

Hőszivattyús fűtések egyes tervezési kérdései II.

A teljes fűtési idényre számított hatásfok számítása, a hőnyerő és a hőleadó oldal hőmérsékletének függvényében

Levegő-víz hőszivattyúk, teljes fűtési idényre vonatkoztatott, tervezési-átlag COP (előzetes vagy statisztikai SFP) értéke Magyarországon, illetve Budapesten



II/1. Alapfogalmak: COP, EER, ESEER, SPF, SPF_{prim} , PER, SCOP, tervezési-átlag COP



$$EER = \frac{H\ddot{U}\ddot{U}T\ddot{O}TELJ\ddot{E}TM\ddot{E}NY}{Felvett_elektromos_teljes\ddot{i}tm\ddot{e}ny} = \frac{\dot{Q}_H [W]}{P_{KOMP} [W]}$$

EER (névleges vagy adott feltételekhez kötött):

- Víz-víz → W30/W7
- Levegő-víz → A35/W7
- Levegő-levegő → A35/A27/49%

Ezért egy berendezésnek számtalan EER értéke van, tehát hívhatjuk bizonyos üzemi feltételekhez kötött hűtési hatásfoknak is.

Ebben a formában nem mutatja meg a várható átlag hatásfokot.

W → water

A → air

EER → Energy Efficiency Ratio



Alapfogalmak

Hatásfokok I.: COP, EER, ESEER, SPF, SPF_{prim} , SCOP, tervezési-átlag COP

Percentuale del carico nominale	Temperatura aria esterna	Temperatura acqua prodotta	Portata d'acqua	Percentuale di tempo	
100%	35°C	7 °C	nominale	3%	→ $EER_{100\%}$
75%	30°C	7 °C	nominale	33%	→ $EER_{75\%}$
50%	25°C	7 °C	nominale	41%	→ $EER_{50\%}$
25%	20°C	7 °C	nominale	23%	→ $EER_{25\%}$

$$ESEER = 0,03 \times EER_{100\%} + 0,33 \times EER_{75\%} + 0,41 \times EER_{50\%} + 0,23 \times EER_{25\%}$$

- SEER – Seasonal energy efficiency ratio – szezonális hűtési hatásfok
- SSEER – System seasonal energy efficiency ratio – rendszer szezonális hűtési hatásfok
- **ESEER – European seasonal energy efficiency ratio- Európai szezonális hűtési hatásfok**

A szezonális hatásfokot, egy adott részterhelésekkel számított logika alapján számítják ki. Ezzel sokkal jobban leírják a berendezés várható hatásfokát a hűtési szezonon belül. A ESEER érték nem vesz figyelembe épületfizikai és rendszer tulajdonságokat.

W → water

A → air

EER → Energie Efficiency Ratio



COLUMBUS KLÍMA KFT.

$$COP = \frac{FÜŰTŐTELJÉTMÉNY}{Felvett_elektromos_teljesítmény} = \frac{\dot{Q}_F [W]}{P_{KOMP} [W]}$$

COP (névleges vagy adott feltételekhez kötött):

- Víz-víz → W10/W35
- Talaj-víz → W0/W35
- Levegő-víz → A7/W35 (használják a A2/W35)
- Levegő-levegő → A7/A20 (használják a A2/A20)
- Talaj-levegő → G0/A20

Ezért egy berendezésnek COP értékből is számtalan értéke van, tehát hívhatjuk bizonyos üzemi feltételekhez kötött fűtési hatásfoknak is.

Ebben a formában nem mutatja meg a várható átlag hatásfokot.

W → water

A → air

G → ground

COP → Coefficient of Performance



Alapfogalmak

Hatásfokok I.: COP, EER, ESEER, SPF, SPF_{prim} , SCOP, tervezési-átlag COP

SCOP → Seasonal Coefficient of Performance (szezonális teljesítmény együttható)

A VDI 4650 szerint: $\beta_h = (\varepsilon_{N1} \cdot F_{\theta 1} + \varepsilon_{N2} \cdot F_{\theta 2} + \varepsilon_{N3} \cdot F_{\theta 3} \cdot F_{\theta \Delta}) \cdot F_{\theta \Delta}$

ahol:

β_h – az éves munkaszám

ε_{N1} – az adott külső hőmérsékletéhez tartozó COP

$F_{\xi 1}$ – egyéb üzemi korrekciós tényező

$F_{\theta \Delta}$ – az előremenő és a visszatérő víz hőmérséklet különbségétől függő korrekciós tényező

Egy adott hőszivattyú meghatározott feltételek mellett felhasznált fűtési hőenergiájának, és ennek előállítására felhasznált elektromos energiájának hányadosa, amely feltételeket külön szabvány rögzít egyes országokban. (Az ESEER mintájára.)

A feltételek, illetve az erről szóló EU-s szabvány az utóbbi időkig még nem jelent meg. Sokkal alkalmasabb (lesz) a különböző hőszivattyúk összehasonlítására mint a COP.



Alapfogalmak

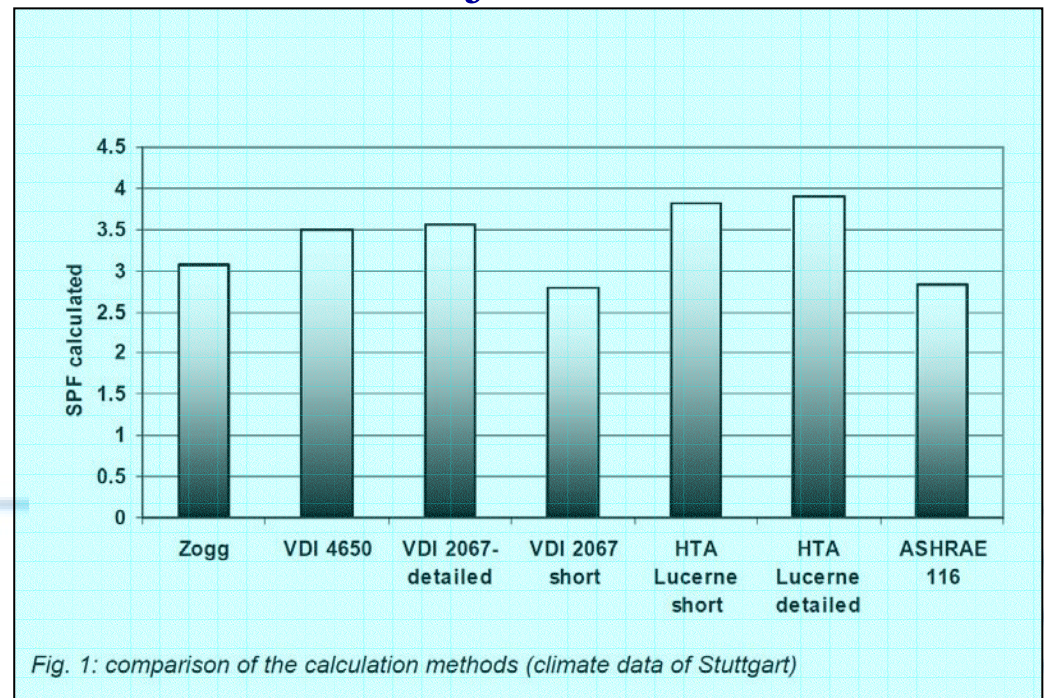
Hatásfokok I.: COP, EER, ESEER, SPF, SPF_{prim} , SCOP, tervezési-átlag COP

SPF → Seasonal Performance Factor

Egy adott **hőszivattyú az** egész fűtési szezonban előállított fűtési hőenergiájának, és az ehhez felhasznált elektromos energiának a hányadosa. Mért adatokon alapszik.

Egy már elkészült üzemelő rendszert lehet vele jellemezni.

$$SFP = \frac{Q_{hő-mért-idény}}{E_{elekt.-mért-idény}}$$



Alapfogalmak

Hatásfokok I.: COP, EER, ESEER, SPF, SPF_{prim} , SCOP, tervezési-átlag COP

SPF_{prim} → Primer energiára vonatkoztatott SPF érték

Egy adott **hőszivattyú** az egész fűtési szezonban előállított fűtési hőenergiájának, és az ehhez felhasznált elektromos energiának a hányadosa, figyelembe véve a kompresszor meghajtásához felhasznált energia előállítási hatásfokát is.

$$SPF_{prim} = \frac{SPF}{e} = \frac{\frac{Q_{fűtés}}{E_{elektr}}}{e} = \frac{Q_{fűtése}}{e * E_{elektr}}$$

Szintén használt fogalom a PER →

Primary Energy Ratio (Rate)

Hőszivattyúknál:

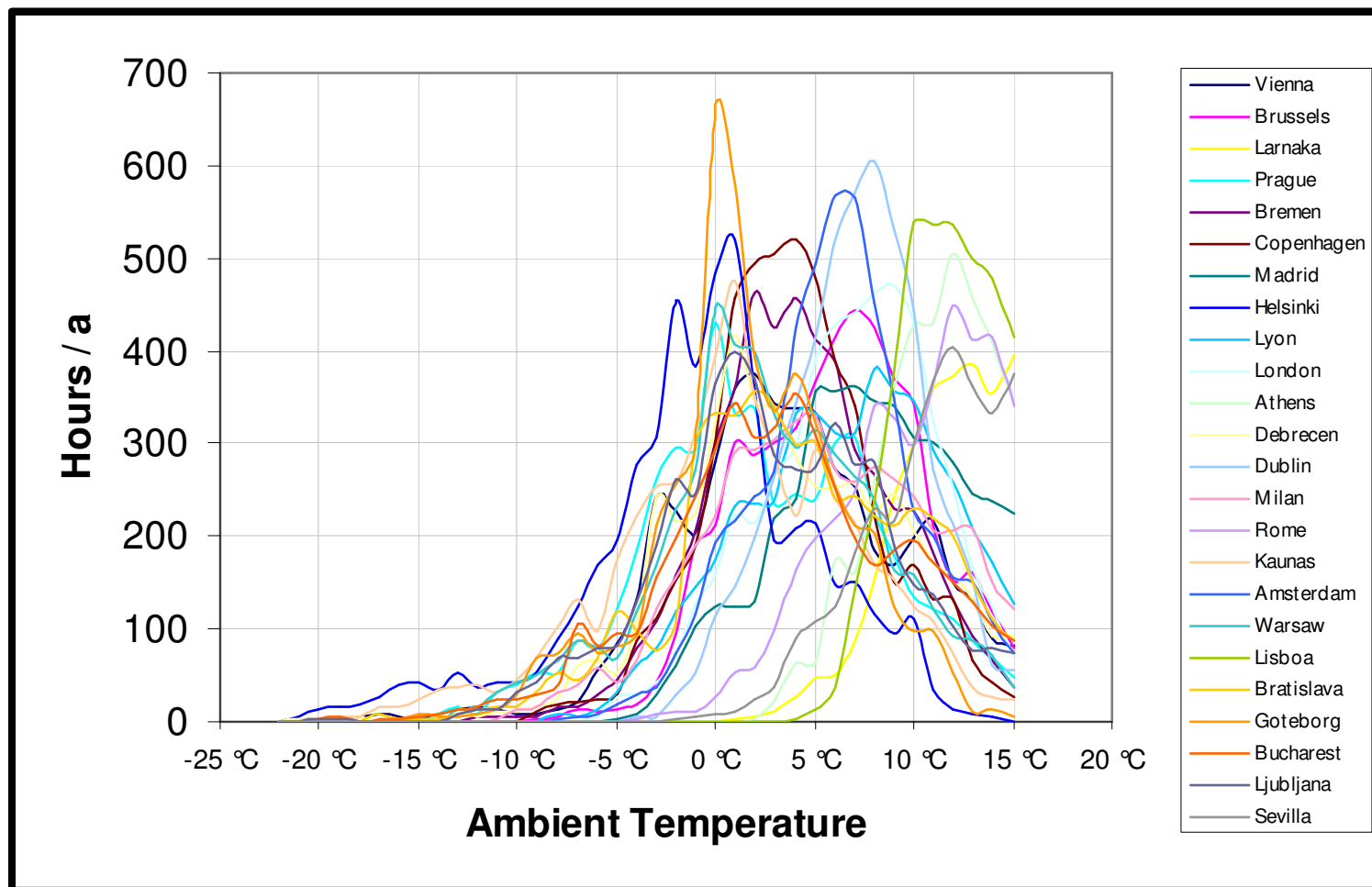
$$PER = \frac{COP}{e}$$



COLUMBUS KLÍMA KFT.

Primerenergia-átalakítási tényezők	7/2006.TNM rend.
Energia	e
elektromos áram	2,5
csúcson kívüli elektromos áram	1,8
földgáz	1
tüzelőolaj	1
szén	0,95
fűtőművi távfűtés	1,2
távfűtés kapcsolt energiatermelés	1,12
tűzifa, biomassza	0,6
megújuló	0

A levegő-víz hőszivattyúknál fellépő problémák, bizonytalanságok az SCOP számításánál I: hőfokgyakoriság



A levegő-víz hőszivattyúknál fellépő problémák, bizonytalanságok az SCOP számításánál II: a külső levegő páratartalma

Flow data
Air flow: 1,72 m³/s
Density: Normal (1.2 kg/m³)
Actual: Temperature: 7 °C
Atm. pressure: 1013 mbar
Density: 1,26 kg/m³
Update

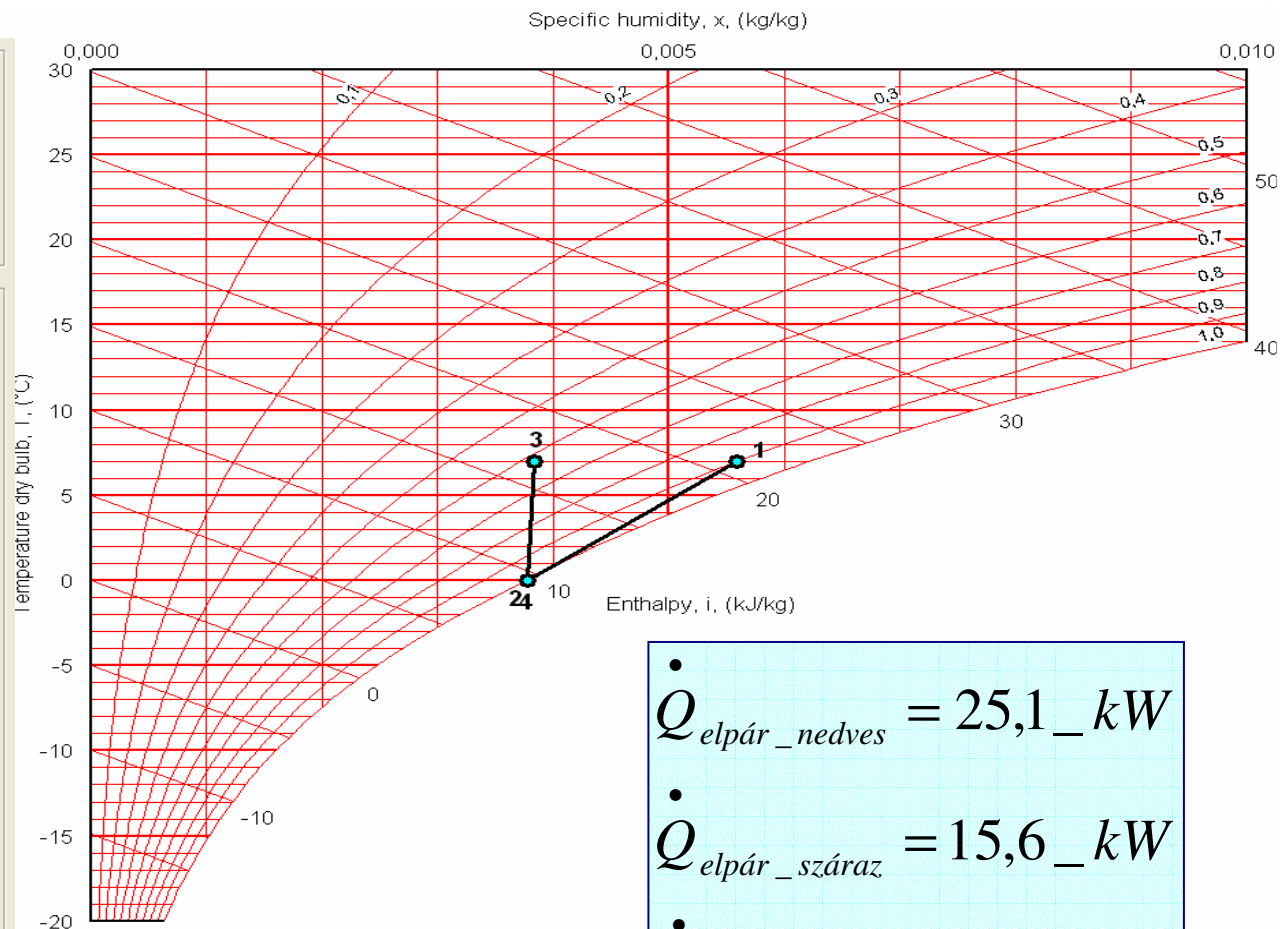
1. Nedves külső levegő
Temperature: 7 °C
Relative humidity: 90 %
Specific humidity: 5,6 g/kg
Enthalpy: 21,1 kJ/kg
Power: -25,1 kW
Sensible power: -15,3 kW
Water: -0,2 l/min

2. Elpárból kilépő levegő I.
Temperature: 0 °C
Relative humidity: 100 %
Specific humidity: 3,8 g/kg
Enthalpy: 9,4 kJ/kg

3. Szárazabb külső levegő
Temperature: 7 °C
Relative humidity: 62 %
Specific humidity: 3,8 g/kg
Enthalpy: 16,7 kJ/kg
Power: -15,6 kW
Sensible power: -15,3 kW
Water: 0,0 l/min

4. Elpárból kilépő levegő II.
Temperature: 0 °C
Relative humidity: 100 %
Specific humidity: 3,8 g/kg
Enthalpy: 9,4 kJ/kg

Points: 1, 2, 3, 4
Add, Delete, Insert, Edit



$$\dot{Q}_{\text{elpár_nedves}} = 25,1 \text{ kW}$$

$$\dot{Q}_{\text{elpár_száraz}} = 15,6 \text{ kW}$$

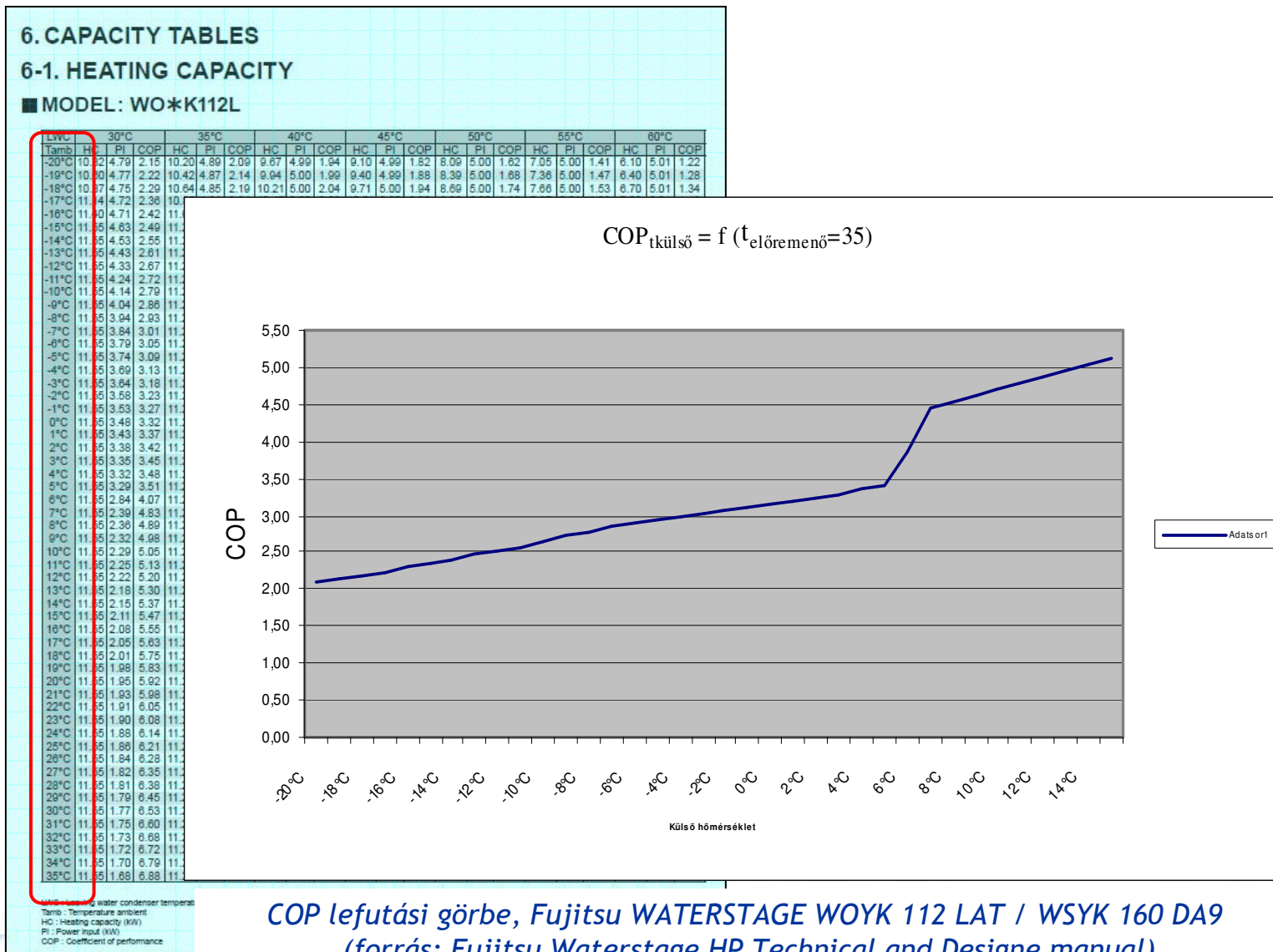
$$\frac{\dot{Q}_{\text{elpár_nedves}}}{\dot{Q}_{\text{elpár_száraz}}} = 1,608$$

II/2. Levegő-víz hőszivattyúk COP jelleggörbéi a külső hőmérséklet és a fűtővíz hőmérséklete alapján.



Fujitsu Waterstage levegő-víz hőszivattyúk COP jelleggörbéi

A levegő-víz hőszivattyúk hatásfoka függ a külső hőmérséklettől: $COP_{i.t_{k\ddot{u}ls\ddot{o}}} = f(t_{k\ddot{u}ls\ddot{o}})$



Fujitsu Waterstage levegő-víz hőszivattyúk COP jelleggörbéi

A levegő-víz hőszivattyúk hatásfoka függ az előremenő fűtővíz hőmérsékletétől:

$$\text{COP}_{i,\text{előremenő}} = f(t_{\text{előremenő}})$$

6. CAPACITY TABLES

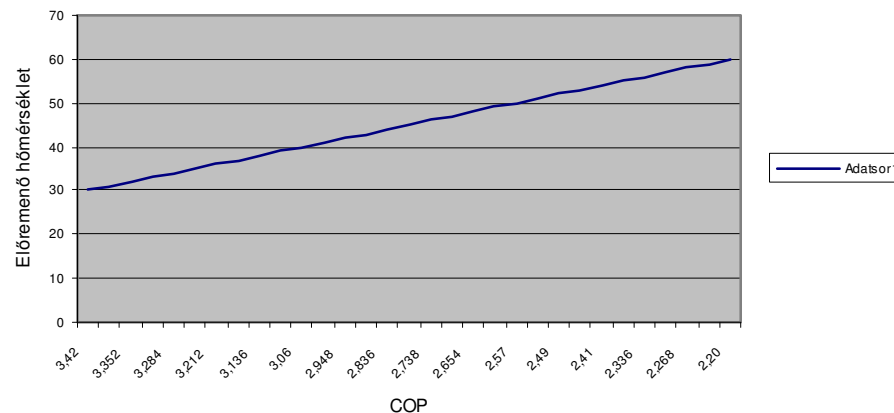
6-1. HEATING CAPACITY

■ MODEL: WO*K112L

LWC	30°C			35°C			40°C			45°C			50°C			55°C			60°C		
Tamb	HC	PI	COP	HC	PI	COP	HC	PI	COP	HC	PI	COP	HC	PI	COP	HC	PI	COP	HC	PI	COP
-20°C	10.32	4.71	2.15	10.20	4.69	2.09	9.94	4.59	1.94	9.10	4.46	1.82	8.09	4.00	1.62	7.00	3.00	1.41	6.10	5.01	1.22
-19°C	10.80	4.77	2.22	10.42	4.87	2.14	9.94	5.00	1.99	9.40	4.99	1.88	8.39	5.00	1.68	7.36	5.00	1.47	6.40	5.01	1.28
-18°C	10.87	4.75	2.29	10.54	4.85	2.19	10.21	5.00	2.04	9.71	5.00	1.94	8.69	5.00	1.74	7.66	5.00	1.53	6.70	5.01	1.34
-17°C	11.14	4.72	2.36	10.88	4.84	2.24	10.47	5.00	2.09	10.01	5.00	2.00									
-16°C	11.40	4.71	2.42	11.08	4.82	2.30	10.74	5.00	2.15	10.32	5.00	2.07									
-15°C	11.55	4.63	2.49	11.20	4.77	2.35	10.91	4.99	2.19	10.60	4.99	2.11									
-14°C	11.55	4.53	2.55	11.20	4.66	2.40	10.90	4.87	2.24	10.50	4.89	2.11									
-13°C	11.55	4.43	2.61	11.20	4.56	2.46	10.90	4.75	2.29	10.60	4.78	2.22									
-12°C	11.55	4.33	2.67	11.20	4.45	2.52	10.89	4.63	2.35	10.50	4.68	2.22									
-11°C	11.55	4.24	2.72	11.20	4.35	2.57	10.88	4.52	2.41	10.50	4.58	2.22									
-10°C	11.55	4.14	2.79	11.20	4.24	2.64	10.87	4.40	2.47	10.50	4.47	2.23									
-9°C	11.55	4.04	2.86	11.20	4.13	2.71	10.87	4.28	2.54	10.50	4.37	2.24									
-8°C	11.55	3.94	2.93	11.20	4.03	2.78	10.86	4.16	2.61	10.50	4.26	2.24									
-7°C	11.55	3.84	3.01	11.20	3.92	2.86	10.85	4.04	2.69	10.50	4.16	2.25									
-6°C	11.55	3.79	3.05	11.20	3.87	2.89	10.85	3.98	2.73	10.50	4.12	2.25									
-5°C	11.55	3.74	3.09	11.20	3.82	2.93	10.85	3.93	2.76	10.50	4.08	2.25									
-4°C	11.55	3.69	3.13	11.20	3.76	2.98	10.85	3.87	2.80	10.50	4.03	2.26									
-3°C	11.55	3.64	3.18	11.20	3.71	3.02	10.85	3.82	2.84	10.50	3.99	2.26									
-2°C	11.55	3.58	3.23	11.20	3.66	3.06	10.85	3.76	2.89	10.50	3.95	2.26									
-1°C	11.55	3.53	3.27	11.20	3.61	3.10	10.85	3.71	2.92	10.50	3.91	2.26									
0°C	11.55	3.48	3.32	11.20	3.55	3.15	10.85	3.65	2.97	10.50	3.86	2.27									
1°C	11.55	3.43	3.37	11.20	3.50	3.20	10.85	3.60	3.01	10.50	3.82	2.27									
2°C	11.55	3.38	3.42	11.20	3.45	3.25	10.85	3.54	3.06	10.50	3.78	2.27									
3°C	11.55	3.35	3.45	11.20	3.40	3.29	10.85	3.48	3.12	10.50	3.74	2.28									
4°C	11.55	3.32	3.48	11.20	3.34	3.35	10.85	3.43	3.16	10.50	3.69	2.28									
5°C	11.55	3.29	3.51	11.20	3.29	3.40	10.85	3.37	3.22	10.50	3.65	2.28									
6°C	11.55	3.24	3.56	11.20	3.24	3.45	10.85	3.32	3.27	10.50	3.60	2.28									
7°C	11.55	3.19	3.61	11.20	3.19	3.50	10.85	3.27	3.32	10.50	3.55	2.28									
8°C	11.55	3.14	3.66	11.20	3.14	3.55	10.85	3.22	3.37	10.50	3.50	2.28									
9°C	11.55	3.09	3.71	11.20	3.09	3.60	10.85	3.17	3.42	10.50	3.45	2.28									
10°C	11.55	3.04	3.76	11.20	3.04	3.65	10.85	3.12	3.47	10.50	3.40	2.28									
11°C	11.55	2.99	3.81	11.20	2.99	3.70	10.85	3.07	3.52	10.50	3.35	2.28									
12°C	11.55	2.94	3.86	11.20	2.94	3.75	10.85	3.02	3.57	10.50	3.30	2.28									
13°C	11.55	2.89	3.91	11.20	2.89	3.80	10.85	2.97	3.62	10.50	3.25	2.28									
14°C	11.55	2.84	3.96	11.20	2.84	3.85	10.85	2.92	3.67	10.50	3.20	2.28									
15°C	11.55	2.79	4.01	11.20	2.79	3.90	10.85	2.87	3.72	10.50	3.15	2.28									
16°C	11.55	2.74	4.06	11.20	2.74	3.95	10.85	2.82	3.77	10.50	3.10	2.28									
17°C	11.55	2.69	4.11	11.20	2.69	4.00	10.85	2.77	3.82	10.50	3.05	2.28									
18°C	11.55	2.64	4.16	11.20	2.64	4.05	10.85	2.72	3.87	10.50	3.00	2.28									
19°C	11.55	2.59	4.21	11.20	2.59	4.10	10.85	2.67	3.92	10.50	2.95	2.28									
20°C	11.55	2.54	4.26	11.20	2.54	4.15	10.85	2.62	3.97	10.50	2.90	2.28									
21°C	11.55	2.49	4.31	11.20	2.49	4.20	10.85	2.57	4.02	10.50	2.85	2.28									
22°C	11.55	2.44	4.36	11.20	2.44	4.25	10.85	2.52	4.07	10.50	2.80	2.28									
23°C	11.55	2.39	4.41	11.20	2.39	4.30	10.85	2.47	4.12	10.50	2.75	2.28									
24°C	11.55	2.34	4.46	11.20	2.34	4.35	10.85	2.42	4.17	10.50	2.70	2.28									
25°C	11.55	2.29	4.51	11.20	2.29	4.40	10.85	2.37	4.22	10.50	2.65	2.28									
26°C	11.55	2.24	4.56	11.20	2.24	4.45	10.85	2.32	4.27	10.50	2.60	2.28									
27°C	11.55	2.19	4.61	11.20	2.19	4.50	10.85	2.27	4.32	10.50	2.55	2.28									
28°C	11.55	2.14	4.66	11.20	2.14	4.55	10.85	2.22	4.37	10.50	2.50	2.28									
29°C	11.55	2.09	4.71	11.20	2.09	4.60	10.85	2.17	4.42	10.50	2.45	2.28									
30°C	11.55	2.04	4.76	11.20	2.04	4.65	10.85	2.12	4.47	10.50	2.40	2.28									
31°C	11.55	1.99	4.81	11.20	1.99	4.70	10.85	2.07	4.52	10.50	2.35	2.28									
32°C	11.55	1.94	4.86	11.20	1.94	4.75	10.85	2.02	4.57	10.50	2.30	2.28									
33°C	11.55	1.89	4.91	11.20	1.89	4.80	10.85	1.97	4.62	10.50	2.25	2.28									
34°C	11.55	1.84	4.96	11.20	1.84	4.85	10.85	1.92	4.67	10.50	2.20	2.28									
35°C	11.55	1.79	5.01	11.20	1.79	4.90	10.85	1.87	4.72	10.50	2.15	2.28									

LWC : Leaving water condenser temperature
Tamb : Temperature ambient
HC : Heating capacity (kW)
PI : Power input (kW)
COP : Coefficient of performance

$\text{COP}_{\text{előremenő}} = f(t_{\text{külső}}=2)$



COP lefutási görbe, Fujitsu WATERSTAGE WOYK 112 LAT / WSYK 160 DA9
(forrás: Fujitsu Waterstage HP Technical and Design manual)

tehát

a COP függ a külső hőmérséklettől, és az előremenő víz hőmérsékletétől

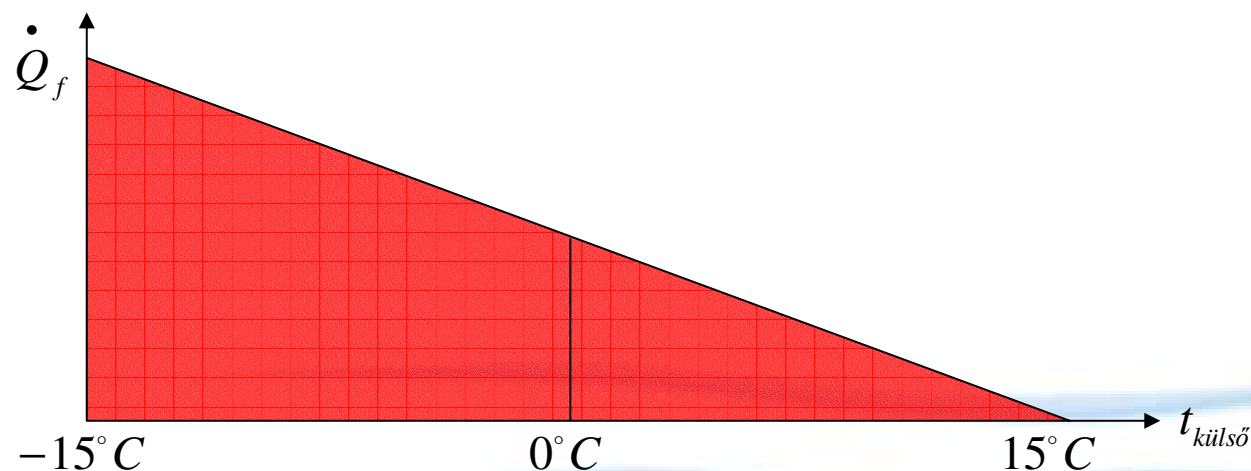
$$\text{COP}_i = f(t_{\text{előremenő},i}; t_{\text{külső},i})$$

II/3. Hőszivattyúk időjárás követő szabályozása



Időjárásfüggő szabályozás

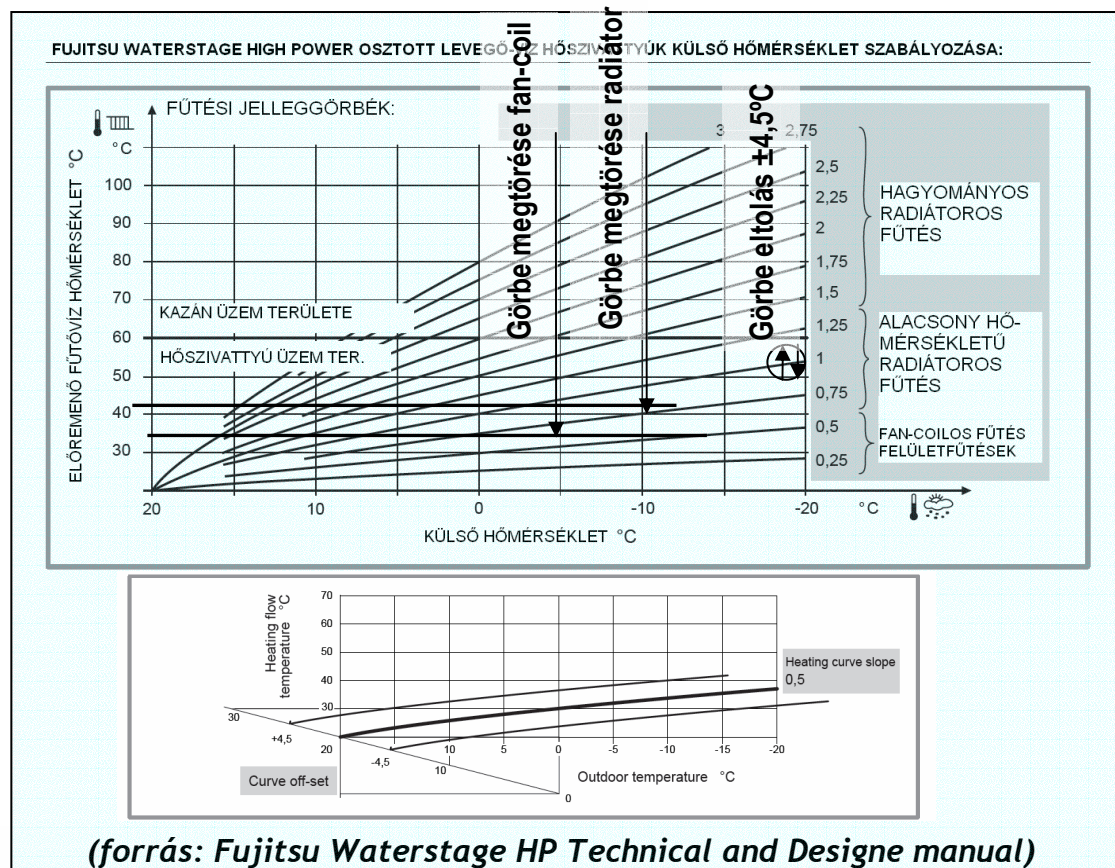
A transzmisszió: $\dot{Q} = \sum k_i * A_i * (t_b - t_k)$ és a filtráció: $\dot{Q}_f = n * V * \rho_{be} * c * (t_b - t_k)$ is egyenesen arányos a hőmérséklet különbséggel, azon belül is döntően a külső hőmérséklettel (mivel ez változik az idény folyamán). A teljes hőszükségletből ΔT -t kiemelve egy adott épületre képezhetünk egy u.n. hőveszteségi állandót (K): $\dot{Q} = H * (t_{belső} - t_{külső}) = H * t_{belső} - H * t_{külső}$. Látható, hogy mivel H és $t_{belső}$ állandó, $t_{külső}$ növekedésével a hőszükséglet fordítottan arányos.



Fujitsu Waterstage levegő-víz hőszivattyúk COP jelleggörbéi

A levegő-víz hőszivattyúk előremenő vízhőmérséklete függ a külső hőmérséklettől:

$$t_{\text{előremenő}} = f(t_{\text{külső}})$$



Azaz a külső hőmérséklet határozza meg az elpárolgási és közvetve a kondenzációs hőmérsékletet is:

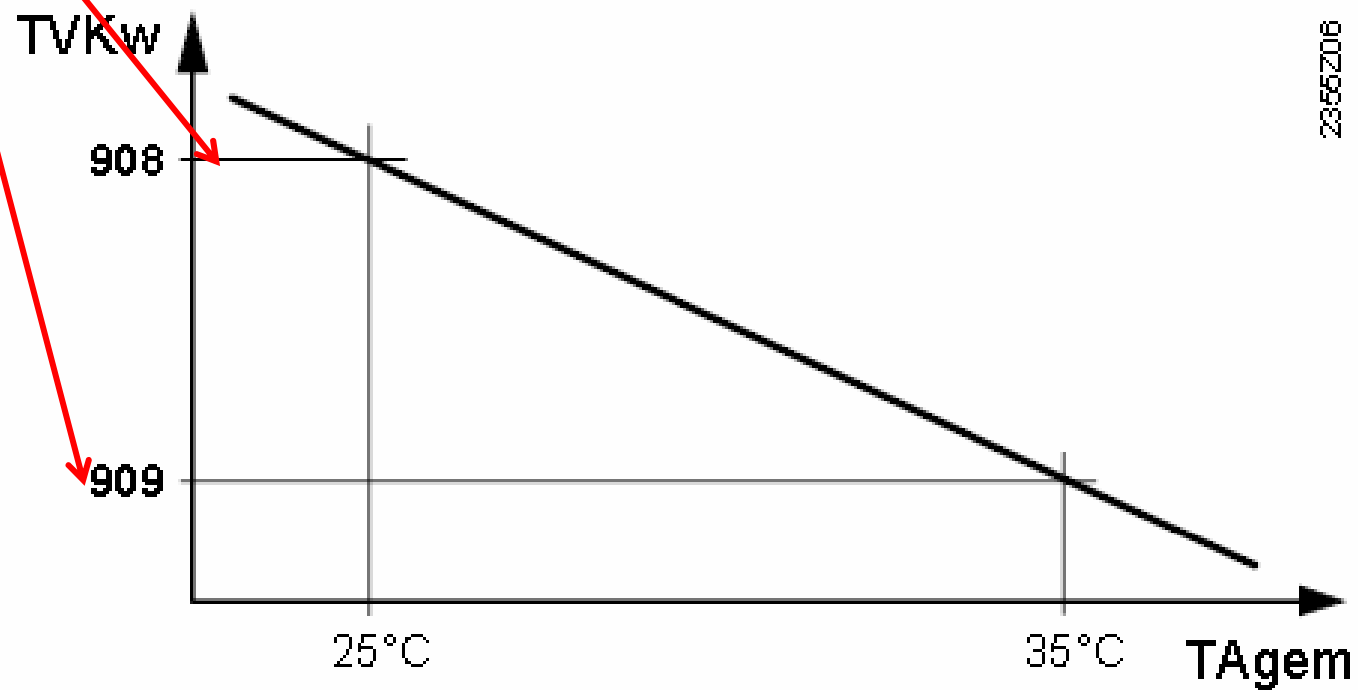


Hűtés görbe

Előremenő hőmérséklet

(pl. 35°C -nél 10°C

25°C -nél 17°C)



II/4. Hőfokgyakoriság



HŐFOKGYAKORISÁG I:

MAGYARORSZÁGON:

$$t_{\text{fűtés-idény-átlag-Mo}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{külső.i}} \times T_{i.\text{nap}}}{\sum_{i=1}^n T_{i.\text{nap}}} = 4,01^{\circ}\text{C}$$

Külső lev. hőmérséklet	Évi napok száma	Évi órák száma	Fűtési teljesítmény kw
-15	0,10	2,40	65,00
-14	0,13	3,22	63,24
-13	0,30	7,20	61,49
-12	0,40	9,60	59,73
-11	0,40	9,60	57,97
-10	0,70	16,80	56,22
-9	1,33	31,92	54,46
-8	2,16	51,84	52,70
-7	1,56	37,44	50,95
-6	2,40	57,60	49,19
-5	3,60	86,40	47,43
-4	4,10	98,40	45,68
-3	5,65	135,60	43,92
-2	6,45	154,80	42,16
-1	9,30	223,20	40,41
0	10,40	249,60	38,65
1	12,80	307,20	36,89
2	14,40	345,60	35,14
3	14,30	343,20	33,38
4	13,40	321,60	31,62
5	13,60	326,40	29,86
6	14,00	336,00	28,11
7	12,20	292,80	26,35
8	12,70	304,80	24,59
9	13,20	316,80	22,84
10	12,00	288,00	21,08
11	10,60	254,40	19,32
12	11,30	271,20	16,62
	203,48	4 883,62	



HŐFOKGYAKORISÁG II:

BUDAPESTEN:

$$t_{\text{fűtési-idény-átlag-BP}} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{\text{külső},i} \times T_{i,\text{nap}}}{\sum_{i=1}^n T_{i,\text{nap}}} = 4,615^{\circ}\text{C}$$



COLUMBUS KLÍMA KFT.

A LEVEGŐ HŐMÉRSÉKLETE

61

3-9. táblázat. A napi közepes levegő-hőmérséklet évi gyakorisága Budapesten (30 évi átlag, 1900–1930)

Hőfokközök, °C	$t_{k0,2}$ hőmér- sékletű napok évi előfordulási száma, nap/év	$t_{k0,2}$ -nél alacso- nyabb hőmér- sékletű napok évi előfordulási száma, nap/év	Napi közepes levegő- hőmérséklet, $t_{k0,2}$, °C
-20...-19,01	0,0333	0,033	-19
-19...-18,01	0,0333	0,067	-18
-18...-17,01	0,067	0,134	-17
-17...-16,01	0,067	0,201	-16
-16...-15,01	0,0333	0,234	-15
-15...-14,01	—	0,234	-14
-14...-13,01	0,134	0,368	-13
-13...-12,01	0,300	0,668	-12
-12...-11,01	0,400	1,068	-11
-11...-10,01	0,400	1,468	-10
-10...-9,01	0,700	2,168	-9
-9...-8,01	1,330	3,499	-8
-8...-7,01	2,160	5,599	-7
-7...-6,01	1,560	7,119	-6
-6...-5,01	2,400	9,52	-5
-5...-4,01	3,600	13,12	-4
-4...-3,01	4,100	17,22	-3
-3...-2,01	5,650	22,87	-2
-2...-1,01	6,450	29,32	-1
-1...-0,01	9,300	38,62	±0
±0,0...+0,99	10,400	49,02	+1
+1...+1,99	12,800	61,82	+2
+2...+2,99	14,400	76,22	+3
+3...+3,99	14,300	90,52	+4
+4...+4,99	13,400	103,92	+5
+5...+5,99	13,600	117,52	+6
+6...+6,99	14,000	131,52	+7
+7...+7,99	12,200	144,72	+8
+8...+8,99	12,700	157,42	+9
+9...+9,99	13,200	170,62	+10
+10...+10,99	12,000	182,62	+11
+11...+11,99	10,600	193,22	+12
+12...+12,99	11,300	204,52	+13
+13...+13,99	10,850	215,37	+14
+14...+14,99	12,700	228,07	+15
+15...+15,99	12,800	240,87	+16
+16...+16,99	14,400	255,27	+17
+17...+17,99	14,400	269,67	+18
+18...+18,99	15,000	284,67	+19
+19...+19,99	14,350	299,02	+20

3-9. táblázat folytatása

Hőfokközök, °C	$t_{k0,2}$ hőmér- sékletű napok évi előfordulási száma, nap/év	$t_{k0,2}$ -nél alacso- nyabb hőmér- sékletű napok évi előfordulási száma, nap/év	Napi közepes levegő- hőmérséklet, $t_{k0,2}$, °C
+20...+20,99	14,500	313,52	+21
+21...+21,99	13,600	327,12	+22
+22...+22,99	12,750	339,87	+23
+23...+23,99	10,000	349,87	+24
+24...+24,99	7,100	356,97	+25
+25...+25,99	3,600	360,57	+26
+26...+26,99	1,980	362,55	+27
+27...+27,99	1,710	364,26	+28
+28...+28,99	0,500	364,76	+29
+29...+29,99	0,230	364,99	+30
+30...+30,99	0,067	365,06	+31

3-10. táblázat. Néhány külföldi nagyváros hőmérsékletadatai

Helység	Évi közepes hőmérséklet, °C	Maximális hőmérsék- letek évi közepes értéke, °C	Minimális hőmérsék- letek évi közepes értéke, °C
Bécs	9,2	33,0	-15,0
Berlin	8,4	30,6	-12,6
Djakarta	25,9	33,7	20,0
Havanna	25,2	35,3	12,8
Kairó	21,1	43,0	2,0
London	9,9	31,0	-8,0
Los Angeles	16,7	38,7	1,0
Madrid	13,4	40,0	-8,0
Moszkva	3,6	31,0	-31,0
New York	11,1	35,0	-17,0
Párizs	10,3	34,0	-11,0
Rio de Janeiro	22,7	36,0	-13,0
Róma	15,4	35,0	-3,0
San Francisco	12,8	32,6	2,8
Santiago (Chile)	13,9	34,8	-2,7
Sidney	17,3	38,0	4,0
Varsó	7,3	32,0	-19,2

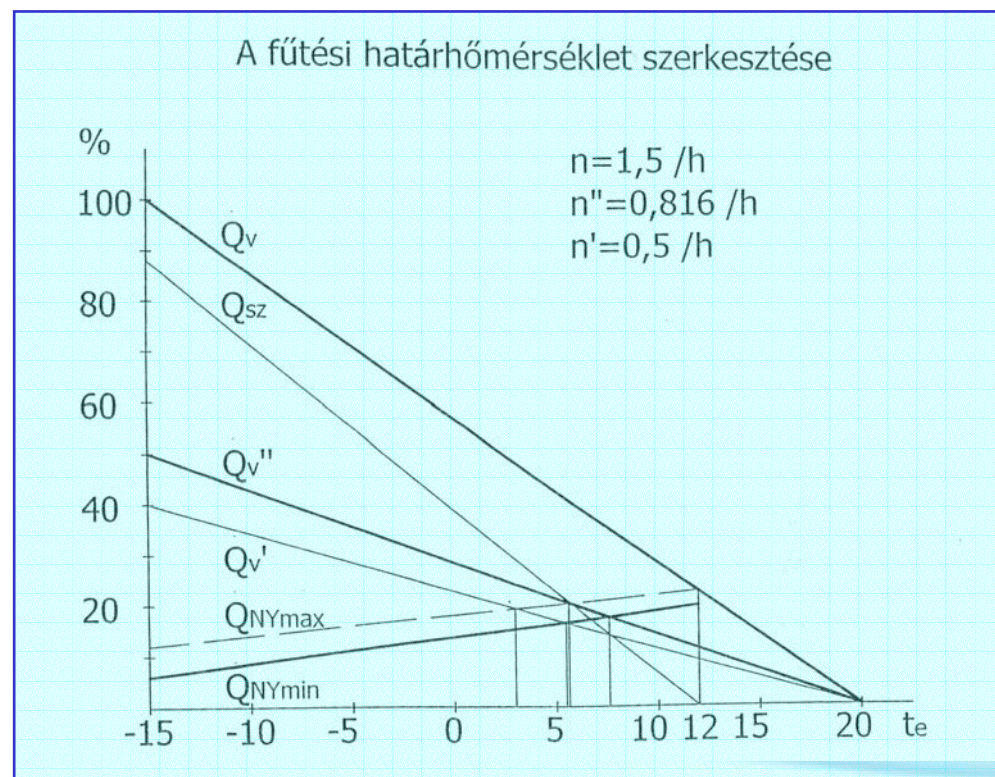
II/5. Fűtési határhőmérséklet, hőfokhíd



Fűtési határhőmérséklet:

Az épület energiamérlege alapján:

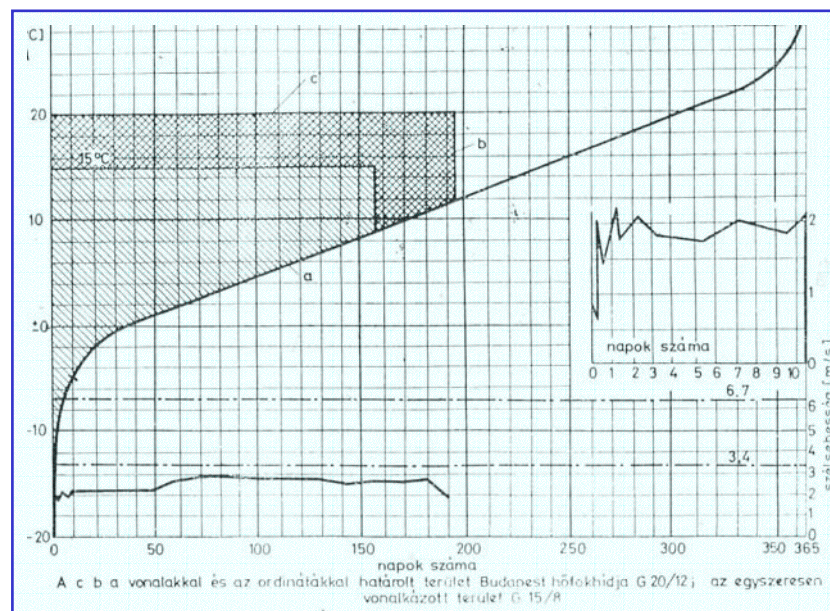
$$Q_{tr} + Q_{hh} + Q_{sz} + Q_s + Q_b + \sum (c_i \times M_i \times \Delta t) + Q_{fűtési-r} = 0$$



Hőfokhíd és fűtési energia szükséglet:

Függ a belső hőmérséklettől, a külső napi közepes hőmérséklettől és a fűtési határhőmérséklettől:

$$G = \sum_0^{Z_1} (t_{belső} - t_{külső_köz.}) Z [^{\circ}Cnap]$$



A hőszükségletből K megkapható:

$$\dot{Q} = H * (t_{belső} - t_{külső})$$

Amiből a fűtési energiaszükséglet számítható: $Q = H * G * 3600 * 24$



II/6. A tervezési-átlag COP meghatározása



COP_{átlag} számítása I.

Alapadatok:

Belső hőmérséklet: 20 °C

Hőszükséglet ($k_{\text{külső}} = -15^\circ\text{C}$) $Q = 10 \text{ kW}$

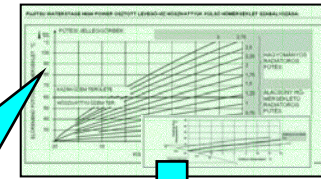
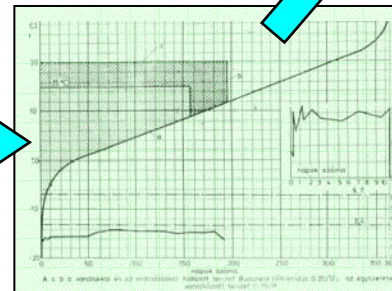
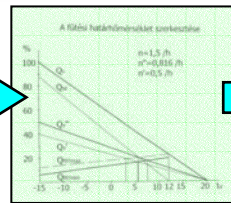
Hőveszteségi állandó: $K = Q/\Delta t = 0,2857 \text{ kW}/^\circ\text{C}$

Hőfokgyakoriság: magyarországi

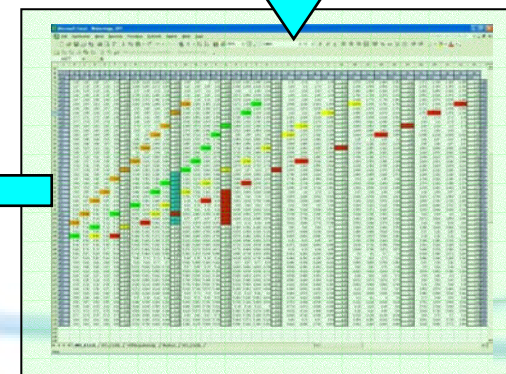
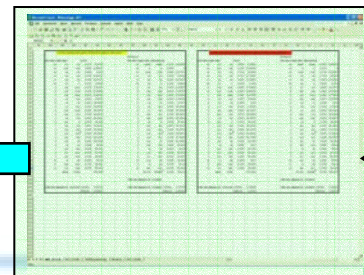
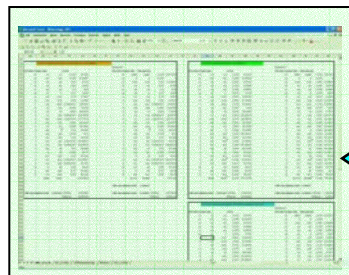
Fűtési határhőmérséklet: 12 °C

Fűtési hőfokhíd, Miskolc $G_{20/12} = 3414 \text{ }^\circ\text{C nap}$

Technical data table for heat exchangers, showing various models and their specifications.



Technical data table for heat exchangers, showing various models and their specifications.



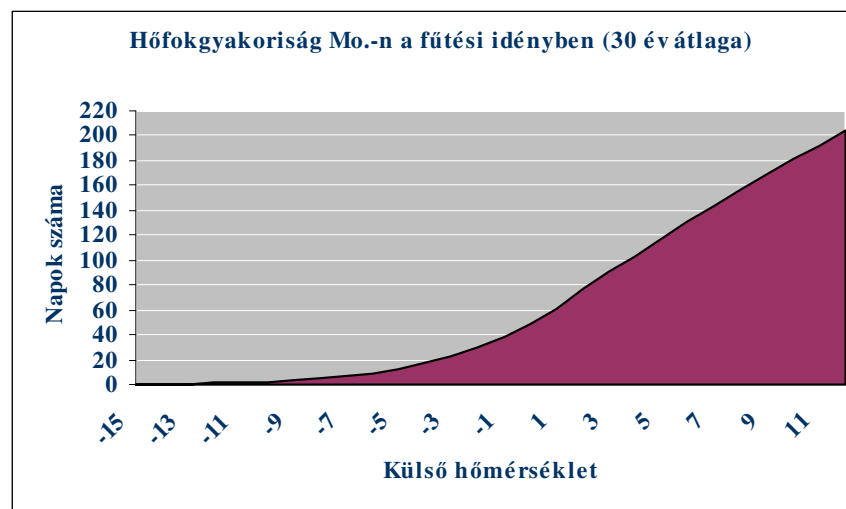
$$Q = H * G * 3600 * 24 = 0,2857 * 3414 * 3600 * 24 = 84277 \text{ MJ}$$



COLUMBUS KLÍMA KFT.

COP_{átlag} számítása II.

Mivel a tervezési segédletből tudjuk az összes szóba jöhető külső hőmérséklethez és fűtési előremenő víz hőmérséklethez tartozó COP adatot, illetve a beállított fűtési jelleggörbét, így számítható a fűtési idény átlag COP-ja, mivel a mindenkori külső hőmérsékletet leírja a fűtési idényre vonatkoztatott hőfokgyakoriság:



(forrás: Dr. Menyhárt: Az épületgépészet kézikönyve)

$$COP_{\text{átlag}} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{i.\text{nap}}(\text{idő}) \times COP_i}{\sum_{i=1}^n T_{i.\text{nap}}(\text{idő})}$$



II/7. Az SPF_{prim} , azaz a primer energiára vonatkoztatott energetikai hatásfok számítása



SPF_{prim} számítása:

Mivel az átlag COP a bevezetett teljesítmény és a leadott teljesítmény hányadosa, az SPF érték viszont ugyanazon idő alatt befektetett és leadott energia hányadosa, ezért mérőszámuk megfeleltethetők egymásnak. Így a

$$\text{COP}_{\text{átlag}} \leftrightarrow \text{SPF}$$

Mivel az Új Széchenyi Terv keretében kiírt KEOP pályázatok esetében az elektromos hőszivattyúk primer energiás együtthatója kötelezően: $e = 2,6$, ezért

$$\text{SPF}_{\text{prim}} = \text{SPF} \times 2,6^{-1}$$

Azaz

$$\text{SPF}_{\text{prim}} \leftrightarrow \text{COP}_{\text{átlag}} \times 2,6^{-1}$$



Mindezek alapján a különböző vízhőmérsékletekre méretezett hőleadókkal kialakított fűtési rendszerek SPF_{prim} értékei számolhatók. (Emlékeztetőül a követelményből származtatott $COP_{\text{átlag}} \geq 3,38$)

Fűtési rendszer, ill. szabályozás	$COP_{\text{átl}}$	SPF_{prim}
A 0,5-ös szabályozási görbe: kombinált fal és padlófűtés. Méretezési állapotban (-15°C), az előremenő vízhőmérséklet: 36°C.	3,993	1,535
A 0,75-ös szabályozási görbe: padlófűtés. Méretezési állapotban (-15°C), az előremenő vízhőmérséklet: 43°C.	3,823	1,47
A 0,75-ös szabályozási görbe 35 foknál megtörve: fan-coil I. Méretezési állapotban (-15°C) az előremenő vízhőmérséklet: 43°C.	3,725	1,433
A 1,0-es szabályozási görbe 35 foknál megtörve: fan-coil II. Méretezési állapotban (-15°C) az előremenő vízhőmérséklet: 51°C.	3,667	1,41
A 1,0-es szabályozási görbe 40 foknál megtörve: túlméretes radiátor. Méretezési állapotban (-15°C) az előremenő vízhőmérséklet: 59°C.	3,325	1,278

Megjegyzés: a fenti számítás nem veszi figyelembe a hőszivattyúk részterhelési hatásfok emelkedését (+3-5%).





Köszönöm a figyelmet!

Tóth Tamás

Műszaki tanácsadó-megújuló energiák

06-20/98-32-995

totht@columbus-klima.hu

www.columbus-klima.hu



COLUMBUS KLÍMA KFT.