

Épületgépész

A Magyar Épületgépészek Szövetségének szaklapja

Az épületgépészeti szakképzés problémáiról és a szükséges fejlesztési irányokról



Megújuló energia
melléklet
11-24 oldal



Alapgondolatok az épületgépész szakmáról
(részlet)

„A szakma minden művelője, az oktatók, gyártók, a kereskedők és a létesítést végző tervező és kivitelező vállalkozások egyaránt fontos elemei a szakma értékláncának.”



Forrás: A MÉGSZ Alapgondolataink a szakmáról (2012) című állásfoglalása (további részletek: www.megsz.hu)

265ml = 100L kezelt rendszervíz



A megszokott hatékonyság most új kiszereelésben!

FERNOX
MAKES WATER WORK



hungary@fernox.com

www.fernox.hu



epuletgepeszforum.hu

Tartalom

Vélemény – Igaz-e, hogy veszélyes és drága hazugság övezi a nap- és szélenergiát?	4
Címlapsztori – Az épületgépészeti szakképzés problémáiról és a szükséges fejlesztési irányokról, lépésekről – elemzés és javaslatok	6
Dobom a labdát! – Az Épületgépészeti Múzeum cikksorozata	10
Megújuló energia melléklet	11
Fenntartható hőszivattyúzás CO ₂ -hűtőközeggel	12
Prémium hőszivattyúk Svédországból	
Tradíció – Innováció – Megbízhatóság	17
HMV-készítés napelemes rendszerekkel	18
Intelligens választás a fenntartható hőellátáshoz –	
Hoval hibrid megoldások	22
R290: a jövő hűtőközege a klímatechnikában?	23
SZAKma	25
Lakóépületek természetes szellőztetése – II. rész	
Ablaknyitások szellőztetés intelligensen	25
Légkezelő berendezések hűtési energiaigényének csökkentése	
indirekt evaporatív léghűtővel	28
Jövő: orosz kőolaj és földgáz nélkül?	36
Kitekintő – Mikroműanyagok az ivóvízellátásban	38

Kiadja a Magyar Épületgépészek Szövetsége
1116 Budapest, Fehérvári út 132-144.,
magyarepuletgepeszek.hu, megsz@megsz.hu

A szerkesztőbizottság tagjai:
Gyárfás Attila (gázfelhasználás),
Keszthelyi István
(légtechnika és égéstermék-elvezetés),
dr. Okányi Sándor (fűtési rendszerek),
dr. Szabó Márta
(termikus komfort és belsőlevegő-minőség),
dr. Szánthó Zoltán (vízfelhasználás),
Tóth-Hevesi Viktória (gázfelhasználás),
Varga Pál (napenergia-hasznosítás),
Várkonyi Nándor (hűtés- és klímatechnika).

Főszerkesztő:
Bozsó Béla
bozso@megsz.hu

Szakszerkesztő:
dr. Vajda József

Hirdetési vezető:
Kárpáti Zoltán
hirdetes@megsz.hu

Tördelőszerkesztő: Nemerey Péter
Korrektor: Pincehelyi Zita Éva

Terjesztés: Söbér Livia – szervezoiroda@megsz.hu

Lapunkat a MÉGSZ,
a Gázközösség, a HKVSZ
és az MMK Épületgépészeti
Tagozatának tagjai ingyenesen kapják.
Ha tagja ezen szervezeteknek, és nem kapja meg a
lapot, vagy megkapja, de lemondana róla,
kérjük, küldjön e-mailt
a szervezoiroda@megsz.hu címre.

Nyomda: Kerényi Nyomda Kft.
A fizetett cikkeket a lap fejlécében
„PR” jelzéssel látjuk el.
A hirdetések és a PR-cikkek tartalmáért a kiadó nem
vállal felelősséget.

ISSN 2063-5400

A lapban közölt tartalmak és képek másodközlése
csak a kiadó engedélyével lehetséges.



HERZ SIMPLE padlófűtési szivattyúcsoport

- Tökéletes kompakt megoldás a padlófűtések egyszerű szabályozására
- Fix értékű vezérlőállomás nagy hatásfokú szivattyúval 2-12 fűtőkörhöz
- 20-50 °C-os termosztát merülő érzékelővel a padlófűtési körök előremenő hőmérsékletének precíz szabályozásához
- Hőmérő az előremenő hőmérséklet kijelzéséhez és tapintó biztonsági termosztát a készletben
- Exceteres csavarkötésekkel 167-233 mm-es rúdtávolságú osztó-gyűjtőkhöz
- 2 db R 1 „AG az elosztóhoz hollandival G 1” csatlakozások a szivattyúcsoporthoz

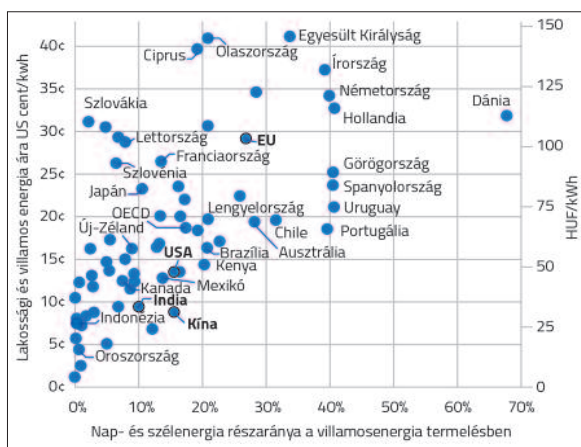
Igaz-e, hogy veszélyes és drága hazugság övezi a nap- és szélenergiát?



2025. május 18-án egy véleménycikk jelent meg a Portfolio online gazdasági újság oldalán Bjorn Lomborg tollából. A cikk címe meglehetősen provokatív volt: *Veszélyes és drága hazugság övezi a nap- és szélenergiát*. A provokáció esetében hatásos volt, arra ösztönzött, hogy én is írjak egy véleménycikket, melyben megpróbálom kifejtetni, hogy miért káros, ha egyoldalú állításokkal negatív színben próbálják meg feltüntetni a nap- és szélenergia szerintem inkább üdvözlendő egyre nagyobb térnyerését.

A cikk szerzője Bjorn Lomborg dán közgazdász, író és környezeti kérdésekkel foglalkozó közéleti személyiség. A Portfolio magazin rendszeresen közöl tőle írásokat, melyekben többnyire kritikusan és provokatívan viszonyul a klímaváltozás elleni politikai és gazdasági megközelítésekhez. Persze nem könnyű vitába szállni egy nemzetközi szinten is ismert, bár vitatott véleményformálóval, aki többek között a Copenhagen Consensus Center nevű szakmai műhely elnöke, amely több száz közgazdással (köztük hét Nobel-díjossal) együttműködve a világ fő kihívásaira dolgoz ki megoldási javaslatokat.

De nézzük, mit is nevez Bjorn Lomborg veszélyes és drága hazugságnak. Állítása szerint a megújuló energia lobbistái azt terjesztik, hogy a nap- és szélenergia olcsó. Ezzel szemben szerinte a valóság az, hogy azokban az országokban, ahol magas a nap- és szélenergia alkalmazásának részaránya, ott emiatt sokkal magasabbak lettek az energiaárak. Ezt a Nemzetközi Energia Ügynökség egy grafikonjával támasztja alá, ahol az egyes országok villamosenergia-árai láthatók a nap- és szélenergia részarányának függvényében.



Az ábrát elnézve valóban látszik olyan tendencia, hogy ahol magasabb a nap- és szélenergia részaránya, ott magasabb a villamos energia ára is, mint például az Egyesült Királyságban, Írországban, Németországban, Hollandiában és Dániában. Ugyanakkor találunk magas, 30 cent körüli áramárakat 10%-nál kisebb részarányal rendelkező országokban is (pl. Szlovákia, Litvánia).

1. ábra – A Bjorn Lomborg által hivatkozott grafikon (Forrás: www.iea.org/data-and-statistics/data-product/energy-prices)

De vajon biztos-e, hogy a magas energiaárat kizárólag a megújuló energiák elterjedtsége okozza? Lomborg szerint igen, a magas energiaár oka, hogy amikor nem süt a nap, és nem fúj a szél, a zöldenergia mellett rengeteg tartalék kapacitásra van szükség, amelyet gyakran fosszilis energiahordozók biztosítanak. Ez azt jelenti, hogy nem egy, hanem két energiarendszerért fizetünk. Miután pedig a tartalék fosszilis energiaforrásokat kevesebbet használjuk, rövidebb idő alatt kell megtéríteniük a tőkekölségüket, ami drágább áramot okoz.

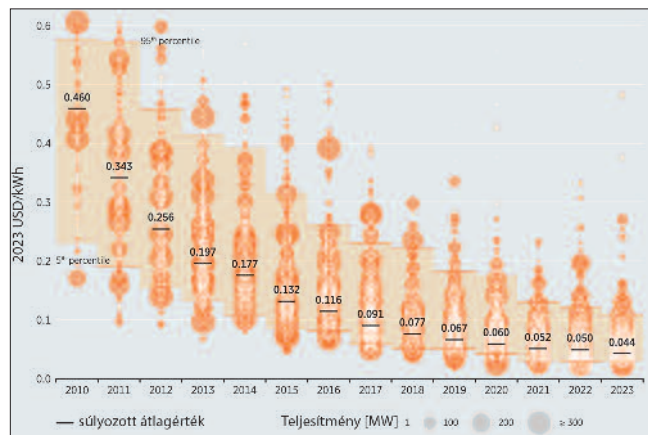
Az természetesen igaz, hogy az időjárásfüggő zöldenergia nagyobb arányú alkalmazása a bármikor elindítható fosszilis erőművek kiegyenlítő, tartalék kapacitását is igényli. Sőt energiatároló kapacitásra is szükség van, és sokszor a villamosenergia-hálózat korszerűsítését is el kell végezni. De vajon mindezeket tényleg teljes egészében a zöldenergia-termelés költségéhez kellene számítani? Nem lehet, hogy a megváltozott világunkban a villamosenergia-hálózatot amúgy is kellene korszerűsíteni, sőt a rohamosan növekvő elektrifikáció miatt a hálózat

teljesítményét is növelni kell. És tárolókapacitások, tárolós erőművek sem csak a megújulók miatt szükségesek, hiszen nemcsak a termelés, hanem a fogyasztás is erősen ingadozik az időben, ezt is leghatékonyabban energiátárolással lehetne kiegyenlíteni.

Nézzünk egy példát. Bizonyára mindenki hallott már arról a problémáról, hogy Magyarország néhány olyan területén, ahol sok a háztartási méretű naperőmű, erős napsugárzás esetén a napelemes rendszerek betáplálása túlzott mértékben megemeli az adott körzet feszültségét, ezért az inverterek gyakran lekapcsolnak, jobb esetben leszabályoznak. Ilyen esetekben az a megoldás, ha lecserélik az adott körzet sokszor 50-60 éves, távolról szabályozhatatlan transzformátorát. De vajon tényleg a napelemes rendszerek számlájára kell-e ezt írni? Nem lehet, hogy ezeket az elavult transzformátorokat amúgy is cserélni kellene, hiszen messze nem felelnek meg egy korszerű energiarendszer követelményeinek?

Most pedig nézzük a nap- és szélenergia árát. Mesterséges intelligencia vagy némi internetes keresés segítségével azt találjuk, hogy ha csak az energia előállításának költségét nézzük, akkor ma már a nap- és szélenergia a világ legtöbb részén tényleg olcsóbb lett, mint a fosszilis tüzelőanyagokból előállítható energia. Ez jelentős fordulat az elmúlt 10-15 évben, hiszen korábban valóban drágábbak voltak a megújulók, de a technológiai fejlődés és a gyártási volumen növekedése drámai költségcsökkenést eredményezett. Például a napelemek ára több mint 80-90%-kal csökkent 2010 óta. A LCOE (Levelized Cost of Energy – az energiatermelés teljes költsége) alapján a naperőművek ma már kb. 30-50 USD/MWh (azaz kb. 11-18 Ft/kWh) áron működnek, míg az újonnan létesülő fosszilis erőművek általában 60-100 USD/MWh között vannak. A szélenergia szintén olcsóvá vált. Az onshore (szárazföldi) szélenergia ára kb. 30-60 USD/MWh körül mozog, az offshore (tengeri) szélenergia drágább, de szintén versenyképes lett sok országban, és rohamosan csökken a költsége. Példaként a 2. ábrán az IRENA (Nemzetközi Megújuló Energia Ügynökség) naperőműveinek áraitra vonatkozó, 2024. szeptemberben publikált grafikonja látható.

Pontosan a fenti adatokra mondja azt Lomborg, hogy ez egy veszélyes hazugság, hiszen a zöldenergia árába nem számoljuk bele a szükséges kiegyenlítő tartalék és tárolókapacitások költségét. De vajon a fosszilis energiák árába beleszámolunk-e minden miattuk keletkező járulékos költséget? Ne feledjük, hogy a zöldenergiára pontosan ezért van szükségünk, mert a fosszilisalapú energiatermelés üvegházhatású gázok kibocsátásával jár, ami nagymértékben hozzájárul a globális felmelegedéshez. A felmelegedésnek pedig már ma is érzékelhető következményei vannak. Az egyre gyakoribb hőhullámok és az extrém hőség haláleseteket, szárazságot, vízhiányt, erdőtüzeket, hatalmas mezőgazdasági károkat okoz. Szintén egyre gyakoribbak az intenzívebb viharok, az egyre erősebb hurrikánok, villámárvizek, a gleccserek elolvadnak, a tengerszint emelkedik... És még hosszasan lehetne sorolni a felmelegedés következményeit. És akkor még nem beszéltünk a közvetett gazdasági és társadalmi hatásokról, a klímaváltozás miatti kényszerű migrációról, a társadalmi konfliktusokról. Vajon ezek költségét nem kellene-e figyelembe



2. ábra – Naperőművel előállított energia árának (LCOE, azaz élettartamra vonatkoztatott fajlagos energiaköltség) alakulása 2010 és 2023 között (Forrás: International Renewable Energy Agency, Renewable Power Generation Costs in 2023)

venni, amikor arról döntünk, hogy zöldenergiát vagy fosszilis energiát alkalmazunk-e inkább?

Persze mindezekkel Lomborg sokkal jobban tisztában van, mint én, hiszen ez a szakterület – nem is kérdőjelezi meg a globális felmelegedés, a klímaváltozás tényét. Pusztán csak sokszor vitatja, bírálja a klímaváltozás miatt meghozott intézkedési terveket, gyakran túl költségesnek és kevésbé hatékonyak tartja azokat. Ilyen alapon bírálja sokszor a zöldenergia-célú fejlesztéseket is. Én pedig csak arra szerettem volna felhívni a figyelmet, hogy egy erősen nap- és szélenergia-ellenes cikk is lehet káros, hiszen az olvasókban könnyen gerjeszthet indokolatlan zöldenergia-ellenes indulatot.

Ne feledjük, hogy a klímaváltozás, a globális felmelegedés ma már nem vitatható állítás, hanem a tudomány által egyértelműen igazolt és elfogadott tény. Az IPCC (Éghajlatváltozási Kormányközi Testület) egyik megállapítása szerint „nagyon valószínű, hogy a globális átlaghőmérsékletben a 20. század közepe óta megfigyelt növekedés nagy része az antropogén üvegházhatású gázok koncentráció-növekedésének tudható be”. A „nagyon valószínű” számszerűsítve itt azt jelenti, hogy legalább 90%-os bizonyosságú.

Ezért mindannyiunk közös felelőssége, hogy megtegyük azt, amit a magunk területén meg tudunk tenni ennek elkerülésére. Arról pedig egy külön cikket kellene írni, hogy vajon tényleg az-e a legfontosabb szempont, hogy olcsó legyen az energia? A folytonos gazdasági növekedés szempontjából talán igen, de a fenntartható fejlődés szempontjából biztosan nem. Az olcsó energia pazarlásra, még több energia felhasználására, míg a magasabb, járulékos költségeket tükröző ár takarékosagra, energiahatékonyagra ösztönöz.

Varga Pál

(A szerző vállaltan elfogult a megújuló energiák irányában, hiszen több mint 30 éve ezen a területen tevékenykedik.)

Az épületgépészeti szakképzés problémáiról és a szükséges fejlesztési irányokról, lépésekről – elemzés és javaslatok

A Magyar Épületgépészeti Egylet Fórum több éve tartó, az ágazat problémáit felmérő kutatásai szerint a szakma tartósan legjelentősebb problémája, hogy a szakképző intézményeket kevés és többnyire alulképzett, a vállalkozók számára alig használható végzett tanuló hagyja el, így az ágazatban nincs elég megfelelően képzett rendszerszerelő és technikus.

Az Egylet Fórum ezért az Épületgépész szaklap 2023/6-os számában Rácz László szegedi mérnök-tanár elemzését közzé téve **Szakképzési Tematikus Fórumot** kezdeményezett a hazai szakképzés helyzetéről, szükséges fejlesztési irányairól. Azokat kérték véleményük és javaslatuk megírására, akiknek az oktatási és/vagy kivitelezői oldalról jelentős tapasztalataik vannak ebben a témakörben. Az alábbi szöveg – amely a végleges tanulmány rövidített változata – tartalmazza a tematikus fórum keretében beérkező véleményeket és javaslatokat. A következő oldalakon a rövidített változatot közöljük, a teljes szöveg megtalálható az epuletgepeszforum.hu oldalon. A megfogalmazott fontosabb javaslatokat dőlt betűkkel jelezzük.

Az érintett épületgépészeti szakmák: épületgépész technikus, hűtő- és szellőzésrendszer-szerelő, központifűtés- és gázhálózatrendszer-szerelő, víz- és csatornarendszer-szerelő.

A Szakképzési Tematikus Fórum munkája során az a markáns vélemény is megfogalmazódott, hogy a szakképzés alapvető problémái túlmutatnak önmagukon. Politikai, pénzügyi, gazdasági, társadalmi, morális folyamatok befolyásolják az utóbbi évtizedekben megtörtént és ma is zajló negatív irányú mozgást, amelyre ráadásul az épületgépész szakmában zajló kedvezőtlen trendek is jelentős hatással vannak.



Döntő többségük alapvető olvasási, írási és számolás hiányosságokkal érkezik a szakképzésbe

1. Beiskolázási tapasztalatok

Az iskolarendszerű szakképzésbe többnyire a hátrányos helyzetű és gyenge tanulási képességekkel rendelkező fiatalok járnak, akiknek jelentős része kudarcélmények sorozatán keresztül jut el az általános iskolából a szakiskolába. Döntő többségük alapvető írási, olvasási és számolási hiányosságokkal érkezik, a tanulók jelentős részének gondot okoz az írás, olvasás, a számolás a négy alpművelettel, a négyzetre emelés, gyökvonás, valamint a szövegértelmezés és a gondolatai saját szavakkal való kifejezése. Az alapvető készségek hiányát, az olvasási, alapvető számolási és szövegértési nehézségeket a duális képző partnerek is érzékelik és visszajelzik. A rendszerszerelő szakokra, azon belül is elsősorban a víz- és csatornarendszer-szerelő szakra beiskolázott fiatalok szellemi és mentális állapota alacsony színvonalú.

Az általános iskolai képzést új alapokra kell helyezni, nem elegendő a megreformálása. Az épületgépészeti képzés iskoláinak olyan minőségűnek kell lennie, hogy vonzó alternatívát jelentsenek a jó képességű pályaválasztó diákok számára. A szakképzésbe kerülő általános iskolások körében az épületgépész szakma ismertségét és ked-

veltségét növelni szükséges. Szakmai összefogással létre kell hozni olyan erőforrást, amely még hatékonyabban képes ismertté tenni és népszerűsíteni az épületgépészeti szakmát.

2. Az elmélet és a gyakorlat fontosságának visszatükröződése az óraszámokban – az óraszámok aránya

Az elméleti (tantermi vagy online) oktatás teljes óraszámom belüli alacsony óraszámja és kis százalékos aránya súlyos probléma. A követelményszintnek megfelelő elméleti ismereteket és az új *Képzési és Kimeneti Követelmények* (KKK) szerinti számpéldákat 24%-os időráfordítással nem lehet megtanítani.

Épületgépész technikus (kétéves, érettségi utáni) képzésben 24% az elméleti és 76% a gyakorlati képzés részaránya. Ez az óraszám arány, ami minden épületgépész szakma képzésére igaz, a szakmai tudás jelentős visszaesését eredményezte, miközben a tantárgyi követelmények a programterv szerint nem, vagy alig csökkentek. A gyakorlati oktatók – kevés kivétellel – nem képesek a gyakorlati munkafogások mellett a rájuk bízott elméleti ismereteket átadni.

Az elméletet oktatók a rendelkezésükre álló órakeretben nem tudják elmagyarázni és megtanítani a képzési programban előírt tananyagot. Az elmúlt években a tanulók tudásszintje a látzólag jó vizsgaeredmények ellenére nem emelkedett. A jó vizsgaeredmények ugyanis nem a tudásszint emelkedését, hanem az interaktív írásbeli rendszer kirívóan alacsony követelményszintjét mutatja. A tanulók tudásszintje 2020 óta jelentősen csökkent, a technikusok a 10-15 évvel ezelőtt végzetekhez képest a tudásanyag alig 50-60%-át birtokolják. Egyre nagyobb arányban tesznek sikeres szakmai záróvizsgát azok a tanulók is, akiknek hiányosak az alapismereteik.

A tanulók elméleti felkészültségének hiányosságait, az alapvető ismeretek hiányát a duális partnerek is szövé teszik. A hűtő- és szellőzésrendszer-szerelő képzésnek jelentős és alapvető hiányosságai vannak. Nem csupán a szakmai elméleti tudással vannak problémák, a tanulók az alapvető fizikai törvényszerűségekké sincsenek tisztában. Ezt csak tetézi az elektronikai ismeretek hiánya.

Az alapismeretekre kell redukálni a tananyagot, és azt gyakorolni, ismételni addig, amíg elmélyül. Növelni kell az elektronikai és az épületgépészeti alapismeretek képzésének hatékonyságát, valamint az elméleti ismeretek között meg kell ismerni a tanulóknak a munka-, tűz- és környezetvédelmi ismereteket.

További intézkedések szükségesek az oktatói kapacitáshiány megszüntetésére, a tanulói hiányzások/kimaradások csökkentésére.

A hűtő- és szellőzésrendszer-szerelő képzést ki kell venni az alapoktatásból, kizárólag másodszakmaként, egy elektromos/elektronikai szakmára ráépülve lehessen megszerezni a képesítést – akár felnőttoktatás keretében.

3. Duális képzés

A duális képzési rendszer nehézkesen, akadozva működik. Hiányzik a megfelelő mennyiségű és minőségű képző partner. A rendszerben kevés a vállalkozásokat ösztönző, motiváló elem. Az oktató vizsgára felkészítő munkája csökkenti a

vállalkozó profitját. A támogatás a diákok után olyan csekély, hogy veszteséget eredményez. Ennek hosszú távú következménye az lehet, hogy a vállalkozók nem fognak duális képzésben részt venni, hiszen gazdaságilag értelmetlen.

A megszünt nagyvállalati tanműhelyeket nem pótolják a többnyire egy vagy két szakmai területen működő kisvállalkozások. Az épületgépészeti duális képzőhelyek nem elhanyagolható része csak egy bizonyos szakmai tevékenységet végez, és a vele jogviszonyban lévő tanuló is többnyire csak e szakterület elméleti és gyakorlati ismereteivel találkozhat. A gyakorlati képzés hatékonysága a régi gyakorlat szerint a (jól felszerelt) iskolai tanműhelyekben talán hatékonyabb lehet jól képzett, mester-szintű gyakorlati oktató esetén.

A vállalkozónál az elmélet oktatására alkalmas műhelyrésznek kellene lennie, ami a legtöbb esetben nincs meg. Emellett többnyire hiányoznak azok az oktatók, akik a szakmai mellett pedagógiai tudással is bírnak. Ritka szerencsés esetben a tanulók tényleg megismerhetik a szakmát, a kevésbé szerencsések viszont alulképzett helyi „mesterüktől” vehetik át nem létező elméleti tudásuk gyakorlati alkalmazásának fortélyait. A duális képzés termelői oldalán alkalmazott vagy kijelölt oktatóknak ugyanis csak csekély része van birtokában annak a tudásnak, amit át kellene adni, hiszen a tanítás mesterségére sincsenek kiképezve. Rájuk nehezedik a kivitelezéssel kapcsolatos teljesítménykényszer, ezért nem elsőrendű kérdés számukra a tanulókkal foglalkozás.

A gyakorlati oktatáshoz szükséges anyagok és korszerű szerszámok gyakran részben vagy teljesen hiányoznak.

A duális képzésre szánt költségvetést meg kell többszörözni. Az épületgépészeti kivitelezői szakmának elhivatottabban kell foglalkoznia a szakképzéssel. Az oktatók felkészítését fejleszteni szükséges a legújabb szakmai-műszaki tudás átadásához. A komplex (minden szakmai területet érintő) képzés érdekében szükség van az iskolai tanműhelyekben történő oktatásra is.

4. Oktatók helyzete, hiánya

Az épületgépész szakma számára kiemelten fontos, hogy csak az épületgépészeti ágazat legfrissebb technológiáit is ismerő elméleti és gyakorlati oktatók tanítsanak a képzésben.

A 2020–2021-es tanévtől a szakképzésben a pedagógusok a jogszabályok szerint oktatónak minősülnek. Szakképző iskolában az elméleti tárgyakat legalább szakirányú felsőfokú képzettséggel rendelkező személynek kell oktatni.

Egyes iskolákban nagyon súlyos a szakemberhiány. Az előírt feltételek szinte sehol nem teljesülnek, kevés a szakmailag megfelelően felkészült elméleti és gyakorlati oktató. Olyan helyen is oktatnak épületgépész technikusot és épületgépész szakmákat, ahol nincs épületgépész mérnök-tanár. A gyakorlati oktatók és a szakmai elméleti mérnök-tanárok jelentős része az elmúlt években elérte a nyugdíjkorhatárt, nem ritka a 70 év feletti tanár. A technikus végzettségű fiatal gyakorlati oktatók tanítási tapasztalat és szakmai rutin nélkül kevésbé eredményesek. Az oktatók fizetése még mindig alacsony, nem versenyképes.

Folyamatosan hiány van elméleti és gyakorlati oktatókból. Jövőre hagynak és engedélyeznek olyan felnőttképző intézményeket (vállalkozásokat), ahol egy szervező, egy bérelt iroda egy íróasztallal és számítógéppel a teljes felszereltség. Bérlik a tantermeket, tanműhelyeket, és megbízott külsős vállalkozók oktatnak. Nem érdekük minőséget produkálni, csak profitot, futószalagon gyártják a „szakembereket”.

A szakmai tantárgyakat tanító elméleti oktatók szakirányú felsőfokú végzettséggel és szakmai gyakorlattal rendelkezzenek. A piacképes tudással rendelkező szaktanároknak versenyképes életpályát és jövedelmet kell biztosítani. Az oktatók fejlesztését, továbbképzését biztosítani, motiválni és honorálni kellene a kor igényeihez igazítva mind kompetencia, mind pedig juttatásuk formájában.



Érdeklődő fiatalok a START 2024-en a Wilo standjánál

5. Iskolai tanműhelyek, informatikai képzés

A pénzhiány miatt egyre sanyarúbb helyzetben vannak a tanműhelyek. Hosszú évek óta nincs elég korszerű szerszám, gyakorláshoz szükséges eszköz, anyag. Egyre több olyan téma adódik, amelyet csak szóban magyaráz el a gyakorlati oktató, vagy videót mutat a tanulóknak, de gyakorlati bemutatóra, begyakorlásra nincs lehetőség. A tanműhelyek, mérőlaborok felszereltsége nem megfelelő, vagy csak részben alkalmas a gyakorlati képzésre.

A szakmunkástanulók informatikai képzése részben elavult és hiányos, miközben egyre nagyobb mértékben beépül az épületgépészetbe az informatika és újabban a mesterséges intelligencia.

Külön program szükséges a tanműhelyek állapotának rendezésére és az informatikai oktatás fejlesztésére.

6. Mérőlaborok

Szükség van a mérőeszközök ismeretére, a méréssel kapcsolatos számítások ellenőrzésére, kazánok esetében pl. füstgázelemzésre. A szakiskolai mérőlaborok elsovadásának oka egyértelműen az elvégzett mérési feladatok számonkérésből való kihagyása volt. Az épületgépész iskolák nem tudtak, de lehet, hogy nem is nagyon törekedtek a mérőlaborok fejlesztésére, új mérési vizsgafeladatok létrehozására a szakma fejlődésének megfelelő szintjén. Nem várható el, hogy a tanuló a duális kép-

zésben a munkahelyén mint „alkalmazott” kísérletekkel foglalkozzon. A laborgyakorlat magas szintű oktatói elméleti tudást is feltételez, és csak szakiskolai körülmények között lehetséges.

Modern laboratóriumok és a legkorszerűbb eszközökkel felszerelt tanműhelyek létrehozására van szükség.

7. Megfelelő a tananyag tartalma

Ami egyedül nem szorul korrekcióra, az a 2020-as programtervekben meghatározott tananyagtartalom, ami majdnem megegyezik az MKIK koordinálásával 2012-ben elkészült szakmai követelményrendszerrel. Az épületgépész szakmákra ezt akkor dolgozta ki és állította össze egy 25 fős munkacsoport, aminek a fele épületgépész szaktanár, fele vállalkozó és a szakmai szervezetek képviselői voltak. Ez a munka jó irányba mozdította el az épületgépészethez tartozó szakképesítések hatékony működését. Megtörtént a gazdasági igények szerint a tartalomfejlesztés, az új technikák, technológiák beépítése és az elavult eljárások törlése.

8. Felnőttképzés

Vannak számottevő szakmai tapasztalattal és gyakorlattal rendelkező szakképzők:

- szaktechnikumok, ahol eddig is volt felnőttképzés,
- területi szakképzési centrumok,
- országos szervezettséggel rendelkező felnőttképzési szervezetek.

Ezeknél is felmerülhet az a probléma, hogy a meghatározott elméleti és gyakorlati óraszám nem elegendő a tudásanyag elsajátítására.

A felnőttképzésben jó néhány új képzőhely is felbukkant. Kétséges, hogy a több mint 10-15 új képzőhelyen megfelelő szakemberek, oktatók állnak rendelkezésre.

A szakképzési centrumok jóváhagynak és engedélyeznek olyan képző intézményeket is, amelyek bérik a tantermeket, tanműhelyeket, és megbízott épületgépészeti vállalkozók oktatnak. Kirívó példa, ahol egyes szakmák elméleti képzését csak online rendszerben végzik.

A szakképzési centrumok csak olyan képzési programokat engedélyezzenek, ahol a feltételek nagyobb része saját kezelésben rendelkezésre áll.

Összegzés

A jelenlegi irányítási, képzési, vizsgáztatási rendszer miatt a szakképző intézmények alulképzett, a vállalkozók számára alig használható szakembereket bocsátanak ki, azaz a szakiskolák a jelenlegi szabályozás mellett nem képesek feladataikat a munkáltatók által kívánt minőségben teljesíteni. Mielőbbi rendezést és korrekciót kell végrehajtani azért, hogy a jelenlegi tartóhatatlan helyzet ne okozzon az épületgépész szakképzésben a jelenlegi állapotról még jelentősebb mértékű visszaesést.

Az elemzés alapjául szolgáló vitaindítót írta: Rácz László épületgépész mérnök, Meszlényi Zoltán-díjas mérnök-tanár. Gondolataival és javaslataival hozzájárult a tartalom teljességéhez: Bertalan Ferenc, Gyurkovics Zoltán, Mattyasovszky Zoltán, Bodó József, Diós Tibor, Kiss Mihály, Sándor Zoltán, Smidéliusz Béla, Netoleczky Károly, Várkonyi Nándor. Szerkesztette: Bozsó Béla ügyvezető, MÉGSZ

Véleményét szívesen olvassuk, írja meg ide: info@epuletgepeszforum.hu

További cikkek a témában itt:





PROFESSZIONÁLIS HŐSZIVATTYÚK



- ✓ Hibrid rendszerbe is illeszthető. Kommunikációra képes gázkazánnal, elektromos kazánnal vagy éppen vegyestüzelésű kazán vezérlőjével.

- ✓ Magas SCOP, alkalmas H-tarifa igénylésre

- ✓ Raktárról azonnal elérhető
- ✓ Maximum 75°C-os előremenő vízhőmérséklet miatt, radiátoros és padlófűtésre is alkalmas

Hogyan lettem épületgépész?

Dobom a labdát! – 13. rész

A dolog úgy kezdődött, hogy gyermekkoromban, Gyulán, épp a lakóházunk előtt haladt az uradalmi kisvasút – köznéven: lóré – keskenyvágányú sínpárja. S noha nevéből adódóan legtöbbször lövontatású csillék – néha személykocsik – közlekedtek, némelykor nagy örömeimre és csodálatomra csühhögő-pöfögő, vastag füstöt bodorító kis mozdonyok is „elviharzottak” az ablakunk alatt. Engem ilyenkor le se lehetett volna az ablakról vakarni, kivéve azon eseteket, amikor kifuthattam a házunk elé, hogy még közelebről gyönyörködhessek a technika eme fantáziagerjesztő csodáiban. Egyszer aztán – úgy hároméves műlhattam pár hónappal – édesanyám elé álltam:

– Anyukám! Tetszik-e tudni, mi leszek, ha megnövök?

– Nem én, kisfiam. Mi leszel hát?

– Lóréminiszter!

S ezzel pályafutásom egy életre eldőlt. Igen ám, de a minizterségen én nem a mai (és akkori) fogalmak szerinti hivatali nagyfőnökséget értettem, hanem azt az embert, aki ezeket a csodákat kiigyalja, megvalósítja és működteti. A későbbiek során aztán még inkább letisztult ez az álom egy viszonylag egyszerű képpé, amit (akit) úgy hívnak: gépészmérnök. A leírt megnyilatkozást követő tizenöt év tehát a gépészmérnöki pályára való megingathatatlan felkészülés jegyében telt el, míg nem kilencszázötven szeptemberében be is léptem a Műegyetem hallgatói sorába.

Nem kis csalódásomra két évig szó sem volt semmiféle masináról, csak matek, fizika, kémia, mechanika, ábrázolómérta, rajz meg hasonló általános tárgyakkal gyötörték a szürkeállományunkat. Aztán a második év végén jött a nagy rosta: az alapszigorlatok. Ez a rendes, év végi kolokviumok után, külön vizsgaidőszakban, három tárgyból (matek, fizika, mechanika)



Még töröten is gyönyörű szakmánk meghatározó eleme

megtartott számonkérés volt, s oly nehéz, hogy az a mondás járta: aki az alapszigorlatokat teljesíti, azt a jóisten sem menti meg attól, hogy mérnök legyen.

S az alapszigi után jött a szakosodás. Már akkor ott tartott a tudomány, hogy a gépészmérnökségen belül tizenkét tagozatot tartottak szükségesnek, mert az egészet egy embernek nem lehetett átfogni sem mennyiségileg, sem minőségileg. A három katonai szak: repülő, jármű, fegyver mellett kilenc polgári tagozat volt: hőerő, vízerő, mezőgazdasági, textil, hajó, vasút, autó, gépgyártás-technológia és végül épületgépész. Ezek közül kellett egyet választani. Nekem persze a gépészmérnökséget még ekkor is a vasút, a hajó és az autó jelentette, természetes volt tehát, hogy ezek valamelyikére jelentkezem.

Legalábbis ez lett volna a logikus. Igen ám, de a szerelemben hol a logika?

Történt ugyanis, hogy egyetemi polgárságom szinte első napjaiban rendkívüli módon megtetszett egy évfolyamtársnóm. Állandóan mellette akartam lenni az előadásokon, a gyakorlatokon, sőt az egyetemi elfoglaltságok után is. Mindent meg is tettem ennek érdekében. Nagy örömeimre ebbéli igyekezetemet nem utasította vissza, sőt szívesen is fogadta. Ebből aztán részemről hamarosan talpig érő szerelem lett, amit azonban elég hosszú ideig nem mertem a tudomására hozni. Már vagy fél évig jártunk együtt a szó legszorosabb értelmében is – délelőtt az egyetemre, délután az uszodába, edzésekre (élsportoló volt), este meg hetenként kétszer-háromszor színházba, de főleg operába – amikor végre kidagodtam, mi is a helyzet. („Más ez a szerelem...” – így szólt az akkori sláger, és azt hiszem, a mai fiatalok nem is igen értik a történet eme részét). Szóval ilyen állapotban jutottunk el a szigorlatokig, s az azt követő szakosodásig. Ez utóbbiról érdekes módon szó sem esett, amíg a nagy rostán át nem jutottunk. Az utolsó szigi után viszont ott álltunk megfűrödve, kezünkben a szakosodáshoz a jelentkezési lappal.

– Nos, mit írjunk be? – kérdeztem szívem csücskét.

– Mit? Hát ez egy percig sem kétséges. Épületgépészet!

– Mit? – döböntem meg, hisz erről a szakról jőszerivel ekkor hallottam először.



Eleink még a babaház részére is készítettek épületgépészeti berendezéseket

– Mondom, épületgépészet! – felelte nagy határozottan, és még hozzátette:

– Miért, te másra gondoltál?

– Hát... tudod... Én mindig... hajórol meg vasútról álmodtam... És... – Közbevágot:

– Meg vagy huzatva? Magyarországon? Hát mit akarsz te csinálni? Egész életedben legjobb esetben is dunai kofahajókat rajzolgatni, vagy a MÁV-nál karbantartást vezetni? Vagy... Hát hol gyártanak itt autót?

Egy pillanat alatt meginogtam. Pár szavas érvei oly keményen koppantak, mint acél-golyók a márványon... Igaz, nagyon igaz... De mi lesz az álommal?

– Tudod, én gyerekkorom óta...

– Én is milliomos szeretnék lenni gyerekkorom óta. Ám a képlet egyszerűbb. Ha nem leszel épületgépész, az útjaink sajnos elválnak. Más időbeosztású partnerekkel képtelen vagyok egyeztetni.

Egy pillanatra övön alulinak éreztem a csapást, de azonnal és szó nélkül aláírtam az épületgépészetet.

S azt hiszem, soha senki olyan nagy jót nem tett velem, mint akkor ő, mert most már tudom, hogy álomszakmáimban hajótörött lettem volna. Vele ugyan csak négy évig voltam boldog, az általa rám tukmált szakmával viszont egy életen át.

Falta Imre alias Pufi

okl. gépészmérnök

A cikkhez kapcsolódó tárgyak az Épületgépészeti Múzeum kincseiből valók. (Fotók: dr. Chappon Miklós)



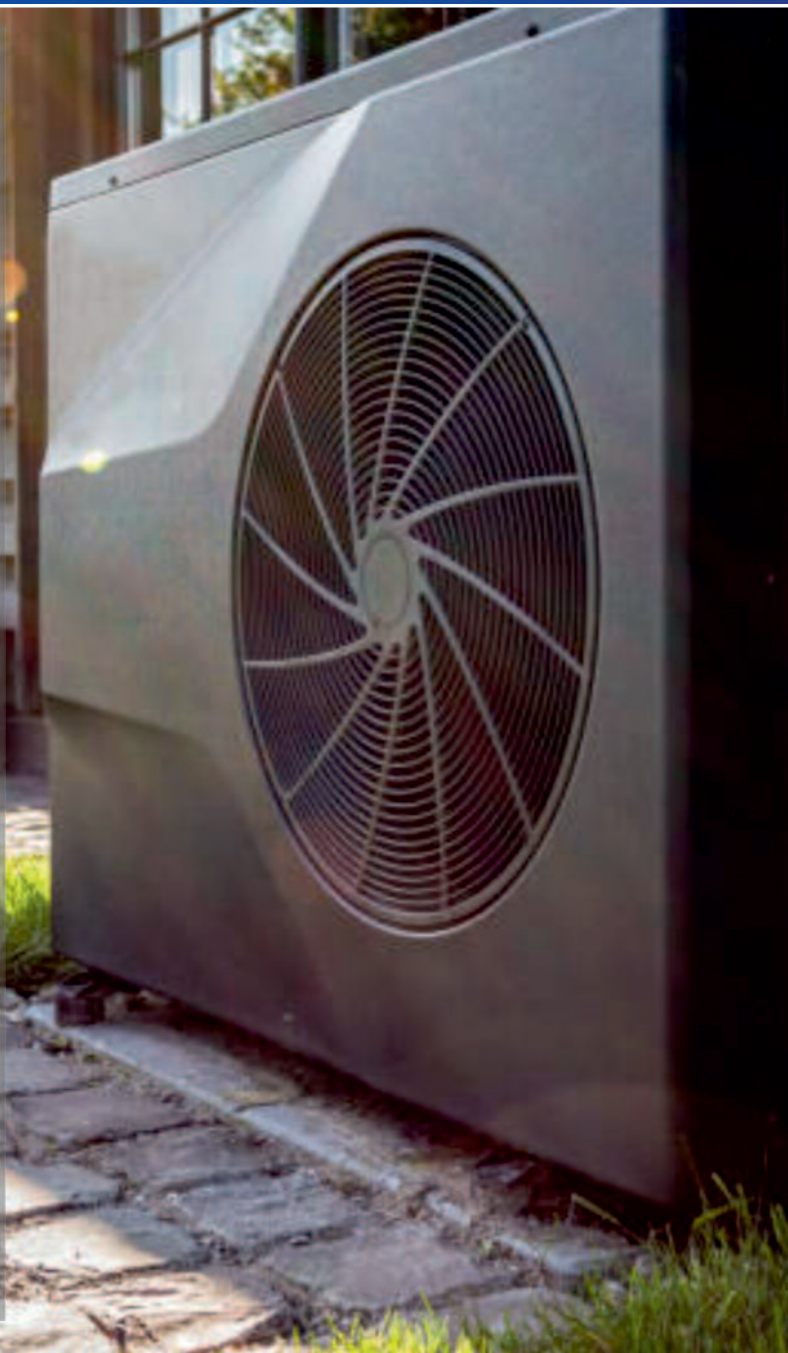
További cikkek a témában itt:

Megújuló energia melléklet

ÉPÜLETGÉPÉSZ

A tartalomból:

- Bakonyi Kornél: Fenntartható hőszivattyús CO_2 -hűtőközeggel
- Daikin – Energiahatékony és környezetbarát hűtési-fűtési megoldás a legújabb inverteres levegő-víz hőszivattyúval
- FISHER AQUANOVA monoblokk hőszivattyú a természet erejével
- ES Energy Save: Prémium hőszivattyúk Svédországból! Tradíció – Innováció – Megbízhatóság
- Varga Pál: HMV-készítés napelemes rendszerekkel
- Panasonic levegő-víz hőszivattyú akció!
- Intelligens választás a fenntartható hőellátáshoz – Hoval hibrid megoldások
- Szigeti Péter: R290: a jövő hűtőközege a klimatechnikában?



Fenntartható hőszivattyúzás CO₂-hűtőközeggel

Mit kell tudni a szén-dioxidos hőszivattyúk jellemzőiről, és mire kell figyelni azok HMV-termelési és fűtési célú alkalmazásánál? Ezeket a kérdéseket válaszolja meg a szerző a cikkben.

Lehetséges helyettesítő hűtőközegek

Az F-gáz rendelet szigorításai kihúzták a talajt a hőszivattyúgyártók lába alól, új technológiák felé kellett fordulni. Hosszú távú megoldásként a környezetvédelmi irányelvek kizárólag természetes hűtőközegek alkalmazását fogják engedélyezni, amihez a gyártóknak technológiai fejlesztésre, a gépésztervezőknek pedig a fűtési rendszerek újragondolására lesz szüksége. Azzal kapcsolatban, hogy mikor melyik technológia lehet a befutó, szeretnék néhány gondolatot megosztani, illetve bemutatni egy olyan alternatívát, amely az eddig hőszivattyúval nem vagy nehezen megoldható igényekre nyújt megoldást.

Nem kétséges, hogy a természetes hűtőközegek közül a propán lesz a legelterjedtebb, különösen a lakossági szegmensben lesz egyeduralkodó. Itt a kihívás inkább a megfelelő szakemberhátter biztosítása lesz, hiszen a robbanásveszély eddig az üzemeltetők és szerviztechnikusok számára ismeretlen veszélyforrás volt, amire fel kell őket készíteni. Az enyhén gyúlékony (A2L kategóriájú) hűtőközegekkel üzemelő hőszivattyúk véleményem szerint kevés gyártónál fognak megjelenni, és ott is csak a nagy teljesítményű berendezések esetében, hiszen 2050-ig a teljes F-gáz-mentesítés a cél, azaz ez csak egy átmeneti technológia.

A propánon kívül természetes hűtőközeg még az ammónia és a CO₂. Szándékosan veszem előre az ammóniát, hiszen működési jellegét tekintve a propánhoz hasonló. A hűtőkörfolyamat részeként a hóleadás során kondenzáció történik, ami állandó hőmérsékleten megy végbe. Ezért a kívánt vízhőmérséklet az egyedüli olyan vízdali adat – leszámítva természetesen a szükséges teljesítmény értékét –, amire a berendezés kiválasztása, energetika számítása során egy tervezőnek szüksége van. Így a kívánt

vízhőfok és a hőszivattyú kondenzációs hőmérséklete szorosan összefügg, mondhatni kéz a kézben jár. Az ammónia-hűtőközeggel működő hőszivattyúk várhatóan a nagy teljesítményű, ipari rendszerekben terjednek majd el, köszönhetően jó energetikai paramétereiknek, ami sajnos cserébe nagyobb beruházási és üzemeltetési költséggel párosul.

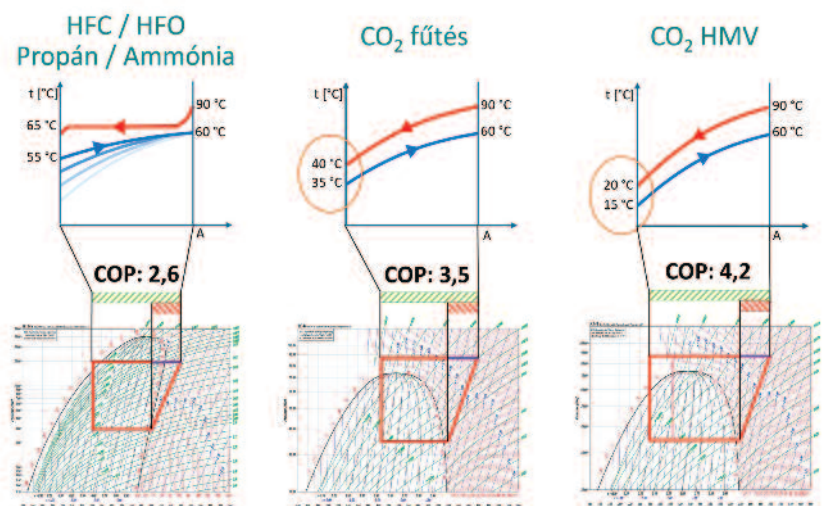
Harmadik lehetőség, amelyet egyben cikkem fókuszába helyezek, a CO₂-töltetű hőszivattyúk jellegzetességei, illetve ezek helye a hőszivattyús piacon, mire alkalmazhatók jól, és mire kevésbé. Kissé rendhagyó módon álljon itt először a konklúzió, majd csak azt követően az alátámasztás:

A CO₂-hőszivattyú nagy mennyiségű használati meleg víz előállítására a legideálisabb megoldás, fűtés esetén pedig – némi kötöttséggel – a magas hőmérsékletet igénylő (70–80 °C) alkalmazásokban tud jól teljesíteni.

Különböző hűtőközegekkel megvalósított körfolyamatok összehasonlítása

A megértéshez szükséges a hűtőkörfolyamatot némileg megismerni. Minden nem CO₂-töltetű hőszivattyú – legyen az ammónia, propán vagy F-gáz – az imént említett módon, kondenzáció során adja át a hőenergiát a fűtővíz számára. Az igényelt vízhőmérséklet

determinálja a kondenzációs hőmérsékletet, az pedig a kondenzációs nyomást. A hőcserélőbe belépő vízhőmérséklet nem befolyásolja a rendszer hatékonyságát, sem teljesítményét mindaddig, amíg a hőcserélőből kifolyó víz hőmérséklete a kívánt értékű. A CO₂-hűtőközegek azonban olyan alacsony a kritikus pontja – azaz a legmagasabb hőmérséklet, amelyen a közeg még egyáltalán kondenzálható –, hogy az bizony alkalmatlanná teszi a hagyományos értelemben vett, kondenzáció útján történő, épületgépészeti célú hőszivattyúzásra. Ez a kritikus hőmérséklet 31 °C, kondenzálni csak ez alatti hőmérsékleten lehet. Azonban a kritikus pont feletti tartományban, az ún. szuperkritikus tartományban, bár kondenzációra nem, de hőátadásra ugyanúgy kényszeríthető a közeg, mely ez esetben nem állandó hőmérsékleten (mint a kondenzáció), hanem folyamatosan csökkenő hőmérsékleten valósul meg. A folyamatosan csökkenő hőmérsékletű CO₂-közeggel szemben a fűtővizet ellenáramú hőcserélőben áramoltatva egészen magas, akár 90 °C-os kilépő fűtővizet is kaphatunk, miközben a CO₂-hűtőközeg folyamatosan visszahűl a kompresszorból kilépő 100–110 °C-ról a belépő vízhőmérséklet feletti értékig. És itt álljunk meg egy pillanatra, mert bejött egy új fogalom, amiről eddig egy szó sem esett: a belépő vízhőmérséklet! Mert egy CO₂-közeggel üzemelő



1. ábra – Három hűtőkörfolyamat log p-h diagramja



Bakonyi Kornél

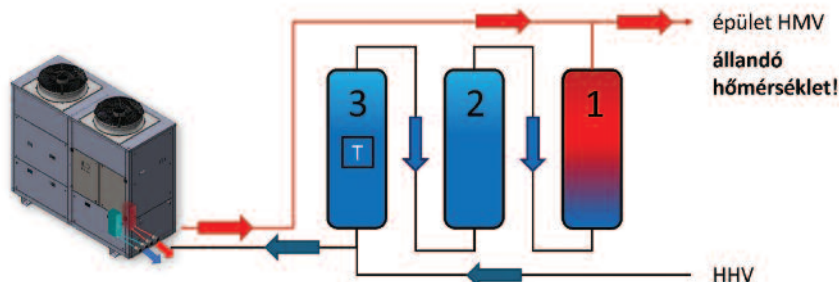
1997-ben végzett a Kandó Kálmán Műszaki Főiskola villamosmérnök szakán, automatizálás szakirányon. A Budapesti Műszaki Egyetem által újraindított hűtéstechikai képzés első évfolyamának hallgatójaként 2024-ben szakmérnöki diplomát szerzett. Hűtéstechikai és légkondicionáló rendszerek telepítésére és szervizelésére még főiskolai hallgatóként családi vállalkozást alapított, amely nagyon hamar országos szervizhálózatot épített ki. 2008-ban ismerkedett meg a ma már több területen is elterjedt szén-dioxid-hűtőközeggel üzemelő megoldásokkal, amelyekről több publikációja is született akkoriban.

hőszivattyú teljesítménytényezőjére (COP) legnagyobb hatással éppen ez van, a belépő víz hőmérséklet. Ennek minél alacsonyabb értéken tartása a kulcs a jó hatékonysághoz, energetikához, fenntarthatósághoz, gazdasági megtérüléshez. A három hűtőkör-folyamat végletekig egyszerűsített folyamatát az 1. ábra szemlélteti.

Felül a hőcsere (piros vonallal a hűtőközeg, míg késsel a fűtővíz), alul a log p-h diagram látható. A két ábra között sraffozott területtel jelöltem a leadott hőenergiát (ez zöld színű), a kompresszor által felvett energia pedig piros színű. A kettő hányadosa adja a hőszivattyú berendezés teljesítménytényezőjét, azaz a COP-értékét. Az itt feltüntetett értékek több gyártó átlagolt COP-értékei alapján lettek feliratozva, mivel minden berendezés hatékonyságát több műszaki jellemző is befolyásolja. Közös mindhárom ábrában, hogy +7 °C-os hőforrásból 60 °C-os víz előállítása a cél. Ami jól látszik a két CO₂-hűtőközegű ábrán, hogy a hidegebb belépő víz hőmérséklettel (HMV-készítés során) a COP-érték emelkedik, nem is akármilyen mértékben.

HMV-termelés szén-dioxidos hőszivattyúval

Egy használati meleg víz előállítására optimalizált, CO₂-közeggel működő levegő-víz hőszivattyú SCOP-, azaz egész éves COP-értéke kb. 4,2, ami kiemelkedően magas, miközben télen-nyáron 60 °C-os meleg vizet készít. Ennek feltétele, hogy a fűtési feladatot „átfolyó jelleggel” egy lépésben tudja elvégezni a hideg vízből a kívánt hőmérsékletre, melyet a 2. ábrán látható elvi kapcsolással, rétegtároló rendszerrel lehet megvalósítani. Fontos, hogy a tartályokban a keveredés minél kisebb mértékben történjen meg, ezért a geometriáját tekintve keskeny és magas tárolók



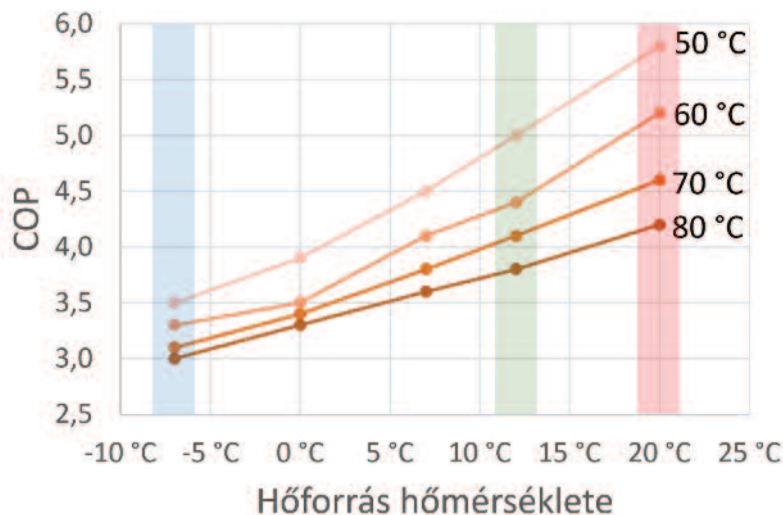
2. ábra – A hőszivattyús HMV-termelés elvi kapcsolása

sorba kapcsolása szükséges. Egy ilyen technológia a 3. ábrán látható COP-értékek mellett képes használati meleg víz előállítására. Kék sávval a téli, pirossal a nyári állapotot, zölddel pedig az éves átlaghőmérsékletet, vagy épp egy épület hőmérsékletének megfelelő üzemállapotot jelöltük. Mint hőforrás, egy 12 °C-os hűtési visszatérő víz hőmérsékletének megfelelő üzemállapotot jelöltük. Mint hőforrás, egy 12 °C-os hűtési visszatérő látszólag rosszabb COP-értéket eredményez, mintha a legalább 20 °C-os környezeti hőforrásból merítené az energiát, de mivel ez esetben a hőszivattyú hideg

oldalán is hasznos hőenergia kerül leadásra, a COP-érték a hőenergia összegének és a felvett villamos teljesítménynek lesz a hányadosa, ami így 6–9 közötti értéket vesz fel, függően a kívánt víz hőmérséklettől.

Fontos megjegyezni, hogy +20 °C felett a COP-érték már nem emelkedik tovább, hanem a 20 °C-os értéken állandósul. Víz-víz hőszivattyú esetében pedig a hőforrás hőmérséklete maximum 20 °C-os lehet, melyet vízdalon kell gépészeti megoldással (visszakeveréssel) biztosítani.

COP értékek alakulása hőforrás és előremenő víz hőmérséklet függvényében (T_{be} = 10 °C)



3. ábra – A COP-értékek alakulása szén-dioxidos hőszivattyú esetén

Fűtés szén-dioxidos hőszivattyúval

Fűtési feladat esetén az irányelvek hasonlóak, azaz kiemelkedően fontos, hogy a fűtési rendszerből visszatérő víz hőmérséklete minél alacsonyabb legyen. Egy CO₂-hűtőközegű hőszivattyú a hőleadói oldalon maximum 50 °C-os belépő víz fogadására képes, hogy abból akár 80-90 °C-os előremenő fűtővizet állítson elő. Egy meglévő épület 80/60 °C-os fűtési rendszeréhez azonnal ugyanilyen feltételekkel ezért egy CO₂-hőszivattyú nem illeszthető. Felül kell vizsgálni több lehetőséget, amivel a 60 °C-os visszatérő, azaz a hőszivattyú belépő víz hőmérséklete csökkenthető. Az első legegyszerűbb és legkisebb költségű kérdés, hogy szükséges-e egyáltalán a 80 °C-os előremenő hőmérséklet. A meglévő magas hőmérsékletet gond nélkül előállító hőtermelők esetében (pl. gázkazán, távhő) nem feltétlenül volt szempont, hogy ezt az üzemi körülményt felülvizsgálják. Azonban egy CO₂-hőszivattyú esetében ez nem is az előremenő, hanem az ahhoz párosuló visszatérő hőmérséklet miatt

kritikus. A teljesítményt a hőmérséklet-különbség „szállítja”, így azonos tömegáram mellett egy 80/60 °C-os egyenértékű egy 70/50 °C-os rendszerrel, feltéve, hogy a hőleadók képesek ellátni a rendeltetésszerű feladatukat ezen a hőmérsékleten is.

Másodszorban meg kell vizsgálni minden fogyasztót, ill. fogyasztói ágat, hogy onnan a lehető legkisebb mértékben tudjon hőelvétel nélkül a fűtővíz visszafordulni, ezáltal felmelegítve a visszatérő víz hőmérsékletét. Tipikus példa erre egy légkezelő fűtő hőcserélője, mely előtt jellemzően bypasság és egy saját kevert fűtőkör van kialakítva.

A harmadik és egyben legkomplexebb teendő azt megvizsgálni, hogy amennyiben az épületben különböző hőmérsékletigényű fogyasztók vannak, pl. légkezelő, radiátoros fűtés, fan-coilok sőt akár felületfűtés is, az eltérő hőmérsékletű fogyasztókat ne minden esetben a hőszivattyú által előállított 70-80 °C-os előremenő fűtővizéből szolgáljuk ki kevert kört alkalmazva, hanem vizsgáljuk meg annak lehetőségét, hogy pl. a magas hőmérsékletet igénylő szellőzőgép visszatérő fűtővi-

zéből az alacsony hőmérsékletet igénylő hőleadók előremenő igényei kielégíthetők-e. Ezzel a két eltérő hőmérséklet-igényű fogyasztót sorba kapcsolva tovább csökkenthető a CO₂-hőszivattyú belépő víz hőmérséklete, ami a COP jelentős javulását idézi elő.

Sajnos vagy sem, a környezetvédelem jegyében megjelent F-gáz rendelet nem egyszerűsítette a gépészeti modernizálásban részt vevő tervezők, kivitelezők, szervizek dolgát. Mindezen szempontok mérlegelése komplex feladat, egyelőre nehezen tipizálható. Előbb-utóbb biztosan kialakulnak „ököltszabályok” és sztenderd kapcsolások, de addig is sok – főleg nagy – épület egyedi átgondolást kíván. Azonban amennyiben ez sikerül, úgy egy jelentős lépést tettünk a fenntartható és gazdaságos épületgépészet irányába.

Bakonyi Kornél

További
szakcikk
a témában itt:



Forróvíz készítés akár 90 °C-ig!

30-50%
energiaköltség
megtakarítás
hmvhoszivattyu.hu



COOLTECH
HŰTÉS- ÉS KLÍMATECHNIKA



Energiahatékony és környezetbarát hűtési-fűtési megoldás a legújabb inverteres levegő-víz hőszivattyúval

Ideális magas hőmérsékletű alkalmazásokhoz 15-73 kW közötti teljesítményekben

- **Alacsony karbonkibocsátás** – Komfort hűtés-fűtés az alacsonyabb GWP-jű R-454C hűtőközegű egységekkel
- **Csúcsteljesítmény magas hőmérsékleten** – Akár 70 °C-os víz, extrém körülmények között is
- **Könnyen integrálható** – Négy különböző méretben, hogy bármely rendszerhez illeszkedjen
- **Komfort kompromisszumok nélkül** – Az optimalizált leolvasztási ciklusoknak köszönhetően minimális a hőmérséklet ingadozás
- **Maximális energiahatékonyság** – Alacsonyabb üzemeltetési költségek, jelentős megtakarítás
- **Gyors elérhetőség** – Raktáron lévő, előre gyártott termék, azaz könnyen és gyorsan elérhető

Részletek



FISHER
MONOBLOKK HŐSZIVATTYÚ
A TERMÉSZET EREJÉVEL!

R290



AQUANOVA




Fisher
HŐSZIVATTYÚK

PRÉMIUM HŐSZIVATTYÚK SVÉDORSZÁGBÓL

Tradíció – Innováció – Megbízhatóság

ES R32 S V8 sorozat



R32 kivitel: 6–12 kW

ES R32 M V8 sorozat



R32 mono kivitel hidraulikai blokkal: 6–19 kW

Új ES R290 M sorozat



R290: 8–12 kW, hidraulikai blokkal

A svéd ENERGY SAVE levegő-víz hőszivattyúk teljesítményben és hatékonyságban a világ vezető megoldásai közé tartoznak. A svéd háztartások nagy részében hőszivattyúkat használnak, a zord időjárás ellenére mégis kiemelkedő energiahatékonysági mutatókat érnek el.

Az ENERGY SAVE rendszereit prémium minőségű alkatrészekből, nagy méretű kondenzátorral és lassú forgású ventilátorokkal tervezik, így a többi hőszivattyúhoz képest zajszintjük nemcsak lényegesen alacsonyabb, de működésük és megbízhatóságuk is stabilabb, így élettartamuk is lényegesen hosszabb.

Az egyre szigorodó EU-s környezetvédelmi szabályokat a legújabb fejlesztésű, R290 (propán) hűtőközegű ES-gépek messzemenően kielégítik.

Milyen előnyös tulajdonságokkal rendelkeznek az ENERGY SAVE hőszivattyúk?

Nagy hangsúlyt fektetnek a gépek fejlesztésére és megbízhatóságára: az ES hőszivattyúk egyik előremutató tulajdonsága, hogy üzembehelyezést követően minden berendezés folyamatosan online kapcsolatban áll a gyári szerverrel, állapotukat a gyártó folyamatosan monitorozza a végfelhasználók nagyobb biztonsága érdekében.

A távfelügyeleti rendszer automatikusan észleli az esetleges hibákat, értesíti a telepítőt, aki távolról – akár helyszíni kiszállás nélkül – képes orvosolni a fellépő problémát. A készülékek fűtésre/hűtésre és használati melegvíz előállítására is használhatók.

Az ENERGY SAVE energiahatékony-



sági és környezetvédelmi szempontból folyamatosan fejleszti hőszivattyúit, ez biztosítja a jól kiépített rendszerek kiemelkedő hatékonyságát és minőségét (R290 GWP = 3).

A gépek ellenőrzött műszaki adatai a KEYMARK minősítőintézet honlapján is megtalálhatók.

Alkalmazási tartomány:

-25 és +45 °C külső hőmérséklet esetén, előremenő vízhőmérséklet:

30–50 °C, R32 hűtőközeg esetén

30–70 °C, R290 hűtőközeg esetén

Kiemelkedő energetikai jellemzők: SCOP=4,7.

Széles teljesítménytartomány:

6–16 kW lakossági alkalmazásoknál,

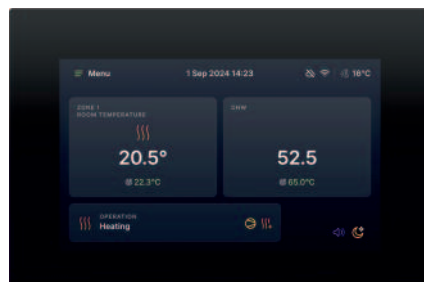
Termékválaszték: tartalmazza a teljes hozzáférhető termékeket

– R32 kivitel: 6–12 kW

– R32 mono kivitel hidraulikai blokkal: 6–19 kW

– R290: 8–12 kW, hidraulikai blokkal

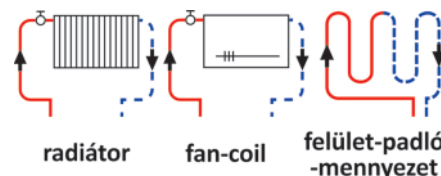
Könnyen kezelhető grafikus megjelenés a vezérlőpanelen.



Alacsony zajszintű kültéri egységek

Egyre fontosabb szempont, hogy milyenek a telepítés körülményei: védőtávolság előírások, zajemissziós határértékek.

Tetszőlegesen illeszthető központi fűtési rendszerekhez és különféle hőleadókhoz:



Beüzemelés, folyamatos támogatás, jótállás:

A készülékek megvásárlása csak szerződött partnereknél lehetséges, a gépek beüzemelése és évenkénti igazolt karbantartása a jótállás egyik feltétele. A fenti feltételek teljesülése esetén a jótállási idő 5 év.

Gyors és megbízható hazai szerviz- és alkatrész-ellátottság

Hazánkban 3800-nál is több ingatlan biztonságos hűtését, fűtését és melegvíz-ellátását biztosítják az ENERGY SAVE prémium minőségű készülékei.

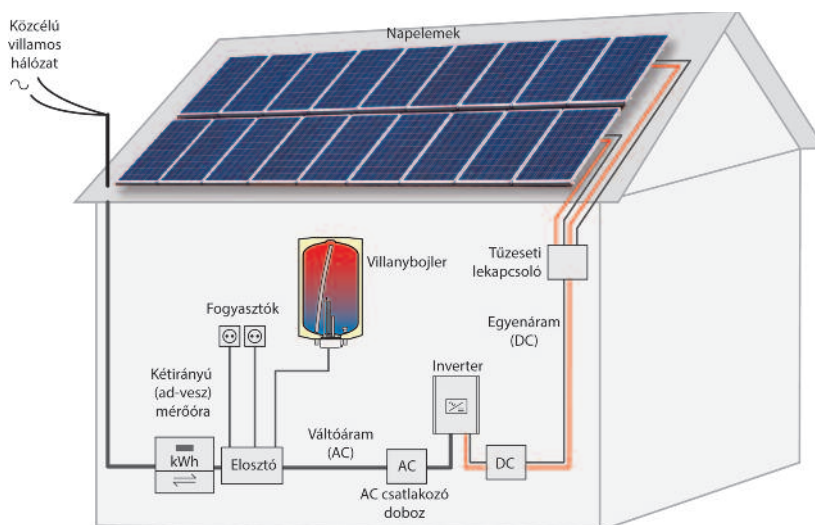
Az ENERGY SAVE ipari hőszivattyúi 400-nál több helyszínen segítenek ipari és kereskedelmi partnereinknek a vállalati energiaköltségek csökkentésében. A 30–45–90 kW teljesítményű gépek kaszkádolva akár 1440 kW összteljesítményt képesek leadni.

Magyarországi importőr:
ENERGY SAVE Hőszivattyú Kft.
eshoszivattyu.hu



HMV-készítés napelemes rendszerekkel

Magyarországon a háztartási méretű napelemes rendszerekre vonatkozó szaldós elszámolás megszüntetésével és a bruttó elszámolás bevezetésével megnőtt a jelentősége az energiatárolók alkalmazásának. Energiatárolásra a klasszikus megoldás az akkumulátorok alkalmazása, ezek ma már be is szerezhetők minden invertertípushoz. Energiát tárolni azonban meleg vízben is lehet, még hozzá sokkal olcsóbban, mint akkumulátorokban. Ebben a cikkben azt járjuk körül, hogy mikor és hogyan célszerű alkalmazni a napelemes rendszereket melegvíz-készítésre is.



1. ábra – Hálózatra kapcsolt napelemes rendszer

A standard megoldás

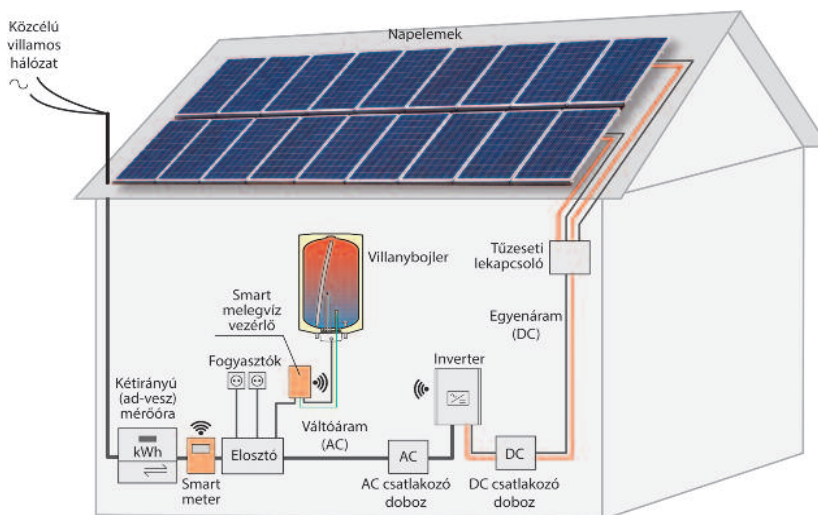
A Magyarországon megvalósult háztartási méretű napelemes rendszerek közel 100%-a úgynevezett hálózatra kapcsolt rendszer, tehát a napelemek a közcélú hálózattal párhuzamosan táplálnak rá az adott épület villamos-energia-hálózatára. A napelemek termeléséből minden, az adott épületben lévő elektromos fogyasztó tud részesülni. Ilyen módon a nappali áramra kapcsolt villanybojler vagy elektromos fűtőpatronnal rendelkező melegvíztároló is rákapcsolódhat a napelemes rendszerre anélkül, hogy bármit is kellene tennünk.

Az 1. ábrán egy olyan, hálózatra kapcsolt napelemes rendszer látható, ahol a fogyasztók között egy elektromos fűtésű melegvíztároló is található. Ez lehet egyszerű villanybojler vagy egy bivalens fűtésű indirekt tároló, ami fűthető pl. kazánnal és elektromos fűtőpatronnal is. Ha a melegvíztároló elektromos fűtését csak a vízhőmérséklet alapján vezélik, pl. egy termosztáttal, akkor a tároló elektromos fűtése bekapcsol, ha a vízhőmérséklet a beállított érték alá esik. A tárolót tehát fűtheti a napelemes rendszerrel termelt és a hálózatról vételezett áram is, attól függően, hogy a bekapcsolás időtartama alatt éppen termelt-e, és ha igen, milyen teljesítménnyel a napelemes rendszer.

Okosvezérlés

A melegvíztároló fűtésének időzítését azonban nem célszerű csak a véletlenre bízni. Ha az a célunk, hogy a napelemes rendszer termelésének minél nagyobb részarányát a házon belül használjuk fel (ahelyett, hogy visszatáplálnánk a hálózatra), akkor a melegvíz-készítést célszerű a napelemes rendszer termelésének és az egyéb villamos fogyasztók igényének függvényében vezérelni. Vagyis lehetőség szerint akkor fűtsük fel a melegvíztárolót, ha rendelkezésre áll elegendő teljesítményű felesleges napenergia. Ehhez két dolog szükséges: egy úgynevezett „smart

meter” fogyasztásmérő, amit az ad-vesz mérő után kell beépíteni, illetve egy szintén „smart”, vagyis okos melegvíz-vezérlő, ami a melegvíztároló elektromos fűtését kapcsolja. Ezeknek pedig kommunikálni kell az inverterrel, ami többnyire az inverter saját wifi-hálózatán keresztül megvalósítható. Ezekhez az eszközökhöz természetesen tartozik egy applikáció, amelyet telepítve okostelefonról tudjuk kiválasztani és személyre szabni azt az algoritmust, ami biztosítja a napelemekkel megtermelt energia maximális felhasználását.



2. ábra – A melegvíztároló fűtésének okosvezérlése

Most vásároljon Panasonic levegő-víz hőszivattyút és egy választott okos eszközt adunk ajándékba.

**A választható eszközök:
tado° hőszivattyú optimalizáló
+ tado° okos termosztát vagy
távfelügyeleti wifi modul
vagy vezérlő/termosztát!**



**Távfelügyeleti
WIFI Modul**

CZ-TAW1* (K sorozathoz)



**Hőszivattyú optimalizáló
és okos termosztát**

KIT-TSTXHPOXE



Vezérlő/termosztát

CZ-RTW1 (L és K sorozatokhoz)
CZ-RTW2 (M sorozathoz)

**Használja ki ezt a rendkívüli lehetőséget és nyújtsa ügyfeleinek ezt a kiváló minőséget.
További részletes információkért keresse a Panasonic üzleti partnereit
vagy hívja a Call Centerünket a +36 1 700 89 65-ös telefonszámon!**

*A promóció kizárólag az új megrendelésekre érvényes.
Az akcióban az Aquarea L, K és M generációs modellek 16 kW-ig vesznek részt.



Kérdés esetén
keressen minket
bizalommal!

www.aircon.panasonic.eu
www.panasonicproclub.com



Mennyi energiát lehet meleg vízben eltárolni?

Adott mennyiségű víz felfűtéséhez szükséges energia a jól ismert hőtechnikai alapképlettel számolható:

$$Q = c \cdot m \cdot \Delta T$$

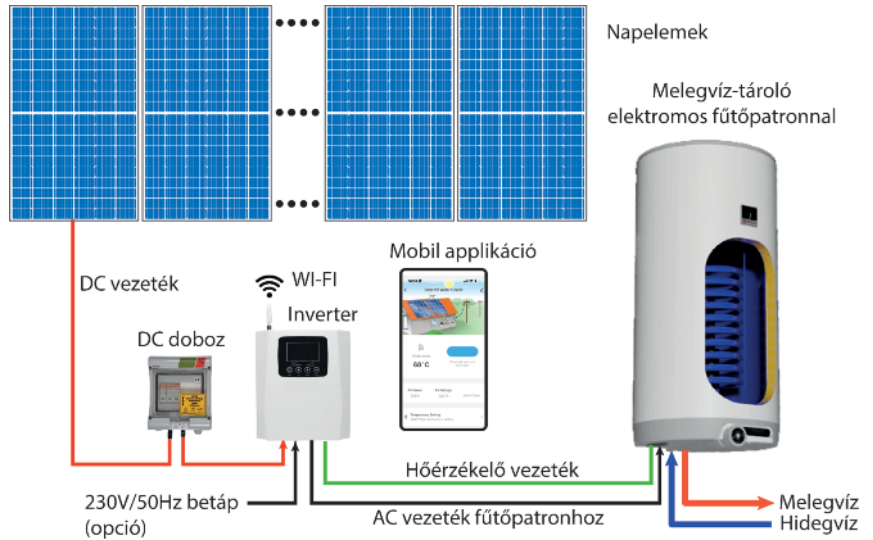
A képletben Q a hőmennyiség [Wh], c a víz fajhője [1,16 Wh/kgK], m a felfűtendő víz tömege [kg], ΔT pedig a különbség a fűtés előtti és utáni hőmérséklet között. Például ha 200 liter (~200 kg) vizet fűtünk fel 10 °C-ról 60 °C-ra, akkor ehhez az alábbiak szerinti hőenergia szükséges:

$$Q = 1,16 \text{ Wh/kgK} \cdot 200 \text{ kg} \cdot (60 \text{ °C} - 10 \text{ °C}) = 11600 \text{ Wh} = 11,6 \text{ kWh}$$

Tehát a fentiek szerint egy 200 literes melegvíz-tárolóban 11,6 kWh energiát tudunk eltárolni, ha azt 10 °C-ról 60 °C-ra fűtjük fel. Persze a tárolót általában nem teljesen hidegről fűtjük fel, de látható, hogy ekkor is közel 10 kWh energia eltárolható egy 200 literes tartályban. Egy 200 literes melegvíz-tároló ára kb. 200-300 ezer Ft. Összehasonlításként egy 10 kWh kapacitású lítium-vas-foszfát cellás akkumulátortároló ára jellemzően több mint 2 millió Ft.

Napelemes direkt vízmelegítés

Lehetséges megvalósítani olyan napelemes rendszereket is, amelyek nem csatlakoznak a ház elektromos hálózatára, hanem célzottan csak egy, esetleg több elektromos fogyasztót látnak el energiával. Ennek legegyszerűbb példája, ha a napelemek egy



3. ábra – Napelemes direkt vízmelegítő rendszer

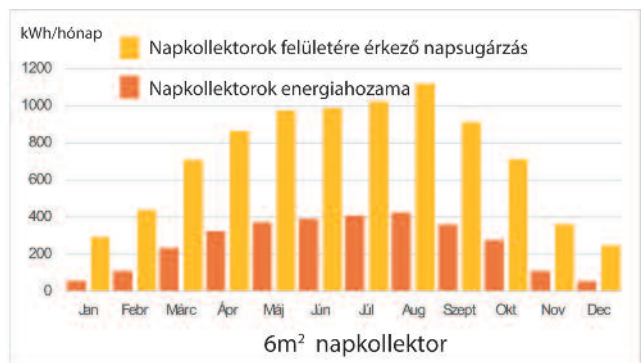
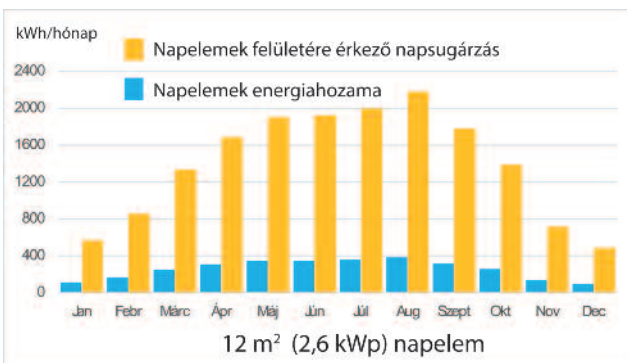
elektromos bojlerrel fűtenek. Ez lehet egy egyszerű villanybojler vagy bármilyen melegvíz-tároló, amibe elektromos fűtőpatron építhető be.

A napelemeket tulajdonképpen akár közvetlenül rá lehetne kötni egy elektromos fűtőpatronra, hiszen a fűtőpatronnak mindegy, hogy hálózati váltóáramot vagy napelemekkel termelt egyenáramot kapcsolunk rá. Ez utóbbi azonban mégsem ajánlható senkinek. A fűtőpatron ugyan a napelemek által előállított feszültséggel arányos teljesítménnyel elkezdene fűteni, de legalább két probléma mindenképpen adódna:

– A fűtőpatron kikapcsolásakor, vagyis a napelemek áramkörének megszakításakor szembesülnénk azzal, hogy a napelemekkel termelt egyenáram megszakítása ívképződéssel jár, tehát ezt egyszerű kapcsolóval nem lehet megtenni.

– Ahhoz, hogy a napelemek megfelelő teljesítményt adjanak le, úgynevezett munkapontkövetésre is szükség van. Be kell állítani azt, hogy a változó erősségű napsütés mellett a napelemek mindig a maximális teljesítményhez tartozó feszültségű és áramerősségű munkaponton üzemeljenek. Ezt normál hálózatra kapcsolt rendszerekben az inverterekbe beépített munkapontkövető modulok (MPP-trackerek) valósítják meg.

Léteznek azonban olyan egyszerű és viszonylag olcsó napelemes inverterek is, amelyek alkalmasak a munkapontkövetésre, és kimondottan arra készülnek, hogy ohmikus fogyasztókat, tehát pl. elektromos fűtőpatronokat lehessen rájuk kapcsolni. Egy ilyen inverterrel megvalósuló rendszer sémája látható a 3. ábrán.



4. ábra – Napelemes és napkollektoros rendszer energiahozamának összehasonlítása

A direkt vízmelegítésre szolgáló inverter tehát elvégzi a munkapontkövetést, és a napelemek által előállított egyenáramot kvázi szinuszos váltóárammá alakítja át, mégpedig olyan nagyságú feszültségre, hogy azt az elektromos fűtőpatronra kapcsolva a fűtőpatron teljesítménye egyezzen meg a napelemek teljesítményével. Fontos, hogy ezekre az inverterekre csak ohmikus fogyasztók, jellemzően elektromos fűtőellenállások köthetők rá. Az inverterhez tartozik egy hőérzékelő is, amit a melegvíz-tárolóba kell elhelyezni.

De miért is használnánk olyan napelemes rendszert, ami csak vízmelegítésre használható, más fogyasztók ellátására nem alkalmas? A válasz kézenfekvő: azért, mert egy ilyen rendszer egyszerűbb és olcsóbb, mint egy „igazi” hálózatra kapcsolt rendszer. A direkt napelemes vízmelegítés tulajdonképpen ugyanúgy működik, mint egy napkollektoros rendszer: csak vízmelegítésre szolgál, és a kihasználtsága akkor megfelelő, ha a melegvíz-készítés hőigénye le tudja fedni a napelemes rendszer energiahozamát. Az ilyen napelemes rendszer tényleg hasonlóan működik, mint egy melegvíz-készítő napkollektoros rendszer, de azért a két rendszer hatás-

fokában, fajlagos energiahozamában jelentős különbség is van.

Példaként nézzünk meg egy családi házat, ahol a melegvíz-fogyasztás napi 250 liter, 50 °C-os a meleg víz, a cirkulációs veszteség pedig 20%. Ezekkel az adatokkal a melegvíz-készítés éves hőigénye kb. 5000 kWh. Ha erre a családi házra telepítünk egy 6 négyzetméter felületű napkollektoros rendszert, akkor a kollektorok az éves melegvíz-igény kb. 60%-át képesek fedezni, a kollektorok évi kb. 3100 kWh energiát állítanak elő. Ugyanilyen eredményt napelemes rendszerrel akkor lehet elérni, ha kb. 2,6 kWp névleges teljesítményű és kb. 12 négyzetméter felületű napelemet alkalmazunk. Tehát azonos energiahozam eléréshez a napkollektorokhoz képest kb. kétszer akkora napelemfelület szükséges. Ez nem meglepő persze, hiszen egy napelemes rendszer éves hatásfoka kb. 18%, míg a napkollektoros rendszer esetében ez kb. 36%.

A napelemes és a napkollektoros rendszer összehasonlításánál ugyanakkor el kell ismerni, hogy a kétszer akkora napelemfelület ellenére egy direkt vízmelegítésre szolgáló napelemes rendszer beruházási költsége

általában alacsonyabb, mint egy napkollektoros rendszeré. További előnye a napelemes rendszernek, hogy a kivitelezése egyszerűbben megvalósítható, és a karbantartási költsége is alacsonyabb. Tehát ha van elegendő hely a tetőn, akkor reális választás lehet a direkt vízmelegítő napelemes rendszer megvalósítása. Persze a legjobb megoldás egy hálózatra kapcsolt többcélú, minden fogyasztót ellátni képes napelemes rendszer, okos fogyasztásvezérléssel és energiatárolással mind meleg vízben, mind akkumulátorban.

Varga Pál

További szakkikkek a témában itt:



hajdu

„megújuló energiával!”



Hajdu Hajdúsági Ipari Zrt.
4243 Téglás, külterület 0135/9. hrsz.
telefon: (52) 582-700 | fax: (52) 384-126
email: hajdu@hajdurt.hu | web: www.hajdurt.hu



Hőszivattyús rendszerek

* A termékekről és a garanciális feltételekről tájékozódjon a www.hajdurt.hu oldalon.

Intelligens választás a fenntartható hőellátáshoz – Hoval hibrid megoldások

Az építészek, tervezők és döntéshozók azzal a feladattal szembesülnek, hogy fenntartható, energia- és költséghatékony fűtési és hűtési koncepciókat valósítsanak meg új és meglévő épületek számára. A hőszivattyúkat és a kondenzációs gázkazán-technológiát intelligensen ötvöző Hoval hibrid megoldások maximális hatékonyságot, biztonságos működést és rugalmas alkalmazkodást kínálnak a legkülönbözőbb épülettípusokhoz.

A modern fűtési és légkondicionálási technológiáival szembeni igények egyre nőnek. Különösen a nagyobb lakóépületek, kereskedelmi ingatlanok, szállodák és középületek esetében olyan megoldásokra van szükség, amelyek alkalmazkodnak a különböző terhelési profi- lokhoz, és lehetővé teszik a gazdasági- lag és ökológiailag stabil működést.

A Hoval hibrid megoldások a megújuló energiák előnyeit kombinálják a bevált technológiával, és digitális vezérlő- és felügyeleti rendszerekkel egészülnek ki, amelyek megkönnyítik a karbantartást és a rendszer optimalizálását.

Hoval – fenntartható hő egyetlen forrásból

A vorarlbergi Feldkirchben található „Montfort das Hotel****” business hotel már 30 éve támaszkodik a bevált Hoval technológiára. Dieter Oberhöller szállodatulajdonos különösen nagyra értékeli a Hoval személyre szabott, teljes körű megoldásait: „Egy beszállító – egy szolgáltatás – egy problémamegoldó.”

A családi kézben lévő szállodában a megbízható és pontos hőellátást egy Hoval Thermalia® hőszivattyú és egy kondenzációs gázkazán kombinációja biztosítja.

A közelmúltbeli bővítés során a szálloda új épületét egy Hoval Thermalia® hőszivattyúval szerelték fel, amely 16 db mélyfűró szondán keresztül használja a geotermikus energiát, és két különálló hőszivattyúkörnek köszönhetően különösen magas üzembiztonságot kínál.

Az új épületet teljes egészében geotermikus energia fűti, míg a régebbi épületet és a csúcsterheléseket UltraGas® kondenzációs kazán fedezi.



A telepítés a működés megszakítása nélkül történt, illetve mérhetően csökkentette az energiaköltségeket, és megfelel a fenntartható szállodai működés növekvő követelményeinek.

Hoval hibrid technológia komplex épületekhez: sport- és többcélú csarnok

A belgiumi „Sportif de la Bruyère” sportlétesítmény szintén innovatív technológiájával büszkélkedik. A 2.136 m²-es fűtött csarnok a Hoval és a helyi Hoval partnercég, az Edergen által megvalósított hibrid fűtési és melegvíz-megoldásra támaszkodik. A kifinomult rendszer egy Belaria® fit levegő/víz hőszivattyút és egy UltraGas® 2 kondenzációs gázkazánt foglal magába.

A Belaria® fit hőszivattyú két beépített inverteres kompresszorral működik. Ezek rugalmasan igazítják teljesítményüket az aktuális hőigényhez, elkerülve a felesleges be- és kikapcsolási ciklusokat, így meghosszabbítva a kompresszor élettartamát.

A hőszivattyú környezetbarát R32-es hűtőközeget használ, és kaszkád üzemmódban akár 1.360 kW teljesítményt is képes leadni.

A moduláló UltraGas® 2 kazán alacsony külső hőmérséklet vagy csúcsterhelés esetén kiegészíti a rendszert. A propán mellett környezetbarát módon 100%-os biometánnal vagy 20%-os hidrogénnel is üzemeltethető.

Az intelligens vezérlőrendszer bivalencia-pontot használ: ezen pont felett a hőszivattyú veszi át az irányítást, alatta pedig a kazán kapcsol be. Ez csök-

kenti a CO₂-kibocsátást és a költségeket, növeli a részterhelés hatékonyságát, és mindenkor biztosítja az ellátás biztonságát.

Üzem közben a Belaria® készülék felmelegíti a csatlakoztatott puffertárolót (EnerVal) a kívánt hőmérsékletre. Ha ezt a hőmérsékletet a különösen alacsony külső hőmérséklet vagy csúcsterhelés miatt nem éri el, a kondenzációs gázkazán bekapcsol, és 60 °C-ra melegíti a fűtővizet. A prioritástól függően közvetlenül a fűtőkörök vagy a használatimelegvíz-tároló (CombiVal ER) kap közvetlen ellátást.

Így a hőszivattyú az éves energiafogyasztás akár 83%-át is fedezi. A megoldás modulárisan bővíthető, és a kommunális és közszféra számos épületkoncepciójához alkalmas.

Időtálló hőellátás a Hovalal

A klímavédelem és az energiahatékonyság iránti növekvő igények fényében a hibrid rendszerek egyre fontosabbá válnak. A Hoval testreszabott hibrid megoldásai a magas hatékonyságot az ellátás biztonságával, a rugalmassággal és az intelligens vezérléssel ötvözik – költséghatékony módot kínálva a tervezőknek, építészeknek és üzemeltetőknek a modern épülettechnológia kihívásainak való megfelelésre.

www.hovalpartners.com

Hoval

R290: a jövő hűtőközege a klímatechnikában?

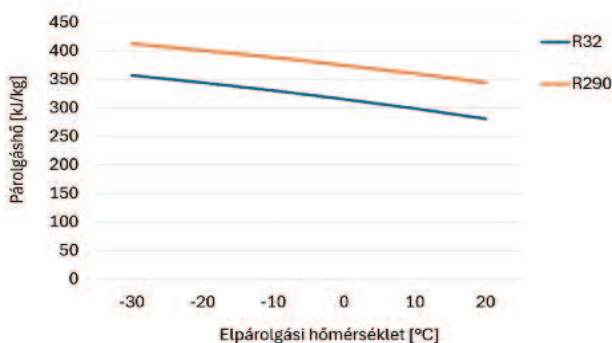
2024. március 11-én hatályba lépett a 2024/573/EU rendelet, amely szerint monoblokk hőszivattyúk esetében 2027-től nem hozhatók forgalomba azok az 50 kW-nál alacsonyabb névleges teljesítményű készülékek, amelyek 150-nél nagyobb GWP-értékű hűtőközeggel üzemelnek. Ezáltal az R32-es hűtőközeggel működő monoblokk hőszivattyúkat 2027-től nem lehet forgalomba hozni, továbbá szintén 2027-től a kis teljesítményű ($P_n \leq 12 \text{ kW}$ és $GWP > 150$) osztott levegő-víz hőszivattyúk forgalmazása is megszűnik. A Midea-nak már kész megoldásai vannak az EU-s szabályozásra, az R290-nel működő monoblokk hőszivattyúk már egy éve piacon vannak. A cikkben az R290 által nyújtott legfontosabb előnyöket tekintjük át.

Az R290-es hűtőközeg mint alternatíva

Az R290 hűtőközeg alacsony globális üvegházhatás-potenciállal rendelkezik ($GWP=3$), nem károsítja az ózonréteget ($ODP=0$), és nem F-gáz, így minimális környezeti hatással bír. Természetes szénhidrogénként könnyebben hozzáférhető, és olcsóbb a szintetikus hűtőközegeknél, továbbá jobb termodinamikai tulajdonságokkal rendelkezik, mint az R32. Talán egyetlen kedvezőtlen tulajdonságának a fokozott lobbanékonyága mondható (A3 gyúlékonysági besorolás). Az R32-höz képest viszont kisebb hűtőközeg-mennyiség, alacsonyabb nyomások, magasabb elérhető kondenzációs hőmérsékletek, nagyobb energiahatékonyság és jobb teljesítménymegtartás jellemzi.

Kisebb hűtőközeg-mennyiség

Az 1. ábrán látható, hogy az R290 hűtőközeg párolgáshője átlagosan 20%-kal nagyobb az R32-höz képest. Tehát 1 kg-ra fajlagosítva az R290-es hűtőközeg 20%-kal több hőt tud kondenzáció vagy elpárolgás közben átadni vagy felvenni. Gépkönyvi adatokból az látszik, hogy míg a 16 kW-os R32 hűtőközeggel működő monoblokk M-Thermal hőszivattyú esetén 1,75 kg hűtőközegtöltet szükséges, addig ugyanez a teljesítmény az R290-es hűtőközeget használó Midea monoblokk M-Thermalnál 1,25 kg-mal elérhető.

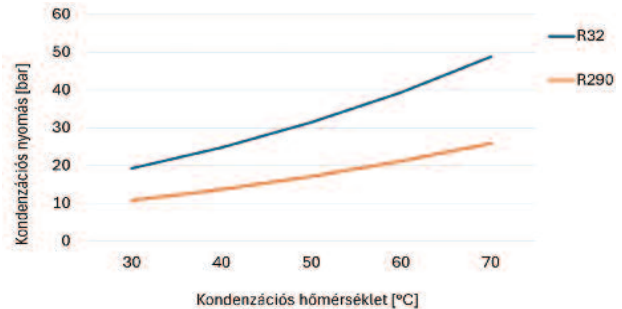


1. ábra – Párolgáshő az elpárolgási hőmérséklet függvényében

Kisebb szivárgási esély

A 2. ábráról leolvasható, hogy az R32-vel összehasonlítva 50%-kal alacsonyabb kondenzációs nyomások jellemzők az R290-re azonos kondenzációs hőmérsékleteknél. Így azonos üzemi állapotot tekintve a szivárgási esély is kisebb az R32-höz képest. Ez a tulajdonság a gyakorlatban azért lehet kifejezetten hasznos, mert az R290 egy fokozottan lobbanékony közeg, így

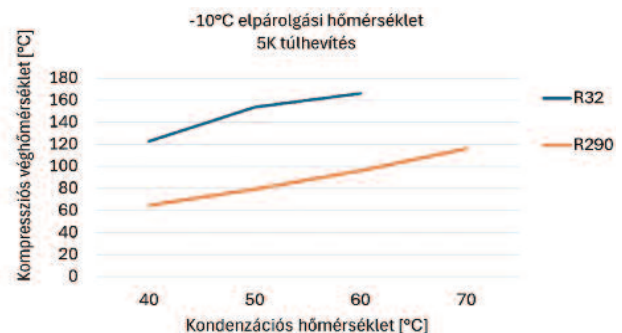
a szivárgások elkerülése fontos a balesetek elkerülése érdekében.



2. ábra – Kondenzációs nyomások a kondenzációs hőmérséklet függvényében

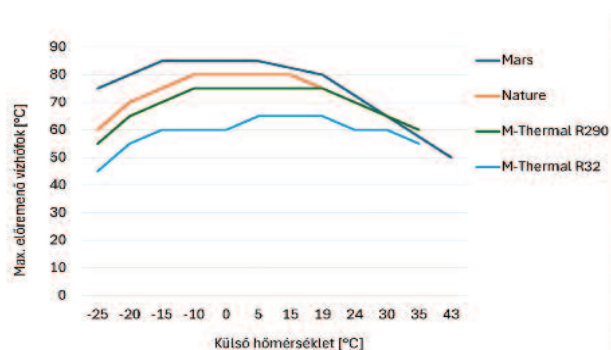
Magasabb fűtési előremenő víz hőmérséklet

A magasabb kritikus hőmérséklet lehetőséget ad a magasabb előremenőhöz (R290: 96,7 °C; R32: 78,4 °C), de ez önmagában még nem garantálja a magasabb víz hőmérsékletet. Mivel a legtöbb hőszivattyúban a kompresszor motorja a kompresszió utáni túlhevített, gőz állapotú közeggel van hűtve, ezért a működési tartományok szempontjából kritikus a kompresszió vég hőmérséklete. Mivel az R290 kompressziós vég hőmérséklete jóval alacsonyabb adott kondenzációs hőmérsékletek mellett, ezért igen magas előremenő víz hőmérséklet érhető el, még nagyobb nyomásviszonyokat igénylő, hideg időben is (3. ábra).



3. ábra – Kompressziós vég hőmérséklet a kondenzációs hőmérséklet függvényében

A 4. ábrán a Midea hőszivattyúk legnagyobb előremenő víz hőmérsékletei láthatók a különböző külső hőmérséklet-tartományokban.



4. ábra – Legnagyobb előremenő hőmérsékletek a külső hőmérséklet függvényében a Midea hőszivattyúknál

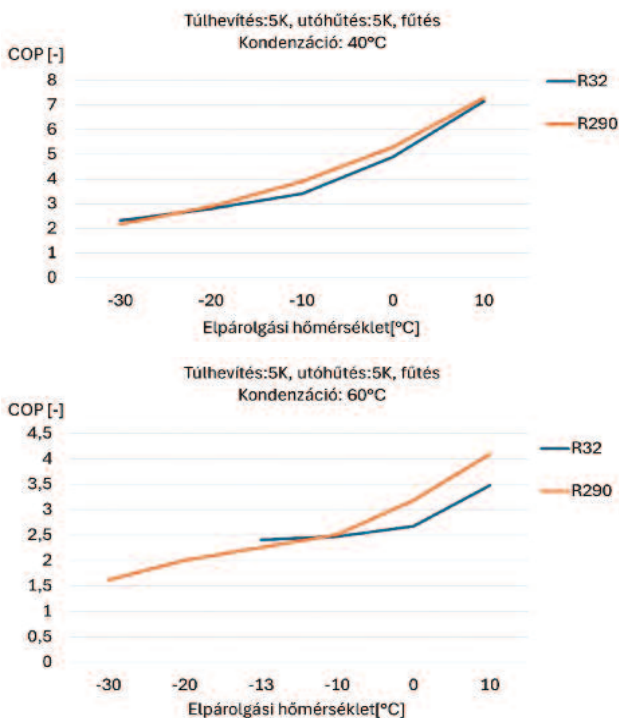


Szigeti Péter

Tanulmányait a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen végezte, ahol 2014-ben BSc-, majd 2018-ban MSc-diplomát szerzett. Hétéves szakmai pályafutása alatt különböző cégeknél dolgozott, ahol géptervező-gyakornok, projektmenedzser-gyakornok, szoftverintegrációs mérnök, gyártástámogató mérnök és terméktámogató mérnök munkaköröket töltött be.

Jobb energiahatékonyság

Az 5. ábra mutatja, hogy az R290-es hűtőközeznél magasabb előremenő esetében nagyobb COP-értékek érhetők el a működési tartomány nagy részén, minden esetben 5 K túlhevítést és 5 K utóhűtést feltételezve. A 60 °C-os kondenzáció kb. 55 °C-os fűtővizet jelent. A jobb oldali ábrán -13 °C elpárolgási hőmérséklet alatt nem érhetők el R32-es adatok, mivel 60 °C-os kondenzációnál túl alacsony hőmérsékletű elpárolgás mellett az R32 esetében már túl nagy lenne a túlhevülés mértéke a nagy nyomásviszony miatt, ami károsíthatná a motort vagy az kompresszorolajat.

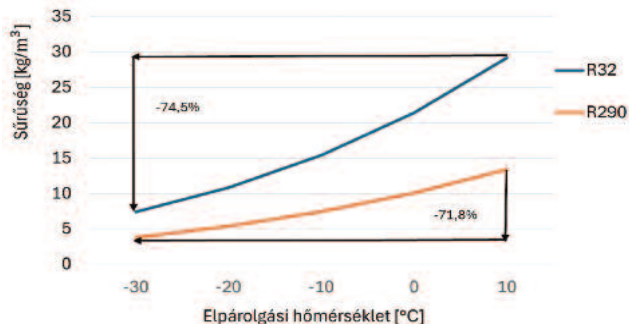


5. ábra – COP-értékek az elpárolgási hőmérséklet függvényében

Jobb teljesítménymegtartás hidegben

Ha a 10 °C-os és a -30 °C-os elpárolgási hőmérsékletet tekintjük, akkor a túlhevített R290 hűtőközeg gőzének sűrűsége kisebb arányban csökken, mint R32 esetén, ezáltal a leadható teljesítmény kisebb mértékben romlik hidegebb időjárásban, ugyanis azonos kompresszorfordulaton a szállított közeg tömegárama kevésbé csökken. A jobb tömegáram-fenntartás végső soron nagyobb teljesítményt eredményez hideg időben. A 6. ábrán a két hűtőközeg sűrűségének alakulása látható.

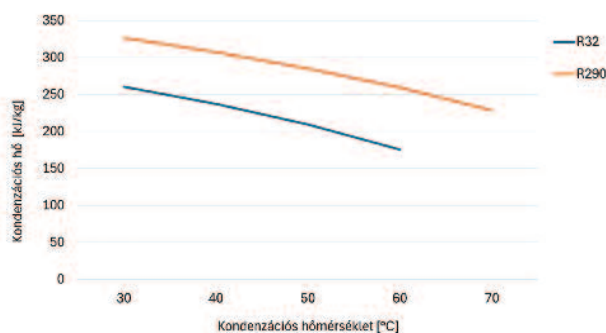
Azonban az ábrán az is látszik, hogy önmagában az R290 sűrűsége kisebb azonos elpárolgási hőmérsékleteken, ezért a megfelelő mennyiségű közeg szállítása érdekében az R32-höz képest nagyobb lökettérfogatú kompresszor szükséges.



6. ábra – Jobb teljesítménymegtartás, kulcs a hűtőközeg gőzének sűrűsége

Jobb teljesítménymegtartás magasabb előremenőnél

Magasabb előremenő hőmérsékletek esetén is nagy kondenzációs hőteljesítmény jellemző az R290-re (7. ábra), ezáltal magasabb előremenő hőmérsékletek esetén kevésbé romlik a hőszivattyú teljesítménye.



7. ábra – Jobb teljesítménymegtartás magasabb előremenőnél

Az előzőekben láthattuk, miért jó megoldás az R290 hűtőközeg alkalmazása monoblokk hőszivattyúk esetén. Továbbá zajlanak fejlesztések az R454C hűtőközeg használatát illetően is, ami az R290 mellett még egy alkalmazható alternatíva az EU-s irányelvek betartásához. Az R454C ráadásul az R32-höz hasonlóan A2L veszélyességi besorolásba tartozik, így kis teljesítményű (max. 12 kW) osztott levegő-víz hőszivattyúk esetében áthidaló megoldást jelenthet a szakmában.

Szigeti Péter
terméktámogató mérnök
Planning & Trading Kft.

További szakkikkek
a témában itt:



Lakóépületek természetes szellőztetése – II. rész Ablaknyitósos szellőztetés intelligensen

Az Épületgépész 2025/2. számban indított cikksorozat második részét az ablaknyitósos szellőztetés kissé részletesebb kifejtésére fordítjuk. Tesszük ezt azért, mert a többség szemében ez a megoldás a primitívség és az alacsony bekerülés megtesztetője. Ugyanakkor, mint látni fogjuk, új építésnél és felújításnál is léteznek átgondolt, modern, biztonságos és komfortos, sőt energiatakarékos megoldások is ebben a sorban. Az ablaknyitás kategóriájába soroljuk a résszellőzőkkel történő szellőztetést is, mert annak szerepe az ablakrésekkel rokon.

Vezérlési szemléletek, kezdeti megoldások

Sokan vélekednek úgy, hogy az igények szerinti vezérlés a legmegfelelőbb. Kétségtelen tény, hogy pl. egy WC-helyiség esetében a használat közbeni és utáni intenzív szellőztetésnek vannak funkcionális előnyei, de ilyenkor a légpótlási rendszer oldaláról is szükséges a tervezett maximális térfogatáram nagyságára tervezni. Ezzel szemben egy folyamatos, állandó térfogatáramú, közepes intenzitású szellőztetésnél optimálisabb keresztmetszetekkel, egyszerűbb energetikai megoldásokkal lehet működni.

Ha a homlokzati nyílászárók tömörsége rossz, akkor egy változó intenzitású, de szinte állandóan működő szellőztetést kapunk. A levegő minősége ezzel általában kiváló ugyan, de sem a zajok, sem a por, sem az energiaveszteségek ellen nem tudunk tenni. Ezek az okok vezettek ahhoz, hogy a nyílászárók tömörségét, minőségét fokozatosan a mai szintre emeltük. Ezzel azonban belekényszerültünk az igényvezérlés szükségességébe. Az 1970-es 1980-as években Nyugat-Európa épületei sok penészüggel voltak terheltek, amelyek megoldásokat követeltek.

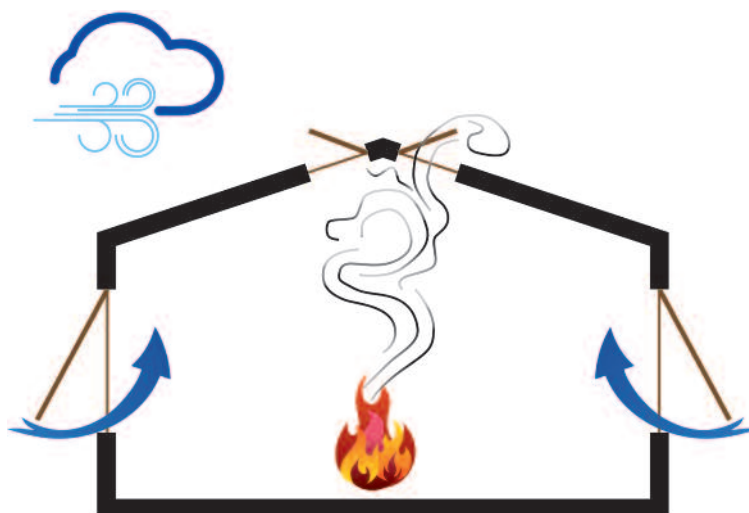
Az első tanács a naponta többszöri alapos ablaknyitósos szellőztetés volt. Nyilvánvaló, hogy ez a megoldás nem-

csak megterhelő, hiszen valakinek meg kell tennie, de meglehetősen definiálatlan is az „alapos” kifejezés. A probléma fokozatosan előtérbe helyezte egyrészt a gépi szellőztetést, másrészt viszont a légbevezetők ügyét.

A légbevezetőknél a sorozatgyártás, ismert karakterisztikájú elemek lehetővé teszik, hogy a légcserét méretezzük. Fontos megjegyezni, hogy hamar megjelentek azok a megoldások, amelyeknél egy alakváltoztató (gumilabda) vagy elmozduló, elforduló elemmel a légbevezetőn átáramló közeg mennyisége korlátozható, és ezzel az extrém nagy intenzitások elkerülhetők.

hez és az energetikai álmokhoz. A légbevezetők és a ventilátorok párba állítása ugyan sokat segített a méretezhetőségen, azonban ezzel megjelentek az egyéb problémák, a ventilátorzaj, a tartósság, a bekerülési költség – és nem utolsósorban az alul- vagy éppen túlméretezésből, időszaki áramkimaradásból, hibás vezérlési megoldásokból (pl. hotelszobáknál) adódó komfortproblémák, amelyek időszakonként az ablaknyitósos megoldást kényszerítették ki a használatból.

Ehhez további összetevő, hogy normális méretű nyílászárók nyitásával, vagy pl. csarnokok füstmentesítésénél a



1. ábra – Füstmentesítés természetes szellőztetéssel

Ehhez azonban a világ legtöbb épületénél nehézséget okoz a hajtóerők megbecslése. Mivel a természetes szellőztetés hajtóereje vagy gravitációs huzatból, azaz hőmérséklet-különbségekből, vagy szélhatás okozta nyomáskülönbségből származhat, szélsőséges állapotokra és általában nagy statisztikai szórásra lehet számítani. Mégis kimondható, hogy a meteorológiai adatok gondos elemzése alapján minőségi termékekkel normálisan működtethető épületeket lehet létrehozni. A légbevezetőknél szintén hamar megjelentek a hangcsillapított és a nedvességvezérelt elemek is, amelyek még jobban illeszkedtek a komfortigények-

tetőkupolákkal elérhető átszellőztetés mértéke (1. ábra) és mechanikai energiaigénye mennyire kiemeli a természetes szellőztetés „elsőbbségét”.

1985 és 2000 között az energiaárak megnyugodtak, csökkentek, így sokan visszatértek az ablaknyitáshoz, amelynek persze már rendelkezésre álltak – például a német Theben cég kínálatában – olyan kapcsolóórával egybeépített ablaknyitó motorok, amelyek bukó állásba tudtak vezérelni ablakokat, ugyanakkor vihar esetén a szél- vagy esőérzékelő jele meg tudta akadályozni a beázást vagy a beltéri könnyű tárgyak, papírlapok átrendeződését.



Luckenwalde, Friedrich-Ludwig-Jahn napközis iskola

A 2000-es évek óta exponenciálisan emelkednek az energiaárak, sokasodnak a kifinomult vezérlési és érzékelő rendszerek, és ma már jóval drágább megoldások is kezdik megérni az árakat. Ezen felül számos egyéb szempont is befolyásolja a döntéseket.

Mai épületek ablaknyitós szellőztetéssel

A következőkben pár projekt példáján keresztül mutatjuk be, hogy milyen megoldásokban találkozhatunk ablaknyitós szellőztetéssel, és tömören összefoglaljuk a rendszerek működését.

1. Németország, Luckenwalde, Friedrich-Ludwig-Jahn napközis iskola

A faszerkezetű iskola minden terében



Luckenwalde, Friedrich-Ludwig-Jahn napközis iskola – egy osztályterem belseje

motoros működtetésű ablaknyitós szellőztetés működik. A szabályozás 30 szellőztetési zónára osztja a teljes



Az Aquascope uszoda madártávlatból

teret, és 120 felső bukóablakkal biztosítják a megfelelő átszellőztetést. A mozgatómotorok precíz láncos motorok. A beltérben CO₂-, pára- és hőfokérzékelők működnek, míg a kültérben a szokásos eső-, hőmérséklet- és páraérzékelőkön túl szél- és nyomásérzékelők kerültek elhelyezésre. Az automatikában integrált CFD-szimuláció fut, amely az érzékelt széladatokból meghatározza a hajtóerőket minden ablak esetére, és az ablakréseket az igények, a hajtóerők és a beállított biztonsági paraméterek függvényében mind a 120 ablaknál külön-külön állítja be. A beállítások megfelelő jogosultságú használó által felülírhatók, de maximum pár percre. A működés energiakimaradás esetén akkumulátorokról napokig is biztosítható.

Ez a rendszer a hővisszanyerésen kívül mindent tud, amit ma egy szellőztetőrendszerrel elvárhatunk.

2. Franciaország, Poitiers, Aquascope uszoda

Az uszoda alapterülete kb. 6000 m², és 8 zónára oszlik. A tetőfelületek jó részét kitevő 222 tetőablak és a torony oldalablakai láncos motoros mozgatással vannak felszerelve. Az épület tetősíkja felett van ugyan egy téli minimum igényre méretezett hővisszanyerős gépi légkezelő, de a szellőztetést szinte mindig az úszómesterek által aktuálisan beállított intenzitásigény, a hőfok-, CO₂- és klórérzékelők, valamint a kültéri meteorológiai állomás adatai alapján az ablakok nyitásával oldják meg. Az automatika vihar esetében minimumra zárja a nyílászárókat.

A szellőztetőelemek vezérlésére KNX-rendszert, az épületmenedzsment szintjére BACnet-kártyákat telepítettek. A gépi szellőztetéshez képest óriási előny, hogy az úszómesterek az általuk felügyelt zónák légállapotát percről perce zajtalanul és szinte villamos energia nélkül tudják szabályozni. Az uszoda szivattyúi és egyéb vízmozgató elemei persze MW-os összteljesítményűek, amelyek veszteség-hője az épületet fűti, de a természetes szellőztetés szinte nulla energiaigénye így is jelentősen javítja az uszoda üzemeltetési mutatóit.

3. Írország, Wexford, Wexford Grófság Központi Nyilvántartó Iroda épülete

Az épületben a komfortszellőztetésen kívül a hő- és füstelvezetés is termé-



Wexford, Wexford Grófság Központi Nyilvántartó Irodaépülete – a létesítmény homlokzata

szetes szellőztetéssel működik. Ez utóbbira hazánkban is sok példát találunk, hiszen a természetes felhajtóerő tűz esetén könnyen méretezhető, kedvező természetes megoldást kínál. Fontos (és gyakori) építészeti megoldás a kiszellőztethető dupla üveghomlokzat, amely napos órákban biztosítja a teljes belső hőigényt, és tompítja a szél hatását a szellőztetőrendszerre.

Az épület nyitott belső udvara körül hat zárt épületszóna helyezkedik el, amelyekben belül a 102 egyedileg szabályozható irodater 800 ablakkal van ellátva. Ezek mindegyike motoros mozgatható. A belső terekben CO₂-szenzorok és helyiségtermosztátok gyűjtik a jeleket, míg a külső térben minden fontos meteorológiai adatot (szél, csapadék, szélirány, hőmérséklet, nedvességtar-

alom) mérnek. Egy öntanuló algoritmus 2012 óta finomítja a valós adatok kiértékelésével az áramlási szimulációk alapján kezdetben betöltött számítógépes szabályozást. Ennek köszönhetően a legszélsőségesebb időjárási helyzetben és a legnagyobb belső létszám esetében is évente maximum 1-2 órára marad el a belső levegőminőség a szabványok előírásaitól. A rendszer nagy előnye a szinte energiafüggetlen és minimális energiaigényű szellőztetés, és a szoláris hőnyereség összekapcsolása, amely összességében jelentősen pozitív energiámérlegű.

Összefoglalás

A bemutatott projektek alapján érzékelhető, hogy az ablaknyitós szellőztetés igényes megoldása nem bekerülését tekintve olcsó, hanem élet-tartamköltségében kedvező, és környezetkímélőbb, könnyebben karbantartható, mint a legtöbb gépi megoldás. Emiatt az igényes és mértékadó természetes szellőztetésű épületek példáinak száza gyarapítják évről évre a referencialistákat.

A cikksorozat következő részében olyan projekteket mutatunk be, ahol az alkotók a természetes szellőztetést több működési elv alapján és több környezeti forrást felhasználva valósították meg, és nagyszerű energetikai és környezetvédelmi eredményeket értek el.

Keszthelyi István

**További
szakcikkek
a témában itt:**



Friss szakmai és építőipari hírek itt:
epuletgepesz.hu

Légkezelő berendezések hűtési energiaigényének csökkentése indirekt evaporatív léghűtővel

Az épületgépészeti rendszerek hatékonyságának növelésére irányuló kutatások az utóbbi időszakban bekövetkezett energiaár-növekedés miatt kiemelkedő szerepet kaptak. Az épületgépészeti rendszerek közül a légtechnikai rendszerek energiafogyasztása az egyik legnagyobb. A szakcikk célja, hogy bemutassa az indirekt evaporatív hűtési eljárás hatását a gépi hűtésienergia-igényre egy komfortcélú légkezelő berendezés esetén. Az eredmények alapján az indirekt evaporatív léghűtés hatékonyan alkalmazható a magyar éghajlati viszonyok mellett, azonban a kinyerhető hűtési energia mennyisége nagyban függ a műszaki kialakítástól és a beltéri komfortparaméterektől. A fentiekben túl az eljárás gazdaságossági összevetésének egy lehetséges módja is bemutatásra kerül az egyéb alternatív hűtési rendszer megoldásokkal szemben.

A cikkben alkalmazott jelölések magyarázata

- t_k – külső léghőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]
- t_b – befűjt léghőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]
- t_e – elszívott léghőmérséklet [$^{\circ}\text{C}$]
- t_{DEC} – elszívott léghőmérséklet evaporatív léghűtés után [$^{\circ}\text{C}$]
- η – hővisszanyerő hatásfoka [-]
- ε – evaporatív léghűtő nedvesítési hatásfoka [-]
- c_p – állandó nyomáson vett fajhő (levegő) [kJ/kgK]
- $c_{\text{pv}}g$ – állandó nyomáson vett fajhő (vízgőz) [$\text{kJ}=\text{kgK}$]
- x – abszolút nedvességtartalom [kg/kg]
- Q – hűtési energia [kWh]
- P – villamos teljesítmény [kW]
- \dot{m} – tömegáram [kg/s]

A direkt evaporatív léghűtés korlátai

Az épületek nyári energiafelhasználásáért nagy százalékban felelősek a hűtési és szellőztetési rendszerek. Az energiaárak növekedésével az épületgépészeti rendszerek hatékonyságnövelésére, működésének optimalizációjára vonatkozó igények megnövekedtek [1]. Az üzemeltetők célja az energiafogyasztás csökkentése, lehetőleg elkerülve a kezelt terület komfortparamétereinek romlását. Száraz-meleg éghajlati viszonyokkal rendelkező területeken a direkt evaporatív léghűtés (DEC – direct evaporative cooling) régóta alkalmazott eljárás, amely kismértékű villamos energia felhasználásával képes nagy mennyiségű hűtési energia előállítására. A magyar éghajlati viszonyok mellett a direkt evaporatív léghűtés korlátozottan alkalmas egy hagyományos komforttér önálló kezelésére. Amennyiben a meglévő mérnöki gyakorlat szerint kialakított és méretezett légtechnikai rendszerekben kerül a DEC-eljárás felhasználásra, úgy csak az alacsony abszolút nedvességtartalommal rendelkező kültéri légállapotok esetén biztosítja a kívánt befűvési légállapot elérését. A DEC-eljárás alkal-

mazásának további nehézsége, hogy hagyományos, kondenzációs hőmérséklet alatt működő kiegészítő hűtési rendszerekkel az eljárás egyszerű módon nem illeszthető össze.

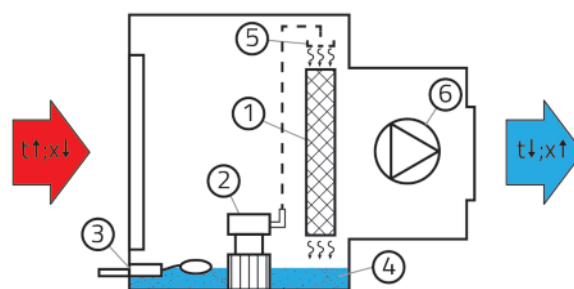
A fenti méretezési és illesztési nehézségek jelentős része kiküszöbölhető az eljárás indirekt alkalmazásával. Az indirekt evaporatív léghűtés (IEC – indirect evaporative cooling) során nem a befűjni kívánt levegő kerül evaporatív léghűtővel kezelésre, hanem jellemzően a beltérből származó elszívott levegő. Az IEC-eljárás alkalmazásának köszönhetően az elszívott levegő hőfoka jelentősen csökkenthető, így a légkezelő berendezésekben alkalmazott hővisszanyerő berendezések hűtési teljesítménye fokozható.

Ahogy a hővisszanyerő hűtési teljesítménye növekszik, úgy csökken a hűtőkáliferen keresztül bevitt hűtési teljesítmény is. A szakcikk célja, hogy az indirekt evaporatív hűtés működését és a légkezelő berendezés hűtőrendszerére gyakorolt hatását bemutassa. Korábbi szakmai cikkek mutatták be, hogy a mai ErP-követelményeknek megfelelő, befűjt léghőmérsékletre vezérelt légkezelő berendezések esetén a légkezelő berendezések hagyományos, gépi hűtési energiaigénye drasztikusan csökkenthető [5]. Jelen tanulmány során egy hűtve szárítást megvalósító légkezelő berendezés esetén kívánjuk bemutatni az eljárás alkalmazásának hatását a légkezelő berendezés hűtési-energia-felhasználására.

Evaporatív léghűtés

Az evaporatív léghűtő berendezések különböző felépítésűek lehetnek. Légkezelő berendezésekben gyakran vízbeporlasztó egységek vagy párologtató panelek kerülnek elhelyezésre.

Jelen cikkben a párologtató panelek alkalmazását vizsgáljuk, kisebb helyigény és magas párasítási hatásfoka miatt.



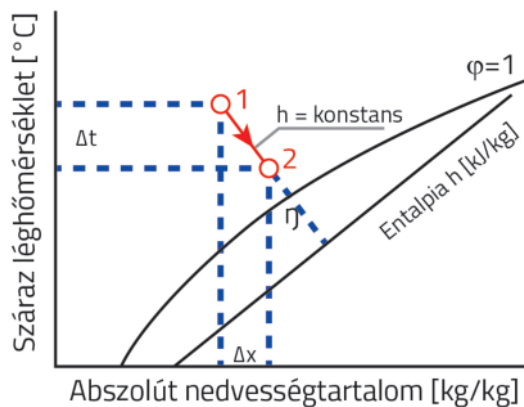
1. ábra – Párologtató panellel üzemelő evaporatív léghűtő berendezés elvi felépítése (1: párasító panel; 2: búvárszivattyú; 3: vízszintszabályozó szelep; 4: víztálca; 5: csepegtetőtálca; 6: ventilátor) [5]

Ebben az esetben a felnedvesített párasító panelek keresztül kerül a levegő kényszeráramoltatásra (1. ábra).

A vékony vízfilmréteggel borított párasító egység egyidejűleg generál hő- és nedvességátadást a nedvesítő felület és az áramló közeg között. Mivel a párolgás endoterm folyamat, hogy végbe mehessen, hőenergia felvételére van szükség. Amennyiben a folyamat során külső forrásból származó hőenergia nem kerül a rendszerbe bevezetésre, úgy a fázisváltáshoz szükséges energia a belső energiából kerül fedezésre. Ebben az esetben a fázisváltás közel adiabatikus állapotváltozásnak tekinthető. A víz fázisváltása során a környezettől (levegő – el nem párolgott víz) elvont hőenergia az elpárolgott vízzel a légnemű keverékbe kerül. Ebben az esetben a közeg entalpiája a felvett víz fajhőjével emelkedik (1), [3].

$$\Delta h = \Delta x \cdot c_v \cdot t_v \left[\frac{kJ}{kg} \right] \quad (1)$$

A légnemű keverék fajlagos entalpiaértékének változása annak abszolút értékéhez képest elhanyagolhatóan kicsi, így a gyakorlati számításoknál úgy tekintjük, hogy az evaporatív léghűtés során az állapotváltozás közel állandó entalpiavonal mentén megy végbe (2. ábra), [2].



2. ábra – A kezelt levegő állapotváltozása evaporatív léghűtés során Molliere-féle h-x diagramban (1: a levegő kiindulási állapota; 2: evaporatív léghűtő által kezelt levegő állapota) (a h = konstans vonal az 1 és 2 pontok között egyenes, nem pedig az az emelkedő egyenes, amire rá van írva)

Direkt módon történő alkalmazás (DEC) esetében a berendezés által kezelt levegő közvetlen felhasználásra és bejuttatásra kerül a kiszolgálni kívánt területre. Az eljárás direkt jellegű alkalmazására azokban a magas színvonalú komfort terekben, ahol a magas páratartalom problémát okozhat, korlátozott lehetőségek adódnak [4]. Amennyiben a külső éghajlati tényezők megfelelően száraz és meleg környezetet biztosítanak, az eljárás alkalmazása lehetséges. Ugyanakkor a külső légállapotú tényezők változása befolyásolhatja a folyamat során előállítható levegő minőségét. Ha a környezeti levegő nedvességtartalma magasabb, a berendezés magas színvonalú komfortterekben történő önálló alkalmazása nem bizonyul megfelelő megoldásnak [5].

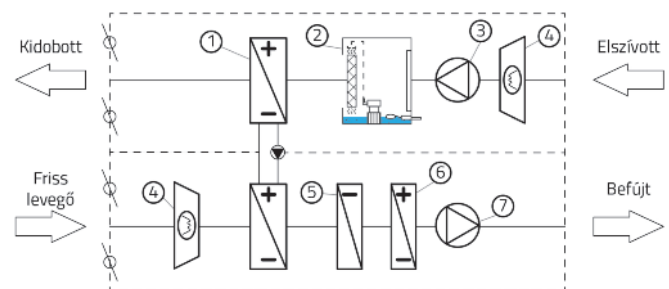
Indirekt evaporatív léghűtés

Komfortterek direkt evaporatív léghűtési eljárással történő kezelése több ponton is kihívás elé állítja a tervezőket. A direkt evaporatív léghűtési eljárással elért szellőztető levegő állapota nagymértékben függ a kiindulási légállapottól, így különböző kültéri légállapotok mellett a kezelt és bejuttatni kívánt levegő állapota is változó, amely a légtechnikai rendszer méretezését nehezíti. A DEC-eljárás alkalmazásának további nehézsége, hogy a beltérben elfogadható nedvességszint korlátozásával a kezelt levegő párasíthatóságának mértéke csökken, ezáltal a kinyerhető hűtési teljesítmény elmarad a potenciálisan elérhető maximális hűtési teljesítménytől.

Annak érdekében, hogy az evaporatív léghűtéssel biztosítható hűtési folyamat egy magasabb színvonalú, stabilabb szolgáltatás lehessen, érdemes megvizsgálni annak indirekt alkalmazási lehetőségeit.

Indirekt evaporatív léghűtés során – a jelen tanulmányban tárgyalt esetben – az evaporatív léghűtő berendezés a hővisszanyerővel ellátott légkezelő berendezés elszívó ágába kerül beépítésre. Amennyiben a hővisszanyerő berendezésben anyagátadás nem történik (pl. lemezes hővisszanyerő, közvetítőközeges hővisszanyerő), úgy az elszívott levegő kezelése során az evaporatív léghűtő maximális hűtési potenciálját kiaknázhathatjuk, mivel a páratartalomra vonatkozó komfortkorlátokat nem kell figyelembe vennünk. Az elszívott és evaporatív úton kezelt levegő a hőcsere után a kültérbe távozik. Az elrendezés további előnye, hogy a beltérben kialakított légállapot főbb paraméterei, mint a légnedvesség és a hőmérséklet, lényegesen szűkebb zónában ingadoznak a kültéri légállapothoz képest, így az eljárás alkalmazásával elérhető léghőmérséklet stabilabb [6].

Az indirekt evaporatív léghűtés alkalmazása a légkezelő berendezések kiválasztásának és méretezésnek kidolgozott metódusát érdemben nem módosítja. A tervezők számára változatlan módon szükséges a gyártók felé megadni a bemenő paramétereket, amely alapján a gyártó a méretezést elvégzi. Az eljárás alkalmazása mellett a tervezett hűtőkalorifer teljesítménye kisebb lehet.



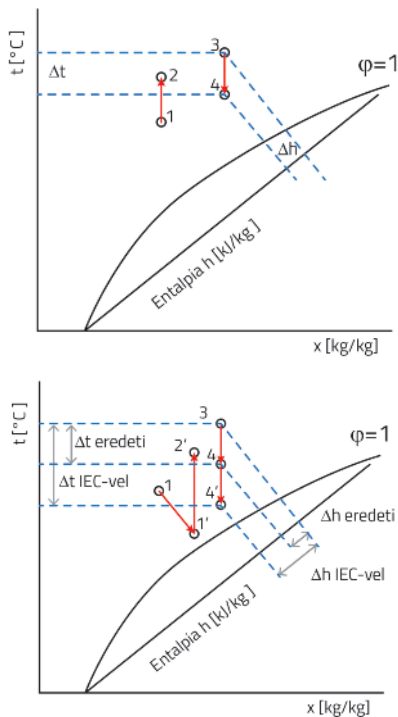
3. ábra – Légkezelő berendezés elvi rajza evaporatív léghűtővel (IEC)

(1: HKVS-hővisszanyerő; 2: evaporatív léghűtő; 3: elszívó ventilátor; 4: szűrő; 5: hűtőkalorifer; 6: fűtőkalorifer; 7: befűjtő ventilátor)

Egy lehetséges légkezelő-elrendezés látható a 3. ábrán, ahol közvetítőközeges hőviszanyerő került a berendezésben alkalmazásra.

A közvetítőközeges hőviszanyerő berendezések jellemzően olyan magas higiéniai igényű rendszereknél kerülnek alkalmazásra, ahol az elszívott levegő keveredése a bejuttatni kívánt kezelt levegővel még meghibásodás esetén sem történhet meg (pl. gyógyszergyár, kórház stb.), vagy az elrendezés nem teszi lehetővé a befűvő és elszívó légkezelő ágak egymás közelében történő elhelyezését.

Különösen a direkt evaporatív léghűtési eljárás alkalmazása mellett jelent kihívást a higiéniai kockázatok kezelése. A levegő kezelése során a vizes szűrőfelületek képesek a levegőben lévő szennyeződések megkötésére, amely táptalajt képezhet baktériumok számára. Ez ellen több tisztítási és fertőtlenítési rendszermegoldás került kifejlesztésre (vízkezelés, berendezés vegyszeres fertőtlenítése stb.) A légkezelőkben alkalmazott evaporatív léghűtők kitettsége a berendezésekben található szűrőknek köszönhetően lényegesen kisebb. A kezelt tér szempontjából az indirekt elrendezés jelenti a legkisebb higiéniai kockázatot. Jogszály szerint a léghűtő berendezésbe bevezetett víz közegnek minden esetben teljesítenie kell az ivóvíz minőségét meghatározó kritériumokat [7].



4. ábra – a.) Hőviszanyerő működése h-x diagramon; b.) IEC-el felszerelt légkezelő esetén a hőviszanyerő működése h-x diagramon
 (1: beltérből elszívott levegő; 1': beltérből elszívott levegő DEC után; 2: beltérből elszívott levegő a hőviszanyerő után; 2': 1' állapotú levegő hőviszanyerő után; 3: kültéri légállapot; 4: 3 állapotú levegő hőviszanyerő után IEC nélkül; 4': 3 állapotú levegő hőviszanyerő után IEC alkalmazásával [6])

Az indirekt evaporatív léghűtés alkalmazása során a tényleges hűtési energiát közvetett módon a légkezelő berendezésbe épített hőviszanyerő segítségével visszük be a rendszerbe. Az elszívott levegő hűtésével növelhető a hőmérsékletkülönbség az elszívott- és frisslevegő-ágak között. A növelt hőmérséklet-különbség hatására a hőviszanyerő által leadható teljesítmény fokozódik, csökkentve így a hagyományos gépi hűtési szükségletet. Továbbá az elszívottlevegő-oldalon rendelkezésre álló alacsonyabb hőmérsékletű közeg kiterjeszti a hőviszanyerő berendezés működési hőmérséklet-tartományát [5].

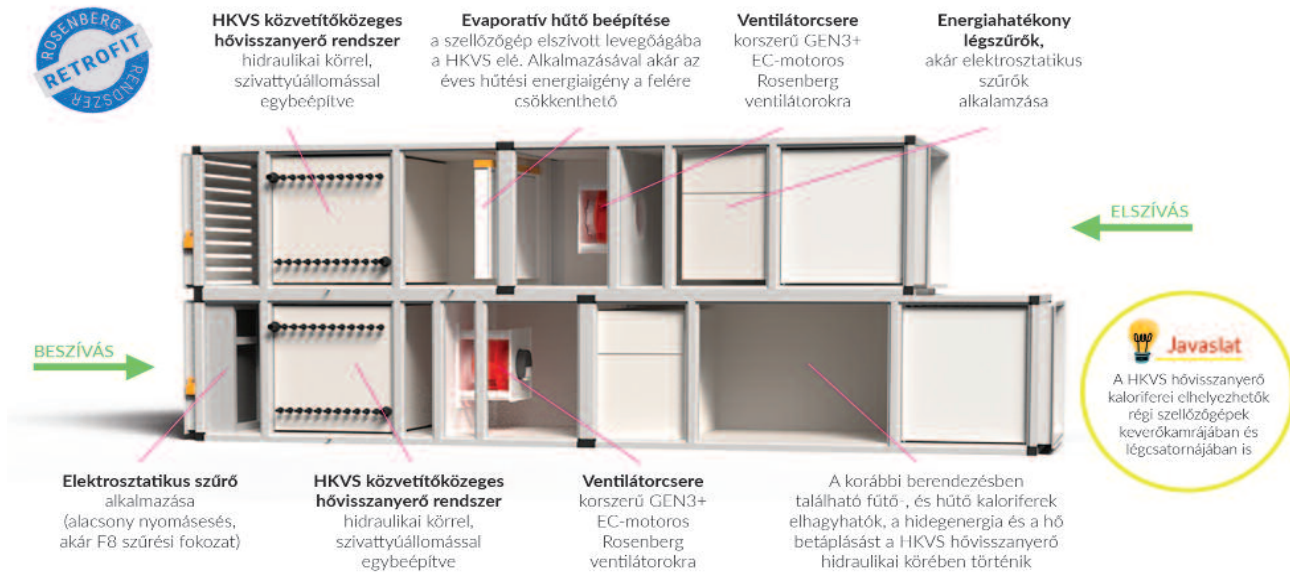
A 4. ábrán látható, hogy az evaporatív úton lehűtött elszívott levegő hőviszanyerőbe történő továbbításával megnövekedett annak hasznos üzemelési tartománya is. Ez azt jelenti, hogy a hőviszanyerő általános üzemi időtartamában megtakarított hűtési energia mennyiségén felül a hőviszanyerő berendezés üzemelési idejének kiterjesztésével további energiamegtakarítás érhető el [6]. A légkezelő hűtési energiaigényének csökkenése mellett a hőviszanyerő hasznos üzemidejének növekedése a villamosenergia-felhasználás hatékonyságát is javítja. A hőviszanyerő inaktív állapotban felesleges többletellenállást és többletventilációs munkát eredményez. Az indirekt evaporatív léghűtéssel megnövekedett hasznos üzemidő a többletventilációs munkához érdemi hűtési-energia-nyereséget társít.

Az indirekt evaporatív léghűtő berendezés előnyei közé sorolható továbbá, hogy új és meglévő rendszerek esetében is egyszerűen beépíthető, valamint integrálható a rendszer működésébe. Az eljárás RetroFit programban hatékonyan alkalmazható. A légkezelőgép-felújítások hazánkban várhatóan előtérbe fognak kerülni. A szigorodó ErP-elvárások miatt az új légkezelő berendezések mérete, tömege megnövekedett, így egy meglévő légkezelő berendezés cseréje nem valósítható meg egyszerűen minden esetben. A probléma áthidalására a légkezelőgyártók felújítási programokat dolgoztak ki, melyek sok esetben a ventilátorok cseréjét helyezik előtérbe. A ventilátorcserén felül a hőviszanyerő berendezések hatásfoknövelésével és/vagy indirekt evaporatív léghűtés kiépítésével a meglévő légkezelő berendezések energiahatékonysága jelentősen növelhető.

A Debreceni Egyetem és a Rosenberg Hungária Kft. együttműködésben igyekszik olyan speciális RetroFit programot kidolgozni, amellyel a felújított berendezések képesek megközelíteni az új berendezések hatékonysági mutatószámait. A program egyik, de nem kizárólagos eleme az evaporatív léghűtés rendszerbe illesztése.

Példaszámítás

Annak érdekében, hogy az indirekt evaporatív léghűtési eljárás hatását szemléltethessük, valós adatokon alapuló számításokat végeztünk. A számításainkat a 3. ábrán látható séma szerint felépülő légkezelő berendezés alapján



5. ábra – Rosenberg RetroFit program beavatkozási lehetőségei

végeztük el. A légkezelő berendezés az alábbi paraméterekkel rendelkezik:

- Légszállítás: 3740 m³/h (kiegyenlített, visszakeverés nincs)
- Hővisszanyerő típusa: közvetítőközeges hatásfoka: $\eta=71\%$
- Befűjt léghőmérséklet: 21 °C

- Előállított harmatponti hőmérséklet: 12 °C
- Elszívott levegő hőmérséklete: 25 °C relatív páratartalma: 40%

A vizsgált berendezés kezeli a helyiség nedvességterhelését, a páratlanítás hűtve szárítási eljárással valósul meg. Amennyiben a légkezelő berendezés kizárólag befűjt hő-

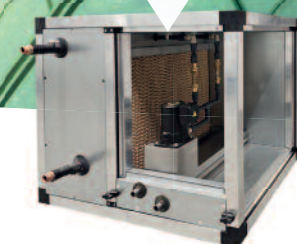


A lég- és klimatechnika a mi világunk!



ÚJÍTSA FEL LÉGTECHNIKAI RENDSZERÉT, SZELLŐZŐGÉPEIT!

Meglévő szellőzőgépe teljes energetikai felújítását kínáljuk, 30 éves hazai gyártói tapasztalattal



www.rosenberg.hu/retrofit

mérsékletre kerül vezérlésre, úgy a szellőztetőrendszer által bevitt és a beltérben fejlődő nedvességtérhelés kezelésében a légkezelő eltérő mértékben vesz részt. Alacsony nedvességtartalmú külső légállapot esetén a nedvességtérhelés kezelésére a befűvási célhőmérsékletig hűtött levegő alkalmas lehet, azonban magas kültéri nedvességtartalom mellett a befűjt levegő addicionális nedvességtérhelést eredményezhet, amely növeli a beltérben lévő léghűtő berendezések (pl. fan-coil, VRF, split klíma) által kezelt látens hűtési energia mennyiségét. Annak érdekében, hogy a hűtési rendszer vizsgálatánál ne kelljen a látens hűtési energiaigény átrendeződésével kalkulálni (a légkezelő és addicionális hűtési rendszer között), adott harmatpontra szárító légkezelő berendezéssel számoltunk.

Az elszívott levegő evaporatív léghűtő berendezés segítségével kezelésre kerül. Az evaporatív léghűtő berendezés a párasítási hatásokkal jellemezhető. Az eljárással elérhető potenciális légállapot a kiindulási légállapothoz tartozó nedves léghőmérséklet. A párasítási hatások ismeretében számítható, hogy az alkalmazott evaporatív léghűtő berendezéssel milyen véghőmérséklet érhető el.

$$\varepsilon = \frac{t_e - t_{DEC}}{t_e - t_{e,w}} \quad [-] \quad (2)$$

$$t_{DEC} = t_e - \varepsilon(t_e - t_{e,w}) \quad [^\circ C] \quad (3)$$

A példaberendezés esetén az elszívott levegő légállapota 25 °C, 40 RH%, amelynek nedves hőmérséklete 16,1 °C. Amennyiben az evaporatív léghűtő párasítási hatásfoka 85%, úgy az elszívott levegő 25 °C-ról 17,4 °C-ra húzható le. Ebben az esetben a hővisszanyerő berendezésbe a 17,4 °C-ra lehűtött, beltérből elszívott és evaporatív léghűtésen átesett levegő kerül bevezetésre.

A hővisszanyerő berendezés működése a hővisszanyerési hatásokkal jellemezhető. Amennyiben a hővisszanyerő berendezés anyagátadásra nem képes, és a folyamat során felületi kondenzáció nem alakul ki, úgy a hővisszanyerő berendezés érezhető hatásfoka megegyezik annak totális hatásfokával. A totális hatásfok ebben az esetben a (4) képlet szerint számítható.

$$\eta_{HV} = \frac{t_k - t_b}{t_k - t_{DEC}} \quad (4)$$

$$t_b = t_k - \eta_{HV}(t_k - t_{DEC}) \quad (5)$$

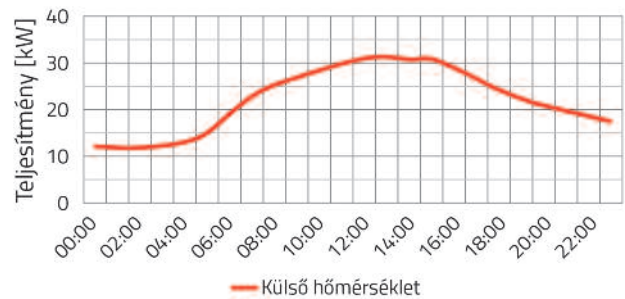
Amennyiben a kültérben 35 °C, 30 RH% légállapot áll fenn, úgy a hővisszanyerő után a kültérből származó friss levegő 22,5 °C-ra húzható elő, amennyiben a hővisszanyerő hatásfoka 71%.

Indirekt evaporatív léghűtés nélkül a hővisszanyerő berendezés után a kültérből származó friss levegő 27,9 °C-ig lett volna előhűthető azonos hővisszanyerési hatások mellett. A fenti számításokból kiindulva a hővisszanyerő berendezés által kinyert hűtési teljesítmény hagyományos

esetben 8,85 kW, amely az indirekt evaporatív léghűtési eljárás alkalmazásával 15,58 kW-ra növekedett (1,76-szoros növekedés).

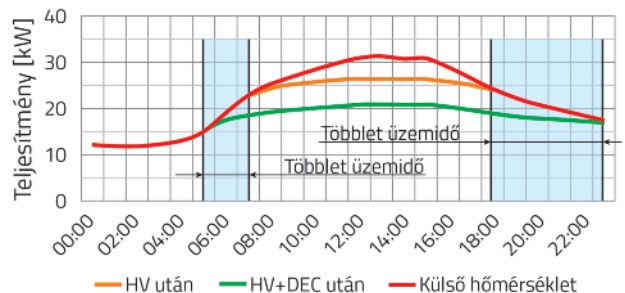
Az eddigiekben bemutatott számítás egy adott időpillanatban mutatja be az indirekt evaporatív léghűtés hatását a hővisszanyerő által kinyerhető hűtési teljesítményre. A továbbiakban egy példanap esetén szemléltetjük a kinyerhető hűtési energia mennyiségét és a hővisszanyerő hasznos üzemidejének növekedését.

A légkezelő napi működésének bemutatására egy nyári hőségnap került kiválasztásra (2023. 08. 15.). A Debreceni Egyetem Agrár Meteorológiai állomás által rögzített külső léghőmérsékleteket a 6. ábra szemlélteti.



6. ábra – A külső átlaghőmérséklet lefutása a mintanapon (2023. 08. 15.)

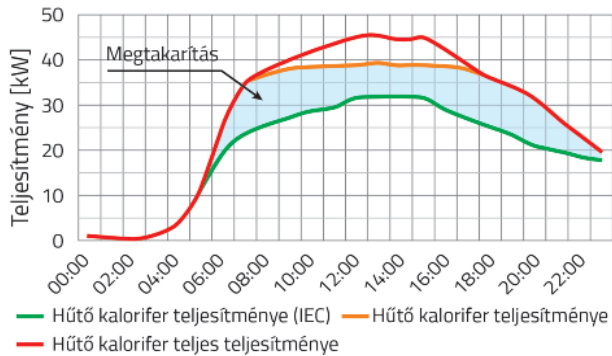
Hagyományos esetben a hővisszanyerővel hasznos hűtési teljesítmény akkor érhető el, ha a beltérből elszívott levegő hőfoka alacsonyabb a kültérből származó levegő hőmérsékleténél. A példa esetben ez 25 °C. Amennyiben indirekt evaporatív léghűtés kerül alkalmazásra, úgy a hővisszanyerő előtt az elszívott és evaporatív léghűtésen átesett levegő található, amelynek hőfoka esetünkben 17,4 °C. Ez azt jelenti, hogy a hővisszanyerő 25 °C helyett már 17,4 °C-ot meghaladó külső hőmérséklet mellett is képes hűtési energia leadására.



7. ábra – A hűtő kaloriferre érkező levegő hőmérsékletének lefutása normál és IEC-vel felszerelt hővisszanyerő esetén a mintanapon (2023. 08. 15.)

A 7. ábrán látható, hogy hagyományos hővisszanyerési eljárással, valamint indirekt evaporatív léghűtéssel mekkora

lesz a kültérből származó, hőviszanyerésen átesett levegő hőmérséklete. Az ábrán bejelölt időzónákban az indirekt evaporatív léghűtő képes hűtési teljesítmény leadására, míg a hagyományos hőviszanyerési eljárás működési ideje lényegesen kisebb. A mintanap során az IEC-vel ellátott hőviszanyerő berendezés esetében az üzemi órák száma kb. 7 órával meghosszabbodott.



8. ábra – A hűtő kalorifer teljesítményének lefutása normál és IEC-vel felszerelt légkezelő esetén a mintanapon (2023. 08. 15.)

A 8. ábrán megjelenített teljesítménylefutási görbék alapján megállapítható, hogy a vizsgált mintanap során az IEC-vel ellátott légkezelő berendezésnél a hőviszanyerő működési időtartama alatt a hűtésienergia-megtakarítás összesen ~153 kWh. A fedezett energiahányad mértékénél fontos megjegyezni, hogy az alacsony harmatpontra történő szárítás miatt jelentős hűtésienergia-felhasználásra volt szükség. Hagyományos befűvási hőmérsékletig hűtött levegő előállítás esetén az indirekt evaporatív hűtés képes a hűtési igény nagyobb részének előállítására.

A teljes energiamegtakarítás kiszámításához számításba kell venni azokat az energiabefektetési tényezőket, amelyek szükségesek a rendszer működtetéséhez. Ilyenek a nedvesítőpanel ellenállása által generált többletventilációs munka, a berendezésben lévő szivattyú által fogyasztott villamos energia (20 W) és a felhasznált víz mennyisége. A ventilátor által fogyasztott többlet-villamos teljesítményt felírhatjuk a berendezés légellenállásának (60 Pa) és a ventilátor hatásfokának ismeretében (65%).

$$P_{veszt.} = \frac{\dot{V}[m^3/s] \cdot \Delta p[Pa]}{\eta[-]} [W] \quad (6)$$

Ezek alapján kiszámítható, hogy a nedvesítőpanel ellenállása által generált többlet-ventilátormunka kb. 101 W. A teljes mintanap alatt ez összesen kb. 2,42 kWh villamosenergia-felhasználást jelent folyamatos üzem esetén. A levegőbe párologtatott víz mennyisége meghatározható a légmennyiség és az abszolút nedvességtartalom-különbség ismeretében.

$$\dot{m}_v = \dot{m}_l \cdot \Delta x \quad (7)$$

Ezek alapján a mintanap alatt felhasznált teljes vízmennyiség kb. 222 liter. Az evaporatív léghűtő által termelt töb-

plet-hűtésienergia és a folyamat során befektetett villamos energia ismeretében meghatározható a berendezés energiahatékonysági aránya (EER, SEER). Gyakori számítási pontatlanság, hogy a hőviszanyerő által generált hűtési teljesítmény kerül összevetésre az evaporatív léghűtő által felhasznált villamos teljesítménnyel. Számításainknál kizárólag az evaporatív léghűtő által okozott többlet-hűtési teljesítményt vettük alapul az EER- és SEER-mutatók számításakor.

$$EER_{IEC} = \frac{\Delta Q_{IEC}}{Q_{szivattyú} + \Delta Q_{ventilátor}} \left[\frac{W}{W} \right] \quad (8)$$

A példaszámítás eredményei

A mintanap folyamán az indirekt evaporatív léghűtés alkalmazásával megtermelt hűtési energia összesen kb. 153 kWh volt. Az ehhez szükséges energiabefektetések: a nedvesítő panel ellenállása által generált többlet-ventilátormunka és a berendezésbe épített szivattyú által fogyasztott villamos energia, amely összesen 2,42 kWh volt. Ezek ismeretében a mintanap során elért napi átlagos EER-érték 63,2 W/W értéket képvisel. A napi átlagos EER-érték alapján látható, hogy a hagyományos hűtési rendszermegoldásokhoz képest az indirekt evaporatív léghűtési eljárás lényegesen hatékonyabb, azonban fontos megjegyezni, hogy gazdaságossági szempontból nem elegendő ez EER-mutató vizsgálata, mivel az rendszer ivóvízfogyasztással is rendelkezik, amelynek költségeit figyelembe kell venni.

Amennyiben az ivóvíz tarifadíja 1457 Ft/m³ [8], úgy a nap során felhasznált vízmennyiség (222 l/nap) 323,5 Ft/nap költséget jelent. Ha az áram tarifadíja (nem lakossági fogyasztó esetén) 70,104 Ft/kWh [9], úgy a felhasznált víz díja gazdaságilag 4,64 kWh többlet-áram-felvétellel egyezik meg. Ha célunk az indirekt hűtési eljárás gazdaságossági összevetése egy alternatív hűtési rendszermegoldással, úgy a két rendszer akkor tekinthető ekvivalensnek, ha az alternatív rendszer 153 kWh hűtési energiát termel meg, amelyhez 2,42 + 4,64 kWh villamos energiát fogyaszt el. Ebben az esetben a hűtőrendszer napi átlagos EER-értéke: 21,67. A fenti számításból látható, hogy az indirekt evaporatív léghűtési eljárás alkalmazása gazdaságossági szempontból is előnyös nem lakossági fogyasztók esetén. Amennyiben a tarifadíjakat lakossági díjszabásnak megfelelően számoljuk át, úgy egy alternatív hűtési rendszer napi átlagos EER-értékének 13,39-nek kell lennie ahhoz, hogy gazdaságossági szempontból azonos üzemeltetési költséget jelentsen a felhasználónak.

A fenti példaszámítás során az ivóvíz árban megjelenő csatornaterhelési díjjal kalkuláltunk. Mivel a felhasznált víz elpárologtatásra kerül, így az a szennyvízhálózatot nem terheli. Az evaporatív léghűtő berendezés locsolómérőre történő kötése esetén az ivóvíz tarifadíja drasztikusan csökkenthető.

Következtetés

Jelen cikkben bemutatott indirekt evaporatív léghűtési eljárás kapcsán az alábbi állításokat fogalmazhatjuk meg:

- A mérnöki gyakorlatnak és komfortszabványoknak megfelelően kialakított légkezelő berendezésekhez illeszthető az indirekt evaporatív léghűtési eljárás.
- Az indirekt evaporatív léghűtési eljárás különösen anyagátadás nélküli hővisszanyerési rendszer megoldásokhoz illeszthető megfelelően.
- Az indirekt evaporatív léghűtési eljárás meglévő légkezelő berendezések felújításánál is alkalmazható.
- Az indirekt evaporatív léghűtési eljárásnak köszönhetően a hővisszanyerő berendezés hasznos üzemideje és az általa leadott hűtési energia mennyisége növelhető a nyári időszak során.
- Energetikai és gazdasági szempontból az eljárás használata előnyösebb a hagyományos hűtőberendezések alkalmazásánál.

Köszönetnyilvánítás

A cikk alapjául szolgáló TKP2021-NKTA-34 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a TKP2021-NKTA pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Irodalomjegyzék

[1] P. Antoniadou és A. M. Papadopoulos, Occupants' thermal comfort: State of the art and the prospects of personalized assessment in office buildings, Energy Build, 2017, pp. 136-149.

[2] A. Kostyák, S. Szekeres, G. E. Nagy, I. Dr. Csáky és F. Kostyák, Légkezelő berendezések energiahatékonyságának növelése indirekt evaporatív léghűtéssel-Energetikai vizsgálat a magyar éghajlati viszonyok figyelembevételével, Debrecen: Magyar Épületgépészet , 2025.

[3] A. Kostyák, S. Szekeres és I. Csáky, „Investigation of Sensible Cooling Performance in the Case of an Air Handling Unit System with Indirect Evaporative Cooling: Indirect Evaporative Cooling Effects for the Additional Cooling System of Buildings,” Buildings, p. 3, 2023.

[4] A. Kostyák, „Indirect evaporative cooling primary and secondary effects for the cooling energy consumption of the Air Handling Units,” Journal of Physics: Conference Series, pp. 1-5, 2023.

[5] D. Bishoyi és K. Sudhakar, Experimental performance of a direct evaporative cooler in composite climate of India, Energy and Buildings, 2017.

[6] A. Kostyák és I. Dr. Csáky, Evaporatív léghűtés alkalmazási lehetőségének vizsgálata komfort légtechnikai rendszerekben, Debreceni Egyetem, 2022.

[7] 3/2002. (II. 8.) SzCsM-EüM együttes rendelet a munkahelyek munkavédelmi követelményeinek minimális szintjéről.

[8] [Online]. Available: <https://mvmnext.hu/aram>. [Hozzáférés dátuma: 05 04 2025].

[9] [Online]. Available: <https://www.debreceni-vizmu.hu/ugyfelszolgalat/dijjegyzek-dijak>. [Hozzáférés dátuma: 05 04 2025].

Deák Szabolcs okleveles létesítménymérnök

Kostyák Ferenc mesteroktató, Debreceni Egyetem,

Épületgépész és Létesítménymérnöki Tanszék

Kostyák Attila egyetemi tanársegéd

Debreceni Egyetem; Épületgépész és Létesítménymérnöki

Tanszék

Tematikus mellékletek 2025-ben!

AZ ÉPÜLETGÉPÉSZ SZAKLAP KÜLÖNLEGES MELLÉKLETEI TÖBB MINT 22 000 SZAKEMBERHEZ JUTNAK EL

A lap mellékleteit nyomtatott példányban + pdf-formátumban több mint 22 000 postaládába és szakmai e-mail-címre juttatjuk el, és az epuletgepesz.hu-ra feltöltött pdf-változat megjelenését a Facebookon is hirdetjük.

+ BÓNUSZ PR-CIKKRE: a melléklet PR-cikkeit külön-külön feltöltjük az epuletgepesz.hu szakmai híroldalra, és minden cikkről hírt közlünk a MÉGSZ-hírelvélben + a MÉGSZ Facebook-oldalán külön meghirdetjük a feltöltött PR-cikkeket.

**ELŐRENDELÉSI
KEDVEZMÉNY
AZ ÁRBÓL:
15%**

Az Épületgépész szaklap 2025-ös mellékletei:

4. szám: szeptember 10.

5. szám: október 20.

6. szám: november 30.

Fűtőberendezések és fűtési rendszerek melléklet

Nagy épületek és intelligens technikák melléklet

Középpontban a VÍZ és a TŰZ – Korszerű ivóvíz rendszerek, esővíz-elvezetés, szennyvíz-technológiák és tűzvédelmi rendszerek melléklet

További információk: Kárpáti Zoltán, hirdetési vezető,

Tel.: +36 70 206 3631, e-mail: hirdetes@megsz.hu

Kevés a hely? Nem probléma!



Bemutatjuk a TF1 Sigma Mini-t

Legújabb kompakt mágneses iszapleválasztónkat kifejezetten kisebb rendszerekhez terveztük. Kompakt és helytakarékos kialakítása révén könnyen szerelhető olyan csőszakaszokra is, ahol nagyon kevés hely áll rendelkezésre.

Kiváló párosítás új, 265ml kiszerezésű koncentrált F1 Protector és F3 Cleaner vegyszereinkhez, melyekből egy palack elegendő 100l rendszervíz kezeléséhez.



FERNOX
MAKES WATER WORK

Jövő: orosz kőolaj és földgáz nélkül?

Az Európa Bizottság 2025. május 6-i bejelentése szerint minden Európai Unió államnak le kell válni az orosz kőolajról, földgázzal és a nukleáris fűtőanyagról. A cél az, hogy az orosz energiahordozók szállítása ne befolyásolja az EU-országokat az orosz–ukrán háború további kimenete alakításában. A bejelentés teljesítéséhez arra lenne szükség, hogy a jelenlegi orosz energiahordozó-importok különösebb erőfeszítés és pénzügyi veszteségek nélkül lecserélhetők legyenek. Ezek a feltételek ma hiányoznak, írja átfogó elemzésében dr. Szilágyi Zsombor címzetes egyetemi docens.

Az orosz–ukrán háború következményei

Harmadik éve dúl az orosz–ukrán háború. Mérhetetlen károk, hatalmas emberveszteségek kísérik a hadviselést mindkét oldalon. Az oroszok megszállták Ukrajna területének közel 20%-át. Az ukránok tömegei elmenekülnek hazájukból. Az Ukrajna részére nyújtott politikai támogatás mellett a világ többtucatnyi országa folyósított anyagi támogatást is. Ezeknek a támogatásoknak a jelentős része hadi eszközök formájában ölt testet. Trump amerikai elnök 2025. januári beiktatásán azt ígérte, hogy egy nap alatt lezárja az orosz–ukrán háborút. Azóta már tudjuk, hogy az elnök hasonló kijelentései közül nem mindegyik teljesül.

Oroszországot sokféle eszközzel próbálták már békekötésre bírni az EU szervei, de az USA is. Az eredmények ma még nem láthatók. A nyomásgyakorlás egyik lehetősége az oroszok számára rendkívül fontos energiahordozó-export lezárítása, legalábbis az Európai Unió országai felé. Az Európai Unió minden országa energiahordozó-importra szorul.

Oroszország energiahordozó-exportja 2022 óta 210 milliárd euró szinten van. Ennek mintegy fele kőolaj, a földgázexport is több, mint 45%. Az oroszok fontos exportcikke még a nukleáris fűtőelem, amely az orosz építésű atomerőművek kizárólagos üzemanyaga. Oroszország már a háború kitörése előtt kiépített egy kiterjedt energiahordozó-export-hálózatot, amely a hivatalos kereskedelmi szerződések teljesítésén kívül is szállít energiahordozót a világ szinte minden szegletébe. Oroszország számára az energiahordozó-export tengeri szállítással sok ponton lehetséges: kezdődött ez Távol-Keleten Japán, Korea, Kína ellátására, majd folytatódott az Északi-tengeren keresztül a világ szinte minden térségébe. A hajók kőolajat, kőolajterméket, cseppfolyós földgázt és nukleáris fűtőelemet szállítanak, részben az áru eredetének eltakarásával, névtelen közreműködőkkel.

Földgáz

Dan Jørgensen energiaügyekért felelős EU-biztos tette közzé, hogy az EU 2025. májusáig teljesen leállította az orosz szén importját, az olajimport aránya is 27%-ról 3%-ra csökkent, a földgáz pedig 45%-ról 13%-ra. Az energiahordo-

zó-importért az EU-országok 23 milliárd eurót fizettek 2024-ben.

Az Északi Áramlat földgázvezetékét 2022. szeptember 26-án felrobbantották. Ez a vezeték évente mintegy 100 milliárd m³ földgázt szállított Németországba és más európai országokba. A kieső szállítások pótlására a cseppfolyós földgáz-import kínálkozott megoldásnak. Ehhez rohamtempóban LNG-terminálokat kellett építeni Európában. Az USA azonnal megragadta a lehetőséget az amerikai földgáz Európába szállítására, mára a három legfontosabb beszállító között vannak Katarral és Ausztráliával együtt. Mára elértük azt, hogy a robbantás miatt kiesett orosz földgázszállítást helyettesíti a cseppfolyós földgáz. Az oroszok pedig újabb névtelen közreműködőkkel, főleg LNG formájában exportálják a kiesett szállítást.

Az LNG-import Európában erősödik: 2020-ban 998 TWh (gázhalmazállapotban kb. 99,8 milliárd m³) volt, 2024-re 1139 TWh-ra nőtt.

Mi 2021-ben kötöttünk új földgázszállítási szerződést az oroszokkal 10+5 évre. Az előző hosszú távú szerződésben vállalt átvételi kötelezettségünket nem teljesítettük, az elmaradást az új szerződésben számolták el. A szerződés szerint évente 4,5 milliárd m³ földgázt vásárolunk, ebből 3,5 milliárd Szerbia felől érkezik hozzánk, a Török Áramlat nevű vezetéken. Egymilliárd m³ pedig Ausztria felől. Ennek a szerződésnek a felmondása súlyos következményekkel járhat. Ez az import a hazai termeléssel együtt még nem fedezi a hazai szükségletet, Horvátországból is kell földgázt szállítanunk, a Krk szigeti LNG-terminálról. Ennek az évi 4,5 milliárd m³ orosz importnak a helyettesítése más forrásokból 2027-ig nem biztosítható. Ezek az okai a magyar ellenkezésnek az orosz energiahordozó-import kilitása ellen az Európai Unióban.

Ukrajna leállította a földgázszállítást Szlovákiába. A szlovákok megsegítésére a magyar földgázrendszer tranzitkapacitást biztosít.

Magyarország földgázfelhasználása kismértékben csökkenő tendenciát mutat, összefüggésben a klímaváltozással és a takarékosági intézkedésekkel (TJ-ban) [1]:

	2021	2022	2023	2024
Hazai termelés	49 337	49 424	51 789	54 279
Felhasználás	389 174	330 875	295 692	296 486

A táblázatban szereplő 2024. évi 296 486 TJ felhasználás kb. 8,2 milliárd m³-nek felel meg. A hazai földgáztermelés fellendülésével nem számolhatunk. A földgázfelhasználásban a villamosáram-termelés szerepe növekvő tendenciát mutat.

Magyarország földgázhálózata össze van kötve a szomszédos országok hálózatával, kivéve Szlovéniát. Ma a földgáz-külkereskedelem aktív, irányban és mennyiségben

gyakran változó. A külkereskedelemben a kétoldalú, hosszú távú szerződések és kereskedők alkalmi ügyletei egyszerre vannak jelen. Két időpont földgáz-külkereskedelmét mutatjuk be (m³/órában) [2]:

	2025. 03. 29. 9 óra 00 perc		2025. 04. 30. 7 óra 30 perc	
	import	export	import	export
Ukrajna		254 261		244 489
Románia	128 242		132 330	
Szerbia	804 979		807 672	
Horvátország	n. a.	n. a.	50 875	
Ausztria	100 452		399 482	
Szlovákia		317 626		307 833

Az Északi Áramlat felrobbantása óta a földgázárak viszonylagos nyugalmi állapotba jutottak. A földgáz hazai és nemzetközi kereskedelmében a tőzsdéknek nagyon fontos szerepe van. A földgáztőzsdék forgalmát, árait a tőzsdék nemzetközi szabályai határozzák meg, politikai szándékok közvetlenül nem befolyásolják azokat.

A földgáz tőzsdei ára a nagy forgalmú nemzetközi tőzsdéken a következő évekre 2025. május 26-án (EUR/MWh-ban) [3]:

Teljesítés éve	TTF tőzsde, Hollandia	CEGH tőzsde, Ausztria
2026	35,74	38,23
2027	30,45	33,01
2028	26,01	28,76
2029	24,75	27,45
2030	24,51	n. a.

A budapesti HUDEX határidős földgáztőzsde árai a következő időszakra (EUR/MWh-ban) [4]:

Dátum	Következő hónap	Következő negyedév	Következő év
2025. 03. 10.	41,4	41,34	35,07
2025. 04. 04.	36,92	37,43	33,71
2025. 04. 30.	32,94	32,97	32,17
2025. 05. 26.	37,66	38,1	36,16

Nagy forgalmat bonyolít a budapesti CEEGEX azonnali földgáztőzsde is [5]:

Dátum	Kötések száma (db)	Súlyozott átlagár (EUR/MWh)	Mennyiség (MWh)
2025. 02. 17.	302	53,91	155 784
2025. 03. 10.	119	42,27	64 272
2025. 04. 10.	107	38,37	59 112
2025. 05. 06.	155	38,5	81 816
2025. 05. 26.	97	40,47	48 648

Nem látszik jelentős áremelkedés az EU orosz energiahorozó-importra vonatkozó tervei közzététele után. A földgáztermelők, -kereskedők, -felhasználók egyaránt abban bíznak, hogy a háború lezárása belátható időn belül bekövetkezik, nem kell a földgázfelhasználást korlátozni és hatalmas beruházásokkal új forrásokat kiépíteni.

A hazai föld alatti földgáztároló kapacitásunk elég nagy ahhoz, hogy rövidebb idejű földgázimport-kiesést ellensű-

lyozzon. Célszerű lesz az importhelyzet végleges rendezéséig rendre magas tárolt készletet tartani.

A magyar kormány több lépcsőben jó kapcsolatot épített ki Azerbajdzsánnal, Kazahsztánnal, Türkmenisztánnal. Ezek az országok aktív földgáztermelők, és nem kizárt, hogy tudnák helyettesíteni az esetleg kieső orosz gázszállítást.

Kőolaj

A kőolaj szállításában a csővezetékes szállítás mellett a tengeri, tankhajós szállítás, a szárazföldön emellett a vasúti szállítás is szerepet kap. Hazánk csővezetéken kap orosz kőolajat, csővezetéken tudunk kőolajat beszállítani az Adriáról is. Rendszeres vasúti szállítás folyik a százhalmombattai és a pozsonyi finomítók között.

2022-ben a kőolaj-külkereskedelem 2135 millió tonna volt a világon, a kőolajtermék pedig 1220 millió tonna. A 2023-ban a kőolajból 2127 millió tonna, a kőolajtermékből 1215 millió tonna volt az export/import.

Oroszország gazdaságának jelentős tétele a kőolaj és a kőolajtermékek külkereskedelme. 2022 és 2023 forgalmát a következő táblázatban mutatjuk be (millió tonnában) [6]:

	2022		2023	
	import	export	import	export
Kőolaj	1,8	262,7	7,7	240,8
Kőolajtermék	1,7	121,8	1,3	90,9

A kőolaj és a kőolajtermékek döntő többségét hajókon szállítják. A legnagyobb vásárló Kína és India, de Európába is 32 millió tonna kőolaj érkezett 2023-ban Oroszországból. A kőolaj éves átlagos árát mutatjuk be a következő táblázatban (USD/hordó) [6]:

Év	Brent	WTI
2012	111,67	94,13
2020	41,84	39,25
2021	70,91	68,11
2022	101,32	94,58
2023	82,64	78,88

A kőolaj árára számos tényező hatással van, de a legfontosabb a kereslet és a kínálat mennyiségének aránya.

Nukleáris fűtőelem

Hazánk energiaellátásában a villamos energia kiemelkedő szerepet tölt be. A folyamatosan növekvő villamosenergia-igény kielégítésében a hazai erőművek nagyon fontosak, de villamosenergia-import nélkül az igények nem teljesíthetők. Az éves villamosenergia-mérlegünk 2024-ben [1]:

bruttó termelés:	37 437 GWh
import:	22 716 GWh
önfogyasztás:	1735 GWh
hálózati veszteség:	2699 GWh
export:	11 987 GWh
belföldi felhasználás:	43 733 GWh

A hazai villamosenergia-termelés mintegy 40%-a a paksi atomerőműből származik. Az erőmű orosz gyártású fűtőelemekkel működik. Ezek a fűtőelemek más gyártmányra nem cserélhetők. Az erőmű átállítása más gyártmányra költség- és időigényes.

A fűtőelemek beszerzésének jövője kapcsán is az orosz beszállítás tilalmának mielőbbi feloldásában bízunk.

2025. május végén Vlagyimir Putyin orosz elnök nyilatkozott az ukrajnai háborút lezáró feltételeiről. Az orosz elnök szerint a nyugati vezetőknek írásban kell elkötelezni magukat:

- a NATO keleti bővítésének leállítására,
- az Oroszország elleni szankciók egy részének feloldására,
- a megszállt ukrán területek Oroszországhoz csatolásának elfogadására.

Az igen erős feltételek teljesítése és a háború rövid időn belüli befejezése egyaránt eléggé kétséges. A tárgyalások alapján viszont remélhetjük, hogy 2027-re végleges megállapodás jöhet létre a háború befejezésére, amivel egy időben az orosz energiahordozók importjának tilalma is feloldható lesz.

Az Európa Bizottság 2025. május 6-i bejelentése az orosz energiahordozók importjának leállításáról 2027-ig markáns bejelentés. Teljesítése Csehország, Szlovákia és hazánk esetében szinte lehetetlen, legalábbis saját erőforrásainkból a helyettesítő energiaforrások rendszerének kiépítése nem lehetséges.

Ma abban bízhatunk, hogy az elég határozott béketárgyalások 2027-ig a teljes békét meghozzák, és az oroszokkal megkötött energiavásárlási szerződések teljesíthetők lesznek.

[1] www.mekh.hu

[2] www.fgsz.hu

[3] www.eex.com

[4] www.hudex.hu

[5] www.ceegex.hu

[6] Energy Institute: Statistical Review of World Energy 2024 | 73rd edition

Dr. Szilágyi Zsombor

Kitekintő

Mikroműanyagok az ivóvízellátásban

(Forrás: tzw.de)

A DVGW (Német Gáz- és Vízzakmai Egyesület) karlsruhei Vízügyi Központja és az Augsburgi Egyetem kutatói 2023/24-ben egy vizsgálat keretében megbízható adatokat gyűjtöttek össze a mikroműanyagok ivóvízellátásban – különösképpen az ivóvíz elosztóhálózatokban – való előfordulásával kapcsolatban annak érdekében, hogy az ivóvízfogyasztók mikroműanyag-felvételéhez a kitétséget reálisan értékelni és azt más felvételi módokhoz viszonyítani lehessen.



© AdobeStock/Evgeny

A mikroműanyagok néhány év óta nagyon nagy figyelmet kapnak a médiában, és az emberekre gyakorolt lehetséges negatív egészségügyi következmények miatt aggodalomra adnak okot. Ezért az Európai Unió felvette a mikroműanyagok témáját az átdolgozott 2020/2184 EU-irányelvbe

az emberi fogyasztásra szánt víz minőségére vonatkozóan. 2024. március 14-én az Európai Bizottság (EU) 2024/1441 számú végzése annak mellékletével együtt C(2024) 1459 dokumentumszámmal közlésre került, és 2024 júliusában hatályba lépett. Ez a dokumentum kiegészíti az Európai Parlament és a Tanács (EU) 2024/2184 számú irányelvét az emberi fogyasztásra szánt vízben lévő mikroműanyagok mérésének módszertanával.

A vizsgálat keretében arra kerestek választ, hogy a mikroműanyagok az elosztóhálózatba beépített anyagok függvényében a legkülönbözőbb elosztóhálózatokban milyen mennyiségben fordulnak elő. Ezt követően becslést végeztek arra vonatkozóan, hogy bizonyos feltételek mellett milyen mennyiségben kerülhetnek mikroműanyagok a házi átadóállomáson keresztül a fogyasztóhoz. Ez a becslés figyelembe vette azt a lehetőséget, hogy az elosztóhálózatban a részecskék és a rostok leülepedhetnek, és a legrosszabb esetben újra oldatba kerülhetnek.

Ezekből az ismeretekből kiindulva a mikroműanyagok ember általi más felvételi módjaira vonatkozó tudományos közlemények bevonásával, valamint toxikológiai tanulmányok alapján az eredményeket rendszereztek. Ezáltal biztosították a vízgazdálkodásban résztvevő szervezetek cselekvőképességét és érvelési lehetőségét a hatóságokkal és a fogyasztókkal szemben, és alátámasztották az ivóvízes szakmában elterjedt gondoskodó fogyasztóvédelmet. Az egész tanulmányt az Európai Bizottság végzésének előírásaival összhangban készítették el.

Mit jelent a MÉGSZ-tagság?



tájékozottságot



kedvezményeket



szakmai közösséget



*az érdekvédelem
támogatását*



*tervezőknek,
kivitelezőknek,
szervizeseknek,
üzemeltetőknek*

tagbelepes.megsz.hu



**Ahová
jó tartozni!**

MAGYAR
ÉPÜLETGÉPÉSZEK
SZÖVETSÉGE

TRINNITY
A SZAKEMBEREK MÁRKÁJA

SPLIT KLÍMA

A TAKARÉKOS MEGOLDÁS HŰTÉSRE ÉS FŰTÉSRE!



Oldalfalra szerelhető split klíma előtöltött kültéri egységgel.
Környezetbarát R32 hűtőközeggel, inverterrel.
Wifi csatlakozási lehetőség applikáció segítségével.
Elegáns beltéri egység kialakítás, szabályozható légáramlás.

TERMÉKJELLEMZŐK:

- Hűtésre és fűtésre alkalmas (-25 C)
- Hűtőközeg típusa R32
- Távirányító
- WIFI csatlakoztatási lehetőség applikációval
- Beltéri egység Swing funkcióval
- Inverteres kültéri egység
- „H” tarifa igényelhető

