

A M A G Y A R M É R N Ö K I K A M A R A L A P J A

XXIV. évf. 6. szám
2017. június
Ár: 680 Ft

mérnök újság



Kell-e nekünk magasház?

Építészeti és statikai kérdések



BIM MINT
MEGOLDÓKULCS

HÚTOTT TETŐK

AUTONÓM JÁRMŰVEK

KORDA CSALÁD

Hatékony technológia a forráságban

Hűtött tetők

A nyári meleg miatt óránként kötelezően előírt munkavédelmi pihenőidők, a hőszélességgel összefüggésben jelentkező termelés-kiesés, a gyártástechnikai problémák és növekvő selejtmennyiségek, s nem utolsósorban az ipari klimatizálásra fordított energiaköltségek akár 80%-os csökkenését ígéri egy magyar innováció a lapos tetős üzemcsarnokoknak.



■ Madácsy Tamás

Weeber István családi-közösségi vállalkozás keretében fejlesztett rendszere, a tetőfelszín új, evaporatív hűtési technológiája számos korábbi szakmai elismerés mellett nemrég bekerült a Svéd Kereskedelmi Tesztület „Gran Prize” interdiszciplináris innovációs díjának döntősei közé.

Lapos tető és hőterhelés

Az ígéretes hazai fejlesztés létrejöttének kiindulása egy háromszereplős konstelláció volt. Adott volt az egyik vezető hazai

csomagolócég csepeli gyára, ahol a kánikulában a dolgozók tömeges rosszullétét okozta a gyártócsarnokban uralkodó, már-már elviselhetetlenül magas hőmérséklet. Az üzem vezetői megkeresték a BME Hőfizikai Laboratóriumának munkatársait, akik méréseik elvégzése után arra a következtetésre jutnak, hogy a pokoli meleget a lapos tető felmelegedése okozza. Számításaik alapján az 1 liter/óra/tetőnégyzetméter párologtatási irányszámot adták meg, azzal, hogy a tető hűtése megoldás lehet a problémára. Végül adott volt egy mezőgazdasági mikroszórófejes öntözőrendszerek kiépítésével foglalkozó cég, melynek vezetője, az agrármérnök vég-

zettségű Weeber István dolgozta ki csapatával a részleteket. „Azzal kerestek meg minket, hogy ki tudunk-e építeni olyan párologtatórendszert, amely a fenti irányszámot teljesíti. Ez a mennyiség ugyanis elég lenne a szoláris terheléssel arányos párologtató hőelvonás eléréséhez. Egy liter 30 °C fokos víz, amelyet a rendszerünk elpárologtat, mintegy 700 Watt párologtató hőelvonást eredményez” – magyarázza. Az üzemekben a nyári hőség súlyos munkahelyi hőterhelését a lapos tető, a Nap energiája és a bent működő gépek hőterhelése együttesen okozzák. Ez utóbbi igen magas: elég csak azt figyelembe vennünk, hogy a nagy teljesítményű gépekkel dol-

gozó csarnokokban télen is alig van szükség fűtésre, leszámítva a kapuk környékét. „Napsütéses időben a tető külső felszíne akár 60-70 fokra is felmelegszik. Emiatt a gépeken termelt hőből is sokkal több reked a csarnokban, mint télen – hiszen a felfelé szálló hő a forró tető irányába nem tud távozni. Tehát jelenleg az összes többi hűtési eljárás úgy próbál az EU-s követelmények szerint, »energiatakarékosan« csarnokokat lehűteni, hogy előtte a télinél jóval magasabb fűtési teljesítményt hagyjanak főlhalmozódni bennük. Ez a vonatkozó uniós irányelvek szerint energetikailag, környezetvédelmileg és versenyképességi szempontból is ma az egész EU egyik fő problémája.

Amár említett 600-800 Watt szoláris nyereség miatt a tető külső felületén gyakran 70 °C fokot is mérhetünk. Így abba az irányba nincs belülről hővándorlás, sőt, a csarnok akár több hektáros mennyezetének hőmérséklete szinte mindenhol 45-50 °C fok fölé emelkedik. A szellőztetés pedig nem segít számottevően: a teljes belső hőmennyiség felraktározódik és rétegződik a mennyezet alá, ezáltal kibíratatlan munkakörülményeket, akár 40 °C fokos lég hőmérsékletet teremtve a bent dolgozóknak. A problémát gyakran hőkéimenyekkel, légbeejtőkkel is nagyon nehéz enyhíteni, hiszen elhelyezésüknek sokszor gyártástechnológiai akadályai is vannak.”

A cég tetőhűtő rendszere az általuk kidolgozott WaterFilm technológiára épül. Ez egy olyan innovatív párologtató eljárás, amelynek segítségével a csarnok tetejének minden négyzetméterén megnövelt mennyiségű, akár 1,2-1,5 liter ipari vizet párologtatnak el hatvan perc alatt. „A legkényesebb hővédelem a külső hőszigetelés lenne – de ez csak a kintől érkező hővel szemben véd, a bent fejlődött hő tekintetében viszont kifejezetten ront a helyzeten. Ráadásul a mi éghajlati övünkön a lapos tetőkön (amelyeket egész nap folyamatosan ér a Nap sugárzása) csak mintegy 70 cm vastagságú kőgyapattal egyenértékű szigeteléssel lehetne elérni, hogy hosszabb hőperiódus idejére is kint tartsuk a meleget. Ez többnyire technikailag, statikailag sem oldható meg. A legtöbb hűtési rendszer hatásfoka csökken a hőmérséklet emelkedésével. A mi párologtató mutatónk viszont a hőmérséklet növekedésével arányosan javul – a csúcspontoknál tehát több hőt tudunk elvonni. Így a tető külső hőmérsékletét folyamatosan a belső mennyezet hőmérséklete alatt tudjuk tartani – vagyis a legnagyobb melegben is kifelé irányul a hővándorlása” – mondja.

Hasonló rendszereket az Egyesült Államokban, Japánban és Indiában is fejleszt-



”

Az egynapos megtérülés talán hihetetlennek hangzik – de folyamatos termelés, határidős szállítások mellett a gyárak jelentős részében ez a gyors megtérülés teljesen természetes. Hiszen pusztán az óránként kötelező 5-10 perces leállásokkal a termelésnek akár 25%-át elveszíti egy üzem.

”

tenek, azonban az ottani cégek által eddig közzétett adatok szerint ezek nem működnek ilyen hatásfokkal – állítja a cégvezető. „A legtöbb indiai megoldás elég kezdetleges, különféle szövetekkel próbálják megtartani a tetőre öntözött vizet. Az amerikaiak kezdetben tavakat is létrehoztak a lapos tetőkön, de ez sok járulékos problémával jár, hatásfoka is alacsony, és statikailag sem megoldható nagyobb tetőfelületen. A mai amerikai rendszerek már szintén »evaporatív«-nak, párologtató hőelvonással működőnek nevezik magukat – de a saját

reklámjaik szerint a mi rendszerünkének alig egyharmadát, maximum 0,4-0,5 litert tudnak elpárologtatni óránként.”

Huszonnégy órás megtérülés

A WaterFilm Technology párologtatósi árnya évek óta tartó, folyamatos fejlesztés eredménye. „Fonák módon az ilyen mértékű párologtatás minden öntözéstechnikus rémálma. Leszámítva a fóliasátrakban történő párasítást, legtöbb esetben éppen az a célunk, hogy minél kisebb vízvesztés mellett érje el a víz a növény gyökerét” – mondja a szakember, aki kiváló munkatársai mellett a szerencse fontosságát is megemlíti találmányuk hatásfokának sikerével kapcsolatban. „Egyedi megoldásainkat mezőgazdasági tapasztalataink szerint fejlesztettük. Amikor megkaptuk a feladatot, hála Istennek, nem találtunk semmilyen szakirodalmat. Ha megtudtuk volna, hogy a Kaliforniai Egyetem segítségével 4 dl/óra hatásfokig jutottak, akkor talán bele sem kezdünk a fejlesztésbe.”

Az amerikaiak alapvetően merev csőrendszerekkel dolgoznak, és kéthetente fizikailag kell ellenőrizniük a rendszereiket. A magyar szabadalmaztató teljesen más technológiát fejlesztett, már az anyaghasználat tekintetében is. „Kifejezetten nekünk gyártott termékekből és alkatrészekből állítjuk össze rendszereinket, és évente mindösszesen két ellenőrzés szükséges; tavasszal beüzemeljük, ősszel víztelenítjük a rendszert.” Nehéz feladatot a hűtőrendszer üzembiztonságának kidolgozása jelentett. „A nyári hónapokban dacolnia kell a viharos időjárással, semmi sem védi az erős szélétől, a



csapadéktól és a napsugárzástól. Sok üzem nyáron hosszabb-rövidebb időre leállítanak, jellemzően a legmelegebb napokon, amikor a termelésben eleve megnő a selejtelek száma. Ilyenkor a rendszerünk sem működik, ezért a tetőn 70 °C is lehet, ezt ugyanúgy ki kell bírnia, mint télen a havat, a jeget, a fagyot."

Először tehát a csepeli üzem tetején építettek ki rendszerüket, de hasonló, az ott dolgozók egészségügyi gondjait okozó hatást, és az ezzel járó termelésekiesést más üzemek, így az itthoni autógyártó vállalatok is jeleztek. Második nagy munkájuk a General Motors egyik szentgotthárdi üzemének tetőhűtése volt. A cég információi szerint a beruházás huszonnégy óra alatt térült meg. „Az egynapos megtérülés talán hihetetlennek hangzik – de folyamatos termelés, határidős szállítások mellett a gyárak jelentős részében ez a gyors megtérülés teljesen természetes. Hiszen pusztán az óránként kötelező 5-10 perces leállásokkal a termelésnek akár 25%-át elveszíti egy üzem. Emiatt jelentős megrendelésektől is eleshet. És akkor még nem is számoltuk a precíziós lézerek, mérőműszerek, hidraulikai egységek túlmelegedése miatt fellépő nyári selejtarány-növekedés költségeit. Ez többnyire már a kifizetés előtt visszahozza a klímáknál jóval olcsóbb tetőhűtés költségeit."

„Ha csupán a magyar gazdaságnak az autói ipari szegmense adna megrendeléseket nekünk, az is száz évre elegendő lenne" – véli a cégtulajdonos. A 2008. szeptemberi hitelválság, valamint az abból következő fejlesztési stop azonban megakasztotta rendszereik elterjedését. „Az elmúlt tíz évben a nem termelő beruházások stagnáltak, pe-

dig a Lehman Brothers csődje előtt olyan sok megrendelésünk érkezett, hogy csak a negyedét tudtuk vállalni az akkori finanszírozási problémák miatt. Idén azonban a multinacionális cégeknél is véget ért a nem termelő beruházások tilalma, ami jelentős áttörést hozhat technológiánk elterjedésében. Ehhez társulnak az energiahatékony-sági beruházásokra a közeljövőben igénybe vehető 30-50%-os, pályázat helyett egyszerűen adóból jóváírható támogatások. Ezekről a társasági adóról szóló törvény 2016. novemberi módosításában már döntött a kormányzat, csak a végrehajtási rendeletekre várunk. Legalább ugyanilyen fontos tényező, hogy a kánikulai időszak elviselhetetlen munkakörülményei miatt ma már az üzemek dolgozói is sokkal jobban hallatják hangjukat, mint akár csak két évvel ezelőtt, amikor még okkal féltették állásukat. Elég, ha csak a két német autógyár magyar alkalmazottainak közelmúltban megtartott sztrájkjára gondolunk."

Találmányuk igen hasznos lehet a hazai környezetvédelem és a szén-dioxid-kvóták kapcsán is. „A 2010-ben és 2012-ben elfogadott uniós irányelvek szerint a hűtés az EU energiakoncepciójának központi kérdése lett. Erre vezetik vissza az energiabiztonság és energiaárak kérdését, sőt, jelentős részben az EU-ban működő ipar versenyképességét és a munkahelyek minőségét is. A hangsúly az irányelvek szerint a megelőző védelmi módszereken, az épület beltéri és kültéri mikroklimájának együttes és egyidejű javításán van. Olyan rendszert pedig, amely az épület belsejével együtt azok környezetét is hűti – így a légkondicionálók kültéri egységeinek hatásfokát is növeli –, a miénken kívül jelenleg egyet sem ismerünk – mondja. – A lapos tetők gyakori beázásai miatt általános félelem a megrendelők körében, hogy ha »locsoljuk« a tetőt, akkor a beázások is gyakoribbak lesznek. Pedig ennek pont az ellenkezője történik. A beázások oka ugyanis a tető folyamatos hőtágulása-szugorodása, a napi 50 fokos hőmérséklet-ingadozás miatt. Mi egyrészt nem locsoljuk a tetőt – hiszen az általunk kijuttatott víz túlnyomó része még a tető elérése előtt elpárolog; másrészt a tetőt egész nap 30 fok körüli hőmérsékleten tartjuk, így a dilatációval együtt a beázások is megszűnnek."

Visszahűtött hőpaplan

„A klimatizációval foglalkozó cégek nagy eredményként hangoztatják már azt is, ha 3%-kal növelik rendszereiknek hatékonyságát. Velük közösen mi akár 80%-os eredményről is beszélhetünk, a klímák cseréjénél jóval olcsóbban. Ráadásul nem a háztartások 2 kW egységeit, hanem a leg-

nagyobb fogyasztókét csökkentjük, akiknek a nyári hónapokban felvett árammennyiségéhez kell méretezni az országos energiarendszer kapacitását is" – foglalja össze. Léteznek olyan rendszerek, melyek a klímákat igyekeznek ugyan nem evaporatív módszerrel, de vízzel hűteni. Ezek esetében azonban jóval kisebb mértékű hatásjavulást és biztonságot értek el, miközben rengeteg problémát – rozsdásodást, vízkövesedést, mohásodást – okoztak. „Mi a klímák teljes környezetét, a tető fölötti hőpaplant hűtjük vissza. Az eltávolítandó hő mennyiségének csökkentése és a kültéri klímák hatásfokának javulása együttesen eredményezi az akár 80%-os hűtési energiamegtakarítást" – magyarázza.

A Műegyetem szakemberei és a cég fejlesztői jelenleg is együttműködnek. Reményeik szerint „minimum három, egymástól eltérő épületre telepített rendszeren végzendő független szakértői mérések által jóval pontosabb modelleket alkothatunk majd, a számítás pedig a Műszaki Egyetem tulajdona marad, ami minden megrendelés-kor bevételt jelenthet az intézménynek is". A modellek segítségével már a tervezéskor meghatározható, pontosan számítható lesz az adott épületre telepítendő párologtatórendszer hatásfoka, ezáltal a megtérülése is. Nem nehéz belátni, hogy a cég is rengeteget nyer azon, hogy független szakértői mérésekre alapozva pontos megtérülést ígérhet és egészen speciális helyzetekre is megoldást találhat. „Klimatizációra természetesen a jövőben is szükség lesz, de a modellszámítások után rendszerünkkel ügyfeleink előre pontosan kimutatható mértékben csökkenthetik energiafelvételüket. A szakértői számítások azt is előre meg tudják majd adni, hogy mennyivel kevesebb hagyományos hűtőberendezésre lesz szükségük, és azokat hová a legérdekesebb elhelyezniük." A cég számos megkeresést kap, az arab országoktól kezdve Kínán keresztül a világ legkülönbözőbb részeiből, és tervezik befektetők bevonását is, de amíg a szabadalmi eljárások még folyamatban vannak, addig gondosan őrzik is technológiájukat. A WaterFilm technológia beruházási költsége kb. 110 000 euró/10 000 m² tetőfelület. Erősen tagolt tetőfelület esetén természetesen a fajlagos költség 10-20%-kal magasabb. Zöldmezős beruházásként, klímákkal, folyadék-hűtőkkel – eleve egységes rendszerbe építve – akár 40-60%-kal olcsóbb, mint a kizárólag klímákra épülő rendszer ára. Klímák mellé utólag beépítve a Roof-top HVAC berendezések energiafogyasztása akár 40-80%-ot csökken, a legmelegebb napokon sem állnak le, és karbantartási költségeik is jelentősen csökkennek.