

ĒRIKA LEŠINSKA, MG. SC. ING.,
ULDIS STRAUTS

Baseinu telpu sausināšanas tehnoloģijas

Lai nodrošinātu vajadzīgo mikroklimatu baseina telpās, gaisu nepieciešams sausināt, telpas apkurināt un ventilēt. Šīm trim darbībām jābūt savstarpēji saistītām, lai panāktu stabilu mikroklimatu ar iespējami mazākiem energoieguldījumiem.

Viena no svarīgākajām baseinu mikroklimatu iekārtu veicamām funkcijām ir telpu gaisa sausināšana. Baseina telpās gaiss jāsausina, jo no baseina ūdens virsmas, dušām, ūdens atrakcijām nepārtraukti iztvaiko ūdens, kas no baseina telpas jāizvada (jāsausina), lai izvairītos no tā kondensācijas uz virsmām, pelējuma rašanās un ēkas konstrukciju bojāšanas. Ne mazāk svarīgi, lai baseina apmeklētājiem tiktu nodrošināta komforta prasībām atbilstoša telpu gaisa kvalitāte. Baseinu gaisu var sausināt dažādos veidos: dzesēšana zem rasas punkta, sausināšana ar sausāku āra gaisu, sausināšana ar aukstu ūdeni (aukstie baseini – telpas gaisā esošie ūdens tvaiki kondensējas uz tās virsmas). Šajā rakstā vairāk uzmanības tiks pievērsts telpu mikroklimata iekārtu sausināšanas energoefektivitātei.

Sausināšana ar āra gaisu

Pirmajā tabulā redzams, ka āra gaiss 99% visa gada ir sausāks par baseina telpas gaisu. Šādos gadījumos ar to iespējams sausināt baseina gaisu.

Tātad būtu tikai racionāli sausināt baseina telpas gaisu ar āra gaisu, un būtībā to var darīt visu gadu. Nepieciešamo sausināšanas jaudu kontrolē ar pieplūdes gaisa daudzumu un recirkulējamā gaisa apjomu. Šis risinājums nepatērē elektroenerģiju sausināšanai, taču vienlaikus palielinās ventilācijas zudumi jeb siltumenerģijas patēriņš. Lai šo sistēmu padarītu energoefektīvāku un lai atgūtu visu iespējamo siltumenerģiju no nosūces gaisa, to aprīko ar siltummaini un siltuma sūkni.

Dzesēšana zem rasas punkta temperatūras

Gaisam sasniedzot rasas punktu un to tālāk dzesējot, no tā izkrit kondensāts.

Autonomie baseinu gaisu sausinātāji sausina gaisu, izmantojot freona kompresijas dzesēšanas sistēmu. Šajā gadījumā gaiss iztvaikotajā tiek nodzesēts zem rasas punkta, rezultātā no gaisa izkrit kondensāts, un pēc tam gaiss tiek uzsildīts kondensatorā. Rasas punkts baseina telpas gaisam (30 °C/55%) ir aptuveni +20 °C. Dzesēšanas procesā no +30 °C līdz +20 °C pieaug gaisa relatīvais mitrums, bet sausināšana vēl nenotiek. Šī dzesēšanas zona ir zudumu zona, kurā tiek patērēta enerģija tikai sensibilā (jūtāmā) siltuma noņemšanai. Tāpēc ir svarīgi ātri pārvarēt šo neizdevīgo zonu un pēc iespējas dziļāk nokļūt latentajā (mitruma) zonā, jo tieši tajā notiek kondensācija.

Gaiss pēc tam tiek uzsildīts kondensatorā, un tam ir augstāka temperatūra nekā pirms iztvaikotāja. Tas ir skaidrojams ar to, ka latentais siltums tiek atdots kā sensibilais siltums, un papildus tam kompresora patērētā elektroenerģija arī pāriet siltumenerģijā. Šādā procesā tiek kondensēti 1–2 kg ūdens tvaika, patērējot 1 kWh elektroenerģijas.

Sausināšana ar siltumsūkni kombinācijā ar siltummaini. «Menerga» Typ 29, Typ 37, Typ 39. Šajā sistēmā lielāko daļu zudumu zonas dzesēšanu veic siltummainis,

kas priekšdzesē nosūces gaisu. Līdz ar to freona kompresijas dzesēšanas sistēmai jābūt mazāk enerģijas dzesēšanai, un tas ļauj uzstādīt mazākas jaudas kompresoru. Sausināšana notiek efektīvāk, proti, sistēma spēj nosausināt 2–4 kg ūdens tvaika, patērējot elektroenerģiju 1 kWh.

2. attēlā var redzēt, ka dzesēšanas sistēmas ar siltuma sūkni kombinācijā ar siltummaini (apzīmēta zaļā krāsā) nepieciešamā jauda ir apmēram 50% mazāka, tātad var samazināt sistēmas elektrojaudu, ja ir nepieciešama tā pati sausināšanas jauda.

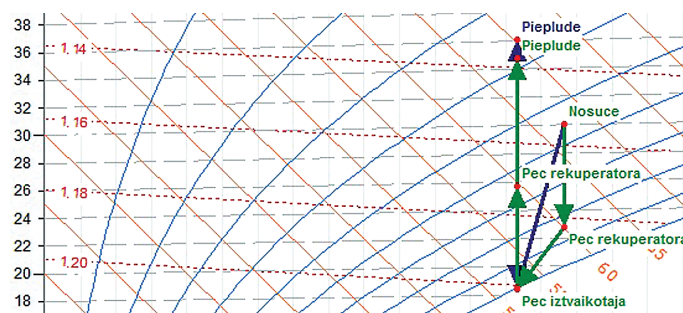
Freona kompresijas dzesēšanas sistēmu veido, lai tā neiet pārāk dziļi latentajā zonā, jo, dzesējot tālāk, nosausinātā ūdens tvaika daudzums pret izmantoto enerģiju samazinās. [1] Šāda sabalansēta sistēma spēj kondensēt līdz 5 kg ūdens tvaika, patērējot 1 kWh elektroenerģijas.

Baseinu telpu mikroklimata iekārtas

«Menerga ThermoCond» sērijas iekārtas (Typ 37, Typ 38, Typ 39) ir multifunkcionālas sistēmas, kas nodrošina mikroklimatu publiskajos baseinos. Šīs sistēmas veic gaisa sausināšanu, ventilāciju un baseina gaisa sildīšanu. Visu iekārtu komplektācija un

1. tabula.

Gaisa parametri	Mitruma saturs, g/kg	Stundu skaits gadā
+30 °C/55% (baseina telpas gaiss)	14,3	8701 (99%)
+6,2 °C/79% (Rīgas gada vid. parametri)	4,6	4252 (49%)
0 °C/79% (Rīgas apkures vid. parametri)	3	2063 (24%)



1. att. Sausināšana H-x diagrammā.



2. att. «EffiVent».

2. tabula.

Komponente	«Menerga ThermoCond 37»	«Menerga ThermoCond 39»
Siltummainis	Augstas veiktspējas polipropilēna nekorodējošs asimetriskšķērsplūsmas siltummainis	Augstas veiktspējas polipropilēna nekorodējošs asimetriskšķērsplūsmas siltummainis
Ventilatoru sistēma	Enerģiju taupoša «solVent» tipa sistēma, kas atbilst IE2 efektivitātes klasei	eC motora sistēma, kas atbilst IE3 efektivitātes klasei
Kompresors	Spirālveida kompresors	Spirālveida kompresors ar bezpakāpju jaudas kontroli
Iztvaikotājs	Iztvaikotājs ar vara caurulēm un alumīnija plāksnītēm ar 2,5 mm atstarpi	Iztvaikotājs ar vara caurulēm un alumīnija plāksnītēm ar 2,5 mm atstarpi
Kondensators	Iztvaikotājs ar vara caurulēm un alumīnija plāksnītēm ar 2,1 mm atstarpi	Iztvaikotājs ar vara caurulēm un alumīnija plāksnītēm ar 2,5 mm atstarpi
Gaisa vārsti	Gaisa vārsti atbilstoši DIN 1946	«Air flaps»
Filtri	F5 klases āra gaisa un nosūces gaisa filtri, F7 klases pieplūdes gaisa filtrs	F5 klases āra gaisa un nosūces gaisa filtri, F7 klases pieplūdes gaisa filtrs

funkcionalitāte ir saskaņota ar klienta vajadzībām. Augstas kvalitātes komponentes kombinācijā ar precīzu vadību un regulēšanu garantē ekonomiskāko režīmu, nodrošinot nemainīgus komforta apstākļus. «ThermoCond» uztur apmeklētājiem piemērotu mikroklimatu, kā arī rada ideālu aizsardzību ēkas konstrukcijām. Papildu apkures iekārtas, tādas kā radiatoru un sildītāji, nav nepieciešamas.

«Menerga ThermoCond» Typ 37 un Typ 39

Šīs iekārtas baseina gaisu sausa gan ar siltumsūkni kombinācijā ar siltummaini, gan ar āra gaisu kombinācijā ar siltummaini un siltumsūkni. Sausināšanas veidu iekārta izvēlas pēc āra gaisa parametriem, nosloguma un nepieciešamā svaigā gaisa daudzuma tā, lai iekārta strādātu pēc iespējas energoefektīvāk. Nokomplektētā iekārtā ietilpst visas komponentes peldbaseina gaisa kondicionēšanai, kā arī vadības un kontroles iekārtas.

Iztvaikotāja un kondensatora konstrukcija kopā ar kompresoru ļauj sasniegt maksimālās COP vērtības visos darbības režīmos.

2. tabulā redzams iekārtu komponentu apraksts.

Komponentu apraksts, izmaiņu ieguvumi

Siltummainis – augstas veiktspējas šķērsplūsmas siltummainis izgatavots no polipropilēna, kas nekorodē baseina agresīvajā

gaisa plūsmā. Siltummaiņa nosūces gaisa siltuma atgūšana efektivitāte ir līdz 80%.

Ventilatoru sistēma – jaunā energoefektīvā eC motoru sistēma atbilst IE3 klasei, kas, salīdzinot ar «solVent» sistēmu, ietaupa ap 30% elektroenerģijas gadā. Tie ir kompaktāki un viegli nomaināmi. Ventiekārtas ar gaisa daudzumu virs 10 000 m³/h tiek aprīkotas ar ventilatoru sienām «EffiVent» (2. attēls), kas, salīdzinot ar «solVent», ventilatora sekcijas garumu ļauj samazināt par 50% [3]. Šis risinājums nodrošina vienmērīgāku gaisa plūsmu (vienmērīgs filtru un siltummaiņa noslogojums), kā arī efektīvāku gaisa daudzuma regulēšanu, samazinot nepieciešamo enerģijas patēriņu. Abas ventilatoru sistēmas aprīkotas ar aktīvo plūsmas kontrolieri.

Kompresors – iekārtas tiek aprīkotas ar spirālveida kompresoru, kam, salīdzinot ar virzuļu kompresoru, ir augstāka efektivitāte. Jaunā Typ 39 paaudzes ventiekārta aprīkota ar bezpakāpju invertera tipa kompresoru. Tas dod iespēju precīzi kontrolēt sausināšanas jaudu, līdz ar to iespējams nodrošināt nepieciešamo svaigā gaisa daudzumu neatkarīgi no āra gaisa un baseina gaisa parametriem, līdz ar to baseinā garantēts pastāvīgs mitruma saturs ar minimālu enerģijas patēriņu.

Iztvaikotājs – tā konstrukcija un novietojums aiz siltummaiņa nodrošina zemu spiediena zudumus un efektīvu sausināšanu/dzesēšanu vienmērīgās gaisa plūsmas sadales dēļ.

Kondensators – jaunā kondensatora konstrukcija samazina tā biezumu par 70% ar to pašu kondensatora jaudu, un rezultātā spiediena zudumi samazinās par 50%.

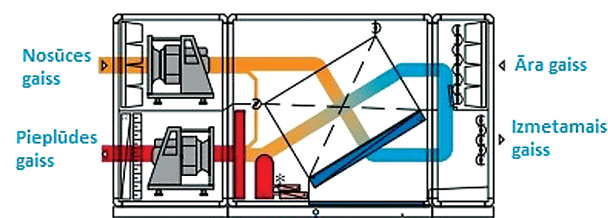
Vārstu sistēma – «Air flaps» vārstu sistēma ir aprīkota ar potencionmetriem precīzai gaisa daudzuma kontrolei, kā arī, kad ir pilns atvērums, samazināti spiediena zudumi.

Filtri – tie aprīkoti ar diferenciālspiediena sensoriem, lai noteiktu filtru piesārņojuma līmeni.

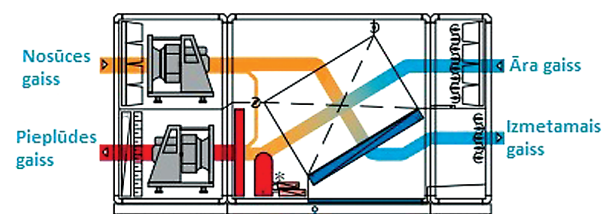
Darbības režīmi

a) Sausināšana, kad baseins netiek izmantots. Baseina miera režīmā iekārta darbojas recirkulācijā. Noteikta siltā, mitrā nosūces gaisa daļa plūst cauri šķērsplūsmas siltummainim un tiek nodzesēta siltuma sūkņa iztvaikotājā, kur liela daļa mitruma tiek kondensēta un aizvadīta. Nodzesētais, nosausinātais gaiss plūst cauri šķērsplūsmas siltummainim un tiek uzsildīts ar silto nosūces gaisu. Šajā siltuma apmaiņas procesā notiek arī nosūces gaisa priekšdzesēšana (gandrīz līdz rāsas punktam). Nosausinātais gaiss tiek uzsildīts siltumsūkņa kondensatorā (3. attēls). Ja temperatūra pēc kondensatora ir par zemu, to piesilda līdz nepieciešamajai temperatūrai kaloriferā.

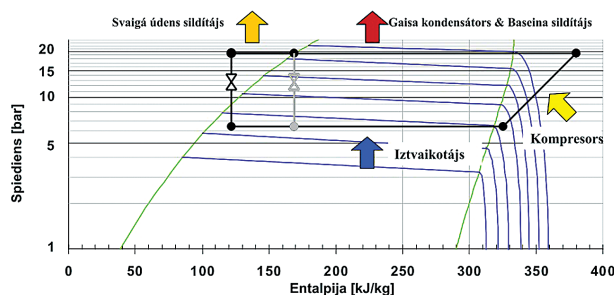
Ja āra gaisa temperatūras ir vidējas (4. attēls), sausināšanai izdevīgāks režīms ir ar daļēju recirkulācijas un āra gaisa sajaukumu, uz ko iekārta pārslēdzas automātiski. Vasarā, kad āra gaisa temperatūra ir augsta, iekārta strādā 100% āra/izmetamā gaisa režīmā.



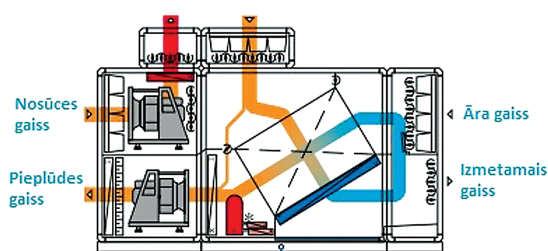
3. att. Sausināšana ar siltuma sūkni.



4. att. Sausināšana ar āra gaisu.

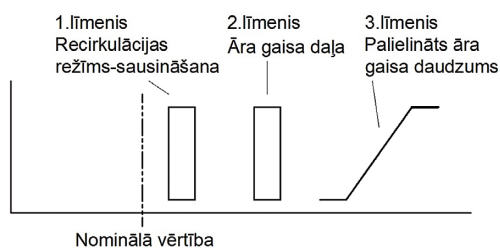


7. att. Log(p)-h diagramma.

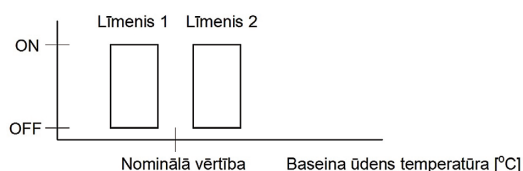


8. att. Sausināšana vasarā.

b) Sausināšana, kad baseins tiek izmantots. Kad baseins tiek izmantots, iekārta no 100% recirkulācijas režīma pāriet uz kontrolētu svaigā gaisa padeves režīmu, lai higiēnisku iemeslu dēļ padotu apmeklētājiem nepieciešamo svaigo āra gaisu (4. attēls). Minimālais āra gaisa daudzums atkarīgs no iztvaikošanas intensitātes baseinā, un tas tiek nepārtraukti kontrolēts. Aukstais āra gaiss palielina priekšdzesēšanas efektu siltummaiņā, līdz ar to palielina iekārtas sausināšanas jaudu siltumsūkņa režīmā.



5. att. Sausināšanas pakāpes.



6. att. Ūdens kondensatora režīmi.

c) Mitruma kontrole. Sausinātāja jauda tiek regulēta atbilstoši nosūces gaisa mitrumam, kas tiek mērīts nosūces gaisa vadā. Ja telpa nav jāsasina, iekārta strādā recirkulācijas režīmā. Ja telpas mitrums pieaug, mitruma regulēšana notiek pa pakāpēm (5. attēls).

► Siltuma sūkņi ir aktīvi, un iekārta darbojas ar maksimāliem gaisa apjomiem. Sausināšana tiek nodrošināta recirkulācijas režīmā, iekārtas automātikai izvēloties optimālu režīmu. Gaisa daudzums caur iztvaikotāju tiek regulēts atkarībā no procesorā pastāvīgi pārreķinātās nepieciešamās sausināšanas jaudas.

► Āra gaiss 66%. Siltuma sūkņa optimāla darbība tiek regulēta pēc aktuālā f spiediena. Ja siltuma sūkņi nav aktīvi, tiek padots mazāks āra gaisa daudzums.

► 100% āra gaiss.

d) Energoefektīva mitruma regulēšana baseina miera režīmā. Atkarībā no āra gaisa temperatūras uzstādītā mitruma vērtība iekārtas «Sandby» režīmā automātiski tiek paaugstināta. To drīkst darīt, ja ir augsta āra gaisa temperatūra, piem., vasaras naktīs, nekaitējot ēkas konstrukcijām. Paaugstināts mitruma daudzums telpās baseina miera režīmā ļauj samazināt iekārtas darbības laiku ar lielajiem gaisa apjomiem, samazināt kompresora darbības laiku un āra gaisa daļu. Tādējādi miera režīmā papildus tiek ietaupīta enerģija.

Iekārtu papildaprīkojums

a) Baseina ūdens kondensators. Mikroklimata iekārta, kurai nav iebūvēts baseina ūdens kondensators, pārtrauc telpu sausināšanu ar kompresoru tajā brīdī, kad, intensīvi sausinot, pieplūdes temperatūra pēc gaisa kondensatora ir par augstu. Pretējā gadījumā telpas tiktu pārkarsētas. Tālāk sausināšana tiek veikta ar āra gaisu. Iekārtai ar baseina ūdens kondensatoru gaisa tālāk sausināšana notiek ar siltuma sūkni, un liekais siltums tiek atdots baseina ūdenim, un tas kopējo sistēmu dara energoefektīvāku.

Baseina mikroklimata iekārtās ar ūdens kondensatoru temperatūras kontrole notiek divos līmeņos (6. attēls). Piemērā vēlamā ūdens temperatūra ir +28 °C:

1) baseina ūdens tiek sildīts no apkures sistēmas un arī ar baseina ūdens kondensatoru līdz baseina ūdens temperatūrai +28 °C;

2) ja baseina ūdens temperatūra ir virs +28 °C, tikai iekārtas liekais siltums tiek at-

dots baseina ūdenim, līdz tiek pārsniegta 1 °C robeža.

Ieguvumi. Ietaupīta siltumenerģija baseina ūdens sildīšanai. Iekārta sausinot nepāriet uz āra gaisa režīmu.

b) Svaigā ūdens sildītājs (freona starpdzesētājs – KMU). Iekārta var tikt aprīkota ar svaigā ūdens sildītāju, kas piesilda daļu baseinam nepieciešamā svaigā ūdens papildināšanas daudzuma vidēji no 10 °C līdz nepieciešamajiem, piem., 28 °C (jāpapildina normatīvi prasītais un iztvaikojušais ūdens daudzums). Tas ļauj nodzesēt freonu kompresijas dzesēšanas ciklā par 20 K, un rezultātā tiek palielināta iztvaikotāja dzesēšanas jauda par 20% ar to pašu kompresora jaudu (7. attēls).

Ieguvumi.

Papildināšanas ūdens sildīšana. Recirkulācijas-sausināšanas režīmā darbojas kā freona cikla starpdzesētājs. Palielinās sausināšanas jauda. Palielinās kopējā siltuma sūkņa jauda (gaisa sildīšana + svaigā ūdens sildīšana) ar to pašu kompresora jaudu. Režīmā «Āra gaiss-izplūde» KMU darbojas kā freona cikla starpdzesētājs. Palielinās kopējā siltuma sūkņa jauda (gaisa sildīšana + svaigā ūdens sildīšana) ar to pašu kompresora jaudu.

c) Papildu āra gaisa līnija – mikroklimata uzturēšana vasarā. Vasaras periodā ekonomiski izdevīgāk ir sausināt ar āra gaisu, taču āra gaiss bieži ir mitrs. Lai vasaras režīmā sasniegtu nepieciešamo mitrumu atbilstoši vācu baseinu projektēšanas normām VDI 2089, būtu nepieciešams sausināt āra gaisu, izmantojot papildu vārstu sistēmu. Šādā veidā āra gaiss tiek sausināts ar siltuma sūkni (8. attēls).

Energoefektīvu ventilāciju iekārtu ražotājs «Menerga» jau vairāk nekā 35 gadus ražo gaisa apstrādes iekārtas publiskajiem un privātajiem baseiniem. Iekārtas joprojām tiek pilnveidotas, lai tās nodrošinātu vēlamo baseina telpas mikroklimatu ar iespējami mazāku enerģijas patēriņu, tātad arī ar zemām ekspluatācijas izmaksām. Tēma aizsākta iepriekšējā žurnāla «Latvijas Būvniecība» numurā ar Ērikas Lešinskas publikāciju «Publisko peldbaseinu un SPA energoefektivitāte». Nākamajā žurnāla «Latvijas Būvniecība» numurā tiks aplūkots «Menerga» jaunās paaudzes baseina mikroklimata iekārta «ThermoCond» Typ 38, kurai siltuma atgūšanai tiek izmantots pretplūsmas siltummaiņš ar efektivitāti virs 95%. **LB**