

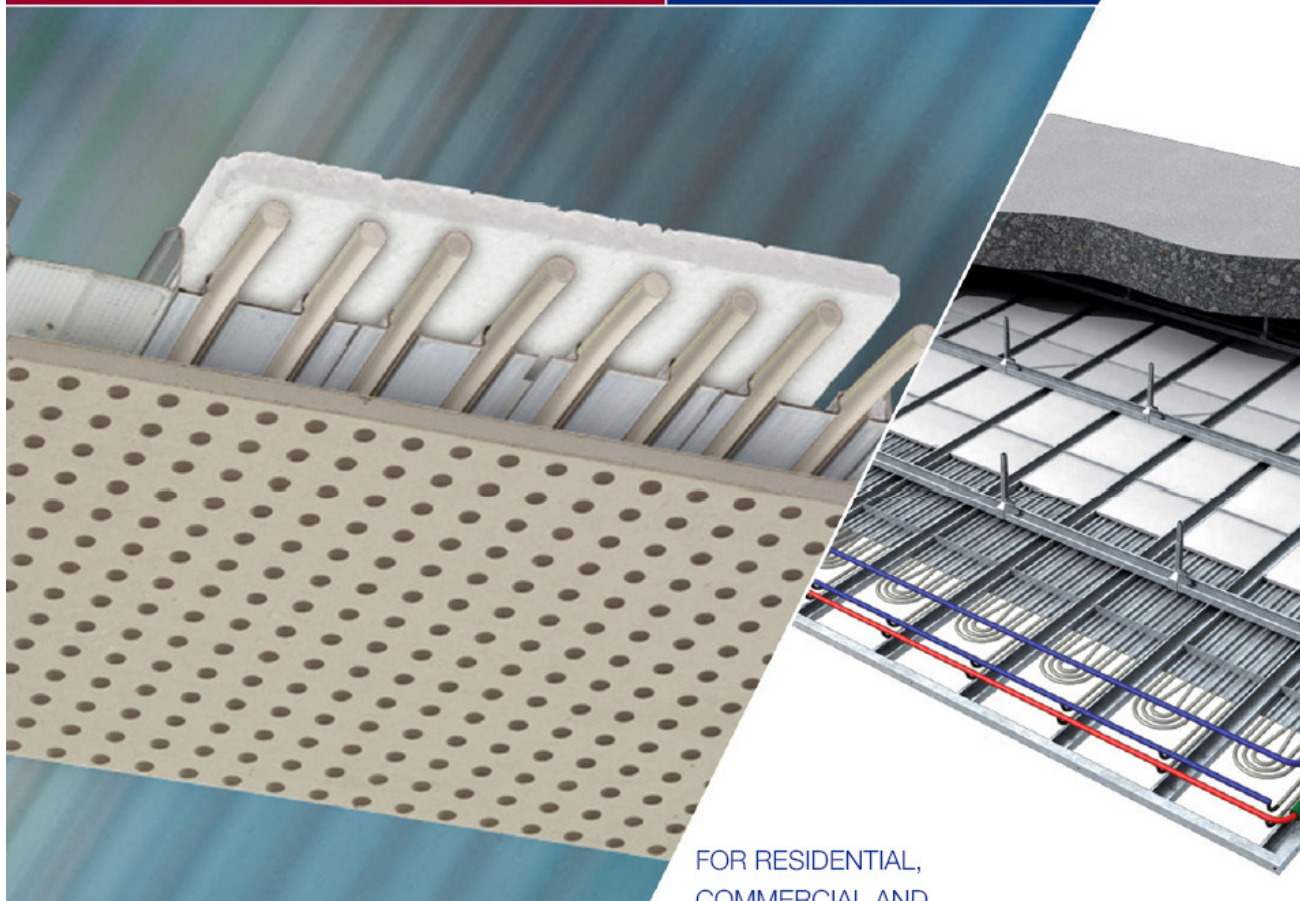
Fűtő és hűtő rendszerek

/

Tervezési kézikönyv

Heating and Cooling Systems

Design Manual



FOR RESIDENTIAL,
COMMERCIAL AND
INDUSTRIAL APPLICATIONS

**Lakóépülethez,
kereskedelmi és ipari
alkalmazásokhoz**



Tartalomjegyzék

1.	A kézikönyvről	4
1.1	Célcsoport	4
1.2	Célkitűzés	4
1.3	Kapcsolatfelvétel	4
2.	Bevezetés	5
2.1	A felületi fűtés és hűtés előnyei	5
2.2	Számítási módszerek	6
2.2.1	Fűtési számítási módszerek	6
2.2.2	Hűtési számítási módszerek	6
2.2.3	Páramentesítési számítási módszerek	6
2.3	Jogszabályok	7
2.3.1	A felületi fűtés és hűtés szabályozása Európában	7
3.	Működési elv	9
3.1	A helyiség klímájának összetevői	9
3.2	Hőmérsékleti komfortszint	9
3.3	A beltéri légminőség	10
3.3.1	A beltéri CO ₂ -szint	10
3.3.2	A légcseré sebessége	11
3.3.3	A fajlagos kültéri légáramlat	11
3.4	A sugárzás és a konvekció közti különbség	11
3.4.1	Konvekció	11
3.4.2	Sugárzás	12
3.5	A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása	12
3.6	A mennyezet magasságának hatása	12
3.6.1	A konvektív hőátadás befolyása	13
3.6.2	A sugárzásos hőátadás befolyása	14
3.6.3	Az összesített hőátadás befolyása	15
3.7	Alkalmazási tartomány	15
3.7.1	Alkalmazás a CD-4-re	15
3.7.2	CW-90 alkalmazása	16
3.7.3	WD-10 vagy UNI-10 alkalmazása	16
3.7.4	WW-10 alkalmazása	17
3.8	Fűtő- és hűtőrendszerek összehasonlítása	17
3.8.1	Fűtés	17
3.8.2	Hűtés	17
3.9	Energiahatékonyság	18
3.9.1	Beltéri komfort	18
4.	Műszaki információk	19
4.1	A fajlagos hőátadás mértéke	19
4.1.1	Fűtési teljesítmény	21
4.1.2	Hűtési teljesítmény	22
4.1.3	A vízáram kiszámítása	22
4.1.3.1	A vízáram	22
4.1.3.2	Nyomásveszteség	24
4.2	A vezérlőrendszer	25
4.2.1	Működési elv fűtéskor	26
4.2.2	Működési elv hűtéskor	26
4.2.3	A páratartalom szabályozása	26
4.2.3.1	<i>A kellemes tartomány</i>	27
4.2.3.2	<i>A kondenzáció megelőzése</i>	27
4.3	Tűzvédelmi jogszabályok	28
4.3.1	Az európai jogszabályok	28
4.3.2	Minősített Wavin Tempower termékek	29

4.3.3	Nemzeti jogszabályok	29
4.4	Karbantartás	29
4.4.1	A csővezetékek karbantartása	29
4.4.2	Vízadalékok	30
5.	Wavin Tempower CD-4:	32
5.1	Szerkezeti leírás	32
5.2	Részegységek és szerkezeti anyagok	33
5.3	A numerikus szimuláció eredményei	34
6.	Wavin Tempower CW-90	35
6.1	Szerkezeti leírás	35
6.2	Részegységek és szerkezeti anyagok	35
6.3	A numerikus szimuláció eredményei a CW-90-nél	37
7.	Wavin Tempower WD-10	38
7.1	Szerkezeti leírás	38
7.2	Részegységek és szerkezeti anyagok	41
7.3	A numerikus szimuláció eredményei a WD-10-nél	45
8.	Wavin Tempower WW-10	47
8.1	Szerkezeti leírás	47
8.2	Részegységek és szerkezeti anyagok	47
8.3	A numerikus szimuláció eredményei a WW-10-nél	49
9.	Wavin Tempower UNI-10	50
9.1	Szerkezeti leírás	50
9.2	Részegységek és szerkezeti anyagok	50
9.3	A numerikus szimuláció eredményei a UNI-10-nél	52
10.	A referenciahelyiségi szimuláció eredményei	54
10.1	A használt referenciahelyiség/peremfeltételek	54
10.2	A referenciahelyiségi szimuláció eredményei	55
10.2.1	Hollandiai eset	55
10.2.2	Olaszországi eset	58
11.	Függelék	60
11.1	Példa	60
12.	Nyomásveszteség	63
12.1	Nyomásveszteségek a CD-4-nél	63
12.2	Nyomásveszteségek a WD-10-nél	66
12.3	Nyomásveszteségek a WW-10-nél	66
12.4	Nyomásveszteségek az UNI-10-nél	68
12.5	Nyomásveszteségek a CW-90-nél	70
12.6	A 16 és 20 mm-es többrétegű cső nyomásveszteségei	72
12.7	Csatlakozások	72
12.7.1	A köztes csatlakozások konvekciós ellenállása	72
12.7.2	A T-csatlakozások konvekciós ellenállása	73
12.8	Acél elosztók	75
13.	Az összekapcsolás a fűtő-hűtő generátorokkal	76
13.1	Keverőszelep nélküli rendszer	80
13.1.1	1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül	80
13.1.2	1T + 1 UR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással	81
13.1.3	nT rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül	82
13.1.4	nT + nUR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással	83
13.2	Keverőszelepes rendszer	84
13.2.1	1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül és keverőszeleppel	84
13.2.2	1T + 1 UR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással és keverőszeleppel	85
13.2.3	nT rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül és keverőszeleppel	86
13.2.4	nT + nUR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással és keverőszeleppel	87

1. A kézikönyvről

1.1 Célcsoport

Ez a dokumentum tervezési segédlet azoknak a szakembereknek, akik a Wavin Tempower fűtő- és hűtőrendszerek felületeit méretezik és felszerelik.

1.2 Célkitűzés

Ez a dokumentum műszaki információkat tartalmaz a Wavin fűtő- és hűtőrendszerekről.

A rendszer megtervezése előtt gondosan olvassa el ezt a dokumentumot, hogy megismerkedjen a műszaki szempontokkal, és szigorúan tartsa be a megadott ajánlásokat és utasításokat. A rendszer működését teljes mértékben meg kell értenie. Ha az ebben a kézikönyvben foglaltaknak valamelyik részét nem érti, vegye fel a kapcsolatot a Wavin BV-vel.

1.3 Kapcsolatfelvétel

A Wavin BV elérhetőségei:

Cím: Stationsplein 3 - P.O. Box 173 - 8000 AD Zwolle - Hollandia

Telefon: +31 (38) 4294911

Honlap: www.wavin.com

E-mail: info@wavin.com

2. Bevezetés

2.1 A felületi fűtés és hűtés előnyei

Korunk egyik legfontosabb ügye a környezethez fűződő viszonyunk, és távlati megőrzésének kérdése. Életmódunk hosszú távú kilátásai azon múlnak, hogy képesek leszünk-e csökkenteni energiafogyasztásunkat, miközben növeljük a megújuló energiaforrások kihasználását.

- A fűtés-hűtés költségei

A fűtő- és hűtőrendszerek minden más rendszernél többet fogyasztanak otthonainkban. Egy átlagos család energiaszámlájának jellemzően 42%-át arra költik, hogy az otthon hőmérséklete kellemes legyen. Az egyik megoldás, hogy jó minőségű szigeteléssel látják el az új épületeket, illetve a régi épületeket újraszigetelik. Ennek előnye, hogy az épületek hővesztesége csökken, így kevesebb energiára van szükség a fűtéshez. Negatív hatása viszont, hogy az éjszakai természetes hőátadást megakadályozza, az ablakok legtöbbször zárva maradnak. Így megfelelő intézkedések nélkül a nagyon jól szigetelt épület nyáron kellemetlen lehet, mert túlmelegszik.

- Sugárzó rendszerek összehasonlítása a légkondicionálással

Ennek az helyzetnek a kezeléséhez hűtésre van szükség. Általában a légkondicionálást választják. A nagymértékű légkondicionálásnak a nagy hátrányai a magasabb energiaköltségek, a huzat, a zaj, a „beteg épület” tünetegyüttes, a munkaigényes karbantartás és a berendezés nagy helyigénye. A hagyományos légkondicionálás alternatívája a felületi fűtés és hűtés.

- A hőcsere

A fűtéshez/hűtéshez szükséges hőcsere a felületi fűtő-hűtő rendszereknél nagyjából 70% sugárzással és 30% konvekcióval megy végbe. Így nem használnak ventilátorokat, ami azt jelenti, hogy nincs sem huzat, sem zaj. A sugárzó rendszereknél használt hőmérséklet nagyon közel van a helyiség hőmérsékletéhez, ami lehetővé teszi alternatív energiaforrások kihasználását az energiaellátásnál.

- Komfortérzet

A fűtés, szellőzés és légkondicionálás (FSzL) terén a legtöbb félreértés a kényelmi hűtéssel kapcsolatos. Mindenekelőtt emlékeztetnünk kell arra, hogy az FSzL célja nem az épület hűtése, hanem a személyek hűtése a páratartalom szabályozása mellett. Mikor hűs a levegő? Ha testünk több hőt veszít, mint amennyit termel, hidegérzetünk lesz.

- Érzékelhető és látens hőátadás.

„Érzékelhető” hőátadásnak nevezzük a gyakorlatban a testhő átadását a hidegebb felületnek, sugárzás által. Ez azt jelenti, hogy a sugárzó (érzékelhető) hűtés azért működik, mert már ezerszer megtapasztalhattuk a régmúlt barlanglakóihoz hasonlóan, csak soha nem gondoltunk utána. Egy épületben az érzékelhető hűtés a nap és más hőforrások – mint testünk, a lámpák, motorok, kompresszorok, kályhák, sütők, szárítók, számítógépek és házimozik – sugárzó energiájának az elnyelése.

A sugárzó rendszerek hőáram-sűrűsége (W/m^2) a padló, a falak és a mennyezet felületi hőmérsékletétől és a helyiség levegőjének higrotermikus tényezőitől függ.

A levegő nedvességtartalma által tartalmazott hőt nem tudja elnyelni egy hideg felület. Ezt a hőt nevezik „látens” terhelésnek. A látens hő jelenik meg akkor, ha egy forró, párás napon kint ülünk egy hideg itallal a szabadban, és a pohár felületén vízcseppek jelennek meg. Honnan jön a víz? Valójában rejtve jelen volt a levegőben, a mennyisége pedig a relatív páratartalom és a hőmérsékleten múlik.

Ezt nagyon fontos megérteni, mert vannak vidékek, ahol a relatív páratartalom nyáron rendkívül alacsony, szinte mint a sivatagban. Máshol a relatív páratartalom nagyon magas. A relatív páratartalmat minden esetben szabályozni kell, akár a kellemes érzet érdekében, akár az épületek nedvesség miatti károsodása elkerülése érdekében.

2.2 Számítási módszerek

A felületi sugárzó fűtés és hűtés méretezéséhez ki kell számítani, hogy az épület minden egyes helyiségében hány négyzetméter aktív felületre van szükség.

A felületi sugárzó rendszert jellemző fő paraméterek a fajlagos hőátbocsátási tényező Q (W/m^2 – a részletek a 4.1. szakaszban találhatóak).

Ha minden egyes helyiségre megvan a fűtési vagy hűtési igény, ennek az értéknek a fajlagos hőátbocsátási tényezővel való elosztásával kiszámítható, hogy hány négyzetméter sugárzó felületre van szükség.

2.2.1 Fűtési számítási módszerek

Noha az európai jogszabályok még nem egységesek, minden ország meghatározta a maga módszerét a fűtési igény kiszámítására, amit be kell tartani. Még ha ez a módszer a számításhoz nem is veszi figyelembe fontos tényezőként a használt fűtési rendszert (sugárzó vagy másmilyen), egy dologra figyelni kell: Ha egy sugárzó rendszert a kültérrel határos felületre tesznek, az a felület már nem veszít hőt a helyiségből a külvilág felé. Ezt a fűtési igények csökkentésével kell figyelembe venni, hogy nehegy túlbecsüljék a szükséges sugárzó aktív felületet.

2.2.2 Hűtési számítási módszerek

A sugárzó rendszer része az épületszerkezetnek. Az a célja, hogy az épületszerkezet hőmérsékletét kellemes szinten tartsa, megakadályozva a szerkezet túlmelegedését. Ehhez a rendszernek napi 24 órán át működni kell, olyan vezérlőrendszerrel, ami a nap bármely időpontjában bekapcsolhatja a hűtőrendszert, az épület igényeinek megfelelően. Emiatt az energiafogyasztási méretezésnek is napi 24 órás működőképességéből kell kiindulnia. A hűtési számításnak két fő módszere van.

Az első az ekvivalens hőmérséklet módszere (Carrier módszer). Ez a módszer különböző hőtárolási együtthatókat használ a rendszer működési időtartamával (12-16-24 óra) kapcsolatban. A módszer nem a legjobb, mert általában túlbecsüli a tényleges terhelést.

Jobb módszer az ASHRAE mérnökszövetség átviteli függvény módszere (ÁFM), sugárzási idősorok módszerként is ismert. Mivel dinamikus számításról van szó, az eredményei nem csak jobban egybeesnek az épület tényleges terhelésével, hanem egy rendszer tényleges működését is jobban követi, ahogyan a sugárzó rendszer is része az épületnek.

2.2.3 Páramentesítési számítási módszerek

A sugárzó felületi rendszerek a helyiség hőmérsékletét képesek szabályozni, a páratartalmat azonban nem. Ez különösen a hűtési alkalmazásoknál fontos nyáron, amikor általában a helyiségekben a páratartalom csökkentésére van szükség annak érdekében, hogy a kellemes, 50-60%-os relatív páratartalmat elérjék.

Az értékeket mind a kültéri páratartalom, mind a beltéri emberi tevékenységek befolyásolják, így az emberek száma a helyiségben/épületben, valamint a tevékenységük (pihenés, futás stb.)

Ebben az esetben a szellőzőrendszerek számítási módszere is szóba jöhet, az alábbiak figyelembe vétele mellett:

- a páratartalom egyfajta nyomás, így az egymással kapcsolatban álló helyiségekben egyenlő; nincs szükség arra, hogy a páratlanított levegőt minden egyes helyiségbe szétosszák, ha ezek általában nincsenek leválasztva egymástól (zárt ajtókkal, falakkal stb.).
- A páratlanításhoz általában elégséges 0,5-1,0 térfogat/óra légcserre.
- Egy helyiség páratlanításához nincs szükség a helyiség tényleges hőmérsékleténél hidegebb levegő befúvására.
- Napközben megengedhető 5-10% ingadozás, ha a relatív páratartalom értéke a kellemes tartományon belül marad. A relatív páratartalomnak 65% alatt kell maradnia, különösen, ha a helyiségeket használják.

2.3 Jogsabályok

2.3.1 A felületi fűtés és hűtés szabályozása Európában

Napjainkban a felületi fűtés és hűtés szabályozása Európában változóban van,. A "CEN/TC 228/WG 5 – épületfűtési rendszerek" és a "CEN/TC 130/WG 9 – padlófűtési rendszerek és összetevők" bizottságai dolgoznak a hatályos szabványokon, amelyek csak a padló alatti fűtőrendszereket veszik figyelembe és csak a hűtött mennyezethez tartalmazznak tesztelési módszert, Az új szabványok már kiterjednek a padló alatti, fal és mennyezeti fűtési és hűtési rendszerekre is. Ezt az új szabványt 2007. végére várják.

- A KÖZZÉTETT SZABVÁNYOK:

EN 1264-1:1997padlófűtési rendszerek és összetevők – 1. rész: Definíciók és szimbólumok

EN 1264-2:1997padlófűtési rendszerek és összetevők –2. rész: A kimenő hőteljesítmény számítása

EN 1264-3:1997padlófűtési rendszerek és összetevők –3. rész: Méretezés

EN 1264-4:2001padlófűtési rendszerek és összetevők –4. rész: Felszerelés

EN 14240:2004 épületek szellőzése – hűtött mennyezetek – tesztelés és teljesítménymérés

EN 12831:2004 fűtőrendszerek épületekben – a hőterhelés számítása

- KIDOLGOZÁS ALATT ÁLLÓ SZABVÁNYOK:

prEN 1264-2 vízalapú beágyazott felületi fűtő- és hűtőrendszerek – 2. rész: Padlófűtés: Módszereket ad a fűtőrendszerek kimenő hőteljesítményének meghatározására mind számítási, mind tesztelési módszerek segítségével.

prEN 1264-3 vízalapú beágyazott felületi fűtő- és hűtőrendszerek – 3. rész: Méretezés

prEN 1264-4 vízalapú beágyazott felületi fűtő- és hűtőrendszerek – 4. rész: Felszerelés

prEN 1264-5 vízalapú beágyazott felületi fűtő- és hűtőrendszerek – 5. rész: Padlóba, mennyezetbe vagy falba beágyazott fűtő és hűtő felületek – a kimenő hőteljesítmény meghatározása

prEN 15255 Épületek hőtani viselkedése - A helyiségek érzékelhető hűtésének teljesítményszámítása – általános feltételek és igazolási eljárások

prEN 15242 Számítási módszerek az épületek légáramlási sebességének meghatározásához az infiltrációt is beszámítva

prEN 15377-1 Fűtőrendszerek épületekben – vízalapú beágyazott felületi fűtő- és hűtőrendszerek tervezése – 1. rész: A tervezési fűtési és hűtési kapacitás meghatározása

prEN 15377-2 Fűtőrendszerek épületekben – vízalapú beágyazott felületi fűtő- és hűtőrendszerek tervezése – 2. rész: Tervezés, méretezés és megvalósítás

prEN 15377-3 Fűtőrendszerek épületekben – vízalapú beágyazott felületi fűtő- és hűtőrendszerek tervezése – 3. rész: Optimalizálás a megújuló energiaforrások használatához

- EGYÉB SZABVÁNYOK

(nem alkalmas alacsony hőmérsékletű fűtéshez / magas hőmérsékletű hűtéshez):

EN 14037-1:2003 mennyezetre szerelt, vízzel ellátott sugárzó panelek 120°C hőmérséklet alatt – 1. rész: Műszaki specifikációk és követelmények

EN 14037-2:2003 mennyezetre szerelt, vízzel ellátott sugárzó panelek 120°C hőmérséklet alatt – 2. rész: A kimenő hőteljesítmény meghatározása teszteléssel

EN 14037-3:2003 mennyezetre szerelt, vízzel ellátott sugárzó panelek 120°C hőmérséklet alatt – 3. rész: A sugárzási kimenő hőteljesítmény mérési módszere és kiértékelése

Noha úgy tűnik, hogy a EN14037 erre a termékkategóriára is érvényes (".. 120 °C alatt), a fogalmak és definíciók normaszövege és a tesztelési módszerek ezt kizárják. Valójában ez a szabvány 80 °C hőmérsékletet

meghaladó, vízzel telt csövekre és lemezekre érvényes, amelyeket a mennyezetre függesztenek. A termékünk méretei, a vízkeringetés és a csatlakozóelemek jelentősen eltérnek az EN14037 specifikációjától.

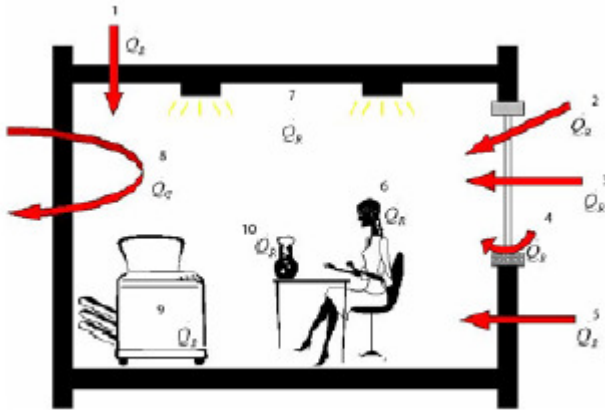
- CE-JELÖLÉS

A sugárzó panelekre jelenleg nem adható CE-jelölés, mert nincs ezekre az alacsony hőmérsékleten működő termékekre harmonizált szabvány.

3. Működési elv

3.1 A helyiség klímájának összetevői

- Alapszabályok a hőterhelésre:



- 1 Hőátbocsátás a szomszédos helyiség felé
- 2 Nap
- 3 Hőátbocsátás
- 4 Infiltráció
- 5 Hőátbocsátás a külső falon
- 6 Emberek
- 7 Lámpák
- 8 Átbocsátás
- 9 Gépek, berendezések
- 10 Egyéb hőforrások (pl. vegyi reakciók)

- Alapszabályok a belső hűtési terhelésre:

- Személyek által indukált hőterhelés [70 - 100 W/személy, ülő tevékenység]
- Megvilágítás által indukált hőterhelés [10-15 W/m²]
- Gépek által indukált hőterhelés [PC: 100 W, kivetítő 300 W]
- Nem hűtött szomszéd helyiségek által indukált hőterhelés [< 10 W/m²]

- Alapszabályok a külső hűtési terhelésre:

- Az ablakokon keresztül történő sugárzás által indukált hűtési terhelés – a fő külső hatás (erősen függ az ablak fajtájától, irányától, árnyékolásától) [10 - 50 W/m²]
- Ablakokon keresztül történő hőátadás által indukált hőterhelés [< 10 W/m²]
- Falakon keresztül történő hőátadás által indukált hőterhelés [< 10 W/m²]
- Infiltráción keresztül történő hőátadás által indukált hőterhelés [< 10 W/m²]

3.2 Hőmérsékleti komfortszint

A hőmérsékleti komfortszintnek döntő hatása van a közérzetre és az egészségre. A hőmérsékleti komfort azt jelenti, hogy az ember hőmérsékleti egyensúlyban van és úgy is érzi magát. A hőmérsékleti komfort előfeltétele, hogy nem fordul elő egyes testrészek nemkívánatos melegítése vagy hűtése. A személyes hőegyensúlyt és komfortérzetet beltérben elsődlegesen a következők határozzák meg:

- Konvekció közvetlenül a környezeti levegőbe a bőrön és a tüdőn át.

- Hőcsere sugárzás útján a környező felületekkel.

A hőtadásnak ez a két módja nagyjából megegyezik a helyiségen belüli természetes légmozgással. Emiatt a helyiségben a felületek hőmérséklete ugyanúgy hat ránk, mint a levegő hőmérséklete.

Ha a helyiségben a felületek hőmérséklete részben vagy egészükben megnő, a levegő hőmérséklete csökkenthető annak arányában, ahogyan a felületek átlagos hőmérséklete megnőtt.

Ha például mennyezeti fűtéssel fűtünk egy helyiséget, a helyiség felületeinek átlagos hőmérséklete megnő. Az emberek ilyenkor kevesebb hőt adnak le a környezetükbe sugárzással. A túlzott felmelegedés elkerülése érdekében a test a helyiség hidegebb levegőjének konvekcióval adhat le több hőt.

Ez áll annak a hátterében, hogy sugárzó fűtéssel alacsonyabb lehet a levegő hőmérséklete, miközben biztosítjuk a hőmérsékleti komfortot.

A hőmérsékleti komfortérzetet nyújtó beltéri klímaviszonyok egyénenként különböznek. P. O. Fanger professzor kísérleteket végzett, amelyekben emberek nagy csoportjait különböző klímahatásoknak tették ki. Eszerint az emberek többsége a beltéri klímára hasonlóan reagál.

A kísérletek eredményeként ismertté váltak a hőmérsékleti komfort klimatikus feltételei, amikor is az emberek nagy csoportja a klímát semlegesnek érzékelt. A hőmérsékleti komfort fokát ki lehet számítani egy EÁSz-index (Előrejelzett Átlagos Szavazat) segítségével, a fentebb említett klimatikus tényezők révén.

Az érték egy statisztikailag megalapozott előrejelzés arra, hogy emberek nagy csoportja hogyan érzékelné egy meghatározott klíma komfortszintjét, adott tevékenységet és ruházatot feltételezve. Az EÁSz indexre alapozva ki lehet számítani az Elégedetlenek Előrejelzett Százalékát (EESz), ami az emberek nagy csoportján belül a beltéri klímát kellemetlennek találók arányát írja le. Ezekkel a képletekkel adott esetre kézzel csak nagyon hosszadalmasan lehet kiszámítani az EESz-indexet. Sokkal egyszerűbb klímaszimulációs szoftvert használni, amely egy helyiségen belüli feltételek szimulációja eredményeképpen megadja az EESz- vagy más indexet.

A Fanger-féle képlet szerint adott beltéri klímával legfeljebb az emberek 95%-a lesz elégedett, azaz legalább öt százalék a beltéri klímát mindig kellemetlennek fogja találni (EESz= 5% és EÁSz=0 a lehető legjobb hőmérsékleti komfortot írja le).

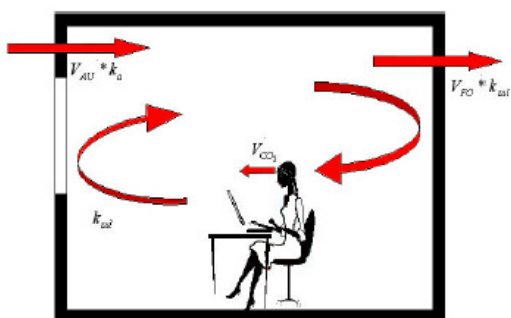
3.3 A beltéri légminőség

A beltéri légminőségre a tervezési feltételeket az alábbiakban határozzuk meg:

- A beltéri CO₂-szint (Pettenkoffer-érték)
- A légcseres sebessége
- A fajlagos kültéri légáramlat
- A légszennyezők maximális mértéke
- A beltéri levegőminőség Fanger módszerével mérve (olf kritérium)

3.3.1 A beltéri CO₂-szint

A Pettenkoffer-féle érték -1000 ppm CO₂ beltéri szint



$$\dot{V}_{AU} = \frac{\dot{V}_{CO_2}}{K_{zul} - K_a}$$

3.3.2 A légcseres sebessége

A következő példa a légcseres sebességét mutatja különféle helyiségeknek.

Helyiség fajtája	Teljes légcseres (1/h)
Műhelyek bizonyos légszennyezettséggel	3 - 6
Műhelyek közeli elhelyezéssel	6 - 10
Irodák	4 - 8
Laboratóriumok	5 - 15
Mosodák	10 - 15
Festékgyárak	5 - 15
Festőműhelyek	10 - 20
Öntödék	8 - 15
Nyomdák	8 - 10
WC	10 - 15
Gardrób	8 - 12

3.3.3 A fajlagos kültéri légáramlat

Az alábbiak a személyenként minimális külső légáramlást mutatják (m³/h), amely a helyiség légminősége (RAL) adott szintjéhez szükséges.

RAL1 (a legjobb beltéri légminőség) - 72 M₃/h

RAL2 (nagyon jó beltéri légminőség) - 45 M₃/h

RAL3 (jó beltéri légminőség) - 29 m³/h

RAL4 (elfogadható beltéri légminőség) - 18 m³/h

3.4 A sugárzás és a konvekció közti különbség

3.4.1 Konvekció

A konvekció általánosságban a folyadékokon (folyadékok és gázok) belüli áramlásokra utal. Mivel a szilárd anyagok nem folynak, nem lép fel bennük konvekció.

A konvekció a hő- és tömegátadás egyik legfontosabb modellje. A folyadékokban a konvektív hő- és tömegátadás mind diffúzióval – a folyadékrészecskék véletlenszerű Brown-mozgásával – mind advekciónal végbemehet, amikor az anyag- vagy hőszállítás a folyadékáramlás nagyobb léptékű mozgásával zajlik. A hő- és tömegátadás összefüggésben a konvekció fogalma az advektív és diffúziós átadás összegére vonatkozik.

A konvekció kifejezés leggyakrabban arra a különös esetre vonatkozik, amikor az advekción a hőt viszi át. Ebben az esetben gyakran maga a hő okozza a folyadék mozgását, miközben a hő átvitele is megtörténik. A hőátadás problémája (és ezzel kapcsolatban a folyadék más alkotóelemeinek átvitele) ilyenkor még bonyolultabb lehet.

Az a konvekció, aminek egy személy ki van téve, részben a gravitáció okozta konvekció, ami a testtel érintkező levegő felmelegedéséből és felemelkedéséből, illetve az ebből eredő légmozgásból fakad, részben külső energiaforrás, pl. ventilátor vagy huzat okozta konvekció által létrehozott légmozgás. A kellemetlennek érzett légmozgás határa elsősorban a környező hőmérséklettől függ, így beltérben a szokásos határérték 0,15 m/s télen és 0,2-0,4 m/s nyáron. A nyári magasabb érték annak tudható be, hogy a helyiségek hőmérséklete

gyakran magasabb, így a kellemetlennek érzett légsebesség határa feljebb tolódik.

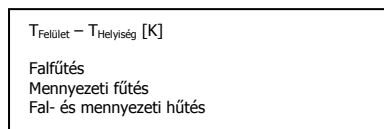
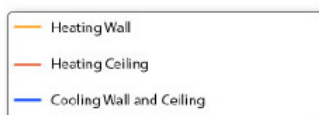
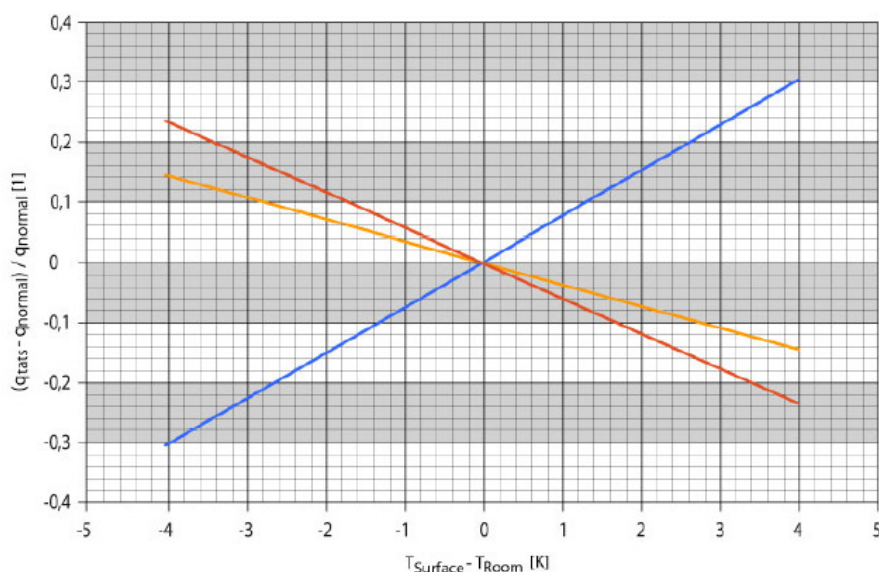
3.4.2 Sugárzás

A sugárzás fizikában használatos fogalma hullám vagy mozgó szubatomi részecskék formájában (A kvantummechanika szerint a hullámok részecskeszerűen viselkedhetnek (például a fotonok), és a részecskék hullámszerűen viselkedhetnek (például a De Broglie-hullám), ezt általában hullám-részecske kettősségnek nevezik.) A sugárzás lehet ionizáló vagy nem ionizáló, az atomi anyagra gyakorolt hatásától függően. A sugárzás szó leggyakrabban ionizáló sugárzásra vonatkozik. Az ionizáló sugárzásnak elegendő energiája van atomok vagy molekulák ionizálásához, miközben a nem ionizáló sugárzásnak nincs. A radioaktív anyag ionizáló sugárzást bocsát ki.

A sugárzás két test/felület közötti kölcsönhatás, és a mi esetünkben egy személy felől irányul a hidegebb környezet felé. A sugárzás útján történő hőátadás mértéke függ a személy tevékenységétől, a ruházatától és a környezeti hőmérséklettől.

3.5 A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása

Vizsgálják a levegő és a felület különböző hőmérsékleteinek a fajlagos hőátadás mértékére gyakorolt hatását. A mértékegység nélküli analízisek felhasználásával az eredmények egyértelműen összegezhetők. Az alábbiakban bemutatjuk különböző felületi hőmérsékletek hatását az összes rendszerre (CD-4, WW-10, WD-10, UNI-10 és CW-90).



Noha különböző rendszerekről van szó, a fajlagos hőátadás mértéke mind a fűtési, mind a hűtési esetre megbecsülhető lineáris regresszióval.

3.6 A mennyezet magasságának hatása

A hőátadás mértékének függése a mennyezet magasságától az alábbiakon alapul:

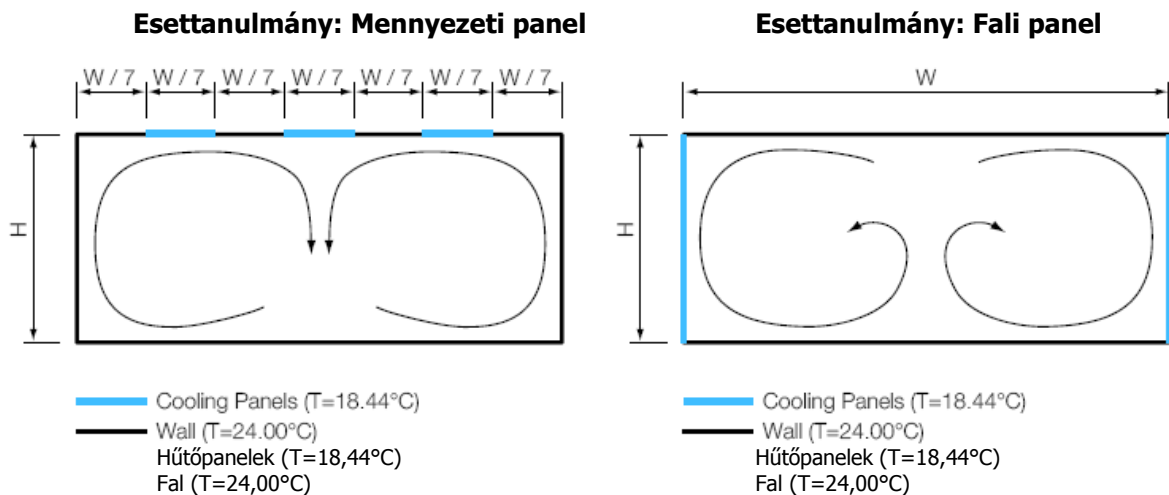
- A konvektív hőátadás mértékének változását a Reynolds-féle átlagolt Navier-Stokes egyenlet

használatával lehet meghatározni, amit a szabad konvekcióra érvényes turbulenciamodellel lehet megoldani.

- A sugárzásos hőátadást a diszkrét ordinátájú sugárzási modellel lehet meghatározni, amely légkondicionált helyiségekre érvényes.

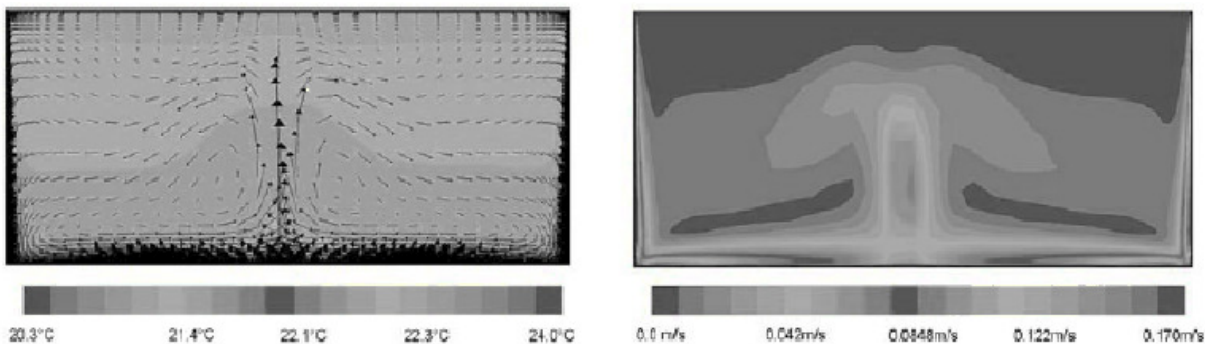
3.6.1 A konvektív hőátadás befolyása

A helyiség magasságának a befolyása a konvektív hőátadás mértékére kétdimenziós szimulációval lett meghatározva. A fali panelekkel ellentétben a mennyezeti paneleknél nem a mennyezet teljes felülete volt termikusan aktív.

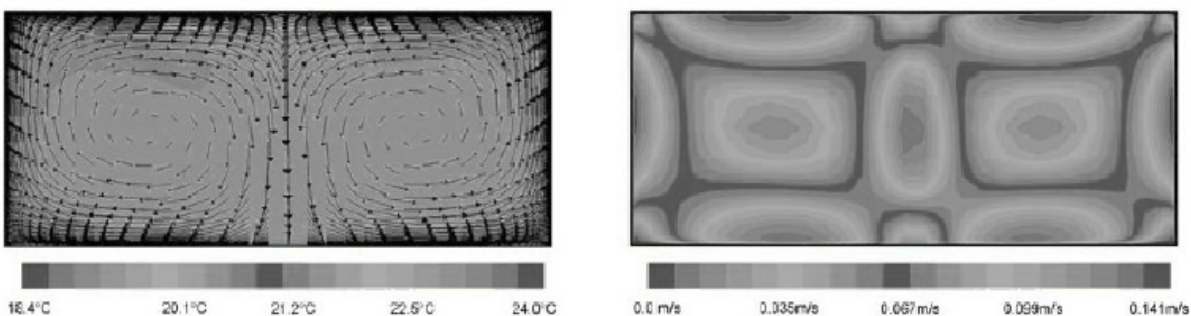


Az alkalmazott peremfeltételek

A számítást különböző helyiségmagasságokra (H) és -szélességekre (W) elvégeztük. 3 méteres helyiségmagasságnál és 7 méteres szélességnél a mennyezeti és a fali panel hőmérséklete és sebességeloszlása a következő:



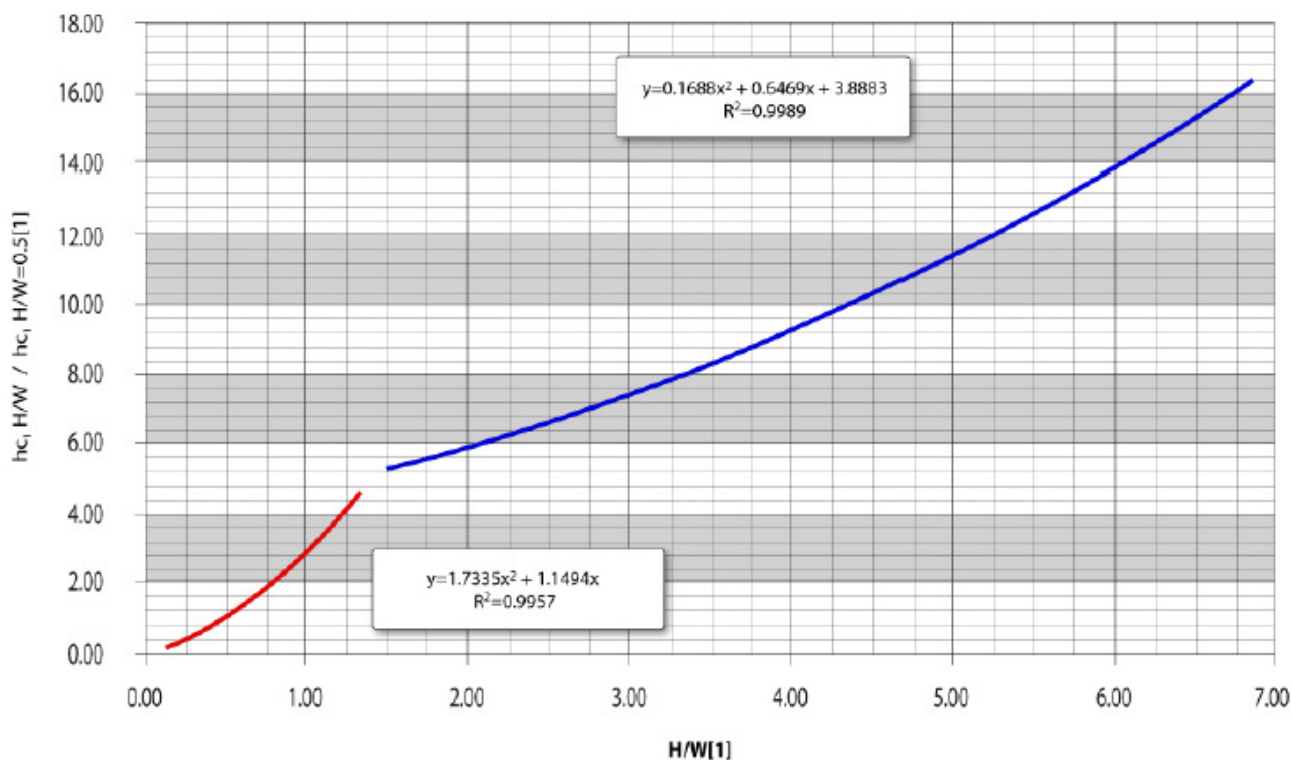
A fali panel hőmérséklete és sebességeloszlása (hűtés esetén)



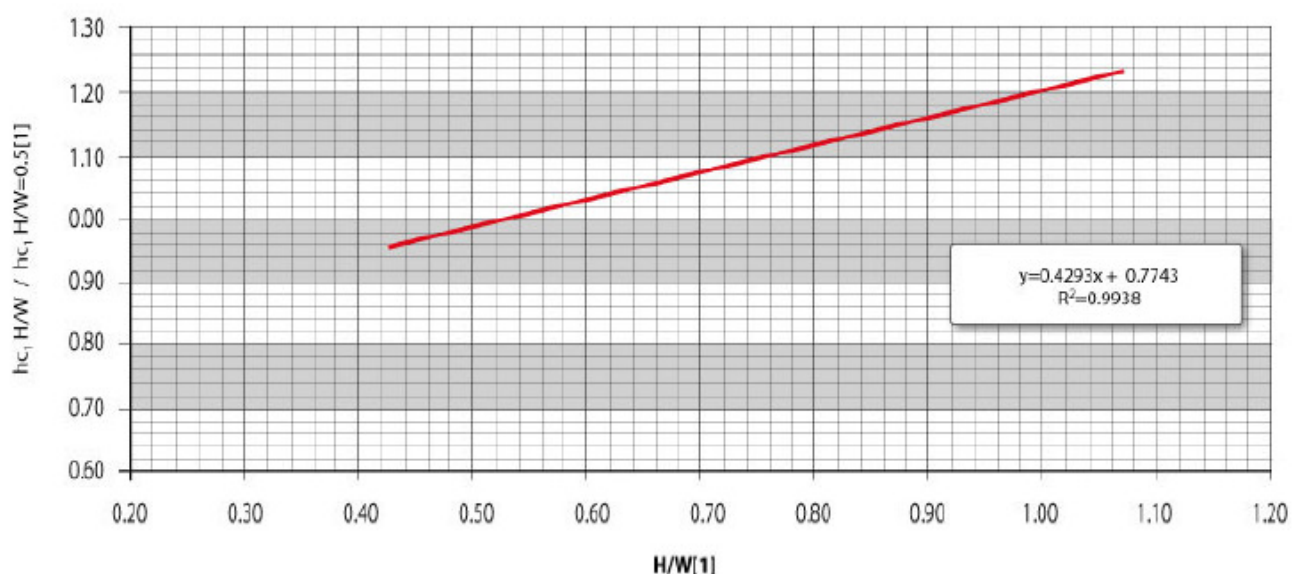
A mennyezeti panel hőmérséklete és sebességeloszlása (hűtés esetén)

Az elfoglalt területeken belül a sebességeloszlás minden esetben a hőmérsékleti komfort kívánalmain belül van.

A hőátadás mértékének változásait $W/H=0,5$ jellemző helyiség szélességgel vettük figyelembe, és a mértékegység nélküli analízis használatával egyértelműen összefoglalható:



A konvektív hőátadás mértékének változása fali rendszerek használata esetén (mind hűtés, mind fűtés esetére igazolva)



A konvektív hőátadás mértékének változása fali rendszerek használata esetén (mind hűtés, mind fűtés esetére igazolva)

3.6.2 A sugárzásos hőátadás befolyása

A helyiség magasságának a befolyása a tényleges sugárzásos hőátadás mértékére elhanyagolható (állandó

felszíni hőmérsékleteket feltételezve).

3.6.3 Az összesített hőátadás befolyása

A helyiség magasságának hatását a meghatározott regressziókkal lehet meghatározni. A relaxációs együtthatót a különböző rendszerek konvektív része analízisével lehet meghatározni. Az összesített hőátadás mértékének változása fali panelnél a következő egyenletekkel határozható meg:

$$\frac{\dot{q}_{e,H/W}}{\dot{q}_{e,definit}} = 0.382 + 0.8146 \cdot \frac{H}{W} + 1.2285 \cdot \left(\frac{H}{W}\right)^2 \text{ for } H/W < 1.35$$

$$\frac{\dot{q}_{e,H/W}}{\dot{q}_{e,definit}} = 2.78496 + 0.45847 \cdot \frac{H}{W} + 0.11963 \cdot \left(\frac{H}{W}\right)^2 \text{ for } 1.35 \leq H/W \leq 6$$

A mennyezeti panelnél az összesített hőátadás mértékének változása a következő egyenlettel határozható meg:

$$\frac{\dot{q}_{e,H/W}}{\dot{q}_{e,definit}} = 0.84 + 0.30425 \cdot \frac{H}{W} \text{ for } 0.40 \leq H/W \leq 1.2$$

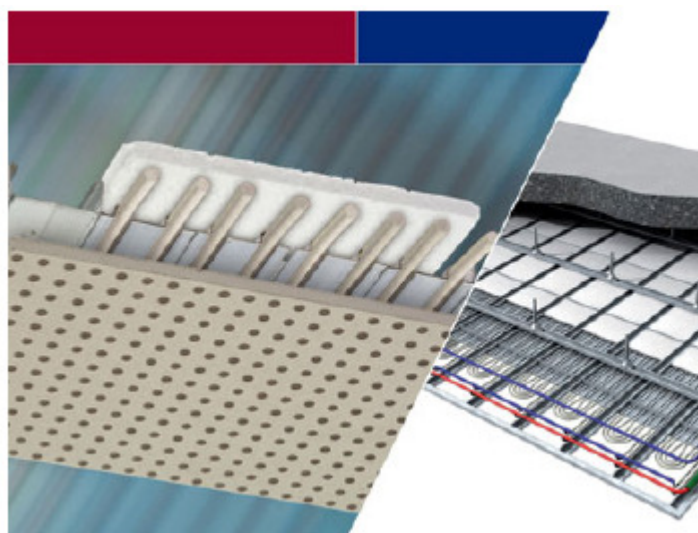
3.7 Alkalmazási tartomány

A Wavin fűtő- és hűtőrendszerek alkalmazási tartománya rendkívül széles, és mind újonnan épült, mind felújított épületekhez használhatók.

Mivel alacsonyabb hőmérsékleten nagyobb hőmérsékleti komfortot ér el, a Wavin Tempower Fűtő- és hűtőrendszerek használatával további energiatakarékosságra van lehetőség.

A részben és teljesen előregyártott épületek piaca növekszik. Ehhez a szerkezeti kivitelhez az előregyártási folyamatba beilleszthető fűtő és hűtő modulok kaphatók.

3.7.1 Alkalmazás a CD-4-re



Fajlagos alkalmazási adatok a CD-4-re:

- Száraz rendszer
- Függesztett mennyezetek
- Előregyártott modulok

- Fűtés és hűtés
- Projektértékesítés
- A szabványos Knauf gipszmennyezet szerinti modularitás
- 10 mm PB Ivory cső az új Wavin Tempower szerelvénnel párosítva

3.7.2 CW-90 alkalmazása



Fajlagos alkalmazási adatok a CW-90-re:

- Nedves rendszer
- Mennyezeti alkalmazás
- Előregyártott modulok
- Fűtés és hűtés
- Projektértékesítés
- Beton mennyezeti felületbe szerelve
- Az épületszerkezet hőtani tömegét használja ki
- 12 mm-es PB cső K-1 sajtolható fittinggel

3.7.3 WD-10 vagy UNI-10 alkalmazása

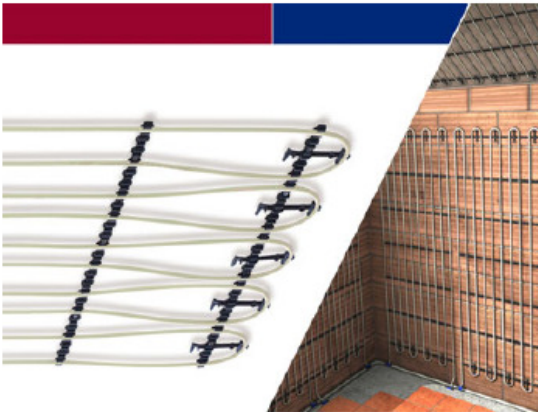


WD-10 vagy UNI-10 fajlagos alkalmazási adatai:

- Száraz rendszer

- Előregyártott modulok
- Főleg falakhoz
- Fűtés és hűtés
- Nagybani értékesítés és projektek
- 10 mm PB Ivory cső az új Wavin Tempower szerelvénnel párosítva

3.7.4 WW-10 alkalmazása



Fajlagos alkalmazási adatok a WW-10-re:

- Nedves rendszer
- Helyszínen megépítve
- Előregyártott modulok
- Nagybani értékesítés és modulok
- Közvetlenül a mennyezetre vagy falra szerelve
- Vakolást igényel
- Fűtés és hűtés
- 10 mm PB cső az új Wavin Tempower szerelvénnel párosítva

3.8 Fűtő- és hűtőrendszerek összehasonlítása

3.8.1 Fűtés

- A fűtőrendszer moduljai a hőjük 70%-át elektromágneses sugárzásként adják le. A megmaradó hőt a környező levegőnek érintkezéssel (konvekcióval) adják le.
- A hősugárzás minden test sajátja, a felszíni és hőmérsékleti viszonyoktól függően. A sugárzó hő elektromágneses hullámok formájában terjed (az infravörös tartományon belül), amelyek a levegőbe szinte veszteség nélkül hatolnak be. Amikor a hullámok szilárd vagy folyékony anyagba ütköznek, hővé alakulnak át. Legjobb példa: Napsütéses téli nap. Noha a levegő nagyon hideg, a nap melegnek és kellemesnek érződik.

3.8.2 Hűtés

- A hűtőrendszer működése ugyanazokon a fizikai elveken alapul, mint a sugárzó moduloké. Mivel a hűtő mennyezet/fal sugárzó kölcsönhatásban áll a melegebb felületekkel, a melegebb felületek hőjük egy részét sugárzással leadják a hűtő mennyezetnek/falnak. Ennek a sugárzó hőnek az elnyelése kb. 60%-os.

- A mennyezet/fal hőelnyelésének maradék 40%-a a konvekció alapul. A helyiség meleg levegője felszáll a konvekció miatt. A levegő ezután a mennyezet/fal mentén áramlik és a hőt átadja a húzó mennyezetnek/falnak. A hűtött levegő ezután a konvekció miatt visszaáramlik a helyiségbe.
- A sugárzás és a konvekció viszonya általában a mennyezet/fal fajtájától és a hűtő terület környezeti hőmérsékletétől függ.
- A hűtő mennyezetnek/falnak energiatakarékos hatása is van.

3.9 Energiahatékonyság

A Wavin Tempower vagy hasonló hidronikus (vízen alapuló) sugárzó rendszer alkalmazása jelentősen növeli egy épület energiahatékonyságát. Ehhez az előnyös tulajdonsághoz a következő tényezők járulnak hozzá:

- Hatékonyabb energiatermelés és energiaelosztás
- Kevesebb energiára van szükség ahhoz, hogy hőt adjanak át a környező térnek, vagy hőt vonjanak el a környező tértől.
- Alacsonyabb csúcsteljesítményre van szükség
- A helyiség hőmérséklete kevesebbet ingadozik a sugárzó hőátadás miatt

A fűtéshez vagy hűtéshez szükséges energia előállításuk hatékonyabb a radiátoros vagy teljesen légfűtéses/-hűtéses rendszerekhez képest. Ennek az a fő oka, hogy a Tempower rendszerek alacsony hőmérsékletű fűtéssel és magas hőmérsékletű hűtéssel (kisebb ΔT -vel) működnek, ami jelentősen befolyásolja a generátorok teljesítményét, és megújítható energiaforrások használatát is lehetővé teszi.

Az fűtéshez és hűtéshez szükséges energiaszállítás (elosztás csővezetéken keresztül) hatékonyabb. Először is, alacsonyabb hőmérsékleteket használnak, ami alacsonyabb elosztási veszteségeket eredményez. Másodsorban, a levegő-levegő rendszerek megmozgatott légtömegéhez képest kisebb mennyiségű vizet kell szállítani.

A sugárzó rendszerek a hűvösséget vagy a meleget közvetlenül a helyiségben tartózkodóknak közvetítik, így csak néhány fokos hőmérsékletváltoztatásra van szükség az érzetnek, míg a beltéri levegő hűtéséhez vagy fűtéséhez szükséges levegőtér fogat jóval nagyobb. A sugárzással így alacsonyabb levegőhőmérséklet mellett (fűtésnél) lehet ugyanazt a komfortérzetet biztosítani. A helyiségnek átadott vagy elvont hőhöz szükséges energia emiatt kevesebb a hidronikus sugárzó rendszereknél. Az alacsonyabb levegőhőmérséklet miatt (fűtésnél) a szellőzési veszteségek is alacsonyabbak lesznek a radiátoros és légfűtéses rendszerekhez képest.

Mivel a hidronikus rendszerek sugárzásos hőcserén alapulnak, nemcsak a helyiségben tartózkodókat látja el meleggel vagy hideggel. Az aktív felület hőt cserél más (nem fűtött vagy hűtött) épületelemekkel is. Amikor egy helyiséget hűtenek, ez azt jelenti, hogy a többi felület kevesebb hőt tárol, mint a levegőhűtéses rendszerrel hűtött helyeken. Amikor a rendszert kikapcsolják, ezek az épületelemek a napközben tárolt hőt leadják, de mivel ennek mennyisége korlátozott, a helyiség hőmérséklete csak néhány fokkal fog emelkedni, ami a nap 24 órája során csak csekély ingadozási sávot jelent.

Ha a csúcsterhelést valamikor napközbenre időzítik, végső soron a csúcsterhelési követelmények is alacsonyabbak lesznek, tehát a rendszert alacsonyabb kapacitásra lehet tervezni.

3.9.1 Beltéri komfort

A Wavin Tempower által biztosított beltéri komfort jobb, mint a radiátoros vagy a légfűtéses/-hűtéses rendszereké. A sugárzásos hőátadás pozitív hatása, hogy a légsebesség jelentősen csökken, ezzel a kellemetlen hőmérsékleti közérzet egyik fő okozóját, a huzatot ki lehet küszöbölni. A sugárzó rendszer által biztosított beltéri hőmérséklet homogénebb és stabilabb, mint a radiátoros vagy légfűtéses rendszer által ellátott helyiségben, ahogyan fentebb erre már kitértünk.

Források: Eu-ray Project EN-eu-ray2005 about Efficiency of underfloor heating in relation to radiators by Prof. B.W. Olesen and Dr. M. de Carli.

Lawrence Berkeley National Laboratory, University of California Energy consumption and peak power demand of the radiant cooling and all-air systems: a parametrikus vizsgálat eredményei.

4. Műszaki információk

4.1 A fajlagos hőátadás mértéke

A sugárzó panelek fő jellemzője a fajlagos hőátadási mérték, amit a prEN 15377-1 hőáram-sűrűségnek is nevez. Jele q , és a mértékegysége Watt négyzetméterenként [W/m^2]. A hőáram-sűrűség azt a fűtő vagy hűtőteljesítményt jelenti, amit egy sugárzó panel egy négyzetmétere le tud adni a helyiségnek.

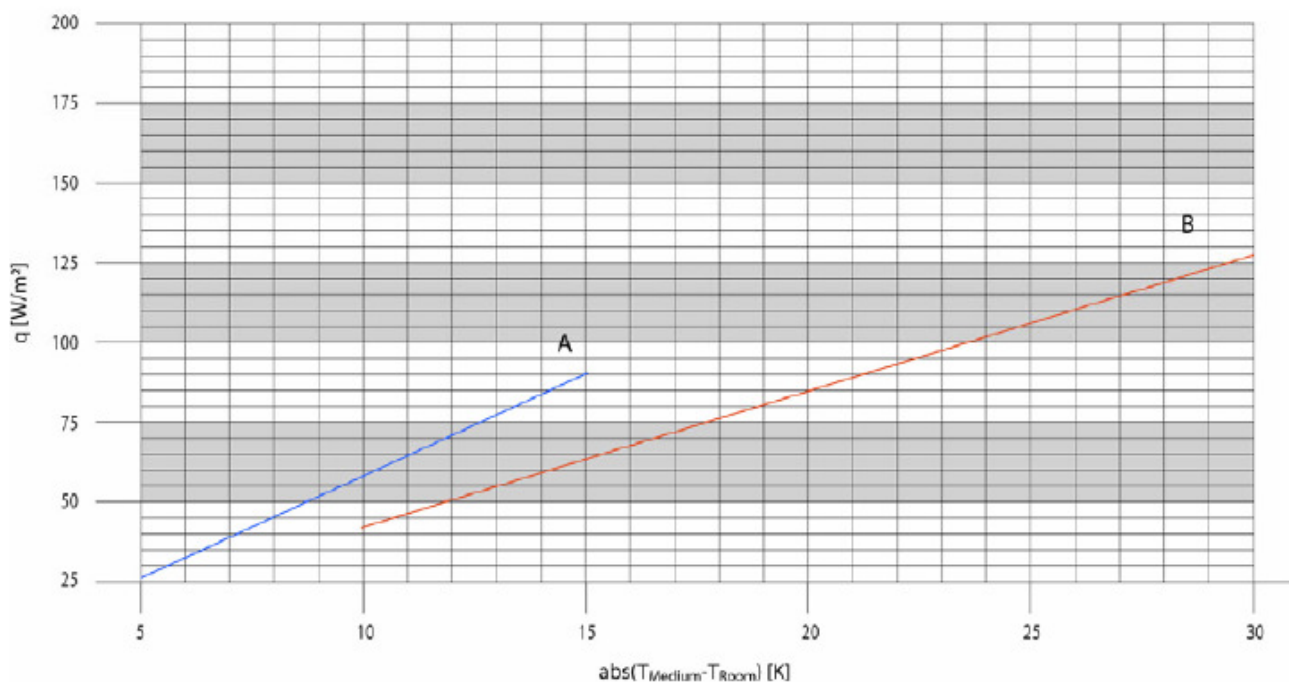
Ez az érték a következőktől függ:

- a használt panel tipológiája;
- a használt burkolás;
- az átlagos víz hőmérséklet és a helyiség hőmérséklete közötti különbség.

Minden egyes Wavin Tempower rendszer hőfluxus-diagramjai megtalálhatók az 5.3, 6.3, 7.3, 8.3 és 9.3 szakaszokban. A következő diagram egy példa erre, ahol:

Az X tengelyen van feltüntetve a különbség az átlagos víz hőmérséklet és a helyiség hőmérséklete között (abszolút értékben).

Az Y tengely a fajlagos hőátadás mértéke [W/m^2]



A fajlagos hőátadás mértéke

A: WW-10 mennyezeti kivitel – 19 mm-es vakolatfedés

[$I=0,6 W/m K$] HŰTÉS

B: WW-10 mennyezeti kivitel – 19 mm-es vakolatfedés

[$I=0,6 W/m K$] FŰTÉS

MEGJEGYZÉS:

A fenti diagramokat azzal a feltételezéssel kaptuk, hogy a helyiség léghőmérséklete azonos a helyiség átlagos felületi hőmérsékletével (az egész felület átlagos hőmérséklete a sugárzó panelek kivételével). A Tempower

méretezési szoftvert használva a működési hőmérséklet (=mind a levegő, mind a felület hőmérséklete) figyelembe van véve. Kérjük, tekintse meg a 3.5 szakaszt is (A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása).

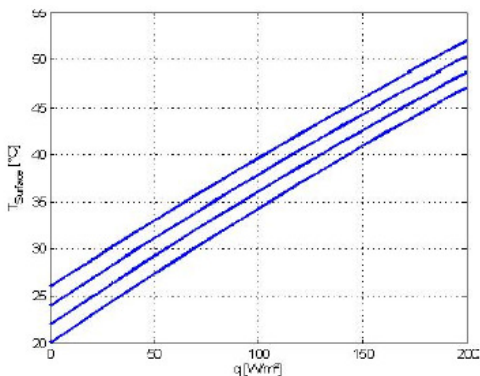
Ha a hőáram-sűrűség meghatározása megtörtént, a felületi hőmérséklet is meghatározható a következő diagramokkal, ahol:

Az X tengelyen tüntetik fel a fajlagos hőátadás mértékét [W/m^2],

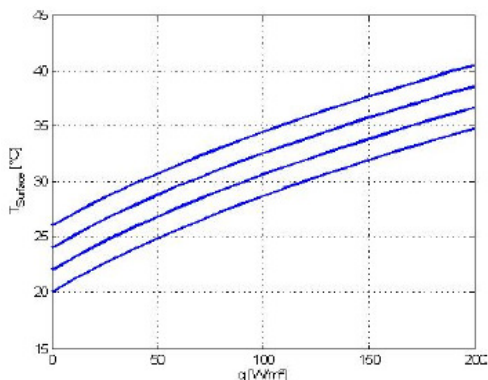
az Y tengelyen a felületi hőmérsékletet [$^{\circ}\text{C}$]

Ha $q=0$, a felületi hőmérséklet egyenlő a helyiség hőmérsékletével.

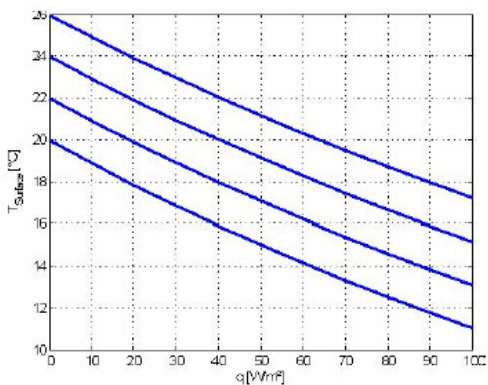
A felső görbét 26°C -os helyiség-hőmérsékletre határoztuk meg, az alsót 20°C -ra.



Mennyezeti fűtés



Fali fűtés



Mennyezeti és fali hűtés

A prEN 15377-1 két módszert javasol a fűtési és hűtési kapacitás meghatározására:

- Egyszerűsített számítási módszer, amit ugyanabban a prEN 15377-1-ben írnak le;
- Végeselem módszer és véges különbség módszer.

A Wavin Tempower rendszerek fűtési és hűtési kapacitását a "Fachhochschulstudiengänge Burgenland, Kernkompetenzbereich Energie- und Umweltmanagement" során véges térfogat módszerrel határozták meg.

4.1.1 Fűtési teljesítmény

A falí vagy mennyezeti fűtőrendszer használatához szükséges víz hőmérséklet meghatározásához a komforttal kapcsolatos megfontolásokat is figyelembe kell venni. Ezeket a megfontolásokat a prEN 15377-1 szabvány A függelékében kimerítően tárgyalják.

- MENNYEZET

Általában ajánlják, hogy a sugárzási aszimmetria alacsonyabb legyen 5 °C-nál (5% elégedetlen). A sugárzási aszimmetria egy kisméretű panelelem és a mennyezet közötti szögeltérési tényezőtől függ, valamint a mennyezeti hőmérséklettől.

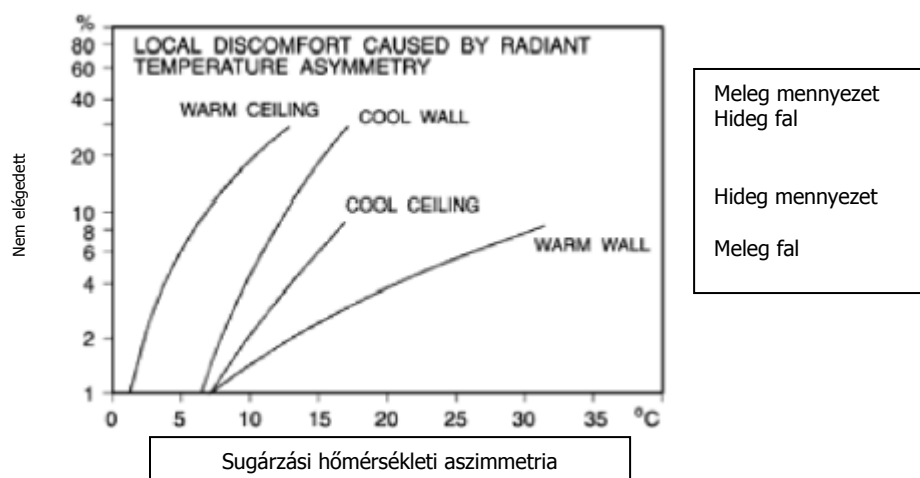
Az értékeket az alábbi diagramból lehet venni (ISO 7730),

ahol:

X tengelyek: az elégedetlenség mértékét tüntetik fel

Y tengelyek: a sugárzási hőmérsékleti aszimmetriát tüntetik fel.

A sugárzási hőmérsékleti aszimmetria által okozott helyi diszkomfort-érzet



Például, egy 2,4 m x 4,8 m-es helyiségben, belmagassága, 2,7 m, a helyiség közepén ülő személy és a mennyezet szögeltérési tényezője 0,42 (ISO EN 7726). Ha 5%-nál kevesebb elégedetlenség feltétel, akkor a diagram a mennyezeti fűtésre 5°C aszimmetriai határértéket ad meg. Feltéve, hogy a fűtött mennyezeten kívül az összes felület hőmérséklete azonos a beltéri 20°C-os hőmérséklettel, akkor:

$$0.42 \times T_{\text{ceiling}} + (1 - 0.42) \times 20^{\circ}\text{C} - 20^{\circ}\text{C} < 5^{\circ}\text{C} = T_{\text{ceiling}} < 32^{\circ}\text{C}$$

MEGJEGYZÉS:

Mennyezeti rendszer használatakor, tekintse meg a 3.6. szakaszt is: A mennyezet magasságának hatása

- FAL

Az áramló víz hőmérséklete általában 35-50°C. Az égés és fájdalomérzet veszélye 42-45°C-os

bőrhőmérsékletnél jelentkeznek. Ez a hőmérséklet még párosul az elégedetlenség 5%-nyi mértékével 20°C-os helyiség-hőmérséklet mellett, amikor egy ember állva érintkezik a fallal (l. a diagramot). Ez azt jelenti, hogy a fal-fűtés megtervezésekor a víz hőmérséklete megválasztásánál nagy a szabadság.

4.1.2 Hűtési teljesítmény

A fal vagy mennyezeti hűtőrendszerrel használt megfelelő víz-hőmérséklet meghatározásához két feltételt kell figyelembe venni.

- Komforttal kapcsolatos megfontolások
- a harmatpont értéke.

Ennek a megfontolásnak a részletezését a prEN 15377-1 szabvány A függelékében lehet megtalálni.

- MENNYEZET

A megelőző 4.1.1 szakasz megfontolásaihoz hasonlóan, kevesebb mint 5% elégedetlent feltételezve, a diagram a mennyezeti fűtés aszimmetriájára 14°C-os határértéket ad meg. Feltéve, hogy a hűtött mennyezeten kívül minden felület hőmérséklete megegyezik a beltéri 26°C-kal, akkor

$$0,42 \times T_{\text{ceiling}} + (1 - 0,42) \times 26^{\circ}\text{C} - 26^{\circ}\text{C} > -14^{\circ}\text{C} = T_{\text{ceiling}} > -7^{\circ}\text{C}$$

Ezt a hőmérsékletet természetesen soha nem érik el, és a harmatpont az egyetlen korlát (26°C és 55% mellett 16,5°C-kal egyenlő). Emiatt az áramló víz általában használt hőmérséklete 15-18°C.

- FAL

Ugyanazok a megfontolások, mint a mennyezetenél; 5%-nyi elégedetlent feltételezve 26°C-os helyiség-hőmérsékletnél, a diagram 10°C-os értéket ad meg, egy a falat érintő, álló személyre, 16°C-os felületi hőmérséklet mellett. Ez a hőmérséklet nagyon közel van a harmatponthoz, és a mennyezeti hűtőrendszerekhez hasonlóan a harmatpont a korlátozó tényező (26°C és 55% mellett 16,5°C) Emiatt az áramló víz általában használt hőmérséklete 15-18°C.

4.1.3 A vízáram kiszámítása

4.1.3.1 A vízáram

Sugárzó rendszerrel a vízáramlás mértéke a rendszertől elvárt teljesítménytől és a használt ΔT -tól függ.

Ha a sugárzó rendszert mind fűtésre, mind hűtésre használják, a vízáramot mindkét esetre ki kell számítani.

Megjegyzés:

A következő számítás, azon túl, hogy a méretezéshez ad tervezési ötleteket, a kézi számítás egyszerűsített módszere. A pontos számításához l. a prEN 15377-2 szabványt.

- Fűtő vízáram (télen):

T_{fh} [°C]: Az áramló víz hőmérséklete fűtés esetén. A leggyakrabban használt tartomány 40-45°C.

ΔT_h [°C]: Az áramló víz kimenő és visszafolyó ága közötti hőmérsékletkülönbség fűtés esetén. Az optimális érték 4°C, a lehetséges tartomány 4-6°C.

q_{RH} [W/m²]: A helyiségekbe irányuló fűtési hőáram-sűrűség fűtés esetén. A használt burkolástól és az átlagos víz-hőmérséklet, valamint a helyiség hőmérséklete különbségétől függ. L. a fűtési hőáram-sűrűség diagramjait az 5.3, 6.3, 7.3, 8.3 és 9.3 szakaszokban a helyes érték meghatározásához.

q_{lh} [W/m²]: Az épületszerkezetbe irányuló fűtési hőáram-sűrűség fűtés esetén. A $q_{lh} = U \times (T_{mh} - T_{oh})$ összefüggéssel becsülhető meg, ahol:

- U [W/m² °C]: Annak a szerkezetnek a vezetőképessége, amire a paneleket felerősítették;
- T_{mh} [°C]: Átlagos víz-hőmérséklet fűtés esetén;

- T_{oh} [°C]: A külső hőmérséklet tervezési értéke fűtés esetén.

Ez az érték általában q_{rh} 115-125%-a lehet, de lehet sokkal nagyobb is, az épületszerkezet szigetelésétől és a külső levegő hőmérsékletétől függően.

W_h [kg/h m²]: A vízáram négyzetméterenként fűtés esetén.

$$W_h = [(q_{rh} + q_{lh}) \times 0,86] / \Delta T_h$$

- Hűtő vízáram (nyáron):

T_{fk} [°C]: Az áramló víz hőmérséklete hűtés esetén. A leggyakrabban használt tartomány 15-16°C.

ΔT_k [°C]: Az áramló víz kimenő és visszafolyó ága közötti hőmérsékletkülönbség hűtés esetén. Az optimális érték 2°C, a lehetséges tartomány 2-4°C.

q_{rk} [W/m²]: A helyiségekbe irányuló hőáram-sűrűség hűtés esetén. A használt burkolástól és az átlagos víz hőmérséklet, valamint a helyiség hőmérséklete különbségétől függ. L. a hűtési hőáram-sűrűség diagramjait az 5.3, 6.3, 7.3, 8.3 és 9.3 szakaszokban a helyes érték meghatározásához.

q_{lk} [W/m²]: Az épületszerkezetbe irányuló hőáram-sűrűség hűtés esetén. A $q_{ls} = U \times (T_{sk} - T_{mk})$ összefüggéssel becsülhető meg, ahol:

- U [W/m² °C]: Annak a szerkezetnek a vezetőképessége, amire a paneleket felerősítették;
- T_{mk} [°C]: Átlagos víz hőmérséklet hűtés esetén;
- T_{ok} [°C]: A külső hőmérséklet tervezési értéke hűtés esetén.

Ez az érték általában q_{rk} 110-120%-a lehet, de lehet sokkal nagyobb is, az épületszerkezet szigetelésétől és attól függően, hogy a napsugárzástól az épületszerkezet felszíne mennyire melegszik fel.

W_k [kg/h m²]: A vízáram négyzetméterenként hűtés esetén.

$$W_k = [(q_{rk} + q_{lk}) \times 0,86] / \Delta T_k$$

- Vízáram sugárzó rendszernél:

Hogy minden körre megtaláljuk a fűtő és hűtő vízáramlás értékeit, W_h -t és W_k -t, ezen értékeket az egyes körhöz csatlakoztatott panelek felületével meg kell szorozni.

$$W_{c1} = W \times SP_{c1-10}$$

ahol:

- W_{c1} [kg/h]: Vízáram a teljes 1. számú körben
- W [kg/h m²]: W_h vagy W_k
- SP_{c1-10} [-]: Az ehhez a körhöz csatlakoztatott panelek felülete.

„Panelként” vehető számba a körnek minden egyes eleme, amelyet kizárólag a PB 10-es csővel építettek meg.

Mivel minden sugárzó rendszer a Tichelmann-csőkiosztást használja, minden panelben egyenlő hosszúak a PB 10 mm-es csövek (10% eltérés engedélyezett).

A panelek felületének kiszámításához a következőket vegyük figyelembe:

CD-4 előregyártott	Panelfelület = 0.33 m x panelhossz
CW-90 előregyártott	Panelfelület = panelszélesség x panelhossz
WW-10 előregyártott	Panelfelület = panelszélesség x panel hossz
WW-10 helyszínen épített	Panelfelület = 0.075 x csőhossz
WD-10 előregyártott	Panelfelület = panelszélesség x panelhossz
UNI-10 helyszínen épített	Panelfelület = panelszélesség x panelhossz

Az egész rendszer vagy egy része (pl. egy elosztó) vízáramának meghatározásához összegezni kell a részét képező összes kör vízáramait.

MEGJEGYZÉS:

A fűtő és hűtő vízáramok eltérhetnek egymástól. A következő esetek szoktak előfordulni általában:

CD-4, CW-90, WW-10 mennyezeti rendszerek $W_k > W_h$

WD-10, UNI-10 mennyezeti rendszerek $W_k = W_h$

WW-10, WD-10, UNI-10 fali rendszerek $W_k < W_h$

Ha a rendszerben mind fűtésre, mind hűtésre ugyanazt a szivattyút használják, a nagyobb vízáramlási értéket kell figyelembe venni. Ennek az a következménye, hogy a másik esetben a rendszerben a ΔT az előírtnál kisebb lesz, és a szükséges áramlási hőmérséklet közelebb lesz az átlagos vízhőmérséklethez (alacsonyabb érték fűtésnél, magasabb hűtésnél).

4.1.3.2 Nyomásveszteség

Ha a sugárzó rendszert mind fűtésre, mid hűtésre használják, a nyomásveszteséget mindkét esetre ki kell számítani, a 4.2. szakaszban az 50°C és a 10°C-os vízhőmérséklet diagramjait használva.

MEGJEGYZÉS:

Ha $W_k < W_h$, és a rendszerben mind fűtésre, mind hűtésre ugyanazt a szivattyút használják, a W_h értéket kell használni hűtéshez is. Emiatt ehhez az értékhez kell meghatározni a nyomásveszteséget, a 10°C-os vízhőmérséklet nyomásveszteségi diagramjaival.

Minden sugárzó rendszer a Tichelmann-csőelosztást használja (panelnek nevezzük a PB 10 mm-es csövekkel épített összetevőket). Emiatt minden panelnek ugyanakkora a nyomásvesztesége, és minden körre a következő egyenlettel lehet kiszámítani a vízáramot:

$$P_{c1} = P_{c1-20}(W_{c1}) + P_{c1-16}(W_{c1}) + P_{c1-10}(W_{c1} / N_{c1-10}) + P_{c1-m}(W_{c1})$$

ahol:

P_{c1} [kPa]: Nyomásveszteség a teljes 1. számú körben

$P_{c1-20}(W_{c1})$ [kPa]: Nyomásveszteség a 20 mm-es csőben

A számításnál figyelembe vettük W_{c1} -et, a teljes kör vízáramát. Ez az érték tartalmazza a koncentrált nyomásveszteségeket, amelyeket a 16 mm-es cső hajlításai és a 16 mm-es szerelvényei okoznak. A helyes érték meghatározásához l. a nyomásveszteségi diagramokat 50°C és 10°C vízhőmérsékletre a 4.2 szakaszban.

$P_{c1-16}(W_{c1})$ [kPa]: Nyomásveszteség a 16 mm-es csőben

A számításnál figyelembe vettük W_{c1} -et, a teljes kör vízáramát. Ez az érték tartalmazza a koncentrált nyomásveszteségeket, amelyeket a 16 mm-es cső hajlításai és a 16 mm-es szerelvényei okoznak. A helyes érték meghatározásához l. a nyomásveszteségi diagramokat 50°C és 10°C vízhőmérsékletre a 4.2 szakaszban.

$P_{c1-10}(W_{c1} / N_{c1-10})$ [kPa]: Nyomásveszteség a 10 mm-es csőben

A kiszámításánál csak egy panel vízáramát, W_{c1} -et vettük figyelembe, a teljes kör vízárama osztva N_{c1-10} -vel, az ehhez a körhöz tartozó panelek számával. Ez az érték tartalmazza a koncentrált nyomásveszteségeket, amelyeket a 10 mm-es cső hajlításai és a 10 mm-es szerelvényei okoznak. A helyes érték meghatározásához l. a nyomásveszteségi diagramokat 50°C és 10°C vízhőmérsékletre a 4.2 szakaszban.

$P_{c1-m}(W_{c1})$ [kPa]: Nyomásveszteség a elosztóban

A számításnál figyelembe vettük W_{c1} -et, a teljes kör vízárámát. A helyes érték meghatározásához I. a nyomásveszteségi diagramokat elosztóhoz a 4.2 szakaszban.

Az egész rendszer vagy egy része (pl. egy elosztó) vízárámának meghatározásához figyelembe kell venni a rendszer minden körének maximális nyomásveszteségét.

4.2 A vezérlőrendszer

Egy fűtő- vagy hűtőrendszer önmagában, vezérlőrendszer nélkül nem képes megfelelő eredményt felmutatni. A vezérlőrendszer biztosítja a megfelelő beltéri klímát a helyiség használóinak, és gondoskodik a fűtő- és/vagy hűtőrendszer helyes működéséről.

Általánosságban a vezérlőrendszernek kell:

- a felhasználó által kívánt működési hőmérsékletet biztosítani;
- a felhasználó által kívánt relatív páratartalmat biztosítani a helyiségben (ha páratartalom-szabályozást is beépítettek);
- a felhasználó által kívánt levegőminőséget biztosítani (ha szellőzőrendszert is beépítettek);
- Mindezeket a felhasználó kívánsága szerint kell elvégezni, figyelembe véve az épület jellemzőit és a fűtő/hűtő rendszer hőtehetetlenségét;

Ezen eredmények eléréséhez bekapcsoláskor a következő elemeket kell vezérelnie:

- a sugárzó panelkörökön vagy a elosztókon lévő elosztók;
- szivattyúk, amelyek vízzel látják el a köröket/elosztókat;
- keverőszelepek, amelyek a megfelelő vízhőmérsékletet biztosítják;
- bojler vagy más vízmelegítő eszköz (hőszivattyú, geotermikus szivattyú, napkollektorok, stb.), amely a fűtőrendszerek vízhőmérsékletét biztosítja;
- vízhűtő vagy más hűtő eszköz (geotermikus szivattyú, adszorbeáló rendszer, stb.), amely képes a hűtőrendszerek vízhőmérsékletét csökkenteni;
- páratlanítók, (szükség esetén), amelyek a levegő relatív páratartalmát képesek csökkenteni a hűtési szakaszban;
- párástítók, (szükség esetén), amelyek a levegő relatív páratartalmát javítják a fűtési szakaszban;
- szellőztető rendszerek, (szükség esetén), amelyek a beltéri levegőt a kültérrel váltják fel a helyiségben tartózkodók megfelelő oxigenizációjának biztosításához;

A vezérlőrendszert olyan érzékelőkkel kell ellátni, amelyek képesek megmérni:

- a helyiségek hőmérsékletét (1K); egy érzékelő minden olyan helyiségenként (vagy helyiség-csoportonként), amelyeket a felhasználó szabályozni kíván;
- minimum és/vagy maximális felületi hőmérséklet;
- páratartalom a helyiségben; egy érzékelő minden olyan helyiségenként (vagy helyiség-csoportonként), amelyeket a felhasználó szabályozni kíván;
- legalább egy érzékelő mindegyik keverőszelephez;
- külső hőmérséklet a szükséges vízhőmérséklet kiszámításához;
- a kondenzáció a csöveken vagy felületeken, ha szükséges;
- egyéb érzékelők a rendszer felügyeletéhez (általában vízhőmérséklet vagy -nyomás);
- egyéb bemenetek a rendszer felügyeletéhez (általában digitális riasztások);

4.2.1 Működési elv fűtéskor

Egy fűtőrendszer vezérlőrendszerének a következő logikai műveletsort kell elvégeznie:

- Egy helyiségérzékelő a felhasználó által beállítottnál alacsonyabb hőmérsékletet mér (a kellemes tartományt általában 18 és 22°C közé teszik);
- Az ebben a helyiségben elhelyezett sugárzó panelek szelepét megnyitja a vezérlés;
- Az ezt a kört ellátó szivattyú bekapcsol;
- A megfelelő vízhőmérsékletet a vezérlés a helyiség hőmérsékletéből és a kinti hőmérsékletből kiindulva számítja ki;
- a keverőszelepet a kiszámított hőmérsékletnek megfelelően állítja be;
- A bojler bekapcsolására is sor kerülhet, ha a vízhőmérséklet a kiszámított érték alatt van.

Ha a beállított helyiség-hőmérsékletet sikerült elérni, a rendszer különböző részei kikapcsolódnak. Ha több helyiséget kell fűteni, a logikai művelet sor akkor is ugyanaz marad. A vízhőmérséklet kiszámításánál a vezérlés az ugyanahhoz a keverőszelephez tartozó különböző helyiségekre lehetséges legrosszabb esetből indul ki.

4.2.2 Működési elv hűtéskor

Egy hűtőrendszer vezérlőrendszerének a következő logikai műveletsort kell elvégeznie:

- Egy helyiségérzékelő a felhasználó által beállítottnál magasabb hőmérsékletet mér ((a kellemes tartományt általában 24 és 27°C közé teszik);
- Az ebben a helyiségben elhelyezett sugárzó panelek szelepét megnyitja a vezérlés;
- Az ezt a kört ellátó szivattyú bekapcsol;
- A megfelelő vízhőmérséklet kiszámításánál a vezérlőrendszer a helyiség hőmérsékletéből és a páratartalomtól indul ki; a helyiség harmatpontja mínusz egy helyesbítő érték (általában 0 és 2°C között, a sugárzó rendszer kivételétől függően) egyenlő a vízhőmérséklet értékével (l. a 4.3.3.2. szakaszt bővebb magyarázatért);
- A keverőszelepet a vezérlés a kiszámított hőmérsékletnek megfelelően állítja be;
- A vízűtő bekapcsolására is sor kerülhet, ha a vízhőmérséklet a kiszámított érték fölött van.

Ha a beállított helyiség-hőmérsékletet sikerült elérni, a rendszer különböző részei kikapcsolódnak. Ha több helyiséget kell hűteni, a logikai művelet sor akkor is ugyanaz marad. A vízhőmérséklet kiszámításánál a vezérlés az ugyanahhoz a keverőszelephez tartozó különböző helyiségek legmagasabb harmatpontjából indul ki.

MEGJEGYZÉS:

Az épület hőtehetetlenségének fontos szerepe van a sugárzó hűtésnél. A sugárzó fűtőrendszer is az épületszerkezet része. Az a célja, hogy a szerkezetek hőmérsékletét a kellemes érték közelében tartsa, hogy az épületben tartózkodók komfortérzete megfelelő legyen. Ha az épületszerkezet túlmelegedett, hosszú időre lehet szükség ahhoz, hogy a hőmérséklet újra elérje a kellemes szintet. Ez az időtartam nemcsak a hőterheléstől függ, hanem az épület hőtehetettségétől is. Ehhez a rendszernek napi 24 órán át működni kell, olyan vezérlőrendszerrel, és a vezérlőrendszernek is képesnek kell lennie a nap bármely időpontjában a hűtőrendszer bekapcsolására, az épület igényeinek megfelelően.

4.2.3 A páratartalom szabályozása

Két fő oka van a helyiség páratartalma szabályozásának:

- A páratartalom a komfortérzet egyik összetevője, a kellemes tartomány 30-65% között van, megfelelő tartománynak az 50-60% közötti számít;
- Hűtésnél meg kell akadályozni a kondenzációt; a sugárzó felület hőmérséklete soha nem mehet a helyiség harmatpontja alá.

4.2.3.1 A kellemes tartomány

Egy adott helyiségben a páratartalom nem haladhatja meg a kellemes tartományt. A szabályozása két különböző módon lehetséges:

- Ha páratartalom-szabályozást is beépítettek, a légcserét biztosító berendezésnek kell gondoskodnia a levegő komfortérzetet biztosító paramétereiről, mind a hőmérséklet, mind a páratartalom vonatkozásában. A felszerelt vezérlőrendszernek képesnek kell lennie ezen berendezés szabályozására;
- Ha nincs szellőzőrendszer beszerelve, akkor külön erre szolgáló párasító/párátlanító berendezést kell használni a páratartalom kívánt határok között tartására.

A fűtési szezonban a beltéri páratartalom általában alacsony; nem ritkák az 50% alatti értékek. Ha a páratartalom túl alacsony (30% alatt), vagy a felhasználó magasabb értéket kíván, a helyiséget párasítani kell. Ilyen esetben a vezérlőrendszernek a párasítót is szabályoznia kell. Ez azonban nem fordul elő gyakran.

Ne feledkezzünk meg arról, hogy Európa különböző részein hűtés esetében a páratartalom nagyon eltérő lehet: vannak országok, ahol szükség van a helyiségek páratartalmát csökkenteni képes párátlanítókra, és vannak országok ahol nem. Sugárzó rendszereknél a párátlanító általában egy rögzített berendezés, amelynek fő részegységei:

- egy ventilátor, amely a levegőt beszívja a gépbe;
- egy gázhűtőkör; amely kivonja a páratartalmat a gépbe beszívott levegőből;
- egy levegő-víz hőcserélő, amelyik a kompresszor által termelt hőt vonja el.

A fűtőrendszer vezérlőrendszerének a következő logikai műveletsort kell elvégeznie:

- Egy helyiségérzékelő a felhasználó által beállított értéknél (általában 55%) magasabb páratartalmat mér;
- Bekapcsolja azt a párátlanítót (ventilátor és gázhűtőköri kompresszor), amely ahhoz a helyiségcsoporthoz tartozik, ahol a felszerelt érzékelő is van;
- Megnyitja azt a szelepet, amelyik a párátlanító hőcserélőjének vízkörét zárja;
- Az ezt a kört ellátó szivattyút bekapcsolja;
- A megfelelő vízhőmérséklet kiszámításánál a vezérlőrendszer a helyiség hőmérsékletéből és a páratartalomtól indul ki; a helyiség harmatpontja mínusz egy helyesítő érték (általában 0 és 2°C között, a sugárzó rendszer kivételétől függően) egyenlő a vízhőmérséklet értékével (l. a 4.3.3.2 szakaszt bővebb magyarázatért);
- a keverőszelepet a kiszámított vízhőmérsékletnek megfelelően állítja be;
- A vízűtő bekapcsolására is sor kerülhet, ha a vízhőmérséklet a kiszámított érték fölött van.

Ha a beállított páratartalmat a helyiségben sikerült elérni, a rendszer különböző részei kikapcsolódnak. Ha több helyiséget kell párátlanítani, a logikai műveletsor akkor is ugyanaz marad. A vízhőmérséklet kiszámításánál a vezérlés az ugyanahhoz a keverőszelephez tartozó különböző helyiségek legmagasabb harmatpontjából indul ki.

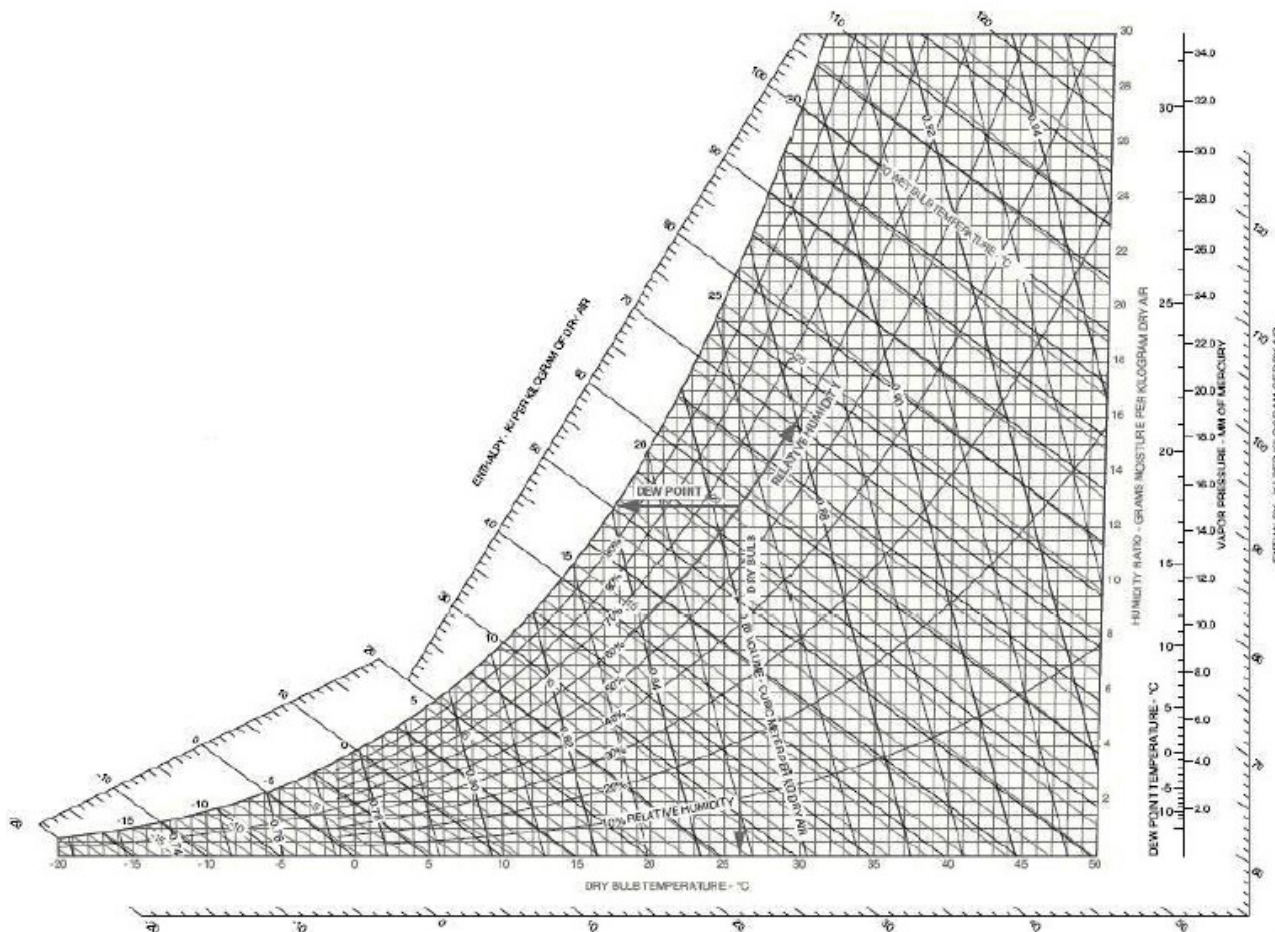
4.2.3.2 A kondenzáció megelőzése

Egy sor módszer áll rendelkezésre a rendszer szabályozására a kondenzáció megelőzése érdekében:

- A vízáram hőmérsékletének a helyiség harmatpontja ismeretében történő meghatározása.

Ezt a hőmérsékletet a helyiség paramétereinek változásával együtt automatikusan szabályozzák. Ha több helyiségről van szó, a vízhőmérséklet szabályozásánál az ugyanahhoz a keverőszelephez tartozó különböző helyiségek legmagasabb harmatpontját veszik alapul. A megfelelő vízhőmérséklet nem egyenlő a harmatponttal, hanem általában 1-2°C-kal alacsonyabb, a sugárzó rendszertől és az épületszerkezettől függően. Ennek az az oka, hogy a sugárzó felület az a helyiség levegőjével érintkező alacsonyabb hőmérsékletű felület, ahol a kondenzáció megtörténhet. A sugárzó felület hőmérséklete viszont mindig

magasabb, mint a vízáram hőmérséklete. A különbség értéke a sugárzó rendszertől függ, és meghatározható a hőáram-sűrűség diagramjaiból (l. az 5.3, 6.3, 7.3, 8.3 és 9.3 szakaszokat), valamint a felületi hőmérséklet diagramjaiból (l. a 4.1 szakaszt). Általában fali és mennyezeti rendszereknél a harmatpont és a sugárzó felület hőmérséklete között 1 – 1,5°C különbség az elfogadott.



Pszichometrikus grafikon a harmatpont kiszámításának magyarázatával

- Nedvességérzékelő a vízcsövön Ez akkor a jelet, ha kondenzációt érzékel, és ekkor lezárható a vízáramlás a sugárzó rendszerbe. Ez csak vészhelyzetre alkalmas, és akkor kell használni, ha a vízáram hőmérsékletét nem szabályozzák a harmatpont értékének megfelelően, hanem előre meghatározott érték.
- Párátlanító rendszer felszerelése. Ezzel kellemes páratartalmat lehet fenntartani. Így automatikusan meg lehet előzni a kondenzációt, ami általában akkor jelenik meg, ha a beltéri relatív páratartalom túllépi a 70%-ot. A párátlanító rendszer mindig segít a kondenzáció megelőzésében, akár szabályozzák a vízhőmérsékletet a harmatpont értékének megfelelően, akár előre meghatározott érték.

4.3 Tűzvédelmi jogszabályok

4.3.1 Az európai jogszabályok

A tűzvédelmi jogszabályok kétfélék lehetnek:

- A tűzállóság
- A tűzre adott reakció

Európában a következő szabványokat tették közzé a sugárzó paneleket illetően:

- A tűzállóság

A tűzállóság adja meg hogy egy épületszerkezet hogyan akadályozza a tűz továbbterjedését egyik épületrészből a másikba, miközben a szerkezeti szilárdság fennmarad.

EN 1363-1:1999: Tűzveszélyességi vizsgálatok – 1. rész: Általános követelmények

EN 1363-2:1999: Tűzveszélyességi vizsgálatok – 2. rész: Alternatív és pótlólagos eljárások

EN 1364-1:1999: Tűzveszélyességi vizsgálatok nem teherhordó elemeknél – 1. rész: Falak

EN 1364-2:1999: Tűzveszélyességi vizsgálatok nem teherhordó elemeknél – 2. rész: Mennyezetek

EN 1365-1:1999: Tűzveszélyességi vizsgálatok teherhordó elemeknél – 1. rész: Falak

EN 1365-2:1999: Tűzveszélyességi vizsgálatok teherhordó elemeknél – 2. rész: Padlók és tetők

- A tűzre adott reakció

A tűzre adott válasz mutatja meg, hogy az anyag vagy termék mennyire járul hozzá a tűz terjedéséhez. Az építési termékeknel (padlóburkolások kivételével) a tűzvédelmi besorolások A1-től F-ig terjednek.

EN ISO 11925-2:2002: Tűzveszélyességi vizsgálatok – építési termékek gyúlékonysága közvetlen láng hatására - 2. rész: Egyedi lángos vizsgálat (ISO 11925-2:2002)

EN 13823:2002: Építési célú termékek tűzveszélyességi vizsgálatai - Építési célú termékek tűzveszélyességi vizsgálatai. Építési célú termékek vizsgálata a padlóburkolások kivételével, egy égő tárgy hőhatása esetén

EN 13501-1:2002: Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása – 1. rész: Osztályba sorolás a tűzveszélyességi vizsgálatok eredményeinek felhasználásával

EN 13501-2:2003: Épületszerkezetek és építési termékek tűzvédelmi osztályozása – 2. rész: Osztályba sorolás - a szellőzési rendszerek kivételével - a tűzállósági vizsgálatok eredményeinek felhasználásával

4.3.2 Minősített Wavin Tempower termékek

CW-90 az EN 1363-1 és EN 1365-2 REI 120 szerint

CD-4 az EN ISO 11925-2 szerint

CD-4 az EN 13823 szerint

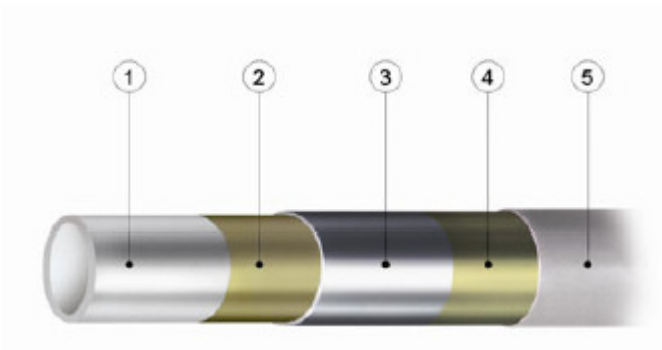
4.3.3 Nemzeti jogszabályok

A nemzeti jogszabályok eltérhetnek az európai szabványoktól, amelyek nem mindegyik országban vagy helyzetben alkalmazhatók. A felhasználónak kell meggyőződnie arról, hogy az európai jogszabályok alkalmazhatóak-e az országában.

4.4 Karbantartás

4.4.1 A csővezetékek karbantartása

A Wavin Tempower csővezetékei, legyenek akár nemféműből – polibutilénből –, akár többrétegűek – (két réteg keresztirányú polietilén közt alumíniumréteggel) beépített gáttal rendelkeznek az oxigéndiffúzió megakadályozására. A modulokon belüli csővezetékeknek nincs szükségük karbantartásra a következő szakaszban tárgyalt vízadalekokon kívül.



Példa: ötrétegű cső oxigéngáttal

JELMAGYARÁZAT:

Wavin Tempower PB cső:

1. polibutilén
2. ragasztóréteg
3. oxigéngát
4. ragasztóréteg
5. polibutilén

Wavin többrétegű K1 cső:

1. keresztkötéses polietilén
2. ragasztóréteg
3. alumínium (oxigéngát)
4. ragasztóréteg
5. polietilén

4.4.2 Vízádalékok

A víz – több más fűtő- és hűtőrendszerhez hasonlóan – a sugárzó rendszerek fő alkotórésze. Ezért a rendszer részének kell tekinteni, hogy megérthessük és megelőzhessük az általa okozott lehetséges problémákat. Gyakorisági sorrendben a víz a következőket okozhatja:

- Korrózió
- Biológiai szennyeződés;
- Vízkövesedés.

A Wavin Tempower csőrendszerben nem fordul elő korrózió. A korrózió feltétele, hogy a víz a teljes rendszerben fém alkatrészekkel érintkezzen. A korrózió különösen veszélyes lehet akkor, ha egyidejűleg különböző fémek vannak a rendszerben, különösen, ha egyikük alumínium (pl. rézcsövek és alumínium hőcserélő a vízmelegítőben).

A vízben oldott oxigén másik olyan forrása a korrózióknak, amelyet nem lehet teljesen kiküszöbölni, csak a mértékét lehet csökkenteni (pl. nemfémes, oxigéngáttal csövek használata, amelynek a Wavin Tempower csövek).

A biológiai szennyeződés a szerves anyagok (baktériumok, gombák stb.) okozta, vízzel kapcsolatos probléma. Ezek a rendszerbe a víz betöltésekor jutnak be. Alacsony hőmérsékletű rendszerekben a szerves anyagok terjedését nem lehet megállítani.

A kemény víz vízkövesedést okoz, de a vízlágyítással óvatosan kell eljárni, mert a lágy víz korróziót okoz.

Ezeknek a problémáknak a megelőzésére ajánlatos vízadalékokat á, amelyek:

- lelassítják a korróziót a többféle fémet tartalmaz rendszerekben;
- a szerves anyagokat eliminálják;
- nem agresszívak a polibutilénnel és a keresztkötéses polietilénnel szemben.

A vízkezelésben járatos cégek a különböző vízzel kapcsolatos problémákhoz különböző termékeket használnak. Mivel a víz jellemzői nem csak országról országra, hanem városról városra is különböznek, javasoljuk, hogy a helyi problémák jobb kezelése és a projekt egyedi körülményeinek megfelelő vízadalékok kiválasztása érdekében forduljanak ezekhez a cégekhez.

5. Wavin Tempower CD-4:

A Wavin Tempower CD-4-et arra fejlesztették ki, hogy felületi hűtést és fűtést biztosítson szárazépítéses mennyezetekkel.

5.1 Szerkezeti leírás

Megjegyzés:

A statikai megoldáshoz: a modulok súly kb. 10 kg négyzetméterenként burkolás nélkül

Megjegyzés:

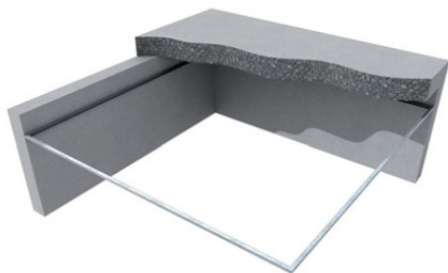
A C profilokhoz előfeltétel: 60 cm x 27 cm (50 cm x 27 cm Olaszországban).

Az álmennyezet profiljainak ajánlott távolsága a betonmennyezettől 150 mm (=15 cm)

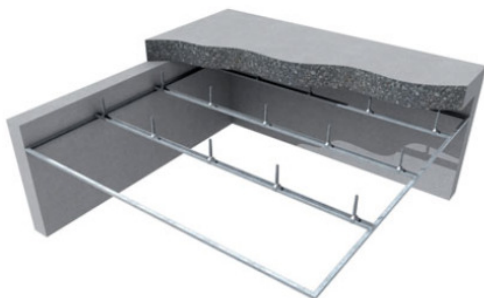
Az álmennyezet szerelési utasításait a gyártó szerelési utasításai tartalmazzák.

A szerkezet felszerelésének általános lépései:

- 1 A C-profilokat a falhoz erősítik.



- 2 A C-profilokat a mennyezethez erősítik.



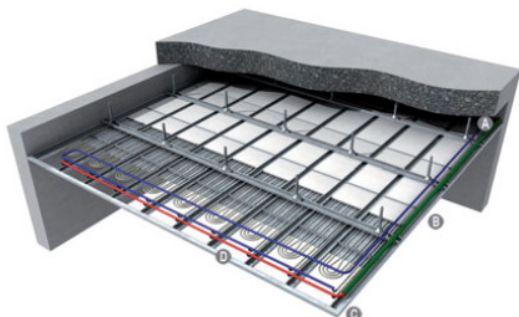
- 3 A paneleket hordozó C-profilokat 330-340 cm-es távközzel helyezik el. Ekkor még nincsenek rögzítve



- 4 A modulokat egyenként felszerelik, miközben az előző lépésben említett tartó C-profilokat rögzítik.

MEGJEGYZÉS:

Felhívjuk a figyelmet, hogy az összes modul fel van címkézve. Ezek a címkék azonosak a rajzokon található jelölésekkel. A rendszer helyes működése érdekében a megfelelő címkével jelölt modulokat használják.



- A: A beton mennyezet és a profilok távolsága = 150 mm
- B: A C profilok közötti távolság = 850 mm
- C: A modul és a fal közötti távolság = 300 mm
- D: A C profilok közötti távolság = 330-340 mm

5.2 Részegységek és szerkezeti anyagok

Ez a szakasz tárgyalja a különböző kapható részegységeket és alkatrészeket, hogy segítse azonosításukat.

- Modulok
- Csövek
- Szerelvények
- Elosztók
- Áramlásvezérlő rendszerek
- Helyiség hőszabályozók
- Harmatpont-szabályozók



Többrétegű cső (16 x 2,0 mm)



Szigetelt többrétegű cső
(16 x 2,0 mm, a szigetelés 9 vagy 13 mm)



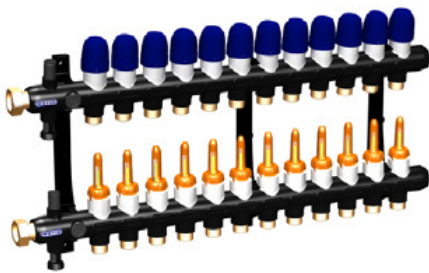
CD-4 modul



Wavin Tempower egyenes, benyomható/sajtolható (16 x 10 mm)



Wavin Tempower egyenlőtlen szárú T-tag,
benyomható/sajtolható (16 x 10 x 16 mm)



Wavin Tempower elosztó 12 csatlakozóponttal



Wavin Tempower javítókészlet

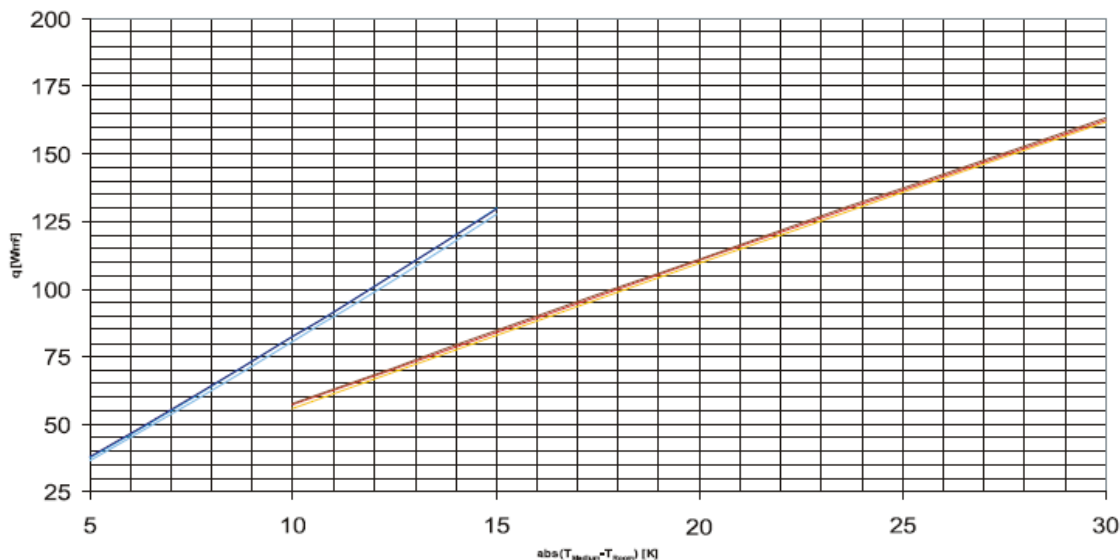
5.3 A numerikus szimuláció eredményei

A Wavin Tempower CD-4 mennyezeti fűtő és hűtő kapacitását a "Fachhochschulstudiengänge Burgenland, Kernkompetenzbereich Energie- und Umweltmanagement" keretében határozták meg véges térfogat módszerrel.

MEGJEGYZÉS:

Ennek az az oka, hogy a sugárzó felület az a helyiség levegőjével érintkező alacsonyabb hőmérsékletű felület, ahol a kondenzáció megtörténhet. A Tempower méretezési szoftver a használatakor a működési hőmérsékletet (=mind a levegő, mind a felület hőmérsékletét) figyelembe veszi. Kérjük, a 3.5 szakaszt is vegye figyelembe. A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása

A diagram a hűtésnél (kék) és fűtésnél (piros) érvényes hőáram-sűrűséget mutatja, különböző burkolásoknál (l. a magyarázatot), a víz hőmérséklet – T_{medium} – és a helyiség hőmérséklete - T_{ro} – függvényében.



- CD4 ceiling construction – 12,5 mm Covering [Gypsum Carton Panel] COOLING
 - CD4 ceiling construction – 15,0 mm Covering [Gipsfaserplatte] COOLING
 - CD4 ceiling construction – 10,0 mm Covering [Thermoplatte] COOLING
 - CD4 ceiling construction – 12,5 mm Covering [Gypsum Carton Panel] HEATING
 - CD4 ceiling construction – 15,0 mm Covering [Gipsfaserplatte] HEATING
 - CD4 ceiling construction – 10,0 mm Covering [Thermoplatte] HEATING
- | | | |
|------------------------|---|--|
| CD4 mennyezeti kivitel | - | 12,5 mm Burkolás [Gipszkarton panel] HŰTÉS |
| CD4 mennyezeti kivitel | - | 15,0 mm Burkolás [Gipszkarton lap] HŰTÉS |
| CD4 mennyezeti kivitel | - | 10,0 mm Burkolás [Thermolap] HŰTÉS |
| CD4 mennyezeti kivitel | - | 12,5 mm Burkolás [Gipszkarton panel] FŰTÉS |
| CD4 mennyezeti kivitel | - | 15,0 mm Burkolás [Gipszkarton lap] FŰTÉS |
| CD4 mennyezeti kivitel | - | 10,0 mm Burkolás [Thermolap] FŰTÉS |

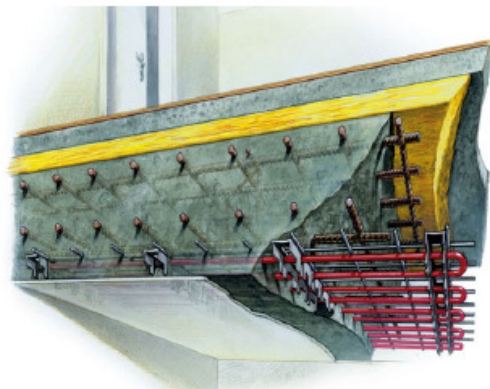
6. Wavin Tempower CW-90

A Wavin Tempower CW-90-et arra fejlesztették ki, hogy felületi hűtést és fűtést biztosítson nedves mennyezetekkel.

6.1 Szerkezeti leírás

Az alábbi ábrák a kész szerkezet keresztmetszetét mutatják. A szerkezet felszerelésének általános lépései:

- 1 A beton fa zsaluzatának elkészítése
- 2 A CW-90 modulok megfelelő irányú behelyezése a fa zsaluzatba
Vegyük figyelembe a szerkezeti rajzokat.
- 3 A csővégek felszerelése az összekötő csövekre
- 4 A védőcső behelyezése a mennyezeti csatornába
- 5 A vasalás behelyezése a modulok fölé.
- 6 A vasalás behelyezése a betonhoz.
- 7 A beton kiöntése és megszilárdulása
- 8 A fa zsaluzat eltávolítása



A kész szerkezet keresztmetszete

6.2 Részegységek és szerkezeti anyagok

Ez a szakasz tárgyalja a különböző kapható részegységeket és alkatrészeket, hogy segítse azonosításukat.

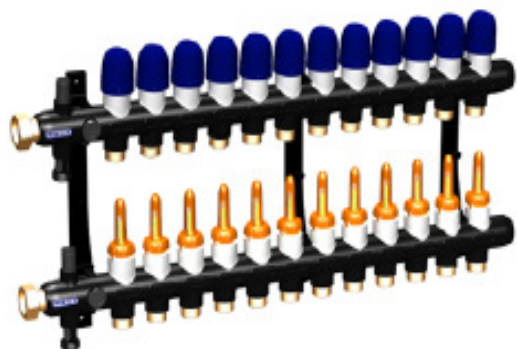
- Modulok
- Csövek
- Szerelvények
- Elosztók
- Áramlásvezérlő rendszerek
- Helyiség hőszabályzók
- Harmatpont-szabályzók



Wavin Tempower PB (oxigéngátas cső felületi fűtéshez és hűtéshez, 12 x 1,5 mm)



Több rétegű cső (20 x 2,25 mm)



Wavin Tempower elosztó 12 csatlakozóponttal



Wavin Tempower T-tag, sajtolható (20 x 12 x 20 mm)



Szigetelt töbrétegű cső (16 x 2,0 mm, a szigetelés 9 vagy 13 mm)



Wavin Tempower szűkítő, sajtolható (20 x 12 mm)



Wavin Tempower T-tag, sajtolható (20 x 20 x 16 mm)



Wavin Tempower javítókészlet



Wavin Tempower javítókészlet

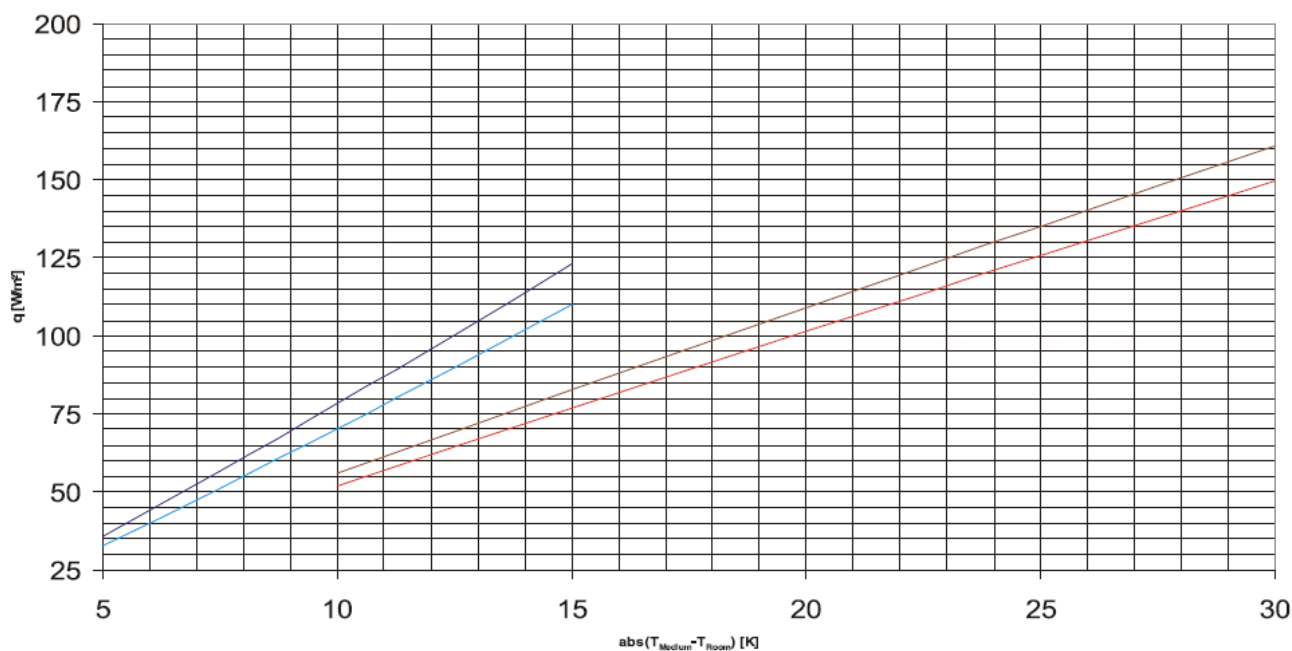
6.3 A numerikus szimuláció eredményei a CW-90-nél

A Wavin Tempower CW-90 mennyezeti fűtő és hűtő kapacitását a " Fachhochschulstudiengänge Burgenland, Kernkompetenzbereich Energie- und Umweltmanagement" keretében határozták meg véges térfogat módszerrel.

MEGJEGYZÉS:

A diagramok felvétele azzal a feltételezéssel történt, hogy a helyiség levegőjének hőmérséklete azonos a helyiség felületeinek hőmérsékletével (a teljes felület átlagos hőmérséklete, kivéve a sugárzó paneleket). A Tempower méretezési szoftver a használatakor a működési hőmérsékletet (=mind a levegő, mind a felület hőmérsékletét) figyelembe veszi. Kérjük, a 3.5 szakaszt is vegye figyelembe. A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása

A diagram a hűtésnél (kék) és fűtésnél (piros) érvényes hőáram-sűrűséget mutatja, különböző burkolásoknál (l. a magyarázatot), a víz hőmérséklet – T_{medium} – és a helyiség hőmérséklete - T_{room} – függvényében.



- CW90 wall construction - 10 mm Covering [Plaster $\lambda=0,6$ W/m K] COOLING
 - CW90 wall construction - 2 mm Covering [Plaster $\lambda=0,6$ W/m K] COOLING
 - CW90 wall construction - 10 mm Covering [Plaster $\lambda=0,6$ W/m K] HEATING
 - CW90 wall construction - 2 mm Covering [Plaster $\lambda=0,6$ W/m K] HEATING
- CW90 fali kivitel - 10 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] HŰTÉS
 CW90 fali kivitel - 2 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] HŰTÉS
 CW90 fali kivitel -10 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] FŰTÉS
 CW90 fali kivitel - 2 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] FŰTÉS

7. Wavin Tempower WD-10

A Wavin Tempower WD-10-et arra fejlesztették ki, hogy felületi hűtést és fűtést biztosítson száraz mennyezetekkel és falakkal.

7.1 Szerkezeti leírás

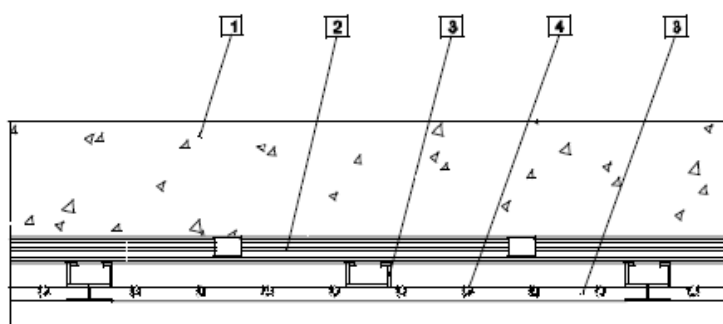
A következő ábra a WD-10 rendszer keresztmetszetét mutatja és egy fali alkalmazási példát, két esetben:

- A csövek az alátámasztó szerkezet felé mutatnak.
- A csövek a helyiség felé mutatnak.

A következő ábra a WD-10 rendszer fali alkalmazására mutat példát.



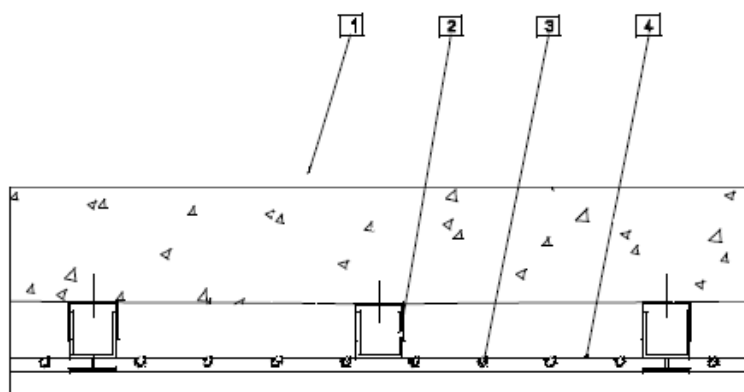
Példa a WD-10 modulok fali felerősítésére



(1) Fali kettős C-profil

Fali kettős C-profil jelmagyarázata:

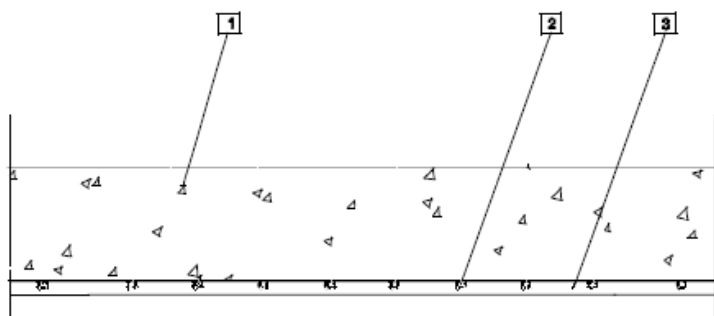
1. Meglévő fal.
2. Az első C-profil kerete – profilméretek 50 x 27 mm - belső tengely mentén 1000 mm.
3. A második C-profil kerete – profilméretek 50 x 27 mm - belső tengely mentén 310 mm.
4. PB csövek oxigéngáttal
5. Rostos gipszpanel, 15 mm vastag



(2) Fali egyes C-profil

Fali egyes C-profil jelmagyarázata:

1. Meglévő fal.
2. A C-profil kerete – profilméretek 50 x 50 mm vagy min. 40 x 75 mm - belső tengely mentén 310 mm.
3. PB csövek oxigéngáttal
4. Rostos gipszpanel, 15 mm vastag

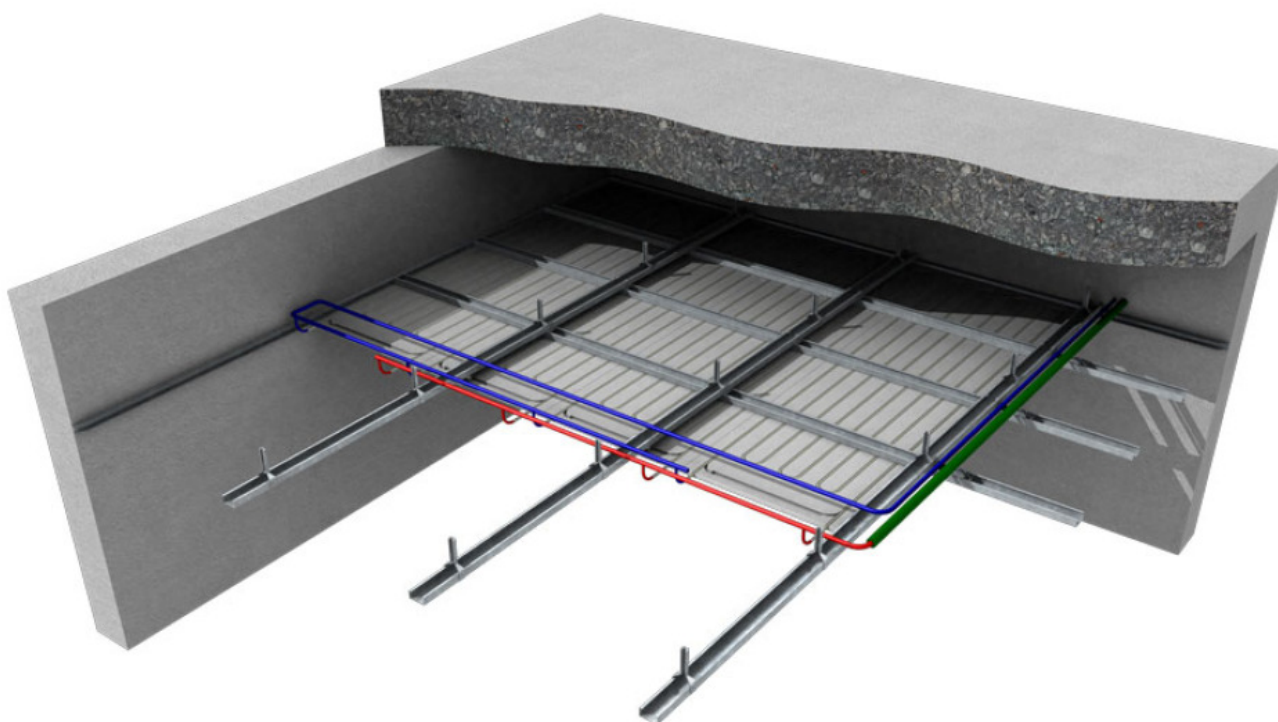


(3) Fal sima felületen

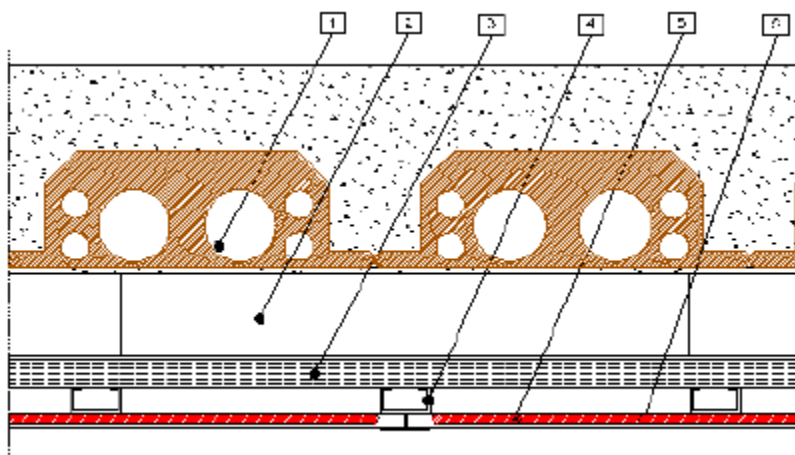
Fal sima felületen, jelmagyarázat:

1. Meglévő fal.
2. PB csövek oxigéngáttal.
3. Rostos gipszpanel, 15 mm vastag.

A következő ábra a WD-10 rendszer mennyezeti alkalmazására mutat példát.



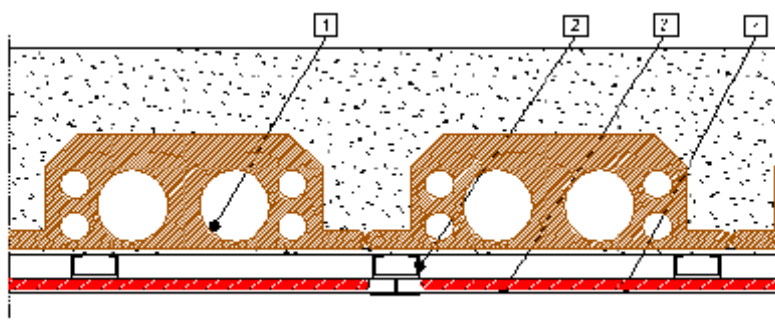
Példa a WD-10 modulok mennyezeti felerősítésére



(1) Mennyezeti kettős C-profil

Mennyezeti kettős C-profil jelmagyarázata:

- 1 Meglévő mennyezet
- 2 10 cm vastag levegőhézag
- 3 Az első C-profil kerete – profilméreték 50 x 27 cm - belső tengely mentén 85 cm.
- 4 A második C-profil kerete – profilméreték 50 x 27 mm - belső tengely mentén 50 cm.
- 5 PB csövek oxigéngáttal
- 6 Rostos gipszpanel, 15 mm vastag



(2) Mennyezeti egyes C-profil

Mennyezeti egyes C-profil jelmagyarázata:

- 1 Meglévő mennyezet
- 2 A C-profil kerete – profilméreték 50 x 27 mm - belső tengely mentén 50 cm.
- 3 PB csövek oxigéngáttal.
- 4 Rostos gipszpanel, 15 mm vastag.

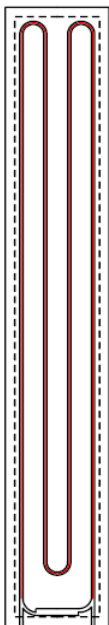
7.2 Részegységek és szerkezeti anyagok

Ez a szakasz tárgyalja a különböző kapható részegységeket és alkatrészeket, hogy segítse azonosításukat.

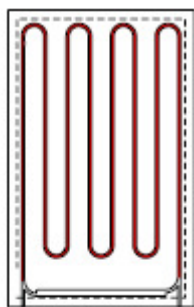
- Modulok

- Csövek
- Csatlakozók
- Elosztók
- Áramlásvezérlő rendszerek
- Helyiség hőszabályzók
- Harmatpont-szabályzók

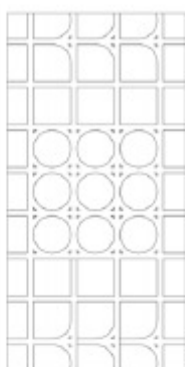
Különböző 15 mm vastag rostos gipszpanelek léteznek. A panelek hátoldalába be vannak építve a 10 x 1,3 mm-es PB csövek.



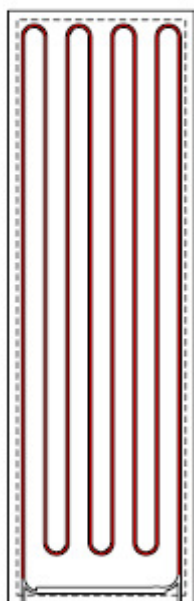
WD-10 modul 310x2000



WD-10 modul 625x1000



WD-10 összekötő modul 625x310



WD-10 modul 625x2000



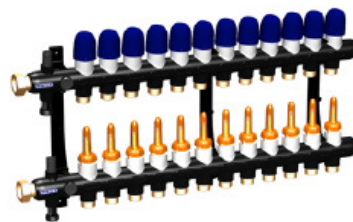
Többrétegű cső (16 x 2,0 mm)



Szigetelt többrétegű cső (16 x 2,0 mm, a szigetelés 9 vagy 13 mm)



Wavin Tempower egyenes, benyomható/sajtolható (16 x 10 mm)



Wavin Tempower elosztó 12 csatlakozóponttal



Wavin Tempower egyenlőtlen szárú T-tag,
benyomható/sajtolható (16 x 10 x 16 mm)



Wavin Tempower javítókészlet

7.3 A numerikus szimuláció eredményei a WD-10-nél

A Wavin Tempower WD-10 mennyezeti/fali fűtő és hűtő kapacitását a "Fachhochschulstudiengänge Burgenland, Kernkompetenzbereich Energie- und Umweltmanagement" keretében határozták meg véges térfogat módszerrel.

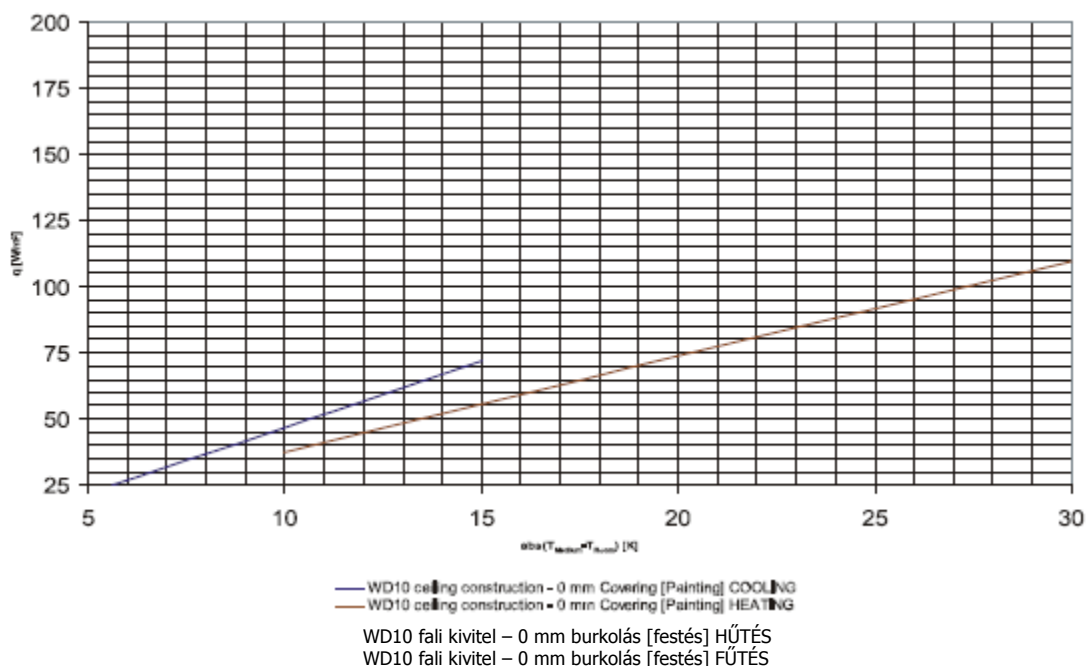
MEGJEGYZÉS:

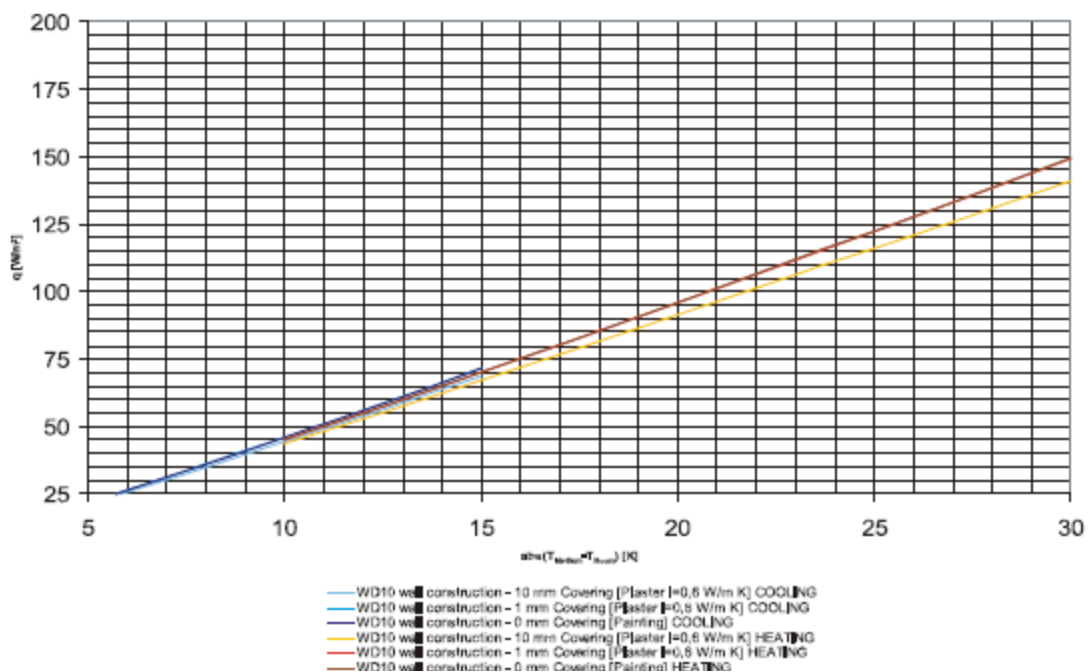
A diagramok felvétele azzal a feltételezéssel történt, hogy a helyiség levegőjének hőmérséklete azonos a helyiség felületeinek hőmérsékletével (a teljes felület átlagos hőmérséklete, kivéve a sugárzó paneleket). A Tempower méretezési szoftver a használatakor a működési hőmérsékletet (= mind a levegő, mind a felület hőmérsékletét) figyelembe veszi. Kérjük, a 3.5. szakaszt is vegye figyelembe. A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása

MEGJEGYZÉS:

Ezeket a diagramokat felszerelt panelekkel vették fel, a csövek a fal felé mutatnak. Ha a paneleket a helyiség felé mutató csövekkel szereleik fel, a 9.3. szakasz UNI10 diagramjait kell használni.

A diagram a hűtésnél (kék) és fűtésnél (piros) érvényes hőáram-sűrűséget mutatja, különböző burkolásoknál (l. a magyarázatot), a víz hőmérséklet – T_{medium} – és a helyiség hőmérséklete – T_r – függvényében.





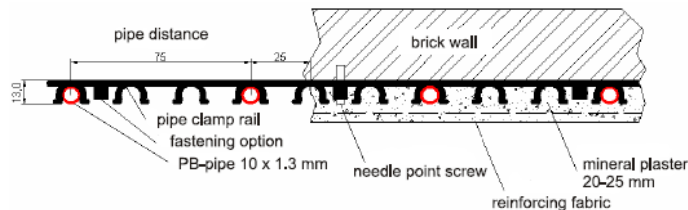
- WD10 fali kivitel - 10 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] HŰTÉS
- WD10 fali kivitel - 1 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] HŰTÉS
- WD10 fali kivitel - 0 mm burkolás [festés] HŰTÉS
- WD10 fali kivitel - 10 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] FŰTÉS
- WD10 fali kivitel - 1 mm burkolás [vakolat $\lambda=0,6$ W/m K] FŰTÉS
- WD10 fali kivitel - 0 mm burkolás [festés] FŰTÉS

8. Wavin Tempower WW-10

A Wavin Tempower WW-10-et arra fejlesztették ki, hogy felületi hűtést és fűtést biztosítson nedves mennyezetekkel és falakkal.

8.1 Szerkezeti leírás

A következő ábrák a WW-10 rendszer keresztmetszetét ábrázolják, és fali és mennyezeti alkalmazására mutatnak példát.



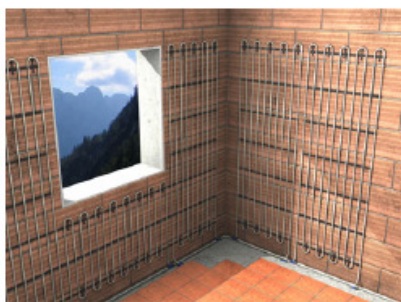
Csővezeték távolsága

Téglafal

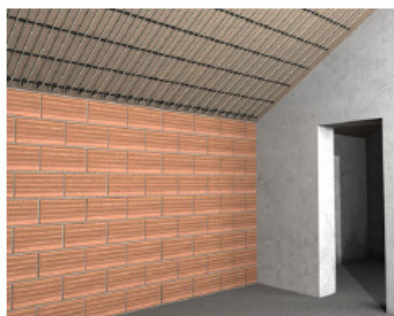
Sín a csőkapocshoz
rögzítési lehetőség

Többretegű cső 10 x 1,3 mm Önmetsző csavar vakolat 20-25 mm
textil erősítés

Fali szerkezet



Példa a WD-10 modulok fali felerősítésére



Példa a WD-10 modulok mennyezeti felerősítésére

8.2 Részegységek és szerkezeti anyagok

Ez a szakasz tárgyalja a különböző kapható részegységeket és alkatrészeket, hogy segítse azonosításukat.

- Modulok
- Csövek
- Csőkapcsok és -tartók
- Szerelvények
- Elosztók
- Áramlásvezérlő rendszerek
- Helyiség hőszabályzók
- Harmatpont-szabályzók

A WW-10 rendszernek kétfajta modula van:

- előregyártott modulok
- közvetlenül a felületre szerelt modulok



WW-10 modul



Szigetelt többrétegű cső (16 x 2,0 mm, a szigetelés 9 vagy 13 mm)



Wavin Tempower PB (oxigéngátás cső felületi fűtéshez és hűtéshez, 10 x 1,3 mm)



Többrétegű cső (16 x 2,0 mm)



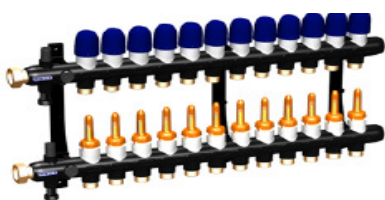
Sín a csőkapocshoz



Wavin Tempower egyenlőtlen szárú T-tag, benyomható/sajtolható (16 x 10 x 16 mm)



Csőtartó rúd



Wavin Tempower elosztó 12 csatlakozóponttal



Wavin Tempower egyenes, benyomható/sajtolható (16 x 10 mm)



Wavin Tempower javítókészlet

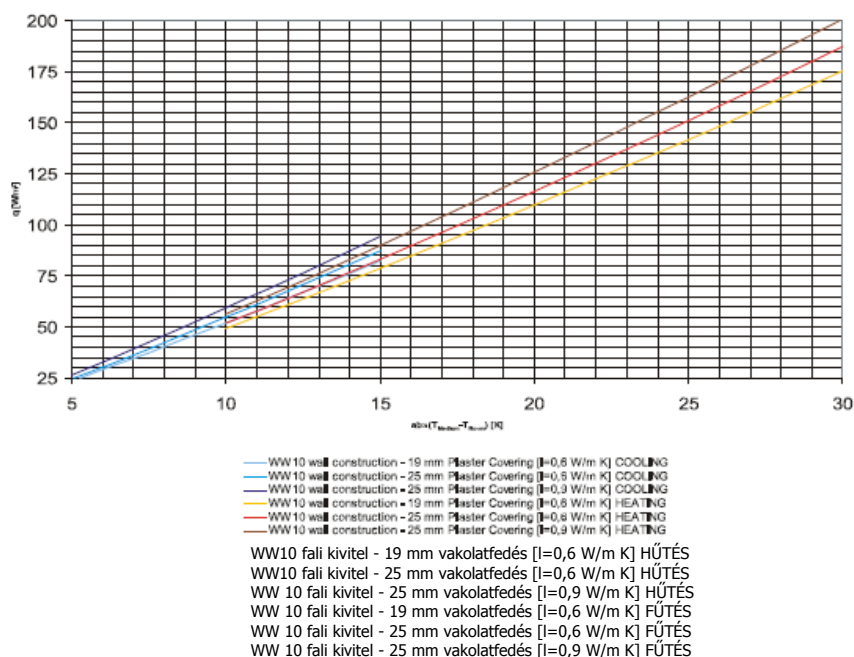
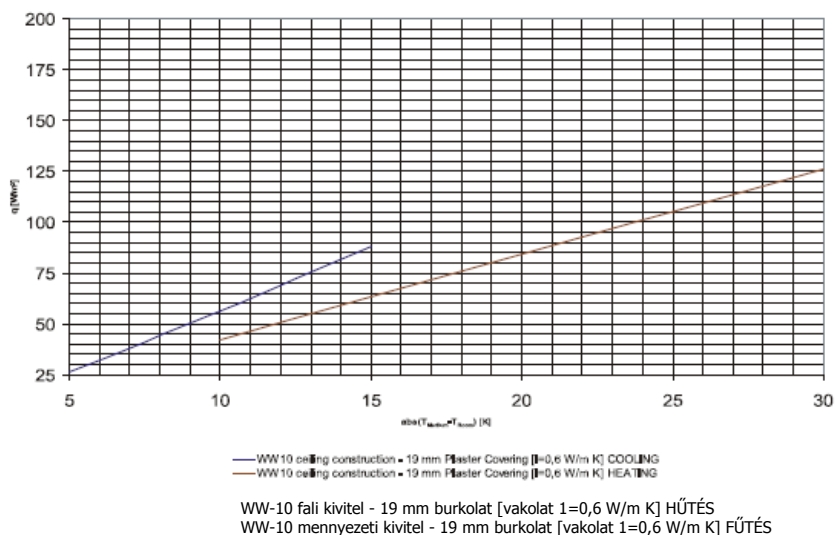
8.3 A numerikus szimuláció eredményei a WW-10-nél

A Wavin Tempower WW-10 mennyezeti/fali fűtő és hűtő kapacitását a "Fachhochschulstudiengänge Burgenland, Kernkompetenzbereich Energie- und Umweltmanagement" keretében határozták meg véges térfogat módszerrel.

MEGJEGYZÉS:

A diagramok felvétele azzal a feltételezéssel történt, hogy a helyiség levegőjének hőmérséklete azonos a helyiség felületeinek hőmérsékletével (a teljes felület átlagos hőmérséklete, kivéve a sugárzó paneleket). A Tempower méretezési szoftver a használatakor a működési hőmérsékletet (=mind a levegő, mind a felület hőmérsékletét) figyelembe veszi. Kérjük, a 3.5 szakaszt is vegye figyelembe. A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása.

A diagram a hűtésnél (kék) és fűtésnél (piros) érvényes hőáram-sűrűséget mutatja, különböző burkolatoknál (l. a magyarázatot), a víz hőmérséklet – T_{medium} – és a helyiség hőmérséklete - T_{room} – függvényében.



9. Wavin Tempower UNI-10

A Wavin Tempower UNI-10-et arra fejlesztették ki, hogy felületi hűtést és fűtést biztosítson száraz mennyezetekkel.

9.1 Szerkezeti leírás

A következő ábra az UNI-10 rendszer fali alkalmazására mutat példát.



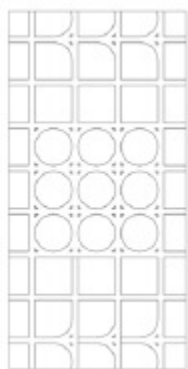
Példa az UNI-10 modulok fali felerősítésére

9.2 Részegységek és szerkezeti anyagok

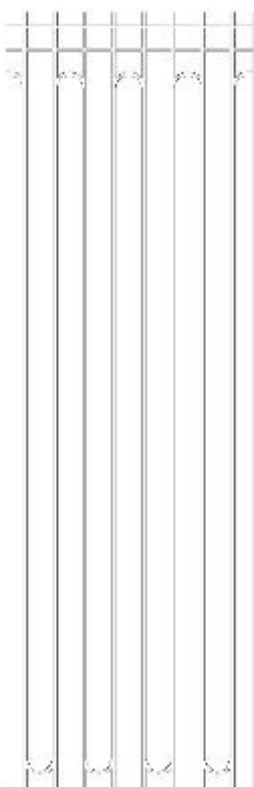
Ez a szakasz tárgyalja a különböző kapható részegységeket és alkatrészeket, hogy segítse azonosításukat.

- Modulok
- Csövek
- Csatlakozók
- Elosztók
- Áramlásvezérlő rendszerek
- Helyiség hőszabályzók
- Harmatpont-szabályzók

Különböző 15 mm vastag rostos gipszpanelek léteznek. A panelek hátoldalába be vannak építve a 10 x 1,3 mm-es PB csövek.



UNI-10 összekötő modul 625x310



UNI-10 modul 625x2000



Többrétegű cső (16 x 2,0 mm)



Wavin Tempower rozsdamentes acél elosztó



Szigetelt többrétegű cső (16 x 2,0 mm, a szigetelés 9 vagy 13 mm)



Wavin Tempower javítókészlet



Wavin Tempower egyenes, benyomható/sajtolható (16 x 10 mm)



Wavin Tempower egyenlőtlen szárú T-tag, benyomható/sajtolható (16 x 10 x 16 mm)

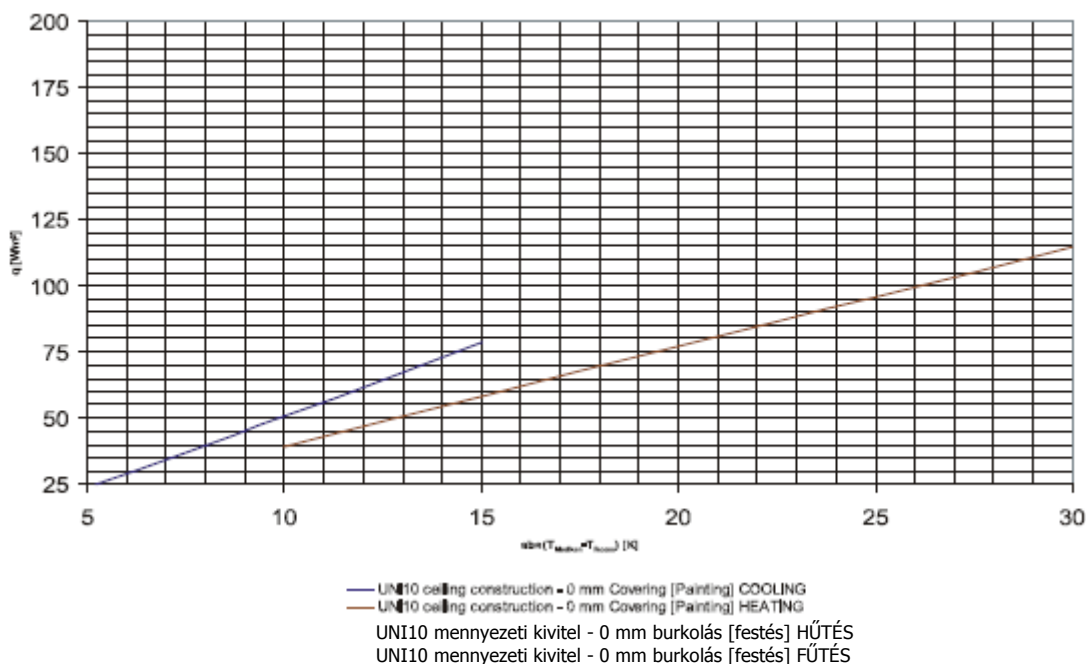
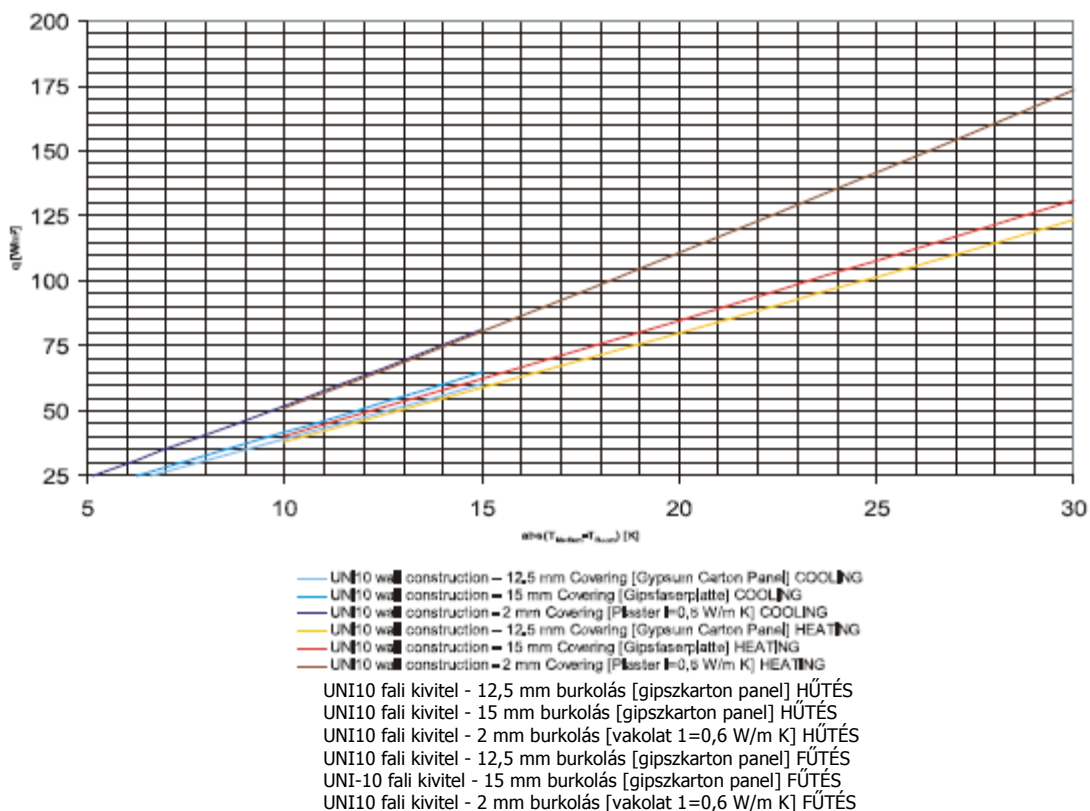
9.3 A numerikus szimuláció eredményei a UNI-10-nél

A Wavin Tempower UNI-10 mennyezeti fűtő és hűtő kapacitását a " Fachhochschulstudiengänge Burgenland, Kernkompetenzbereich Energie- und Umweltmanagement" keretében határozták meg véges térfogat módszerrel.

MEGJEGYZÉS:

A diagramok felvétele azzal a feltételezéssel történt, hogy a helyiség levegőjének hőmérséklete azonos a helyiség felületeinek hőmérsékletével (a teljes felület átlagos hőmérséklete, kivéve a sugárzó paneleket). A Tempower méretezési szoftver a használatakor a működési hőmérsékletet (= mind a levegő, mind a felület hőmérsékletét) figyelembe veszi. Kérjük, a 3.5 szakaszt is vegye figyelembe. A különböző sugárzási hőmérsékletek hatása.

A diagram a hűtésnél (kék) és fűtésnél (piros) érvényes hőáram-sűrűséget mutatja, különböző burkolatoknál (l. a magyarázatot), a vízhőmérséklet – T_{medium} – és a helyiség hőmérséklete - T_{room} – függvényében.

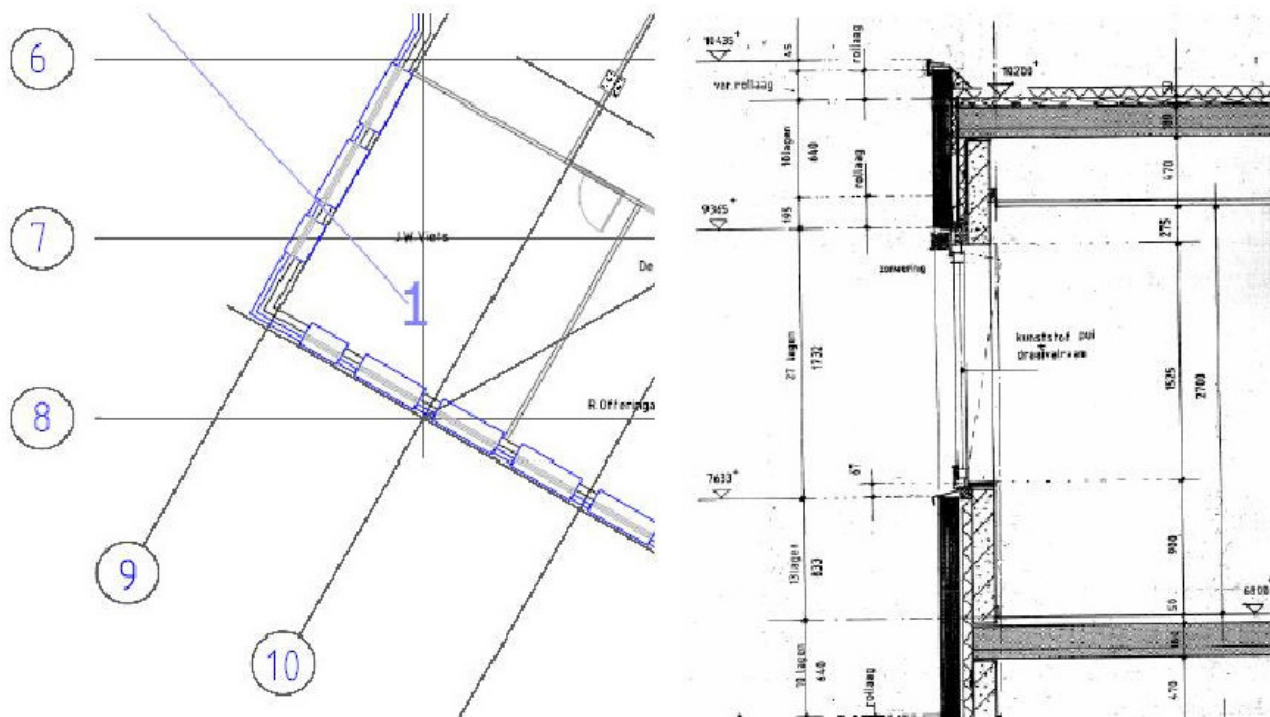


10. A referenciahelyiségi szimuláció eredményei

A háromdimenziós szimuláció a referenciahelyiségi szimuláción alapul, amelyet Hollandiában végeztek el.

10.1 A használt referenciahelyiség/peremfeltételek

Az alábbi ábra a vizsgált helyiséget mutatja:



A vizsgált helyiség (balra) és metszeti nézet (jobbra)

A hőmérsékleti peremfeltételeket a stacionárius felületi hőmérséklet kiszámításával határozták meg, a szerkezet R értékével. Padlóra és belső falakra azt feltételezték, hogy a felületi hőmérséklet azonos a helyiségi hőmérsékletével. A felületi hőmérséklet kiszámítása a következőkön alapult:

A hollandiai esetben:

- az árnyékoló szerkezetek lent vannak
- $T_{\text{ambient}} = 28^{\circ}\text{C}$ and $T_{\text{room}} = 24^{\circ}\text{C}$

A számított felületi hőmérsékletek:

- ablaküveg: $25,6^{\circ}\text{C}$.
- külső fal: $24,2^{\circ}\text{C}$, belső padlók és belső falak: 24°C .

Az olaszországi esetben:

- az árnyékoló szerkezetek lent vannak
- $T_{\text{ambient}} = 33,8^{\circ}\text{C}$ and $T_{\text{room}} = 26^{\circ}\text{C}$

A számított felületi hőmérsékletek:

- ablaküveg: $29,1^{\circ}\text{C}$.
- külső fal: $26,4^{\circ}\text{C}$, belső padlók és belső falak: 26°C .

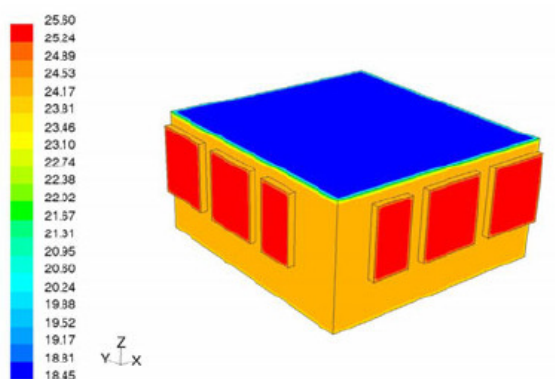
A fenti értékek csak stacionárius feltételek mellett érvényesek. A gyakorlatban ezek az értékek időfüggők.

A szimulációhoz CD-4-es rendszert használtak, 12,5 mm-es burkolással, 16°C-os bemenő és 18°C-os kimenő vízhőmérséklettel. A felületi hőmérsékletet a kétdimenziós paramétervizsgálat segítségével határozták meg. A sebességeloszlást a Reynolds-féle átlagolt Navier-Stokes egyenletekkel (RANS) határozták meg, lineáris örvény viszkozitási turbulencia modellel. A sugárzási hőmérséklet-eloszlást a diszkrét ordináták (DO) modellel számolták ki. A számításhoz kereskedelemben kapható CFD kódot (Fluent 6.1.22) használtak.

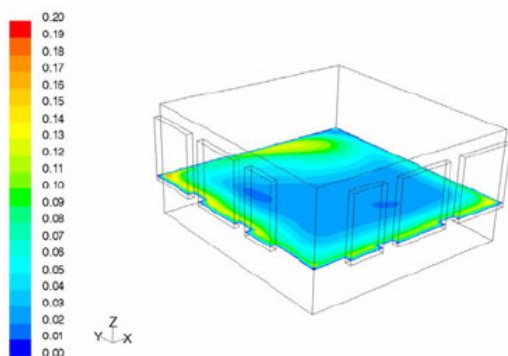
10.2 A referenciahelyiségi szimuláció eredményei

Az alábbi ábrák mutatják a számított fizikai értékeket (sebesség- és hőmérséklet-eloszlás) és az EESz-indexet (elégedetlenek előrejelzett százaléka, EN ISO 7730) mind a hollandiai esetre (49. o.), mind az olaszországi esetre (51. o.).

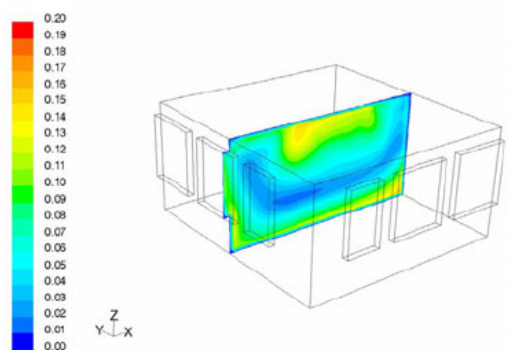
10.2.1 Hollandiai eset



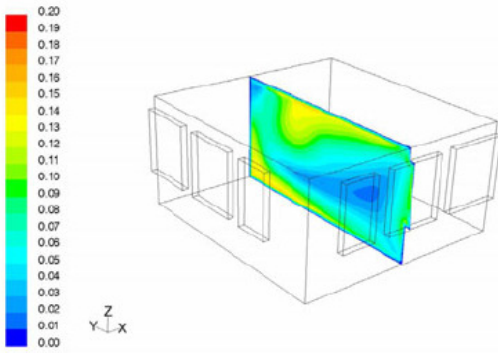
Hollandiai eset – a felületi hőmérséklet kontúrja [C]



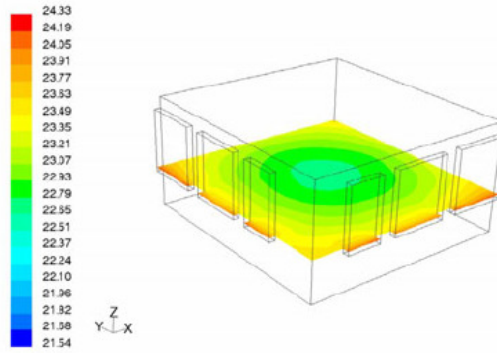
Hollandiai eset – a sebesség nagyságának kontúrja [m/s]



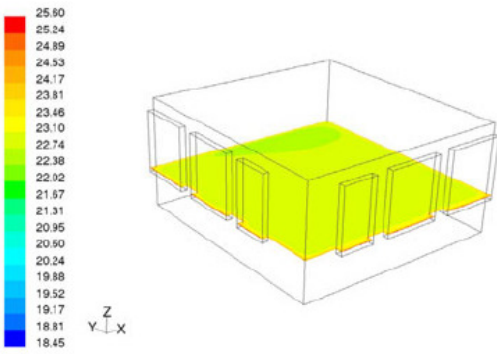
Hollandiai eset – a sebesség nagyságának kontúrja [m/s]



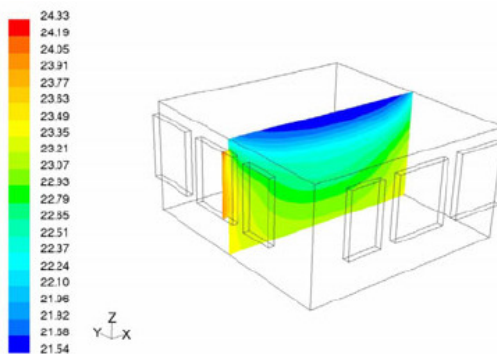
Hollandiai eset – a sebesség nagyságának kontúrrajza [m/s]



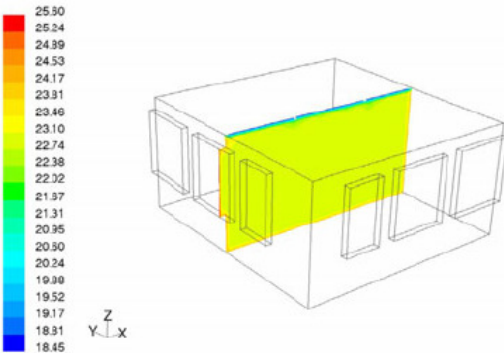
Hollandiai eset – a sugárzási hőmérséklet kontúrrajza [C]



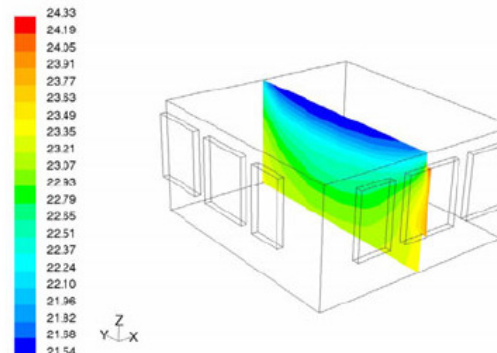
Hollandiai eset – a léghőmérséklet kontúrrajza [C]



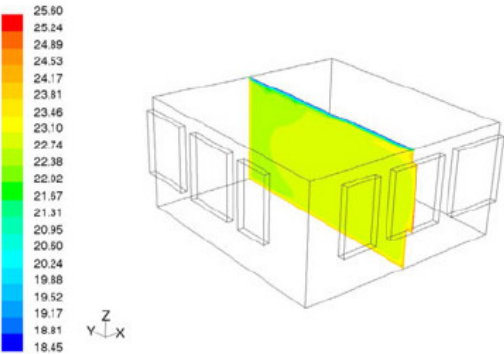
Hollandiai eset – a sugárzási hőmérséklet kontúrrajza [C]



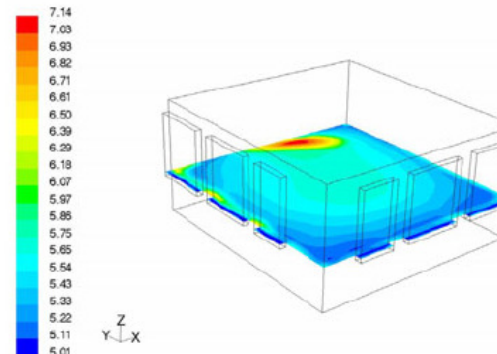
Hollandiai eset – a léghőmérséklet kontúrrajza [C]



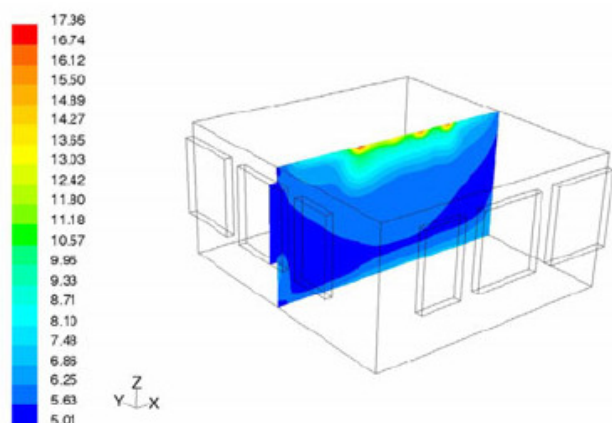
Hollandiai eset – a sugárzási hőmérséklet kontúrrajza [C]



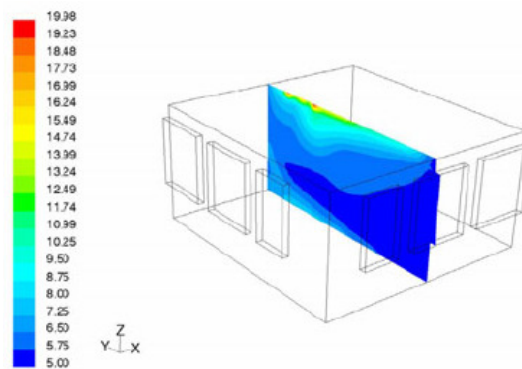
Hollandiai eset – a léghőmérséklet kontúrrajza [C]



Hollandiai eset – az EESz-index kontúrrajza (EN ISO 7730) [%]

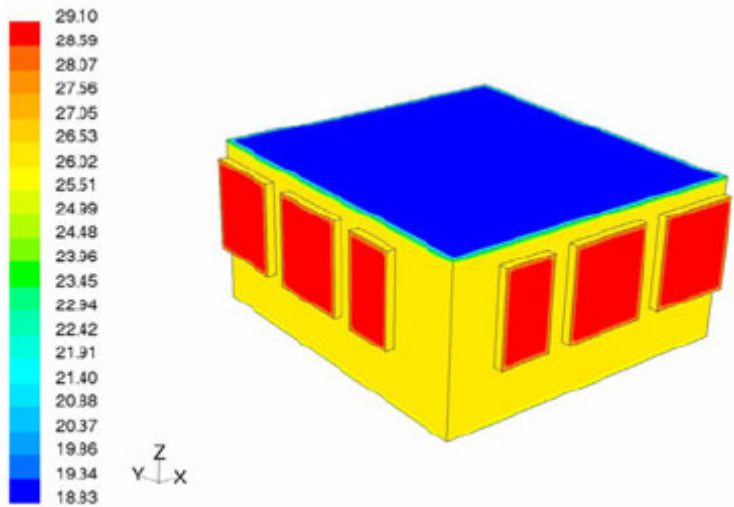


Hollandiai eset – az EESz-index kontúrrajza (EN ISO 7730) [%]

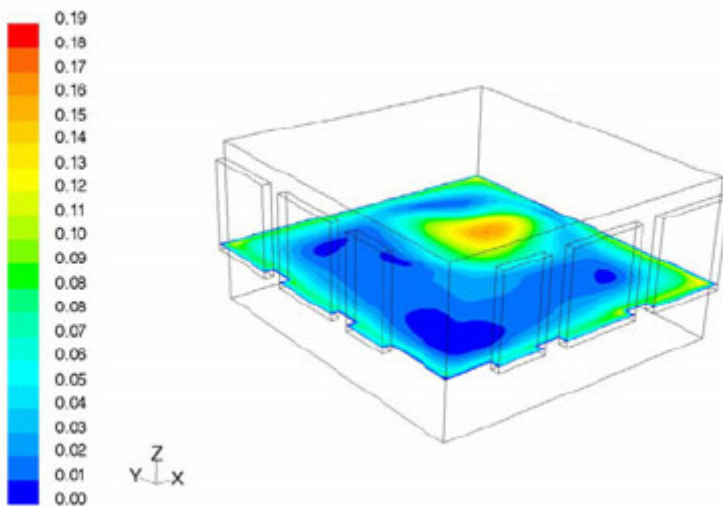


Hollandiai eset – az EESz-index kontúrrajza (EN ISO 7730) [%]

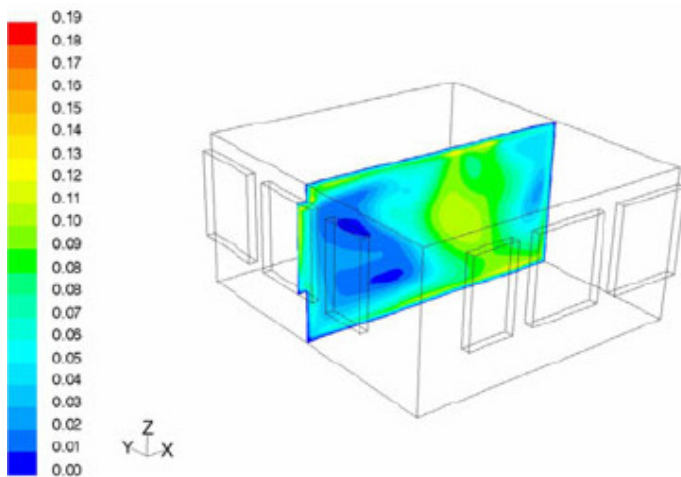
10.2.2 Olaszországi eset



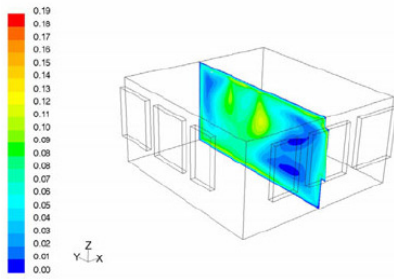
Olaszországi eset – a felületi hőmérséklet kontúrrajza [C]



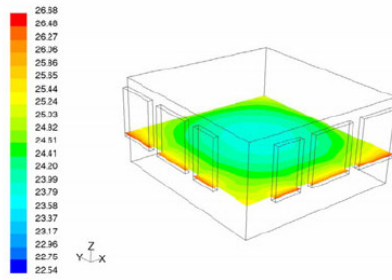
Olaszországi eset – a sebesség nagyságának kontúrrajza [m/s]



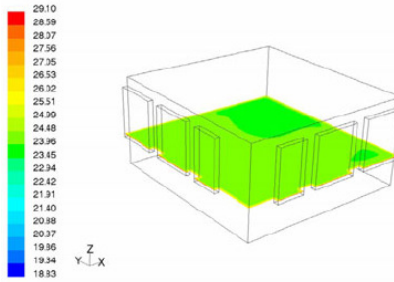
Olaszországi eset – a sebesség nagyságának kontúrrajza [m/s]



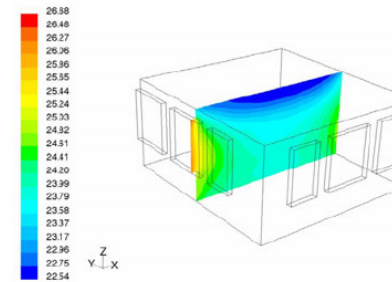
Olaszországi eset – a sebesség nagyságának kontúrrajza [m/s]



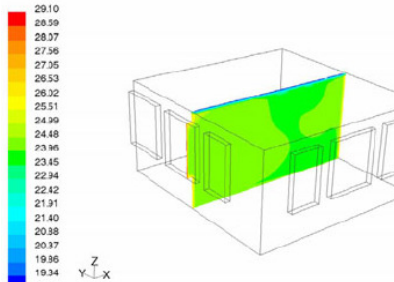
Olaszországi eset – a sugárzási hőmérséklet kontúrrajza [C]



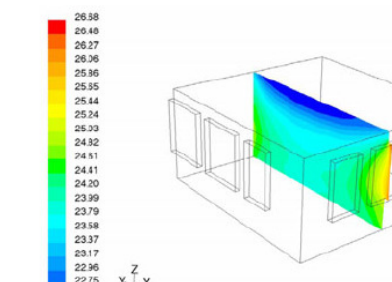
Olaszországi eset – a léghőmérséklet kontúrrajza [C]



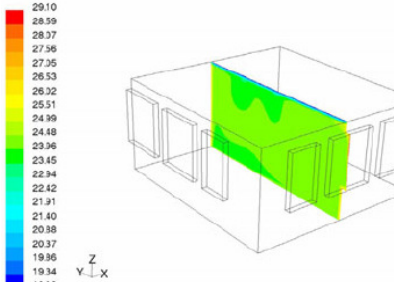
Olaszországi eset – a sugárzási hőmérséklet kontúrrajza [C]



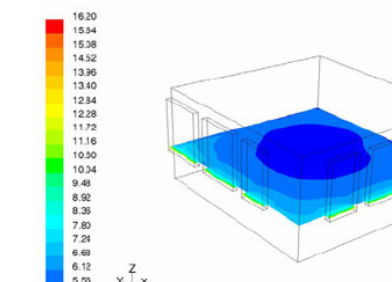
Olaszországi eset – a léghőmérséklet kontúrrajza [C]



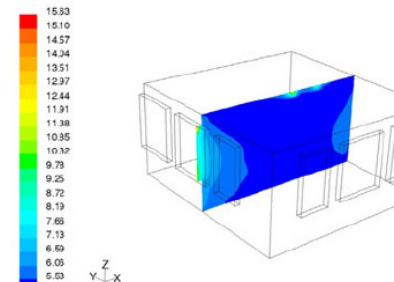
Olaszországi eset – a sugárzási hőmérséklet kontúrrajza [C]



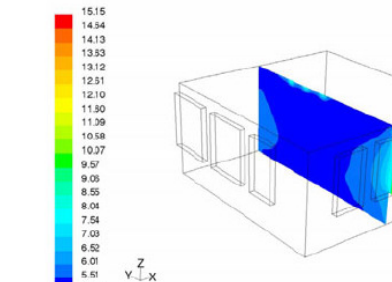
Olaszországi eset – a léghőmérséklet kontúrrajza [C]



Olaszországi eset – az EESz-index kontúrrajza (EN ISO 7730) [%]



Olaszországi eset – az EESz-index kontúrrajza (EN ISO 7730) [%]

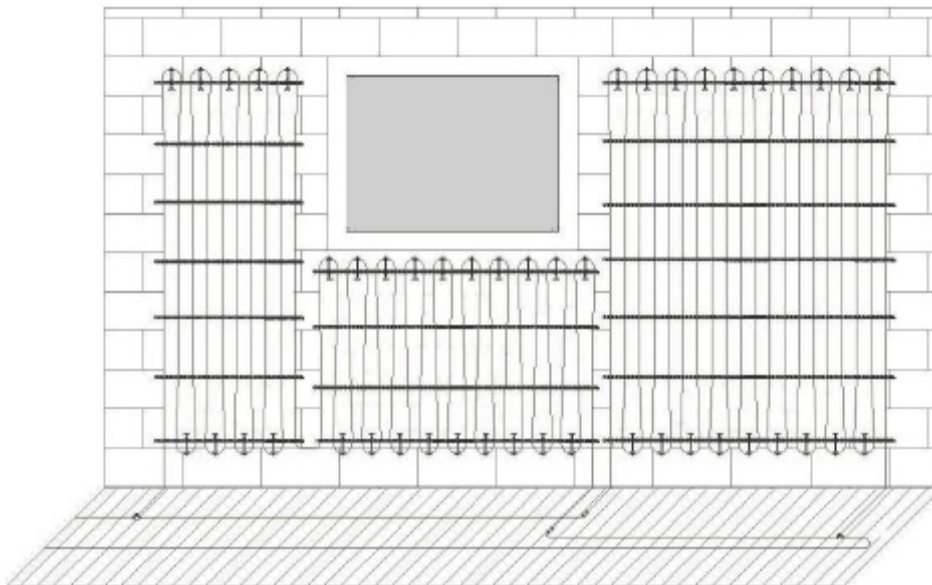


Olaszországi eset – az EESz-index kontúrrajza (EN ISO 7730) [%]

11. Függelék

11.1 Példa

Vizsgáljuk meg egy WW-10-es fal rendszer körét, amelyet a belső és külső teret elhatároló falra szereltek.



Ez a kör a helyszínen készült, $N_{c1-10} = 2$ panellel.

- Lényeges adatok:

PB 10 mm mindegyik panelhez, 40 m;

16 mm-es többrétegű összekötőcső, 30 m;

20 mm-es többrétegű összekötőcső, 0 m;

Wavin Tempower elosztó;

Fal $U = 0,3 \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$.

- Működési feltételek fűtés esetén

Az áramló víz hőmérséklete $T_{fh} = 45^\circ\text{C}$;

Az áramló víz kimenő és visszafolyó ága közötti hőmérsékletkülönbség $\Delta T_h = 4^\circ\text{C}$;

A helyiség hőmérséklete fűtés esetén 20°C ;

A külső hőmérséklet tervezési értéke fűtés esetén -10°C .

- Átlagos vízhőmérséklet hűtés esetén

Az áramló víz hőmérséklete $T_{fk} = 15^\circ\text{C}$;

Az áramló víz kimenő és visszafolyó ága közötti hőmérsékletkülönbség $\Delta T_k = 2^\circ\text{C}$;

A helyiség hőmérséklete hűtés esetén 26°C ;

A külső hőmérséklet tervezési értéke hűtés esetén 35°C .

A 8.2 szakasz hőáramsűrűség-diagramjából látszik:

Fűtés:

$$\text{Átlagos vízhőmérséklet: } T_{mh} = T^{\wedge} - (\Delta T_h / 2) = 45 - 4/2 = 43^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Hőáram-sűrűség: } q_{rh} = 147 \text{ W/m}^2$$

Hűtés:

$$\text{Átlagos vízhőmérséklet } T_{mh} = T_{rk} + (\Delta T_h / 2) = 15 - 2/2 = 16^{\circ}\text{C}$$

$$\text{Hűtő hőáram-sűrűség: } q_{rh} = 59 \text{ W/m}^2$$

A fal $U = 0,3 \text{ W/m}^2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hővezetését figyelembe véve:

$$\text{Fűtés: } q_{lh} = U \times (T_{mh} - T_{oh}) = 0,3 \times (43 - (-10)) = 15,9 \text{ W/m}^2 \text{ [11 \% - a } q_{rh} \text{-nak]}$$

$$\text{Hűtés: } q_{lk} = U \times (T_{ok} - T_{mk}) = 0,3 \times (35 - 16) = 5,7 \text{ W/m}^2 \text{ [10 \% - a } q_{rh} \text{-nek]}$$

A négyzetméterenként vízárám tehát:

$$\text{Fűtés: } W_h = [(q_{rh} + q_{lh}) \times 0,86] / \Delta T_h = (147 + 15,9) \times 0,86 / 4 = 35,02 \text{ kg/h m}^2$$

$$\text{Hűtés: } W_k = [(q_{rk} + q_{lk}) \times 0,86] / \Delta T_k = (59 + 5,7) \times 0,86 / 2 = 27,82 \text{ kg/h m}^2$$

Mivel a körben 2 db panel van 40 m PB 10 mm-es csővel:

$$\text{A panel felszíne: } SP_{10} = 0,075 \text{ m} \times 40 \text{ m} = 3 \text{ m}^2$$

$$\text{A kör felszíne: } SP_{c1-10} = SP_{10} \times N_{c1-10} = 3 \text{ m}^2 \times 2 = 6 \text{ m}^2$$

A vízárám a körben mindezek után:

$$\text{Fűtés: } W_{c1h} = W_h \times SP_{c1-10} = 35,02 \times 6 = 210,1 \text{ kg/h}$$

$$\text{Hűtés: } W_{c1k} = W_k \times SP_{c1-10} = 27,82 \times 6 = 166,9 \text{ kg/h}$$

Ebben az esetben a fűtési vízárám magasabb a hűtésinél. Ha egyetlen szivattyút használunk mind fűtésre, mind hűtésre, a magasabb W_{c1h} értéket kell figyelembe venni hűtéshez is, és a nyomásvesztés kiszámítását a 4. szakaszban a 10°C hőmérsékletű víz nyomásvesztéséhez való diagram alapján kell elvégezni, ahol:

$$W_{c1} = W_{c1k} = W_{c1h} = 210,1 \text{ kg/h.}$$

A nyomásvesztés számítása, figyelembe véve, hogy nincs 20 mm-es cső a körben:

$$P_d = P_{c1-16} (W_{c1}) + P_{c1-10} (W_{c1} / N_{c1-10}) + P_{c1-m} (W_{c1}) =$$

$$178,816 \text{ kPa}$$

Összegezve:

$$P_{c1-16} (W_{c1}) = 13,78 \text{ kPa}$$

Nyomásvesztés a 16 mm-es csőben $W_{c1} = 210,1 \text{ kg/h}$ vízárám mellett

$$[16 \text{ mm-es cső}] 30 \text{ m} \times 182 \text{ Pa/m} / 1000 = 5,46 \text{ kPa}$$

$$[T\text{-szerelvény } 16-10-16 \text{ elosztóként}] \text{ egyenes ág } 13973,7 \text{ Pa} / 1000 = 3,97 \text{ kPa}$$

$$[T\text{-szerelvény } 16-10-16 \text{ gyűjtőként}] \text{ - egyenes ág } 1634,7 \text{ Pa} / 1000 = 1,6 \text{ kPa}$$

- gyűjtőág 1755.8 Pa / 1000 = 1.7 kPa

[Szűkítő 16-10]1055,05 Pa / 1055.05

Pa / 1000 = 1,05 kPa

Pc1-10 (Wc1 / N_{c1-10}) = 163,708 kPa

[10 mm cső] 40 m x 4092,7 Pa/m/1000 = 163,708 kPa

Pc1-m (Wc1) = 1,328 kPa

Nyomásveszteség az elosztóban W_{c1} = 210,1 kg/h vízáram mellett

Áramlás: 887 Pa / 1000 = 0,887 kPa

Visszafolyás: 442 Pa / 1000 = 0,442 kPa

12. Nyomásveszteség

Ebben a szakaszban a Budapesti Műszaki Egyetemen elvégzett nyomásveszteségi vizsgálatok eredményei találhatóak. A vizsgálatokat az alkalmazható szabványok szerint végezték.

Minden táblázat két részre oszlik: az egyik a 45°C-os hőmérsékletre, a másik a 15°C-osra való eredmények vannak feltüntetve.

12.1 Nyomásveszteségek a CD-4-nél

Válassza meg a modul méretét és a vízáramot: a modul ezekhez tartozó nyomásvesztesége a cellában leolvasható.

- Sorok: modul vízárama kg/h-ban
- Oszlopok: modul mérete (mm-ben)

CD - 4 45°C		kPa														
		1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2400	2500	2600
kg/h	5	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
	10	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,30	0,31	0,32
	15	0,34	0,37	0,39	0,41	0,44	0,46	0,48	0,50	0,53	0,55	0,57	0,62	0,66	0,69	0,71
	20	0,60	0,64	0,68	0,72	0,76	0,80	0,84	0,88	0,92	0,96	1,00	1,09	1,17	1,21	1,25
	25	0,91	0,97	1,04	1,10	1,16	1,23	1,29	1,36	1,42	1,49	1,55	1,68	1,81	1,87	1,94
	30	1,27	1,36	1,46	1,55	1,64	1,74	1,83	1,92	2,02	2,11	2,20	2,39	2,58	2,67	2,76
	35	1,69	1,81	1,94	2,07	2,20	2,32	2,45	2,58	2,71	2,84	2,96	3,22	3,48	3,60	3,73
	40	2,14	2,31	2,48	2,65	2,82	2,99	3,15	3,32	3,49	3,66	3,83	4,16	4,50	4,67	4,83
	45	2,65	2,86	3,07	3,29	3,50	3,72	3,93	4,14	4,36	4,57	4,79	5,21	5,64	5,86	6,07
	50	3,19	3,45	3,72	3,98	4,25	4,51	4,78	5,05	5,31	5,58	5,84	6,37	6,90	7,17	7,43
	55	3,77	4,09	4,41	4,73	5,06	5,38	5,70	6,02	6,35	6,67	6,99	7,64	8,28	8,60	8,92
	60	4,38	4,76	5,15	5,53	5,92	6,30	6,69	7,07	7,46	7,84	8,23	9,00	9,77	10,15	10,54
	65	5,02	5,48	5,93	6,38	6,84	7,29	7,74	8,20	8,65	9,10	9,56	10,46	11,37	11,82	12,28
	70	5,70	6,23	6,76	7,28	7,81	8,34	8,86	9,39	9,92	10,45	10,97	12,03	13,08	13,61	14,13
	75	6,41	7,02	7,63	8,23	8,84	9,44	10,05	10,65	11,26	11,87	12,47	13,68	14,90	15,50	16,11
	80	7,16	7,85	8,54	9,23	9,92	10,61	11,30	11,99	12,68	13,37	14,06	15,44	16,82	17,51	18,20
	85	7,93	8,71	9,49	10,27	11,05	11,83	12,61	13,39	14,17	14,95	15,72	17,28	18,84	19,62	20,40
90	8,74	9,61	10,49	11,36	12,23	13,11	13,98	14,85	15,73	16,60	17,48	19,22	20,97	21,84	22,72	
95	9,58	10,55	11,53	12,50	13,47	14,44	15,42	16,39	17,36	18,34	19,31	21,25	23,20	24,17	25,15	
100	10,46	11,54	12,61	13,69	14,77	15,84	16,92	17,99	19,07	20,15	21,22	23,38	25,53	26,61	27,68	

CD - 4 45°C		kPa													
		2800	3000	3200	3400	3500	3600	3800	4000	4200	4400	4500	4600	4800	5000
kg/h	5	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14
	10	0,34	0,36	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52	0,54	0,56
	15	0,75	0,80	0,85	0,89	0,91	0,94	0,98	1,03	1,07	1,12	1,14	1,16	1,21	1,26
	20	1,33	1,41	1,49	1,58	1,62	1,66	1,74	1,82	1,90	1,99	2,03	2,07	2,15	2,23
	25	2,07	2,19	2,32	2,45	2,52	2,58	2,71	2,84	2,97	3,09	3,16	3,22	3,35	3,48
	30	2,95	3,14	3,32	3,51	3,60	3,70	3,88	4,07	4,26	4,45	4,54	4,63	4,82	5,01
	35	3,99	4,24	4,50	4,76	4,88	5,01	5,27	5,52	5,78	6,03	6,16	6,29	6,55	6,80
	40	5,17	5,51	5,84	6,18	6,35	6,52	6,85	7,19	7,52	7,86	8,03	8,20	8,53	8,87
	45	6,50	6,93	7,35	7,78	7,99	8,21	8,64	9,06	9,49	9,92	10,13	10,35	10,78	11,20
	50	7,96	8,50	9,03	9,56	9,82	10,09	10,62	11,15	11,68	12,21	12,48	12,74	13,27	13,80
	55	9,57	10,21	10,86	11,50	11,83	12,15	12,79	13,44	14,08	14,73	15,05	15,37	16,02	16,66
	60	11,31	12,08	12,85	13,62	14,01	14,39	15,16	15,93	16,70	17,47	17,86	18,24	19,01	19,78
	65	13,18	14,09	15,00	15,90	16,36	16,81	17,72	18,62	19,53	20,44	20,89	21,34	22,25	23,16
	70	15,19	16,24	17,29	18,35	18,88	19,40	20,46	21,51	22,58	23,62	24,14	24,67	25,73	26,78
	75	17,32	18,53	19,74	20,95	21,56	22,17	23,38	24,59	25,80	27,01	27,62	28,23	29,44	30,65
	80	19,58	20,96	22,34	23,72	24,41	25,10	26,48	27,86	29,24	30,62	31,31	32,00	33,38	34,76
	85	21,96	23,52	25,08	26,64	27,42	28,20	29,75	31,31	32,87	34,43	35,21	35,99	37,55	39,11
90	24,47	26,21	27,96	29,71	30,68	31,46	33,20	34,95	36,70	38,44	39,32	40,19	41,94	43,69	
95	27,09	29,04	30,98	32,93	33,90	34,87	36,82	38,76	40,71	42,66	43,63	44,60	46,55	48,49	
100	29,84	31,99	34,14	36,29	37,37	38,45	40,60	42,75	44,91	47,06	48,14	49,21	51,37	53,52	

CD-4 45°C

CD - 4		kPa														
15°C		1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900	2000	2200	2400	2500	2600
kg/h	5	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08
	10	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	0,28	0,30	0,31	0,32
	15	0,36	0,38	0,40	0,42	0,45	0,47	0,49	0,51	0,54	0,56	0,58	0,63	0,67	0,69	0,72
	20	0,63	0,67	0,71	0,75	0,79	0,83	0,87	0,91	0,96	0,99	1,03	1,11	1,19	1,23	1,27
	25	0,96	1,02	1,09	1,15	1,21	1,28	1,34	1,40	1,47	1,53	1,59	1,72	1,85	1,91	1,97
	30	1,36	1,45	1,55	1,64	1,73	1,82	1,91	2,00	2,09	2,19	2,28	2,46	2,64	2,73	2,83
	35	1,83	1,95	2,08	2,20	2,33	2,45	2,58	2,70	2,83	2,95	3,08	3,33	3,58	3,70	3,83
	40	2,35	2,51	2,68	2,84	3,00	3,17	3,33	3,50	3,66	3,83	3,99	4,32	4,65	4,81	4,97
	45	2,93	3,13	3,34	3,55	3,76	3,97	4,18	4,39	4,60	4,80	5,01	5,43	5,85	6,06	6,27
	50	3,56	3,82	4,08	4,33	4,59	4,85	5,11	5,37	5,63	5,89	6,15	6,66	7,18	7,44	7,70
	55	4,24	4,55	4,87	5,18	5,50	5,81	6,13	6,44	6,75	7,07	7,38	8,01	8,64	8,96	9,27
	60	4,97	5,35	5,72	6,10	6,47	6,85	7,22	7,60	7,97	8,35	8,73	9,48	10,23	10,60	10,98
	65	5,75	6,19	6,63	7,07	7,52	7,96	8,40	8,84	9,29	9,73	10,17	11,06	11,94	12,38	12,83
	70	6,57	7,08	7,60	8,11	8,63	9,14	9,66	10,17	10,69	11,20	11,72	12,75	13,77	14,29	14,80
	75	7,43	8,02	8,62	9,21	9,80	10,39	10,99	11,58	12,17	12,77	13,36	14,54	15,73	16,32	16,92
	80	8,33	9,01	9,69	10,36	11,04	11,72	12,39	13,07	13,75	14,42	15,10	16,45	17,81	18,48	19,16
	85	9,27	10,04	10,81	11,57	12,34	13,10	13,87	14,64	15,40	16,17	16,93	18,47	20,00	20,76	21,53
90	10,25	11,12	11,98	12,84	13,70	14,56	15,42	16,28	17,14	18,00	18,86	20,59	22,31	23,17	24,03	
95	11,27	12,23	13,19	14,15	15,12	16,08	17,04	18,00	18,96	19,92	20,88	22,81	24,73	25,69	26,65	
100	12,32	13,39	14,46	15,52	16,59	17,66	18,73	19,79	20,86	21,93	23,00	25,13	27,27	28,33	29,40	

CD - 4		kPa													
15°C		2800	3000	3200	3400	3500	3600	3800	4000	4200	4400	4500	4600	4800	5000
kg/h	5	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,14
	10	0,34	0,38	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,46	0,48	0,50	0,51	0,52	0,54	0,56
	15	0,76	0,81	0,85	0,90	0,92	0,94	0,99	1,03	1,08	1,12	1,14	1,17	1,21	1,26
	20	1,35	1,43	1,51	1,59	1,63	1,67	1,75	1,83	1,91	1,99	2,03	2,07	2,15	2,23
	25	2,10	2,23	2,35	2,48	2,54	2,60	2,73	2,86	2,98	3,11	3,17	3,24	3,38	3,49
	30	3,01	3,19	3,37	3,56	3,65	3,74	3,92	4,11	4,29	4,47	4,58	4,68	4,84	5,02
	35	4,08	4,33	4,58	4,83	4,96	5,08	5,33	5,58	5,83	6,08	6,20	6,33	6,58	6,83
	40	5,30	5,63	5,96	6,29	6,45	6,62	6,94	7,27	7,60	7,93	8,09	8,26	8,59	8,91
	45	6,68	7,10	7,52	7,94	8,14	8,35	8,77	9,19	9,61	10,02	10,23	10,44	10,86	11,27
	50	8,22	8,73	9,25	9,77	10,03	10,29	10,80	11,32	11,84	12,36	12,61	12,87	13,39	13,91
	55	9,90	10,53	11,16	11,79	12,10	12,41	13,04	13,67	14,30	14,93	15,24	15,56	16,19	16,82
	60	11,73	12,48	13,23	13,98	14,36	14,74	15,49	16,24	16,99	17,74	18,12	18,49	19,24	19,99
	65	13,71	14,59	15,48	16,36	16,81	17,25	18,13	19,02	19,90	20,79	21,23	21,67	22,56	23,44
	70	15,83	16,86	17,89	18,92	19,44	19,96	20,98	22,01	23,04	24,07	24,59	25,10	26,13	27,16
	75	18,10	19,29	20,47	21,66	22,25	22,85	24,03	25,22	26,40	27,59	28,16	28,77	29,96	31,15
	80	20,51	21,87	23,22	24,57	25,25	25,92	27,28	28,63	29,98	31,34	32,01	32,69	34,04	35,40
	85	23,06	24,59	26,13	27,66	28,42	29,19	30,72	32,25	33,79	35,32	36,08	36,85	38,38	39,91
90	25,75	27,47	29,19	30,92	31,78	32,64	34,36	36,08	37,80	39,53	40,39	41,25	42,97	44,69	
95	28,58	30,50	32,42	34,35	35,31	36,27	38,19	40,11	42,04	43,96	44,92	45,88	47,81	49,73	
100	31,54	33,67	35,81	37,94	39,01	40,08	42,21	44,35	46,48	48,62	49,69	50,76	52,89	55,03	

CD-4 15°C

12.2 Nyomásveszteségek a WD-10-nél

Válassza meg a modul méretét és a vízáramot: a modul ezekhez tartozó nyomásvesztesége a cellában leolvasható.

- Sorok: modul vízárama kg/h-ban
- Oszlopok: modul mérete (mm-ben)

WD - 10		kPa		
45°C		2000 X 625	2000 X 310	1000 X 625
kg/h	5	0,08	0,04	0,03
	10	0,32	0,16	0,13
	15	0,70	0,34	0,29
	20	1,21	0,58	0,50
	25	1,82	0,86	0,77
	30	2,53	1,19	1,09
	35	3,33	1,56	1,48
	40	4,21	1,95	1,87
	45	5,16	2,38	2,32
	50	6,18	2,83	2,81
	55	7,26	3,31	3,33
	60	8,40	3,81	3,88
	65	9,60	4,33	4,48
	70	10,86	4,87	5,07
	75	12,19	5,44	5,69
	80	13,59	6,05	6,33
	85	15,06	6,68	6,98
90	16,61	7,36	7,64	
95	18,25	8,08	8,31	
100	20,00	8,85	8,98	

WD - 10		kPa		
15°C		2000 X 625	2000 X 310	1000 X 625
kg/h	5	0,09	0,04	0,03
	10	0,33	0,16	0,13
	15	0,74	0,35	0,29
	20	1,28	0,62	0,52
	25	1,95	0,94	0,80
	30	2,77	1,33	1,14
	35	3,69	1,76	1,54
	40	4,72	2,25	1,99
	45	5,86	2,77	2,50
	50	7,09	3,35	3,05
	55	8,42	3,95	3,65
	60	9,83	4,60	4,30
	65	11,32	5,28	4,99
	70	12,88	5,98	5,73
	75	14,52	6,72	6,50
	80	16,23	7,48	7,32
	85	18,00	8,27	8,17
90	19,83	9,08	9,05	
95	21,73	9,91	9,97	
100	23,69	10,77	10,91	

WD-10 45°C (balra) és WD-10 15°C (jobbra)

12.3 Nyomásveszteségek a WW-10-nél

Előregyártott modulok:

Válassza meg a modul méretét és a vízáramot: a modul/cső ezekhez tartozó nyomásvesztesége a cellában leolvasható.

Helyszínen szerelt modulok:

Válassza meg a modul átlagos magasságát és a vízáramát: a cső ezekhez tartozó nyomásvesztesége a cellában leolvasható. Ha ezt az értéket megszorozzák a modul teljes hosszával, az eredmény a modul nyomásvesztesége kPa-ban.

- Sorok: modul vízárama kg/h-ban
- Oszlop: a modulok száma a körben

WW - 10 45°C		kPa			kPa/m								
		2000 X 625	1500 X 750	1400 X 825	100	150	200	250	300	350	400	450	500
kg/h	5	0,08	0,05	0,10	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
	10	0,31	0,18	0,36	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008
	15	0,68	0,36	0,74	0,007	0,009	0,010	0,012	0,013	0,014	0,015	0,015	0,016
	20	1,19	0,60	1,23	0,012	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023	0,024	0,026	0,027
	25	1,83	0,88	1,79	0,018	0,022	0,025	0,028	0,031	0,033	0,036	0,038	0,040
	30	2,59	1,21	2,42	0,025	0,030	0,034	0,039	0,042	0,046	0,049	0,052	0,054
	35	3,48	1,58	3,12	0,032	0,039	0,045	0,050	0,055	0,060	0,064	0,068	0,071
	40	4,49	2,00	3,87	0,040	0,049	0,057	0,064	0,070	0,078	0,081	0,086	0,090
	45	5,62	2,45	4,71	0,050	0,060	0,070	0,078	0,086	0,093	0,099	0,105	0,111
	50	6,87	2,95	5,84	0,060	0,072	0,084	0,094	0,103	0,112	0,119	0,128	0,133
	55	8,28	3,48	6,70	0,070	0,085	0,099	0,111	0,122	0,132	0,141	0,149	0,157
	60	9,77	4,05	7,93	0,082	0,099	0,115	0,129	0,142	0,153	0,164	0,174	0,183
	65	11,43	4,66	9,36	0,094	0,114	0,132	0,148	0,163	0,178	0,188	0,200	0,210
	70	13,24	5,30	11,05	0,107	0,130	0,150	0,169	0,186	0,201	0,214	0,227	0,239
	75	15,21	5,98	13,06	0,121	0,147	0,170	0,190	0,209	0,226	0,242	0,256	0,269
	80	17,36	6,70	15,47	0,135	0,164	0,190	0,213	0,234	0,253	0,271	0,287	0,302
	85	19,69	7,44	18,34	0,151	0,182	0,211	0,237	0,260	0,282	0,301	0,319	0,335
	90	22,22	8,22	21,77	0,166	0,202	0,233	0,262	0,288	0,311	0,333	0,352	0,370
	95	24,97	9,04	25,84	0,183	0,222	0,256	0,288	0,316	0,342	0,365	0,387	0,407
	100	27,96	9,88	30,66	0,200	0,242	0,280	0,315	0,346	0,374	0,400	0,423	0,445

WW-10 45°C

WW - 10 15°C		kPa			kPa/m								
		2000 X 625	1500 X 750	1400 X 825	100	150	200	250	300	350	400	450	500
kg/h	5	0,08	0,06	0,10	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,003	0,003
	10	0,32	0,21	0,38	0,004	0,005	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008	0,009	0,009
	15	0,70	0,42	0,82	0,008	0,010	0,012	0,013	0,015	0,016	0,017	0,018	0,019
	20	1,23	0,69	1,39	0,014	0,017	0,020	0,022	0,024	0,026	0,028	0,029	0,031
	25	1,90	1,01	2,09	0,021	0,025	0,029	0,032	0,036	0,038	0,041	0,043	0,046
	30	2,71	1,40	2,88	0,028	0,034	0,040	0,044	0,049	0,053	0,056	0,060	0,063
	35	3,65	1,83	3,76	0,037	0,045	0,052	0,058	0,064	0,069	0,074	0,078	0,082
	40	4,72	2,30	4,72	0,047	0,057	0,065	0,073	0,081	0,087	0,093	0,099	0,104
	45	5,92	2,83	5,75	0,057	0,069	0,080	0,090	0,099	0,107	0,114	0,121	0,127
	50	7,24	3,40	6,85	0,069	0,083	0,097	0,108	0,119	0,129	0,138	0,146	0,153
	55	8,68	4,02	8,00	0,081	0,099	0,114	0,128	0,141	0,152	0,162	0,172	0,181
	60	10,24	4,67	9,22	0,095	0,115	0,133	0,149	0,164	0,177	0,189	0,200	0,211
	65	11,93	5,38	10,50	0,109	0,132	0,153	0,171	0,188	0,203	0,217	0,230	0,242
	70	13,74	6,12	11,86	0,124	0,150	0,174	0,195	0,214	0,231	0,247	0,262	0,276
	75	15,67	6,90	13,28	0,140	0,169	0,196	0,220	0,241	0,261	0,279	0,296	0,311
	80	17,73	7,72	14,80	0,156	0,189	0,219	0,246	0,270	0,292	0,312	0,331	0,348
	85	19,91	8,58	16,42	0,174	0,210	0,244	0,273	0,300	0,325	0,347	0,368	0,387
	90	22,21	9,48	18,16	0,192	0,233	0,269	0,302	0,332	0,359	0,383	0,406	0,427
	95	24,65	10,42	20,03	0,211	0,258	0,296	0,332	0,364	0,394	0,421	0,446	0,469
	100	27,22	11,40	22,06	0,231	0,279	0,323	0,363	0,399	0,431	0,461	0,488	0,513

WW-10 15°C

12.4 Nyomásveszteségek az UNI-10-nél

Modulok:

Válassza meg a modul méretét és a vízáramot: a modul/cső ezekhez tartozó nyomásvesztesége a cellában leolvasható.

Helyszínen szerelt modulok:

Válassza meg a modul átlagos magasságát és a vízáramát: a cső ezekhez tartozó nyomásvesztesége a cellában leolvasható. Ha ezt az értéket megszorozzák a modul teljes hosszával, az eredmény a modul nyomásvesztesége kPa-ban.

- Sorok: modul vízárama kg/h-ban
- Oszlop: a modulok száma a körben

WW - 10		kPa			kPa/m								
45°C		2000 X 625	1500 X 750	1400 X 825	100	150	200	250	300	350	400	450	500
kg/h	5	0,08	0,05	0,10	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
	10	0,31	0,18	0,36	0,004	0,004	0,005	0,006	0,006	0,007	0,007	0,008	0,008
	15	0,68	0,36	0,74	0,007	0,009	0,010	0,012	0,013	0,014	0,015	0,015	0,016
	20	1,19	0,60	1,23	0,012	0,015	0,017	0,019	0,021	0,023	0,024	0,026	0,027
	25	1,83	0,88	1,79	0,018	0,022	0,025	0,028	0,031	0,033	0,036	0,038	0,040
	30	2,59	1,21	2,42	0,025	0,030	0,034	0,039	0,042	0,046	0,049	0,052	0,054
	35	3,48	1,58	3,12	0,032	0,039	0,045	0,050	0,055	0,060	0,064	0,068	0,071
	40	4,49	2,00	3,87	0,040	0,049	0,057	0,064	0,070	0,076	0,081	0,086	0,090
	45	5,62	2,45	4,71	0,050	0,060	0,070	0,078	0,086	0,093	0,099	0,105	0,111
	50	6,87	2,95	5,84	0,060	0,072	0,084	0,094	0,103	0,112	0,119	0,128	0,133
	55	8,28	3,48	6,70	0,070	0,085	0,099	0,111	0,122	0,132	0,141	0,149	0,157
	60	9,77	4,05	7,93	0,082	0,099	0,115	0,129	0,142	0,153	0,164	0,174	0,183
	65	11,43	4,66	9,36	0,094	0,114	0,132	0,148	0,163	0,178	0,188	0,200	0,210
	70	13,24	5,30	11,05	0,107	0,130	0,150	0,169	0,186	0,201	0,214	0,227	0,239
	75	15,21	5,98	13,06	0,121	0,147	0,170	0,190	0,209	0,226	0,242	0,256	0,269
	80	17,36	6,70	15,47	0,135	0,164	0,190	0,213	0,234	0,253	0,271	0,287	0,302
	85	19,69	7,44	18,34	0,151	0,182	0,211	0,237	0,260	0,282	0,301	0,319	0,335
90	22,22	8,22	21,77	0,166	0,202	0,233	0,262	0,288	0,311	0,333	0,352	0,370	
95	24,97	9,04	25,84	0,183	0,222	0,256	0,288	0,316	0,342	0,365	0,387	0,407	
100	27,96	9,88	30,66	0,200	0,242	0,280	0,315	0,346	0,374	0,400	0,423	0,445	

UNI-10 45°C

UNI - 10		kPa			kPa/m								
15°C		2000 X 625	2000 X 310	1000 X 625	100	150	200	250	300	350	400	450	500
kg/h	5	0,09	0,04	0,03	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005	0,006	0,006	0,006	0,006
	10	0,33	0,16	0,13	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,018	0,019	0,019	0,019
	15	0,74	0,36	0,29	0,036	0,036	0,037	0,037	0,037	0,037	0,038	0,038	0,038
	20	1,28	0,62	0,52	0,060	0,060	0,061	0,061	0,062	0,062	0,062	0,062	0,063
	25	1,96	0,94	0,80	0,088	0,089	0,090	0,090	0,091	0,091	0,092	0,092	0,093
	30	2,77	1,33	1,14	0,121	0,122	0,123	0,124	0,125	0,126	0,126	0,127	0,127
	35	3,69	1,76	1,54	0,158	0,160	0,161	0,162	0,163	0,164	0,165	0,166	0,167
	40	4,72	2,25	1,99	0,200	0,202	0,203	0,205	0,206	0,207	0,208	0,209	0,210
	45	5,86	2,77	2,50	0,245	0,248	0,250	0,252	0,253	0,255	0,256	0,257	0,258
	50	7,09	3,35	3,05	0,294	0,297	0,300	0,302	0,304	0,306	0,308	0,309	0,310
	55	8,42	3,95	3,65	0,348	0,351	0,354	0,357	0,359	0,361	0,363	0,365	0,366
	60	9,83	4,60	4,30	0,405	0,409	0,412	0,415	0,418	0,421	0,423	0,425	0,426
	65	11,32	5,28	4,99	0,465	0,470	0,474	0,478	0,481	0,484	0,486	0,488	0,490
	70	12,88	5,98	5,73	0,530	0,535	0,540	0,544	0,547	0,550	0,553	0,556	0,558
	75	14,52	6,72	6,50	0,597	0,603	0,609	0,613	0,617	0,621	0,624	0,627	0,629
	80	16,23	7,48	7,32	0,668	0,675	0,681	0,686	0,691	0,695	0,698	0,701	0,704
	85	18,00	8,27	8,17	0,743	0,751	0,757	0,763	0,768	0,772	0,776	0,780	0,783
90	19,83	9,08	9,05	0,821	0,829	0,836	0,843	0,848	0,853	0,858	0,861	0,865	
95	21,73	9,91	9,97	0,902	0,911	0,919	0,926	0,932	0,938	0,942	0,947	0,950	
100	23,69	10,77	10,91	0,986	0,997	1,005	1,013	1,019	1,025	1,031	1,035	1,039	

UNI-10 15°C

12.5 Nyomásveszteségek a CW-90-nél

Válassza meg a modul átlagos magasságát és a vízáramát: a cső ezekhez tartozó nyomásvesztesége a cellában leolvasható. Ha ezt az értéket megszorozzák a modul teljes hosszával, az eredmény a modul nyomásvesztesége kPa-ban.

- Sorok: modul vízárama kg/h-ban
- Oszlopok: modul hossza (mm-ben)

CW - 90		kPa/m									
45°C		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
kg/m	20	0,014	0,017	0,019	0,020	0,021	0,021	0,022	0,022	0,022	0,023
	40	0,047	0,059	0,065	0,069	0,071	0,073	0,074	0,075	0,076	0,077
	60	0,086	0,120	0,132	0,140	0,145	0,149	0,151	0,153	0,155	0,156
	80	0,159	0,200	0,220	0,232	0,241	0,247	0,251	0,254	0,257	0,260
	100	0,236	0,296	0,326	0,344	0,356	0,365	0,372	0,377	0,381	0,385
	120	0,325	0,408	0,449	0,475	0,491	0,504	0,513	0,520	0,526	0,530
	140	0,427	0,535	0,580	0,623	0,645	0,661	0,673	0,682	0,689	0,696
	160	0,540	0,677	0,746	0,788	0,816	0,836	0,851	0,863	0,872	0,880
	180	0,664	0,832	0,918	0,969	1,004	1,029	1,047	1,062	1,074	1,083
	200	0,800	1,002	1,105	1,167	1,209	1,238	1,261	1,278	1,292	1,304
	220	0,945	1,185	1,307	1,380	1,429	1,465	1,491	1,512	1,529	1,542
	240	1,101	1,381	1,523	1,608	1,666	1,707	1,738	1,762	1,782	1,796
	260	1,266	1,589	1,752	1,851	1,918	1,965	2,001	2,029	2,051	2,066
	280	1,441	1,809	1,996	2,109	2,184	2,230	2,279	2,311	2,337	2,358
	300	1,625	2,040	2,252	2,380	2,466	2,527	2,573	2,609	2,638	2,662
	320	1,814	2,282	2,520	2,664	2,761	2,830	2,882	2,922	2,955	2,981
	340	2,011	2,535	2,801	2,962	3,070	3,147	3,205	3,250	3,296	3,316
	360	2,215	2,797	3,093	3,272	3,392	3,477	3,542	3,592	3,633	3,666
	380	2,424	3,069	3,396	3,594	3,726	3,821	3,893	3,949	3,993	4,030
	400	2,637	3,348	3,709	3,927	4,073	4,178	4,257	4,318	4,368	4,406
420	2,853	3,635	4,031	4,271	4,432	4,547	4,634	4,701	4,755	4,800	
440	3,072	3,928	4,363	4,626	4,802	4,928	5,023	5,097	5,156	5,205	
460	3,290	4,227	4,702	4,990	5,182	5,320	5,424	5,505	5,570	5,623	
480	3,507	4,530	5,048	5,362	5,572	5,723	5,837	5,925	5,996	6,054	
500	3,721	4,835	5,401	5,743	5,972	6,136	6,260	6,356	6,433	6,486	

CW-90 45°C

CW - 90		kPa/m									
15°C		1000	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000
kg/m	20	0,016	0,020	0,022	0,023	0,024	0,024	0,025	0,025	0,026	0,026
	40	0,054	0,067	0,074	0,078	0,081	0,083	0,085	0,086	0,087	0,087
	60	0,110	0,137	0,151	0,160	0,166	0,170	0,173	0,175	0,177	0,179
	80	0,182	0,228	0,251	0,265	0,275	0,282	0,287	0,291	0,294	0,296
	100	0,270	0,338	0,372	0,393	0,407	0,417	0,425	0,431	0,435	0,439
	120	0,372	0,466	0,513	0,542	0,561	0,575	0,586	0,594	0,600	0,606
	140	0,488	0,611	0,673	0,711	0,737	0,755	0,768	0,779	0,788	0,795
	160	0,617	0,773	0,852	0,900	0,932	0,955	0,972	0,986	0,996	1,005
	180	0,759	0,951	1,048	1,107	1,147	1,175	1,196	1,213	1,226	1,237
	200	0,914	1,145	1,262	1,333	1,381	1,415	1,440	1,460	1,476	1,489
	220	1,081	1,354	1,493	1,577	1,633	1,673	1,704	1,727	1,746	1,762
	240	1,260	1,579	1,740	1,838	1,904	1,951	1,986	2,013	2,036	2,054
	260	1,451	1,818	2,004	2,117	2,192	2,246	2,287	2,318	2,344	2,365
	280	1,653	2,071	2,283	2,412	2,466	2,509	2,546	2,572	2,601	2,624
	300	1,867	2,339	2,578	2,723	2,820	2,890	2,942	2,983	3,016	3,043
	320	2,091	2,620	2,889	3,051	3,160	3,236	3,297	3,342	3,379	3,409
	340	2,327	2,915	3,214	3,395	3,516	3,603	3,668	3,719	3,760	3,793
	360	2,572	3,224	3,554	3,754	3,888	3,984	4,057	4,113	4,158	4,195
	380	2,829	3,545	3,909	4,129	4,277	4,382	4,462	4,524	4,573	4,614
	400	3,095	3,880	4,278	4,519	4,681	4,796	4,883	4,951	5,006	5,050
420	3,371	4,227	4,661	4,924	5,100	5,226	5,321	5,395	5,455	5,503	
440	3,656	4,586	5,058	5,344	5,535	5,672	5,775	5,856	5,920	5,973	
460	3,951	4,958	5,469	5,778	5,985	6,133	6,245	6,332	6,402	6,459	
480	4,255	5,341	5,893	6,226	6,450	6,610	6,730	6,824	6,899	6,961	
500	4,567	5,736	6,330	6,688	6,929	7,101	7,231	7,332	7,413	7,479	

CW-90 15°C

12.6 A 16 és 20 mm-es többretegű cső nyomásveszteségei

Válassza meg a csövet és a kör vízárámát: a cső nyomásvesztesége leolvasható kPa/m-ben. Ha ezt az értéket megszorozzák a cső teljes hosszával, az eredmény a cső nyomásvesztesége kPa-ban.

- Sorok: modul vízárama kg/h-ban
- Oszlopok: a cső átmérője (mm-ben)

CSŐ 16_20 45°C (balra) és 10°C (jobbra)

12.7 Csatlakozások

A különböző csatlakozások funkcionális elemzése:

A köztes csatlakozásokat illetően:

- Köztes csatlakozás bővítőként,
- köztes csatlakozás szűkítőként.

A T-csatlakozásokat illetően:

- T-csatlakozás gyűjtőként,
- T-csatlakozás elosztóként.

12.7.1 A köztes csatlakozások konvekciós ellenállása

A d1 átmérőről d2 átmérőre váltó csatlakozásban átfolyó folyadéknál a nyomásveszteséget az alábbi egyenlettel lehet kiszámítani:

$$\Delta p = \zeta_2 * \frac{\rho}{2} * w_2^2$$

ahol

Δp (Pa) a nyomásveszteség,

ρ (kg/m³) a folyadék sűrűsége,

w_2 (m/s) a folyadék átlagos sebessége a kimeneti (2.) átmérőben,

ζ_2 veszteségtényező (a második keresztmetszetre vonatkozik)

A veszteségtényező általában jellemző a csatlakozásra, de a Reynolds-számtól is függhet: A Re Reynolds-szám a második keresztmetszetre vonatkozik. Szűkítő esetén ez a kisebb átmérő, bővítő esetén a nagyobb.

$Re = (d_i * w) / \theta$ ahol

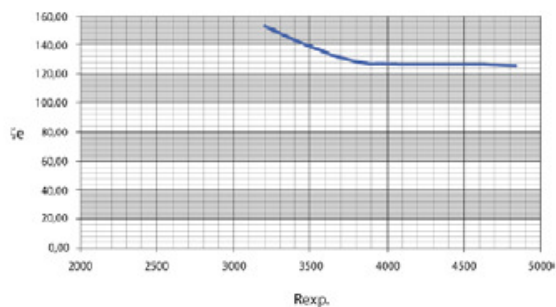
Re Reynolds-szám

d_i (m) a cső belső átmérője

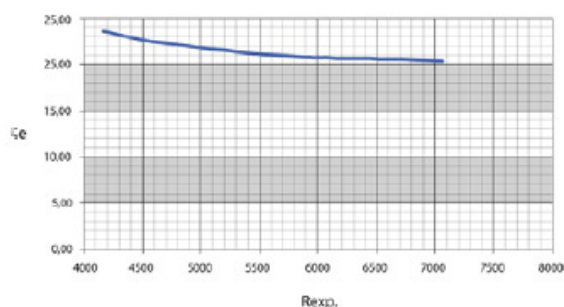
w (m/s) a folyadék sebessége a kimenő (2.) keresztmetszetenél

θ (m²/s) a víz viszkozitása

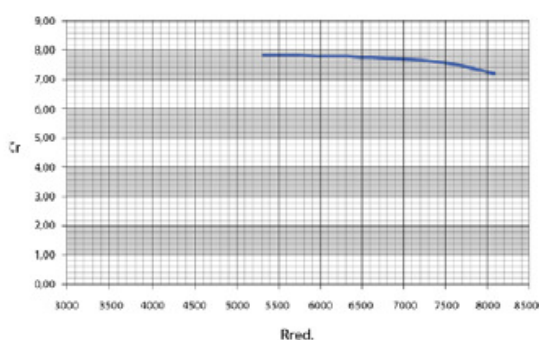
20/12 Köztes csatlakozás, fém+műanyag, bővítő



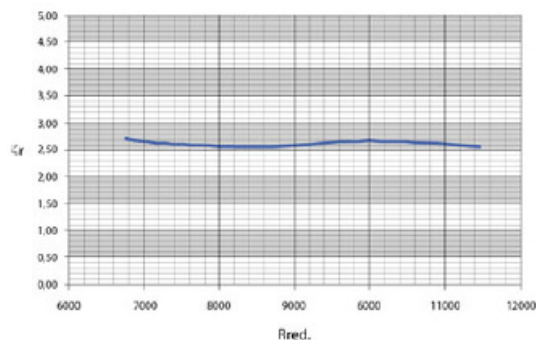
16/10 Köztes csatlakozás, fém+műanyag, bővítő



20/12 Köztes csatlakozás, fém+műanyag, szűkítő



16/10 Köztes csatlakozás, fém+műanyag, szűkítő



12.7.2 A T-csatlakozások konvekciós ellenállása

A T-csatlakozás bemenő és kimenő vízárnya közti nyomásveszteséget az alábbi egyenlettel lehet kiszámítani:

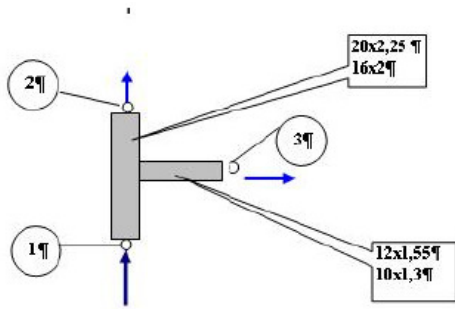
$$\Delta p = \zeta * \frac{\rho}{2} * w_2^2$$

ahol:

- Δp (Pa) a nyomásveszteség,
- ρ (kg/m³) a folyadék sűrűsége
- w_2 (m/s) a folyadék átlagos sebessége a kimeneti (2.) átmérőben,
- ζ (veszteségtényező (a második keresztmetszetre vonatkozik))

Négyfajta veszteségtényező van T-csatlakozásoknál: T-csatlakozás mint elosztó:

A T-csatlakozó elosztó funkciója alább látható:

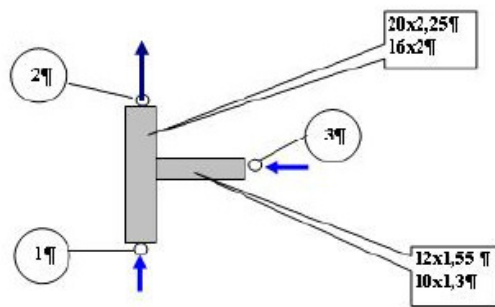


A veszteségtényező az 1 és 2 pontok között az egyenes ágban.

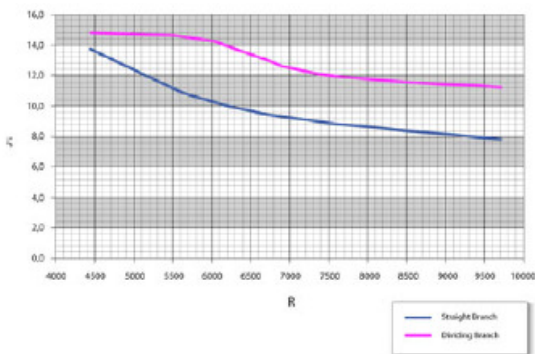
A veszteségtényező az 1 és 3 pontok között az elosztó ágban.

T-csatlakozás mint gyűjtő:

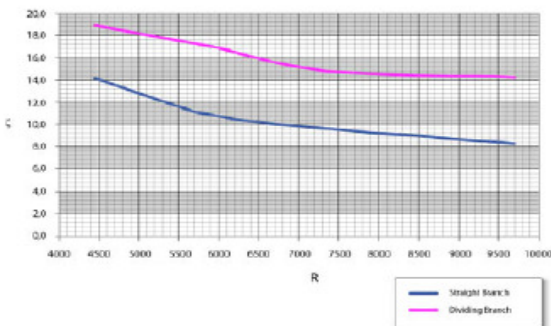
A T-csatlakozó gyűjtő funkciója alább látható:



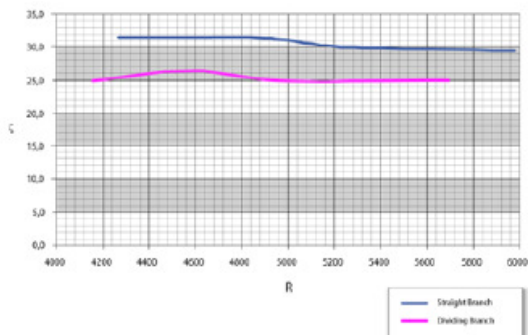
20/12 T-csatlakozás mint elosztó:



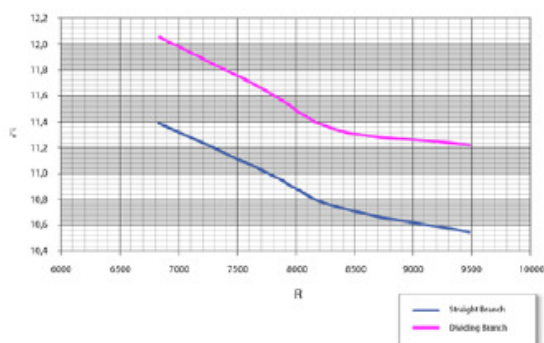
20/12 T-csatlakozás mint gyűjtő:



16/10 műanyag+fém T-csatlakozás mint elosztó



16/10 műanyag+fém T-csatlakozás mint gyűjtő



12.8 Acél elosztók

Válassza meg a modul vízárámát, és leolvashatja a csatlakozás nyomásvesztését kPa-ban.

- Sorok: modul vízárámája kg/h-ban
- Oszlop: két egyenes csatlakozó

	MANIFOLD	kPa
kg/h	20	0,012
	40	0,048
	60	0,103
	80	0,193
	100	0,301
	120	0,434
	140	0,590
	160	0,771
	180	0,976
	200	1,205
	220	1,458
	240	1,735
	260	2,036
	280	2,362
	300	2,711
	320	3,085
	340	3,482
	360	3,904
	380	4,350
	400	4,820
420	5,314	
440	5,832	
460	6,374	
480	6,940	
500	7,531	

13. Az összekapcsolás a fűtő-hűtő generátorokkal

Amikor sugárzó rendszert kapcsolunk össze a vízmelegítővel és/vagy –hűtővel/hőszivattyúval, néhány fontos kérdésre oda kell figyelni:

- Sugárzó rendszer:
 - Biztosítani kell a megfelelő vízáramot; a vízáram annál nagyobb, minél nagyobb a panelek hőáram-sűrűsége, és annál kisebb, minél kisebb a bemenő és kimenő vízáram ΔT -je (általában 4-6°C fűtésnél, 2-4°C hűtésnél);
 - Minél nagyobb a vízáram, annál nagyobb a nyomásveszteség;
 - A hűtésnél a víz hőmérséklet megválasztásánál figyelembe kell venni a helyiségek harmatpontját;
 - A különböző termékekkel vagy különböző burkolásokkal megépített sugárzó rendszerek eltérő víz hőmérsékletet igényelhetnek;
 - Egy sugárzó rendszer nagymennyiségű vizet tartalmaz a szokásos fűtő/hűtő rendszerekhez képest;
 - A sugárzó rendszerek vezérlése különböző részekre oszthatja fel a rendszert, amelyek különböző időpontokban működnek.
- Párátlanítás és szellőzés (ha egyikük vagy mindkettő jelen van)
 - A párátlanító és szellőzőrendszerek vezérlése teljesen eltér a sugárzó rendszerekétől (az előbbit a helyiség páratartalma vezérli, a másodikat a levegőminőség, a harmadikat a helyiség hőmérséklete).
- Vízmelegítő:
 - Az a vízáram, amelyre a vízmelegítőt méretezték, alacsonyabb lehet, mint a sugárzó rendszer által igényelt vízáram. A vízmelegítőnél a ΔT az előremenő és a visszafolyó ág között 10°C vagy több; maximális teljesítménynél ez azt jelenti, hogy a vízáram a fele a sugárzó rendszer által igényeltnél;
 - Ha a vízmelegítőnek saját szivattyúja van, az általa áthidalt nyomásveszteség általában alacsonyabb, mint amennyit a sugárzó rendszer igényelne;
 - Ha a vízmelegítő kondenzációs rendszerű, akkor minél alacsonyabb a víz visszatérő ágának a hőfoka, annál magasabb a vízmelegítő hatásfoka.
- Vízhűtő/fűtő szivattyú
 - A vízhűtő/fűtő szivattyúnak a 3-8°C-os tartományba eső ΔT -vel kell működnie az előremenő és a visszafolyó ágak között, tehát a vízáramnak adott tartományban kell maradnia. Ha a vízáram nagyobb, a vízhűtő/fűtő szivattyú leáll.
 - A vízhűtő/fűtő szivattyúnál el kell kerülni a gyakori be-/kikapcsolást. Ehhez általában víztartályra van szükség.
 - Ha a vízhűtő a sugárzó rendszer által igényelt hőmérsékletühez közeli vízáramot képes biztosítani, akkor minél magasabb ez az érték, annál magasabb a vízhűtő COP értéke.

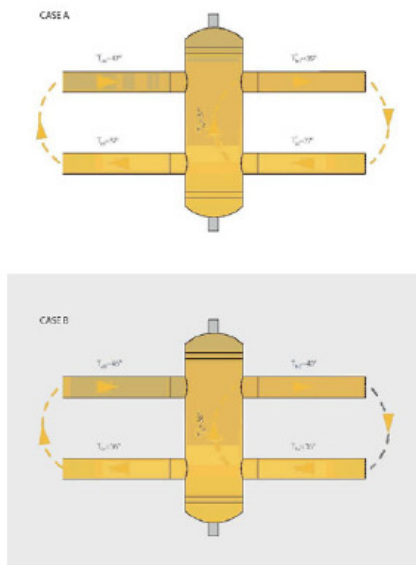
Ebből kiindulva a következő ajánlások fogalmazhatók meg:

1. Mindig külön primer és szekunder kört kell építeni
 - A vízmelegítő, a vízhűtő/fűtő szivattyú és a sugárzó rendszer közötti vízáram fűtési és hűtési üzemmódban nagyon eltérő lehet. Ezen túl, miközben a vízmelegítőnek és a vízhűtő/fűtő szivattyúnak állandó vízáramra van szüksége, a sugárzó rendszer a helyiség viszonyaitól függően különböző időpontokban eltérő vízáramokat igényel. Továbbá, ha párátlanító/szellőző rendszerre van szükség, előfordulhat, hogy ez működik (magas páratartalom), a sugárzó

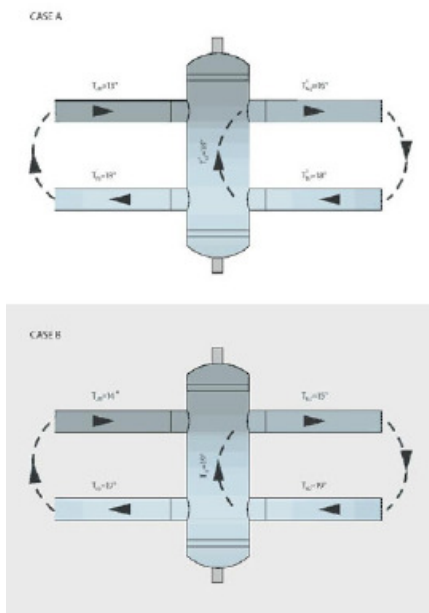
rendszer pedig nem (megfelelő hőmérséklet), és a vízáram nagyon alacsony a vízűtőéhez képest. A különböző részegységeket össze lehet egymással kötni, ha primer kört építenek a vízmelegítőnek és a vízűtő/fűtő szivattyúnak, és egy szekunder kört a sugárzó rendszernek (valamint a páratlanító/szellőző rendszernek) Ez megoldható egy hidraulikus leválasztóval.

- Ezzel megoldódik az a probléma is, hogy a vízmelegítő vagy -űtő hőszivattyún a sugárzó rendszer nyomásvesztését leküzdeni képtelen szivattyú van. A szekunder kör már megfelelő szivattyút kaphat.
- Ha a szekunder kör vízárama nagyobb a primer körénél, a hidraulikus leválasztó olyan keverőszelvényként működik, amelynek aránya a két vízáram nagyságától függ. Fűtésnél és hűtésnél eltérő megfontolások érvényesek:

FŰTÉS: minél nagyobb a vízáram a szekunder körben, annál magasabbnak kell lennie a vízmelegítőtől jövő vízáram hőmérsékletének. Ha kondenzációs vízmelegítőt használnak, ez akkor sem okoz gondot, mivel a vízmelegítő hatásfoka a visszatérő ág víz hőmérsékletétől függ, ami azonos a sugárzó rendszerével.



HŰTÉS: minél nagyobb a vízáram a szekunder körben, annál alacsonyabb a vízűtőtől jövő vízáram hőmérséklete. Ez nagyobb elektromos fogyasztást és alacsonyabb COP értéket okoz a vízűtőnél.



Tehát nem a legjobb megoldás, ha nagy teljesítményű a szekunder kör szivattyúja, és a vízárama nagyobb a kelleténél. A primer és szekunder kör vízárámát mindig egyensúlyban kell tartani, hogy a két vízáram hőmérséklete a lehető legközelebb legyen egymáshoz, hogy ne csak a komfortérzet, hanem a generátorok teljesítménye is megfelelő legyen. Ezt a kiegyensúlyozást egy kalibrációs szeleppel lehet elvégezni, amit a szekunder kör közös visszatérő ágában, a hidraulikus leválasztó előtt helyeznek el.

Ha a rendszert mind fűtésre, mind hűtésre használják, a fűtési és hűtési esetre számított tervezési vízáram általában különböző, de valószínű, hogy mindkét esetben ugyanazt a – a magasabb értékre méretezett – szivattyút használják. Ha a fűtési érték a magasabb, hűtéskor a hűtési igényt meghaladó vízáramot használnak. A korábban leírtaknak megfelelően a vízűtőnek a tervezettnél alacsonyabb víz hőmérsékletet kellene biztosítania. Ennek a rendszernek a lehetséges hőáram-sűrűségének köszönhetően ez az érték általában a tervezettnél legfeljebb 0,5°C-kal alacsonyabb (l. az 1. példát). Amennyiben ez a különbség magasabb is lehet, akkor lehet a kalibrációs szelepet használni a szekunder kör közös visszatérő ágában, a hidraulikus leválasztó előtt. Ezzel lehet kiegyensúlyozni a fűtési és hűtési vízáramot (amennyiben a fűtési és hűtési időszakot kézzel állítják át).

1. példa: CD-4-es rendszer	Hűtés	Fűtés
Átlagos víz hőmérséklet	17 °C.	60 °C.
Hőáram-sűrűség	71,1 W/m ²	213,7 W/m ²
A generátor igényelt teljesítménye	74,7 W/m ²	245,8 W/m ²
A tervezett ΔT a vízáramnál	2 °C.	4 °C.
A tervezet vízáram	32,1 kg/(h m ²)	52,8 kg/(h m ²)
A vízűtő vízárama 74,7 W/m ² teljesítménynél és ΔT=5 °C-nál	12,8 kg/(h m ²)	
A tervezett vízáram-hőmérséklet a vízűtőnél	13 °C.	
A vízáram ΔT 52,8 kg/(h m ²)-nél	16,4 °C.	
A vízáram hőmérséklete a vízűtőnél 52,8 kg/(h m ²) mellett	12,6 °C.	

(*) Nagyon magas érték, de a lehető legnagyobb vízáramot biztosítja fűtésnél.

2. Primer kör

- A vízűtő/fűtő szivattyúnál el kell kerülni a gyakori be-/kikapcsolást (óránként legfeljebb tízszer). Ez függ a szállított vízmennyiségtől. Minél nagyobb a mennyiség, annál kisebb a kapcsolási gyakoriság. Mivel a sugárzó rendszerek hatalmas mennyiségű vizet tartalmaznak (a szokásos rendszerekhez képest), elméletileg lehetséges, hogy ez a mennyiség megfelel a vízűtőhöz. Azonban mindig biztosítani kell egy víztartályt, ami megnöveli a vízűtő vízmennyiségét, ha:
 - a) A hőmérsékletszabályzás kis részekre bontja fel a rendszert (pl. helyiségenkénti szabályzás);
 - b) Párátlanító/szellőző rendszer van jelen, amit nedvességérzékelő / higrosztát vezérel, ami akkor is bekapcsolhatja a rendszert, ha a sugárzó rendszer ki van kapcsolva.

MEGJEGYZÉS:

Az előremenő vízáramba kapcsolt víztartály kedvezőbb energiafogyasztással jár, mint a visszatérő ágban, mert a rendszer igényeihez közelebbi hőfokon tárolja a vizet.

3. Szekunder kör

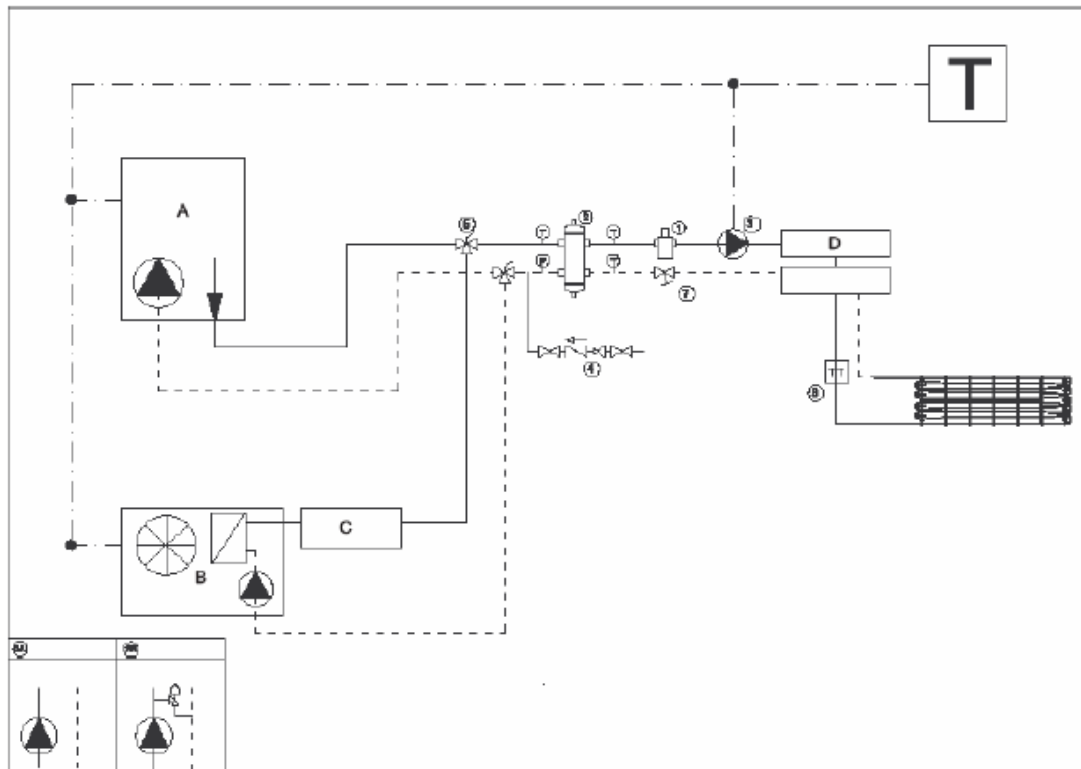
- Egy sugárzó rendszer hatalmas mennyiségű vizet tárol. Ez azt is jelenti, hogy a felszereléskor / karbantartáskor hatalmas mennyiségű levegő kerül a rendszerbe, amit a töltéskor vagy

újrátöltéskor adott esetben nehéz teljesen eliminálni. Egy mikrobuborékos szeparátor segíthet a levegő eltávolításában a működő rendszerben. A fűtő és hűtő funkciót egyaránt ellátó közös részegységben kell elhelyezni, jobb az előremenő ágban, ahol a víz hőmérséklete el tudja érni a legmagasabb értéket (a fűtés alatt).

- Keverőegységeket kell mindig használni, amikor:
 - a) A vízmelegítő nem kondenzációs rendszerű, ami a sugárzó rendszer által igényelthez közeli hőmérsékletű vizet képes biztosítani (40°C);
 - b) A vízűtő nem magas hőmérsékletű vízűtő, ami a sugárzó rendszer által igényelthez közeli hőmérsékletű vizet képes biztosítani (15°C);
 - c) Különböző sugárzó rendszereket szereltek fel, különböző tervezési vízhőmérséklettel. Ilyen esetben mindegyik rendszerhez eltérő keverőegységeket kell felszerelni (és eltérő szivattyúkat);
 - d) Az épület különböző részei, amelyeknek tervezési vízhőmérséklete különbözik, ugyanahhoz a generátorhoz kapcsolódnak. Ilyen esetben mindegyik rendszerhez eltérő keverőegységeket kell felszerelni (és eltérő szivattyúkat);
 - e) Egy központi vezérlőegység kiszámítja a hűtési hőmérsékletet, a helyiségek harmatpontját figyelembe véve. A (c) és (d) eset is előfordul, mivel ez a hőmérséklet a sugárzó rendszer (vagy a sugárzó rendszer burkolása) vagy a helyiség páratartalma (különösen a helyiségben tartózkodók száma) függvénye.

13.1 Keverőszelep nélküli rendszer

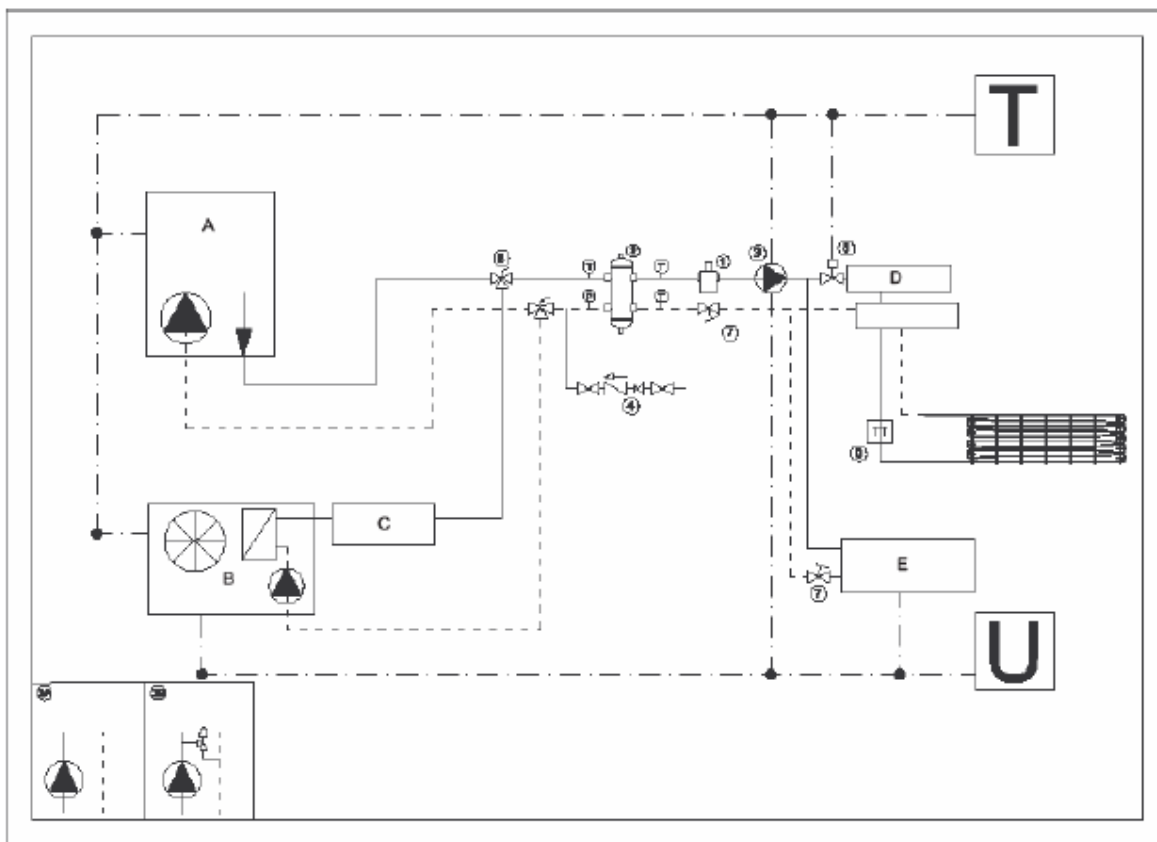
13.1.1 1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül



1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül

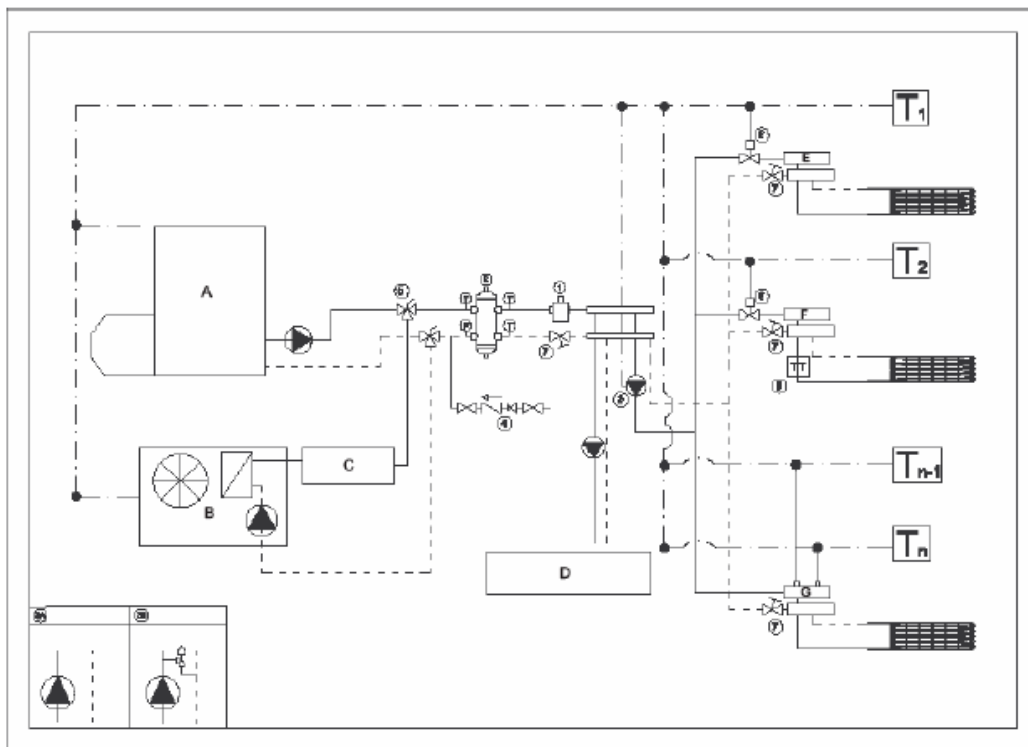
JELMAGYARÁZAT:

- A: Kondenzációs vízmelegítő
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Elosztó
- T: Helyiség-termosztát
- 1. Mikrobuborékos szeparátor
- 2. Hidraulikus leválasztó
- 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A), vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
- 4. Automatikus feltöltőcsoport
- 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
- 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
- 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízáram kiegyensúlyozásához.
- 8. Harmatpont szerinti vezérlés

13.1.2 1T + 1 UR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással

1T + 1UR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással
JELMAGYARÁZAT:

- A: Kondenzációs vízmelegítő:
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Elosztó
- E: Páratlanító
- T: Helyiség-termosztát
- U: Helyiség-higrosztát
- 1. Mikrobuborékos leválasztó
- 2. Hidraulikus leválasztó
- 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A), vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
- 4. Automatikus feltöltőcsoport
- 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
- 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
- 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízáram kiegyensúlyozásához.
- 8. Harmatpont szerinti vezérlés

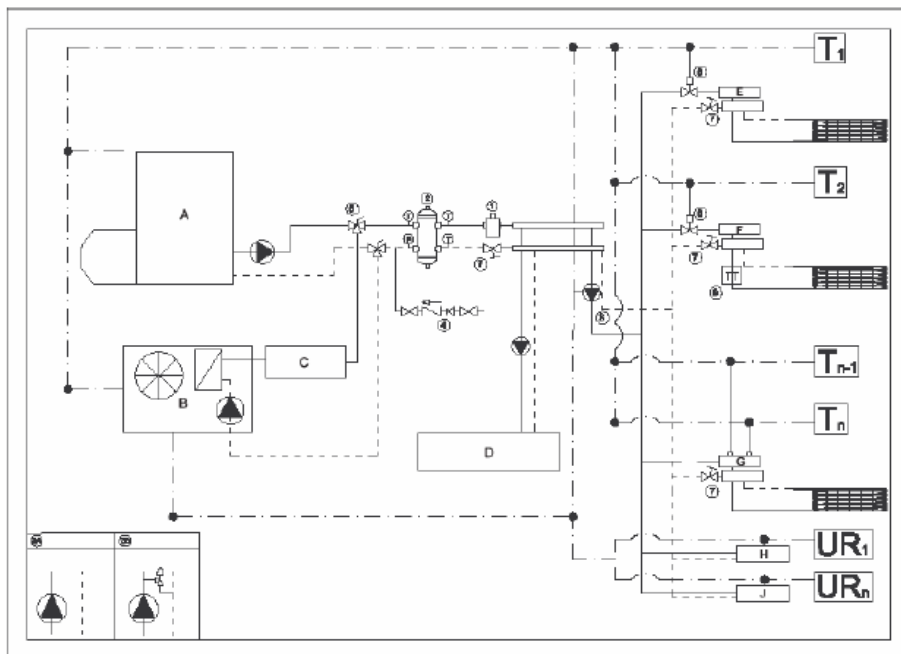
13.1.3 nT rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül



nT rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül

JELMAGYARÁZAT:

- A: Kondenzációs vízmelegítő:
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Más lehetséges elosztók / páratlanítók
- E: 1. elosztó
- F: 2. elosztó
- G: n. elosztó
- T: Helyiség-termosztát
- 1. Mikrobuborékos leválasztó
- 2. Hidraulikus leválasztó
- 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A), vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
- 4. Automatikus feltöltőcsoport
- 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
- 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
- 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízárám kiegyensúlyozásához.
- 8. Harmatpont szerinti vezérlés

13.1.4 nT + nUR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással


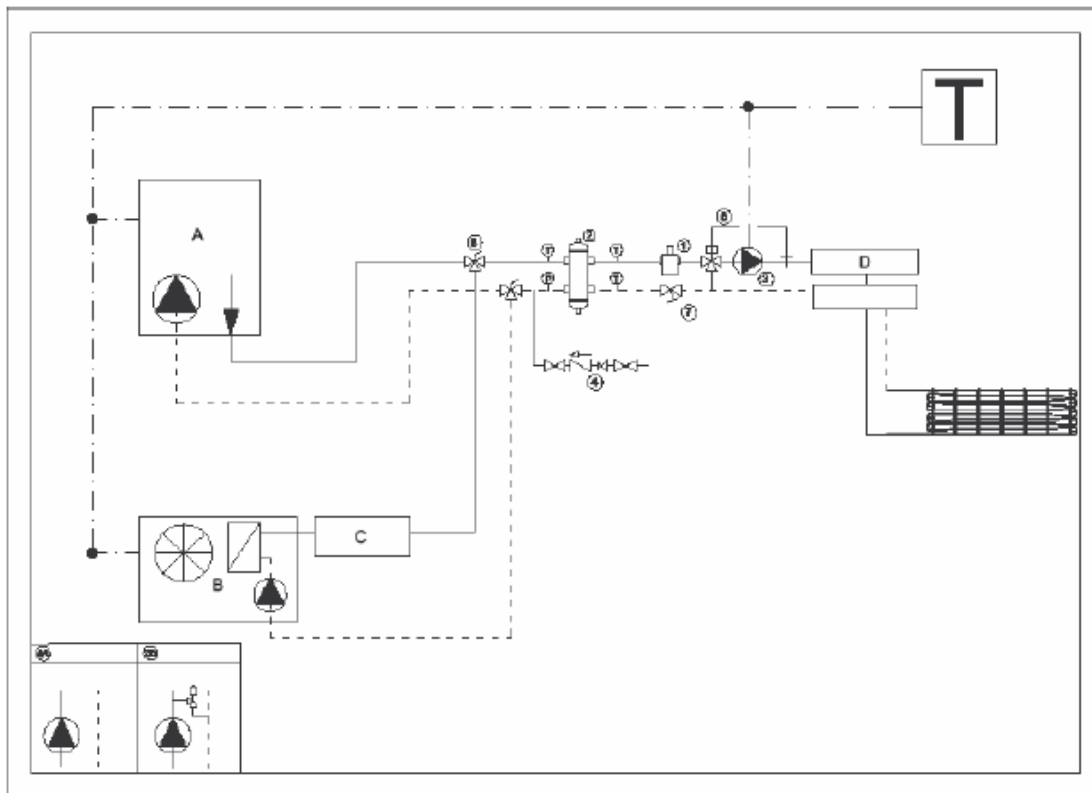
nT + nUR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással

JELMAGYARÁZAT:

- A: Kondenzációs vízmelegítő
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Más lehetséges elosztók / páratlanítók
- E: 1. elosztó
- F: 2. elosztó
- G: n. elosztó
- H: 1. páratlanító
- J: 2. páratlanító
- T: Helyiség-termosztát
- U: Helyiség-higrosztát
- 1. Mikrobuborékos leválasztó
- 2. Hidraulikus leválasztó
- 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A) vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
- 4. Automatikus feltöltőcsoport
- 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
- 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
- 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízáram kiegyensúlyozásához.
- 8. Harmatpont szerinti vezérlés

13.2 Keverőszelepes rendszer

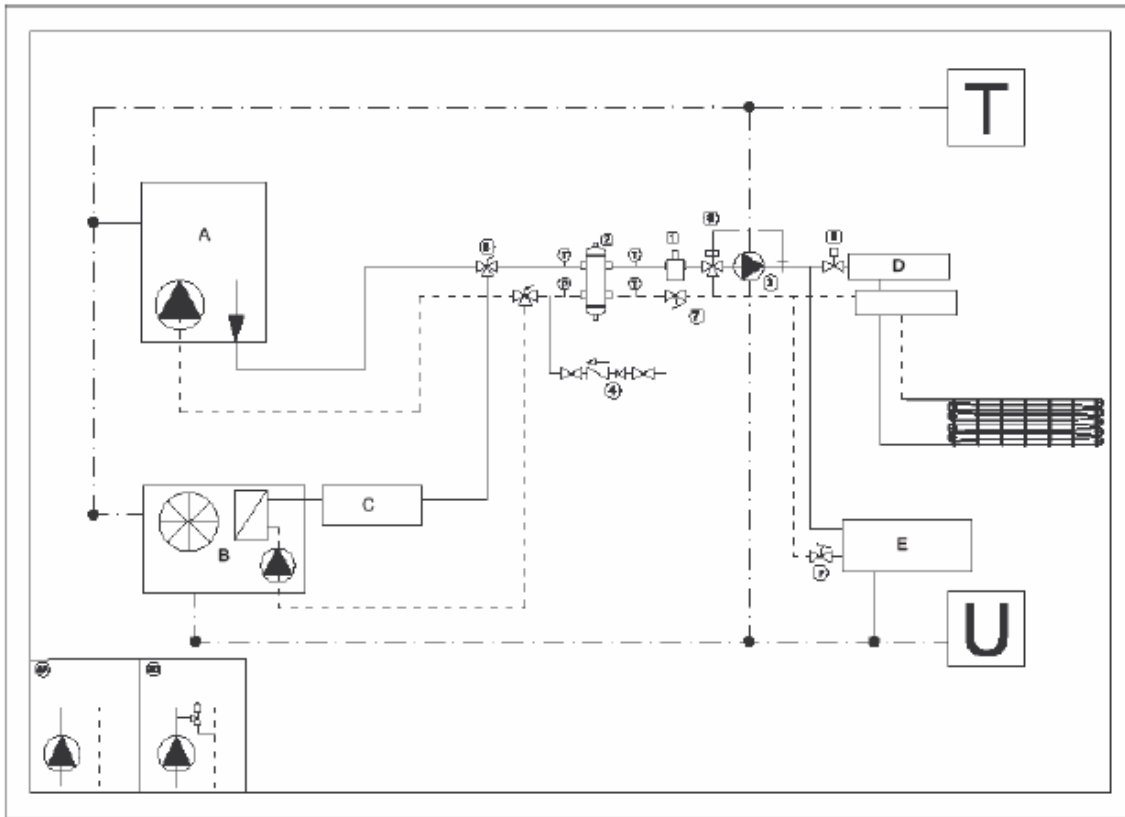
13.2.1 1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül és keverőszeleppel



1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül és keverőszeleppel

JELMAGYARÁZAT:

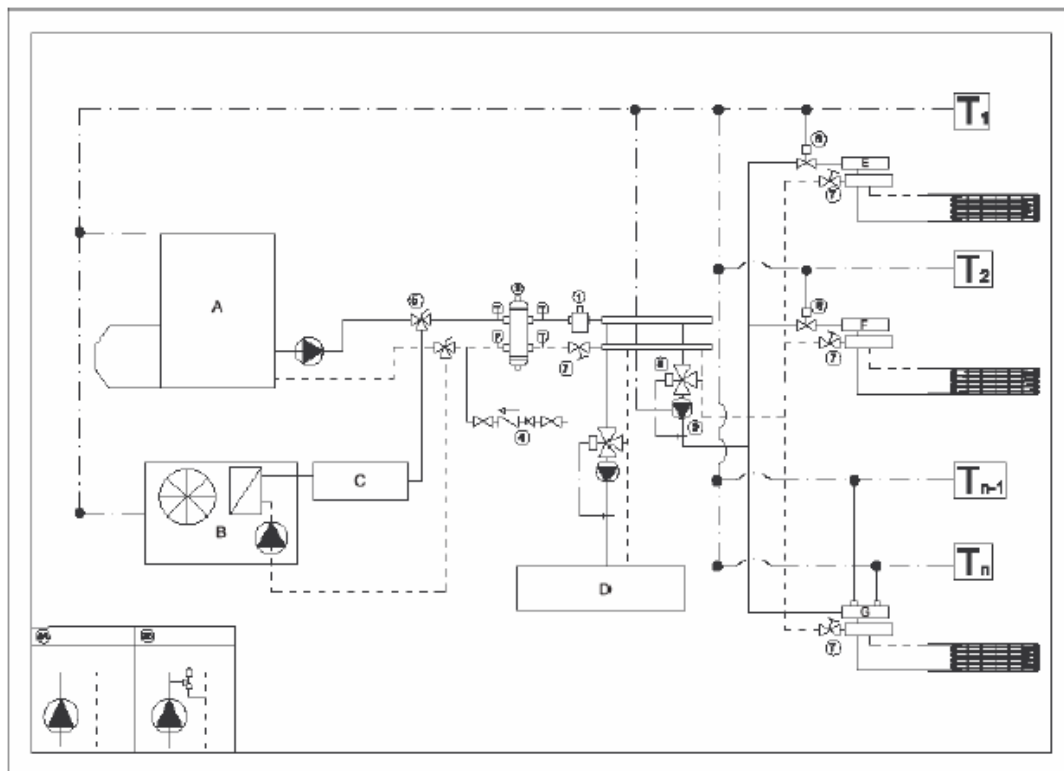
- A: Kondenzációs vízmelegítő:
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Elosztó
- T: Helyiség-termosztát
- 1. Mikrobuborékos leválasztó
- 2. Hidraulikus leválasztó
- 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A) vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
- 4. Automatikus feltöltőcsoport
- 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
- 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
- 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízárám kiegyensúlyozásához.
- 8. Keverőszelep

13.2.2 1T + 1 UR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással és keverőszeleppel


1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással és keverőszeleppel

JELMAGYARÁZAT:

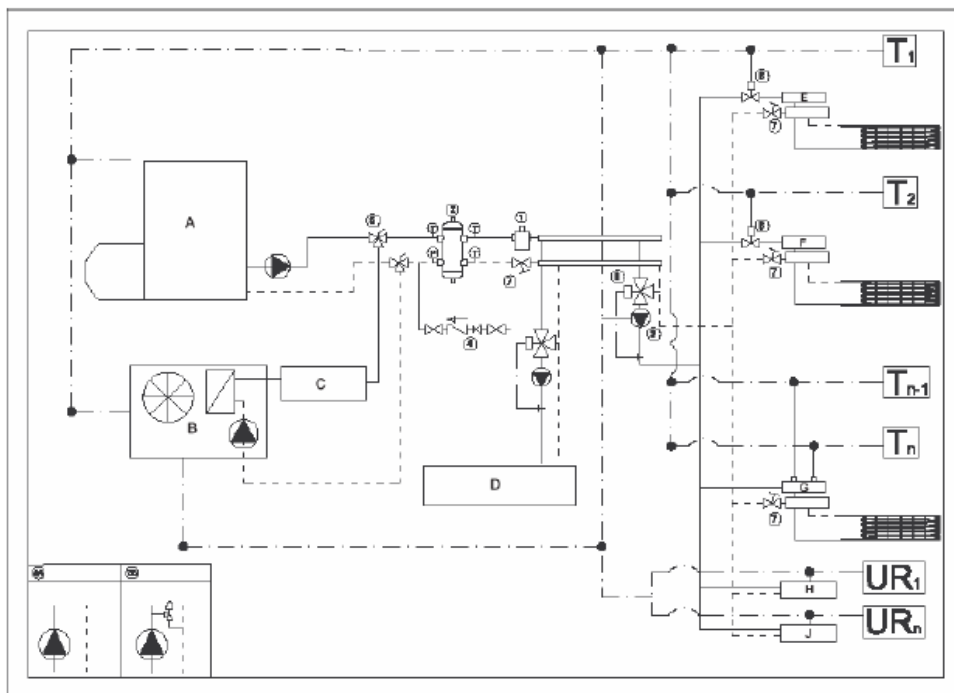
- A: Kondenzációs vízmelegítő:
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Elosztó
- E: Páratlanító
- T: Helyiség-termosztát U. Helyiség-higrosztát
- 1. Mikrobuborékos leválasztó
- 2. Hidraulikus leválasztó
- 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A), vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
- 4. Automatikus feltöltőcsoport
- 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
- 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
- 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízáram kiegyensúlyozásához.
- 8. Keverőszelep

13.2.3 nT rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül és keverőszeleppel


1T rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítás nélkül és keverőszeleppel

JELMAGYARÁZAT:

- A: Kondenzációs vízmelegítő:
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Más lehetséges elosztók / páratlanítók
- E: 1. elosztó
- F: 2. elosztó
- G: n. elosztó
- T: Helyiség-termosztát
 - 1. Mikrobuborékos leválasztó
 - 2. Hidraulikus leválasztó
 - 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A), vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
 - 4. Automatikus feltöltőcsoport
 - 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
 - 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
 - 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízáram kiegyensúlyozásához.
 - 8. Keverőszelep

13.2.4 nT + nUR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással és keverőszeleppel


nT + nUR rendszer - Fűtő- és hűtőrendszer páratlanítással és keverőszeleppel

JELMAGYARÁZAT:

- A: Kondenzációs vízmelegítő:
- B: Magas hőmérsékletű víz-/levegőhűtő keringtetővel és tágulási tartállyal
- C: Tartály
- D: Más lehetséges elosztók / páratlanítók
- E: 1. elosztó
- F: 2. elosztó
- G: n. elosztó
- H: 1. páratlanító
- J: 2. páratlanító
- T: Helyiség-termostát
- U: Helyiség-higrosztát
- 1. Mikrobuborékos szeparátor
- 2. Hidraulikus leválasztó
- 3. Változtatható tömegáramú szivattyú (A), vagy állandó tömegáramú szivattyú + megkerülő szelep + túlnyomásszelep (B)
- 4. Automatikus feltöltőcsoport
- 5. Háromutas golyósszelep évszakváltáshoz
- 6. Motoros szelep az elosztó vezérléséhez
- 7. Kalibrációs szelep a primer és szekunder vízáram kiegyensúlyozásához.
- 8. Keverőszelep