




APPARAT

**Az APPARAT Kft által forgalmazott hűtés/fűtésrendszer
hőteljesítményének vizsgálata a környezet és a fűtő/hűtőközeg
hőmérsékletkülönbségének függvényében**

Készítette:

Apparat Kft.
1116 Budapest
Duránci u. 29.





Tartalom

1. Feladatok.....	3
2. Kiinduló adatok.....	3
<i>Kiinduló hőmérsékletek</i>	4
<i>Hűtés</i>	4
<i>Sugárzás</i>	4
<i>További paraméterek</i>	4
3. Szimuláció	5
<i>Geometriai felépítés</i>	5
<i>Részletes méretek</i>	6
<i>Hálózás</i>	7
<i>A panel szimulációja</i>	9
4. A szimuláció eredményei.....	11
<i>Számított teljesítményadatok</i>	11



Az Apparat Kft.-ről

Operatív és technokrata mérnökcsapatunk az ipar jellemzően több mérnöki szakágat érintő kihívásaira szolgáltat megoldásokat. Tevékenységeink koncepciótól az üzemeltetésig érintik a gépipari, szerkezeti tervezés, gépgyártás, fémfeldolgozás-technológia, energiaipar, feldolgozóipar egyes területeit.

APPARAT

Apparat Kft.

Tel: +36 20 274 6361

E-mail: info@apparat.hu Web: apparat.hu

1116 Duránci u 29.

1. Feladatok

A forgalmazott panel 2D-s szerkezeti elrendezése alapján megalkotni az álmennyezeti rendszer vizsgált szakaszának 3D-s modelljét. A tapasztalatok által meghatározott külső feltételek (gravitáció irány, szobahőmérséklet, hűtőközeg középhőmérséklete, stb.) szerint felállítani az áramlás- és hőtani szimulációs modellt, elvégezni a szimulációt és értékelni az eredményeket.

2. Kiinduló adatok

Anyagparaméterek:

A szimulációban három anyag szerepel a felület-panel és a CD 30/60-as C profil anyaga, a fűtőpanelt tartó gipszkarton, és a hőszállító közeget vezető műanyagcső.

A panel és a CD 30/60-as C profilanyaga: 0,6 [mm] vastag horganyzott emez:

- Sűrűsége: 7874 [kg/m³]
- Fajhője: 0,46 [kJ/kg °C]
- hővezetés: 50 [W/m °C]

Gipszkarton (Climatop, Rigipis):

- sűrűség: 950 kg/m³
- fajhő: 840 [kJ/kg °C]
- hővezetés: 0,28 [W/m °C]

Műanyagcső (PE-RT):

- sűrűség: 1900 [kg/m³]
- fajhő: 882 [kJ/kg °C]
- hővezetés: 0,43 [W/m °C]



Kiinduló hőmérsékletek

A vonatkozó épületgépészeti szabványoknak megfelelően a vizsgálandó térrész hőmérséklete 26°C. Az álmennyezeti panel kiinduló hőmérséklete szintén 26°C. Az álmennyezetet felülről lezáró födém hőmérséklete szintén 26°C.

Hűtés

A hűtőközeget az alábbi módon definiáltuk: a korábbi tapasztalatok alapján a leggyakrabban alkalmazott térfogatáram mellett a hűtőközeg hőmérséklete 2°C-ot esik. A panelben 8 db párhuzamos cső fut. Így a két szélsőérték a középhőmérséklet +1°C illetve -1°C. A köztes csövekben a hőmérséklet lineárisan változik.

Sugárzás

A szimulációban a hőmérsékleti sugárzást figyelembe vettük. A testek abszorpciós és emissziós tényezőinek értéke 1,0. A környezetet 26°C-os sugárzóként vettük figyelembe.

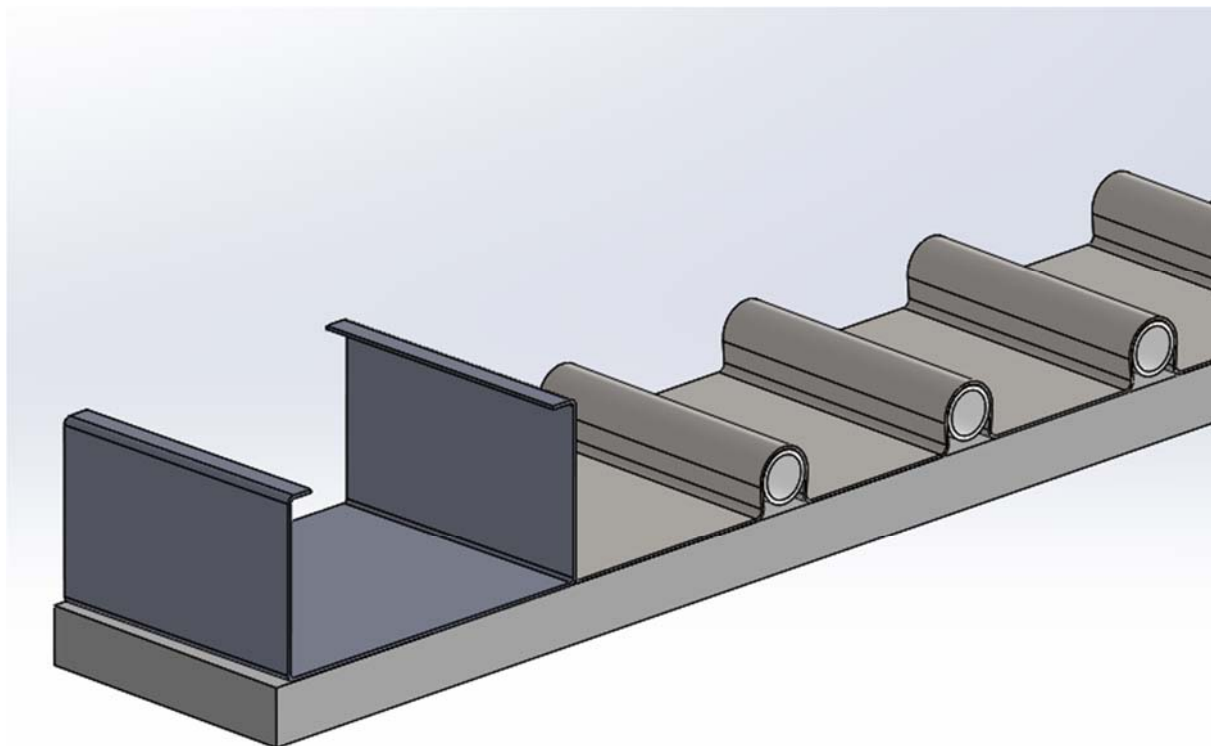
További paraméterek

A szimulációkat normál légköri nyomáson (101.325 Pa) végeztük.

3. Szimuláció

Geometriai felépítés

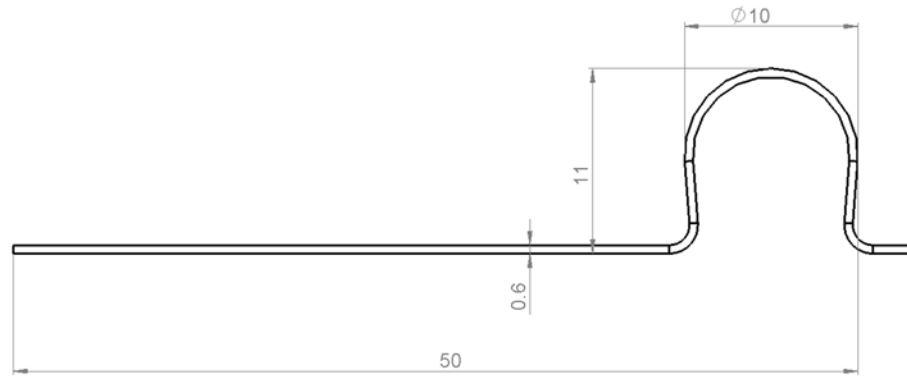
A szerelt álmennyezet az alábbi módon épül fel:



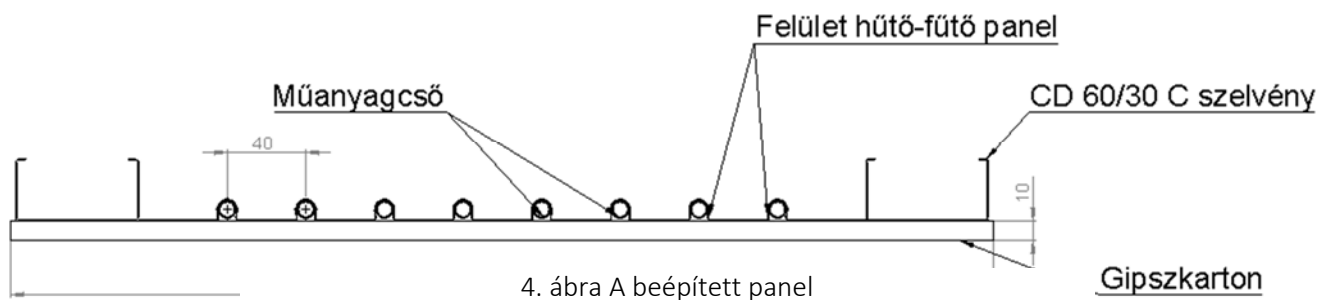
1. ábra A beépített hűtő-fűtő panel

A képen látható komponensek: függesztő elem CD 60/30, hővezető profil, 10 mm átmérőjű, 1,3 mm falvastagságú PE-RT műanyagcső, 10 mm vastag gipszkarton (Climatop, Rigips)

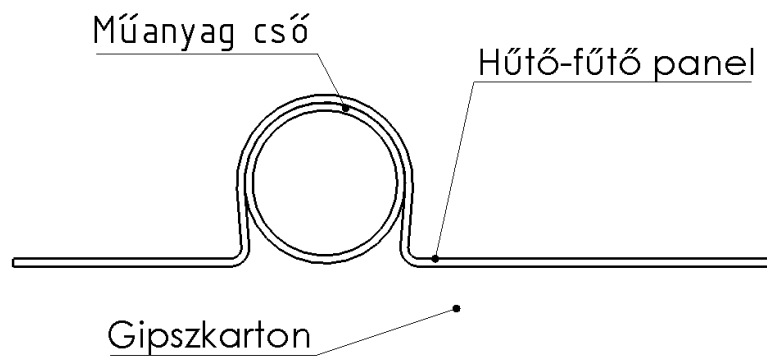
Részletes méretek



2. ábra A panel keresztmetszete



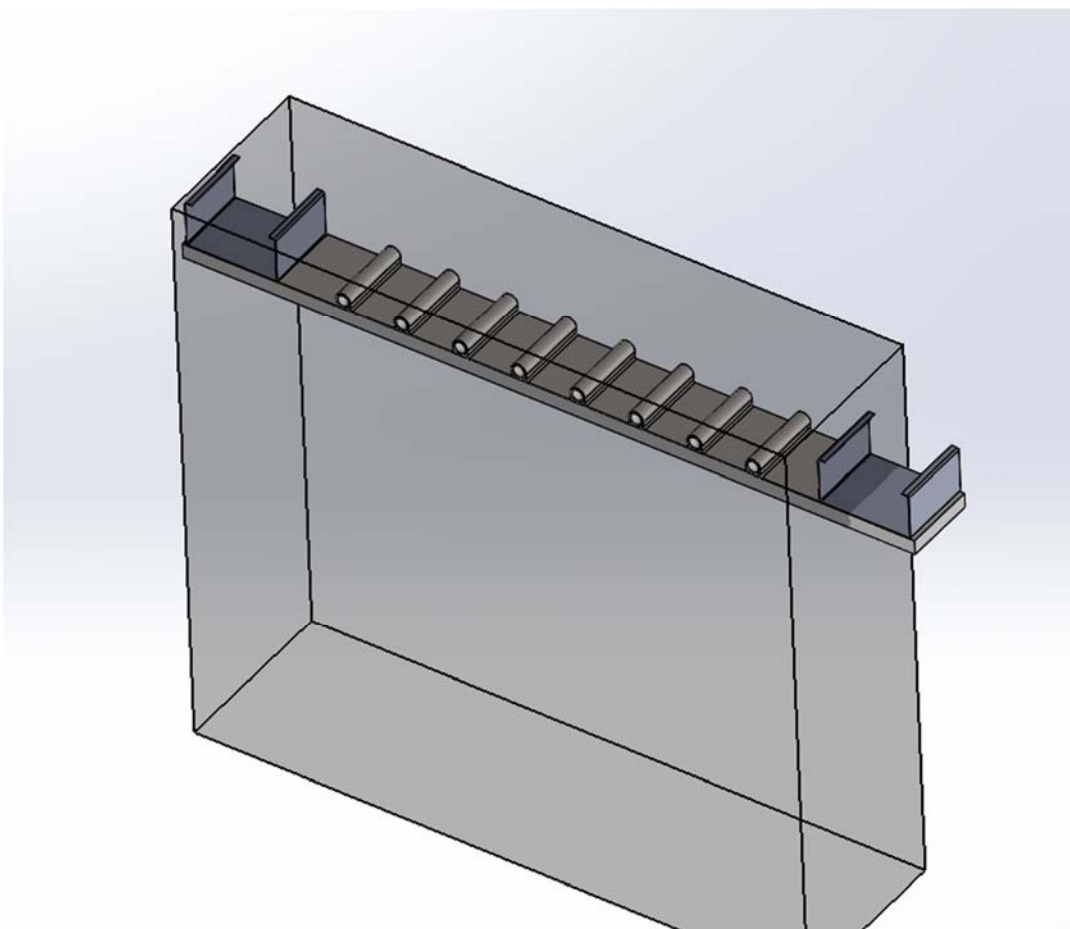
4. ábra A beépített panel



3. ábra A fő hővezető egységek

Számítási tartomány

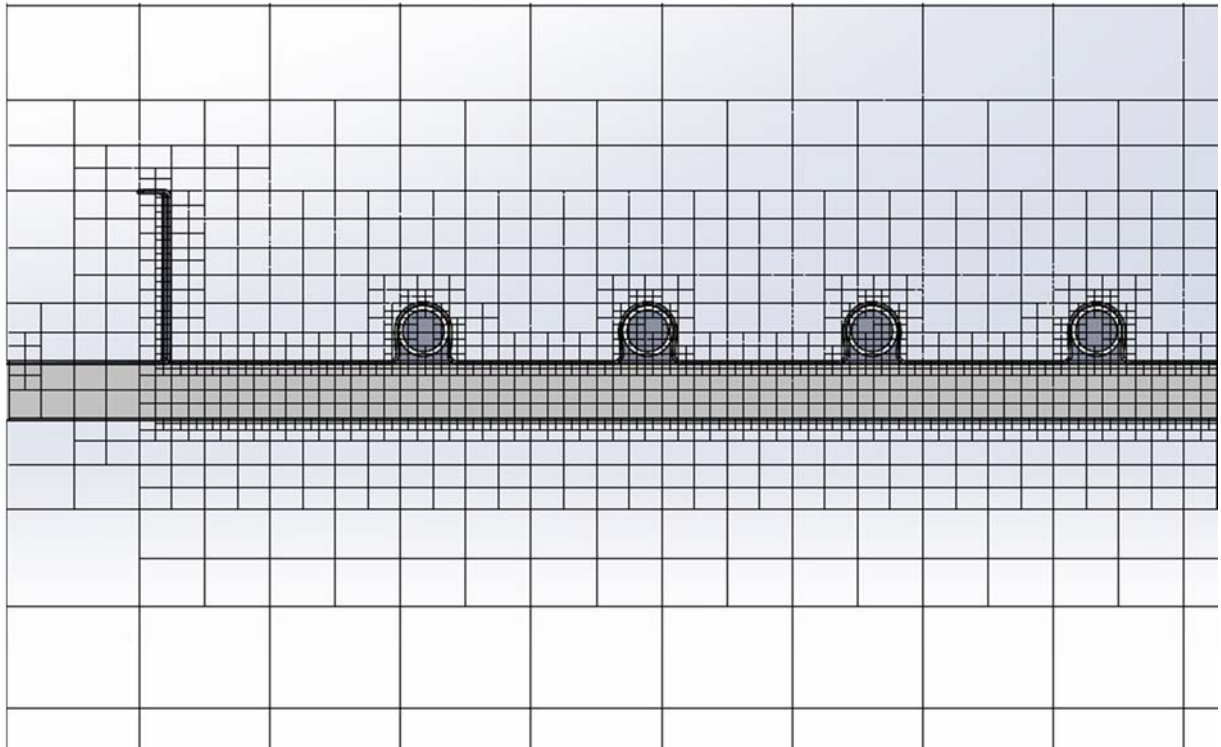
A szimuláció a SolidWorks Thermal Simulation modullal készült. Számítási tartományként a panel egy 100 mm hosszúságú szeletét vettük, szélességében pedig a felfüggesztő „C szelvények” közepénél vágtuk el a modellt, hogy a periodicitás a minden oldalra alkalmazható legyen.



5. ábra A számítási tartomány

Hálózás

A finoman változó geometria és a felületi hőátadás pontosabb meghatározása miatt a végestérfogatú hálót a lemezek és csövek által érintett területen besűrítettük:

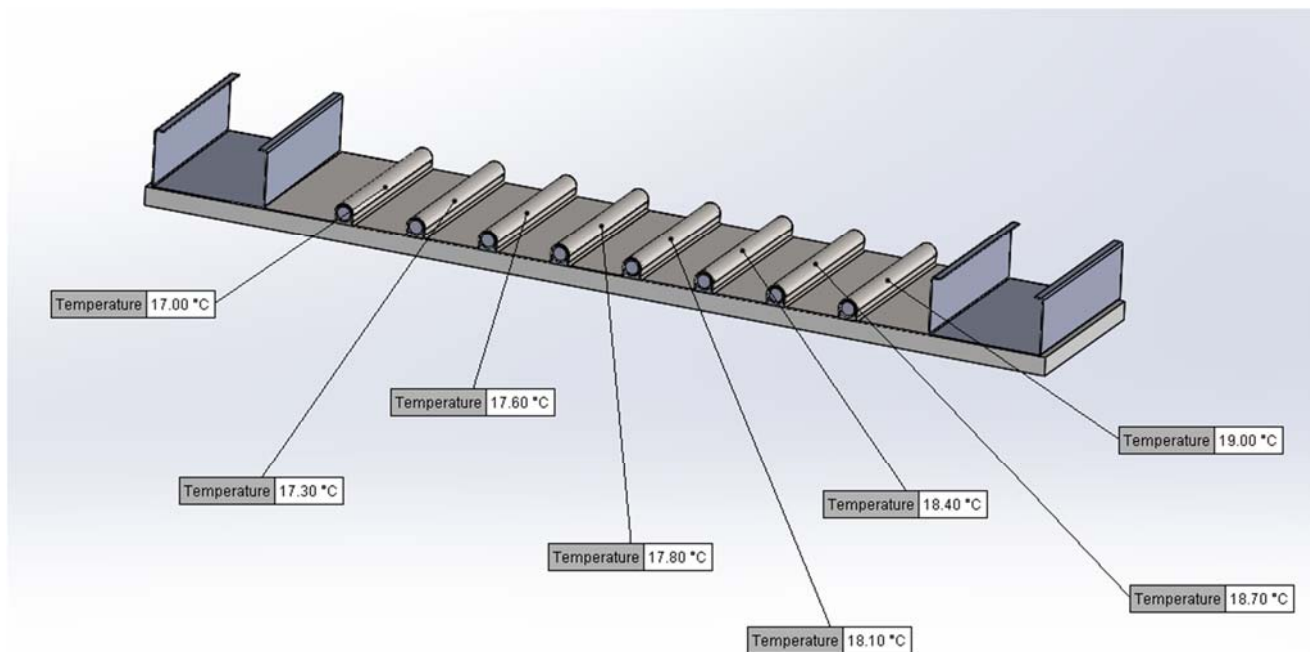


6. ábra A végestérfogatú háló

A szimulációk 192.584 db folyadék cella, 155.111 db szilárdtest cella és 86.183 db átmeneti cella, összesen 347.694 db cella figyelembe véve készültek.

A panel szimulációja

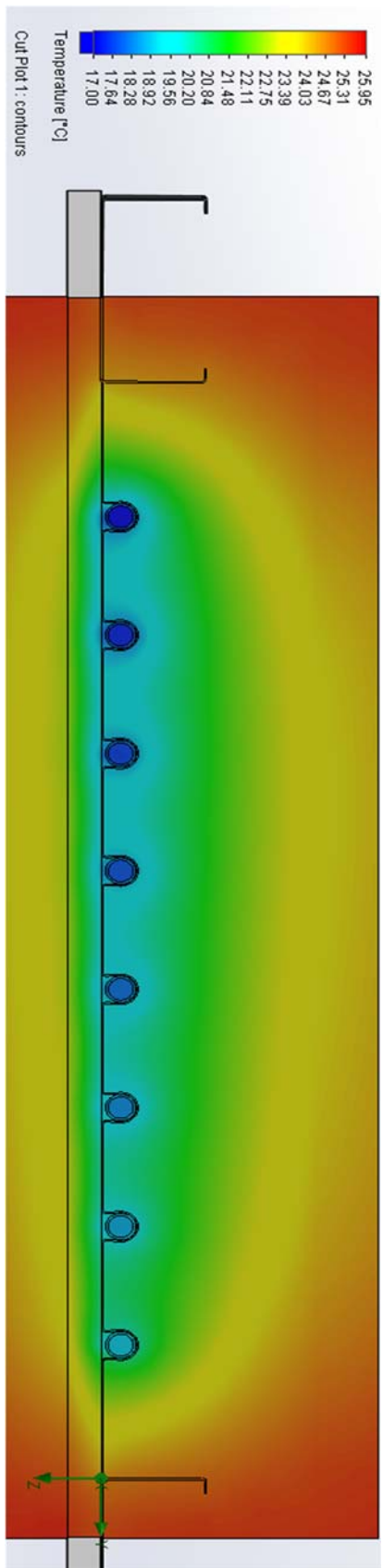
A 9°C-os középhőmérséklet különbség esetén a hűtőközeg hőmérsékletek az alábbiak szerint lettek felvéve:



7. ábra A hőmérséklet alakulása 9 °C fokos hőmérséklet különbség esetén

A stacionárius állapot elérése után kialakult hőmérséklet eloszlás az alábbi, 8. ábrán látható.

A teljesítmény felvételt a csövek külső felületén számítottuk, és mivel a számított álmennyezet szakasz felülete 0,05 m², az eredményt ennyivel el kellett osztani, hogy az egységnyi felületre számított értéket megkapjuk.



8. ábra Hőmérséklet eloszlás stationárius állapotban

4. A szimuláció eredményei

Számított teljesítményadatok

A stacionárius állapot elérése után az 334 mm széles panel felvett teljesítménye, $\Delta T = 9^\circ\text{C}$, esetén (ahol a ΔT a környezeti hőmérséklet és a csőben áramló folyadék középhőmérsékletének különbsége):

$$43 \text{ W/m}^2$$

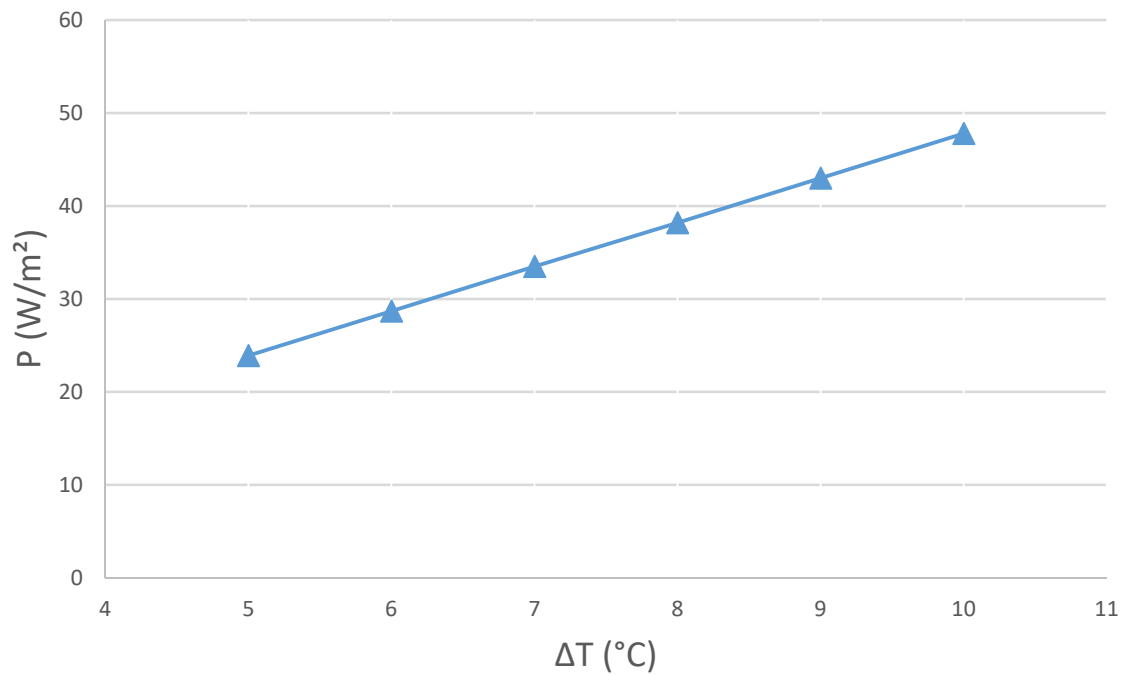
A szimulációt elvégeztük a $\Delta T = 9^\circ\text{C}$ és 5°C -os esetekre is. Ekkor a hűtőközeg hőmérsékletek az alábbiak szerint alakultak:

Hőmérséklet különbség	1. cső	2. cső	3. cső	4. cső	5. cső	6. cső	7. cső	8. cső
5 °C	20 °C	20,3 °C	20,6 °C	20,8 °C	21,1 °C	21,4 °C	21,7 °C	22 °C
9 °C	16 °C	16,3 °C	16,6 °C	16,8 °C	17,1 °C	17,4 °C	17,7 °C	18 °C

A szimuláció során kapott a hűtő-fűtő panel felületére vett átlagos (fajlagosított) hő teljesítmény eredmények táblázatos formában:

Hőmérséklet különbség	Fajlagos teljesítmény
5 °C	23,9 W/m ²
8 °C	38,2 W/m ²
9 °C	43 W/m ²

334 mm-es panel



A panel disszipáció teljesítmény abszolút értéke a hűtő/fűtőközeg és a helyiség hőmérsékletkülönbség függvényében.

Hűtő-fűtő közeg hőmérs.		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	9,6 W/m ² 13,2 °C	14,4 W/m ² 13,3 °C	19,2 W/m ² 13,4 °C	24 W/m ² 13,5 °C	28,8 W/m ² 13,6 °C	33,6 W/m ² 13,7 °C	38,4 W/m ² 13,8 °C	43,2 W/m ² 13,9 °C	48 W/m ² 14 °C	52,9 W/m ² 14,1 °C	57,7 W/m ² 14,2 °C	62,5 W/m ² 14,3 °C	67,3 W/m ² 14,5 °C	72,1 W/m ² 14,6 °C
14 °C	16 °C			9,6 W/m ² 15,2 °C	14,4 W/m ² 15,3 °C	19,2 W/m ² 15,4 °C	24 W/m ² 15,5 °C	28,8 W/m ² 15,6 °C	33,6 W/m ² 15,7 °C	38,4 W/m ² 15,8 °C	43,2 W/m ² 15,9 °C	48 W/m ² 16 °C	52,9 W/m ² 16,1 °C	57,7 W/m ² 16,2 °C	62,5 W/m ² 16,3 °C
16 °C	18 °C					9,6 W/m ² 17,2 °C	14,4 W/m ² 17,3 °C	19,2 W/m ² 17,4 °C	24 W/m ² 17,5 °C	28,8 W/m ² 17,6 °C	33,6 W/m ² 17,7 °C	38,4 W/m ² 17,8 °C	43,2 W/m ² 17,9 °C	48 W/m ² 18 °C	52,9 W/m ² 18,1 °C
18 °C	20 °C							9,6 W/m ² 19,2 °C	14,4 W/m ² 19,3 °C	19,2 W/m ² 19,4 °C	24 W/m ² 19,5 °C	28,8 W/m ² 19,6 °C	33,6 W/m ² 19,7 °C	38,4 W/m ² 19,8 °C	43,2 W/m ² 19,9 °C
20 °C	22 °C									9,6 W/m ² 21,2 °C	14,4 W/m ² 21,3 °C	19,2 W/m ² 21,4 °C	24 W/m ² 21,5 °C	28,8 W/m ² 21,6 °C	33,6 W/m ² 21,7 °C
22 °C	17 °C	21,6 W/m ² 19 °C	16,8 W/m ² 19,1 °C												
24 °C	19 °C	31,2 W/m ² 20,8 °C	26,4 W/m ² 20,9 °C	21,6 W/m ² 21 °C	16,8 W/m ² 21,1 °C										
25 °C	20 °C	36 W/m ² 21,6 °C	31,2 W/m ² 21,8 °C	26,4 W/m ² 21,9 °C	21,6 W/m ² 22 °C	16,8 W/m ² 22,1 °C									
30 °C	25 °C	60,1 W/m ² 26,1 °C	55,3 W/m ² 26,2 °C	50,4 W/m ² 26,3 °C	45,6 W/m ² 26,4 °C	40,8 W/m ² 26,5 °C	36 W/m ² 26,6 °C	31,2 W/m ² 26,8 °C	26,4 W/m ² 26,9 °C	21,6 W/m ² 27 °C	16,8 W/m ² 27,1 °C				
35 °C	30 °C	84,1 W/m ² 30,6 °C	79,3 W/m ² 30,7 °C	74,5 W/m ² 30,8 °C	69,7 W/m ² 30,9 °C	64,9 W/m ² 31 °C	60,1 W/m ² 31,1 °C	55,3 W/m ² 31,2 °C	50,4 W/m ² 31,3 °C	45,6 W/m ² 31,4 °C	40,8 W/m ² 31,5 °C	36 W/m ² 31,6 °C	31,2 W/m ² 31,8 °C	26,4 W/m ² 31,9 °C	21,6 W/m ² 32 °C
40 °C	35 °C	108,2 W/m ² 35 °C	103,3 W/m ² 35,1 °C	98,5 W/m ² 35,3 °C	93,7 W/m ² 35,4 °C	88,9 W/m ² 35,5 °C	84,1 W/m ² 35,6 °C	79,3 W/m ² 35,7 °C	74,5 W/m ² 35,8 °C	69,7 W/m ² 35,9 °C	64,9 W/m ² 36 °C	60,1 W/m ² 36,1 °C	55,3 W/m ² 36,2 °C	50,4 W/m ² 36,3 °C	45,6 W/m ² 36,4 °C
45 °C	40 °C	132,2 W/m ² 39,5 °C	127,4 W/m ² 39,6 °C	122,6 W/m ² 39,7 °C	117,8 W/m ² 39,8 °C	113 W/m ² 39,9 °C	108,2 W/m ² 40 °C	103,3 W/m ² 40,1 °C	98,5 W/m ² 40,3 °C	93,7 W/m ² 40,4 °C	88,9 W/m ² 40,5 °C	84,1 W/m ² 40,6 °C	79,3 W/m ² 40,7 °C	74,5 W/m ² 40,8 °C	69,7 W/m ² 40,9 °C

5. Eltérő vastagságú burkolat

Amennyiben a ΔT érték nem haladja meg jelentősen a szimulációban vizsgált értékeket, a teljesítménygörbe egyenessel jól közelíthető. A korábban elvégzett mérések és telepítési tapasztalatok alapján meghatározható, hogy a gipszkarton burkolat vastagsága hogyan változtatja meg az egyenes meredekségét és metszéspontját a teljesítmény tengellyel (A görbe a teljesítmény tengelyt a 0 W pontban metszi, hiszen 0°C hőmérséklet különbség esetén a teljesítmény biztosan 0 W lesz. Mivel azonban a görbét egyenessel közelítjük, az általunk fontosnak tartott tartományt közelítő egyenes nem feltétlenül metszi a 0 W pontban a teljesítmény tengelyt). A kapott módosítók segítségével meghatározható az eltérő vastagságú gipszkarton burkolat teljesítménygörbéje.



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

Sándor J. Benedek
Apparat Kft.
sjb@apparat.hu
2020.12.29