

Mennyezetfűtésről és -hűtésről a mindennapokban

Többször szóba került, hogy az energetika és a komfort sajnos nem „barátok”. Sőt, meggyőződésem, hogy teljesen ellenkező irányba haladnak! Az energetikai szabályozás szerint 2-3 évente egyre szigorúbb elvárásokat támasztanak az új építésű ingatlanok szerkezeteire és energiateljesítményükre vonatkozóan, amivel természetesen egyetértek – azonban a komfortról ritkán esik szó... Kevés a tapasztalat még azon kollégák esetében is, akik minden nap lakóingatlan fűtési rendszerével foglalkoznak, hisz amint megépül a tervezett ház, és talán begyűjtené a kolléga a tulajdonosi visszajelzéseket, már újabb szigorításokhoz érkezünk, és kezdhethetjük újra a tapasztalatszerzést. Ennek ellenére megpróbálok egy kis betekintést nyújtani egy példán keresztül egy új építésű ház padlófűtési rendszerének működésére vonatkozóan – komfort szempontokat is vizsgálva.

Padlófűtések napjaink lakóépületeiben

Alapvetően a mennyezeti fűtő/hűtő hőleadókat preferálom, de most szándékosan kívánok padlófűtésekkel foglalkozni. A mai napig több (általában idősebb) gépésztervezőkollégától hallom, hogy a „meleg levegő felfelé száll” és mennyezettel nem lehet fűteni. Ha ezen túllendülünk, akkor jön a „padlóval sokkal komfortosabb fűteni, mennyezettel hűteni kell” szöveg. Azt most nem kívánom kifejtetni, hogy a mennyezet sugároz és hatással van a padló felületi hőmérsékletére is, inkább nézzünk egy „tökéletes komfortot” biztosító padlófűtési megoldást.

Adott egy új építésű földszintes családi ház, annak délnyugati sarkában egy 14 m²-es hálószoba. Az épület szerkezetei és a ház energetikai szempontból a költségoptimalizált követelményeknek megfelel. A példa szoba a 6 határoló felületéből 4 lehűlő felülettel rendelkezik, és van rajta egy erkélyajtó és egy kis ablak is – mondhatjuk, hogy az épület leghátrányosabb helyisége hőszükséglet szempontjából. Külső -13 °C, belső 21 °C méretezési hőmérsékletek esetén a fűtési hőszükséglete 615 W, ami fajlagosan 44 W/m². (Költségoptimalizált szint, azaz ma épülő lakóépületek esetében ez már magas értéknek számít, a házak átlagos fajlagos hőveszteségének ennél kevesebbnek kell lennie!)

Ezt a 44 W/m² fűtési igényt a teljes szoba alapterületén fektetett, 25,7 °C-os átlagos felületi hőmérsékletű padlófű-

tési rendszerrel lehet biztosítani. (Parkettás szoba esetén ez 200 mm-es csőosztással, 16×2-es csővel kb. 35/30 °C-os hőfoklépcsőt jelent.)

Néhány éve még az okozott hőérzeti problémát, hogy túl magas volt a padló felületi hőmérséklete („lebegteti a port”). A komfort érdekében a tartózkodási zónában 29,0 °C-os hőmérsékletben korlátozták a maximális padló felületi hőmérsékletet. Ez kb. 78–80 W/m²-es teljesítményt jelent egy 21 °C-os szoba esetén. Egy új építésű házban nem lehetnek ilyen igények sem, így a „magas” felületi hőmérséklettől ma már egyáltalán nem kell tartani!

De térjünk vissza az épülő házunkhoz. Készítettem egy kis táblázatot, ahol a méretezési viszonyok mellett már valósághoz közeli állapotokhoz is rendeltem hőigényeket, illetve szükséges átlagos felületi hőmérsékleteket (1. táblázat).

Az 1. pontban látható a méretezési fűtési hőszükséglet, 2. pontban egy napsütéses -13 °C-os állapot látható, a 3. pontban bemegy a szobába a helyiség felhasználója (napsütés nélkül vagy éjszaka), a 4. pontban egy nappali, napsütéses állapotban tartózkodik a helyiségben, végül az látható, amikor „használja a helyiséget”, azaz bekapcsol egy tévét vagy számítógépet. Fontos megjegyezni, hogy mi, tervezők az 1-es pont szerinti állapotra méretezünk: azt kell meghatároznunk, hogy mennyi energiára van szükség ahhoz, hogy egy helyiség kifűthető legyen, ha nem süt a nap és nem tartózkodik a helyiségben senki.

Szóval tök jó, hogy a fűtési rendszert leméreteztük és a lakók távollétében is tudjuk biztosítani minden helyiségben a kívánt 21 °C-os szoba hőmérsékletet, de hőérzet szempontjából a „vizsgálandó szakasz” valahol a 3. és 4. esetek között indul. Azaz padló felületi hőmérsékletben, szélsőséges méretezési állapotban 24–25 °C közötti felületi hőmérséklettel. Mondhatjuk, hogy ez a maximális felületi hőmérsékletünk az épületben, amit a lakók érezhetnek! (Ezt vajon a 37 °C-os testünk melegen érzi-e?)

A tervezett épület padlójában 10 cm grafitos EPS szigetelést terveztek, mellyel a rétegtervi hőátbocsátási tényező 0,24 W/m² K értéket kaptam (megengedett érték: 0,30 W/m² K), mellyel a méretezési szélsőséges állapot esetében 18,7 °C-os „felületi légállapotot” adott eredményül a WinWatt-szoftver, ami alapján én azt gondolom, hogy valahol itt lehet a minimális padló felületi hőmérséklet -13 °C-os méretezési állapotban, amikor nem megy a padlófűtés.

Nézzük tovább a számokat és vizsgáljunk meg egy átlagos fűtési napot +4 °C külső hőmérséklet esetében! Egy átlagos fűtési napon a helyiség igénye 308 W. Üresen. Ha picit kisüt a nap, akkor 175 W. Ha beül a szoba lakója és picit kisüt a nap, akkor 59 W. Itt a helyiséghez tökéletesen illesztett fűtővíz esetén átlagos 21,6 °C-os felületi hőmérsékletet kell biztosítanunk.

		Hőszükséglet [W]	Fajlagos hőszükséglet [W/m ²]	Padlófűtés szükséges felületi hőm. [°C]
-13 °C-os külső hőmérsékletnél				
1	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereség nélkül	615	43,9	25,7
2	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereséggel	482	34,4	24,8
3	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereség nélkül és 1 fő ülő tevékenységgel számolva	499	35,6	24,9
4	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereséggel és 1 fő ülő tevékenységgel számolva	366	26,1	24,0
5	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereséggel és belső hőfejlődéssel (1 fő ülő tevékenység + 100 W-os TV)	266	19,0	23,2
+4 °C-os külső hőmérsékletnél (fűtési igény átlagos napja)				
6	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereség nélkül	308	22,0	23,5
7	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereséggel	175	12,5	22,5
8	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereség nélkül és 1 fő ülő tevékenységgel számolva	192	13,7	22,7
9	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereséggel és 1 fő ülő tevékenységgel számolva	59	4,2	21,6
10	Hőszükséglet napsugárzásból eredő hőnyereséggel és belső hőfejlődéssel (1 fő ülő tevékenység + 100 W-os TV)	-41	-2,9	?

1. táblázat

És végül nézzük a 10. esetet: átlagos fűtési nap, amikor picit kisüt a nap és a lakó használja a szobát: fűtési igény -41W! Azaz „melegszik” a szoba külső +4 °C esetén. Helyiségenkénti hőmérsékletszabályozás esetén a padlófűtés nem kapcsol be. Így a felületi hőmérséklete lehül arra az értékre, amit „nyugalmi” állapotában felvenne +4 °C esetén. A WinWatt eredményei szerint ez 19,4 °C a „felületi légállapot” a padlónál! (A kialakuló padló felületi hőmérséklet tekintetében nem a külső léghőmérséklet lesz a meghatározó, inkább az alatta lévő talajban kialakult hőmérséklet, de ezzel most ne foglalkozzunk.)

Összefoglalva a lényegét: a helyiség padló felületi hőmérséklete 19–25 °C között fog mozogni a fűtési szezonban. Egy átlagos fűtési napon a 23 °C-ot sem fogja elérni. (Parkettás helyiségben, 200 mm-es csőosztással, 16×2-es csővel a „dübörgő” padlófűtési rendszer kb. 27/23 °C-os fűtőközeget jelent.)

A hőérzet egy szubjektív kérdés, így embere válogatja, hogy ki milyen felületi hőmérsékletet szeretne. Azonban azt gondolom, hogy azt leszögezhetjük, hogy jelentősen a 37 °C-os testhőmérsékletünk alatt van az összes érték, így egyik esetben sem fogjuk a padlót melegnek érezni.

A probléma sajnos valós! Hetente kapunk felkérést, hogy nézzük meg, mi lehet a gond, „nem megy a padlófűtés!”. Az esetek többségében valami hasonló kommunikáció zajlik le a „reklamáció” során: Milyen hőmérséklet van beállítva a termosztáton? 22 °C. És milyen hőmérséklet van a szobában? 22 °C! ...hát akkor jól működik a fűtési rendszer és a szabályozása is!

A fenti példából kiindulva nézzünk meg, milyen folyamatok tapasztalhatók az épületekben?

A fenti helyiség az egyik legrosszabb helyiségünk a fajlagos veszteséget tekintve. Ebben az esetben az időjáráskövető szabályozót ehhez szükséges igazítani. Pontosan, számításokkal meghatározva! A példában szereplő átlagos fűtési napon, éjszaka (amikor alszanak, és nem járnak a padlón!) 27/23 °C fűtővízzel működik a padlófűtési rendszer. A többi helyiségben, ahol a fajlagos veszteségek kisebbek, ott ezzel a fűtővízzel „túlfűtöttek” lesznek a szobák, és ha mindegyikben van termosztát, akkor ki/be kapcsolgat a padlófűtés, nem működik folya-

matosan. (A felületi hőmérséklet még a fenti 22,7 °C-os értéket sem érheti el, csak időnként.)

Tételezzük fel, hogy az építészeti kivitelezés éppen a terv szerint sikerült, a gépész kivitelezők kiviteli terv szerint megépítették a fűtési rendszert (körönként be is szabályozzák terv szerint), és tételizzük fel, hogy a hőszivattyút üzembe helyező kolléga a terveken feltüntetett időjáráskövetőt állítja be a készüléken. És jön az újabb „probléma”, a kedves tulajdonos: „én rugalmasabb és gyorsabb rendszert szeretnék és melegebb padlót, így feltekerem az előremenőt a hőtermelőn!” A rendszer hirtelen túlméretezetté válik, még helyiségenkénti hőmérsékletszabályozással is óriási kilengése lesz a hőmérsékleteknek a padló hőtárolókapacitása és tehetetlensége miatt, így a padló felületi hőmérsékletével együtt a szoba hőmérséklete is jelentősen ugrálni fog! A szélsőséges szobáé is, a többiben pedig kiváltképp! Olyan példákat is tapasztaltam már, ahol egy-két órát megy a padlófűtés, túlfűtik a szobákat, majd akár napokig (!) be sem kapcsol újra!

Passzív ház padlófűtéssel. Egy ilyen épület átlagos fajlagos hőveszteség kb. 10 W/m² körül jön ki számítások alapján, -13 °C-ban, belső hőfejlődések nélkül. Biztosan állítom, hogy amelyik helyiséget használják, annak nem lesz fűtési igénye, túlfűtött lesz méretezési -13 °C esetén is. Ember legyen a talpán, aki ide komfortos fűtési rendszert tud tervezni!

Másik vesszőparipám az elektromos fűtések témaköre. Elektromos padlófűtések árulnak „jobb helyeken” 80–120 W/m² fajlagos teljesítménnyel és árulnak „hozzáértők” 220–240 W/m² teljesítményekkel is. A 240 W/m² kb. 44 °C-os padló felületi hőmérsékletnél mérhető! Hú, de jó lehet!

Mit lehet tenni, mi lehet megoldás vagy praktikus tervezési szempont?

Fürdőszoba vagy fürdőszobák. Ezen helyiségekben mindig melegebbet kell tartani. Viszont fontos, hogy ezen helyiségek csak időszakosan, rövid ideig használatosak. Ha optimális hőmérsékletet akarunk biztosítani a tartózkodási zónában, akkor nyilván egy „mértékadó” szobát kell kiválasszunk, a megfelelő előremenő meghatározására. Ha fürdőt választunk és magasabb előremenőt, akkor a huzamos tartózkodásra használt helyiségek biztosan túl-

méretezettek lesznek! A fenti példában szereplő, átlagos napon a 22–23 °C-os felületi hőmérsékletekkel egyértelmű, hogy a fürdőben a 24 °C-os levegő hőmérséklet nem biztosítható! Ide valamiféle kiegészítő fűtés szükséges – én általában egy elektromos patronnal ellátott törülközőszárítós radiátort szoktam javasolni. Ezt akár egy hűvösebb nyári este is be tudja kapcsolni a felhasználó, ráadásul az elektromos patron magas hőmérséklete miatt gyorsan felfűthető a fürdő helyiség ÉS ezen hőmérsékletekkel a radiátor még törülköző szárításra is alkalmas lesz! Sok terven rákötik a kollégák a radiátort a padlófűtési körre. A fenti 25 °C-os középhőmérsékletű fűtővízzel kb. 30 W-os teljesítményt fogunk kapni a radiátoron! Ezzel sem lehet felfűteni a helyiséget 24 °C-ra! Akkor padlófűtési alacsony hőmérsékletű víz + elektromos patron!? Ebben az esetben a „jelentős” 30 W érdekében egy szabályozási problémát generálunk: el kell zárni az alacsony hőmérsékletű víz áramlását, ha bekapcsolják az elektromos patron, hisz ebben az esetben a patron teljesítménye „lekering” a radiátorról és a patron a teljes fűtési rendszerre fog dolgozni! Ráadásul körültekintően kell az elzáró szerelvényt kiválasztani, hisz a radiátorban 20–25 °C-ról 50–80 °C-ra akarjuk felfűteni a vizet, aminek tágulnia is kellene...

Csőosztás kérdése. Sok olyan gépésztervvel találkozom, ahol minden helyiséget „leteker” a kedves kolléga 10 cm-es osztásközzel, hogy „egyenletesebb legyen a felületi hőmérséklet! (Olyat is láttam már, hogy 20-as cső és 50 mm-es osztásköz!) Van egy szükséges átlagos 22,7 °C-os felületi hőmérséklet igényünk. Ez 25 °C-os középhőmérsékletű fűtővizet jelent Ø16-os csővel és 200 mm-es csőosztással. 100 mm-es csőosztással, Ø16-os csővel már csak 24,5 °C-os középhőmérsékletű víz kell, azaz tovább csökken a szükséges fűtővíz hőmérséklete és vele együtt a pontszerűen mérhető maximális felületi hőmérséklet is! Az „érezhető” felületi hőmérsékletek mindkét esetben kb. 21 °C és kb. 24,5 °C között fognak változni – messze a 37 °C-os testhőmérsékletünk alatt! A felületi hőmérséklet egyenletességét tekintve a beton vastagságának függvényében tippem szerint tized °C-os eltérésekről beszélünk a 200 és 100 mm-es osztásközök esetén, így feleslegesnek tartom a szükséges csőosztás sűrítését! (Főleg úgy, hogy a két osztás között dupla akkora beépítendő csőhosszról van szó, nagyobb helyiségekben több fűtőkör, több motor, nagyobb osztó stb.)

Ø16 kontra Ø20-as cső kérdése. Ez is megérdemelne egy terjedelmesebb írást, így megpróbálom rövidre fogni. A szerelők többsége az ökölszámokkal jön: „Ø16-os csőből maximum 100 fm/fűtőkör, Ø20-as csőből maximum 150 fm/fűtőkör”. A tervezőktől néha azt hallom, hogy „inkább Ø20-as csőből írom ki, annak kisebb az áramlási ellenállása”. Nézzük a fenti példát, méretezési állapotban (–13 °C, nincsenek a helyiségben): 14 m² hőleadó felülettel, 200 mm-es csőosztással, parketta a szobában, épület alatt a hőmérséklet 5 °C, hőátbocsátás lefelé 0,2 W/m² K. A körön a hőleadás 615 W, hőleadás lefelé 78 W, összesen 693 W. A kör hossza 70 fm + bekötő csövek, melyek hossza, legyen mondjuk, 10 fm. Vízmennyiség 35/30 °C fűtőközeg esetén 120 l/h. Ez 16×2,0-es csőnél 149 Pa/m fajlagos ellenállást jelent. A kör csővezetékének

ellenállása méretezési állapotban 80 fm-re vonatkozóan 11 920 Pa, azaz 12 kPa. Persze nem látjuk a mértékadó padlófűtési kört (lehet lesz egy hosszabb körünk), de fajlagos hőveszteségek alapján a kritikus szobát vizsgáltuk, így jelentősen, nagyságrendekkel nem lehet nagyobb a mértékadó ellenállás sem! Szóval régen lehet, hogy a 80–100 W/m²-es fajlagos igényekhez jelentős vízmennyiségek párosultak, de a fűtési igények csökkenésével a keringtetett vízmennyiségek, így a körök ellenállásai is jelentősen csökkentek! A Ø20-as csőnek mára két „előnye” maradt a 16-os csőhöz képest: drágább és nehezebb vele dolgozni!

Hőleadó felület meghatározása. Praktikus lehet a hőleadó padlófűtési felületet csökkenteni, és ezzel együtt emelni a fűtővíz hőmérsékletét, így a felületi hőmérsékletet is. Ezt csak félve merem leírni, hisz az esetek többségében a bútorozás nem úgy valósul meg, ahogy az építésszek rajzolják, így könnyen előfordulhat, hogy oda kerül a tervezett hőleadó, ahová épp nem kellett volna! Ezzel együtt biztosan vannak olyan bútorok pl. beépített szekrények, konyhabútor stb., amit mindenképp érdemes kihagyni a csőfektetésből. Ha nagyon körültekintőek és alaposak akarunk lenni a tervezés során, akkor érdemes a bútorozást leegyeztetni a megrendelővel és megpróbálni ahhoz igazítani a hőleadó felületeket!

Többször esett szó a helyiségenkénti hőmérsékletszabályozásról. Azon túl, hogy ez mára energetikai követelmény – a fentiekből is látható, hogy mára „szükséges” rendszerelem, hogy a megfelelő hőmérsékletet biztosíthassuk az egyes helyiségekben, ugyanis a belső hőfejlődések vagy a déli tájolású helyiségek napsugárzásból eredő hőnyereségei jelentősen befolyásolják az egyes helyiségek hőmérsékletét.

Végül szeretném az időjáráskövető szabályozást ismét megemlíteni. Szintén energetikai követelmény, de az általam látott sok-sok gépészeti tervben általában a méretezési állapothoz tartozó maximális előremenő hőmérséklet vagy hőfoklépcső olvasható le, nagyon ritkán találkozik olyan gépészeti tervvel, ahol a pontosan meghatározott jelleggörbe is szerepel az anyagokban. Ennek hiányában a hőtermelőt üzembe helyező szervizesre vagy a laikus építetőre marad a beállítás...

Biztos vagyok abban, hogy az alacsony hőmérsékletű hőleadók gazdaságosan és komfortosan működtethetők, létjogosultságuk napról napra növekszik. 2020-tól, a minimum 25%-os megújuló energiaforrás biztosításával „kötelező” rendszer elemek lesznek. Viszont jól látható az is, hogy az energetikai követelmények szigorításával még ezen rendszerek is könnyen válhatnak túlméretezetté, így mára ezen rendszerek esetében is elengedhetetlen a körültekintő, alapos tervezés, méretezés; nem elegendő a tervezői rutin és az ököl számok alapján történni „méretezés”!

JOÓ RENÁTÓ
épületgépész mérnök

