

A párakicsapódásról fehéren feketén

Mennyezetfűtésről és -hűtésről a mindennapokban

Az elmúlt években jelentősen megnövekedett a mennyezethűtéssel megvalósított projektek száma, ezzel együtt a nyári időszakban egyre több helyről lehet hallani párakicsapódási problémákról, vagy nem megfelelő hűtési teljesítményekről. A témában sajnos nem sok elméleti anyagot találhatunk (sem szabványokban, rendeletekben; sem oktatási anyagokban, tanulmányokban) és az egyes gyártók tervezési segédletei sem kellő részletességűek. Nem hiszem, hogy néhány oldalban átfogó információt lehetne közzétenni, így inkább figyelemfelkeltés célú az alábbi írás.

A mennyezethűtés maximális teljesítményének alapvetően a párakicsapódás szabja meg a határt. Az MSZ CR1752 leír diszkomfortot okozó hűtési sugárzásos aszimmetriát, de a mennyezethűtésnél megfogalmazott „<14 °C” eltérés nem igazán lehet befolyással a tervezett rendszer maximális teljesítményére.

Felületi hőmérsékletek

Természetesen a különböző szerkezetekbe integrált csőrendszerek más és más műszaki tartalommal bírnak: különböző a csőátmérő, a csőosztás, különböző a cső és az adott szerkezet hővezetése stb., így elég nehéz általánosítani. Egy bizonyos, a rendszer nyári teljesítménye (hőelvonása) az átlagos felületi hőmérséklet és a helyiség levegőjének hőmérséklet különbségének függvénye.

A legegyszerűbb és talán legismertebb vakolatos rendszer esetében, leggyakrabban használt 16/19 °C hőfoklépcsőjű hűtőközeget, 26 °C-os helyiség levegőnél kb. 20-21 °C közötti átlagos felületi hőmérsékletet kapunk, ami 50-55 W/m² teljesítményt jelent. (Az egyes gyártók teljesítmény adataiban, számolt felületi hőmérsékletekben minimális eltéréseket láthatunk.) Ha pontosan nézzük a felületi hőmérsékleteket, akkor természetesen a beérkező cső alatt a leghidegebb, a csővégén, a csőtől távolabbi „inaktív” ponton lesz a legmelegebb a mérhető hőmérséklet. Hogy pontosan mit lehet majd mérni, azt tervezési fázisban rettenetesen nehéz meghatározni. Fontos például, hogy milyen típusú, hővezetésű a vakolat: régebben csakis cement bázisú, 0,87 W/mK hővezetésű vakolatokat javasoltak, minimum 8 mm takarással; ma már a legtöbb helyen gipszes, 0,6 W/mK hővezetésű anyagot használnak és maximum 5 mm takarást. És ez csak az elmélet – hogyan fog sikerülni a vakolás valójában? Vagy pl. milyen hőfokú lesz a hűtővíz, amikor a helyiségbe beér, az alapvezetéken mekkora lesz a hővesztés? Ráadásul a mérőműszerek sem tökéletesek, így a mért és valós felületi hőmérsékletekben is lesz eltérés! Saját tapasztalatom az, hogy vakolatos rendszer ese-

tében 16 °C-os előremenő esetén, pontosan kb. 18-23 °C közötti felületi hőmérsékleteket mérhetünk.

Alapadatok

Nyári méretezési légállapotra 32 °C külső léghőmérséklet és 40% relatív nedvességtartalom égett a fejembe anno. A legtöbb hűtő vagy légkezelő gép kiválasztást már 35 °C külső léghőmérsékletre és 40%-os relatív nedvességtartalomra választják, bár rövid keresgélést követően erre nem találtam hivatalos előírást. A régi MSZ 04-140-es szabványunk nyári hőterhelés számításra, órai bontásban 17,0-30,0 °C-os külső hőmérsékletet tartalmaz, ami – lássuk be – elég alacsonynak tűnik az utóbbi években tapasztalt hősegekhez képest. Ezen adatokon túl letöltöttem néhány mért adatot az idokep.hu oldalról. A választásom a Balaton közeli Tihany-Diós településrész adataira esett. Az 1. táblázatban ezen mért adatokat foglaltam össze. Az adatokat augusztus utolsó hetében nézegettem, amikor a többhetes hőseget követően megérkezett a hidegfront.

A külső légállapotokon túl belső párafejlődésről, nedvességterhelésről is beszélni kell! Az MSZ 04-140 tartalmaz erre vonatkozóan adatokat a szerkezetek vizsgálatához: pl. emberek nedvességleadása 50-250 g/h/fő, egy adag (4,5 kg) száradó ruha centrifugálást követően 50-200 g/h, konyha nedvességterhelése átlagosan 250 g/h, csúcsértéke 600-1500 g/h; fürdőszoba átlagos terhelése 250 g/h, csúcsértéke 700-2500 g/h! Mindezt csupán azért jegyzem meg, mert a belső nedvességterhelések miatt jellemzően a belső abszolút nedvességtartalom magasabb lesz, mint a környezeti érték!

Következtetés

A fenti táblázat alapján megállapíthatjuk, hogy ha 16/19 °C-os hőfoklépcsővel, belső 26 °C-os léghőmérsékletre, 20-21 °C közötti átlagos felületi hőmérsékletre, pontosan kb. 18 °C-os előforduló, akár 18 °C-os felületi értékekkel

1. táblázat. Tihany-Diós településrész időjárási adatai 2018. augusztus utolsó hetében

Tihany-Diós	Léghőmérséklet (°C)	Relatív páratartalom (%)	Abszolút nedvességtartalom (g/kg)	Harmatpont (°C)
MSZ 04-140 szerint 30 °C	30,0	40,0	11,0	14,9
MSZ 04-140 szerint 30 °C	30,0	50,0	13,5	18,4
Méretezési 32 °C, 40%	32,0	40,0	12,2	16,7
Méretezési 35 °C, 40%	35,0	40,0	14,5	19,4
2018. 08. 23. 15:00	31,0	57,0	16,5	21,5
2018. 08. 23. 16:00	31,4	49,0	14,5	19,4
2018. 08. 24. 13:00	27,7	67,7	15,7	21,3
2018. 08. 26. 15:00	15,0	86,0	9,5	12,7
2018. 08. 29. 16:00	26,0	45,0	9,5	13,2
2018. 08. 30. 15:00	26,0	50,0	11,8	14,8

(Forrás: idokep.hu)

leméretezzük a mennyezethűtési rendszert – „nem dőlhetünk hátra”, gondoskodni kell a párakicsapódás elleni védelemről is!

A párakicsapódás elleni védekezési lehetőségek (sorrendben az egyre jobb megoldások felé haladok):

– Találkozom olyan céggel, aki azt vallja, hogy 18/21 °C-ra méretez, fix 18 °C előremenő hőmérséklet állít be a kivitelező, „mert így biztosan nem lesz párakicsapódás”! A fenti táblázatban jól látható, hogy ez nem igaz! A harmatponti érték időnként akár 21 °C fölé is emelkedhet, így 18 °C-os előremenő hőmérsékletnél is lesz párakicsapódás a felületen (és a nem megfelelően szigetelt alapvezetéken, szerelvényeken stb.)!

– Fix, beállított 18 °C és vészleállítás harmatpont-kapcsolóval. Ez annyival jobb, hogy valóban elkerüljük a felületi párakicsapódást (ha a harmatpont-kapcsoló megfelelő helyen van!), de bizonyos időszakokban előfordulhat, hogy napokig leáll a hűtés az ingatlanban – épp akkor, amikor jó meleg, párás időjárás van. Van egy szuper mennyezethűtése a tulajdonosnak, ami épp akkor nem működik, amikor a legnagyobb szükség lenne rá!

– A megoldás műszaki tartalmát tekintve az előzővel azonos tartalommal bírnak azon helyiségenkénti vezérlések, amelyek tudják a vészleállítást, de nem tudnak beavatkozni az előremenő hőmérsékletbe! Annyival jobb ez a választás, hogy helyiségenként mérhető a páratartalom, helyiségenként tudja leállítani a hűtőközeget, de a kritikus időjárási viszonyok mellett itt sem lesz hűtés az épületben!

– Hasonló köztes megoldásnak kell tekinteni azon társasházi megoldásokat is, ahol központi gépházban történik a keverőszelep vezérlés! Előfordulhat az is, hogy alkalmas a szabályozó a páratartalom függvényében az előremenő hőmérséklet kikeverésére, de ezt a funkciót legtöbb esetben kiiktatják egy-két „tudatlan” lakótárs miatt. Ugyanis ha egy lakásban állandóan magas a páratartalom, akkor ők lesznek a „referenciák”, miattuk kell megemelni az előremenő hőfokot és miattuk kell „büntetni” magas előremenővel, így kis hűtési teljesítménnyel a többi lakást. Éppen ezért a legtöbb társasházban a központi keverőszelepet nem változó hőmérsékletre, hanem inkább fix előremenő értékre állítják! Ebben az esetben is vészleállítás funkcióval rendelkeznek az egyes lakások.

– Családi házak esetében a fentiekhez képest sokkal biztosabb és jobb megoldás, ha a mért páratartalom függvényében az előremenő hőmérséklet beállítható. A legegyszerűbb, legolcsóbb megoldás, ha egy referencia-érzékeléssel, egy olcsó vezérlővel oldják meg a feladatot. Egyrészt léteznek ilyen egyszerű vezérlési megoldások is, másrészt vannak olyan hőtermelők, hőszivattyúk, amelyek gyári, alap vezérlője tudja ezt a funkciót. (Hasonlóan, mint a gázkazánoknál: bizonyos gyártók alap vezérlője tudja az időjárás-követő vezérlést, bizonyos gyártóknál opcióként rendelhető és bizonyos gyártók-



1. kép. Párátlanító

nál még opcióként sem lehet kapni! Ezt érdemes ellenőrizni a hőszivattyú kiválasztásánál!) Sokkal jobb megoldás, mint a fenti „vészleállítások”, azonban két fontos dolgot meg kell említeni:

1. Ha megfelelő tanúsítást akarunk a házra, akkor szükséges a helyiségenkénti szabályozás,

2. A referencia páratartalom mérés továbbra is rejt egy kis hiányosságot a megoldásban, hisz a helyiségekben belül is előfordulhatnak eltérések a páratartalomban, így a referencia pont kiválasztása meghatározó fontosságú!

– Szabályozástechnikában a biztos és javasolt megoldás a helyiségenkénti páratartalom mérés és a mért adatok alapján a keverőszelepebe történő beavatkozás, azaz pára függvényében a hűtési előremenő meghatározása! Központi hűtéssel ellátott társasházak esetében akkor tudunk tökéletes megoldásról beszélni, ha lakásonként tervezünk keverőszelepet, így minden lakó a maga pára viszonyai alapján kapja a hűtővizet, más lakótárs felhasználói szokásai nem lesznek befolyással a lakás hűtővíz hőmérsékletére.

A megfelelő szabályozás kiválasztása előtt...

A fenti megoldásoknál közvetlenül a pára kicsapódási elleni védelemről volt szó. Természetesen vannak olyan tervezési megoldások, praktikus ötletek, amelyek a problémát megelőzik, a kicsapódás esélyét csökkentik. Gépész tervezőként azért van ennek nagy jelentősége, mert a szabályozás sokszor az elektromos kollégákhoz kerül, így nem lehet arra alapozni, hogy majd a villamos tervező kolléga, vagy villamos kivitelező megoldja... Ha van rá lehetőség, akkor olyan gépészeti rendszert kell tervezni, ahol a pára kicsapódás esélyét minimalizáljuk!

– Az első és legfontosabb „tanács”, hogy a hőterhelés számítását kellő pontossággal, részletességgel végezzük el! Ha irreális követelményeket támasztunk, akkor a méretezésnél is kényeszerű, alacsony hőmérséklettel kell a hőleadókat kiválasztani, megtervezni. Ha pontos, reális hőterhelés értékek jönnek ki, akkor egy lakóingatlanban minél nagyobb felületű hőleadóval, jó eséllyel magasabb előremenő hőmérsékletre tudjuk a rendszert leméretezni, így a pára kicsapódás lehetőségét mérsékelni tudjuk! (Pl. ha van árnyékoló, akkor számoljunk vele, vagy pl. ne számoljunk külső 40 °C-ban világítással, ne számoljunk 10 fővel az 50 m²-es lakásban stb.)

– Szellőztetés! A fentiekben írtam, hogy a belső nedvességterhelések miatt általában a belső abszolút nedvességtartalom magasabb szokott lenni, mint a külső. Ezen elmélet alapján elmondható, hogy szellőztetéssel szárazabb levegőt tudunk a helyiségekbe juttatni. Természetesen nem a zápor után kell szellőztetni! A záport követően néhány óráig kerüljük az intenzív szellőztetést!

– Mindkét fenti tanács vagy javaslat elsősorban a felhasználás függvénye! Érdemes a későbbi felhasználóknak az ő nyelvükön egyszerűen ezeket elmagyarázni. Ha a megrendelő tisztában van a rendszer „korlátaival” és megérti ezeket, akkor kicsi odafigyeléssel ő maga tud gondoskodni a komfortos és gazdaságos rendszer *folyamatos*

működésről. (Volt olyan ügyfelem, aki megmondta kerekperccel, hogy nem fogja az árnyékolót lehúzni és a Balaton parti nyaralóba neki nyitott teraszajtónál is biztosítani kell a belső 22 °C-os léghőmérsékletet. Mondtam neki, hogy akkor nem ilyen megoldás kell neki! „Ha 250 km/h-val akar száguldozni, akkor ne az 5 literes fogyasztású autót nézegetse! És fordítva: ha 5 literes fogyasztást akar, akkor ne akarjon 250-el száguldozni!”

– Mesterséges szellőztetés. Növekszik a hővisszanyerős szellőzéssel ellátott ingatlanok száma is. Érdemes lehet a külső és belső pára viszonyokat vizsgálni és azok alapján a szellőzés intenzitását változtatni! Tudtommal a legtöbb piacon kapható szellőztető rendszer ezt nem tudja, így valami egyedi PLC megoldással ki lehet egészíteni ezek vezérlését. Gondolhatunk itt olyan programra is, hogy pl. külső 13 g/kg abszolút nedvességtartalom esetén leállítják a szellőző berendezést egy-két órára. Tudom, hogy a rendeletben előírt 0,5 l/h-ás légcserével ezzel nem lesz biztosított, de talán egy rövid kihagyás nem okoz komfort problémákat a lakók számára.

– Olyan családi házakba, ahol a mennyezethűtés és központi hővisszanyerős szellőzés igénye felmerül, minden esetben javasolok a szellőző rendszerbe egy hűtőkalfert beépíteni. Nem kell, hogy a levegőt 6 °C-os vízzel „hűtsük”, csupán 10-12 °C-os előremenővel egy minimális szárítását biztosíthatunk a friss levegőnek. Ilyen előremenő esetén jelentősen nem romlik a hőszivattyú vagy hűtőgép hatásfoka sem, nem fog jelentősen megnövekedni a felvett villamos energia a hőtermelő gép oldalán! Ezzel csökkentjük a páratartalmat a helyiségben, ami egyrészt nagyobb hűtési teljesítményt eredményez (a szellőző levegőnek is lesz egy minimális hűtési teljesítménye!), másrészt a szárazabb levegővel a komfortot is növeljük a lakótérben!

– Ha nincs központi szellőzés és a természetes szellőztetés fenti „szabályára” sem tudunk hatással lenni, akkor még lehet egy vészmegoldás: a mobil párátlanító. Kb. 300W-os elektromos fogyasztással 0,9-1,0 l/h-ás párátlanító teljesítménnyel bírnak, ami biztosan elegendő egy kisebb lakás páratartalmának szükséges csökkentésére. Ha jól számolok, akkor egy 50 m²-es lakásban, 2,7-es belmagassággal, 13 g/kg abszolút nedvességtartalom esetén kb. 2,3-2,4 kg vizet tartalmaz a levegő. Ezek alapján 1-1,5 órás működést követően lefelezhető a relatív páratartalom a lakásban. Persze elég furán hangzik, hogy tervezünk egy sokmillió gépezeti rendszert és annak a tökéletes működéséhez javasolni/tervezni kell egy pár tízezres mobil kütyüt, de be kell látni, hogy ezen egyszerű megoldás minden problémát megoldhat!

JOÓ RENÁTÓ
épületgépész mérnök

