

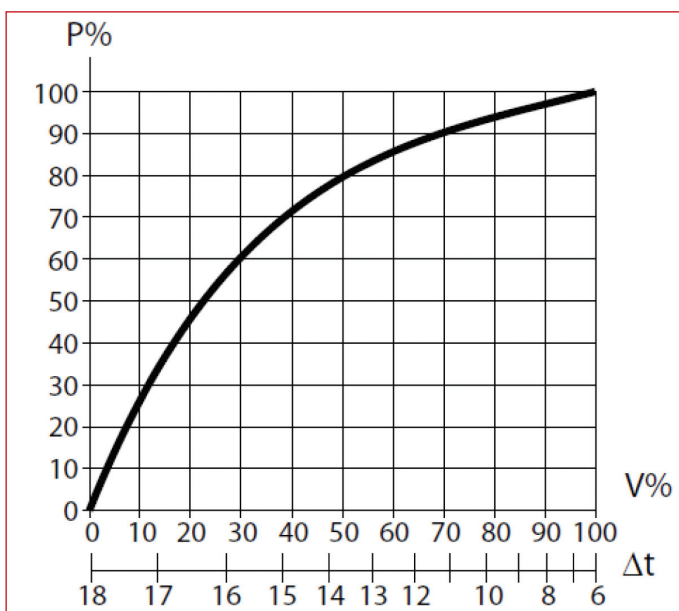


A 40/2012 (VIII.13.) BM rendelet előírásai a hidraulikai beszabályozásra vonatkozóan II.

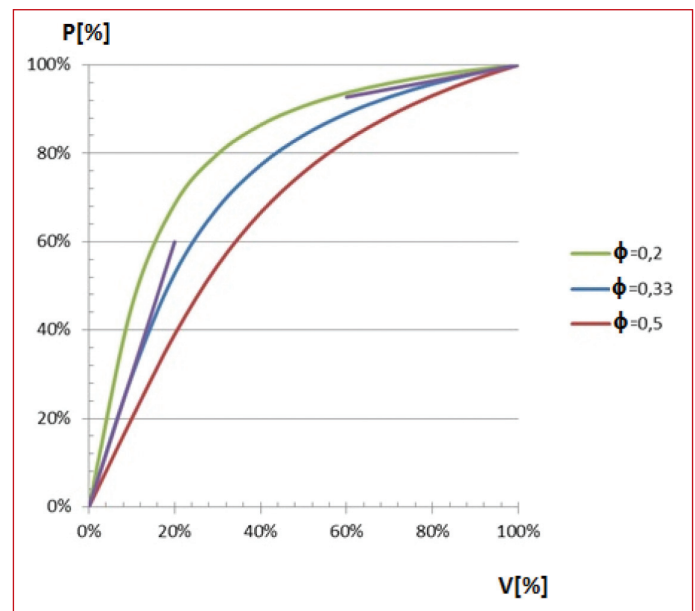
Tavaly nyáron jelent meg a 40/2012 (VIII.13.) BM rendelet, „Az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról szóló 7/2006 (V.24.) TNM rendelet módosításáról”. Ez – többek között – a korábbi TNM rendelet 1. sz. mellékletét egy V. ponttal egészíti ki, „Az épületgépészeti rendszerre vonatkozó előírásokra” vonatkozóan. Ez az V. pont 4.2., 5.2. és 7. alpontjai kötelezően előírják az épületgépészeti fűtési, hűtési és HMV cirkulációs rendszerek beszabályozását. A cikksorozat előző részében a hidraulikai beszabályozási tervekkel szemben támasztott követelményeket vettük sorra, míg az alábbiakban a hidraulikai beszabályozás pontosságára vonatkozó előírásokat ismertetjük. A kisördög mindig a részletekben rejlik!

I. A hidraulikai beszabályozás pontosságát meghatározó tényezők

A hidraulikai beszabályozás pontosságát, vagyis a hidraulikai beszabályozás elvégzése során megengedhető maximális eltérést a tervezett térfogatáramtól az alábbi tényezők határozzák meg:



1. ábra. Hűtési üzemű léghélező hőcserélőjének jellemzőgörbéje a teljesítmény P[%], a térfogatáram V[%] függvényében



2. ábra. Ellenáramú hőcserélő leadott teljesítménye a primer tömegáram függvényében, különbözőértékeknél

1. Az épület belső (operatív) hőmérsékletére vonatkozó előírások

Az épület belső hőmérsékletére vonatkozó előírásokat a 40/2012 (VIII.13.) BM rendelet tartalmazza. A rendelet értelmében a belső (operatív) hőmérsékletek megállapítására az V. melléklet 1. sz. táblázata, vagy az MSZ EN 15251 számú szabvány használható.

Az MSZ EN 15251 számú szabvány szerint a belső környezetet minősége alapján négy kategóriába lehet sorolni:

- I. kategória: magas szintű elvárás
- II. kategória: normál szintű elvárás
- III. kategória: mérsékelt szintű elvárás
- IV. kategória: az előző három kategórián kívül eső épületek

A komfort-igényszint kategóriáknak és a helyiség funkciójának megfelelően a belső (operatív) hőmérsékletekre és azok szabályozásának pontosságára az 1. táblázat ad felvilágosítást.

A helyiség komfort-igényszint kategóriája és funkciója meghatározza, hogy a belső hőmérsékletet milyen pontosan kell szabályozni az épület adott helyiségében.

1. 2. A belső (operatív) hőmérséklet szabályozási pontosságára vonatkozó előírások hatása a hőcserélő teljesítmény szabályozására

Az épület vagy helyiség típusa	Kategória	Hőmérséklet tartomány, fűtés [°C] Öltözet: ~ 1clo	Hőmérséklet tartomány, hűtés [°C] Öltözet: ~ 0,5 clo
Lakóépület, lakótér, hálószoba, nappali, ülő tevékenység ~ 1,2 MET	I.	21,0-25,0	23,5-25,5
	II.	20,0-25,0	23,0-26,0
	III.	18,0-25,0	22,0-27,0
Lakóépület, egyéb helyiségek (konyha, raktár, stb.), álló-mozgó tevékenység ~ 1,5 MET	I.	18.0-25.0	
	II.	16.0-25.0	
	III.	14.0-25.0	
Iroda ill. hasonló tevékenységre szolgáló helyiség (egyéni iroda, egyterű iroda, konferencia terem, auditórium, kávézó, étterem, osztályterem), ülő tevékenység ~ 1,2 MET	I.	21.0-23.0	23.5-25.5
	II.	20.0-24.0	23.0-26.0
	III.	19.0-25.0	22.0-27.0
Óvoda, ülő tevékenység ~ 1,4 MET	I.	19.0-21.0	22.5-24.5
	II.	17.5-22.5	21.5-25.5
	III.	16.5-23.5	21.0-26.0
Áruház, álló-mozgó tevékenység ~ 1,6 MET	I.	17.5-20.5	22.0-24.0
	II.	16.0-22.0	21.0-25.0
	III.	15.0-23.0	20.0-26.0

1. táblázat. A belső (operatív) hőmérsékletekre vonatkozó követelmények a komfort-igényszint és a helyiség funkciója függvényében

Azt követően, hogy az előző pontban leírtak szerint meghatároztuk a belső (operatív) hőmérsékletszabályozás pontosságát, azt kell megvizsgálnunk, hogy ez milyen hatással van az adott hőcserélő – fan-coil, radiátor, légkezelő – teljesítmény szabályozására.

Az alábbi képletek azt mutatják, hogy 1 °C-os belső hőmérséklet eltérés milyen hatással van az adott készülék teljesítményére:

fűtés

$$S\% = \frac{100}{t_b - t_k - ai} \quad (1)$$

, ahol

S% az 1 °C-os belső hőmérséklet eltérés hatása a fűtési teljesítmény felvételre [+/-%]

t_b tervezett belső hőmérséklet [°C]

t_k tervezett külső hőmérséklet [°C]

ai a belső hőmérsékletet befolyásoló hőfejlődés Celsius fokban kifejezve [°C]

hűtés

$$S\% = \frac{100}{t_b - t_k + ai} \quad (2)$$

, ahol

S% az 1 °C-os belső hőmérséklet eltérés hatása a hűtési teljesítmény felvételre [+/-%]

t_b tervezett belső hőmérséklet [°C]

t_k tervezett külső hőmérséklet [°C]

ai a belső hőmérsékletet befolyásoló hőfejlődés Celsius fokban kifejezve [°C]

Az (1) számú képlet alapján 1 °C-os belső hőmérséklet eltérés, például 22 °C tervezett belső és -13 °C tervezett

külső hőmérséklet esetén (1. táblázat: irodaépület, I. kategória), $ai=2$ °C-ot feltételezve, +/- 3% hőcserélő teljesítmény tolerancia sávot határoz meg.

1.3 A hőcserélő jelleggörbéje; a hőcserélő teljesítmény tolerancia sávjának hatása a hidraulikai beszabályozás pontosságára

Egy hűtési üzemű légkezelő hőcserélőjének teljesítmény P[%]/primer térfogatáram V[%] jelleggörbét mutatja az 1. ábra.

A jelleggörbén látható, hogy az origóhoz közeli, illetve távoli pontokban a teljesítmény P[%] változása a primer térfogatáram V[%] függvényében eltérő.

Az origóhoz közelebb eső, kis térfogatáramú tartományban 1% térfogatáram változás kb. 3% teljesítményváltozást eredményez, míg az origótól távolabb eső, a névleges teljesítményhez közelebbi térfogatáram tartományban 1% térfogatáram változás kb. 0,2% teljesítményváltozást okoz.

A jelleggörbén jól látható, hogy a hőcserélőn átáramló hűtési közvetítő közeg és a hőcserélő hűtési teljesítménye között nem lineáris az összefüggés. Az épületgépészetben általában használatos hőmérsékletek és víz térfogatáram érték arányok esetén az összefüggés jól közelíthető a 0-0; 20-50; 50-80; 100-100 pontokra illesztett görbével.

1.3.1 Termikus hatások (forrás: Jávor Miklós: Különböző szabályozási és beszabályozási módok hatása az energiafogyasztásra, Szakdolgozat)

A termikus hatásfokot nevezik Bosnjakovic-féle tényezőnek, illetve hőcserélő hatásosságnak is (angolul: thermal effectiveness coefficient).

A teljesítmény P[%]/primer térfogatáram V[%] jelleggörbét jól jellemzi a termikus hatásfok, ami a kisebb hőkapacitás áramú közeg hőmérséklet változásának és a közegek belépéskori hőmérséklet különbségének hányadosa:

$$\Phi_{\text{ell}} = \frac{t_{1e} - t_{1v}}{t_{1e} - t_{2e}} = \frac{\Delta t_1}{\Delta t_e} \quad (3)$$

ahol
 ϕ termikus hatásfok [-]
 Δt_1 a primer hőfoklépcső névleges állapotban [K]
 Δt_e a primer hőfoklépcső, amikor a primer térfogatáram és a hőcserélő teljesítmény gyakorlatilag zero [K]
 t_{1e} primer oldali előremenő hőmérséklet
 t_{1v} primer oldali visszatérő hőmérséklet
 t_{2e} szekunder oldali előremenő hőmérséklet

A ϕ hőcserélő hatásosság - a definíciójából adódóan - 0 és 1 közötti értéket vehet fel, és azt mutatja, hogy az elvileg lehetséges hőcserének (hőmérséklet-változásnak) mekkora hányada valósul meg az adott konstrukció és feltételek esetében.

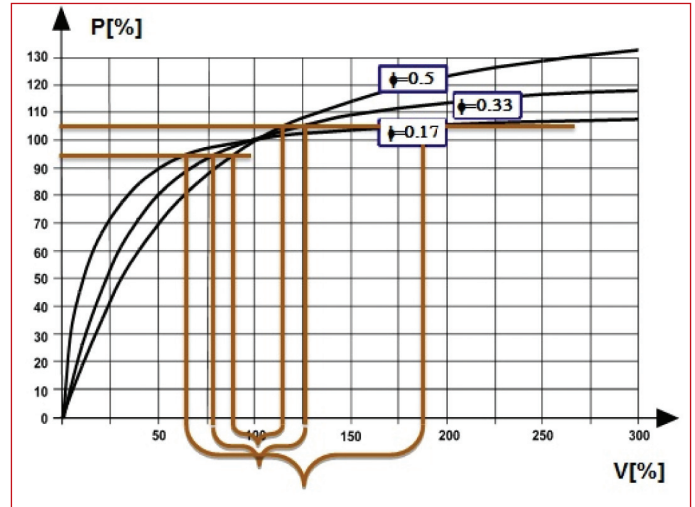
A ϕ értéke különböző rendszerek esetén is lehet azonos, mivel nem a hőmérsékletektől függ, hanem a hőmérséklet különbségektől. A ϕ nagyobb, ha a Δt_1 primer hőlépcső nagyobb, illetve ha a primer és a szekunder előremenők Δt_e különbsége kisebb (2. táblázat).

t_{1e} [°C]	t_{1v} [°C]	t_{2e} [°C]	Φ
90	70	10	0,25
80	60	10	0,29
80	60	20	0,33
80	60	30	0,40
75	65	20	0,18
70	55	20	0,30
6	12	24	0,33
7	12	24	0,29
6	12	19	0,46

2. táblázat. Néhány járatos hőmérséklet lépcsőhöz tartozó ϕ érték

Kiszámítható, illetve a diagramból is látható (2. ábra), hogy minél nagyobb a termikus hatásfok értéke, annál jobban közelít a jelleggörbe a lineáris összefüggéshez, amikor a primer térfogatárammal egyenes arányban változik a leadott teljesítmény. A nagyobb termikus hatásfokú hőcserélő könnyebben szabályozható, mivel az alacsony \dot{V}_1 primer térfogatáram esetében kevésbé meredek a görbe lefutása, azaz egységnyi térfogatáram-változás kisebb teljesítményváltozást okoz. A névleges primer oldali térfogatáramnál viszont a beszabályozás pontosságára „érzékenyebb” a hőcserélő: azonos térfogatáram beállítási eltérés esetén nagyobb a leadott teljesítmény eltérés, mint a kis ϕ értékkel rendelkező hőcserélők esetében.

Az előző, 1.3 fejezet alapján kiszámított hőcserélő teljesítmény tolerancia sáv és a hőcserélő jelleggörbéje együttesen határozzák meg azt a térfogatáram tolerancia sávot, amit a hidraulikai beszabályozás során figyelembe kell venni a tervezett térfogatáramok beállításánál (3. ábra).



3. ábra. A tervezett térfogatáram beállításának pontossága a teljesítmény tolerancia sáv és a hőcserélő jelleggörbéjének függvényében

	Fűtés	Hűtés	
tb:	21	24	Tervezett belső hőmérséklet ±1 K [°C]
tk:	-13	35	Tervezett külső hőmérséklet [°C]
te:	80	16	Tervezett előremenő víz hőmérséklet [°C]
tv:	60	19	Tervezett visszatérő víz hőmérséklet [°C]
ai:	1	4	Belső hőnyereség [°C]
Φ :	0.34	0.38	Termikus hatásfok
±v	8.9%	17.8%	Beállított térfogatáram engedélyezett eltérés

4. ábra. A tervezett térfogatáramok beszabályozásának tolerancia sávja egy-egy hűtési, illetve fűtési esetben

2. A hidraulikai beszabályozás pontosságára vonatkozó szabványok

A hidraulikai beszabályozás során beállított tervezett térfogatáramok javasolt, maximálisan engedélyezett eltéréseit például a British Standard BS 7350, vagy az EN 14366:2004 szabványok tartalmazzák.

3. A hidraulikai beszabályozás pontosságára vonatkozó képletek

A tervezett térfogatáramok beszabályozásának pontosságára - +/- 1 °C-os engedélyezett belső hőmérséklet eltérés esetén például az alábbi képlet alkalmazható (forrás: Robert Petitjen: Total Hydronic Balancing):

$$X = \frac{100(t_e - t_b)}{(t_e - t_v)(t_b - t_k - ai)} \% \quad (\text{fűtés}) \quad (4)$$

$$X = \frac{100(t_e - t_b)}{(t_e - t_v)[- (t_b - t_k - ai)]} \% \quad (\text{hűtés}) \quad (5)$$



VINKLER KÁROLY
 okl. hűtőipari mérnök

, ahol

X a tervezett térfogatáram beállításának pontossága +/-1 °C engedélyezett belső hőmérséklet eltérés esetén [+/- %]

t_e előremenő primer víz hőmérséklet [°C]

t_v visszatérő primer víz hőmérséklet [°C]

t_b tervezett belső hőmérséklet [°C]

t_k tervezett külső hőmérséklet [°C]

a_i a belső hőmérsékletet befolyásoló hőfejlődés Celsius fokban kifejezve [°C]

A 4. ábra egy-egy fűtési és hűtési esetben mutatja be a térfogatáram besabályozásra vonatkozó tolerancia sávokat.

A tervezett térfogatáramok besabályozásának pontosságára vonatkozó, kötelező módon használandó szabvány, vagy képlet jelenleg nincs Magyarországon. A fent ismertetett képletek, illetve szabványok csak ajánlások, amelyek alapján a kiviteli tervben, vagy a fővállalkozói szerződésben már pontosan elő lehet írni a hidraulikai besabályozás pontosságával szemben támasztott követelményeket a későbbi esetleges félreértések elkerülése végett.