

Az utóbbi években egyre ismerősebben cseng az épületgépész szakma számára a VRF (Variable Refrigerant Flow) rövidítés. 2005 szezonkezdetére a legtöbb ismert gyártó megjelent a saját VRF rendszerével a magyar piacon. Ezek a rendszerek tekinthetők az adott márka csúcstermékének, a fejlesztőmérnökök azon dolgoznak, hogy saját egyedül hűtőkör és szabályozási megoldásokkal különböztessék meg a többi márkától. A VRF rendszerek minősége és megbízhatósága, a szabályozás áttekinthetősége jellemzően egyenes arányban áll a márka által gyártott monospittek és egyéb légkondicionálók minőségével, szabályozási színvonalával, így véleményünk, tapasztalatunk az adott gyártó egyéb termékeivel kapcsos-



Változó hűtőközeg-áramú (VRF) rendszerek tervezési, kivitelezési szabályai, trükkjei

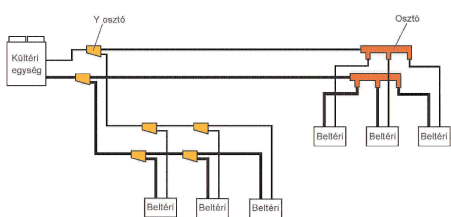
A cikk segítséget nyújt abban, hogy milyen elemekből áll össze a változó hűtőközeg-áramú rendszer, melyek azok az „ököl szabályok”, amelyekkel biztonságosan tervezhetünk és kivitelezhetünk. Az egyes gyártók rendszerei között sok hasonlóság van tervezési, telepítési szempontból, éppen ezért cikkünk hasznos más rendszert telepítők számára is, de a cikkben levő gondolatok, információk teljes mértékben a Fujitsu Airstage VRF

rendszerére igazak. Egy épületben fellépő komforthűtési, légkondicionálási igények rendeltetéstől függően különbözők lehetnek, de legtöbbször olyan megoldást kell tervezni, amely nagy, egyidejű kiterjedt és egyedi kis igényt is gazdaságosan ki tud elégíteni. További kíváncságot, hogy minél kevesebb kültéri egység minél kisebb alapterületet foglaljon el, és a beltérben is a rendszerhez tartozó gépészeti berendezések (beltéri, szabályzó, csővezetékek, szerelvények) kis helyigényűek és esztétikusak legyenek. Ezeket figyelembe véve a neves márkák csúcstechnikájú hűtőkör alkatrészeket és megoldásokat alkalmazva az energiahatékonysági tényezőt (COP) tekintve a jelenleg kiváló, 3 feletti értéket érnek el. A hűtőkör megoldásoknál a kültéri egységben általában inverter-technikát vagy impulzusmodulációs mágnesszeleppel szabályozott hűtőközegáramot alkalmaznak, vagy például 3 különböző teljesítményű scroll kompresz-

zor lépcsőkapcsolásos üzemet egészítik ki célnyomás-egyensúlyszabályozással. Az olaj kültéri egységben tartásáról, illetve visszavezetéséről olajválasztó és/vagy olaj-visszaáramoltató funkció gondoskodik, a függőleges csőszakaszokba nem szükséges olajzsákot szerelni.

A beltéri egységek kiválasztásában a tervező vagy a megrendelő nagy szabadsággal bír, példának esetében 10 típus 39 modelljéből válogathat 2-17 kW hűtési teljesítményig. Minden beltéri egység tartalmaz hűtőkör szűrőt és expanziós szelepet. Kialakítás szerint lehet oldalfali, parapet, mennyezeti, kazettás, lépcsatornáhozható kivitel, amelyekből gyártótól függően maximum 16-64 darabot lehet egy kültérihez telepíteni. A beltéri egységeket

Csak hűtős és hőszivattyús rendszer felépítése



latban segíthet a jó választásban. A VRF rendszerekről az első benyomás az, hogy bonyolult, a gyártók és a forgalmazók szeretik misztifikálni e rendszerek tervezését, szerelését és beüzemelését. Felmerül a kérdés: Meg kell-e ijedni a VRF rendszerektől?



úgy kell kiválasztani, hogy a névleges hűtőteljesítményük összege a kültéri névleges értékének 50-130%-a közé essen. Ez gyakorlatilag azt jelenti, hogy egy 28 kW-os kültéri egység 14-36 kW közötti össz névleges hűtőteljesítményű beltérrel alkothat egy rendszert. A VRF rendszer lehet csak hűtős, hőszivattyús vagy hővisszanyerős (épületen belüli egyidejű hűtési és fűtési igény esetén helyiségek közötti hőtranszferálás).

A továbbiakban csak a hűtős, illetve hőszivattyús „kétcsöves” rendszerekre fókuszálunk. A VRF rendszer csőhálózatának felépítését hasonlíthatjuk egy klasszi-

kus víz közvetítőközeges kétcsöves fűtési rendszerhez. A VRF rendszer kültéri egységtől is egy szigetelt, tisztított hűtési rézcsőpár indul el gerincvezetékként, és a beltériket párhuzamosan, ún. Y-osztóval vagy csoportosztóval tudjuk leágasztani a gerincvezetékről. A VRF rendszer hűtőteljesítmény-oldali méretezése és szerkezeti elemeinek kiválasztási lépései a következők:

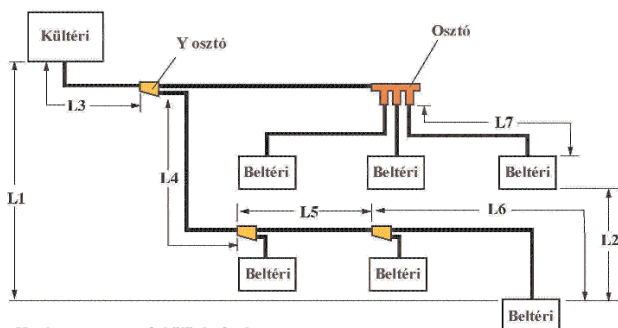
7. elektromos betáp és a jelátviteli kábelezés megtervezése.

Az első három lépés remélhetőleg nem szorul magyarázatra az épületgépész szakma számára, ellenben a 4. lépéstől a VRF rendszerek felépítése és műszaki jellemzői miatt számos korlátot és irányelvet kell figyelembe venni.

Hogyan határozom meg a csőhosszakat és a méreteket?

A „vizes” fűtési rendszereknél mondhatni korlátlan hosszúságú csőhálózatot telepíthetünk, hiszen a megfelelő szivattyúk kiválasztásával bármilyen reális műszaki igény kielégíthető. A VRF rendszereknél ez nincs így, mert a kültéribe telepített, meghatározott típusú kompresszorok feladata eljuttatni a hűtőközeget (jelenleg R407c vagy R410a) a beltérikhöz a komprimálás mellett. Viszonylag bonyolult hűtéstechnikai méretezések helyett minden gyártó tapasztalati szabályrendszerrel mellékel a csőhálózat szakaszhosszúságainak és átmérőinek

Csak hűtős és hőszivattyús VRF-rendszer csőhosszai



Maximum magasságkülönbségek:

1. Kültéri és beltéri között: 50 m (L1), 40 m max., ha a kültéri van alul
2. Beltéri és beltéri között: 15 m (L2)

Maximum csőhosszak:

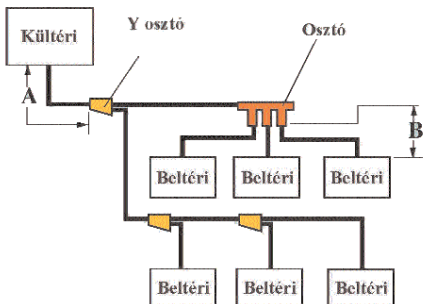
1. Kültéritől az első osztóig: 70 m (L3)
2. Kültéritől az utolsó beltériig: 100 m (L3+L4+L5+L6)
3. Osztótól a beltériig: 40 m (L6), (L7)

Teljes csőhossz: 200 m (folyadékcső-hossz)

1. a helyiségek hűtési szükségletének meghatározása a külső és belső hőterhelések alapján,
2. a beltéri és a távirányítók kiválasztása, csoportba tervezése és kültéri hozzárendelése a csoporthoz,
3. kültéri elhelyezése, csőnyomvonal meghatározása, Y-osztók és csoportosztók kiválasztása,
4. csőszakaszok megmérése, maximális csőhosszak betartása,
5. osztók méretének, csőátmérők meghatározása,
6. extra hűtőközeg mennyiségének a kiszámítása,



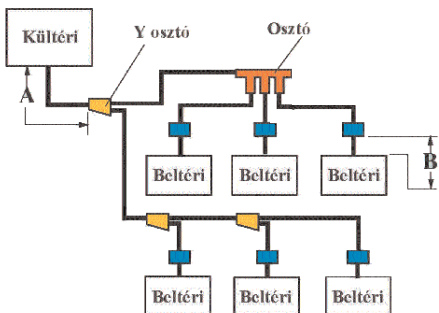
Csak hűtő/hővisszanyerős rendszer



CSŐ	KÜLTÉRHEZ KAPCSOLÓDÓ MÉRTEK	CSŐMÉRLET KÉT OSZTÓ ÉS IDOM KÖZÖTT		
		$Q^1 \leq 30$	$31 \leq Q^1 \leq 60$	$Q^1 \geq 61$
HÍVŐGÁZCSŐ	Φ 28,58	Φ 15,88	Φ 19,05	Φ 28,58
FOLYADÉKCSŐ	Φ 12,7	Φ 9,53	Φ 9,53	Φ 12,70

1. „Q” a beltéri teljesítménye

Hővisszanyerős rendszer



BELTÉRIK CSŐSATL. MÉRTEI (MODELLKÓD ALAPJÁN)					
MODELLKÓD	7,9	12,14	18,20, 24,25	30	36,45, 54,60
GÁZ CSŐ	Φ 9,53	Φ 12,7	Φ 15,88	Φ 15,88	Φ 19,05
FOLY. CSŐ	Φ 6,35	Φ 6,35	Φ 6,35	Φ 9,53	Φ 9,53

megtervezéséhez. Csőhosszon a szigetelt csőpárok hosszát értjük, méretezés szempontjából a folyadékalapú hűtőközeget szállító csőhosszról beszélünk. A Fujitsu esetében ezek a következők (több gyártó VRF rendszerére igaz):

Maximum csőhosszak:

- kültérítől az első osztóig maximum 70 méter,
- kültérítől a legtávolabbi beltérig 100 méter (egyenértékű csőhossz 120 méter),

- osztótól a beltériig 40 méter,
- teljes hálózat csőhossza 200 méter (folyadékcső-hossz).

Maximális magasságkülönbségek:

- kültéri és beltéri között 50 méter, illetve 40 méter, ha a kültéri van alul,
- beltéri és beltéri között 15 méter.

Ezek a korlátok azonban tág teret adnak a tervezőnek, kivitelezőnek, összevetve egy 2-3 kW hűtőteljesítményű split-klíma maximális csővezési távolságával, ami 15-20 méter, és egy 14-17 kW-os berendezés esetében is csak 30-50 méter körül van. A 40-50 méter magasságkülönbség megfelel egy 10-12 emeletes épület magasságának, míg a maximális csővezési távolságok akár egy 2000 m² feletti alapterületű épület esetén is elegendők lehetnek. Az átmérők meghatározása sem bonyolult az ökol szabályok alkalmazásával. A kültéri egységtől az első osztóig a kültéri saját csőméretével csővezünk, ez egy 28 kW névleges hűtőteljesítményű egységnek Ø12/Ø28 mm. Az első osztó után sem kell áramlási sebességet figyelembe véve, megengedhető fajtólva nyomáscsökkenésekkel számolva meghatározni a csőátmérőket, hanem a csőszakasz mérete az utána levő beltéri összes hűtőteljesítményétől függ. A beltéri előtti csőszakasz mérete a beltéri saját csőméretével egyezik meg. Az Y-osztó két különböző méretű lehet, a nagyság kiválasztása szintén a beltérik összteljesítményétől függ. Általános szabály, hogy Y-osztó után tehetünk másik osztót, de csoportosító után nem.

A cikkben nem foglalkozunk a beltériekben, illetve hőszivattyús rendszer esetén a kültériben keletkező cseppvíz elvezetésével, mert az irányelvek megegyeznek a „hagyományos” split- vagy fan-coil-os rendszereknél alkalmazott megoldásokkal. A rátöltendő plusz hűtőközeg mennyisége is a gyártók által táblázatos formában kiadott irányelvek alapján történik. A beltéri típusától függően beltérinként 0,4-2,0 kg-mal kell számolni, és a folyadékcső átmérőjétől függően ez a mennyiség Ø12 mm-nél 0,1 kg/méter, Ø10 mm-nél 0,05 kg/m és Ø6 mm-nél 0,03 kg/m. A kültéribe előre megadott mennyiség van betöltve (általában 0,75-1,8 kg-ig), amelyet le kell vonni, ha a gyártó másként nem rendelkezik.

Mi a helyzet a VRF elektronikai részével?

Azoknak az épületgépészeknek vagy hűtőtechnikusoknak, akik nem rendelkeznek elektromos képzettséggel,

sokszor okoz fejfájást a rendszerek elektromos betáp és jelátviteli része. Mind a kültéri, mind a beltéri egységek bonyolult microprocesszor által szabályozott mikrokapcsolókkal teleltűzdelte elektromos panelekkel vannak felszerelve. A beüzemelés kiterjedt, gyártóspecifikus rendszerismeretet kíván. Beüzemelést emiatt csak képzett, a rendszert ismerő szakszerelő végezzen. Azonban a kültéri és a beltéri közötti jelátviteli kábelezés egyszerűsége, letisztultsága jellemezheti a VRF rendszer műszaki kiforrottságát is. A Fujitsu esetében polaritásmentes, 2 eres, árnyékolt jelátviteli kábellel sorban, egymás után fűzzük fel a beltériket és a kültériket, és ezzel az egyszerű vezetékvezetéssel a legegyszerűbb helyi szabályozási igénytől a 400 beltérrel kezelő központi távvezérlésig keresztül az épületfelügyeleti rendszerbe (BMS) való kötésig minden megvalósítható. Ezt a kábelezést alap elektronikai ismerettel rendelkező szerelő is kis odafigyeléssel installálni tudja.

A VRF rendszerek szabályzó és monitoring opciói lehetőséget nyújtanak néhány különlegesnek mondható igény kielégítésére. Például gyártótól függetlenül 100-1000 beltéri egységet figyelhetünk és kezelhetünk csoportban vagy egyedileg, egyetlen központi távirányítóval a portáról vagy a vezérlőteremből. PC-szabályzón keresztül ezeken túlmenően hibaüzeneteket kaphatunk, karbantartási ciklusokat határozhatunk meg, statisztikákat kérhetünk, helyiségenként, lakásonként, cégenként a valós használat után kalkulálhatjuk a költségeket (villanyszámla-költségmegosztás), távfelügyeleten keresztül, telefonvonalon vagy interneten keresztül beavatkozhatunk.

Mivel a változó hűtőközeg-áramú rendszerek a közvetlen elpárologtatású rendszerek között csúcstechnikát képviselnek, ez az árszintjükben is megmutatkozik. Azonban számos olyan középület, irodaház, társasház, luxus családi ház épül, átépül, ahol az energiateljesítmény hatékonyság és a magas komfortérzet elvárás zajszint, tökéletes légállapot és esztétika szempontjából is. Ezen építményekben rugalmasságánál, variálhatóságánál, műszaki paraméterinél fogva a VRF rendszer tökéletes megoldás lehet.

Természetesen a cikk terjedelménél fogva nem ad minden kérdésre kiterjedt választ, de segít abban, hogy egy épületben felmerülő hűtési (fűtési) igényre rövid idő alatt VRF rendszert illeszthesünk, és eldönthessük, hogy megfelelő-e az adott feladatra. **Lánczi János**