

**Mennyezeti fűtő-hűtő lemez összehasonlító
számítás részletes ismertetése, és
APPARAT AP100 összehasonlítása NGBS
SCS400 termékkel**

Változók jelölésének jegyzéke:

Jelölés	Mennyiség megnevezése	Dimenzió
λ_{PE}	Polietilén hővezetési tényezője	W/(m K)
$\lambda_{acél}$	Acél hővezetési tényezője	W/(m K)
λ_G	Gipszkarton hővezetési tényezője	W/(m K)
α_b	Hőszállító folyadék és csőfal közti hőátadási tényező	W/(m ² K)
α_k	Gipszkarton felület és levegő közti hőátadási tényező	W/(m ² K)
α	Hűtőbordára jellemző hőátadási tényező	W/(m ² K)
D_b	Cső belső átmérője	mm; m
D_k	Cső külső átmérője	mm; m
s_c	Cső falvastagsága	mm; m
Z	Két szomszédos csőjárat közötti távolság	mm; m
N	Egy fűtőpanelben futó csőjáratok száma	dimenziótlan
L	Referenciafelület (és egyben a fűtőfelület) hossza	mm; m
X	Referenciafelület szélessége (vagy tengelytáv)	mm; m
s	Lemezvastagság	mm; m
s_G	Gipszkartonréteg falvastagság	mm; m
ΔT_f	Hőszállító folyadék hőmérsékletváltozása fűtőüzemben	K
ΔT_h	Hőszállító folyadék hőmérsékletváltozása hűtőüzemben	K
A_1	Egy csőjárat belső felülete	mm ² ; m ²
A_2	Egy csőjárat külső felülete	mm ² ; m ²
A_3	Egy csőjáratot burkoló lemez ív külső felülete	mm ² ; m ²
A_4	Egy lemez összes hőleadó felülete	mm ² ; m ²
A_5	Referenciafelület, befoglaló téglalap felülete	mm ² ; m ²
R_b	Egy csőjárat belső felületén fellépő fázishatár ellenállás	K/W
R_k	Egy járatra jutó gipszk. felület és levegő közötti fázishatár ellenállás	K/W
R_k'	Egy járatot burkoló lemezív és levegő közötti fázishatár ellenállás	K/W
R_1	Csőfal hőtani ellenállása	K/W
R_2	Egy csövet burkoló omega-profil hőtani ellenállása	K/W
R_3	Gipszkarton réteg hőtani ellenállása	K/W
R_{b-k}	Hőszállító közeg és gipszk. réteg alatti levegő közti eredő ellenállás	K/W
R_{b-k}'	Hőszállító közeg és omega-profil érő levegő közti ellenállás	K/W
R_{b-f}	Hőszállító közeg és omega-profil felülete közti ellenállás	K/W
T_{fbe}	Hőszállító folyadék bemenő hőmérséklete	K; °C
T_{fki}	Hőszállító folyadék kimenő hőmérséklete	K; °C
$T_{f\text{átlag}}$	Hőszállító folyadék átlagos hőmérséklete	K; °C
T_{lev}	Helyiség levegő hőmérséklet	K; °C
T_L	Hőmérséklet a lemez omega-profiljának külső felületén	K; °C
Q'	Egyedül álló burkolt cső hőleadása	W
m	Bordaparaméter	m ⁻¹
H	Bordahossz	mm; m
η	Bordahatásfok	dimenziótlan
T_b	Hűtőborda átlagos hőmérséklete	K; °C
Q	Hűtő-fűtő lemez leadott hőteljesítménye	W
q	Hőteljesítmény fajlagosítva a referencia felületre	W/m ²

Felhasznált matematikai operátorok jelölésének jegyzéke:

Jelölés	Operátor megnevezése	Definíció
$\ln(x)$	„x” természetes alapú logaritmusa	$x = e^{\ln(x)}$
$\sinh(x)$	„x” szinusz hiperbolikusza	$\sinh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{2}$
$\cosh(x)$	„x” koszinusz hiperbolikusza	$\cosh(x) = \frac{e^x + e^{-x}}{2}$
$\tanh(x)$	„x” tangens hiperbolikusza	$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}}$

1. Geometriai viszonyok kiszámítása

Adott a fűtéscső belső (D_b) és külső (D_k) átmérője. Ebből a csőfal vastagsága:

$$s_c = \frac{D_k - D_b}{2}$$

A lemez csőívének („omega-profiljának”) külső átmérője (D_Ω) a cső külső átmérője plusz a lemezvastagság kétszerese.

$$D_\Omega = D_k + 2 \cdot s$$

Egy hengerpalást felülete az átmérő, hosszúság és π szorzata:

$$A = d \cdot H \cdot \pi$$

Ez alapján kiszámíthatjuk egy cső belső, külső, és az őt burkoló lemez külső felületét.

$$A_1 = D_b \cdot L \cdot \pi$$

$$A_2 = D_k \cdot L \cdot \pi$$

$$A_3 = D_\Omega \cdot L \cdot \pi$$

Az A_3 felületszámítás során élünk azzal a közelítéssel, hogy a burkoló acélfelület teljesen betakarja a polietilén csövet. Az A_3 felület csak mellékszámítások során lesz felhasználva, és az ilyen módon való közelítése elhanyagolhatóan keveset módosít a számítás végeredményén.

Egy fűtő-hűtő lemez összes sík hőleadó felületét (A_4) kiszámíthatjuk, hogyha a lemezhosszt (L) szorozzuk a csőközzel (Z) és a csőszámmal (N).

Fontos észrevenni, hogy a referenciafelület (lemez hossz (L) és tengelytáv (X) szorzata) nem egyezik meg a fűtőfelület (A_4) méretével. A kettő megkülönböztetése elengedhetetlenül fontos, amikor a fűtőtéljesítmény értékeinket felületegységre fajlagosítjuk¹.

Lemezenkénti összes sík hőleadó felület:

$$A_4 = L \cdot N \cdot Z$$

Ennél a számításnál szintén közelítéssel élünk, feltételezzük, hogy nincsen rés az omega-profil két széle között. Tekintve, hogy ez a rés igen kicsi a csőtávokhoz képest, és hogy a résben megrekedő levegő is hoz létre konvektív² áramlatot, a közelítés elfogadható.

A befoglaló téglalap (referencia felület) mérete pedig a lemez hossz és a tengelytáv szorzata:

$$A_5 = L \cdot X$$

¹ Fajlagosítás jelentése: referenciamennyiségre (esetünkben: felület) vonatkoztatás

² Konvekció jelentése: hőszállítás

2. A rendszer hőtani ellenállásainak kiszámítása

A hőtani rendszerek modellezésében elterjedt ellenállás modell analóg az elektromos rendszerek modelljével. Ennek megfelelően a hőszállító közegtől a szabad levegőig a komponenseket soros kapcsolású termális³ ellenállásoknak tekintjük, és az összegüket tekintjük az eredő termális ellenállásnak.

Az ellenállásokat a rendszer „ismétlődő egységére” fogjuk megadni, amely alatt egy csőjáratot, és két oldalán 1-1 db ($Z/2$) szélességű sík lemezszakaszt értünk.

A hőszállító közegből a csőfalba való hőáramlás fázishatár⁴ ellenállása:

$$R_b = \frac{1}{\alpha_b \cdot A_1}$$

A gipszkarton felület és a levegő közötti fázishatár ellenállás:

$$R_k = \frac{1}{\alpha_k \cdot (A_5/N)} = \frac{N}{\alpha_k \cdot A_5}$$

A csövet burkoló omega-profil felülete és levegő közötti fázishatár ellenállás:

$$R'_k = \frac{1}{\alpha_k \cdot A_\Omega}$$

A csőfalat végtelen hosszú hengeres héjnak modellezzük az ellenállásának kiszámításakor.

$$R_1 = \frac{\ln\left(\frac{D_k}{D_b}\right)}{2 \cdot L \cdot \pi \cdot \lambda_{PE}}$$

A lemez omega-profilját szintén végtelen hosszú hengeres héjnak modellezhetjük:

$$R_2 = \frac{\ln\left(\frac{D_\Omega}{D_k}\right)}{2 \cdot L \cdot \pi \cdot \lambda_{acél}}$$

A gipszkarton fal síkfalnak tekinthető, és a konduktív⁵ keresztmetszetet a lemez hőleadó felületének és a befoglaló téglalap felületének átlagával közelítjük. Így a hőtani ellenállása:

$$R_3 = \frac{s_G}{\lambda_G \cdot \left(\frac{A_4 + A_5}{2 \cdot N}\right)} = \frac{2 \cdot N \cdot s_G}{\lambda_G \cdot (A_4 + A_5)}$$

Az ellenállás komponensek ismeretében, és tudva hogy az ellenállások sorosan kapcsoltak, kiszámíthatjuk a rendszer eredő hőtani ellenállását.

A hőszállító közegtől a lemez omega-profiljának külső felületéig ébredő ellenállás:

³ Termális jelentése: hőtani

⁴ Fázishatár jelentése: eltérő halmazállapotú közegek (például csőfal és hőszállító folyadék) érintkezési felülete

⁵ Konduktív jelentése: hővezető

$$R_{b-f} = R_b + R_1 + R_2$$

A hőszállító közegetől a lemez omega-profiljával érintkező levegőrétegig ébredő ellenállás:

$$R_{b-k'} = R_{b-f} + R_k'$$

A hőszállító közegetől a gipszkarton réteg alatti levegőrétegig ébredő ellenállás:

$$R_{b-k} = R_{b-f} + R_3 + R_k$$

3. Hőáram kiszámítása

Első lépésben kiszámítjuk, hogy 1 db „önmagában álló” (azaz lemez és gipszkarton réteg nélküli) csőjázat mekkora hőt adna le. A hőszállító közeg hőmérsékletét a bemenő és kilépő hőmérséklet átlagával közelítjük:

$$T_{f \text{ átlag}} = \frac{T_{f \text{ be}} + T_{f \text{ ki}}}{2}$$

$$Q' = \left| \frac{T_{f \text{ átlag}} - T_{lev}}{R_{b-k'}} \right|$$

Ennek az ismeretében tudhatjuk a lemezív külső felületén mérhető hőmérsékletet:

$$T_L = T_{f \text{ átlag}} - Q' \cdot R'_{b-k}$$

A leadott hő kiszámításához a fűtő-hűtő lemezt **végلامي hőleadásra képtelen hűtőbordának** modellezzük, amelynek szélessége lemez hossznyi (L), hosszúsága a csőjázatok közötti távolság fele ($Z/2$), vastagsága pedig lemezvastagságnyi (s). Ilyen hűtőbordával minden cső rendelkezik mindkét oldalon.

T_L tekinthető a hűtőborda bordatövi hőmérsékletének. A helyiség levegő hőmérséklete tekinthető a környezeti hőmérsékletnek.

Először ki kell számítanunk a hűtőborda hőtani jellemzőit.

Egy síkfelületű, konstans szélességű és vastagságú (téglatest geometriájú) hűtőborda esetén a rá jellemző m bordaparaméter értéke:

$$m = \sqrt{\frac{2 \cdot \alpha}{s \cdot \lambda}}$$

A képletben α a borda és a levegő közötti hőátadási tényező, a mi esetünkben ez a gipszkarton és levegő közötti fázishatár ellenállás, plusz a gipszkarton fali ellenállásának soros összege:

APPARAT

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{1}{\alpha_k} + \frac{s_G}{\lambda_G} \rightarrow \alpha = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_k} + \frac{s_G}{\lambda_G}}$$

A borda magassága (H) pedig a fentebb említettek szerint a csőjáratok közötti távolság fele.

$$H = \frac{Z}{2}$$

A borda hatásfoka:

$$\eta = \frac{\tanh(m \cdot H)}{m \cdot H}$$

A továbbiakhoz meg kell határoznunk a hűtőbordák átlagos hőmérsékletét. A hűtőborda hőmérséklete x távolságra a bordatőtől:

$$t(x) = T_{Lev} + (T_L - T_{Lev}) \cdot \frac{\cosh(m \cdot (H - x))}{\cosh(m \cdot H)}$$

Az átlag kiszámításához átlagolnunk kell a $[0 - H]$ tartományon:

$$\begin{aligned} T_b &= T_{Lev} + \frac{(T_L - T_{Lev})}{(H - 0) \cdot \cosh(m \cdot H)} \cdot \int_0^H \cosh(m(H - x)) dx \\ &= T_{Lev} + \frac{(T_L - T_{Lev}) \cdot \sinh(m \cdot H)}{m \cdot H \cdot \cosh(m \cdot H)} = T_{Lev} + \frac{(T_L - T_{Lev}) \cdot \tanh(m \cdot H)}{m \cdot H} \end{aligned}$$

Tehát:

$$T_b = T_{Lev} + (T_L - T_{Lev}) \cdot \eta$$

Ami a számítás egyik végeredménye, a fűtő-hűtőlemez átlagos felületi hőmérséklete.

Ezek után pedig egy lemez leadott hőteljesítménye:

$$Q = \eta \cdot \alpha \cdot L \cdot H \cdot (T_{lev} - T_L) \cdot 2 \cdot N$$

És:

$$q = \frac{Q}{\left(\frac{A_4 + A_5}{2}\right)} = \frac{2 \cdot Q}{A_4 + A_5}$$

4. A számítások elvégzése

A számításokat egy Excel VBA API-ban implementált⁶ programmal végezzük el.

Az alábbi képen látható táblázatban adhatjuk meg az összehasonlításra szánt termékek adatait, és sorolhatjuk fel a hőszállító folyadék bemenő hőmérsékleteket, illetve levegő hőmérsékleteket.

	Összehasonlítandók adatai		
	APPARAT AP100	NGBS SCS400	
$\lambda_{PE} =$	0,35		[W/m K]
$\lambda_{acél} =$	81		[W/m K]
$\lambda_{gipszkarton} =$	0,25		[W/m K]
$\alpha_{belső} =$	300		[W/m ² K]
$\alpha_{külső} =$	8		[W/m ² K]
$D_{cső\ belső} =$	7,4	7,4	[mm]
$D_{cső\ külső} =$	10	10	[mm]
Csőköz:	40	37	[mm]
Csőszám:	8	8	[db]
Hossz:	1000		[mm]
Tengelytáv:	400		[mm]
Lemezvast.:	0,5	0,6	[mm]
Gipszk. vast.:	10	10	[mm]
$\Delta T_{vz\ fűtés} =$	5		[°C]
$\Delta T_{vz\ hűtés} =$	2		[°C]

Belépő foly. hőm. [°C]	Levegő hőm. [°C]
12,0 °C	15,0 °C
14,0 °C	16,0 °C
16,0 °C	17,0 °C
18,0 °C	18,0 °C
20,0 °C	19,0 °C
30,0 °C	20,0 °C
35,0 °C	21,0 °C
40,0 °C	22,0 °C
45,0 °C	23,0 °C
31,5 °C	24,0 °C
	25,0 °C
	26,0 °C
	27,0 °C
	28,0 °C

⁶ Implementáció jelentése: megvalósítás

A számítás gomb megnyomása után a program mindkét termék adatsorára kiszámítja a hőtani táblázatot a megadott hőmérsékletek összes variációjával,

alapvető fizikai összefüggések alapján, amelyek függetlenek bármilyen szubjektív⁷ tényezőtől, csupán geometriai és a termodinamikai⁸ peremfeltételek függvényei.

A számításhoz menete a fentebb ismertetett egyenletek.

A program segítségével a számítást elvégezhetjük felületegységre vetítve (W/m^2), és az összteljesítményre is (W).

Kiszámítás fajlagos értékekkel [W/m^2]

Kiszámítás teljesítményértékekkel [W]

Tábla törlése

Számítások megjelenítése/elrejtése

APPARAT AP100 terméke átlagosan 3,23 %-al jobban teljesít.

Hűtő-fűtő közeg hőmérs.		APPARAT AP100 Helyiség levegő hőmérséklet													
Belépő	Kilépő	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	19 °C	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	24 °C	25 °C	26 °C	27 °C	28 °C
12 °C	14 °C	9,5 W/m ² 13,2 °C	14,3 W/m ² 13,3 °C	19,1 W/m ² 13,4 °C	23,9 W/m ² 13,5 °C	28,7 W/m ² 13,6 °C	33,5 W/m ² 13,7 °C	38,2 W/m ² 13,8 °C	43 W/m ² 13,9 °C	47,8 W/m ² 14 °C	52,6 W/m ² 14,1 °C	57,4 W/m ² 14,2 °C	62,2 W/m ² 14,3 °C	67 W/m ² 14,4 °C	71,7 W/m ² 14,5 °C
14 °C	16 °C			9,5 W/m ² 15,2 °C	14,3 W/m ² 15,3 °C	19,1 W/m ² 15,4 °C	23,9 W/m ² 15,5 °C	28,7 W/m ² 15,6 °C	33,5 W/m ² 15,7 °C	38,2 W/m ² 15,8 °C	43 W/m ² 15,9 °C	47,8 W/m ² 16 °C	52,6 W/m ² 16,1 °C	57,4 W/m ² 16,2 °C	62,2 W/m ² 16,3 °C
16 °C	18 °C					9,5 W/m ² 17,2 °C	14,3 W/m ² 17,3 °C	19,1 W/m ² 17,4 °C	23,9 W/m ² 17,5 °C	28,7 W/m ² 17,6 °C	33,5 W/m ² 17,7 °C	38,2 W/m ² 17,8 °C	43 W/m ² 17,9 °C	47,8 W/m ² 18 °C	52,6 W/m ² 18,1 °C
18 °C	20 °C							9,5 W/m ² 19,2 °C	14,3 W/m ² 19,3 °C	19,1 W/m ² 19,4 °C	23,9 W/m ² 19,5 °C	28,7 W/m ² 19,6 °C	33,5 W/m ² 19,7 °C	38,2 W/m ² 19,8 °C	43 W/m ² 19,9 °C
20 °C	22 °C									9,5 W/m ² 21,2 °C	14,3 W/m ² 21,3 °C	19,1 W/m ² 21,4 °C	23,9 W/m ² 21,5 °C	28,7 W/m ² 21,6 °C	33,5 W/m ² 21,7 °C
30 °C	25 °C	59,8 W/m ² 26,1 °C	55 W/m ² 26,2 °C	50,2 W/m ² 26,3 °C	45,4 W/m ² 26,4 °C	40,6 W/m ² 26,5 °C	35,8 W/m ² 26,6 °C	31,1 W/m ² 26,7 °C	26,3 W/m ² 26,8 °C	21,5 W/m ² 26,9 °C	16,7 W/m ² 27 °C				
35 °C	30 °C	83,7 W/m ² 30,5 °C	78,9 W/m ² 30,6 °C	74,1 W/m ² 30,7 °C	69,3 W/m ² 30,8 °C	64,6 W/m ² 30,9 °C	59,8 W/m ² 31,1 °C	55 W/m ² 31,2 °C	50,2 W/m ² 31,3 °C	45,4 W/m ² 31,4 °C	40,6 W/m ² 31,5 °C	35,8 W/m ² 31,6 °C	31,1 W/m ² 31,7 °C	26,3 W/m ² 31,8 °C	21,5 W/m ² 31,9 °C
40 °C	35 °C	107,6 W/m ² 34,9 °C	102,8 W/m ² 35,1 °C	98,1 W/m ² 35,2 °C	93,3 W/m ² 35,3 °C	88,5 W/m ² 35,4 °C	83,7 W/m ² 35,5 °C	78,9 W/m ² 35,6 °C	74,1 W/m ² 35,7 °C	69,3 W/m ² 35,8 °C	64,6 W/m ² 35,9 °C	59,8 W/m ² 36,1 °C	55 W/m ² 36,2 °C	50,2 W/m ² 36,3 °C	45,4 W/m ² 36,4 °C
45 °C	40 °C	131,6 W/m ² 39,4 °C	126,8 W/m ² 39,5 °C	122 W/m ² 39,6 °C	117,2 W/m ² 39,7 °C	112,4 W/m ² 39,8 °C	107,6 W/m ² 39,9 °C	102,8 W/m ² 40,1 °C	98,1 W/m ² 40,2 °C	93,3 W/m ² 40,3 °C	88,5 W/m ² 40,4 °C	83,7 W/m ² 40,5 °C	78,9 W/m ² 40,6 °C	74,1 W/m ² 40,7 °C	69,3 W/m ² 40,8 °C
51,5 °C	26,5 °C	67 W/m ² 27,4 °C	62,2 W/m ² 27,5 °C	57,4 W/m ² 27,6 °C	52,6 W/m ² 27,7 °C	47,8 W/m ² 27,8 °C	43 W/m ² 27,9 °C	38,2 W/m ² 28,1 °C	33,5 W/m ² 28,2 °C	28,7 W/m ² 28,3 °C	23,9 W/m ² 28,4 °C	19,1 W/m ² 28,5 °C	14,3 W/m ² 28,6 °C		

Hűtő-fűtő közeg hőmérs.		NGBS SCS400 Helyiség levegő hőmérséklet													
Belépő	Kilépő	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	19 °C	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	24 °C	25 °C	26 °C	27 °C	28 °C
12 °C	14 °C	9,2 W/m ² 13,2 °C	13,8 W/m ² 13,3 °C	18,5 W/m ² 13,4 °C	23,1 W/m ² 13,5 °C	27,7 W/m ² 13,6 °C	32,4 W/m ² 13,7 °C	37 W/m ² 13,8 °C	41,6 W/m ² 13,9 °C	46,3 W/m ² 14 °C	50,9 W/m ² 14,1 °C	55,5 W/m ² 14,2 °C	60,2 W/m ² 14,3 °C	64,8 W/m ² 14,4 °C	69,4 W/m ² 14,5 °C
14 °C	16 °C			9,2 W/m ² 15,2 °C	13,8 W/m ² 15,3 °C	18,5 W/m ² 15,4 °C	23,1 W/m ² 15,5 °C	27,7 W/m ² 15,6 °C	32,4 W/m ² 15,7 °C	37 W/m ² 15,8 °C	41,6 W/m ² 15,9 °C	46,3 W/m ² 16 °C	50,9 W/m ² 16,1 °C	55,5 W/m ² 16,2 °C	60,2 W/m ² 16,3 °C
16 °C	18 °C					9,2 W/m ² 17,2 °C	13,8 W/m ² 17,3 °C	18,5 W/m ² 17,4 °C	23,1 W/m ² 17,5 °C	27,7 W/m ² 17,6 °C	32,4 W/m ² 17,7 °C	37 W/m ² 17,8 °C	41,6 W/m ² 17,9 °C	46,3 W/m ² 18 °C	50,9 W/m ² 18,1 °C
18 °C	20 °C							9,2 W/m ² 19,2 °C	13,8 W/m ² 19,3 °C	18,5 W/m ² 19,4 °C	23,1 W/m ² 19,5 °C	27,7 W/m ² 19,6 °C	32,4 W/m ² 19,7 °C	37 W/m ² 19,8 °C	41,6 W/m ² 19,9 °C
20 °C	22 °C									9,2 W/m ² 21,2 °C	13,8 W/m ² 21,3 °C	18,5 W/m ² 21,4 °C	23,1 W/m ² 21,5 °C	27,7 W/m ² 21,6 °C	32,4 W/m ² 21,7 °C
30 °C	25 °C	57,9 W/m ² 26,2 °C	53,2 W/m ² 26,3 °C	48,6 W/m ² 26,4 °C	44 W/m ² 26,5 °C	39,3 W/m ² 26,6 °C	34,7 W/m ² 26,7 °C	30,1 W/m ² 26,8 °C	25,4 W/m ² 26,9 °C	20,8 W/m ² 27 °C	16,2 W/m ² 27,1 °C				
35 °C	30 °C	81 W/m ² 30,7 °C	76,4 W/m ² 30,8 °C	71,8 W/m ² 30,9 °C	67,1 W/m ² 31 °C	62,5 W/m ² 31,1 °C	57,9 W/m ² 31,2 °C	53,2 W/m ² 31,3 °C	48,6 W/m ² 31,4 °C	44 W/m ² 31,5 °C	39,3 W/m ² 31,6 °C	34,7 W/m ² 31,7 °C	30,1 W/m ² 31,8 °C	25,4 W/m ² 31,9 °C	20,8 W/m ² 32 °C
40 °C	35 °C	104,2 W/m ² 35,2 °C	99,6 W/m ² 35,3 °C	94,9 W/m ² 35,4 °C	90,3 W/m ² 35,5 °C	85,7 W/m ² 35,6 °C	81 W/m ² 35,7 °C	76,4 W/m ² 35,8 °C	71,8 W/m ² 35,9 °C	67,1 W/m ² 36 °C	62,5 W/m ² 36,1 °C	57,9 W/m ² 36,2 °C	53,2 W/m ² 36,3 °C	48,6 W/m ² 36,4 °C	44 W/m ² 36,5 °C
45 °C	40 °C	127,4 W/m ² 39,7 °C	122,7 W/m ² 39,8 °C	118,1 W/m ² 39,9 °C	113,5 W/m ² 40 °C	108,8 W/m ² 40,1 °C	104,2 W/m ² 40,2 °C	99,6 W/m ² 40,3 °C	94,9 W/m ² 40,4 °C	90,3 W/m ² 40,5 °C	85,7 W/m ² 40,6 °C	81 W/m ² 40,7 °C	76,4 W/m ² 40,8 °C	71,8 W/m ² 40,9 °C	67,1 W/m ² 41 °C
51,5 °C	26,5 °C	64,8 W/m ² 27,5 °C	60,2 W/m ² 27,6 °C	55,5 W/m ² 27,7 °C	50,9 W/m ² 27,8 °C	46,3 W/m ² 27,9 °C	41,6 W/m ² 28 °C	37 W/m ² 28,1 °C	32,4 W/m ² 28,2 °C	27,7 W/m ² 28,3 °C	23,1 W/m ² 28,4 °C	18,5 W/m ² 28,5 °C	13,8 W/m ² 28,6 °C		

Számítás végeredménye felületegységre fajlagosított számítás után.

⁷ Szubjektív jelentése: nem tárgyilagos, egyéni megítélésen alapuló

⁸ Termodinamika jelentése: a fizika hő- és energiaátadással foglalkozó területe

APPARAT

Kiszámítás fajlagos értékekkel [W/m²]

Kiszámítás teljesítményértékekkel [W]

Tábla törlése

Számítások megjelenítése/elrejtése

APPARAT AP100
terméke átlagosan
6,39%-al jobban
teljesít.

APPARAT AP100

Hűtő-fűtő közeg hőmérs.		Helyiség levegő hőmérséklet													
Béletpő	Kilépő	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	19 °C	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	24 °C	25 °C	26 °C	27 °C	28 °C
12 °C	14 °C	3,4 W 13,2 °C	5,1 W 13,3 °C	6,8 W 13,4 °C	8,6 W 13,5 °C	10,3 W 13,6 °C	12 W 13,7 °C	13,7 W 13,8 °C	15,5 W 14 °C	17,2 W 14,1 °C	18,9 W 14,2 °C	20,6 W 14,3 °C	22,3 W 14,4 °C	24,1 W 14,5 °C	25,8 W 14,6 °C
14 °C	16 °C			3,4 W 15,2 °C	5,1 W 15,3 °C	6,8 W 15,4 °C	8,6 W 15,5 °C	10,3 W 15,6 °C	12 W 15,7 °C	13,7 W 15,8 °C	15,5 W 16 °C	17,2 W 16,1 °C	18,9 W 16,2 °C	20,6 W 16,3 °C	22,3 W 16,4 °C
16 °C	18 °C					3,4 W 17,2 °C	5,1 W 17,3 °C	6,8 W 17,4 °C	8,6 W 17,5 °C	10,3 W 17,6 °C	12 W 17,7 °C	13,7 W 17,8 °C	15,5 W 18 °C	17,2 W 18,1 °C	18,9 W 18,2 °C
18 °C	20 °C							3,4 W 19,2 °C	5,1 W 19,3 °C	6,8 W 19,4 °C	8,6 W 19,5 °C	10,3 W 19,6 °C	12 W 19,7 °C	13,7 W 19,8 °C	15,5 W 20 °C
20 °C	22 °C									3,4 W 21,2 °C	5,1 W 21,3 °C	6,8 W 21,4 °C	8,6 W 21,5 °C	10,3 W 21,6 °C	12 W 21,7 °C
30 °C	25 °C	21,5 W 26,1 °C	19,8 W 26,2 °C	18 W 26,3 °C	16,3 W 26,4 °C	14,6 W 26,5 °C	12,9 W 26,6 °C	11,1 W 26,7 °C	9,4 W 26,8 °C	7,7 W 26,9 °C	6 W 27,1 °C				
35 °C	30 °C	30,1 W 30,5 °C	28,4 W 30,6 °C	26,7 W 30,7 °C	24,9 W 30,8 °C	23,2 W 30,9 °C	21,5 W 31,1 °C	19,8 W 31,2 °C	18 W 31,3 °C	16,3 W 31,4 °C	14,6 W 31,5 °C	12,9 W 31,6 °C	11,1 W 31,7 °C	9,4 W 31,8 °C	7,7 W 31,9 °C
40 °C	35 °C	38,7 W 34,9 °C	37 W 35,1 °C	35,3 W 35,2 °C	33,5 W 35,3 °C	31,8 W 35,4 °C	30,1 W 35,5 °C	28,4 W 35,6 °C	26,7 W 35,7 °C	24,9 W 35,8 °C	23,2 W 35,9 °C	21,5 W 36,1 °C	19,8 W 36,2 °C	18 W 36,3 °C	16,3 W 36,4 °C
45 °C	40 °C	47,3 W 39,4 °C	45,6 W 39,5 °C	43,9 W 39,6 °C	42,2 W 39,7 °C	40,4 W 39,8 °C	38,7 W 39,9 °C	37 W 40,1 °C	35,3 W 40,2 °C	33,5 W 40,3 °C	31,8 W 40,4 °C	30,1 W 40,5 °C	28,4 W 40,6 °C	26,7 W 40,7 °C	24,9 W 40,8 °C
51,5 °C	26,5 °C	24,1 W 27,4 °C	22,3 W 27,5 °C	20,6 W 27,6 °C	18,9 W 27,7 °C	17,2 W 27,8 °C	15,5 W 27,9 °C	13,7 W 28,1 °C	12 W 28,2 °C	10,3 W 28,3 °C	8,6 W 28,4 °C	6,8 W 28,5 °C	5,1 W 28,6 °C		

NGBS SCS400

Hűtő-fűtő közeg hőmérs.		Helyiség levegő hőmérséklet													
Béletpő	Kilépő	15 °C	16 °C	17 °C	18 °C	19 °C	20 °C	21 °C	22 °C	23 °C	24 °C	25 °C	26 °C	27 °C	28 °C
12 °C	14 °C	3,2 W 13,27 °C	4,8 W 13,3 °C	6,4 W 13,4 °C	8 W 13,5 °C	9,6 W 13,6 °C	11,2 W 13,7 °C	12,8 W 13,8 °C	14,5 W 13,9 °C	16,1 W 14 °C	17,7 W 14,1 °C	19,3 W 14,2 °C	20,9 W 14,3 °C	22,5 W 14,4 °C	24,1 W 14,5 °C
14 °C	16 °C			3,2 W 15,2 °C	4,8 W 15,3 °C	6,4 W 15,4 °C	8 W 15,5 °C	9,6 W 15,6 °C	11,2 W 15,7 °C	12,8 W 15,8 °C	14,5 W 15,9 °C	16,1 W 16 °C	17,7 W 16,1 °C	19,3 W 16,2 °C	20,9 W 16,3 °C
16 °C	18 °C					3,2 W 17,2 °C	4,8 W 17,3 °C	6,4 W 17,4 °C	8 W 17,5 °C	9,6 W 17,6 °C	11,2 W 17,7 °C	12,8 W 17,8 °C	14,5 W 17,9 °C	16,1 W 18 °C	17,7 W 18,1 °C
18 °C	20 °C							3,2 W 19,2 °C	4,8 W 19,3 °C	6,4 W 19,4 °C	8 W 19,5 °C	9,6 W 19,6 °C	11,2 W 19,7 °C	12,8 W 19,8 °C	14,5 W 19,9 °C
20 °C	22 °C									3,2 W 21,2 °C	4,8 W 21,3 °C	6,4 W 21,4 °C	8 W 21,5 °C	9,6 W 21,6 °C	11,2 W 21,7 °C
30 °C	25 °C	20,1 W 26,2 °C	18,5 W 26,3 °C	16,9 W 26,4 °C	15,3 W 26,5 °C	13,7 W 26,6 °C	12 W 26,7 °C	10,4 W 26,8 °C	8,8 W 26,9 °C	7,2 W 27 °C	5,6 W 27,1 °C				
35 °C	30 °C	28,2 W 30,7 °C	26,6 W 30,8 °C	24,9 W 30,9 °C	23,3 W 31 °C	21,7 W 31,1 °C	20,1 W 31,2 °C	18,5 W 31,3 °C	16,9 W 31,4 °C	15,3 W 31,5 °C	13,7 W 31,6 °C	12 W 31,7 °C	10,4 W 31,8 °C	8,8 W 31,9 °C	7,2 W 32 °C
40 °C	35 °C	36,2 W 35,2 °C	34,6 W 35,3 °C	33 W 35,4 °C	31,4 W 35,5 °C	29,8 W 35,6 °C	28,2 W 35,7 °C	26,6 W 35,8 °C	24,9 W 35,9 °C	23,3 W 36 °C	21,7 W 36,1 °C	20,1 W 36,2 °C	18,5 W 36,3 °C	16,9 W 36,4 °C	15,3 W 36,5 °C
45 °C	40 °C	44,3 W 39,7 °C	42,7 W 39,8 °C	41,1 W 39,9 °C	39,5 W 40 °C	37,8 W 40,1 °C	36,2 W 40,2 °C	34,6 W 40,3 °C	33 W 40,4 °C	31,4 W 40,5 °C	29,8 W 40,6 °C	28,2 W 40,7 °C	26,6 W 40,8 °C	24,9 W 40,9 °C	23,3 W 41 °C
51,5 °C	26,5 °C	22,5 W 27,5 °C	20,9 W 27,6 °C	19,3 W 27,7 °C	17,7 W 27,8 °C	16,1 W 27,9 °C	14,5 W 28 °C	12,8 W 28,1 °C	11,2 W 28,2 °C	9,6 W 28,3 °C	8 W 28,4 °C	6,4 W 28,5 °C	4,8 W 28,6 °C		

Számítás végeredménye összteljesítmény számítás után.

5. Konklúziók⁹

A számításaink végeredménye, hogy az APPARAT Kft. által tervezett, gyártott, forgalmazott AP100 típusú fűtő-hűtő lemez felületegységre vetített kalorikus¹⁰ teljesítménye átlagosan

+3,23%-al magasabb az NGBS SCS400 termék teljesítményénél, tehát jobb.

Ezzel érvényes az állítás, hogy:

összteljesítmények közötti átlagos eltérés átlagosan +6,39%-nyi, az APPARAT AP100 termék itt is jobban teljesít.

A két számérték közötti különbség oka, hogy az APPARAT AP100 termék felületegységnyi teljesítményben 3,23%-al jobban teljesít az NGBS SCS400-nál, és ezenfelül **plusz hőátadó felülettel is rendelkezik.**

Úgy gondoljuk, hogy a jobb teljesítmény egyik oka a vékonyabb lemez alkalmazása (a hőtani ellenállás a vastagsággal egyenesen arányos). A másik ok pedig a folytonos lemezfelület preferálása¹¹ a hőleadó modulokkal szemben, amelynek köszönhetően magasabb a bordahatásfok, és nagyobb hőleadó felületet tesz lehetővé egységnyi területű befoglaló téglalapon belül.



APPARAT KFT.
1116 Bp., Duránei u. 29.
Asz.: 25951659-2-43
Cjsz.: 01-09-298179

Apparat Kft

2021. 06. 15., Vésztő

⁹ Konklúzió jelentése: következtetés

¹⁰ Kalorikus jelentése: hőhatással kapcsolatos

¹¹ Preferencia jelentése: valamely lehetőség előnyben részesítése