

MELEGVIZES SUGÁRZÓERNYŐ

TERVEZÉSI SEGÉDLET





HAGYOMÁNYRA ÉPÜLŐ FŰTÉSI MEGOLDÁS

A sugárzásos hőleadás jelensége régóta ismert, a modernkori történelme is régre nyúlik vissza. A XX. század első felében már alkalmaztak mennyezeti sugárzó fűtőtesteket, melyek azóta egyre magasabb hatásfokkal, esztétikusabb kivitelben állnak rendelkezésre.

A XXI. században épült vagy hőtechnikai felújításon átesett épület előnyös fűtés/hűtés megoldása.

CÉGÜNKRŐL

Az Energo-Trend Kft. 2003-ban az épületgépészet területén, sugárzó fűtések kapcsán kialakult korábbi időszak szakmai tapasztalatainak felhasználásával kezdte meg fejlesztői, gyártói tevékenységét.

Meglátásunk, hogy ipari, illetve kommunális létesítmények fűtési rendszerei estében energetikakéresebb, komfortosabb megoldások alkalmazására van szükség.

Cégünk a magas komfortérzetet biztosító sugárzó hőleadók kialakítását vette célba.

A saját fejlesztésű termékeinket a Stuttgarter Egyetemen a HLK Stuttgart GmbH akkreditált független tesztlaborjában az EN 14037 szabvány szerint minősítettük.

Komoly beruházások felvállalásával kezdtük meg gyártói tevékenységünket és ezt európai szinten korszerű gyártóüzemi környezetben tesszük.

Célunk a belső komfort tökéletesítése a legkorszerűbb technológiák és eszközök alkalmazásával. Jelentős tervezési és üzemeltetési tapasztalattal bírunk sugárzó fűtések terén.

Ezen kiadvány igyekszik segítséget nyújtani az ET-Ray melegvizes sugárzóernyő kiválasztásában, beépítésében és más, a rendszerrel kapcsolatos egyéb tudnivalókban. Műszaki ajánlásaink számításokon és tapasztalatainkon alapulnak. Mivel a termékek pontos üzemi körülményei eltérhetnek az itt leírt esetektől, az általunk megadott értékek nem kötelezőek, csak irányadók.

Társaságunk a változtatás jogát fenntartja.

Kubis Péter
épületgépész mérnök, cégvezető

"... A kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejezi ki. ..."



Tartalomjegyzék

1. Melegvizes sugárzófűtés	4
1.1. Közérzet, mint elsődleges szempont	4
1.2. Hogyan működik a sugárzó fűtés?	4
1.3. Hőhatás	7
1.4. A sugárzó fűtés előnyei	7
1.5. Alkalmazási területek	11
2. Tervezés	12
2.1. Beépítési magasság	12
2.2. A sugárzó hőmérséklet aszimmetria	13
2.3. Telepítési szempontok	13
2.3.1. A melegvizes sugárzóernyők elhelyezése	13
2.3.2. Sugárzási intenzitás és a helyiséghőmérséklet viszonya	14
2.3.3. A sugárzóernyő telepítési távolsága	18
2.4. A melegvizes sugárzóernyő teljesítménye	20
2.4.1. 1. Számítási példa	22
Bivalens rendszer: Alacsony hőmérsékletű (R32 gázzal működő) hőszivattyú és gázkazán	22
2.4.2. 2. Számítási példa	25
Magas hőmérsékletű hőszivattyús rendszer (R290 gázzal működő hőszivattyú)	25
2.4.3. 3. Számítási példa	28
Összehasonlítjuk a bivalens (hőszivattyú R32 + gázkazán) és a magas hőmérsékletű hőszivattyús (R290) rendszert	28
3. Sugárzóernyők felépítése	32
3.1. Típusok	32
3.1.1. ET-RAY 300/2	32
3.1.2. ET-RAY 600/4	33
3.2. Függesztés, rögzítés	33
3.3. Felületi bevonat	35
3.4. Hőszigetelés	35
3.5. Üzemi hőmérséklet, üzemi nyomás	35
3.6. Dilatáció	35
3.7. Korrózió	36
3.8. Csatlakozási lehetőségek	36

3.8.1. Osztó-gyűjtő egységek alkalmazása esetén	36
3.8.2. Préskötéses idomok alkalmazása esetén	38
3.9. Melegvizes sugárzóernyők nyomásvesztése	38
3.9.1. Nyomásvesztés a sugárzóernyő csövekben	39
3.9.2. Gyűjtőidom nyomásvesztés	40
3.9.3. Présfittinges kötések nyomásvesztése	40
3.9.4. Számítási példa	41
3.10. Csővezetéki rendszer kialakítása	42
3.10.1. Párhuzamos kötés	43
3.10.2. Tichelmann kötés	44
3.10.3. Soros kötés	44
4. Sugárzóernyők alkalmazása az épületgépészetben (összefoglaló)	45
5. Sugárzóernyővel fűtenek	46
6. Galéria	46

1. Melegvizes sugárzófűtés

1.1. Közérzet, mint elsődleges szempont

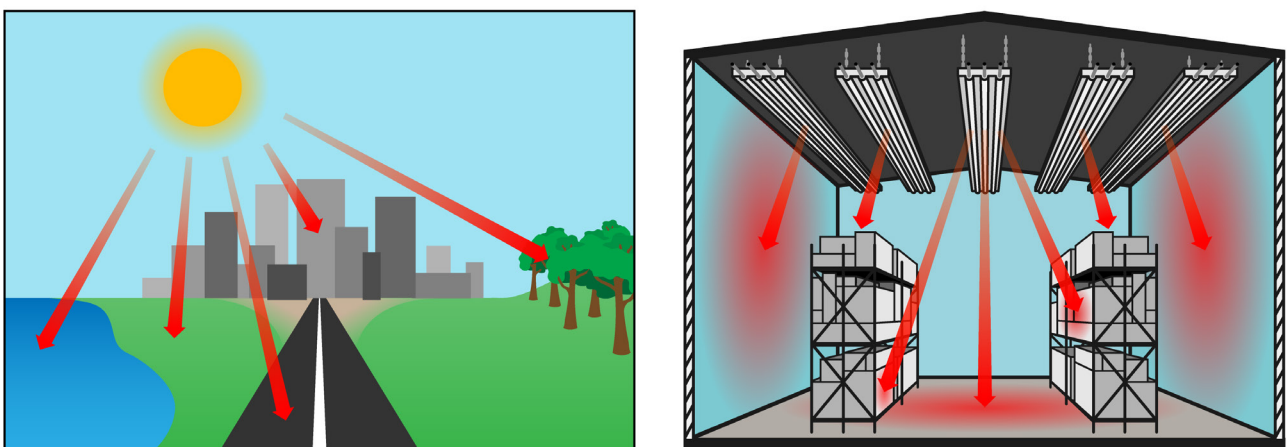
Az emberi test átlagos hőmérséklete magasabb, mint a helyiség levegője, illetve a határoló felületek hőmérséklete, ezért testünk állandóan hőt ad le környezete irányába. A folyamatos hőveszteség pótlását testünk szabályozza. Közérzetünket akkor érezzük a legkellemesebbnek, ha minél kisebb mértékben vesszük igénybe szervezetünk hőmérséklet szabályzását.

A bennünket határoló felületek (fal, mennyezet, padló, nyílászárók, bútorok) általában hidegebbek, ezért hőt adunk le sugárzás útján is (a teljes hőleadás mintegy 40-45 %-a). A fűtés esetén a hőleadóknak magasabb a hőmérsékletük, ezért hőt veszünk fel sugárzás útján is. Ha a környezet (felületi) átlaghőmérsékletét növeljük (pl. sugárzó fűtőtestekkel), csökken a sugárzásos hőleadás. A léghőmérséklet, következésképpen a hőveszteség sem változik a térben, holott az ott tartózkodók megítélése szerint a fűtött tér hőmérséklete emelkedett.

A kellemes közérzet egyik alapfeltétele, hogy a bennünket határoló felületek ne akadályozzák hőleadásunkat, de ne is erőltessék. Ezen idillikus állapothoz legközelebb a sugárzó fűtések vannak.

1.2. Hogyan működik a sugárzó fűtés?

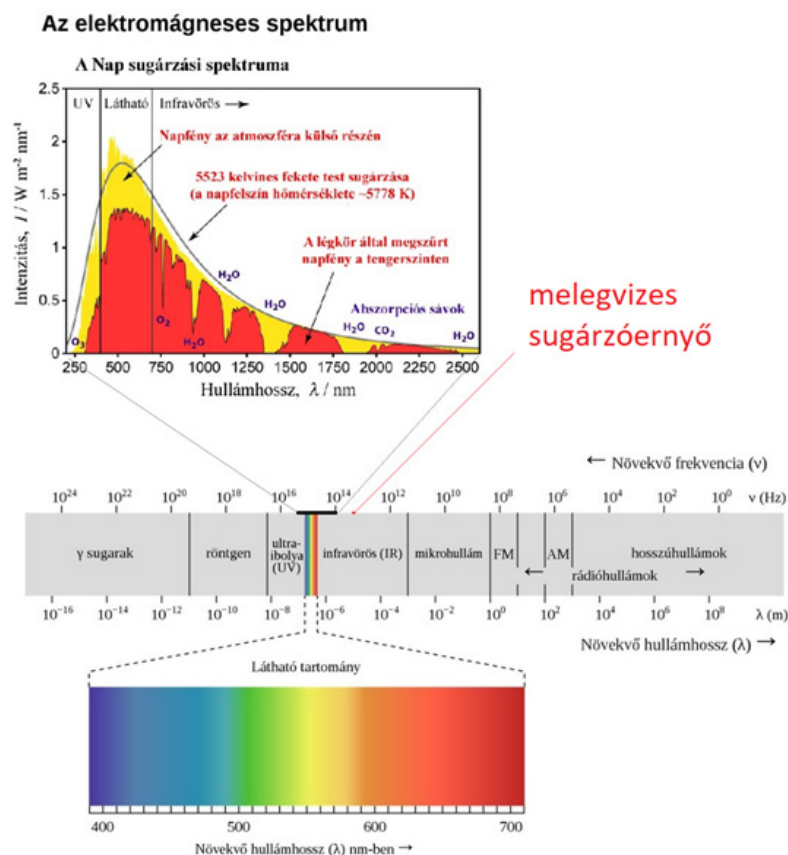
A sugárzó fűtés azon a fizikai elven működik, ahogy a Nap is. A Napból érkező elektromágneses sugarak először a talajt, és a rajta lévő tárgyakat melegítik fel, a levegő csak ezután, közvetett módon melegszik fel. (1. sz. ábra)



1. sz. ábra

(A termodinamikai alaptörvények értelmében, minden olyan test, aminek a hőmérséklete nagyobb, mint az abszolút 0 K (Kelvin), magából elektromágneses sugárzást bocsát ki. Ezt nevezzük hőmérsékleti sugárzásnak. Az egységnyi felület által kibocsátott összes energia a test abszolút hőmérsékletének negyedik hatványával arányos és nem függ a környezeti hőmérséklettől.)

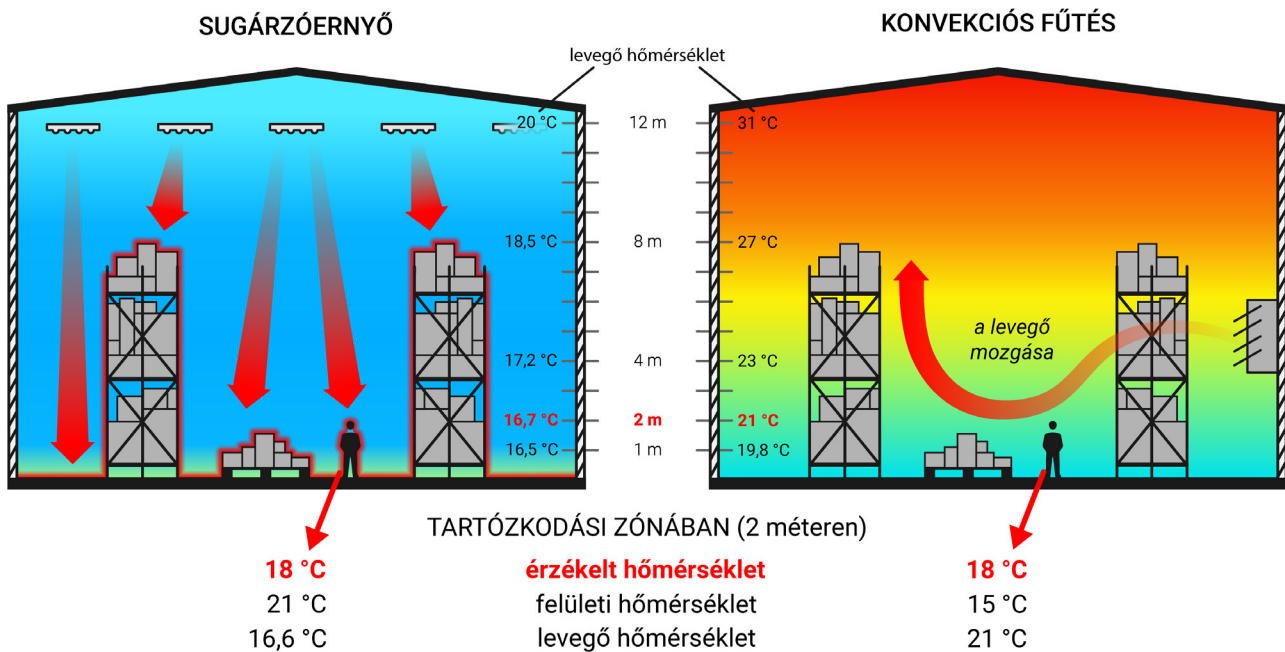
A sugárzó fűtés esetében a sugárzóernyő a felületi hőmérsékletétől függő intenzitással elektromágneses hullámokat bocsát ki. A sugárzás kibocsátásakor (emisszió) a test belső energiája átalakul elektromágneses energiává, a sugárzás elnyelésekor (abszorpció) pedig az elektromágneses energia alakul belső energiává, így valósul meg a hőátadás egy lehetséges formája, a hősugárzás. A $T \sim 900$ K-nél (~ 600 °C) kisebb hőmérsékletű testek részecskéinek hőmozgása infravörös sugárzást kelt, melynek hullámhossza nagyobb, mint a látható fény vagy az az alatti egyéb elektromágneses sugárzások tartománya. Minél hidegebb a test, annál nagyobb a hullámhossz. A melegvizes sugárzóernyők üzemi hőmérséklete jóval ezen hőmérséklet alatt van, így a sugárzó ernyő nem fog sem világítani, sem pedig káros elektromágneses sugarakat kibocsátani. (2. sz. ábra)



2. sz. ábra

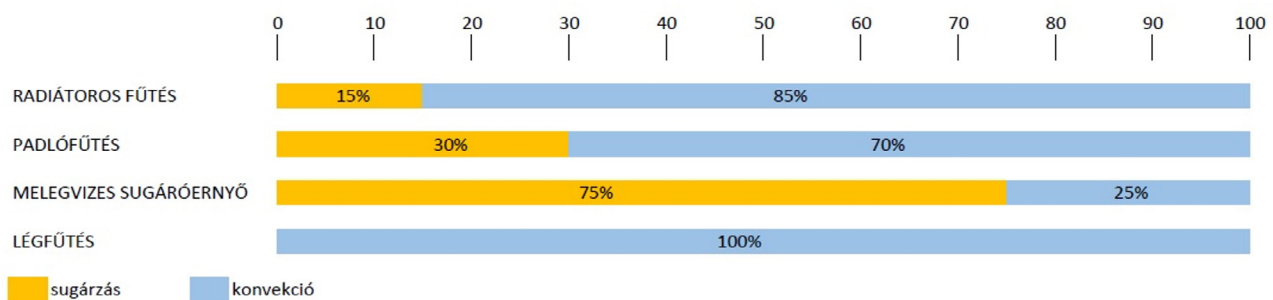
Sugárzó fűtésnél közvetlenül a **testeket, tárgyakat**, felületeket melegítjük fel, ezért ezen testek is sugárzóvá válnak, részt vesznek a kellemes hőérzet kialakulásában. A mennyezeti sugárzóernyő által kibocsátott elektromágneses sugárzás egy részét a test elnyeli, másik részét visszaveri, így adva át a hőt a többi testnek.

Konvekciós fűtés esetén a **levegőt** melegítjük fel. A hő közvetítő közege a levegő, azaz minél nagyobb ez az érték, annál jobban érvényesül a „meleg felfelé száll” eset. (3. sz. ábra)



3. sz. ábra - A léghőmérséklet eloszlása a magasság függvényében egy nagy belmagasságú épületben

A melegvizes sugárzóernyő a teljesítményének mindösszesen 25%-át adja le konvekcióval, a jelentősebb 75%-át pedig (lefelé irányuló) hősugárzással. (4. sz. ábra)



4. sz. ábra A sugárzási részarány az egyes fűtési megoldások esetében

1.3. Hőhatás

A sugárzó fűtés alkalmazásánál a térben tartózkodók szubjektív megítélése szerint a hőmérséklet mindig magasabb, mintha ugyanazt a hőmennyiséget csak konvektív fűtéssel tápláltuk volna be. Azt a hőmérsékletet, amit az ott tartózkodók sugárzó fűtés esetén valóságosnak éreznek, érzeti hőmérsékletnek nevezzük, míg a hagyományos hőmérővel mért értéket lég-hőmérsékletnek. A két érték különbsége a sugárzó fűtés által létrehozott hőérzet-növekedés, azaz alacsonyabb lég-hőmérséklet mellett érhető el ugyanaz a hőérzet. A szubjektív hőérzetet szabványok rögzítik, mégpedig az ún. kellemes hőérzetet, amely az ASHRAE (1981) 55-81 szabvány szerint a következő:

"... A kellemes hőérzet az a tudati állapot, amely a termikus környezettel kapcsolatos elégedettséget fejezi ki. ..."

Ez a hőérzet mindig a környezettel kapcsolatos, amely az emberben szubjektív érzetet kelt, s a szakirodalom hőérzeti tényezőknek nevezi.

A szubjektív érzés kialakulását a fizikai paraméterek közül az alábbiak befolyásolják:

- a levegő hőmérséklete, annak térbeli, időbeli eloszlása, változása,
- a környező felületek közepes sugárzási hőmérséklete,
- a levegő relatív nedvességtartalma, illetve a levegőben lévő vízgőz parciális nyomása,
- a levegő sebessége,

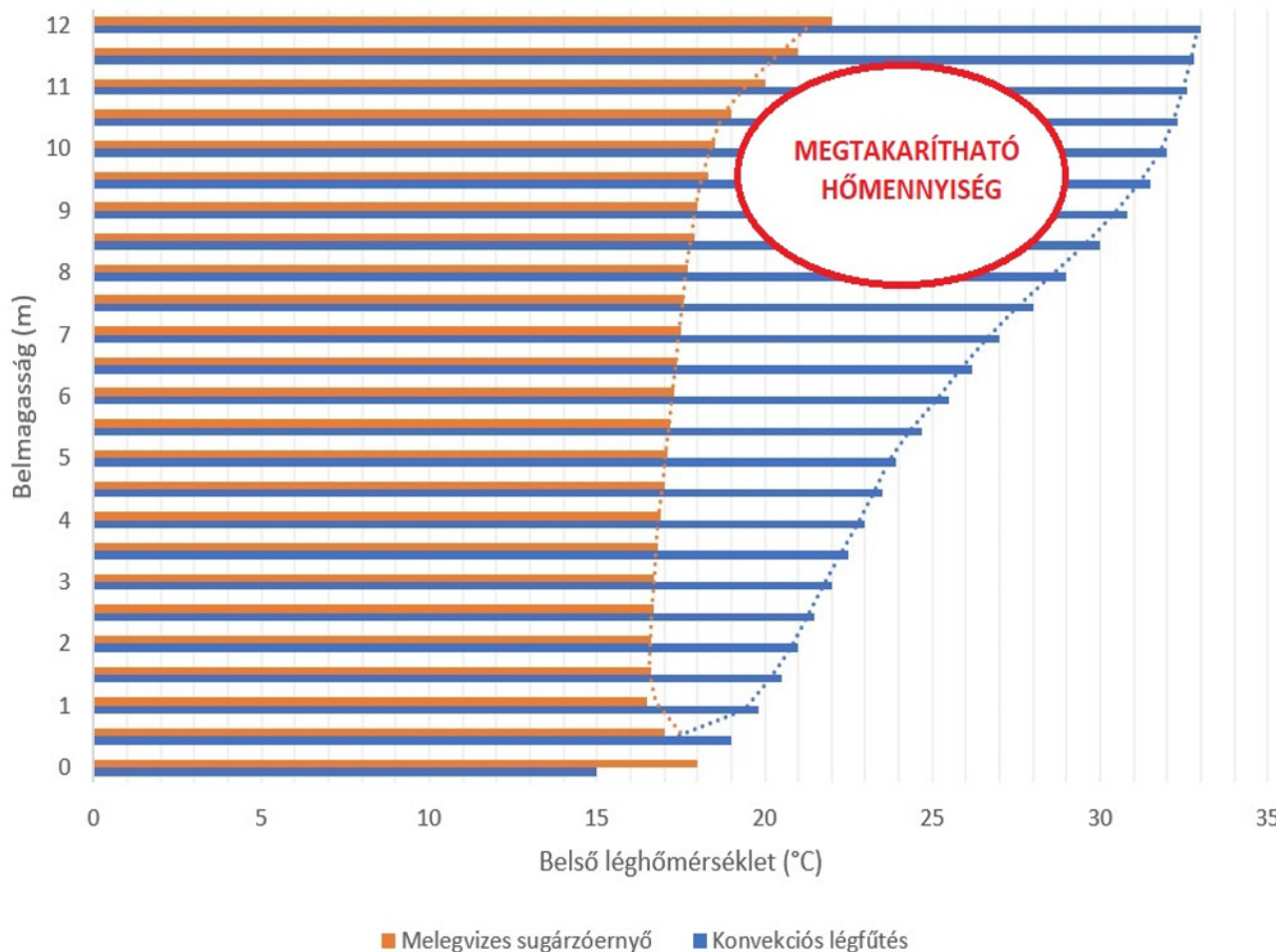
Ezen túlmenően befolyásolja az emberi szervezet alkalmazkodóképessége, mind a

- test hőtermelése, hőleadása, hőszabályozása,
- a ruházat hőszigetelő képessége, párolgást befolyásoló hatása
- életkor, egészségi-, érzékenységi állapot.

1.4. A sugárzó fűtés előnyei

Alacsonyabb hőmérséklet a mennyezet alatt. A hőfokváltozás (hőmérsékleti gradiens) mértéke függőlegesen sokkal kisebb, mint más fűtési módokatknál. A radiátoros vagy légfűtéshez képest (ahol a hőmérsékleti gradiens $1,1-1,4\text{ °C/m}$) a méterenkénti hőmérsékletemelkedés csupán $0,2-0,25\text{ °C/m}$. Nagy belmagasságú terek esetén a mennyezet közelében az eltérés több mint 10 °C a két fűtési mód között. (3. és 5. sz. ábra). Ezen különbség légfűtésnél leszorító ventilátorokkal természetesen csökkenthető.

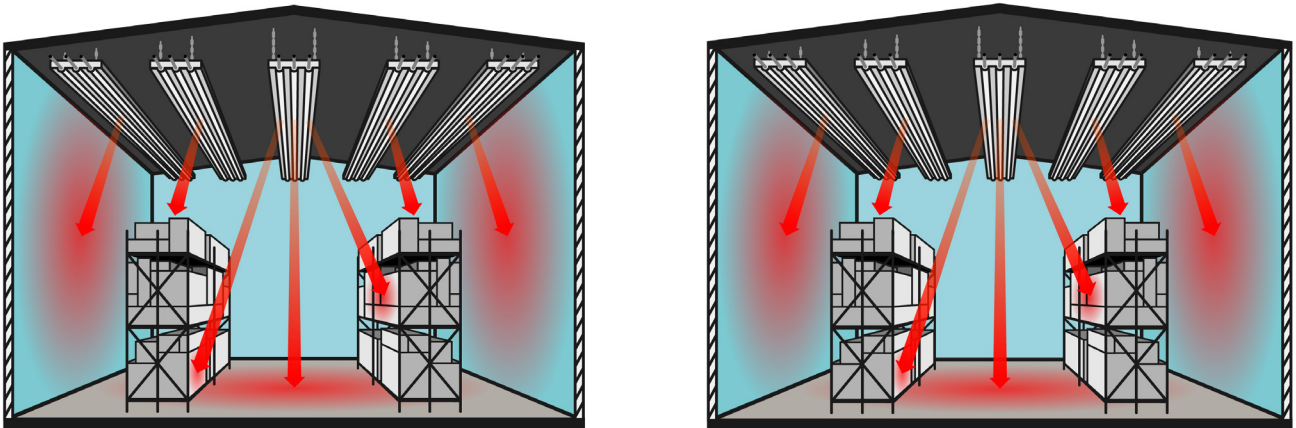
Sugárzó és konvekciós fűtés léghőmérséklet-eloszlás összehasonlítása



5. sz. ábra

A megtakarított hőmennyiség belmagasságtól függően 20-50 %!

Alacsony üzemeltetési költség (Azonos komfortérzet mellett alacsonyabb hőmérséklet tartható.) A helyiség hőmérséklete más fűtési megoldásokhoz képest alacsonyabbra tervezhető (ajánlott: 2 -3°C-al kevesebb), a hőérzet mégis kellemes, és a hőveszteség is csökken. A testeket, tárgyakat melegítjük és nem a levegőt, ezért ezen testek is sugárzóvá válnak, részt vesznek a kellemes hőérzet kialakulásában; a sugárzó fűtés - szemben a légfűtéssel - azonnali hőérzetet biztosít. (6. sz. ábra)



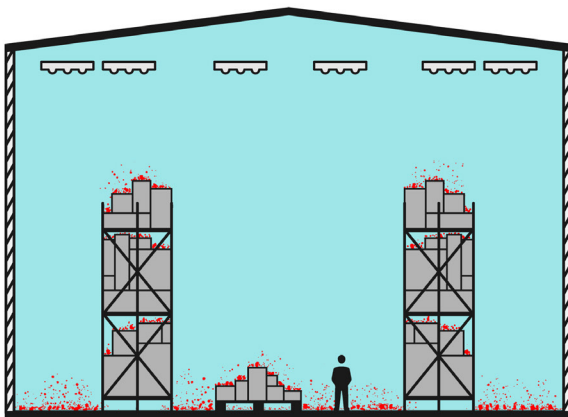
6. sz. ábra

Az üzemviteli költséget nagy mértékben befolyásolja a légterek belső hőmérséklete, a hőmérséklet térbeli egyenlőtlensége, amely nagyobb, ha a fűtőtest hőleadása konvekciós, és kisebb, ha a fűtőtest főleg sugárzással adja le teljesítményét. Konvekciós fűtésnél a meleg levegő jellemzően a födém alatt helyezkedik el.

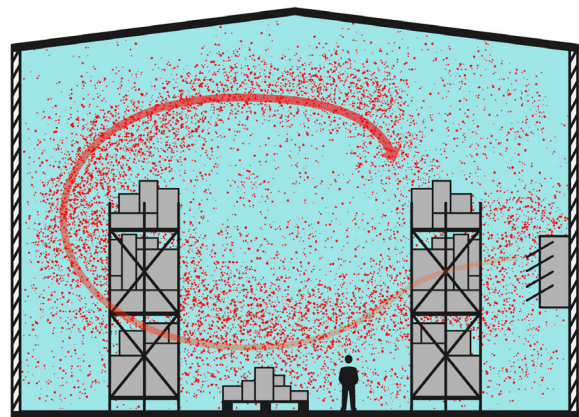
A rendszer elektromos igénye is nagyságrenddel kisebb a légfűtéshez képest. Egy csarnok ernyőinek tömegáramát a hőtermelőn felül egy párszáz wattos szivattyú biztosítani tudja, szemben a légfűtéssel, ahol több kW-os nagyságrendről beszélünk.

Huzat- és zajmentes. A légrétegződés kialakulása minimális, így nem alakít ki légmozgást, nincs por és huzathatás. Ellentétben a légfűtéssel, nem befolyásolja a tervezett légtechnikai rendszer működését. **Ideális megoldás olyan épületekben is, ahol fontos követelmény a légáramok szabályozhatósága. (pl. elárasztásos szellőzésnél)** (7. sz. ábra)

SUGÁRZÓERNYŐ



KONVEKCIÓS FŰTÉS



7. sz. ábra

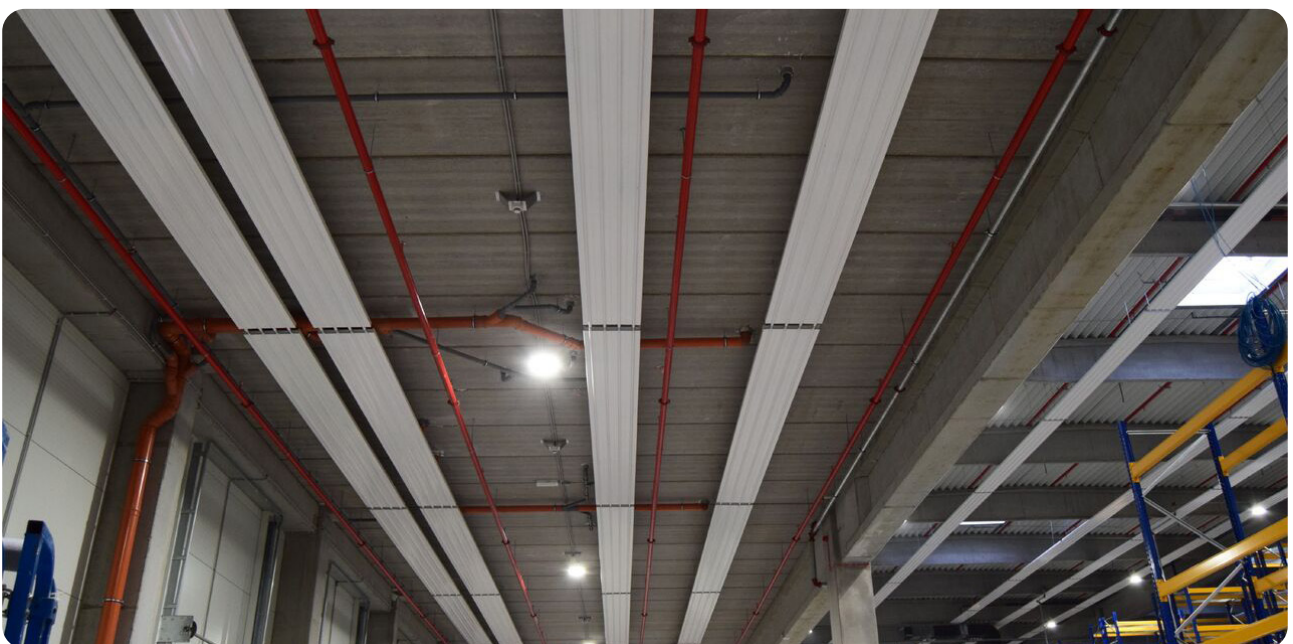
Minimális konvekciós hőleadás. Sugárzófűtés kialakításánál az ernyő felső felületén elhelyezett nem tűzveszélyes hőszigetelés megakadályozza, ill. csökkenti a konvekciót. Nem sugároz a mennyezet felé, energiája a tartózkodási zónában érvényesül.

Nem foglalnak helyet a munkatérből. Mennyezet alatt elhelyezve a hasznos területek szabadon maradnak. Nem képeznek akadályt, nem kell ellátni mechanikai védelemmel. Megfelelően tervezett telepítéssel (lehetőleg ne alkalmazzunk 600 mm-nél szélesebb sugárzókat) nem zavarja a bevilágítást és a tűzvédelmi rendszer (sprinkler) elhelyezését.

Esztétikus kivitel és szín. Méretével (600 mm-es típus) könnyedén integrálható állmennyezeti rendszer kialakításához. A RAL színskáláról bármilyen színben rendelhető, így a belső tér tervezésénél nem jelent megkötést. Az alapszín a RAL 9003 fehér.

Hosszú élettartam. A sugárzóernyő gyártásához alkalmazott szinterezett natúr acéllemez ellenáll a felületi és az elektrokémiai korróziónak. Jó példa a Budapesti Fűvészkert (Pálmaház, Gyűjteményesház), ahol immár több mint tíz éve vannak szolgálatban az ernyők kb. 80%-os páratartalom mellett.

Karbantartásmentes. Mivel ez is csak egy passzív hőleadó, mint egy lapradiátor, ezért ugyanúgy gondozásmentes. Hőlégfúvókkal szerelt csarnok esetében (főleg, ha gázos), a karbantartáshoz szükség van emelőszerkezetre a gáz vagy kéményoldali felülvizsgálathoz, esetleges javításokhoz.



1.5. Alkalmazási területek

A melegvizes sugárzó fűtés alapvetően bármilyen típusú épület fűtésére alkalmazható:

- ipari gyártó- és szerelő csarnokok, műhelyek
- raktározási-, logisztikai csarnokok
- **mezőgazdasági épületek (állat- és növényházak) (a gazdasági előnyön túlmenően érdemes kihasználnia kedvező élettani hatását is)**

Itt ismét megemlíteném az egyik, 15 éve működő referenciánkat az ELTE Fűvészkertben található Gyűjteményes és Pálmaházat, ahol a kupola alatt 16 méter magasan is vannak sugárzóernyők. A növények leveleinek hőmérséklete 2 °C-kal magasabb, mint a levegőé.

Nagyon jó élettani hatással van a növényekre, élőlényekre.

- sportlétesítmények
- áruházak, supermarketek
- kiállítótermek, előadótermek
- irodaépületek
- közintézmények
- filmstúdiók
- hangárok
- **tűz- és robbanásveszélyes helyiségek**
- 3,50 m-nél nagyobb belmagasságú helyiségek

Megfelelő építészeti adaptációval a melegvizes sugárzóernyő olyan épületekben is jól alkalmazható, mint az irodaépületek, kulturális létesítmények, otthonok, óvodák, iskolák, laboratóriumok és lakóépületek.

A mennyezeti fűtés akkor is kiválóan működik, ha a helyiségnek csak egy részét kell fűteni, azaz zóna fűtésre van szükség. Ez olyan helyeken fordul elő, ahol például az épület bizonyos részeiben folyó munka vagy funkció jellege alacsonyabb hőmérsékletet is lehetővé tesz. A sugárzott hő révén a helyiségben tartózkodók magasabb hőmérsékletet érzékelnek (érzeti hőmérséklet), mivel a hősugárzás a környezetükben lévő felületek hőmérsékletét növeli, így a munkahely klímája kellemesebbé válik.

2. Tervezés

A hőszükséglet alapján meghatározzuk a melegvizes sugárzóernyő szükséges hosszát és az épület adottságait figyelembe véve tervezzük meg elhelyezésüket.

Elsősorban a padló teljes felületének besugárzására törekszünk, egyúttal figyelembe véve a nagyobb hőigényű területeket. Az oldalfal legalább 2 m magasságig legyen besugározva.

A mennyezeti fűtőpanellel való fűtés egyik kizárólagos előnye, hogy megfelelő kiosztás esetén a sugárzó hő eloszlása a helyiség felületei között a felületek hőveszteségének arányában történhet. Ennek hatására, a mennyezeti fűtőelem sugárzó hője közvetlenül a hideg felületeket fűti, pl.: az ablak felületét, így a huzat kockázata minimális. A lehűlő felületek hőmérséklete egyenletesebb, mint konvekciós fűtés esetén.

A hőszükséglet az épület, illetve a helyiségek hővesztesége, a vonatkozó szabvány (MSZ EN ISO 52016-1:2017) előírásai alapján kerül meghatározásra, azzal a különbséggel, hogy **a belső léghőmérséklet 2-3 °C-kal alacsonyabb értékre választható.**

Bármely fűtési módnál tulajdonképpen arra törekszünk, hogy minél alacsonyabb léghőmérséklet mellett tudjuk elérni a kellemes komfortérzet biztosításához szükséges **érzeti hőmérsékletet**. Ezen értéket a legkisebb léghőmérséklet mellett a sugárzófűtéssel érjük el. Az így fűtött helyiségekben alacsonyabb léghőmérséklettel is biztosítható az ott tartózkodók megfelelő komfortérzete, ez jelentős fűtési költség-megtakarítást eredményez.

Az energetikai követelmények betartása mellett jellemzően nagyobb figyelmet érdemes fordítani a szellőzési (filtrációs) hőveszteségre. A filtrációs hőveszteség mértékét nagyobb csarnokok esetében 0,15 - 0,25-szoros légcserével számolhatjuk, ha egyéb más előírás nem áll rendelkezésre. Konvekciós fűtésnél a levegő magasabb hőmérsékletű, így az elvesztett energia is nagyobb. Másik oldalról megközelítve: a sugárzó fűtés esetén a szellőztetés után a testek, tárgyak magasabb hőmérsékletűek, illetve a levegő hőmérsékletének sem kell elérnie a légfűtésnél kívánt léghőmérsékletet.

2.1. Beépítési magasság

A melegvizes sugárzóernyő beépítési magasságát elsősorban a helyiség adottságai határozzák meg. A sajátosságok figyelembevételével (pl. darupálya fölé) a lehető legmagasabbra telepítsük.

Bármilyen belmagasságú csarnokban alkalmazható. Minél nagyobb a belmagasság, annál kedvezőbb az üzemeltetése a légfűtéshez képest. (pl. 45 m belmagasságú repülőgép szerelő csarnok)

A fűtőpanel legalacsonyabb beépítési magasságára vonatkozó legfontosabb korlátozó tényező a fűtőpanel felületi hőmérséklete és a helyiségben tartózkodók jellemző testhelyzete. Minél melegebb a fűtőpanel felülete, annál feljebb kell elhelyezni, így kerülhető el a túlmelegedés veszélye (koponyatető magasságában elhelyezett kontrol felület hőmérséklete max.: 25 °C). A legalacsonyabb beépítésre vonatkozó korlátok mindent összevetve nem jelentősek. A melegvizes sugárzóernyő ajánlott minimális beépítési magassága 3,5 m.

2.2. A sugárzó hőmérséklet aszimmetria

A sugárzó hőmérsékleti aszimmetria annak kifejezésére szolgál, hogy a bennünket körülvevő különböző felületek hőmérsékletkülönbségét mekkora mértékben vagyunk képesek elviselni anélkül, hogy kellemetlen hőérzetet tapasztalnánk. A mennyezeti fűtőpanel a környező felületeket fűti, elsősorban a padlót és a fal egy meghatározott sávját. Annak érdekében, hogy sugárzó hőmérsékleti aszimmetria elfogadható határok között maradjon az állandó tartózkodású terekben, fontos szempont a fűtőpanelek megfelelő mérete és elhelyezése, melyhez figyelembe kell venni a megengedett maximális hőmérsékleteket is. Ha ezt az előírást betartjuk, a sugárzó hőmérsékleti aszimmetria elfogadható határok között marad és teljesíthető az erre vonatkozó ISO 7730 nemzetközi szabvány előírása.

2.3. Telepítési szempontok

2.3.1. A melegvizes sugárzóernyők elhelyezése

Az elhelyezésre vonatkozó általános szabály az, hogy a fűtőelemeket a lehető legegyenletesebben osztjuk el az épületben vagy a helyiségben. Az ernyők elhelyezésénél figyelembe kell venni a környező felületek hőveszteségét, azaz a hőleadó felületek egy részének a homlokzati falak vagy az ablakok közelébe kell kerülnie a hőveszteség ellensúlyozása érdekében.

Leggazdaságosabb az egész fűtési rendszer bekerülésére nézve, ha a csarnok hosszabbik oldalával párhuzamosan helyezzük el paneleket. Amennyiben a rövidebb oldalak mentén is nagy a hőveszteség (ajtók, kapuk), így ezen homlokzatok mentén is célszerű fűtőtestet telepíteni.

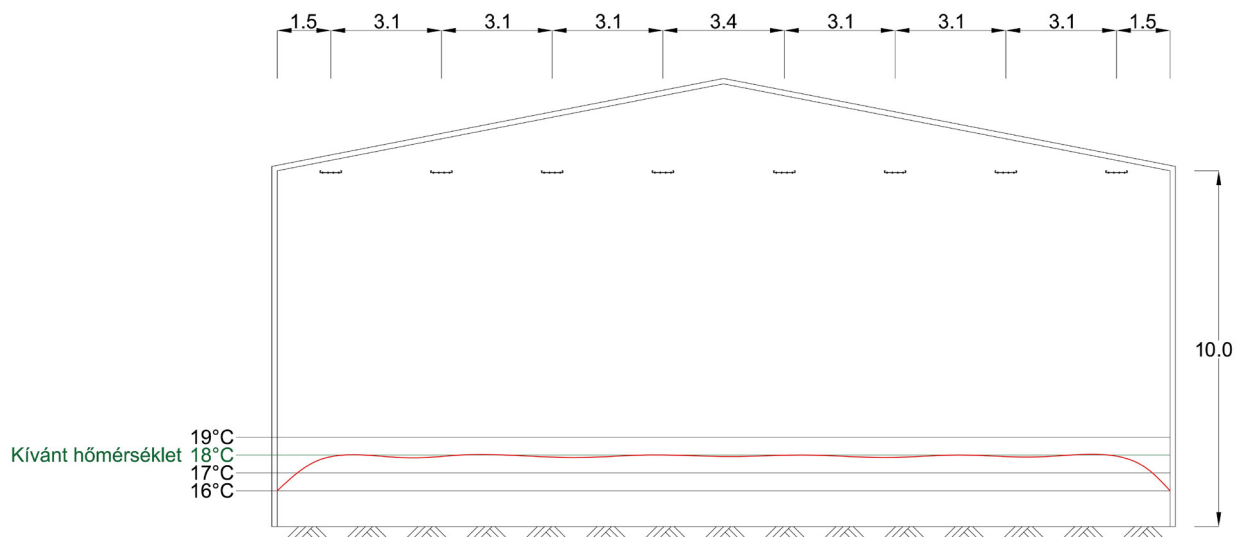
A beruházási költség szempontjából praktikus a lehető leghosszabb ernyősorok tervezése. Tervezési szempont még, hogy nem célszerű 600 mm-nél szélesebb ernyők alkalmazása a tömegük, illetve az esetleges sprinkler-rendszer miatt.

Az ernyősorokat a természetes, valamint a mesterséges megvilágítással összhangban kell felszerelni.

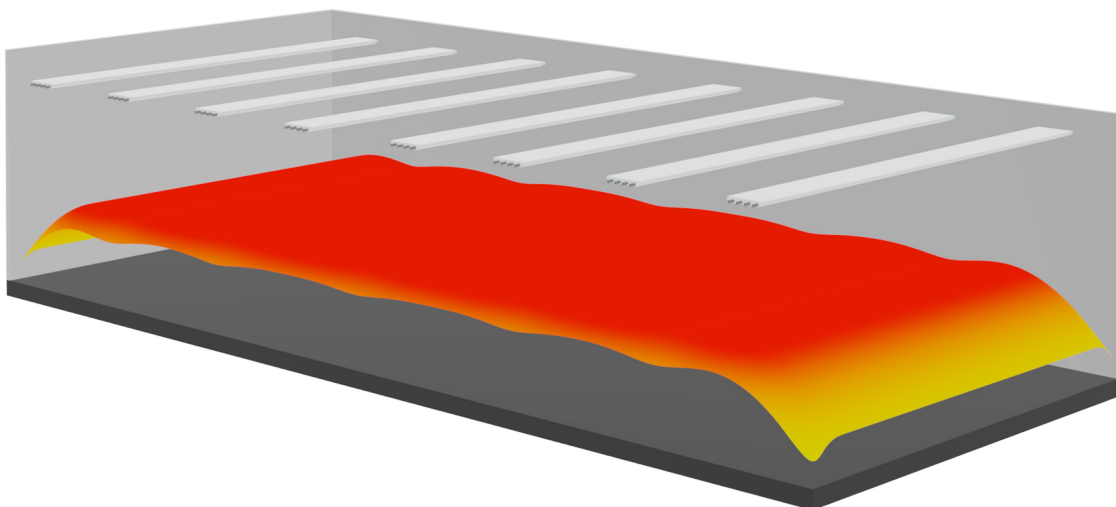
2.3.2. Sugárzási intenzitás és a helyiséghőmérséklet viszonya

A melegvizes sugárzóernyők elhelyezésénél figyelniünk kell a külső falak (különösen az üvegfelületek) mentén kialakuló intenzív hővesztésre. Törekedniünk kell arra, hogy ezt a hőátadási többletet az ernyők kiegyenlítsék.

- a. A melegvizes sugárzóernyők teljesítmény alapján megfelelően méretezve, az ernyők mérete is megfelelő, de a külső falak hővesztése miatt a kialakítás még nem ideális. (8/a-b. sz. ábra)

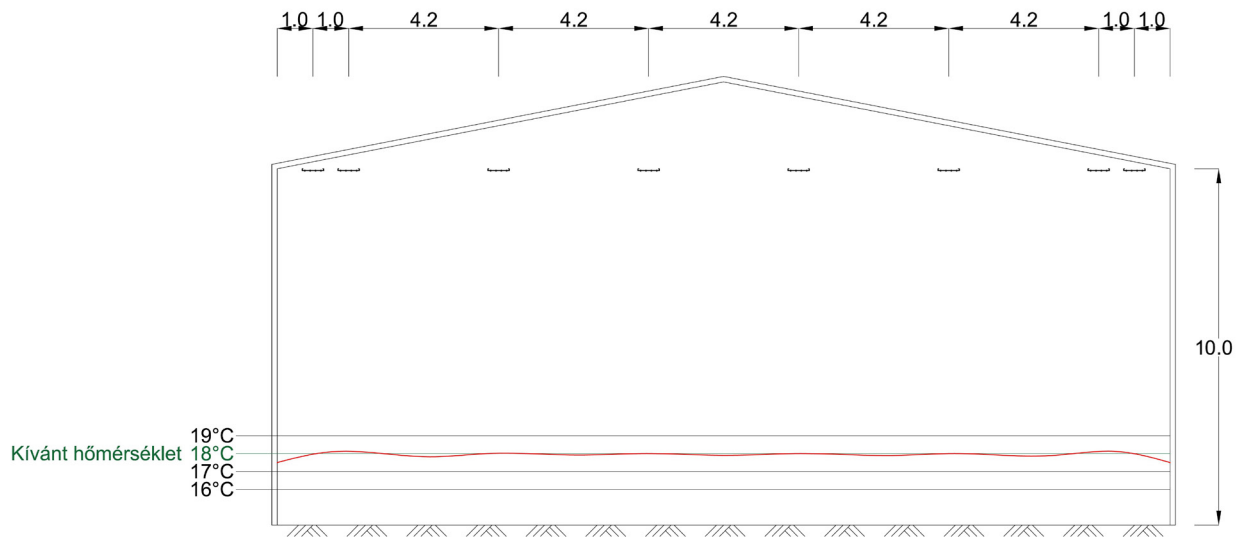


8/a. sz. ábra

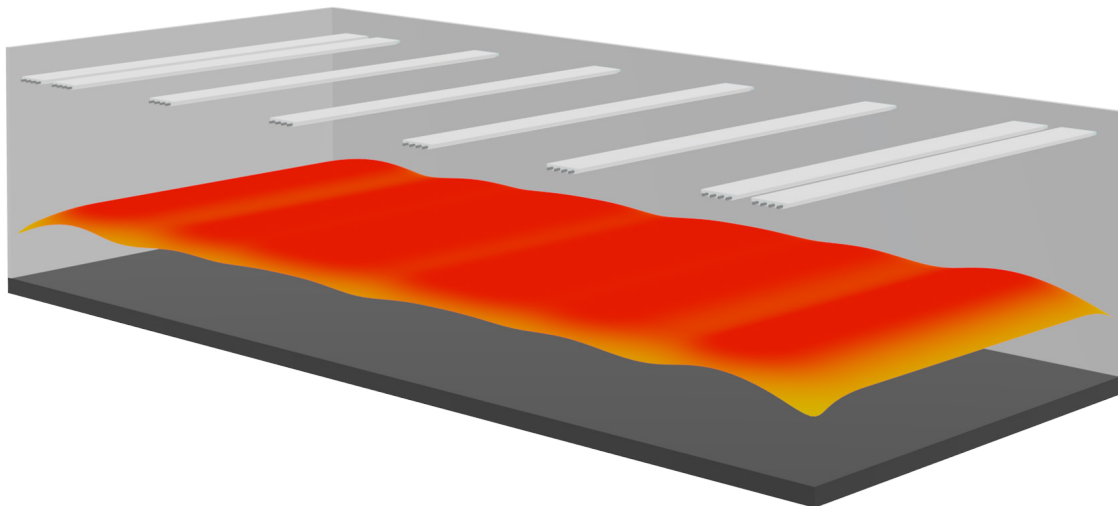


8/b. sz. ábra

- b. A lehűlő falfelületek közelében sűrűbben szerelt ernyők alkalmazásával egyenletesebb hőeloszlás érhető el. (9/a.-b. sz. ábra)

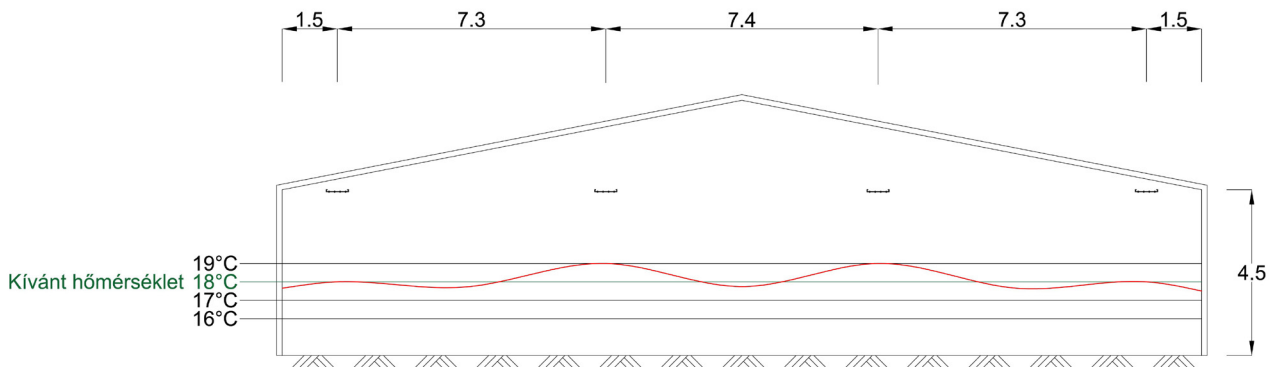


9/a. sz. ábra

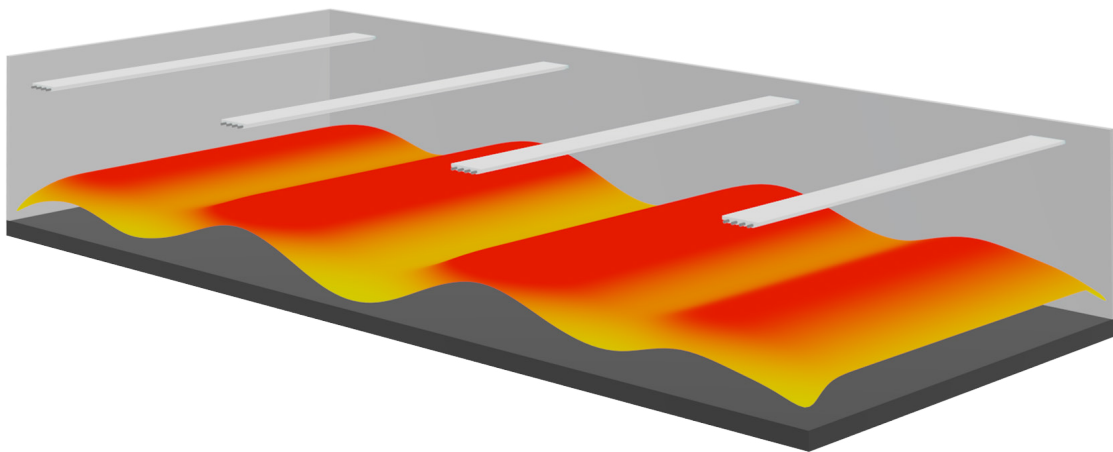


9/b. sz. ábra

- c. A melegvizes sugárzóernyők teljesítmény alapján megfelelően méretezve, de a nem megfelelő méretű ernyők miatt nem megoldható az egyenletes hőeloszlás (pl. alacsonyabb belmagasság v. telepítési magasság esetén) (10/a.-b. sz. ábra)

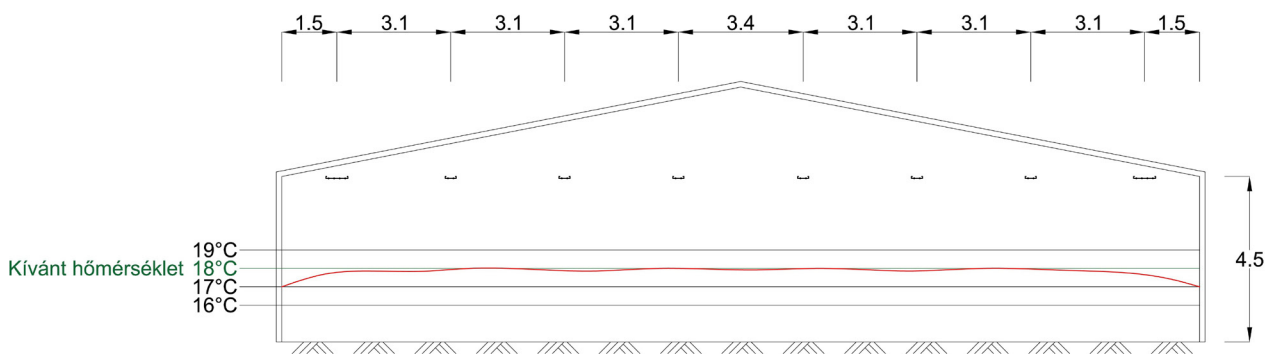


10/a. sz. ábra

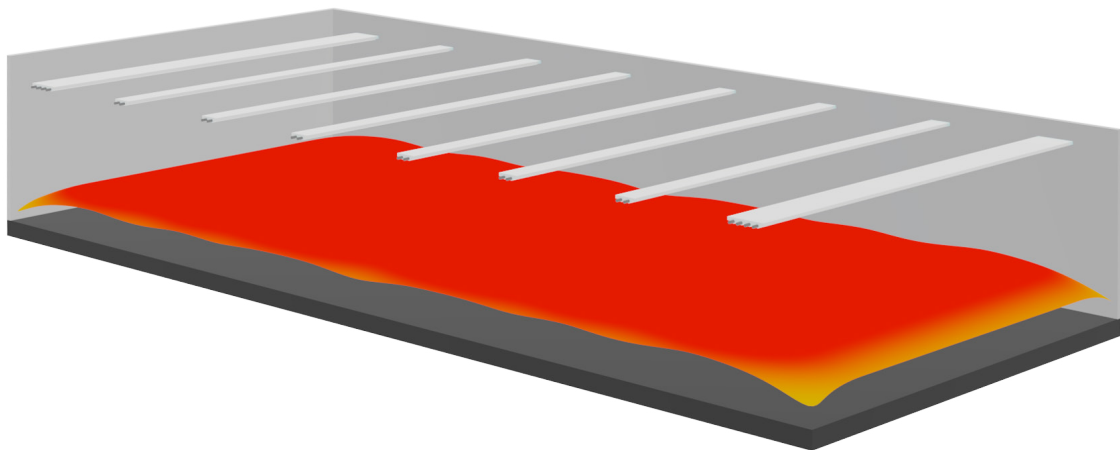


10/b. sz. ábra

- d. A melegvizes sugárzóernyők teljesítmény alapján megfelelően méretezve. A lehűlő felületek közelében az eredetileg tervezett (600 mm) széles, a beltérben pedig több, kisebb teljesítményű (300 mm széles) ernyő alkalmazásával egyenletesebb hőeloszlás érhető el. (11/a.-b. sz. ábra)



11/a. sz. ábra



11/b. sz. ábra

Akkor tudjuk a legideálisabb ernyőkiosztást elérni, ha az általuk besugárzott terület hővesztése megegyezik a teljesítményükkel. Előfordulhat, hogy a födém kialakítása vagy más szerkezeti elemek, világítótestek vagy egyéb berendezések akadályozzák az elhelyezést. Különböző magasságú mennyezetek esetén a külső faltól való távolságot a besugárzási szög (méréseink alapján 35°-ig jelentősebb) és a szerkezet hőtechnikai adottságainak figyelembevételével határozhatjuk meg.

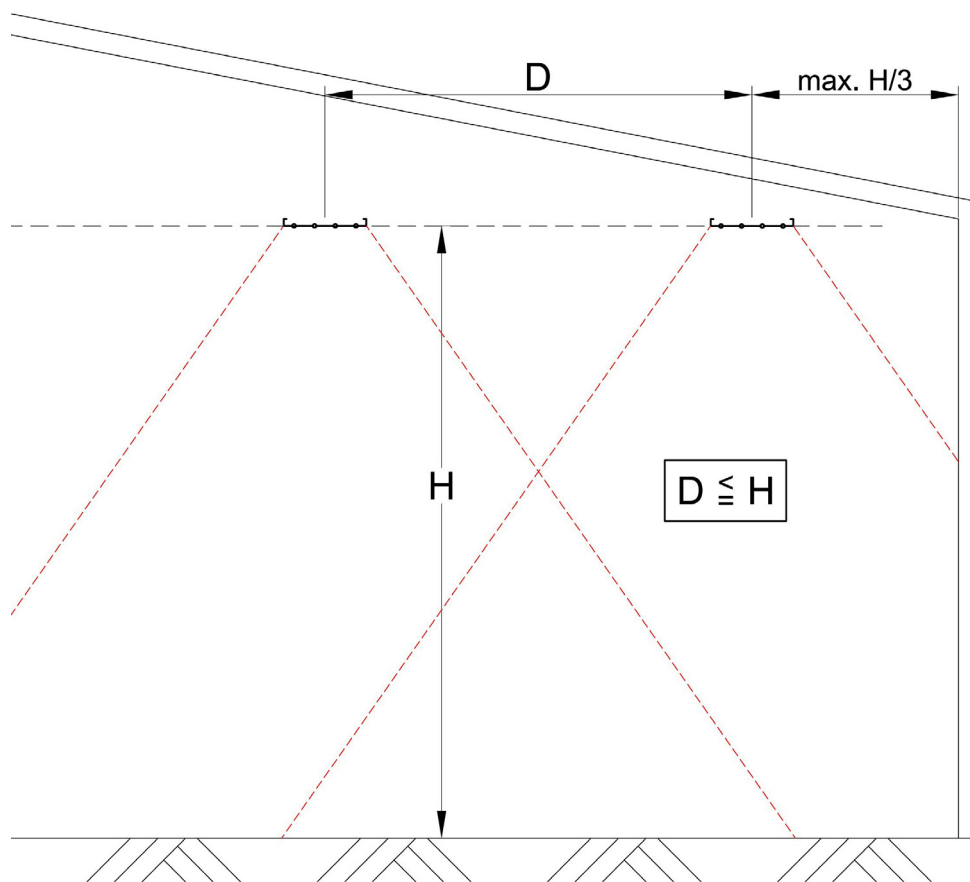
2.3.3. A sugárzóernyő telepítési távolsága

A panelek között javasolt távolság értékei különböző beépítési magasságokra vonatkoznak. (12. sz. ábra) A javasolt értékek betartásakor a hőszugárzás azonos mértékű a hőleadók között, illetve közvetlenül alattuk, azaz a sugárzó hő elosztása a lehető legegyszerűsebb módon történik.

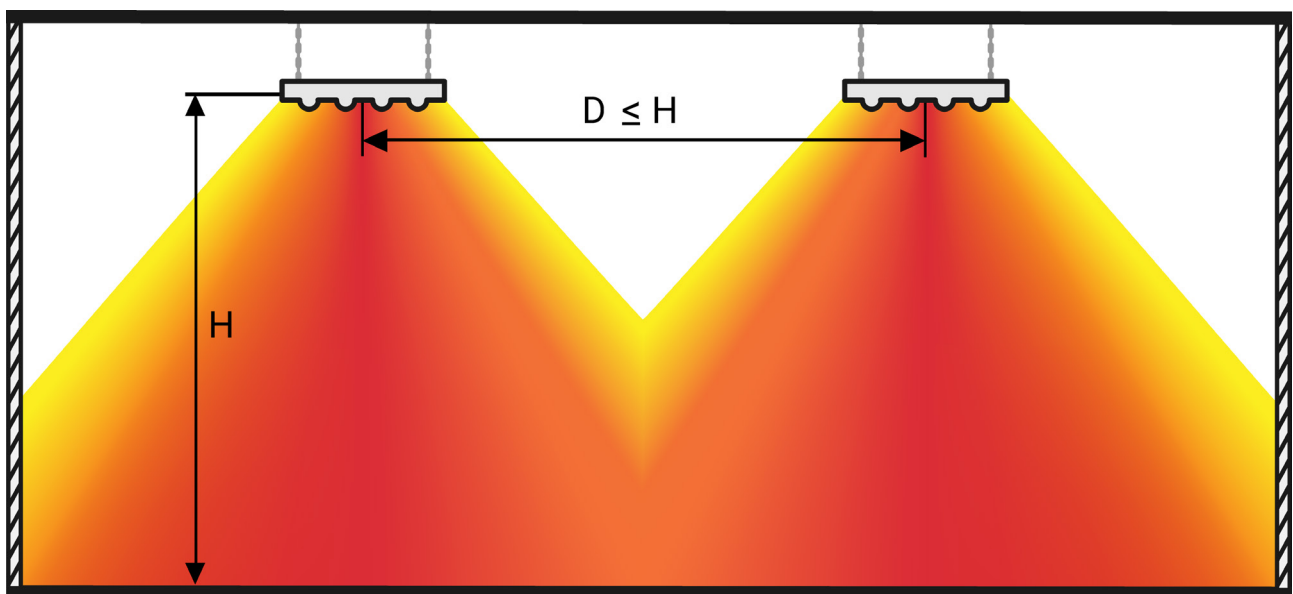


12. sz. ábra Javasolt telepítési távolság a beépítési magasság függvényében

Az ernyők egymástól és a homlokzati faltól való maximális távolságát az egyenletes hőeloszlásra való törekvést határozza meg. A gyakorlati tapasztalatok azt mutatják, hogy a sugárzók egymástól való ajánlott távolsága nem nagyobb, mint az telepítési magasság. A homlokzati fal és a sugárzó közötti ajánlott távolság nem több mint a telepítési magasság harmada. (13/a.-b. sz. ábra) A konkrét távolságokat a helyiség hőtechnikai adottságai és sok más egyéb paraméter alapján lehet véglegesíteni.



13/a. sz. ábra



13/b. sz. ábra

2.4. A melegvizes sugárzóernyő teljesítménye

Az ernyő fajlagos teljesítménye a kívánt léghőmérséklet, illetve a fűtési rendszer hőfoklépcsője alapján határozható meg.

Túlhőmérséklet meghatározása:

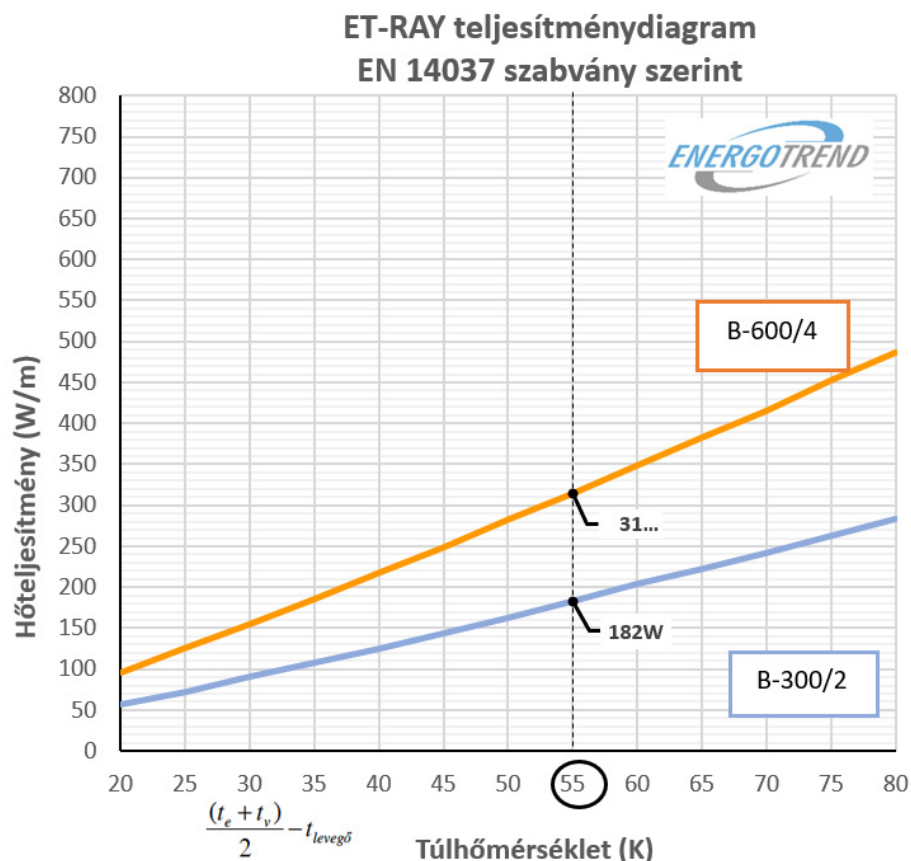
$$dT = \frac{t_e + t_v}{2} - t_{\text{belső levegő}}$$

t_e – előremenő fűtővíz hőmérséklet (°C)

t_v – visszatérő fűtővíz hőmérséklet (°C)

t_b – belső levegő hőmérséklet (°C)

A tervezett hőmérsékleti viszonyok alapján a túlhőmérséklet függvényében teljesítmény-diagramból, illetve teljesítménytáblázatból kiolvasható a fajlagos teljesítmény.



Az adatokat a Stuttgarter Egyetemen a HLK Stuttgart GmbH tesztlaborjában az EN 14037 szabvány szerinthatározták meg.

14. sz. ábra Teljesítmény diagram

Teljesítménytáblázat (W/m) az EN 14037 szabvány szerint		
Típus	B-300/2	B-600/4
Túlhőmérséklet dT (K)	W/m	W/m
20	57	96
21	60	102
22	63	108
23	66	114
24	69	120
25	72	126
26	75	132
27	79	138
28	83	144
29	87	149
30	90	155
31	94	161
32	97	167
33	101	174
34	104	180
35	107	186
36	111	192
37	114	199
38	118	205
39	121	211
40	124	218
41	128	224
42	132	230
43	136	236
44	139	242
45	143	249
46	147	255
47	151	262
48	154	269
49	158	276
50	162	283

Teljesítménytáblázat (W/m) az EN 14037 szabvány szerint		
Típus	B-300/2	B-600/4
Túlhőmérséklet dT (K)	W/m	W/m
51	166	289
52	170	295
53	174	302
54	178	308
55	182	314
56	187	321
57	191	328
58	195	335
59	199	342
60	203	348
61	207	355
62	211	362
63	214	369
64	218	376
65	222	382
66	225	389
67	229	395
68	233	402
69	237	408
70	241	415
71	245	422
72	249	430
73	254	437
74	258	445
75	262	452
76	266	459
77	270	466
78	274	472
79	278	479
80	283	486

1. sz. táblázat Teljesítmény táblázat

2.4.1. 1. Számítási példa

Bivalens rendszer; 1250 m² logisztikai csarnok (**alacsony hőmérsékletű – R32 gázzal működő - hőszivattyú és gázkazán**)

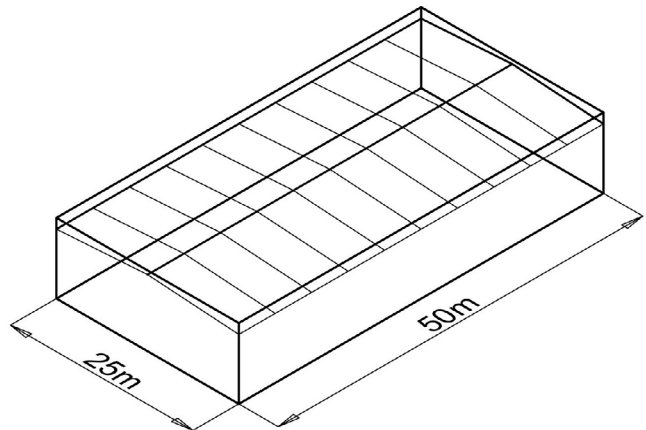
A feladat egy raktárcsarnok fűtése melegvizet sugárzóernyővel, amelyet egy bivalens hőtermelő rendszer lát majd el. Átmeneti időben levegő/víz hőszivattyú adja a fűtővizet az ernyők számára. A hőszivattyú fűtővíz hőmérséklete korlátozott, továbbá az energiahatékonysága bizonyos külső hőmérséklet alatt drasztikusan romlik. Viszont a fűtési idény jelentős részében (akár 40%) képes hatékonyan működni. Alacsony külső hőmérsékletek esetén átvált a rendszer kondenzációs gázkazán üzemre, így biztosítva a megfelelő fűtővíz hőmérsékletet.

Alapadatok meghatározása

Épület paraméterei

Csarnok mérete: 50 m x 25 m

Átlag belmagasság: 9,7 m



Méretezési állapot, hőigény meghatározása

Külső léghőmérséklet: -15 °C

Belső léghőmérséklet: +16 °C (érzeti hőmérséklet +18 °C)

Az MSZ EN ISO 52016-1:2017 alapján elvégzett hőveszteség számítást követően az épület hővesztesége:

Fűtési hőigény: $Q_{HV} = 54.300 \text{ W}$ (méretezési állapotban)

Túlhőmérséklet meghatározása

Méretezési hőfoklépcső: 75/65 °C (-15 °C külső léghőmérséklet mellett). Például gázkazán hőtermelő esetén.

$$dT = \frac{t_e + t_v}{2} - t_{\text{belső levegő}}$$

$$dT = \frac{75 \text{ °C} + 65 \text{ °C}}{2} - 16 \text{ °C} = 54 \text{ °C} = \mathbf{54 \text{ K}}$$

Melegvizes sugárzóernyő fajlagos teljesítményének meghatározása

A teljesítmény igény mértékét és a költséghatékonyságot tekintve a választásunk a B-600/4-es típusú (600 mm széles 4 csöves) ernyőre esik.

A teljesítmény táblázat (1. sz. tábl.) alapján a fajlagos teljesítmény $dT = 54 \text{ K}$ túlhőmérsékletnél:

$$q_{F\ddot{u}t.} = 308 \text{ W/m}$$

Szükséges összes ernyőhossz meghatározása

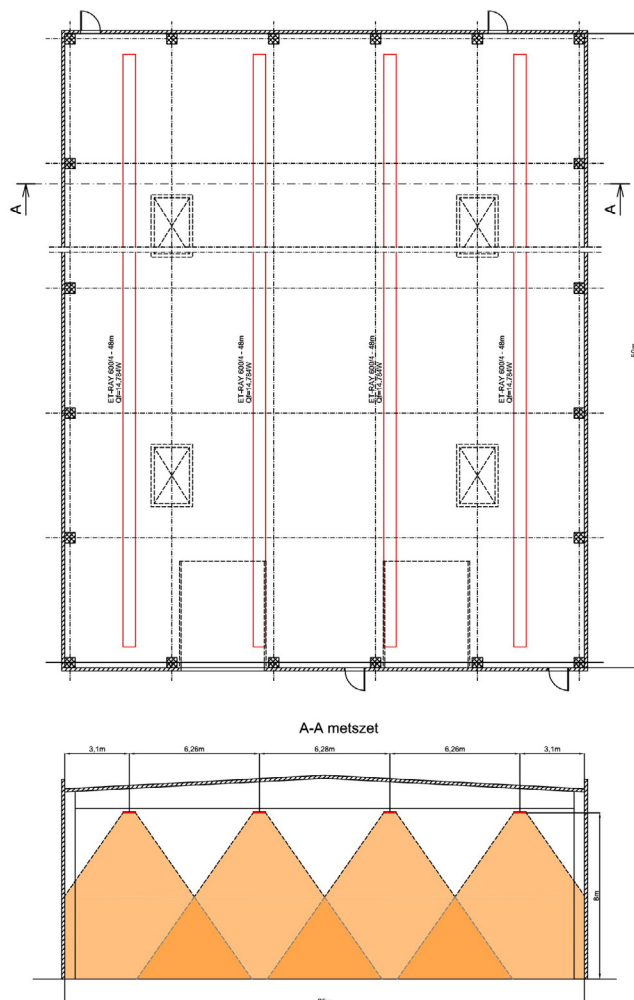
$$L_{\min} = \frac{Q_{HV}}{q_{F\ddot{u}t.}} = \frac{54.300 \text{ W}}{308 \text{ W/m}} \approx 176,3 \text{ m}$$

Ernyő kiosztása

Az épület geometriai adottságait és a telepítési lehetőségeket figyelembe véve a mellékelt kialakítás javasolt. (15. sz. ábra)

Melegvizes sugárzóernyő telepítési magasság: 8,0 m

Így összesen 4 sorban, soronként 48 m hosszú ernyő kerülne telepítésre, amely 192 m összes hosszt jelent.



15. sz. ábra Ernyő kiosztás (1. számítási példa)

Melegvizes sugárzóernyő összes hőleadás

$$\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}} = \Sigma L * q_{\text{fűt}} = 192 \text{ m} * \frac{308 \text{ W}}{\text{m}} = \mathbf{59.136 \text{ W}}$$

Felületi (fűtési teljesítmény) tartalék

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}}}{Q_{\text{HV}}} - 1 \right) * 100 = \left(\frac{59.136 \text{ W}}{54.300 \text{ W}} - 1 \right) * 100 = \mathbf{8,9 \%}$$

Az általános tervezési gyakorlat szerint a tartalék ajánlott mértéke kisebb, mint 10 %.

Lehetséges másik megoldás:

Amennyiben nagyobb magasságban szeretnénk elérni a kívánt hőmérsékleti tartományt, akkor a középső két ernyősor helyett három keskenyebb ernyősort helyezünk el.

Az összes hőleadás az alábbiak szerint alakulna ($dT = 54 \text{ K}$ túlhőmérsékletnél):

$$q_{\text{Fűt1}} = \mathbf{308 \text{ W/m}} \quad q_{\text{Fűt2}} = \mathbf{178 \text{ W/m}}$$

$$\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}} = \Sigma L_1 * q_{\text{fűt1}} + \Sigma L_2 * q_{\text{fűt2}} = 96 \text{ m} * 308 \frac{\text{W}}{\text{m}} + 144 \text{ m} * 178 \frac{\text{W}}{\text{m}} = \mathbf{54.912 \text{ W}}$$

Felületi (fűtési teljesítmény) tartalék

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}}}{Q_{\text{HV}}} - 1 \right) * 100 = \left(\frac{54.912 \text{ W}}{54.300 \text{ W}} - 1 \right) * 100 = \mathbf{1,1 \%}$$

Az általános tervezési gyakorlat szerint a tartalék ajánlott mértéke kisebb, mint 10 %.

Hőszivattyú, mint hőtermelő

Hőszivattyú alkalmazása esetében érdemes ellenőrizni a melegvizes ernyő teljesítményét a tisztán hőszivattyús üzemnél. A hőszivattyúk jó hatásfokának (COP) korlátja az előre-menő fűtővíz hőmérsékletében van.

A hőszivattyú 56°C -os előre-menő fűtővíz hőmérséklet előállításával képes az ernyők fűtését -2°C külső hőmérsékletig ellátni. Tehát ezen külső hőmérséklet felett a hőszivattyú el tudja látni a feladatot, ez alatt pedig alternatív hőtermelő (pl. kondenzációs gázkazán) alkalmazása javasolt. Így a 7/2006. (V. 24.) TNM rendelet, épületenergetikai direktíva által megkövetelt éves min. 25 %-os megújuló energia részarány melegvizes sugárzóernyő alkalmazása esetén is biztosítható.

A számítási példánk a hőszivattyús üzemre vonatkoztatva:

Fűtési hőigény: $Q_{HV} = 31.530 \text{ W}$ (méretezési állapotban, külső léghőmérséklet: -2°C)

Túlhőmérséklet meghatározása

Méretezési hőfoklépcső: $53/43^\circ\text{C}$ (-2°C külső léghőmérséklet mellett).

$$dT = \frac{t_e + t_v}{2} - t_{\text{belső levegő}} = \frac{53^\circ\text{C} + 43^\circ\text{C}}{2} - 16^\circ\text{C} = 32^\circ\text{C} = 32 \text{ K}$$

A teljesítmény táblázat (1. sz. tábl.) alapján a fajlagos teljesítmény $dT = 32 \text{ K}$ túlhőmérsékletnél:

$$q_{Fűt.} = 167 \text{ W/m}$$

Melegvizes sugárzóernyő összes hőleadás

$$\Sigma Q_{\text{Ernyő, fűtés}} = \Sigma L * q_{fűt} = 192 \text{ m} * \frac{167 \text{ W}}{\text{m}} = 32.064 \text{ W}$$

Felületi (fűtési teljesítmény) tartalék

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{\Sigma Q_{\text{Ernyő, fűtés}}}{Q_{HV}} - 1 \right) * 100 = \left(\frac{32.064 \text{ W}}{31.530 \text{ W}} - 1 \right) * 100 = 1,7 \%$$

Az általános tervezési gyakorlat szerint a tartalék ajánlott mértéke kisebb, mint 10 %.

2.4.2. 2. Számítási példa

Magas hőmérsékletű hőszivattyús rendszer (R290 gázzal működő hőszivattyú)

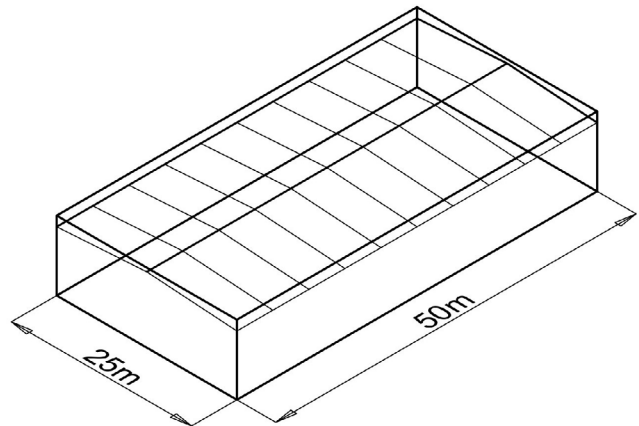
Vizsgáljuk meg a tisztán hőszivattyú hőtermelő bázisú fűtési esetet. A feladat egy raktárcsarnok fűtése melegvizes sugárzóernyővel, amelyet egy hőszivattyús hőtermelő rendszer lát majd el. A hőszivattyú magas hőmérsékletű fűtővízzel dolgozik, képes -15°C külső léghőmérséklet esetén is a 68°C előremenő fűtővíz hőmérsékletet előállítani. Tehát a fűtési idény teljes egészében képes hatékonyan működni.

A hőszivattyús kört lemezes hőcserélővel leválasztjuk, amely glikol-víz keverékkel van feltöltve a fagyveszély elkerülése miatt. Itt a hőcserélőn 3°C veszteséggel számolunk, így az előremenő hőmérsékletet 65°C -ra vesszük fel.

Alapadatok meghatározásaÉpület paraméterei

Csarnok mérete: 50 m x 25 m

Átlag belmagasság: 9,7 m

Méretezési állapot, hőigény meghatározás

Külső léghőmérséklet: -15 °C

Belső léghőmérséklet: +16 °C (érzeti hőmérséklet +18 °C)

Az MSZ EN ISO 52016-1:2017 alapján elvégzett hőveszteség számítást követően az épület hővesztesége:

Fűtési hőigény: $Q_{HV} = 54.300 \text{ W}$ (méretezési állapotban)

Túlhőmérséklet meghatározása

Méretezési hőfoklépcső: 65/55 °C (-15 °C külső léghőmérséklet mellett)

$$dT = \frac{t_e + t_v}{2} - t_{\text{belső levegő}} = \frac{65^\circ\text{C} + 55^\circ\text{C}}{2} - 16^\circ\text{C} = 44^\circ\text{C} = \mathbf{44 \text{ K}}$$

Melegvizes sugárzóernyő fajlagos teljesítményének meghatározása

A teljesítmény igény mértékét és a költséghatékonyságot tekintve a választásunk a B-600/4-es típusú (600 mm széles 4 csöves) ernyőre esik.

A teljesítmény táblázat (1. sz. tábl.) alapján a fajlagos teljesítmény $dT = 44 \text{ K}$ túlhőmérséklet esetén:

$$q_{Füt.} = \mathbf{242 \text{ W/m}}$$

Szükséges összes ernyőhossz meghatározása

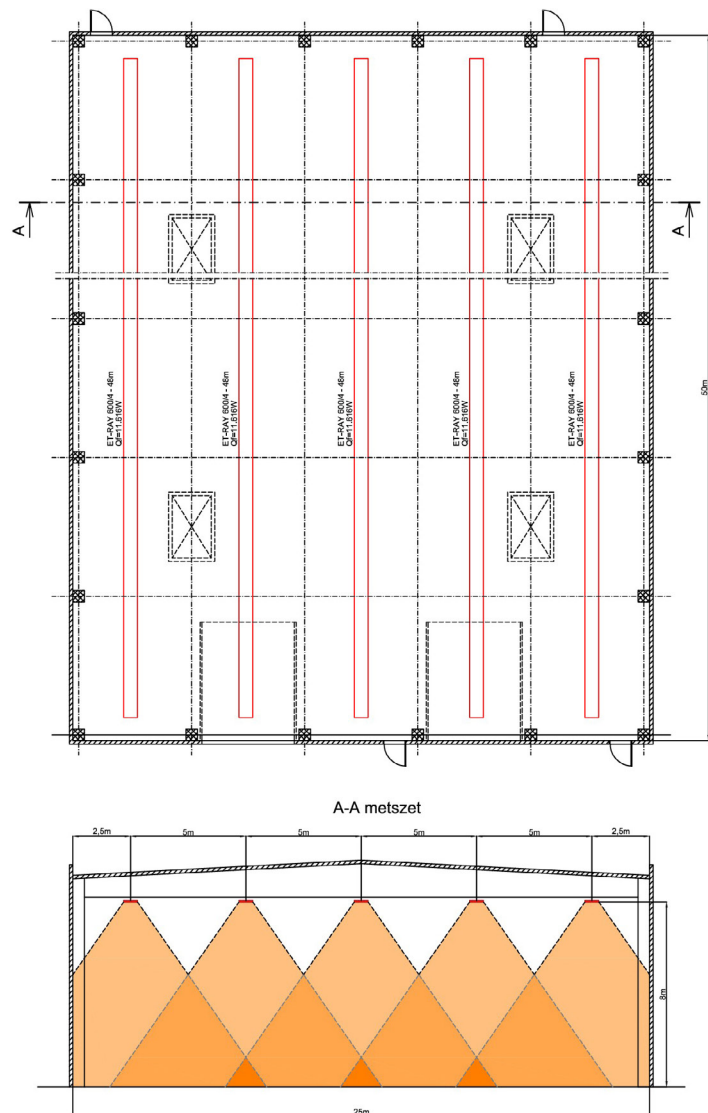
$$L_{\min} = \frac{Q_{HV}}{q_{Füt}} = \frac{54.300 \text{ W}}{242 \text{ W/m}} \approx \mathbf{224,4 \text{ m}}$$

Ernyő kiosztása

Az épület geometriai adottságait és a telepítési lehetőségeket figyelembe véve a mellékelt kialakítás javasolt. (16. sz. ábra).

Melegvizes sugárzóernyő telepítési magasság: 8,0 m

Így összesen 5 sorban, soronként 48 m hosszú ernyő kerülne telepítésre, amely 240 m összes hosszt jelent.



16. sz. ábra Ernyő kiosztás (2. számítási példa)

Melegvizes sugárzóernyő összes hőleadás

$$\Sigma Q_{\text{Ernyő, fűtés}} = \Sigma L * q_{\text{fűt}} = 240 \text{ m} * \frac{242 \text{ W}}{\text{m}} = \mathbf{58.080 \text{ W}}$$

Felületi (fűtési teljesítmény) tartalék

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{\Sigma Q_{\text{Ernyő, fűtés}}}{Q_{\text{HV}}} - 1 \right) * 100 = \left(\frac{58.080 \text{ W}}{54.300 \text{ W}} - 1 \right) * 100 = \mathbf{6,9 \%}$$

Az általános tervezési gyakorlat szerint a tartalék ajánlott mértéke kisebb, mint 10 %.

2.4.3. 3. Számítási példa

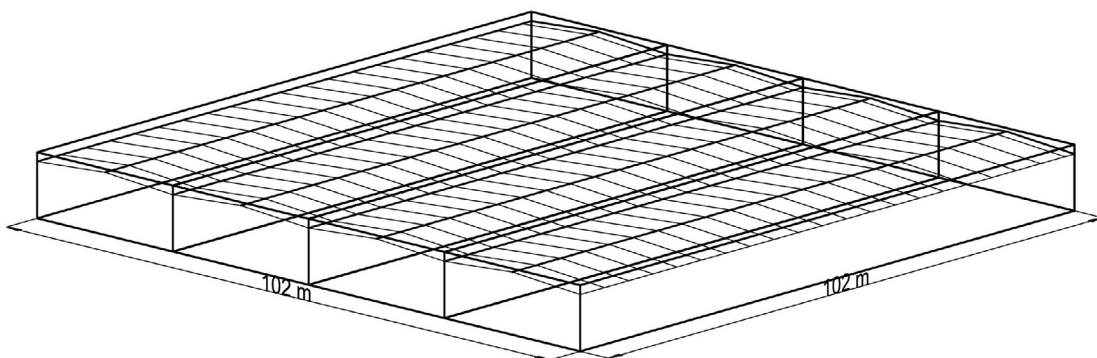
Összehasonlítjuk a bivalens (hőszivattyú R32 + gázkazán) és a magas hőmérsékletű hőszivattyús (R290) rendszert

Hasonlóan az előző példákhoz egy csarnok fűtése melegvizet sugárzóernyővel. Két esetet vizsgálunk, azokat összehasonlítva.

Első eset az ún. bivalens rendszer, ahol alacsony hőmérsékletű hőszivattyú és kiegészítő gázkazán biztosítja a fűtőenergiát. A hőszivattyú fűtővíz hőmérséklete korlátozott, továbbá az energiahatékonysága bizonyos külső hőmérséklet alatt drasztikusan romlik. Viszont a fűtési idény jelentős részében (akár 40 %) képes hatékonyan működni. Alacsony külső hőmérsékletek esetén a rendszer átvált kondenzációs gázkazán üzemre, így biztosítva a megfelelő fűtővíz hőmérsékletet.

Második eset pedig a tisztán hőszivattyú, amely magas hőmérsékletű fűtővízzel dolgozik. Képes -15°C külső léghőmérséklet esetén is 68°C előremenő fűtővíz hőmérsékletet előállítani. Tehát a fűtési idény teljes egészében képes hatékonyan működni.

A hőszivattyús kört lemezes hőcserélővel leválasztjuk, amely glikol-víz keverékkel van feltöltve a fagyveszély elkerülése miatt. Itt a hőcserélőn 3°C veszteséggel számolunk, így az előremenő hőmérsékletet 57°C -ra vesszük fel.



Alapadatok meghatározása

Épület paraméterei

Csarnok mérete: 102 m x 102 m

Átlag belmagasság: 9,7 m.

Méretezési állapot, hőigény meghatározás

Külső léghőmérséklet: -15°C

Belső léghőmérséklet: $+16^{\circ}\text{C}$

(érzeti hőmérséklet $+18^{\circ}\text{C}$)

Az MSZ EN ISO 52016-1:2017 alapján elvégzett hőveszteség számítást követően az épület hővesztesége

Fűtési hőigény: $Q_{HV} = 348.700 \text{ W}$ (méretezési állapotban)

Bivalens rendszer

Túlhőmérséklet meghatározása

Méretezési hőfoklépcső: 75/65 °C
(-15 °C külső léghőmérséklet mellett).

$$dT = \frac{t_e + t_v}{2} - t_{\text{belső levegő}}$$

$$dT = \frac{75 \text{ °C} + 65 \text{ °C}}{2} - 16 \text{ °C} = 54 \text{ °C} = \mathbf{54 \text{ K}}$$

Melegvizes sugárzóernyő fajlagos teljesítményének meghatározása

A teljesítmény igény mértékét és a költség-hatékonyságot tekintve a választásunk a B-600/4-es típusú (600 mm széles 4 csöves) ernyőre esik.

A teljesítmény táblázat (1. sz. tábl.) alapján a fajlagos teljesítmény $dT = 54 \text{ K}$ túlhőmérsékletnél:

$$q_{Füt.} = \mathbf{308 \text{ W/m}}$$

Szükséges összes ernyőhossz meghatározása

$$L_{\min} = \frac{Q_{HV}}{q_{Füt.}} = \frac{347.700 \text{ W}}{308 \text{ W/m}} \approx \mathbf{1129 \text{ m}}$$

Magas hőm. hőszivattyús rendszer

Túlhőmérséklet meghatározása

Méretezési hőfoklépcső: 65/55 °C
(-15 °C külső léghőmérséklet mellett).

$$dT = \frac{t_e + t_v}{2} - t_{\text{belső levegő}}$$

$$dT = \frac{65 \text{ °C} + 55 \text{ °C}}{2} - 16 \text{ °C} = 44 \text{ °C} = \mathbf{44 \text{ K}}$$

Melegvizes sugárzóernyő fajlagos teljesítményének meghatározása

A teljesítmény igény mértékét és a költség-hatékonyságot tekintve a választásunk a B-600/4-es típusú (600 mm széles 4 csöves) ernyőre esik.

A teljesítmény táblázat (1. sz. tábl.) alapján a fajlagos teljesítmény $dT = 44 \text{ K}$ túlhőmérsékletnél:

$$q_{Füt.} = \mathbf{242 \text{ W/m}}$$

Szükséges összes ernyőhossz meghatározása

$$L_{\min} = \frac{Q_{HV}}{q_{Füt.}} = \frac{347.700 \text{ W}}{242 \text{ W/m}} \approx \mathbf{1436 \text{ m}}$$

Bivalens rendszerErnyő kiosztása

Az épület geometriai adottságait és a telepítési lehetőségeket figyelembe véve az alábbi kialakítás javasolt. (17. sz. ábra)

Melegvizes sugárzóernyő telepítési magasság: 8,0 m

Így összesen 12 sorban, soronként 96 m hosszú ernyő kerülne telepítésre, amely 1152 m összes hosszt jelent.

Melegvizes sugárzóernyő összes hőleadás

$$\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}} = \Sigma L * q_{\text{fűt}}$$

$$\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}} = 1152 \text{ m} * 308 \text{ W/m} = \mathbf{354.816 \text{ W}}$$

Felületi (fűtési teljesítmény) tartalék

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}}}{Q_{\text{HV}}} - 1 \right) * 100$$

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{354.816 \text{ W}}{347.700 \text{ W}} - 1 \right) * 100 = \mathbf{1,2 \%}$$

Az általános tervezési gyakorlat szerint a tartalék ajánlott mértéke kisebb, mint 10 %.

Magas hőm. hőszivattyús rendszerErnyő kiosztása

Az épület geometriai adottságait és a telepítési lehetőségeket figyelembe véve az alábbi kialakítás javasolt. (17. sz. ábra)

Melegvizes sugárzóernyő telepítési magasság: 8,0 m

Így összesen 15 sorban, soronként 96 m hosszú ernyő kerülne telepítésre, amely 1440 m összes hosszt jelent.

Melegvizes sugárzóernyő összes hőleadás

$$\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}} = \Sigma L * q_{\text{fűt}}$$

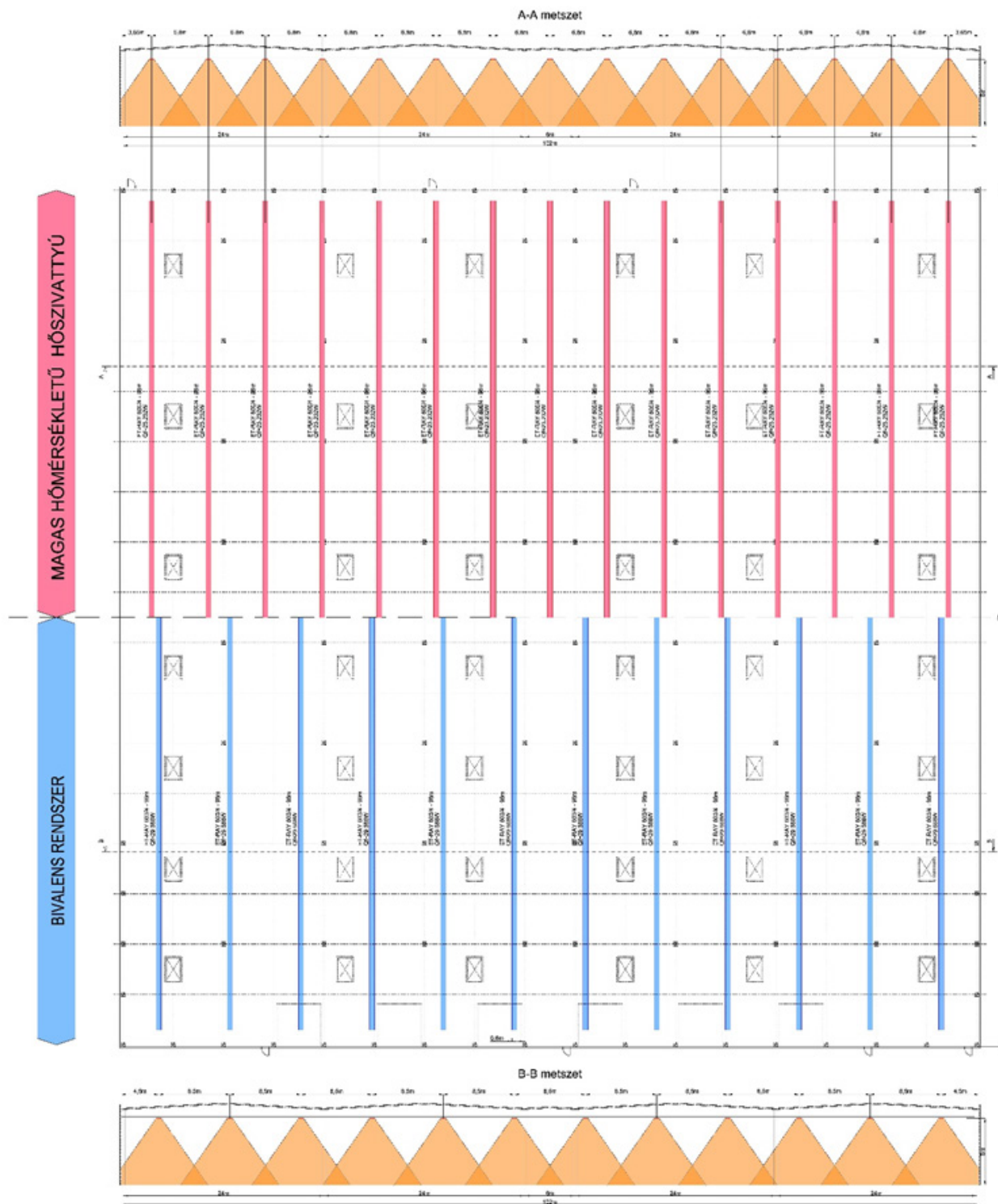
$$\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}} = 1440 \text{ m} * 242 \text{ W/m} = \mathbf{348.480 \text{ W}}$$

Felületi (fűtési teljesítmény) tartalék

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{\Sigma Q_{\text{Ernyő,fűtés}}}{Q_{\text{HV}}} - 1 \right) * 100$$

$$A_{\text{Tartalék}} = \left(\frac{348.480 \text{ W}}{347.700 \text{ W}} - 1 \right) * 100 = \mathbf{0,22\%}$$

Az általános tervezési gyakorlat szerint a tartalék ajánlott mértéke kisebb, mint 10 %.



17. sz. ábra Ernyő kiosztás (3. számítási példa)

Magas hőmérsékletű hőszivattyú – 15 ernyősor

Bivalens rendszer – 12 ernyősor

3. Sugárzóernyők felépítése

Az ET-RAY melegvizes sugárzóernyőket acéllemezről és precíziós szénacélcsövekből készítjük. A lemezek megmunkálását erre a célra kifejlesztett gyártósorral végezzük.

A csövek a lemezzel hézagmentesen érintkeznek, hőátadásuk ezzel biztosított. A melegvizes sugárzóernyőt bizonyos távolságokban keresztmerezítőkkel látjuk el, ezzel biztosítva a kellő merevségét és a felfüggesztési pontokat.

3.1. Típusok

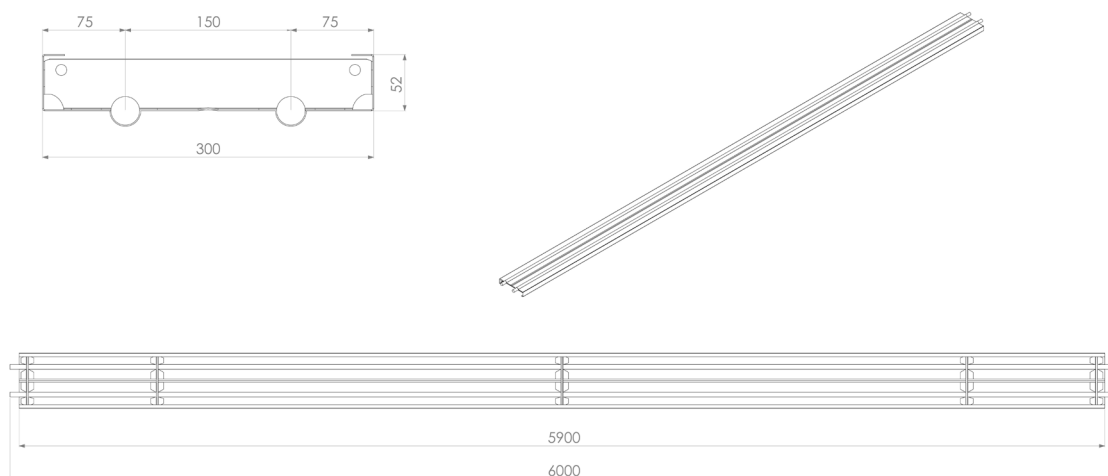
Az ET-RAY melegvizes sugárzóernyő kétféle méretben kerül gyártásra.

Csatlakozó méretük egységesen $\varnothing 28 \times 1,5$ sima végű cső.

A felhasznált acéllemez 1,0 mm vastag, adott szélességű. Ezekből a lemezekből készítünk 6 m hosszú elemeket. Természetesen rövidebb (2, 3, 4, 5 m-es) is készíthető, ezt a rendelésnél egyeztetni szükséges.

3.1.1. ET-RAY 300/2

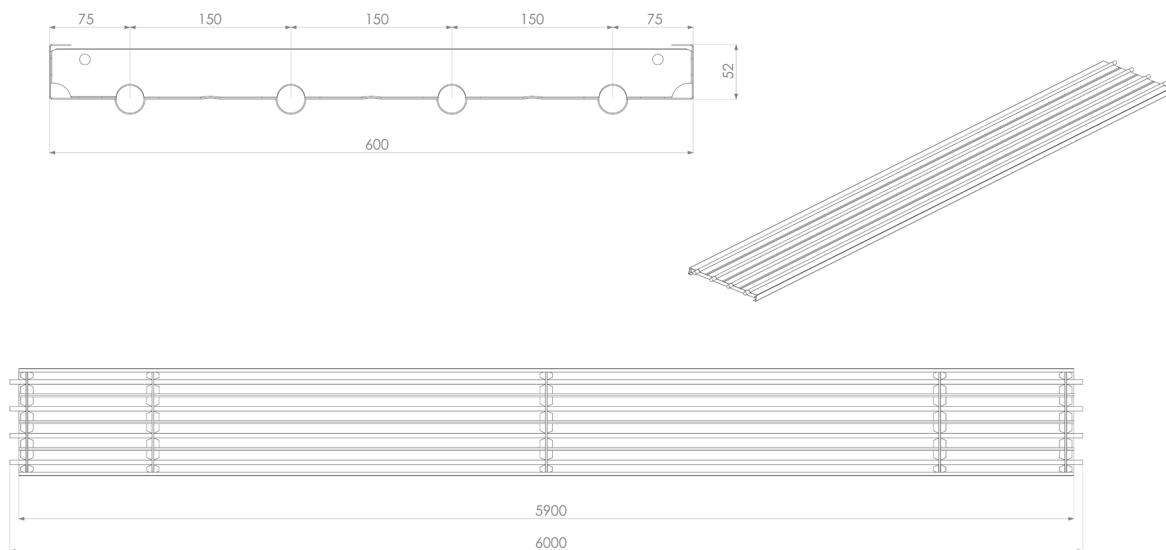
- 300 mm széles, 2 db $\varnothing 28 \times 1,5$ csövet tartalmaz
 - száraz tömeg: 6 kg/m (hőszigeteléssel)
 - tömeg feltöltött állapotban: 7 kg/m (hőszigeteléssel)
 - vízmennyiség: 1 l/m
 - teljesítménye ($dT=55\text{ K}$): 182 W/m
- (18. sz. ábra)



18. sz. ábra ET-RAY 300/2

3.1.2. ET-RAY 600/4

- 600 mm széles, 4 db Ø28x1,5 csövet tartalmaz
 - száraz tömeg: 12 kg/m (hőszigeteléssel)
 - tömeg feltöltött állapotban: 14 kg/m (hőszigeteléssel)
 - vízmennyiség: 2 l/m
 - teljesítménye (dT=55 K): 314 W/m
- (19. sz. ábra)



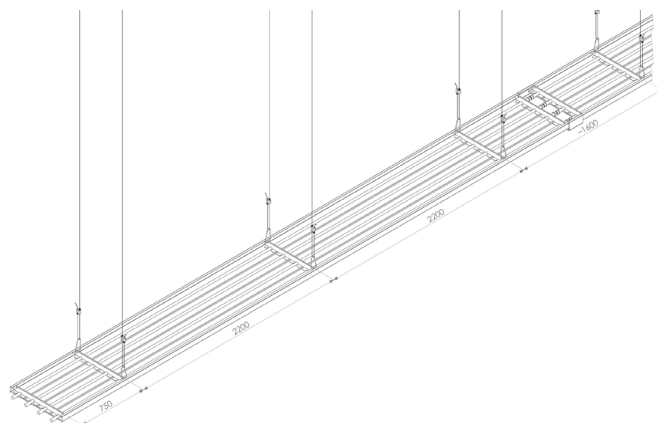
19. sz. ábra ET-RAY 600/4

3.2. Függesztés, rögzítés

Az egyes ernyőket sorba kötve alakul ki az ernyősor. Kötésük egyszerű préskötéses technológiával megoldható. Az ernyők közötti kötési hézagokat erre a célra gyártott takaróelemekkel fedhetjük el.

A melegvizes sugárzóernyők felfüggesztése maximum 2,2 méterenként szükséges.

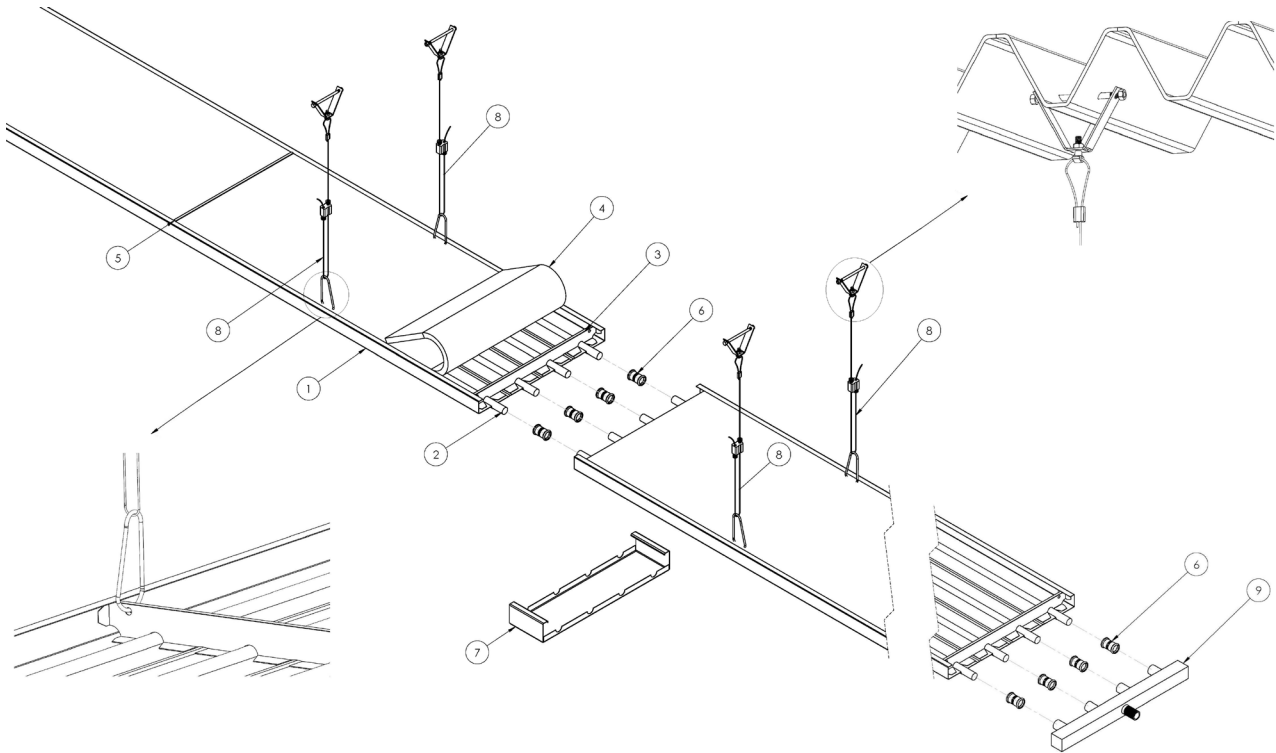
(20. sz. ábra)



20. sz. ábra Felfüggesztés

A 21. sz. ábra a leginkább használatos rögzítési módszert mutatja, mely lágyfedésű ipari csarnokok esetén leginkább alkalmazható.

Trapézlemezhez rögzítés:



21. sz. ábra Az ernyősor rögzítése

1. Sugárzóernyő profil acéllemez
2. Ø28x1,5 mm acélcső
3. Mervítővas
4. Szigetelés
5. Szigetelést záró elem (5 cm széles öntapadós alu szalag)
6. Gumigyűrű tömítéssel rendelkező préskötésű karmantyú
7. Takarólemez toldásoknál (opcionális)
8. Függesztő szerkezet (karabiner, acélsodrony függesztő, trapézlemez rögzítőelem)
9. Osztó-gyűjtő idom menetes csatlakozással

3.3. Felületi bevonat

A gyártósoron elkészült sugárzóernyő felületére a hőre keményedő porlakk felhordása elektrosztatikus porszórással történik (porfestéses eljárás), melyet a kemencében történő beégetés követ. Az alkalmazott epoxi bázisú festék oldószert, egyéb mérgező anyagot nem tartalmaz és nem károsítja az egészséget. Az alapszín a RAL 9003 fehér.

3.4. Hőszigetelés

Az ernyő szélességi méretére vágott szigetelőpaplant a kivitelezéskor kell a sugárzóernyő felhajlított peremei közé helyezni, majd rögzíteni.

A szigetelés ajánlott paraméterei (kőzetgyapot)

- a szigetelés vastagsága: 50 mm, felső borítás anyaga alufólia
- a szigetelés sűrűsége: 32 kg/m³
- tűzállóság: az EN 13501-1 szabvány szerinti tűzvédelmi besorolása: A1
- hővezető képesség (λ): 0,04 W/m K, (T=10 °C); 0,067 W/mK, (T=100 °C)
- hőellenállás (R): 1,25 m²K/W, (T=10 °C); 0,746 m²K/W (T=100 °C)

3.5. Üzemi hőmérséklet, üzemi nyomás

A melegvizes sugárzóernyők tartós üzem mellett melegvizes közeggel 95 °C -ig, illetve 6 bar üzemi nyomásig alkalmazhatóak.

3.6. Dilatáció

A melegvizes sugárzóernyő hossza a fűtővíz hőmérséklet függvényében minimálisan változik. Átlagosan 0,012 mm/mK hőtágulási tényezővel számolhatunk. Szerelési hőmérsékletnek a normál szobahőmérsékletet (20 °C) vesszük. (pl. 60 méteres ernyősor és gázkazán esetén (75/65°C) 36 mm.) A hőmérsékletkülönbségből adódó dilatációt kezelni szükséges. A sugárzóernyő függesztése nem lehet merev. Általánosságban alkalmazott láncos vagy acél-sodronyos függesztés bizonyos mértékig képes kezelni a hőtágulásból adódó dilatációkat. Hosszabb ernyősorok kialakításánál (60 m felett) javasolt a dilatációs tartó alkalmazása.

3.7. Korrózió

A fűtési rendszer alkatrészeinek élettartamát jelentősen befolyásolja a megfelelő vízminőség és a korrózió megelőzése. A melegvízes sugárzóernyő csak és kizárólag megfelelő vízminőségű és zárt fűtési rendszerekben alkalmazható.

Fontos, hogy a fűtési rendszer a hőtermelő berendezések gyártói által előírt vízminőséggel legyen feltöltve. (2 – 6 nk°)

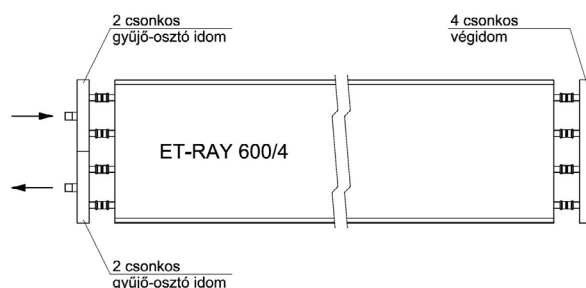
3.8. Csatlakozási lehetőségek

A sugárzóernyők fűtőhálózathoz történő csatlakozására több megoldás is létezik. Lehetőség van saját osztó-gyűjtő alkalmazására vagy az ernyőhöz csatlakozni présfittinges csatlakozó csőrendszerrel.

A fűtőtesteket egymáshoz, illetve az osztókhoz préskötéses rendszer alkalmazásával történik. A préskötés gyors, egyszerű és biztonságos. A "hideg" kötéstechológia alkalmazásával a tűzveszély lehetőségét is kizárhatjuk.

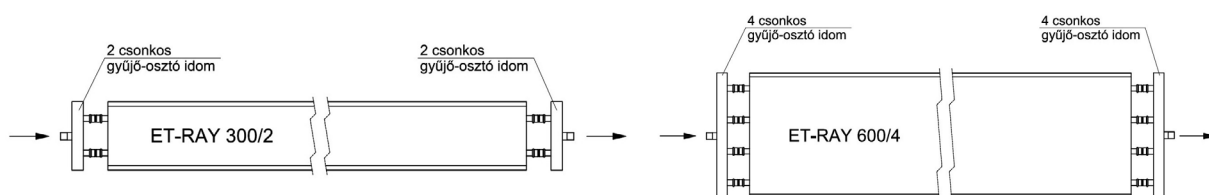
3.8.1. Osztó-gyűjtő egységek alkalmazása esetén

Egyoldali csatlakoztatás: Az ernyő egyik végén egy-egy 2 csomagos osztó és gyűjtőelemre, a másikon pedig egy 4 csomagos végidomra van szükség. (22. sz. ábra)



22. sz. ábra Egyoldali csatlakoztatás

Kétoldali csatlakoztatás: Az ernyő egyik végén (a típustól függően) egy 2 vagy 4 csomagos osztóelemre, a másikon pedig egy 2 vagy 4 csomagos gyűjtőelemre van szükség. (23. sz. ábra)

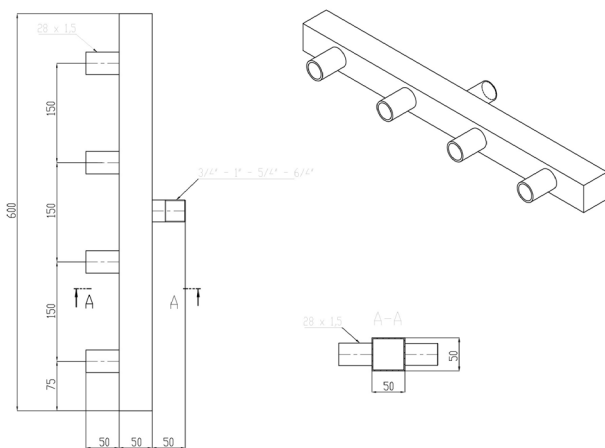


23. sz. ábra Kétoldali csatlakoztatás

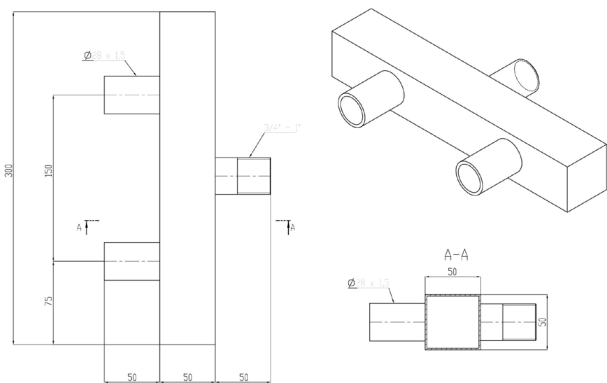
3.8.1.1. Gyári csatlakozó idomok

A csatlakozó idomok 50*50 mm méretű zártszelvényekből készülnek, ezekre kerülnek felhegesztésre a csatlakozócsonkok.

Gyűjtő idomok: A sugárzóernyő felőli oldalon lévő csatlakozó csonkok (hasonlóan az ernyők csatlakozó-csonkjaihoz) szintén varratnélküli csőből készülnek. Méretük egységesen Ø28x1,5 mm. A fűtési rendszer csőhálózatához csatlakozó oldalon a csonk – a teljesítményt figyelembevéve - több méretben kerülhet kialakításra. Ez a csonk külső menettel rendelkezik, mérete 3/4" – 1" – 5/4" lehet. (24. -25. sz. ábrák)

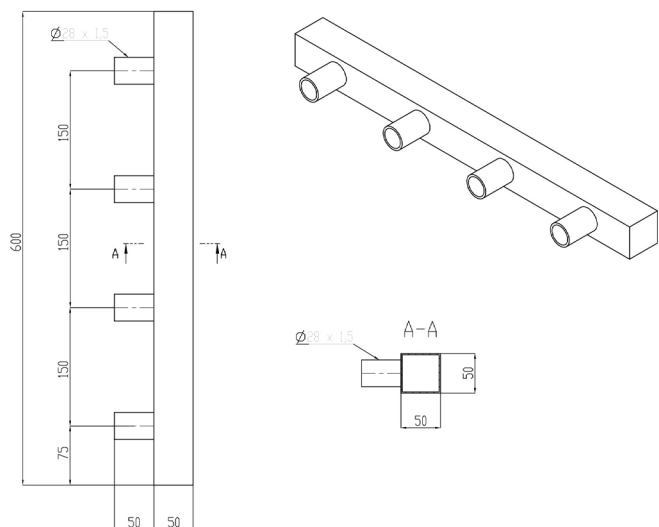


24. sz. ábra 4 csonkos gyűjtő idom



25. sz. ábra 2 csonkos gyűjtő idom

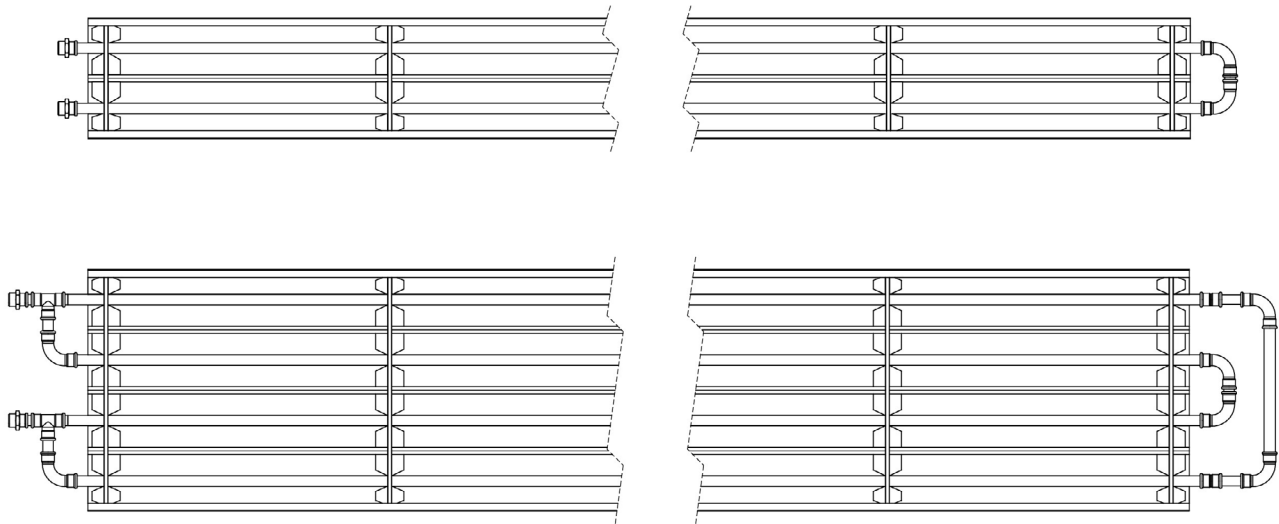
Végidom: A gyűjtő idomokhoz hasonlóan a sugárzóernyő felőli oldalon lévő csatlakozó csonkok varratnélküli csőből készülnek, méretük egységesen Ø28x1,5 mm. (26. sz. ábra)



26. sz. ábra 4 csonkos végidom

3.8.2. Préskötéses idomok alkalmazása esetén

Ebben az esetben számos lehetőség van az ernyősor csatlakoztatására. A 27. sz. ábrán egy-egy megoldás látható a 300-as és a 600-as ernyőknél.



27. sz. ábra Préskötéses idomok alkalmazása

3.9. Melegvizes sugárzóernyők nyomásvesztése

A melegvizes sugárzóernyők nyomásvesztése a csövek és idomok nyomásvesztéseiből adódik össze.

Fontos, hogy a csővezetékben megfelelő áramlási sebesség alakuljon ki. A sugárzóernyők fűtőtéljesítménye folyadék hőhordozó közeg estén kizárólag a biztosan turbulens áramlási tartományban szavatolható. A túl alacsony a sebesség lamináris áramlás kialakulásához vezethet. Viszont, ha az áramlási sebesség túl magas akkor a csőszűrlődési ellenállás túl magas lesz, nagyobb keringtetési energia szükséges. Továbbá a sebesség emelkedésével az áramlási zaj is növekszik.

A sugárzóernyők kötésekor érdemes figyelem bevenni az alábbi hidraulikai peremértékeket:

- A minimális áramlási sebesség és az ahhoz kapcsolódó vízmennyiség:
 $v_{min}=0,052 \text{ m/s}$ (ez $\varnothing 28 \times 1,5$ méretű csővezeték esetén $\dot{m}_{min} = 90 \text{ kg/h-t}$ jelent)
- Ajánlott maximális fajlagos nyomásvesztés a csövekben:
 $\Delta p_{cső \text{ max.}} = 190 \text{ Pa/m}$

3.9.1. Nyomásveszteség a sugárzóernyő csövekben

A 2. sz. táblázat tartalmazza a nyomásveszteséget és az áramlási sebességet a csövenkénti vízmennyiség függvényében, 75 °C közepes fűtőközeg hőmérsékletnél.

Vízmennyiség csövenként	Fajlagos nyomásveszteség	Áramlási sebesség	Vízmennyiség csövenként	Fajlagos nyomásveszteség	Áramlási sebesség
kg/h	Pa/m	m/s	kg/h	Pa/m	m/s
100	3	0,06	500	44	0,29
120	4	0,07	550	51	0,32
140	5	0,08	600	60	0,35
160	6	0,09	650	69	0,38
180	7	0,10	700	79	0,41
200	9	0,12	750	89	0,44
220	10	0,13	800	100	0,46
240	12	0,14	850	111	0,49
260	14	0,15	900	123	0,52
280	16	0,16	950	135	0,55
300	18	0,17	1000	148	0,58
320	20	0,19	1100	176	0,64
340	22	0,20	1200	205	0,70
360	24	0,21	1300	236	0,76
380	27	0,22	1400	270	0,81
400	29	0,23	1500	305	0,87
420	32	0,24	1600	343	0,93
440	35	0,26	1700	382	0,99
460	38	0,27	1800	423	1,04
480	41	0,28			

2. sz. táblázat Nyomásveszteség a sugárzóernyők csöveiben [Pa/m]

Amennyiben a közepes fűtőközeg hőmérséklet eltér a 75 °C értéktől, akkor a 2. sz. táblázat adatait az 3. sz. táblázatban található korrekciós tényezővel kell megszorozni.

Hőmérséklet	45 °C	50 °C	55 °C	60 °C	65 °C	70 °C	75 °C	80 °C
Korrekciós tényező	1,09	1,07	1,06	1,04	1,03	1,01	1,00	0,99

3. sz. táblázat Korrekciós tényező a 75 °C -tól eltérő közepes fűtőközeg hőmérséklet esetén

3.9.2. Gyűjtőidom nyomásvesztés

A 4. sz. táblázat tartalmazza a nyomásvesztést a kétfajta sugárzóernyő esetében (B/300-2; B/600-4) az összes vízmennyiség, valamint a csatlakozási mód (egy- vagy kétoldali) függvényében.

	Gyűjtőpár nyomásvesztése [Pa]			
Vízmennyiség	kétoldali csatlakozásnál		egyoldali csatlakozásnál	
kg/h	A csövek száma a sugárzóban		A csövek száma a sugárzóban	
	2 (B/300-2)	4 (B/600-4)	2 (B/300-2)	4 (B/600-4)
200	76	65	-	-
300	98	87	-	-
400	115	95	-	265
500	185	155	-	415
600	225	190	-	580
700	300	260	-	795
800	450	380	-	1040
900	680	580	-	1500
1000	760	646	-	1780
1200	1080	920	-	2860
1400	1430	1215	-	3980
1600	1870	1590	-	4560
1800	2850	2425	-	5650
2000	-	2880	-	-

4. sz. táblázat Nyomásvesztés [Pa] gyűjtőpáronként

3.9.3. Présfittinges kötések nyomásvesztése

Amennyiben a nem alkalmazunk gyűjtőidomokat, akkor az alábbi módszerrel kalkulálható a kötőidomok nyomásvesztése:

Alaki nyomásvesztés meghatározása:

$$\Delta p_a = \sum \zeta * \frac{\rho}{2} * v^2 \text{ [Pa]}$$

ζ - alaki ellenállás tényező

ρ - sűrűség (kg/m³)

v - áramlási sebesség (m/s)

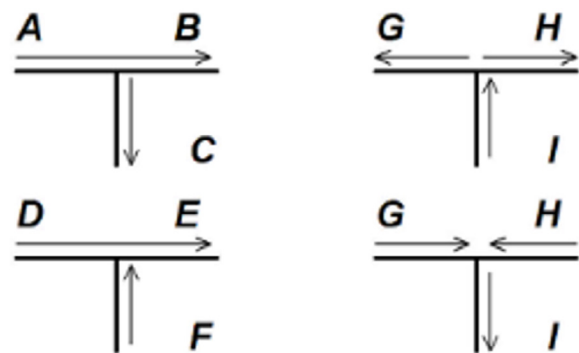
Idom	Alaki ellenállási tényező (ζ)
könyökidom	1
szűkítő	0,2
bővítő	0,1

5. sz. táblázat Alaki ellenállási tényező (ζ)
különböző idomok esetében

Folyási irány	Alaki ellenállási tényező (ζ) T-idom esetében
A->B	0,3
A->C	1,3
D->E	0,5
F->E	0,8
I->G	3
I->H	3
G->I	3
H->I	3

A kötésekben több idom is szerepelhet. Ezek ellenállását az alaki ellenállás tényező segítségével határozhatjuk meg. Mellékelten néhány érték összefoglalva. (5.-6. sz. táblázat)

Folyási irányok:



Ezeket összesítve, a fenti képletbe behelyettesítve, az áramlási sebesség ismeretében számítható az alaki nyomásveszteség.

3.9.4. Számítási példa

Korábbi 1. méretezési példánkat folytatva az ott kialakított ernyőrendszer egy ernyősorának áramlási nyomásveszteségét számítjuk ki.

Egy ernyősor adatai:

Típus: B/600-4 (4 csöves)

Hossza: 48 m

Teljesítménye: 14784 W

Hőfoklépcső: 75/65 °C ($dT = 10$ K)

Ernyősor fűtőközeg tömegáram:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{c * dT} = \frac{14.784 \text{ W}}{4189 \frac{\text{J}}{\text{kg K}} * 10 \text{ K}} = 1270 \text{ kg/h}$$

Az ernyősort egy oldalról szeretnénk kötni, tehát az ernyőben két csővezetékben történik egyirányú áramlás. A közeg két csővezetéken megy végig, azaz fel tömegárammal és két csővezetéken áramlik vissza szintén fele tömegárammal.

A csővenkénti tömegáram ezek alapján: $\dot{m}_{cs} = \frac{\dot{m}}{2} = 635 \text{ kg/h}$

A fajlagos nyomásveszteség és áramlási sebesség az ernyő csővezetékeiben az 3. sz. táblázat adatai alapján (kerekített értékkel számolva):

$$\Delta p_s = 66 \text{ Pa/m}$$

$$v_s = 0,37 \text{ m/s}$$

A sugárzóernyő csővezetékének nyomásvesztesége:

$$\Delta p_{cs.} = \Delta p_s \cdot L \cdot 2 = 66 \text{ Pa/m} \cdot 48 \text{ m} \cdot 2 = 6.336 \text{ Pa}$$

A gyűjtőidomok összesített nyomásvesztesége a 5. sz. táblázatból kiolvasható az összesített tömegáram alapján.

Ez $\dot{m} = 1270 \text{ kg/h}$ esetén a táblázatból közelítőleges érték alapján:

$$\Delta p_{gy.i.} = 3.250 \text{ Pa}$$

Összesített sugárzóernyő nyomásveszteség:

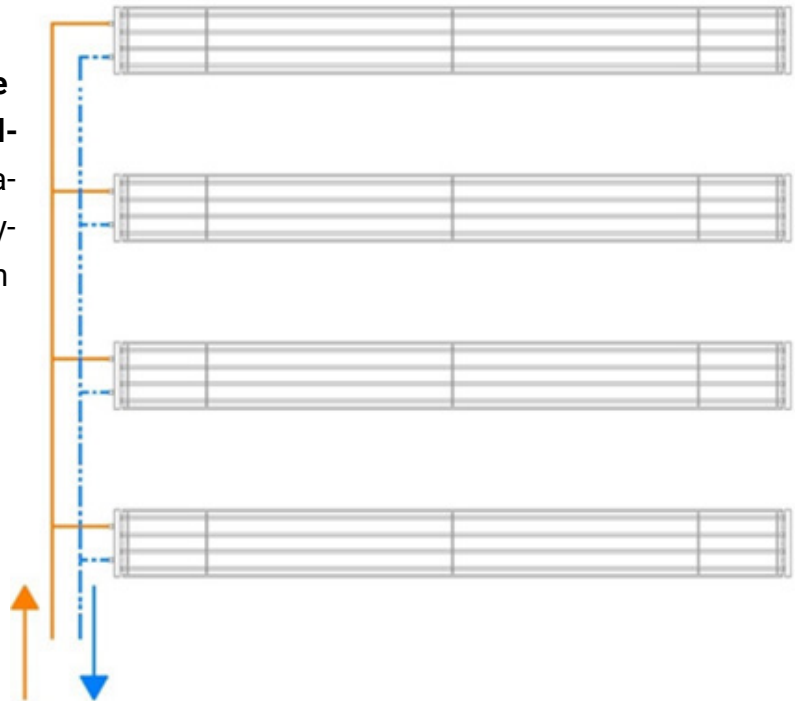
$$\Delta p_{sug.ernyő.} = p_{cs.} + p_{gy.i.} = 6.336 + 3.250 = 9.586 \text{ Pa}$$

3.10. Csővezetéki rendszer kialakítása

Az sugárzóernyőket presszes kötésekkel soroljuk egymáshoz, így alakítva ki az ernyősorokat, amelyeket ellátó csővezeték rendszer többféle is lehet.

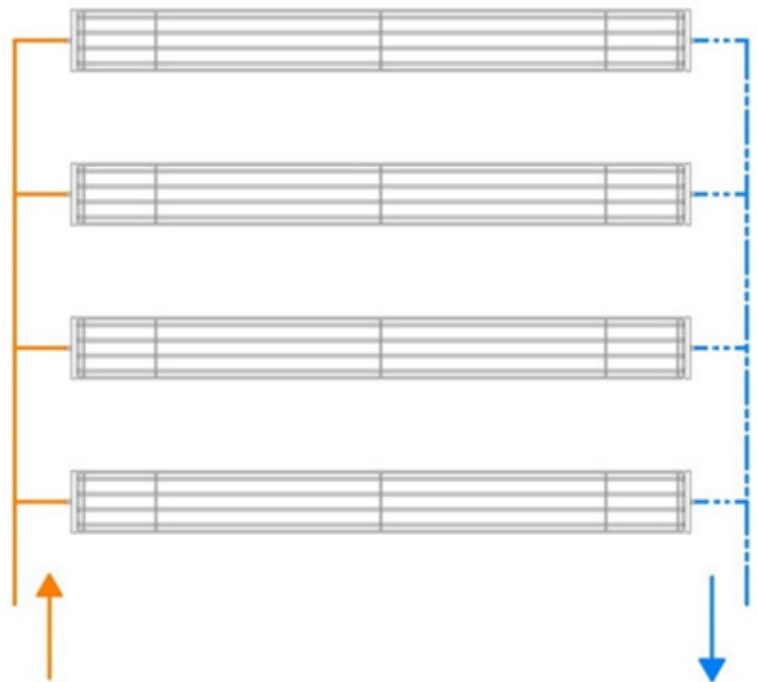
3.10.1. Párhuzamos kötés

Nagyon kevés esetettől eltekintve ezen megoldást alkalmazzuk egyoldali kötéssel (28. sz. ábra), mivel nagyobb alapterületű, nagyobb hőigénnyel rendelkező csarnokok esetében ez a legoptimálisabb megoldás.



28. sz. ábra Párhuzamos kötés egyoldali csatlakozással

Az ernyősor csőhálózathoz történő csatlakozása lehet kétoldali is (29. sz. ábra).

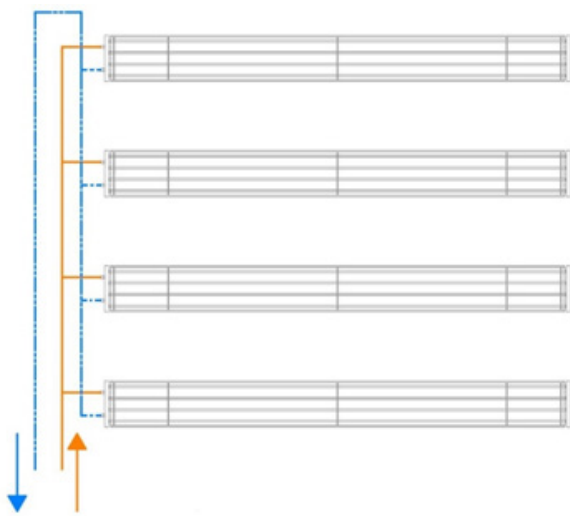


29. sz. ábra Párhuzamos kötés kétoldali csatlakozással

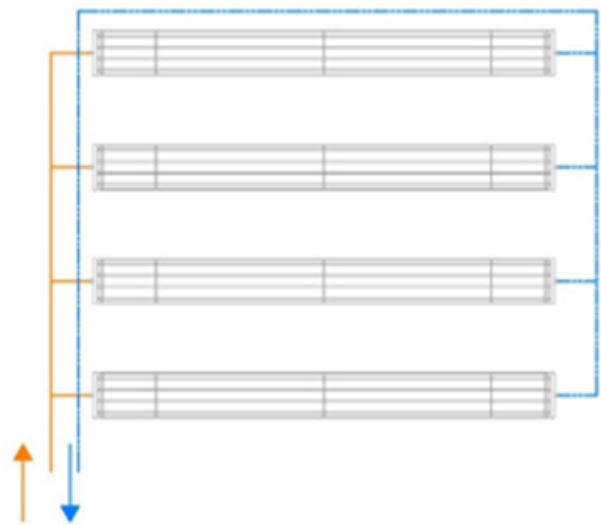
3.10.2. Tichelmann kötés

Azonos teljesítménnyel és hosszal rendelkező ernyősorok köthetők Tichelmann csőrendszerbe. Ennek a megoldásnak hátránya, hogy a gerincvezeték összesített hossza több, viszont a fűtési kör beszabályozása bizonyos feltételek mellett egyszerűbb. Ipari méretekben kevésbé használatos.

Az ernyősor csőhálózathoz történő csatlakozása lehet egyoldali (30. sz. ábra) vagy kétoldali (31. sz. ábra).



30. sz. ábra Tichelmann kötés egyoldali csatlakozással



31. sz. ábra Tichelmann kötés kétoldali csatlakozással

3.10.3. Soros kötés

Az ernyőket vagy ernyősorokat csövekkel kötjük sorba egymással.

Ezt a megoldást például kisebb helyiségeknek alkalmazzuk, ahol a fűtési rendszerhez csak egy ágvezetékekkel szeretnénk csatlakozni.

(32. sz. ábra)



32. sz. ábra Soros kötés

4. Sugárzóernyők alkalmazása az épületgépészetben (összefoglaló)

A melegvizes sugárzóernyők (szemben a gázüzeműekkel) tűz- és robbanásveszélyes helyiségben is alkalmazhatóak, mivel a hőtermelő berendezés a fűtött helyiségen kívül helyezkedik el. A sugárzók által kibocsátott hősugárzás következtében **az emberek hőérzete néhány fokkal magasabb a környezeti (levegő) hőmérsékletnél**, azaz alacsonyabb léghőmérséklet mellett **(a belső léghőmérséklet 2-3 °C-kal alacsonyabb értékre választható)** érhető el ugyanaz a hőérzet.

A melegvizes mennyezeti sugárzók már bizonyították alkalmasságukat a nagy légtérű helyiségek fűtésében. A berendezések alacsony üzemeltetési költségek mellett, huzat- és zajmentesen biztosítanak kellemes hőérzetet a fűtött térben. A készülékek a hő mintegy 75 %-át sugárzással adják le a környezetüknek, ezért gazdaságosabb és kellemesebb fűtési megoldást biztosítanak, mint a konvekciós fűtőberendezések.

Légrétegződés minimális, nem kell túlfűteni a helyiséget, nem igényelnek szervizt vagy karbantartást, így jelentős az energia- és a költségmegtakarítás.

Akár 70-100 m hosszú sugárzók is összeállíthatók úgy, hogy az előremenő és a visszatérő csatlakozások is egy oldalon helyezhetők el.

Hűtésre is alkalmazható kisebb belső hőtermelésű csarnokok esetén.

Alkalmazási területek:

- ipari gyártó- és szerelő csarnokok, műhelyek
- raktározási-, logisztikai csarnokok
- mezőgazdasági épületek (állat- és növényházak)
- sportlétesítmények
- áruházak, szupermarketek
- kiállítócsarnokok, előadótermek
- irodaépületek
- közintézmények
- filmstúdiók
- hangárok
- tűz- és robbanásveszélyes helyiségek
- 3,50 m-nél nagyobb belmagasságú helyiségek
-

azaz bármilyen ipari és kommunális létesítményekbe. A sugárzó fűtőtestek a gyakorlatban a mennyezet alatt kerülnek elhelyezésre, így nem foglalnak helyet a hasznos munkatérből. Lehetőség van a gépészeti berendezések, pl. daruk fölött történő szerelésre is, ahol a készülékek nincsenek kitéve a sérülés veszélyének.

5. Sugárzóernyővel fűtenek

- ELTE Fűvészkert (Pálmaház és Gyűjteményes házak), Budapest
- BOSCH logisztikai csarnokok (29.000 m²), Miskolc
- SCA Packaging Hungary Kft. (10.000 m²), Nagykáta
- InnoTech Nord Hungary Kft. Edelény
- JLC Logistic Solution Szolgáltató Kft. (Samsung raktár, 14.000 m²), Jászfényszaru
- Cordys Holding Zrt. (25.000 m²), Miskolc
- SEGA Automotive (20.000 m²), Miskolc
- Cordys Holding Zrt. (12.000 + 5000 m²), Jászfényszaru
- Road 66 Kft. (8.000 + 5000 m²), Miskolc

6. Galéria









ENERGO-TREND KFT.

tervezes@sugarzoernyo.hu +36 30 140 5115
info@sugarzoernyo.hu +36 30 149 1231

Székhely: H-3527 Miskolc, Vágóhíd u. 14.
Weboldal: www.sugarzoernyo.hu