattyúkhöz való – vagyis jócskán megnövelt felületű – indirekt hőcserélős tárolót, melyeket egyébként épp borsos árukról lehet felismerni. Jól bevált megoldásként terjedőben van a külső lemezes hőcserélővel történő HMV-készítés, ez azonban csak kiválasztó programban történő ellenőrzés után célszerű beépíteni.

Összetettebb fűtési-hűtési rendszerek

Olyan épületeknél, ahol a helyiségek fűtésén és hűtésén kívül meg kell oldani az uszoda- és jacuzzi-víz melegítést, a lakás és az uszodater szellőztető rendszerének ráfűtését, a gépkocsi-rámpa, a járdák és lépcsők hó- és jégmentesítését, a hőtermelő oldalon pedig a megrendelői igényeket kielégítő hőszivattyú + kondenzációs kazán + napkollektor + vizes kandalló + pelletkazán (ez nem a cikkírók fantazmagóriája, mert van ilyen igény, nem is teljesen egyedi) együttes alkalmazását, a megfelelő elvi kapcsolat kialakítása során feltétlenül indokolt egyeztetni a készülékeket (hőforrást, automatikát) forgalmazó cégek műszaki kollégáival! Fontos: a gépészet részéről megálmodott kapcsolást egy rugalmasan paraméterezzhető, szabadon programozható automatikarendszerrel ki is kell majd szolgálni, melyhez mindenképp szükség van az egyes folyamatokat leíró összetett algoritmusra. Ez a látszólag elenyésző feladat olykor nem kis fejtörést is okozhat, nem is

Befecskendezős levegős hőszivattyú inverteres működési határa

	FŰTÉS			HŰTÉS		
	Alsó határ (kW)	Felső határ (kW)	Alsó/felső határ (%)	Alsó határ (kW)	Felső határ (kW)	Alsó/felső határ (%)
■ 1	4,5	10,2	44,11764706	4,9	8,1	60,49382716
■ 2	4,5	14	32,14285714	4,9	11,4	42,98245614
■ 3	5	16,6	30,12048193	5,5	14	39,28571429

beszélve a kitalált szabályozási feladat megvalósításáról. A tervezés és kivitelezés során fokozott figyelmet kell fordítani a teljes körű hidraulikai beszabályozás és az igényeket kielégítő szabályozás megvalósítására.

Hidraulikai váltó

1. Amennyiben a hőszivattyús rendszer tartozéka egy olyan beltéri hidraulikai blokk, amely

a kondenzátor vízoldalán keringtető szivattyút is tartalmaz, nagy valószínűséggel szükség van hidraulikus váltó beépítésére, mert a szivattyú emelőmagassága többnyire nem elegendő a fűtési-hűtési rendszer ellenállásának legyőzésére, másrészt a többnyire állandó fordulatszámú szivattyút nem szerencsés sorba kötni a rendszer elektronikus fordulatszám-szabályozású szivattyújával. A túláramszelepek alkal-

1. kép: Nappali szoba hőmérséklet-beállítása a hét minden napján 5 különböző időszak programozási lehetőségével

NAPPALI HŐMÉRSÉKLET BEÁLLÍTÁS

REF. HŐFOK
23.5°C

VALÓS HŐFOK
22.8°C

ÜZEMMÓD

GYORS FELFŰTÉS ENGEDÉLY

GYORS FELFŰTÉS
BEKAPCSOLÁSI dt: 3.0 °C
KIKAPCSOLÁSI dt: 1.0 °C

HŐMÉRSÉKLET IDŐPROGRAM

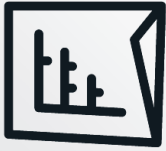
IDŐPONTOK	8		10		16		18		8	
	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC
HÉTŐ		20.0		22.5		20.0		22.8		
KEDD		20.0		22.5		20.0		22.8		
SZERDA		20.0		23.5		20.0		22.5		
CSÜTÖRTÖK		20.0		22.5		20.0		22.5		
PÉNTEK		20.0		22.5		20.0		22.5		
ÜZEMMÓDOK	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC	ÓRA	PERC
SZOMBAT		20.0		22.5		20.0		22.5		
VASÁRNAP		20.0		22.5		20.0		22.5		

CSÖNKENTETT HŐMÉRSÉKLET: 18.0 °C

FAGYVÉDELMI HŐMÉRSÉKLET: 14.0 °C

ÜZEMMÓD JELMAGYARÁZAT

NORMÁL
 CSÖNKENTETT
 FAGYVÉDELMI
 ÁLLANDÓ ÜZEM
 KIKAPCSOLVA



Mottl Gábor, Kiss Gábor:

Fűtési tapasztalatok befecskendezős levegős hőszivattyúval II.

mazása egykor nagyszerű megoldásnak tűnt, ezek ma már csak a kevésbé átgondolt, gazdaságtalan hidraulikai rendszerek tartozékai.

Többször tapasztaltuk, hogy a beépített hidraulikai váltó primer és szekunder oldalán – nem megfelelő tervezés és/vagy kivitelezés miatt – jelentős térfogatáram, ebből adódóan jelentős (akár 5-6 K) hőmérsékletkülönbség alakul ki. Ez kazánál gyakorlatilag nem jelent problémát, hiszen a „váltóra kitett” opciós előremenő fűtővíz hőmérsékletérzékelővel kompenzálni lehet a keveredés okozta veszteséget. A gyakorlott hőszivattyús fűl a fentiek hallatán rosszat sejt: azért készítettünk 35 °C-os víz helyett például 45 °C-osat, hogy a beépített és működtetett hidrováltó „vesztéséget” kompenzáljuk. Anélkül, hogy leírnánk a konkrét COP-romlást, a tapasztaltabb megújulások már tudják, hogy akár a teljes rendszer gazdaságtalanságába is kerülhet egy-egy ilyen jól sikerült megoldás.

2. Amennyiben nincs hidraulikai blokk, célszerű úgy tervezni, hogy hidraulikai váltó nélkül, csak a rendszerre kiválasztott változó fordulatszámú szivattyú legyen beépítve! Célszerű biztosítani, hogy fűtési és hűtési igény nélküli időszakokban, valamint a GEO-tarifás szünetben ne járjon a szivattyú! (Üzemeltetési tapasztalattal bírók pedig már azt is igényelik, hogy üzemszünet esetén is működjön a letapadásvédelem, vagyis minden forgórészrel bíró eszközt a beállítás elkerülése érdekében rendszeresen meg kell mozgatni.

Dinamikus felfűtés megoldása

A 10 kW-os hőszivattyú nem tud olyan dinamikus lenni, mint egy 24 kW-os kazán, ezért a csökkentett üzemmód alkalmazása (az időbeállítás és hőmérsékletcsökkenés mértékének) során – különösen a nagy tehetetlenségű padlófűtésnél – erre figyelemmel kell lenni! Az alkalmazott távfelügyeleti rendszer lehetőséget ad a dinamikus felfűtésre, ami ugyan COP-romlással jár, de összességében az energiafogyasztás csökkentésén kívül javít az említett problémán. A befecskendezős levegős hőszivattyú dual-setpoint gyári előkészítéssel rendelkezik, vagyis két egymástól eltérő előremenő víz hőfok parancsolható külső bemenetről vezérelve. Dinamikus felfűtés esetén egy maga-

sabb, fix előremenő víz hőmérséklettel biztosítható a gyors felfűtés, melynek végeztével az időjárásfüggő vízkészítés veszi át a szerepet.

Hőszivattyú teljesítményének változása

Beruházási és üzemeltetési költségek szempontjából nagyon fontosnak tartjuk, hogy a hőszivattyú teljesítménye ne változzon +7 és -15 °C külső hőmérséklet között, mert különben vagy nagyobb gépet (kb. kétszer akkora) kell választani, vagy elektromos fűtésrészegítést kell alkalmazni, ami lerontja a COP-t.

A befecskendezős hőszivattyúk a bennük alkalmazott egyedülálló vegyes-fázis befecskendezéssel oldják meg ezt a problémát, melynek köszönhetően nemcsak a teljesítményük állandó -15 °C-ig, hanem még -25 °C-ban is a névleges teljesítményük 75%-ával biztosítják az épület fűtését.

Leolvasztás, az olvadékvíz fagymentesítése és elvezetése

Az előző cikkünkben leírtak szerint a gép belső automatikája elvégzi a lejegesedés megszüntetését.

A gépnek opciós tartozéka az olvadékvíz felvételére szolgáló tálcá, mely a beépített fűtés segítségével a leolvasztott jeget a szintén fűtött lefolyócsőben fagyvédett szifonig vezeti. Az olyan telepítéseknél, ahol a kültéri egység teraszra vagy járda felett került elhelyezésre, a korrekt megoldás érdekében fűtött olvadékvíz-tálcát kell beépíteni!

A tálcáfűtés teljesítményét az adott kialakítás függvényében lehet meghatározni; elvezetés hossza, kialakítása stb.

Olvadékvíz-elvezetési megoldások:

- épület belső lefolyóhálózatára kötni szifonnal (!?), minél rövidebb szakasszal, elektromos fűtéssel, tálcát is fűteni;
- talajba vezetve, elszívárogtatással, a vezeték és tálcát szintén fűteni;
- az első két lehetőség hiányában kondenzvízszivattyúval ajtó fölött átemelve lefolyóhálózatra kötni szifonnal. Nálam a kazán + boiler biztonsági szelepek lefűtató vezetékének tölcserébe vezettük.

Bevallom (Mottl Gábor), hogy nem voltam tisztában a leolvasztás módjával. Azt hittem, hogy – mint HMV-előnykapcsolásnál kazán esetében – ekkor a fűtési hálózatba részben vagy egészben nem megy ki fűtőtelsítmény, hanem a leolvasztásra fordítódik. Nem így van; lejegesedéskor a hőszivattyú leolvasztási üzemmódba áll át, a kültéri egység kompresszora a hőcserélőbe közvetlen forró gázt juttatva leolvasztja azt, miközben – a hűtőkör folyamat fenntartása érdekében – az addigi beltéri fűtőfelület hirtelen visszahűl. A folyamat olyan intenzitású is lehet, hogy a kb. kétperces leolvasztás alatt az épület főköri szivattyúját feltétlenül járni kell az esetleges elfagyás megelőzése érdekében.

Példa: 2009. 12. 20. 21 óra 45, $\frac{t_{\text{külső}}}{t_{\text{előremenő}}}$ / $t_{\text{visszatérő}} = -13,2/41,2/35,5$

■ 3 perc múlva -8,2/28,1/35,2

■ 17 perc múlva -13,2/41,2/33,7.

A COP közben alig változott.

A hőszivattyú helye

Családi házban szinte biztos, hogy meg lehet találni a jó helyet a kültéri egységnek. Társasházban a csak egy lakást ellátó levegős hőszivattyú beépítése valamivel nehezebb, annak látványa, hangja és önmagában a többi lakó ellenkezése miatt. Szerencsére egyre több az olyan példa, amikor új társasházak építése során oldják meg a fűtési-hűtési energiaellátást megújuló energiát hasznosító készülékekkel.

Standby fogyasztás

A gép üzemszünetében a standby áramfogyasztás teljesítményértéke kb. 40 W. Ennek főleg az átmeneti időben van (nem túl nagy) jelentősége, amikor a gép sokat áll. Egy leválasztó kapcsoló beépítésével ezt a felesleges fogyasztást is el lehet kerülni.

A COP függ:

- a külső levegőhőmérséklettől,
- a külső levegő páratartalmától,
- a fűtővíz hőmérsékletétől,
- a fűtővíz hőmérséklete állandó vagy időjárásfüggő szabályozású,
- a kompresszor ki-bekapcsolásainak számától,
- üzem közben az inverteres tartomány melyik részén működik a gép,



- üzem közben milyen fordulatszámokon működnek a ventilátorok,
- a leolvasztások számától és időtartamától.

A gép üzemideje, az áramfelhasználás és ezzel együtt az üzemeltetési költség nemcsak a COP-tól függ, hanem

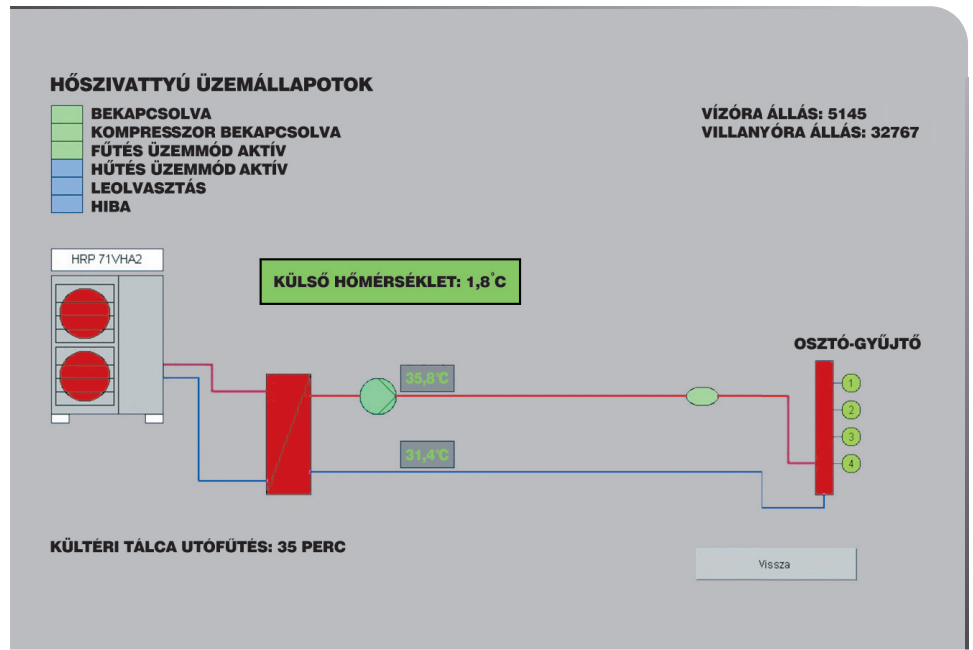
- az épület hőszigeteltségétől,
- a helyiségekben tartott hőmérsékletek értékétől,
- a helyiségenkénti hőmérsékletszabályozástól,
- a programozástól (csökkentett üzem mód),
- a szellőztetési megoldástól és szokásoktól.

Megtérülési idő

A cikkeinkben leírt műszaki tapasztalatok túlnyomó részben kedvezők. Ugyanakkor – annak ellenére, hogy mindketten elkötelezett hívei vagyunk a megújuló energiák alkalmazásának – a távfelügyeleti rendszerrel figyelt rendszerek üzemeltetési eredményei alapján őszintén el kell mondanunk, hogy a jelenlegi gáz- és GEO-tarifás elektromos áramtarifák mellett, meglévő épületre a megtérülési idő kitolódhat. Annak ellenére, hogy a befecskendezős levegős hőszivattyú átlag szezonális COP értéke min. 3,5-del vehető figyelembe, valamint beruházási költsége jelentősen kedvezőbb, mint egy víz-víz hőszivattyúé, a megtérülést főként a meglévő épület, lakás felújítás előtti gázfogyasztása fogja meghatározni.

Csak prognosztizálható, hogy hogyan fog változni a gáz és elektromos energiák ára a közeljövőben. Az elmúlt időszak trendjeit figyelembe véve biztosnak látszik, hogy a gázár-növekedés meredeksége jóval nagyobb lesz, mint az elektromos tarifáé; következésképpen ténylegesen közgazdasági feladat a megtérülés meghatározása. A helyzetet remélhetőleg egyszerűsíteni és nem bonyolítani fogja a megújuló energiák alkalmazásának szélesebb körű támogatása. Új épületnél egy – a hőszivattyúval azonos műszaki színvonalú – kazán és hűtőgép csekély árkülönbsége a fentivel sokkal kedvezőbb megtérülési időt tesz lehetővé.

Beszélhetünk a várható megtérülésről – a fentiek alapján nagyon nagy bizonytalansági tényezőkkel –, de van egy nem forintális tényező is, amit nem lehet figyelmen kívül hagyni. Az interneten olvasható volt (a nyomtatott mé-



2. kép: A fűtési hálózat kapcsolási sémája, az üzemállapotok jelölése, a külső hőmérséklet, az előremenő és visszatérő vízhőmérséklet értékei.

diában szinte egyáltalán nem), hogy megépült egy orosz olajat a Csendes óceán partjához szállító (tehát a kínai és japán piacot ellátni képes) vezeték, és kb. 2 éven belül követi ezt a gázvezeték. Kommentár nélkül mindenki (építető, tervező, kivitelező és forgalmazó) gondoljon arra, amire akar és tud.

A jövőre a jelenlegi tudásunk alapján fel kell készülni!

Megint csak a cikkünk végére maradt egy fontos, ha nem a legfontosabb szempont; a környezetvédelem. Nem kérdés, hogy a CO₂-kibocsátás a levegős hőszivattyúk alkalmazásával jelentősen csökken. Az évenként vállalt kvóták betartását csak az egyértelműen növekvő megújuló energiák alkalmazásával lehet betartani. Még mindig hisszük, hogy a zöld-szempont is hamarosan a beruházás egyik sarkalatos eleme lesz.

És még egy szempontot említsünk meg. Egy autót, egy házat, lazacot, sört stb. nem a megtérülés miatt vesznek meg az emberek, hanem hogy az igényeiknek és persze a lehetőségeiknek megfelelő körülményeket teremtsenek maguknak. Jó lenne ezért elérni, hogy az energiaellátó rendszereknél sem vagy leg-

alábbis ne csak a megtérülés bizonyítása legyen a lényeges kérdés.

A komplex energia-csökkentés logikai sorrendje:

Jól hőszigetelt épület – alacsony hőmérsékletű felületfűtés – magas hőmérsékletű felülethűtés – időjárásfüggő szabályozás – helyiségenkénti hőmérsékletszabályozás – változó fordulatszám-szabályozású szivattyú – jó COP-t biztosító hőszivattyú. Bizhatunk abban is, hogy nem sok idő múlva a készülékek energiaellátása is sokkal kedvezőbb lesz napelemek alkalmazásával.

Összefoglalás

A távfelügyeleti rendszer segítségével gyűjtött adatokból rengeteg következtetést lehet levonni, számolni, diagramokat gyártani, számolni újabb paramétereket, és figyelni mindezek időbeni alakulását. A távfelügyeleti rendszer kiváló lehetőség arra, hogy a hőszivattyú működését az adott épülethez illesztve a lehető legjobb üzemeltetési eredményeket lehessen elérni, de ami ennél is fontosabb; a megismert tapasztalatokat újabb rendszerek tervezésénél, kialakításánál már azonnal lehet alkalmazni. ■