

**101/2022.**

**ELŐTERJESZTÉS**

**Pétfürdő Nagyközség Önkormányzata Képviselő-testületének  
2022. június 30-i testületi ülésére**

**Jegyzői törvényességi észrevétel nincs.**



**Tárgy: Óvoda földszinti hűtési rendszer kialakítása**

**Előterjesztő: Horváth Éva polgármester**

**Tisztelt Képviselő-testület!**

A Képviselő-testület a 2022. évi költségvetés készítésekor döntött az Óvoda földszinti helyiségeinek nyári hűtéséről. Az erre vonatkozó szakértői vélemény elkészíttetésére fedezetet biztosított, valamint 7.000 ezer forintot elkülönített céltartalékban a kivitelezésre.

A szakvéleményt elkészítettük, melyet mellékelek. A tanulmány hat változatot mutat be műszaki tartalommal és költségvonzattal. Javaslom a VRV típusú megoldást.

Kérem a Tisztelt Testületet döntsön a megoldás módjáról.

**P é t f ü r d ő**, 2022. június 13.



**Horváth Éva**  
polgármester

**Határozati javaslat**

**Pétfürdő Nagyközség Képviselő-testülete**  
**8105 Pétfürdő, Berhidai út 6/C.**

Pétfürdő Nagyközség Önkormányzatának Képviselő-testülete a 2022. június 30-i ülésén meghozta a

**.../2022.(VI.30.) számú képviselő-testületi**  
**h a t á r o z a t – o t:**

Pétfürdő Nagyközség Önkormányzatának Képviselő-testülete a Panelkuckó Napköziotthonos Óvoda épülete földszinti csoportszobáinak és gazdasági irodájának nyári hűtését VRV rendszer kiépítésével kívánja megoldani.

Felkéri a polgármestert, hogy a szükséges tervezési munkákat rendelje meg, és az elkészült tervek alapján kérjen be kivitelezői árajánlatot.

A munkák fedezete a szakértői vélemény elkészítésére előirányzott keretből megmaradt 2.500 ezer forint, valamint a megvalósításra a céltartalékban elhelyezett 7.000 ezer forint.

Felkéri a polgármestert, hogy a határozatban foglaltakat a költségvetési rendelet módosításakor vegye figyelembe.

**Határidő tervezés megrendelés:** 2022. július 15.

**Felelős:** Horváth Éva polgármester

**P é t f ü r d ő**, 2022. június 30.

**Horváth Éva**  
polgármester

**Szabóné Czifra Melinda**  
jegyző

**PÉTFÜRDŐ PANELKUCKÓ ÓVODA FÖLDSZINTI RÉSZÉ HŰTÉSI  
RENDSZERÉNEK KIALAKÍTÁSÁRA, MÉRETEZÉSÉRE, KÖLTSÉGÉRE  
VONATKOZÓ SZAKVÉLEMÉNY, ELEMZÉS KÉSZÍTÉSE A MINÉL  
MEGALAPOZOTTABB FENNTARTÓI DÖNTÉS ÉRDEKÉBEN**



**Pétfürdő Nagyközség Önkormányzata megbízásából készítette**

**Csűrök Tibor  
egyéni vállalkozó**

Készült:  
2022.05.23.

Csűrök Tibor dr.  
SZÉS6, SZÉM6 13-0134, szakértő  
TÉ 13-50496, tanúsító  
EA-01-5/2015, auditor

## **TARTALOM**

<b>Összefoglalás</b>	<b>3</b>
<b>Bevezetés, előzmények</b>	<b>5</b>
<b>Épület jellemzése, főbb adatok</b>	<b>6</b>
<b>Hűtési igény leírása</b>	<b>8</b>
<b>Lehetséges technológiák bemutatása</b>	<b>11</b>
<b>Üzemeltetés, energiaköltség</b>	<b>18</b>
<b>Árnyékolás</b>	<b>21</b>

## ÖSSZEFOGLALÁS

Pétfürdő Nagyközség Önkormányzata kért szakvéleményt a Panelkuckó Óvoda nyári hűtését biztosító rendszer telepítésének célszerű módjára vonatkozóan, annak érdekében, hogy a nyári időszakban a gyerekek ellátása az elvárható komfortban, de biztonságban történjen.

A helyszíni bejárás és konzultáció alapján a vizsgálandó feladat a földszinti rész nyári hűtésének megoldása, oly módon, hogy a hőterhelésnek legjobban kitett, nyáron huzamos tartózkodásra szolgáló helyiségek legyenek hűtve. A hűteni ennek alapján mindenképpen indokolt helyiségek a négy csoportszoba, a tornaszoba és a gazdasági iroda. Ezek a helyiségek az alapterület és a légtér fogat mintegy 40%-át teszik ki.

Figyelembe véve, hogy könnyűszerkezetes az épület, a keleti és a nyugati homlokzatok benapozottak, de részben árnyékoltak, a nyári szünetekben változó a kihasználtság, a hűtési/klimatizálási ökölszabály alapján 25 kW hűtési teljesítmény igény adódott. Ez képes biztosítani, hogy hőségnapokon is 6-8°C-kal alacsonyabb legyen a beltéri hőmérséklet a külsőnél.

A hűtéssel elvont hő szabadba bocsátása szerint lehetőség van azt a talajba vagy a környezeti levegőbe bocsátani. Az óvoda fűtési módját, a telek méretét figyelembe véve, a nyilvánvaló többletköltség miatt az elvont hő talajba bocsátását nem javasoljuk, hacsak nem merül fel olyan körülmény, ami azt hosszabb távra előretekintve indokolja. Ezért a víz-levegő, víz-víz hőszivattyú kombinációk a vizsgálatból kiesnek, a levegő-levegő és levegő-víz megoldásokat vizsgáljuk, amelyek a technológia fejlődésével egyre inkább versenyképesek.

A szakvéleményben hat változatot vizsgáltunk meg, ezeket az alábbi táblázat foglalja össze. A legfontosabb jellemzőket kiemeltük, néhány megoldást szemléltetésül a leírásokban kiemeltünk.

	típus	páratartalom	légcseré	belső elhelyezés
Multi-split	levegő-levegő	csökkentés	nincs/külön	fal/mennyezet
VRV	levegő-levegő	csökkentés	nincs/külön	fal/mennyezet
Légcsatorna split	levegő-levegő	csökkentés	van	mennyezet
Légkezelő	levegő-víz	szabályozás	van	mennyezet
Fan-coil	levegő-víz	csökkentés	nincs/külön	fal/mennyezet
Hűtőpanel	levegő-víz	nincs	nincs/külön	mennyezet

A vizsgált változatok legfőbb közös jellemzője az elvont hő levegőbe bocsátását végző hőszivattyú (amely típustól függően eltérő konstrukcióban és elnevezéssel jelenik meg). Mivel ennek működése a tényleges kiépítéstől és üzemeltetéstől függ, az energetikai hatékonyság szempontjából nincsenek éles elvi különbségek.

Internetes árak, konkrét hasonló árajánlatok alapján becsültük a beruházási költségeket. Ezek az euró árfolyam, az infláció és az alkalmazott konkrét berendezések minősége szerint változnak. A számolásnál az átlagos színvonalú, de magas energetikai besorolású berendezéseket vettük figyelembe, a majdani kivitelezésnél azonban előfordulhatnak 10-20%-kal magasabb árak is. A split és VRV jellegű rendszerek viszonylag egyszerűek, a költségük is jobban becsülhető. A többi esetben a légcsatornázás, vagy a nem szokásos elhelyezés kényszere, nagysága miatt magasabb árakkal számoltunk – részint a komplexebb szerelés, részint a nagyobb léptékű helyreállítási igény miatt.

A becsült költségeket a következő táblázat foglalja össze. Az egyes típusok közötti különbségek a valóságban eltérhetnek, de bizonyos összefüggések miatt a sorrend nagyjából hasonló marad ekkor is: az összetettebb műszaki tartalom szükségszerűen

drágább, míg bizonyos meghatározó berendezések ára minden esetben hasonlóan változik, vagy azonos marad.

25 kW-os hűtési rendszer költsége, ezer forint bruttó összeg	
Multi-split	8 763
VRV	8 033
Légcsatorna split	13 350
Légkezelő	13 005
Fan-coil	10 338
Hűtőpanel	11 938

## Javaslatok

*A bemutatott számolások és megfontolások alapján a VRV rendszer kiépítése ajánlott (amely tkp. egy modern, nagy teljesítményű multi-split rendszerhez hasonlítható). Ez a megoldás kis mértékben bővíthető is.*

A beltéri egységek a mennyezet alatt, vagy a falakon helyezhetőek el, helyiségenkénti helyi és távoli szabályozás programozás, beavatkozás lehetősége biztosítandó.

*Külső árnyékoló szerkezet felszerelése a tornaszoba és a gazdasági iroda ablakai esetében indokolt, de a többi benapozott helyiség esetében is célszerű. Ennek költsége bruttó 480-980 eFt közé tehető a választott megoldástól függően.*

*A napelemes rendszer két, a meglévőkhöz hasonló panellel bővítése javasolt, a többlet villamosenergia igény fedezésére. Ez várhatóan bruttó 360 eFt-ból megoldható.*

*A hűtés kiépítésével egyidejűleg az elektromos szekrény teljes felújítása javasolt, mivel a jelenlegi állapotában már nehezen áttekinthető és az új leágazások is nehezen építhetőek ki. A becsült költsége bruttó 500-800 eFt, de akár magasabb is lehet, elektromos tervet célszerű készíttetni és annak alapján kell korszerű szekrényt építeni.*

A fent javasolt megoldások bruttó 9,5-10,0 MFt-ot tesznek ki. Számolni kell azonban azzal, hogy a tényleges beépítéshez, korszerűsítéshez egyedi megoldások szükségesek, felmerülhet pótmunka igény menet közben, ezért javasolt legalább 12 MFt-ot elkülöníteni a beruházásra.

## **Bevezetés, előzmények**

Pétfürdő Nagyközség Önkormányzata a szakvéleményt azért rendelte meg, hogy megalapozott döntést hozhasson a Panelkuckó Óvoda nyári hűtését biztosító rendszer telepítéséről. A kiépíteni tervezett hűtési rendszerrel szemben elvárás, hogy energiahatékonyan, a szükséges komfortot biztosítva és a gyermekek egészségét nem kockáztatva legyen működtethető, a beruházási költség pedig ne haladja meg a racionális nagyságot.

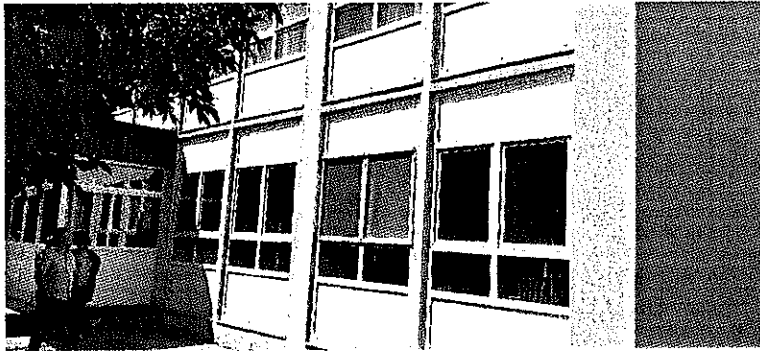
A feladat a lehetséges, azon belül a célszerűen alkalmazható technológiák bemutatása, összehasonlítása, az összehasonlításhoz beruházási és működési költségbecslés készítése. A hűtési rendszerek tervezésére jogszabályi és szabvány követelmények vonatkoznak, ezeket csak a szükséges mértékben tárgyaljuk, elsősorban az energiatakarékos működtetés szem előtt tartásával becsüljük a szükséges teljesítményeket, villamosenergia felhasználásokat.

Az elemzések, szakvélemény elkészítéséhez helyszíni bejáráson végzett konzultáció, felmérés, adatbetekintés adta az alapot. Amint a részletezésben a későbbiekben olvasható, a hűtési igény kielégítését, a hűtési komfortot biztosító rendszerek két fő részre bonthatóak: (1) a hűtendő, használt terekben a levegő és/vagy a határoló felületek hűtését biztosító berendezések és (2) az elvont hőt a környezetbe juttató berendezésekre. Az előbbiek lehetnek beltéri egységek, hőleadók, stb., az utóbbiak a „hűtőgépek”, amelyek hűteni és fűteni is tudnak, ezért hőszivattyúként is szokásos nevezni őket, mi is így teszünk, függetlenül attól, hogy a hűtési funkció az elsődleges. A következőkben a külső és belső berendezések lehetséges kombinációját vizsgáljuk majd.

A költségeket nettó értékkel becsüljük, szükség szerint az ÁFÁ-t hozzá kell majd kalkulálni.

## Épület jellemzése, főbb adatok

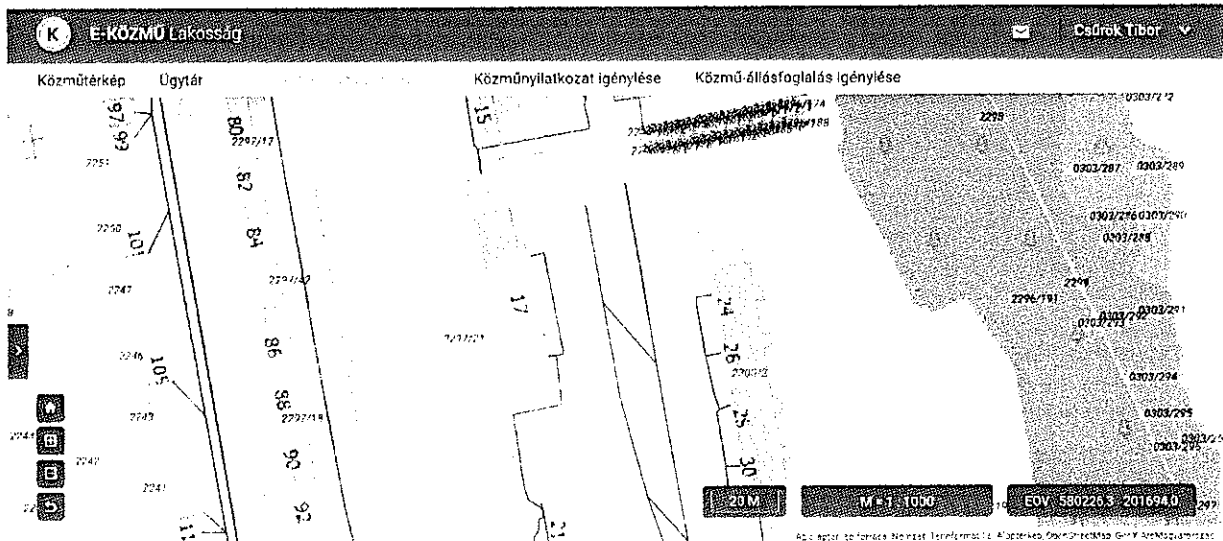
Az épület két ütemben épült, a déli szárny mellé utólag került hozzáépítésre a gazdasági bejáratot és előteret alkotó rész, majd az északi szárny, amely lényegében a meglévő déli rész „eltolása”-ként létesült (nem tükrözéssel, azaz nem tükörszimmetrikus az épület homlokzati képe). Az épület acél vázszerkezetű, vasbeton pillérekkel erősítve, vasbeton födémes, lapostetős. A végfalak vélhetően téglából készültek, utólag hőszigeteltek. A keleti és nyugati homlokzatokat szakipari falak alkotják. A belmagasság 3,0 m, egyes helyiségekben álmennyezettel csökkentett.



Az ábrán balra megfigyelhetőek a jellegzetes megoldások: a vasbeton és acél pillérek hőhidmentesítettek, az ablaksor alatt és felett két műanyag lap között vékony hőszigetelést tartalmazó betétek találhatóak. A szakipari falak 2006-ban és 2007-ben kerültek cserére. Az épület hőtechnikai szempontból a TNM

rendelet (7/2006. (V.24.) TNM rendelet az épületek energetikai jellemzőinek meghatározásáról) hatályba lépése előtti követelményszintet tükrözi, de egyes elemeiben meg is haladja azt. Az épületre vonatkozóan 2018-ban készült tanúsítvány, besorolása FF (átlagos).

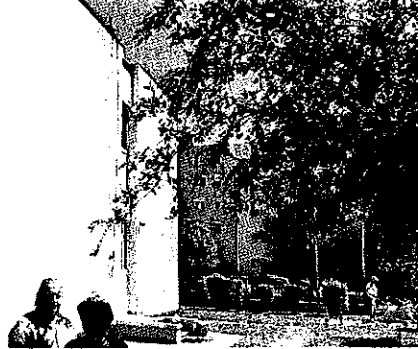
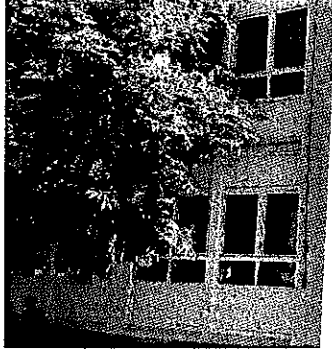
Az épület az északi rész lépcsőfordulója alatti hőközpontból kapja a fűtést és a használati melegvizet (HMV). A HMV készítés tároló nélküli, direkt előállítású, a konyhákban azonban átfolyós elektromos vízmelegítők vannak felszerelve (néhány éve). Az elektromos csatlakozás 3 fázisú, az elektromos szekrény felújításra szorul, a csatlakozás teljesítménye csak becsülhető, 3x25 A lehet, a szekrény felújítása indokolt. Az alábbi ábrán a hivatalos közműterkép látható, ezen a két épületrész még külön elektromos betáplálással rendelkezik, de úgy tűnik, időközben az északi részé megszűnt, a déli részen található a mérő és az összes megszakító.



Az épület tetején, az északi rész felett 2021. nyarán került telepítésre napelemes rendszer 5,74 kWp teljesítménnyel, 6 kVA-es 3 fázisú inverterrel. A napelemes rendszer a korábbi számlák mértékaó éves fogyasztása (MÉF) alapján szaldó elszámolásban megtermeli az éves villamosenergia felhasználást.



A hűtési igény szempontjából fontosabb jellemzői az épületnek: hossz tengelye majdnem észak-déli, a déli végfal hőszigetelt, a folyosók végén a homlokzatokon alkalmazottal azonos szakipari nyílászáró szerkezet található, viszonylag kis felületet elfoglalva. A keleti, utcai oldalon örökzöld növényzet (tuja, illetve fenyő) található, a homlokzatot csak a reggeli órákban árnyékolja, részben a magassága, részben a lombozata miatt. A nyugati



oldalon lombhullató, az épülettel nagyjából egykorú fák állnak, a lombkorona a tetősík fölé nyúlik, a homlokzathoz esetenként hozzáér. Csak délután sűti a nap a homlokzat egyes részeit.

A négy csoportszoba az épület nyugati oldalán helyezkedik el, szemben velük a keleti oldalon találhatóak az öltöző és a mos-

dó helyiségek. Kivételt képez a tornaszoba, amelyik az északi részben, a nyugati oldalon található. A nyugati oldalon két csoportszobához tartozik egy-egy tálalókonyha helyiség, illetve a két rész között található egy sószoba. A keleti oldalon található személyzeti öltöző, lépcsőház előtér, elkülönítő és a gazdasági iroda, utóbbi folyamatosan használt, a többi helyiség esetileg.

## Hűtési igény leírása

### *Hűtendő helyiségek*

A hűtési igény a nyári időszakban jelentkezik, azért csak a földszinti részt kell vizsgálni, mert ekkor a szabadságolások miatt már alacsonyabb a gyereklétszám, a földszinti négy csoportszoba, illetve a tornaszoba együttesen megfelelően be tudja fogadni az ilyenkor szokásos gyereklétszámot. Ebből következően a hűtendő helyiségek között kiemelten szerepel ez az öt helyiség. Emellett a gazdasági iroda az a keleti oldalon (a déli bejáratától közvetlenül északra) elhelyezkedő helyiség, ahol a növényzet nem árnyékol és a folyamatos tartózkodás hűtést igényel.

A keleti oldali öltöző és mosdó helyiségek esetében a hűtés helyett elegendő lehet az árnyékolás, a délelőtti órákban benapozott a homlokzat jelentős része. A nyugati oldalon a konyhai helyiségek kapnak napfényt délután, esetükben szintén felmerül az árnyékolás igénye. Mivel a két tálalókonyhát reggel és délben használják, főzés nem történik itt, csak mosogatás, ezért a hűtésük másodlagos szempontként jelenik meg.

A helyszíni bejárás és egyeztetés nyomán ezért a hűtési igényt a fentiek szerinti hat helyiségre vizsgáljuk: négy csoportszoba, tornaszoba, gazdasági iroda. Ezek a helyiségek a földszinti alapterület mintegy 40%-át teszik ki, a teljes épületre bizonyos körülmények között arányosíthatóak az eredmények.

A már hivatkozott TNM rendelet szerint óvodák tervezésekor a hűtésnél max. 26 °C belső hőmérséklettel kell számolni, a beltéri hőmérséklet 23-26 °C között lehet. Ugyanakkor elvárás a szabad hűtés (amikor is nem hűtőkörfolyamat általi hőelvonás történik) maximális kihasználása, valamint az északi oldalak kivételével az ablakok árnyékolása biztosítandó. Ezért kiegészítésként az árnyékolási lehetőségekre is kitérünk.

### *Az elvonandó hő*

A hűtési megoldások vizsgálatát minden bizonnyal az tette szükségessé, hogy 2021. nyara 1,2 °C-kal melegebb volt, mint a sokévi átlag. Az Országos Meteorológia Szolgálat (OMSZ) honlapja ([www.met.hu](http://www.met.hu)) szerint: „A küszöbnapok száma is jól jelzi a forró nyarat: idén 72 nyári napot ( $T_{max} \geq 25 \text{ °C}$ ) jegyeztünk országos átlagban, mely 7 nappal több, mint a sokévi átlag. A hőség napokból ( $T_{max} \geq 30 \text{ °C}$ ) arányaiban még nagyobb volt a növekedés: 27 nap helyett 38 fordult elő országos átlagban. A forró napok ( $T_{max} \geq 35 \text{ °C}$ ) száma 7 volt a sokévi átlag 3 nap helyett. Hőhullámos napokat is többször átéltünk: júniusban (21-25 és 28-30 között) és júliusban is kétszer (7-9 és 26-28 között), augusztusban pedig egyszer (14-16 között) emelkedett legalább 3 napig a napi középhőmérsékletet 25 °C fölé. Emellett júliusban volt még egy kétnapos időszak, mikor 25 °C feletti volt az átlaghőmérséklet (13-14).”

A helyszíni bejárásán megbeszéltek szerint – a hűtési igény oldaláról – az óvoda működése a nyári időszakban a következő: reggel 6 óra körül szellőztetés, gyerekek fogadása a tornaszobában, 7 és 1/2 9 között reggeli, ebédig foglalkozás az udvaron, délben ebéd, utána alvás, játék bent. A gyereklétszám a következőképpen alakul a nyári időszakban: június közepéig 160-170 fő, június végéig a felső szinten is van csoport, a gyereklétszám függvényben, júliusban a földszinten négy csoportszobában működnek, augusztusban két hét szünet van.

A hűtési napok számának meghatározásánál abból indulhatunk ki, hogy 2021-ben 19 olyan nap volt, amikor a napi középhőmérséklet 25 °C feletti volt (hőhullámos napok), illetve a hőség napok száma 38 volt országos átlagban. Figyelembe véve a hétvégéket és az augusztusi szünetet is, az utóbbi értékből indulva 27 nappal mindenképpen számolhatunk amikor hűteni kell. Megjegyzendő, hogy ez részben feltételezi az árnyékolást, illetve

figyelembe veszi, hogy az épület szerkezete viszonylag könnyű, a keleti és nyugati homlokzatok hőtároló tömege viszonylag csekély, így könnyen lehűthető.

Az elvonandó hőt kétféleképpen becsüljük, mindkét esetben tekintetbe véve az energiatakarékosságot és a használati módot. Ez azt jelenti, hogy elfogadhatónak tartjuk, ha nem minden esetben sikerül a 26 °C belső hőmérsékletet tartani. Abból indulunk ki, hogy 6 °C-kal legyen bent hűvösebb, mint kint. Azaz, csak 32 °C feletti külső hőmérséklet esetén fordulhat elő ilyen eset, az ilyen napok várható száma éves szinten tíz körüli. A valóságban azonban – a méretezési tartalék, alacsonyabb gyereklétszám miatt – ez se valószínű. A 6 c-os hőmérséklet különbség tartása annyiból előnyös, hogy a megfázás, hősokk veszélye kisebb. A gyerekek az udvarról nem túl hideg helyiségbe mennek vissza, délután nem túl hideg helyiségből lépnek az utcára. A szülők esetében is hasonló a helyzet, az utcáról nem hűtött, vagy csak éppen minimálisan hűtött helyiségekbe lépnek (a belső légáramlás miatt).

A legtöbb split-klíma forgalmazó honlapján megtalálható az az ökölszabály, hogy 30-35 W hűtési hőteljesítmény szükséges légköbméterenként, 40 W/lm<sup>3</sup> csak extrém esetben szükséges. 30 W/lm<sup>3</sup>-rel számolva a következő eredmény adódik (a beépített szekrények miatt a csoportszobák kissé eltérőek):

hűtendő helyiségek	m	m	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	kW
csoportszoba	10,3	5,3	54,4	163,1	4,9
csoportszoba	10,3	5,6	57,5	172,4	5,2
csoportszoba	10,3	5,3	54,4	163,1	4,9
csoportszoba	10,3	5,6	57,5	172,4	5,2
tornaszoba	7,6	6,0	45,6	136,8	4,1
gazdasági iroda			14,7	44,22	1,3
<b>összesen</b>			<b>284,0</b>	<b>852,0</b>	<b>25,6</b>

A fenti számítás mintegy 25 kW hűtési hőteljesítményt ad. A másik lehetőség, hogy a 6 °C-os hőmérsékletkülönbséggel, belső hőfejlődéssel és beeső napsugárzással számolva határozzuk meg a hőteljesítmény igényt, az alábbiak szerint egy csoportszobára:

ΔT	6	°C
fajhő	1,013	kJ/kg/K
sűrűség	1,165	kg/m <sup>3</sup>
légcseré	2	1/h
légtérfogat	165	lm <sup>3</sup>
elvonandó	0,65	kW
belső hőfejlődés	40	W/fő
létszám	25	fő
elvonandó	1,00	kW
beeső sugárzás	400	W/m <sup>2</sup>
g-tényező	0,2	
ablakfelület	13,0	m <sup>2</sup>
elvonandó	1,04	kW
<b>összesen</b>	<b>2,7</b>	<b>kW</b>

A tornaszoba esetében az alapterülettel arányosítunk, az iroda esetében átvesszük az előző táblázat értékét (általában nagyobb teljesítményű berendezések szokásosak amúgy is), így kapunk **összesen 14,3 kW**-ot.

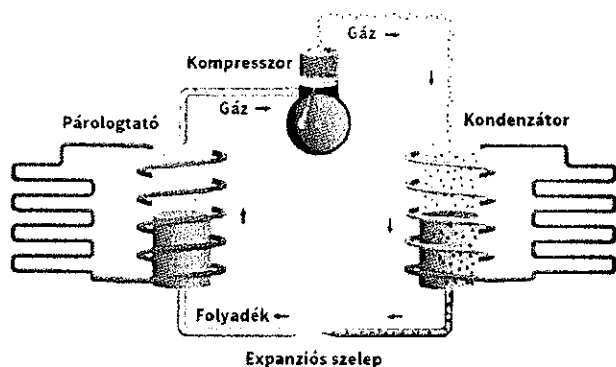
A fenti számítások hasonló eredményt adtak, ugyanis, ha a 35-40 °C-os forró napokon is a normához közeli hőmérsékletet akarunk biztosítani, akkor 14,3 kW helyett szintén 25 kW körüli teljesítmény szükséges.

A továbbiakban ezért azzal számolunk, hogy 25 kW hűtési hőteljesítményű rendszer telepítése indokolt.

Megjegyzendő, hogy a 25 kW hűtési teljesítmény lehetővé teszi azt is, hogy a belső légáramlások segítségével a többi helyiség hőmérséklete is csökkenthető legyen olyankor, ha pl. csak kevesebb csoportszoba üzemel, vagy még árnyékos és ezért kevésbé hűtendő a nyugati oldal.

## Lehetséges technológiák bemutatása

Az emberi tartózkodásra szolgáló terek hűtésének koncepcionális sémája az, hogy a hűtendő tér levegőjét egy annál hidegebb közeg lehűti, a felmelegedett közeg a hűtőgép/hőszivattyú visszahűti, a hűtéséhez elvonandó hőt a környezetbe bocsátja. Eszerint három fő részt különböztetünk meg: hőelvonás, hőszivattyúzás, hőkidobás. Ezen fázisok szerint mutatjuk be a lehetséges technológiákat.

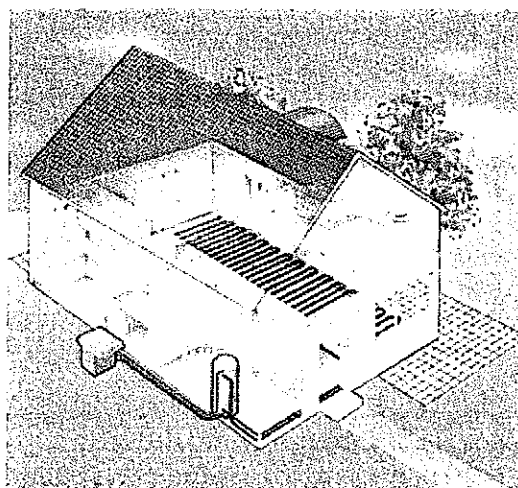
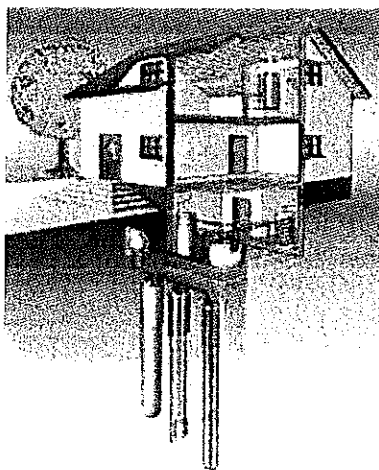


A baloldali ábrán látható a hőszivattyú működési elve (forrás: [www.easykit.hu](http://www.easykit.hu), ahol egyéb hasznos leírás is található a hőszivattyú működéséről, típusairól), az ábra azért került ide, mert jól szemlélteti, hogy a körfolyamat megfordításával lehet hűtés és fűtés között váltani. A mi esetünkben az ábra bal oldalán késsel jelölt

hőáram a hasznos, a munkaközeg elpárolgása von el hőt a helyiségből. A jobb oldalon pedig a környezetbe kerül kidobásra a hő, ami télen fordítva történik, a meleg a belső térbe kerül, míg a hőt a környezetből nyerjük ki, azt lehűtve.

### Hő környezetbe bocsátása

A hő környezetbe bocsátása többféleképpen történhet, két fő változata a talajba és a levegőbe bocsátás. A talajba kidobott hő esetében szokás megkülönböztetni talajkollektoros, talajszondás (lásd ábra) és talajvízes megoldásokat. A talajkollektoros esetben a felszín alatt kb. 2 m-es mélységben történik a csőkégyő lefektetése, a talajszonda 50-100 m-es furatokba helyezett csöveket jelent, a talajvízes pedig két elég távoli kutat, amely jelentős felszín alatti vízbázishoz kapcsolódik. A levegőbe bocsátás – ebben a viszonylag kis léptékben – a klasszikus ventilátoros hűtéssel történik, a split-klimák kültéri egységei ennek kisméretű tipikus megtestesítői. Fűtési rendszereknél szokásosak még egyéb, ventilátor nélküli hőcserélő berendezések is, de most ez nem releváns.



Talajszondás víz-víz rendszer balra, levegő-víz rendszer jobbra, forrás: [www.tenderterv.hu](http://www.tenderterv.hu)

A fenti két ábrán a helyiségeken belüli rendszerek víz közegűek, most nincs jelentősége. Kiemelendő azonban az, hogy – az eltérő ábrázolás ellenére – a belső rendszerek ebben

az esetben gyakorlatilag ugyanazok. Ebből adódóan a különbségeket értékelhetjük a belső rendszerektől függetlenül.

Létesítési költség oldaláról a legdrágább a talajszondás, az esetünkben négy furat szükséges, legalább 2-3 Mft költséggel, amihez hozzájönnek még a külső vezetékezés, helyreállítás költségei, így 3-4 Mft-tal kalkulálhatunk. A talajkollektoros rendszer utólagos telepítése hasonlóan, vagy még inkább költséges lehet, mivel többszáz négyzetméteres területet kell végigárkolni. Ebből a szempontból a talajvízes rendszer kedvezőbbnek tűnik, de a megfelelő mennyiségű talajvíz és a szükséges távolság miatt ez is 2-3 Mft költséget jelenthet.

A levegős megoldás esetében a kültéri egység költsége jelenik meg, amelyet nehéz ebben az esetben elválasztani a hőszivattyútól. Az összehasonlítás érdekében becsülhetjük 1 Mft-tal ezt a költséget, így az adódik, hogy a talaj mint hőbefogadó 2-3 Mft-tal költségesebb választás.

Működés szempontjából a talajba való hőbevezetés azért előnyös, mert a legmelegebb időjárás esetén is 15-20 °C lehet a hőmérséklete, míg a levegőé 35-40 °C. Emiatt a hatásfoka ennek a rendszernek elvileg magasabb, mint a levegőé. Azonban ez függ az adott talaj minőségétől, a hőmérsékletkülönbség a hőcsere hajtóereje, de a hőtadás intenzitása függ a talajtól, csövektől, áramlási sebességtől. A hőhordozó keringetése a csőrendszerben jelentős energiaigényű.

A hazai gyakorlatban a víz-víz rendszerek ott elterjedtek, ahol ugyanaz a rendszer, berendezés télen fűt, nyáron hűt, és eleve így lettek tervezve, azaz padlófűtéshez (vagy más alacsony hőmérsékletű fűtéshez) és mennyezethűtéshez kapcsolódnak. A talajszondás esetében jelentősebb, a másik kettőnél valamivel kisebb előny, hogy tavaszra a talaj „kifagy”, a hűtési időszak elején nem kell a hőszivattyúnak bekapcsolnia, a keringő víz lehűl a talajban.

Az adott esetben a hőszivattyús fűtés több okból sem előnyös, a meglévő távfűtés elvileg költséghatékony, a radiátorok nem alkalmasak a hatékony, alacsony hőmérsékletű fűtésre, az épület szerkezete sem korszerű, a villamosenergia ára jobban emelkedik, mint a távhőé.

*A fenti okok miatt a talajba vezetett hő opciójával nem foglalkozunk, a továbbiakban csak a levegős megoldásokat vizsgáljuk.*

#### *Hőszivattyú/hűtőgép körfolyamat*

A hűtést megvalósító körfolyamat minden géptípusban ugyanaz, a költségét a technológiai színvonala, teljesítménye, a létrehozandó hőfoklépcső határozza meg. Minthogy a hőkibocsátás a környezeti levegőbe történik ezen a téren jelentős különbség nincs közöttük, ami a hatékonyságot illeti. Számottevő különbség a belső oldalon jelentkezik, attól függően, hogy milyen módon történik a hő elvonása a helyiségekből. Ezért itt külön nem is foglalkozunk ezekkel, hanem a beltéri megoldások szerint vesszük végig a lehetőségeket.

#### *Hűtési lehetőségek a beltéri hőelvonás szerint*

A komfortérzet biztosításához a levegő hőmérsékletének, páratartalmának és CO<sub>2</sub> tartalmának szabályozása szükséges.

A levegő hőmérsékletét az adott esetben hűtéssel szabályozzuk.

A páratartalom szabályozásának két módja van: (1) a hűtés során a pára kicsapódásával és a kondenzvíz elvezetésével csökkenthető a páratartalom (de nem növelhető), (2) a

levegő szárításával, nedvesítésével mindig a beltéri igényeknek megfelelő, a külső légállapottól független páratartalom biztosítsa. Az (1) megoldás a hétköznapi gyakorlatból ismert split-klimák, mobilklimák, fan-coil-ok esetében alkalmazott, a (2) megoldás nagyobb légterű, állandó levegőminőséget igénylő létesítmények (irodák, gyártócsarnokok, stb.) esetében, légkezelők révén megoldott.

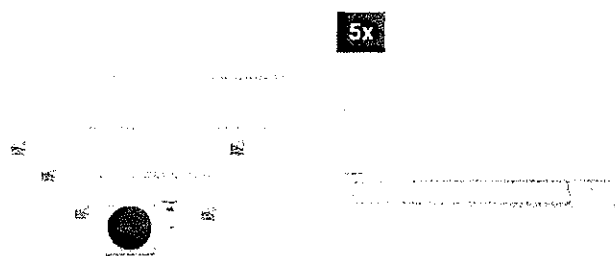
A levegő frissességének, CO<sub>2</sub> koncentrációjának szabályozása (amit légcserének nevezünk) szellőztetéssel történik, ami történhet kézi úton, az ablakok, ajtók nyitásával, vagy gépi úton, ventilátoros szellőztetéssel. Ez utóbbi eljárás az előző bekezdésben vázolt, a páratartalom változtatására szolgáló kétféle berendezés típusal kombinálva fordul elő leggyakrabban (légcsatornázható fan-coilok, illetve a légkezelők esetében magától értetődően), de léteznek külön szellőztető berendezések is, amelyek csak a légcserét biztosítják, hővisszanyeréssel ellátva. Természetesen a gépi légcsere beruházás- és energiaigényes, ott előnyös, ahol nem nyithatók az ablakok, vagy azokon keresztül nem biztosítható a kellő légcseré.

## LEVEGŐ-LEVEGŐ RENDSZEREK

### Multi-split klímák

A multi-split rendszerek lényege, hogy több (4-6 db) beltéri egységhez egy kültéri egység tartozik. Kialakulásukhoz a családi ház méretű épületek hűtési igénye vezetett, elkerülendő, hogy a homlokzatokon több kültéri egység is elhelyezésre kerüljön. A korszerű elektronika révén helyiségenként szabályozható a komfort. A levegő páratartalmát tudják csökkenteni, de a légcserét külön kell biztosítani.

— PANASONIC MULTI SPLIT KLÍMA 5 BELTÉRI EGYSÉGGEL (2 KW-OSAK)



**Panasonic CU-5Z90TBE**  
multi kültéri egység - 9 kW,  
max. 5 beltéri egység

Hűtési teljesítmény (kW): 9  
Fűtési teljesítmény (kW): 10.4

**Panasonic Super Compact**  
**CS-TZ20WKEW** fehér  
oldalfali multi beltéri egység  
- 2 kW

Hűtési teljesítmény (kW): 2  
Fűtési teljesítmény (kW): 2.7

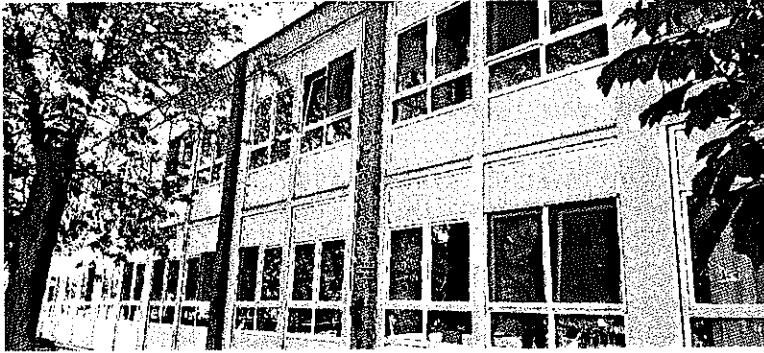
Baloldalt egy tipikus multi-split rendszer látható, 5 beltéri egységgel. A vizsgált feladatra 2-3 ilyen rendszer szükséges. A szezonális hűtési határfoka (SEER) a rendszernek 8,5, ami azt jelenti, hogy egységnyi villamosenergia felhasználásával 8,5 egységnyi hőt tud elvonni a nyári időszakban.

Csoportszobánként 2 beltéri egységgel számolva 10 egység szükséges, amihez hozzájön még az irodai egység. A beruházási költség becslésénél három kültéri egységgel számolunk, annak

érdekében, hogy a számolt 25 kW-os teljesítményhez minél közelebbi névleges (27 kW) hűtőt teljesítményű rendszert vegyünk figyelembe.

Internetes listaárak és hirdetések alapján 2022. második negyedévében a következő becslés tehető:

Berendezések (kültéri+beltéri)	1200	eFt/rsz
Csővezetés, szerelvények	400	eFt/rsz
Szerelés, telepítés	700	eFt/
Összesen	2300	eFt
Három rendszer összesen, nettó	6900	eFt
Három rendszer összesen, bruttó	8763	eFt



A kültéri egységek elhelyezése történhet a nyugati homlokzaton, amennyiben a végfalak, vagy a középső közbelső falak alkalmasak rá, azokra szerelve, 2 m feletti magasságban, hogy a gyerekek számára ne jelentsen veszélyt, illetve a gyerekek ne jelentsenek a berendezésekre veszélyt. De lehetséges a keleti homlokzat

igénybe vétele is, annyiból kedvezőbb, hogy a gyerekek ott nem játszanak, illetve az előtetőkre is történhet a telepítés.

A beltéri egységek telepítése a kültérihez közelebbi falakra, a mennyezet alá történhet. Amennyiben ezt nem találják kedvezőnek, esetleg a falszerkezet teherbírása problémát okoz, úgy választható olyan megoldás is, amikor a mennyezetre kerülnek rögzítésre a beltéri egységek. Ezek általában nagyobb, 3,5-6,5 kW hűtőteljesítményű egységek, így ezekből kevesebb szükséges, csoportszobánként egy-egy, az öt helyiségre összesen öt, míg az irodába kerülhet egy oldalfali berendezés. Típustól függően árban nincs nagy különbség a fenti kalkulációhoz képest, de a szerelés, elhelyezés, esztétikai megoldások eltérést okozhatnak.

#### VRV rendszerek

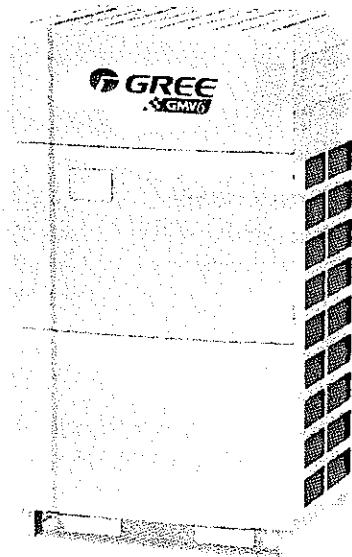
Lényegüket tekintve hasonlítanak a multi-split rendszerekre, azonban ezek nem a split-klimák összevont megoldásai, hanem nagyobb teljesítményű hűtések számára kidolgozott megoldások, amelyek a split-klimákéhoz hasonlatos beltéri egységekhez kapcsolódnak. Az elnevezés a változtatható hűtőközeg áram rövidítéséből ered, a központi egysége a teljes rendszer hűtési igényéből adódóan optimális hűtőközeg áramot biztosít.

A jobboldalt látható egy kültéri egység az adott teljesítményben (22,4 vagy 28 kW), a csatlakoztatható beltéri egységek száma 13 vagy 19 db. A nagyobb tömeg (220 kg) miatt a talajra, vagy megfelelő acél tartószerkezetre telepítendő. Az adott esetben a keleti oldal lehet célszerű, a két személybejárat közötti részen, a gazdasági bejárat közelében. Ez kedvező csövezési lehetőséget is biztosít.

A beltéri egységek lényegében megegyeznek a split és multi-split egységeknél szokásosakkal, a gyártóktól függő kisebb-nagyobb eltérésekkel.

A beruházási költséget egy 2022. II. negyedévi, hasonló teljesítményű rendszerre adott árajánlat felhasználásával az alábbi táblázatban adjuk meg, nettó és bruttó áron:

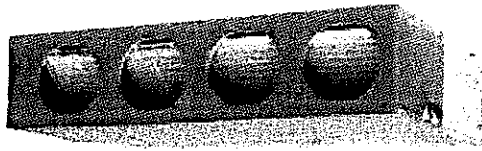
Kültéri egység	2250	eFt
Beltéri egység, 11 db	225	eFt/db
Beltéri összesen	2475	eFt
Szerelés	1600	eFt
Összesen nettó	6325	eFt
Összesen bruttó	8033	eFt





### Légcsatornázzható split rendszerek

A légcsatornázzható rendszerek esetében az a fő különbség, hogy a beltéri egység nem a helyiség levegőjét hűti, hanem a helyiségbe befújt levegőt hűti. Ezek a rendszerek tehát abba a kategóriába tartoznak, amikor a légcseré gépi úton történik.



A baloldali ábra mutat egy példát egy ilyen rendszerre (Fujitsu Eco ARXG30KMLA/AOYG30KATA légcsatornázzható klíma berendezés 8,5 kW). Ez megfelel az elsőként bemutatott multi-split rendszernek, három egység szükséges belőle, ekkor összesen 12 légcsatornát tud kiszolgálni. Az adott esetben azonban ki kellene építeni a légcsatornákat (befúvás/elszívás), valamint egy egyszerűbb, hővisszanyerős szellőztető telepítése is szükséges. Korszerű, komfortos megoldás lenne ezáltal megvalósítható, a szellőztető többlet villamosenergia felhasználását kompenzálná a hővisszanyerés.

A beruházási költség becslése a következő táblázat szerinti:

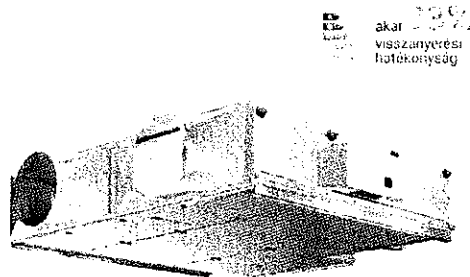
Berendezések (3 készlet)	3000	eFt
Szellőztető (1 db hővisszanyerős)	2000	eFt
Légcsatornák, légszelepek	840	eFt
Munkadíj (szerelés, telepítés)	4672	eFt
Összesen nettó	10512	eFt
Összesen bruttó	13350	eFt

A kültéri egységek telepítésénél ugyanazok a szempontok játszanak szerepet, mint az előző két esetben. A viszonylag nagy belmagasság lehetővé teszi a légcsatornák mennyezet alatti elvezetését. A légkezelő telepítése már komplikáltabb dolog, léteznek 40-50 cm magas mennyezet alá telepíthetők, így elhelyezhető ritkábban használt helyiségekben, közlekedőkben. Mivel a földszint hűtéséről van szó, a tetőn való elhelyezés szükség megoldás lenne. Ha van hely, akkor padlón elhelyezhető kivétel is választható. Mivel az érintett légtér fogat viszonylag csekély, ezért a helyigénye sem túlzott.

### Komplett, kompakt légkezelő

Az előző megoldáshoz képest ez annyi különbséget jelent, hogy egyetlen légkezelő végzi el az összes funkciót, azaz a légcsatornába már hűtött levegő kerül. Ezekben az esetekben a hűtési hőcserélőben már jellemzően hűtött víz kering.

Az adott hűtendő légtér fogat kerekén 850  $\text{m}^3$ , a maximális légcseré igénye 2-szeres, így a légkezelő 1500-2000  $\text{m}^3/\text{h}$  tartományban választandó. A példa kedvéért egy viszonylag korszerű, kompakt típusal szemléltetjük a telepítési lehetőségeket (lásd jobbra). 40 cm magas mennyezet alá szerelhető moduláris légkezelőről van szó, amely rendelhető csak hűtési modullal, fűtés nélkül is. Az 1650  $\text{m}^3/\text{h}$  légszállítású típusnak 1,55x1,96 m hely szükséges a mennyezet alatt.



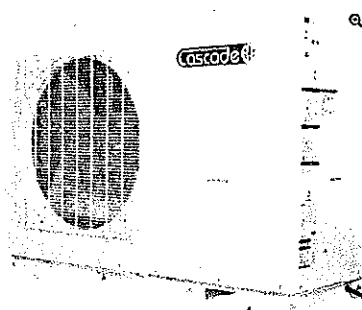
A berendezéshez ugyanúgy szükséges azonban a folyadék hűtő (kültéri egység), légcsatorna.

A beruházási költség becslése a következő táblázat szerinti:

Folyadékűtő	2250	eFt
Légkezelő	2750	eFt
Légcsatornák, légszelepek, stb.	840	eFt
Munkadíj (szerelés, telepítés)	4400	eFt
Összesen nettó	10240	eFt
Összesen bruttó	13005	eFt

## LEVEGŐ-VÍZ RENDSZEREK

Ezeknél is a környezeti levegő az elvont hőt felvevő közeg, közös jellemző, hogy a hűtést hűtött víz biztosítja, amit csővezetékben áramoltatnak a helyiségek hűtőberendezéseibe. Két fő típusa van, a fan-coil és a hűtőpaneles hűtés. Előbbi ventilátoros megoldás, utóbbi természetes cirkulációjú. A kültéri egység gyakran hasonlít a levegő-levegő rendszerekére, a különbséget az jelenti, hogy nem a hűtőközeg jut el a helyiségekbe. Emiatt két fő egységből áll a hűtőberendezés, olyan alkalmazásokhoz, ahol kevés a hely, készülnek teljesen kültéri kivitelek is, mint pl. az a következő ábrán látható.



Cascade HeatStar CRS-CQ16Pd/NhG-M  
15,5 kW monoblokk hőszivattyú

Ajánlott fogyasztói ár:  
2 006 600 Ft

Cikkszám: CRS-CQ16Pd/NhG-M  
Kategória: Cascade  
Cenke Hőszivattyú

A hőszivattyúknál a fűtési teljesítmény megadása szokásos, a levegős rendszereknél a hűtőteljesítmény mintegy 10%-kal kisebb.

A hőszivattyú egységet a többi kültéri egység változathoz hasonlóan a keleti vagy a nyugati oldalon célszerű elhelyezni úgy, hogy a gyerekek mozgását ne akadályozza, ne jelentsen veszélyt számukra és ne is tudjanak hozzáférni.

### Fan-coil

Az elnevezés abból származik, hogy ventilátor áramoltatja a helyiség levegőjét a hideg vízzel átáramoltatott csövek körül. Általában fűtésre és hűtésre egyaránt szolgáló berendezések, a négycsöves kivitelekben külön körben tud keringeni a fűtővíz és a hűtővíz. A kétcsöves készülékeknel központilag kell átváltani a hűtő és a fűtő berendezések között, nyáron hideg víz, télen meleg víz áramlik a csövekben. Az adott esetben a fűtést öntöttvas és acéllemez tagos radiátorok biztosítják, átszellőzött parapet takarással.

Két lehetőség van: vagy a teljes fűtési rendszer átépítése a parapet takarások és a radiátorok elbontásával és helyükre fan-coilok beépítése, négycsöves kivitelben, vagy külön fan-coil-os hűtési rendszer kiépítése. Csak az utóbbival foglalkozunk, mivel a teljes átépítés jelentős költséggel járna. Mivel a jelenlegi parapet kialakítás nem teszi lehetővé a parapet fan-coil-ok alkalmazását, ezért azokat vagy oldalfalra, vagy mennyezet alá célszerű szerelni. A kiépítésnél tekintettel kell lenni a kondenzvíz elvezetésére, a vezetéseket hőszigetelt kivitelben kell kiépíteni.

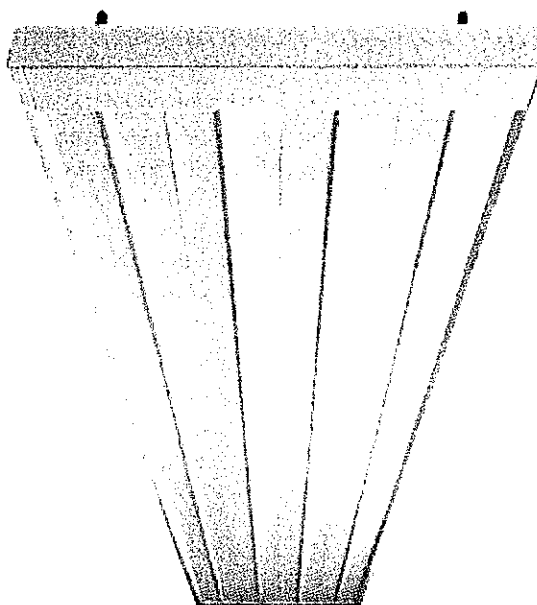
A beruházási költség becslése a következő:

Hőszivattyú 2 db	3000	eFt
Telepítés, kábelezés	600	eFt
Fan-coil átlagár	140	eFt/db
Fan-coilok (11 db)	1540	eFt
Csövek, kábelek, szerelvények	1100	eFt
Munkadíj	1900	eFt
Összesen nettó	8140	eFt
Összesen bruttó	10338	eFt

### Hűtőpanelek, klímagerendák

A mennyezeti hűtés – a padlófűtés analógiájára – terjedt el. Új építéseknel a mennyezetbe (esetleg az oldalfalba) vakolt, vagy újabban gipszkartonba panelszerűen ágyazott csőígyót tartalmazva. Utólagos beépítésre esetenként alkalmasabbak a szerelhető panelek (lásd jobbra, például), amelyek gyorsan, egyszerűen szerelhetők.

Ebben az esetben hűtött, de harmatpont felett tartott hőmérsékletű víz kering a csövekben, hogy a páralecsapódást, vízcsepegést meg lehessen előzni. A mennyezeti elhelyezés intenzív légáramlást okoz (hasonlóan a radiátoros fűtéshez, a sűrűségkülönbség a hajtóerő). Mivel a komfortérzetben nemcsak a levegő, hanem a határoló felületek hőmérsékletének is van szerepe, ezért előnye ennek a megoldásnak, hogy a mennyezet hűvösebb az oldalfalaknál, a padlónál, viszont csekélyebb a légáramlás.



A méretezéshez úgy számolhatunk, hogy 14 °C-os belépő és 17 °C-os kilépő hőmérséklet mellett kerekén 100 W/m<sup>2</sup> hő vonható el. Ebből adódóan gyakorlatilag a teljes mennyezet beborítása szükséges – például a csoportsobában 100 W/m<sup>2</sup> \* 54,4 m<sup>2</sup> = 5,44 kW adódik.

A beruházási költség becslése az alábbiak szerint végezhető:

Hőszivattyú 2 db	3000	eFt
Telepítés, kábelezés	600	eFt
Mennyezeti panel	13	eFt/m <sup>2</sup>
Fajlagos hűtőtéljesítmény	100	W/m <sup>2</sup>
Szükséglet	250	m <sup>2</sup>
Anyagköltség (szerelvényekkel)	3700	eFt
Munkadíj	2100	eFt
Összesen nettó	9400	eFt
Összesen bruttó	11938	eFt

## Üzemeltetés, energiaköltség

A költség és energiatakarékos használat függ egyfelől a beépített rendszer típusától, minőségétől, másrészt a használat tudatosságától, takarékoságától.

A beépített rendszer hatékonyságát az EU SEER (szezonális hűtési hatékonyság) kell értékelni, a 12 kW hőteljesítmény alatti rendszerekre szigorúbb követelmények vonatkoznak az EU/626/2011 rendelet alapján, a nagyobb teljesítményű készülékekre vonatkozóan az EU/2281/2016 szerinti számítás alkalmazandó.

Jobbra láthatóak az egyes osztályok, amelyeket az egyes berendezéseken fel is tüntetnek. A SEER négy terhelési állapot előírt együtthatókkal súlyozott átlaga, a jellemző éves hűtési üzemvitelt próbálja leképezni. Ebből adódóan értéke a korszerű berendezések esetében nagyobb, mint a névleges terhelésen számolt/mért érték.

A mutató alapvető célja az összehasonlítás, lehetővé tenni a fogyasztóknak a takarékosabb berendezés vásárlását. A kisebb teljesítményű, levegő-levegő rendszereknél (split, multi-split) viszonylag jó összehasonlítást és éves energiafelhasználás becslést biztosít. Minél komplexebb egy rendszer, annál nehezebb az összehasonlítás, ekkor alapvetően a hőszivattyú és a kellően jól specifikált hozzá tartozó rendszer jellemzésére alkalmas. Az azonban alapos munkát kíván, hogy kellően jól specifikálható legyen a kapcsolódó rendszer. Erre példa a két levegő-vizes rendszer, amelyeknél jó eséllyel előfordul, hogy eltérő hőmérsékletű vízzel üzemelnek, ami visszahat a tényleges energiaigényre. Ekkor alapvetően a hőszivattyú hűtési hatékonysága értékelhető az SEER mutatóval, az energiafelhasználás azonban csak közelítően számolható.

*Mindenesetre a választásnál, beszerzésnél tekintettel kell lenni a hőszivattyú, vagy levegő-levegős rendszer besorolására, A++ és A+++ besorolásúak általában minden típusból rendelkezésre állnak, alacsonyabb kategóriájút nem szabad választani.*

A legjobb hatásfokú rendszer is jelentős költséggel üzemeltethető, ha nem kellő odafigyeléssel történik a használata. Néhány tipikus „gondatlanság” szemléltetésül:

- Hűtés névleges paraméterekkel teljes hétvégén.
- Nyitott ablakok melletti tartós működtetés.
- Légkezelő működtetése használati időn kívül (hiába a jó hővisszanyerés és hatásfok, a veszteség az veszteség).
- Túl alacsony hőmérséklet beállítása.

Akkor takarékos az üzemeltetés, ha a rendszer úgy működik, hogy pontosan akkor biztosítsa a célszerűen elvárható komfortot, amikor az szükséges, indokolt. A következőkben vázoljuk a javasolt működést.

Először néhány fontos körülmény:

Mivel az épület nagy mértékben könnyűszerkezetes, ezért hőtároló képessége az átlagosnál kisebb. Ebből következik, hogy viszonylag gyorsan lehűthető, de hőt sem tárol, azaz, gyorsan fel is melegszik. Előnyös viszont az elhelyezkedése déli homlokzata kicsi,

SEER	
A+++	SEER ≥ 8,50
A++	6,10 ≤ SEER < 8,50
A+	5,60 ≤ SEER < 6,10
A	5,10 ≤ SEER < 5,60
B	4,60 ≤ SEER < 5,10
C	4,10 ≤ SEER < 4,60
D	3,60 ≤ SEER < 4,10
E	3,10 ≤ SEER < 3,60
F	2,60 ≤ SEER < 3,10
G	SEER < 2,60

nyugati homlokzata nagyrészt árnyékolt. Az épület hétvégén és éjszaka használaton kívül van.

Javasolt a klímaberendezéseket úgy programozni, hogy használati időben 27°C (EU/626/2011 szerinti SEER mérési belső hőmérséklet) legyen az előírt hőmérséklet, továbbá, ha lehetséges, olyan berendezést válasszani, amelyik ezen felül a külső hőmérséklet -6°C beállítást is figyelembe tudja venni. Azaz 32°C külső hőmérséklet mellett 27°C, 36°C külső hőmérséklet mellett 30°C legyen a célérték. Ezeket a célértékeket tapasztalat alapján lehet pontosítani, a lényeg, hogy ne legyen indokolatlanul hideg benn, ezáltal a megfázások és az indokolatlan kiadások elkerülhetőek.

Használati időn kívül a berendezések leállítandóak, vagy kézi, vagy programozott módon. Ha indokolt, elképzelhető egy olyan „vészhelyzeti” beállítás, hogy pl. 34°C-nál magasabb hőmérsékletet nem enged meg használaton kívül sem. Ilyen jellemzően hétvégén nap közben fordulhatna elő.

A heti működés a következőképpen nézhetne ki:

- Reggel 6-kor alapos átszellőztetés, ha a külső hőmérséklet eléri a 27°C-ot, akkor csak a szükséges ideig.
- Klímaberendezések bekapcsolása időprogram alapján 6.30 és 7.00 között, a normál (fenti) program szerint.
- Reggeli után az udvari program idejére 9.30 és 11.30 között takarékos üzem (leállítás), ½-1 órás átszellőztetéssel kezdve. Esős idő, vagy más okból benttartózkodás esetére normál üzemű hűtés.
- Ebéd előtt normál üzemre kapcsolás 11.30-kor, 12.00-re visszahúthatóak a csoportszobák, ha szükséges. Alvás idejére, illetve 16.00-ig normál üzem.
- 16.00-tól használati időn kívüli üzem, illetve kánikula esetén a szükséges 1-2 helyiség további hűtése.

Néhány további szempont:

- A berendezések döntő többsége a helyiségenkénti távvezérlést, szabályozást biztosítja, amelyeknél ilyen nincs automatikusan (pl. mennyezeti panelek), ott gondoskodni kell a kiépítéséről. A programozhatóságot vagy ezek a kezelőszervek, vagy más alkalmazások révén telefon, tablet, számítógép biztosítja. Fontos megtanulni és naponta alkalmazni ezeket, mert ezek nélkül kézi vezérlésben maradnak a berendezések, nem mindig takarékosan működnek.
- A levegő-levegő rendszerek beltéri egységeinél a befúvás iránya, sebessége állítható, célszerű a mennyezet irányában befúvatni a hideg levegőt. Amennyiben a fan-coil-ok esetében van ilyen lehetőség, ott is erre kell törekedni. Ha ez nem adna elég lehetőséget, akkor lehet kombinálni a hűtési programot (erősebb hűtés üres helyiségben, egyik berendezés intenzívebb használata), bár ez már odafigyelést igényel, igaz, csak rendkívüli meleg időjárás esetén kell ilyesmivel számolni.

### *Energiaköltség becslése*

A várható energiaköltséget az alábbi táblázat szerint határoztuk meg.

Hőség napok száma 2021-ben	38	nap
Hétköznapra esik	27	nap
Napi üzemóra	8	h
Átlagos teljesítmény igény	14,5	kW
SEER	6,1	
Villamosteljesítmény igény	2,4	kW
Villamosenergia igény	513	kWh

Az eredmény 513 kWh éves többletfelhasználás, ami a jelenleginek kevesebb, mint tizede. Egyébként arányát tekintve nem tér el jelentősen a TNM rendeletben szokásosan adódó hűtési igénytől, annál talán magasabb. A SEER értékét az A++ kategória aljára vettük fel óvatosságból és a hőség napokkal számolva sem becsültük alá a hűtési igényt várhatóan.

A villamos teljesítmény igény az átlagos helyzetre vonatkozik a névleges hűtési teljesítményhez a SEER alapján 4,1 kW tartozik, de ebben az esetben a 100%-os teljesítményhez tartozó EER érték a mérvadó, ami 5-6 kW lehet – az elektromos csatlakozást ehhez kell majd méretezni, a gyártó adatlapja szerint.

Az 513 kWh többlet igényt már további egy napelem panel is megtermeli majdnem, de a meglévő kiosztáshoz igazodva további két panel hozzávételével a többletigény is megtermelhető. A napelemes rendszer bővítésének számolása az alábbi táblázat szerinti. Az inverter várhatóan gond nélkül tudja fogadni a bővítést.

Napelem fajlagos termelése	1100	kWh/kW
Többlet teljesítmény igény	0,47	kW
Jelenlegi rendszer	5,74	kW
2 új panellel	6,56	kW
Inverter	6	kVA
Arány	1,09	
Fajlagos költség	350	eFt/kW
Összköltség, nettó	287	eFt
Összköltség, bruttó	364	eFt

A bemutatott lehetséges megoldások mindegyike megvalósítható úgy, hogy a SEER értéke a 6,1-et meghaladja, de akár olyan konfigurációk is készíthetők, hogy mindegyik egyenlő legyen (pl. 7,0). Emiatt a várható energiaköltségek szempontjából nehéz különbséget tenni közöttük.

A korábban említett módon a gépi légcsere esetében lehet egyértelmű különbséget kimutatni, mivel a kézi szellőztetéshez képest nyilvánvaló többletköltséget okoznak. Amint említettük, a hővisszanyerős szellőztető berendezés és a légkezelő esetében ezt a többlet villamosenergia igényt kompenzálhatja, hogy a természetes légcserehez képest jelentős energia nyerhető vissza. Ebből a szempontból a fan-coil-os rendszer hátránya a beépített ventilátor, ami a hőszivattyú teljesítmény igényének 5%-át is kiteheti A split készülékek esetében ez benne van elvileg a SEER értékben.

## Árnyékolás

Amellett, hogy a hűtés kiépítéshez kapcsolódó elvárás is, annak alternatívájaként merült fel az árnyékolás szükségessége. Esetünkben olyan módon, hogy azokban a helyiségekben, ahol a benttartózkodás nem folyamatos, de benapozottak, a hűtés helyett árnyékolással lehet segíteni. Mivel a jelen munkának nem része az árnyékolás kidolgozása, csak a legfontosabb kérdésekkel foglalkozunk tömören.

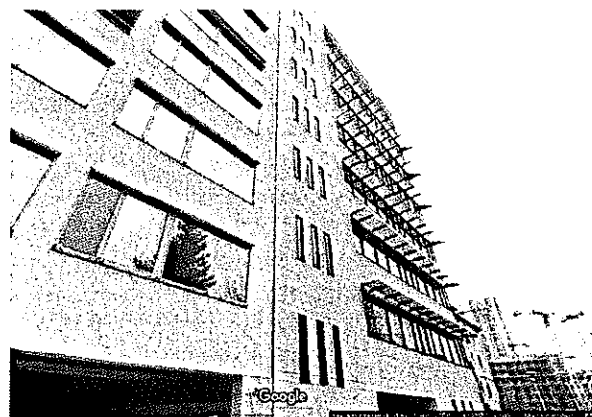
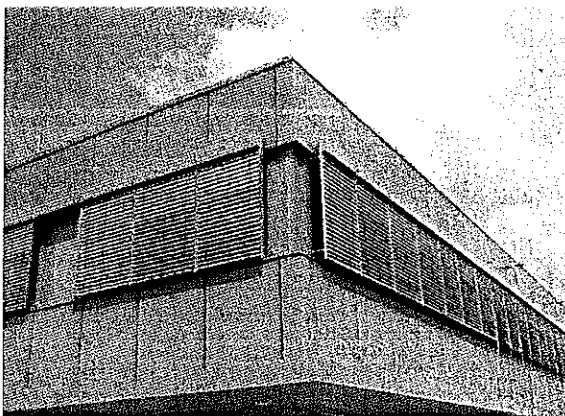
A hűtéssel érintett helyiségek közül a tornaszoba és a gazdasági iroda olyan elhelyezkedésű, hogy az árnyékolás indokolt. Jelenleg belső oldali, szalagfüggönyös árnyékolással rendelkeznek ezek a helyiségek. Ezek külső oldali, homlokzati árnyékolása megfontolandó.

A mosdó és öltöző helyiségek a keleti oldalon találhatóak, ezek a délelőtti órákban benapozottak. Hűtési igény nem merült fel velük kapcsolatban, mivel részben reggel és délután vannak használatban, illetve napközben csak rövid ideig tartózkodnak benn. Tartós hőség esetén az árnyékolás ellenére is átmelegszenek, de csökkenthető a hőterhelésük, továbbá délután egyfajta zsilipet is képeznek, mert innen lépnek a szabadba a gyerekek, szülők. A hűtött csoportsobák belső hőelvonása is segít a folyosók, azon keresztül az öltöző helyiségek hőmérsékletének csökkentésében, így az árnyékolás elegendő lehet.

A nyugati oldalon csak esetleg süt be a nap a konyhai helyiségekbe, de indokolt esetben itt is segíthet az árnyékolás. Mivel ezek hűtött helyiségek mellett találhatóak, az átadóablakon keresztül légcseré is lehetséges, így az árnyékolás nem feltétlenül szükséges.

A külső árnyékolásnak számos eszköze, módja van. Ezek közül kettőt javasolunk megfontolni, alkalmazni, a többit az alábbi indokok miatt nem: A redőny télen-nyáron praktikus, azonban a jelenlegi homlokzati kialakításban nincs ablakkáva, az ablakok sem alul, sem felül nem lehatároltak olyan éllel, amelyekhez lehetne a redőnyöket illeszteni. Ettől függetlenül minden bizonnyal megoldható lenne redőnyök utólagos felszerelése, csak kissé szokatlan megjelenést adna. A teljes homlokzat redőnyökkel borítása mind költségvetés, mind kivitelezés szempontjából nem tűnik reálisnak. Külső vászon, vagy egyéb szövet jellegű műanyag árnyékolók az időjárásállóság és tisztíthatóság szempontjából nem látszanak racionálisnak.

A javasolt megoldások lamellás, vagy zsalus árnyékolók, az egyik jellegzetes típusuk a zsaluzia, a másik a homlokzatra merőlegesen elhelyezett lamella sor. Balra látható a zsaluzia ([www.vestahome.hu](http://www.vestahome.hu)), jobbra a homlokzatra merőlegesen elhelyezett fix megoldás. A zsaluzia mozgó, a homlokzatot is dekoráló megoldás, a másik fix, a dél körüli órákban árnyékol elsősorban.



A kétféle árnyékolás összehasonlítását szolgálja az alábbi táblázat, a zsaluzia esetében internetes árral kalkuláltunk, a fix árnyékoló esetében becsléssel dolgoztunk. Az épület sajátos kivitele miatt (vasbeton és acél pillérek, kívülről néhány cm hőszigeteléssel hőhídmentesítve, szakipari fal homlokzat) a helyszíni szerelés módja jelentősen befolyásolhatja a költségeket.

Zsaluzia	50	eFt/m <sup>2</sup>		
kis ablak	2,16	m <sup>2</sup>	108	eFt
nagy ablak	3,24	m <sup>2</sup>	162	eFt
Konyha				
4 nagy	12,96	m <sup>2</sup>	648	eFt

Fix	40	eFt/db		
Konyha	8	db	320	eFt

A zsaluzia esetében a felület, a fix árnyékoló esetében a vízszintes méret a meghatározó. A táblázatban a zsaluziánál a kis ablak egy szakipari blokk két kisméretű ablakát fedi (WC, mosdó), a nagy ablak ugyanekkora blokknál a normál méretű két ablakot (pl. tornaszoba). A fix árnyékoló esetében ablakonként egy darabbal számolunk (kb. 1 m-es elem).

A számolás csak szemléltetés, ebből az adódik ki, hogy a fix árnyékolók alkalmazása a kedvezőbb. Ezt az is alátámasztja, hogy a földszinti részek viszonylag árnyékoltak, a magasan járó Nap ellen kell elsősorban védekezni.