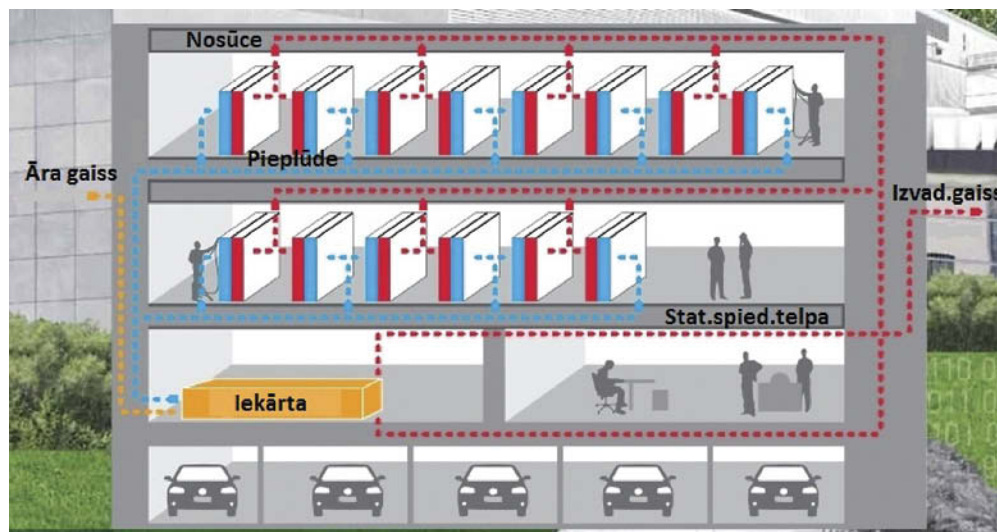
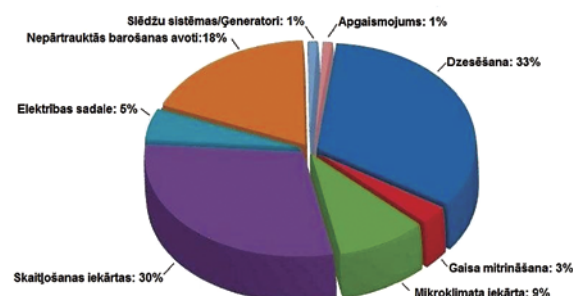



1. att. Datu centru enerģiju sadalījums¹.


ĒRIKA LEŠINSKA,
OLGA GRIMAILOVA

Zaļie datu centri ar PUE 1,08

Prasības datu centru mikroklimatam

Datu centri digitalizētajā pasaulē kļūvuši par sabiedrības un uzņēmumu funkcionēšanas pamatatslēgu ar uzdevumu nodrošināt augsto tehnoloģiju līmeņa IT pakalpojumus – datu apstrādi, uzglabāšanu, strukturēšanu. Kādas galvenās prasības tiek izvirzītas datu centru telpu mikroklimatam? Lai nodrošinātu datu centru (DC) netraucētu darbību, datu glabāšanas drošību, garantētu datu uzkrāšanas un glabāšanas pakalpojumu kvalitāti, telpās jānodrošina precīzā gaisa kondicionēšana. Pastāvīgi visa gada garumā nepieciešamas ievērojamas uzturēšanas izmaksas telpu dzesēšanai, un tas patlaban nozīmē būtisku dzesēšanas izmaksu īpatsvaru DC ekspluatācijas izdevumos. Datu centri uzskatāmi kā termiski ļoti blīvi noslogotas telpas. Iekšējie siltuma ieguvumi sasniedz augstu līmeni. Šajos gadījumos dzesēšana ir vitāli nepieciešama, lai nepieļautu DC tehnikas termisko pārslodzi un, kas ne mazāk svarīgi, tehniskajam personālam nodrošinātu pieņemamus darba apstākļus.

Telpas jādzesē 24/7 visa gada garumā. Primārais datu centru dzesēšanas uzdevums ir temperatūras režīma nodrošināšana sistēmas svarīgām komponentēm, kurām jādarbojas ar augstas drošības pakāpi. IT iekārtu dzesēšana ir datu centru lielākais enerģijas patērētājs.

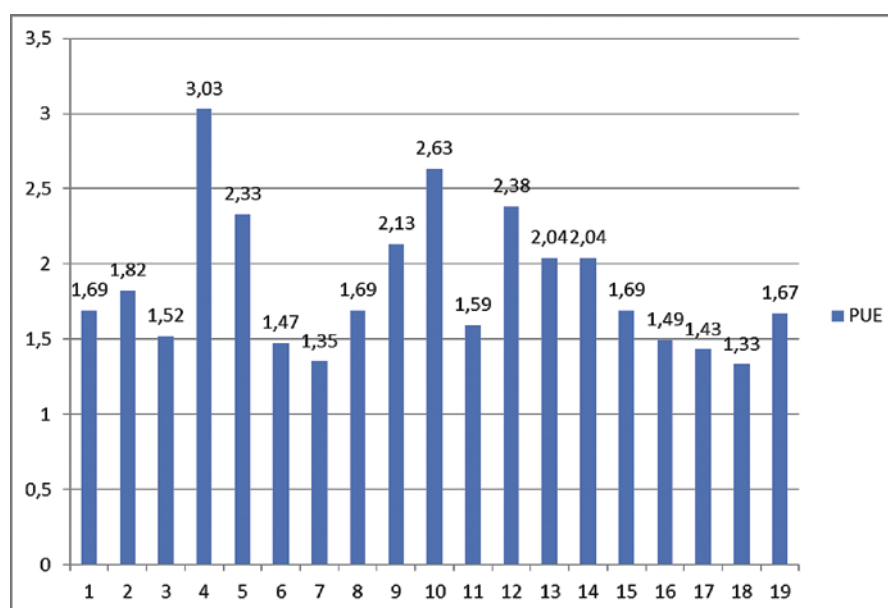
Datu centru energoefektīvas darbības vērtēšanas kritēriji

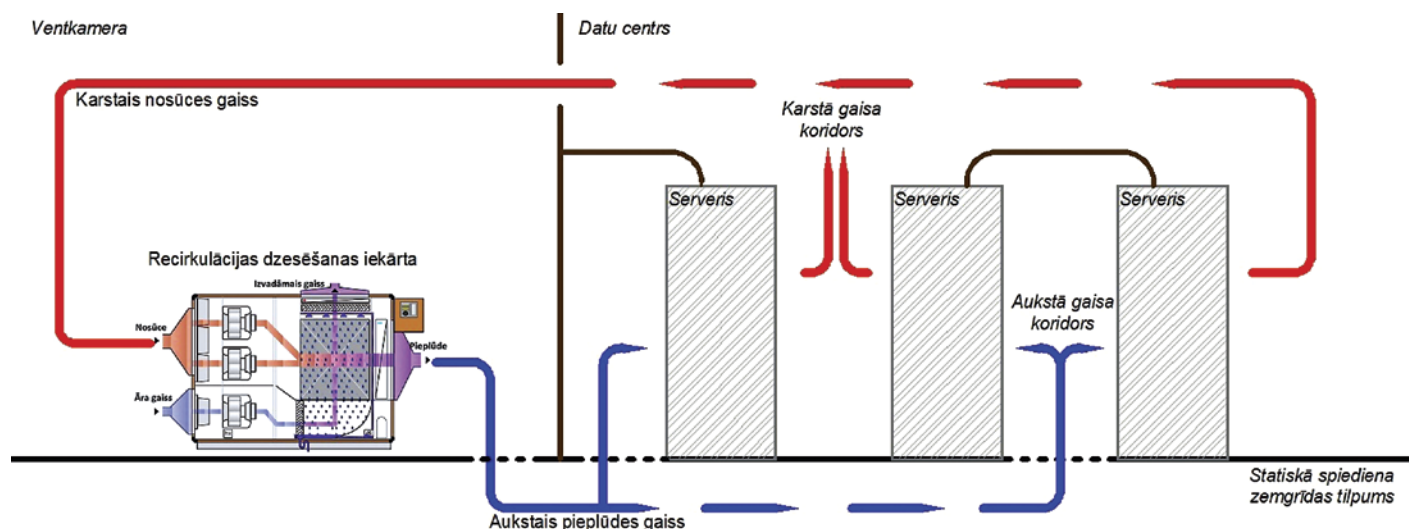
Elektroenerģijas izmaksas aizvien pieaug, un nākotnē tās turpinās pieaugt. Tādēļ jo svarīgāk uzmanību pievērst jomām, kur ir sevišķi lieli elektroenerģijas patēriņi, jo ietaupījumu potenciāls šeit ir visjūtamākais.

Atkarībā no lietotajām mikroklimata nodrošināšanas tehnoloģijām līdz 2008. gadam datu centru dzesēšanai tika

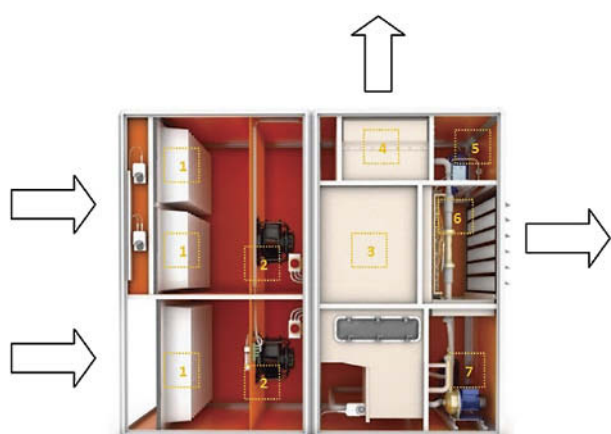
tērēti 25–60% kopējo IT centra uzturēšanas izmaksu (1. att.).

Datu centru darbības efektivitātes izvērtēšanai plaši tiek lietoti «Green-Grid»² organizācijas atbalstīti vērtēšanas kritēriji: elektroaudas izmantošanas efektivitāte (PUE) un datu centru infrastruktūras izmantošanas efektivitāte (DCiE), t.i., procentuāli tiek uzrādīta IT sistēmai izmantotajā elektroenerģija no kopējiem DC elektrības patēriņiem.


2. att. Vidēji pasaulē šis lielums ir 2,04.³



3. att. Datu centru dzesēšana ar gaisu.



4. att. Iekārtas uzbūve.

1. Kabatu filtri F5. 2. Ventilatori ar eC motoriem un komutācijas iekārtām. 3. Polipropilēna rekuperators (dzesēšanas tornis). 4. Kondensators. 5. Adiabatiskās cirkulācijas sūkņi. 6. Iztvaikošanas. 7. «Emerson» invertēra tipa regulējams 10–100% DIGI spirālveida kompresors.

Jo datu centra darbība energoefektīvā, jo PUE tuvojās vērtībai 1. Jaudas izmantošanas efektivitāte PUE 1,3 jau ir ļoti labs rādītājs. Izmantojot datu centru mikroklimata nodrošināšanai āra gaisu un netiešo adiabatisko dzesēšanu, var sasniegt PUE 1,08.⁴

Dzesēšanas sistēmas konstruktīvais izveidojums

Eiropā datu centru dzesēšanai pārsvarā tiek izmantots atdzesētais gaiss. Ar gaisu dzešēto datu centru efektīvākais gaisa sadales princips ir «no apakšas uz augšu». Gaisa sadales principa izvēle ir ne mazāk svarīga

par atbilstoša dzesēšanas agregāta izvēli pašai gaisa sadales sistēmai.

Atdzesētais gaiss tiek padots DC zemgrīdas statiskā spiediena telpā, tālāk caur grīdas pieplūdes restēm vadīts pa stingri nodalītiem aukstā gaisa koridoriem līdz servera skapiem. Tajos iebūvētie ventilatori sasūko gaisu novirza karstā gaisa koridorā. Sakarsušais gaiss gravitācijas rezultātā ceļas uz augšu un tiek nosūks no augšējās zonas, līdz nonāk dzesēšanas iekārtā.

Svarīgi ir stingri nodalīt karstās un aukstās gaisa plūsmas zonas (3. att.).

Pareiza gaisa sadales sistēma būtiski palielina aukstuma jaudas izmantošanas efektivitāti un ir tikpat svarīga komponente datu centru uzturēšanas izmaksu optimizēšanā kā pārdomāta dzesēšanas tehnoloģija.

Projektējot stabilu DC mikroklimatu, jāievērtē:

- iekārtas darbība 24/7 visa gada garumā;
- dzesēšanas nepieciešamība visa gada garumā;
- dzesēšanas jaudu rezerve no drošības viedokļa (N+1 vai 2N);
- dzesēšanas jaudu aprēķinā jāievērtē ārējā klimata ietekme uz DC mikroklimatu caur norobežojošām konstrukcijām;
- telpu relatīvā mitruma uzturēšana (min. 20%, maks. 80%). Papildus dzesēšanas jaudu paredzēšana sausināšanai.

Kolīdz telpām nav nepieciešama 100% āra svaigā gaisa padeve, telpu dzesēšanai lietderīgi izmantot recirkulācijas mikroklimata iekārtas. Līdz ar to tiek nodrošināta lielāka telpu mikroklimata neatkarība no ārējo klimatisko apstākļu ietekmes – lielām temperatūru un mitruma svārstībām.

«Menerga Adcoolair» – recirkulācijas dzesēšanas iekārta

«Adcoolair» siltuma aizvadišanu no DC paveic ar ļoti maziem enerģijas patēriņiem, pateicoties netiešās adiabatiskās dzesēšanas recirkulācijas jau iekārtā iekļautajām trīs neatkarīgajām dzesēšanas sistēmām:

- netiešā brīvā dzesēšana («indirekt free cooling»);
- netiešā adiabatiskā (iztvaikošanas) dzesēšana;
- iebūvēta kompresijas aukstuma iekārta.

Papildus efektivitātes rādītājus uzlabo iekārtas kompakts un nīcīgie gaisa plūsmas spiediena zudumi ārpus iekārtas. Gaisa pārvietošanai efektīvo eC tipa ventilatoru izmantošana kombinācijā ar gaisa plūsmas regulēšanas iekārtām rada eksploataācijas izmaksu būtisku samazinājumu.

Iekārtas optimāla darbība paredzēta augstās nosūces temperatūrās ($t > 30^{\circ}\text{C}$) un pieplūdes un nosūces gaisa temperatūru starpībā $\Delta t > 10^{\circ}\text{C}$.

«Menerga» piedāvājumā ir iekārtas ar dzesēšanas jaudu no 11 līdz 226 kW.

Šo trīs minēto dzesēšanas veidu saskaņota darbība un iespējamo kombināciju dažādība arī nodrošina sistēmas energoefektivitāti. Visi iekārtas režīmi tiek vadīti no konkrētās iekārtas automātikas vadības bloka, savukārt visas vienas sistēmas (N+1 vai 2N) iekārtas savstarpēji savienotas vienotā komunikāciju tīklā. Iekārtas var tikt integrētas ēkas BMS sistēmā, izmantojot biežāk lietojamos protokolus, attālināti vadītas, diagnosticētas caur WEB serveri vai analoģo modemu no «Menerga» biroja vai arī rūpnīcas atbalsta nepieciešamības gadījumā.

Iekārtas funkciju apraksts

Karsto nosūces gaisu no serveru telpām ar nosūces ventilatoriem virza caur polipropilēna (PP) siltummaini (recirkulācijas gaiss). Vienlaikus caur rekuperatora šķērsplūsmas kanāliem plūst āra-izvadāmais gaiss. Adiabātiski atdzesētā (ar sprauslām samitrinātā) āra gaisa plūsma caur PP šķērsplūsmas siltummaiņa sienām atdzesē recirkulācijas gaisu. Recirkulācijas gaiss šai procesā netiek samitrināts un pēc atdzesēšanas nav jāsausina. Atdzesētais gaiss ar pieplūdes ventilatoriem tiek novirzīts uz zemgrīdas tilpumu vai tieši serveru telpā.

Pat ja āra gaisa temperatūra ir $<5^{\circ}\text{C}$, tiek izmantota adiabatiskā mitrināšana siltuma apmaiņai. Izsmidzinātā ūdens temperatūra vienmēr būtiski pārsniedz sasalšanas temperatūru, līdz ar to ir izslēgta rekuperatora aizsalšana.

Ja ar brīvo dzesēšanu un adiabatisko dzesēšanu netiek sasniegts vajadzīgais temperatūras līmenis, tiek pieslēgta iebūvētā kompresijas aukstuma iekārta ar invertera tipa jaudas regulēšanu. Pateicoties kondensatora izvietojumam samitrinātajā un atdzesētajā āra gaisa plūsmā, 50% kopējās dzesēšanas jaudas nodrošina kompresijas

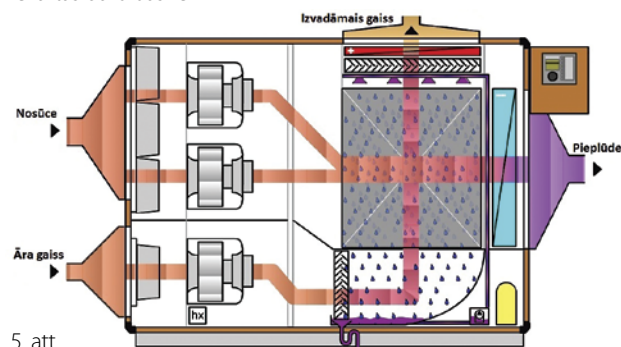
aukstuma iekārtas, un adiabatiskā dzesēšana spēj nosegt atlikušo dzesēšanas jaudu.

Ūdens gaisa kustības virzienā caur sprauslām tiek izsmidzināts siltummainī (dzesēšanas tornī). Atkarībā no recirkulējamā ūdens piesārņojuma pakāpes notiek automātiska adiabatiskās dzesēšanas torņa iztukšošana.

Adiabātiskās dzesēšanas kontūrā paredzēta atkalķošanas un atdzelžošanas cinka anodu sistēma, kurai izgatavotājs dod piecu gadu garantiju.

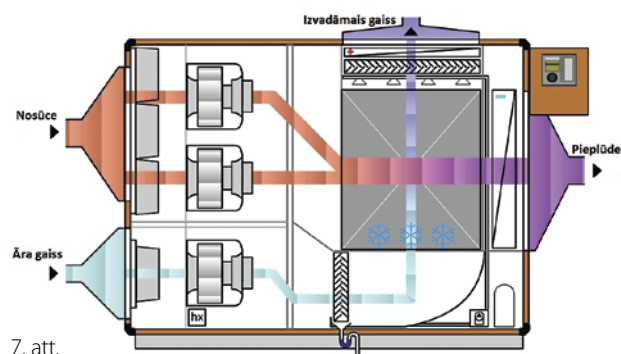
Lai nepieļautu iekārtas piesārņošanu, recirkulācijas un āra gaiss tiek filtrēts.

Iekārtas darbības režīmi



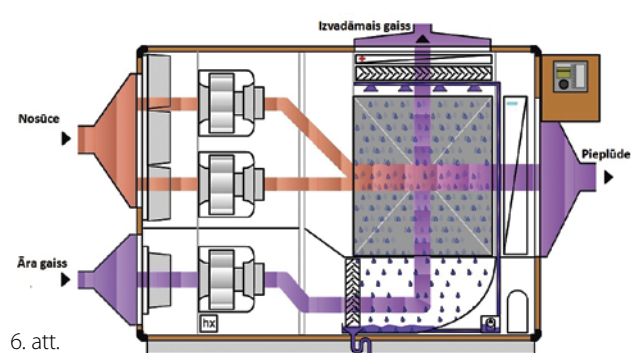
Darbības režīms, ja āra gaisa temperatūra ir augsta ($+35^{\circ}\text{C}$).

Dalēja brīvā dzesēšana («free cooling»), netiešā adiabatiskā dzesēšana un kompresijas aukstuma iekārta (5. att.). Iekārta attīsta nepieciešamo jaudu ar brīvo dzesēšanu, netiešo adiabatisko dzesēšanu un kompresijas aukstuma iekārtu ar invertera tipa kompresoriem. Recirkulācijas gaisa ventilatoru sienā aktīvi ir visi ventilatori. Siltuma apmaiņa starp recirkulācijas un āra gaisu notiek siltummainī. Kompresijas aukstuma iekārtas dzesēšanas jaudas plūstoša regulēšana no 10% līdz 100% nepieciešamo jaudu sasniegšanai. Ar adiabatiskās dzesēšanas radīto zemo kondensācijas spiedienu tiek sasniegts kompresijas cikla ievērojami paaugstināts lietderības koeficients. Gaisa kondensators tiek dzesēts adiabatiskās dzesēšanas procesā samitrinātā un atdzesētā izvadāmā gaisa plūsmā. Tā kā gaisa plūsmas siltummainī nesajaucas, mitruma saturs dzesēšanas procesā saglabājas nemainīgs. Nav nepieciešama gaisa mitrināšana vai sausināšana.



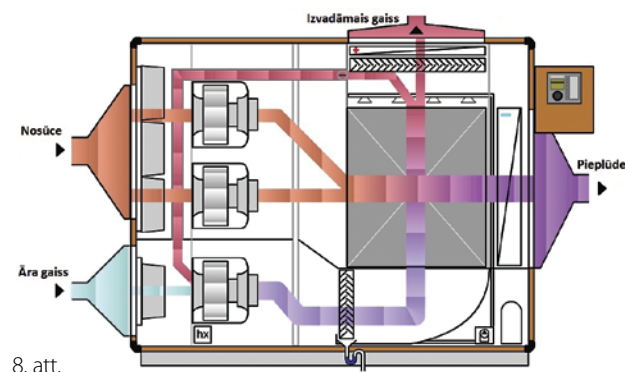
Darbības režīms, ja ir zema āra gaisa temperatūra (-10°C)

Brīvā dzesēšana («free cooling») – zaļā dzesēšana (7. att.). Ja ir negatīva āra gaisa temperatūra (zem -10°C), ir risks, ka apledīs dzesēšanas torņa recirkulācijas gaisa sieniņas. Lai izvairītos no šādas nevēlamas parādības, iekārta tiek konstruēta ar apvadlīniju (skat. nākamā darbības režīmu).



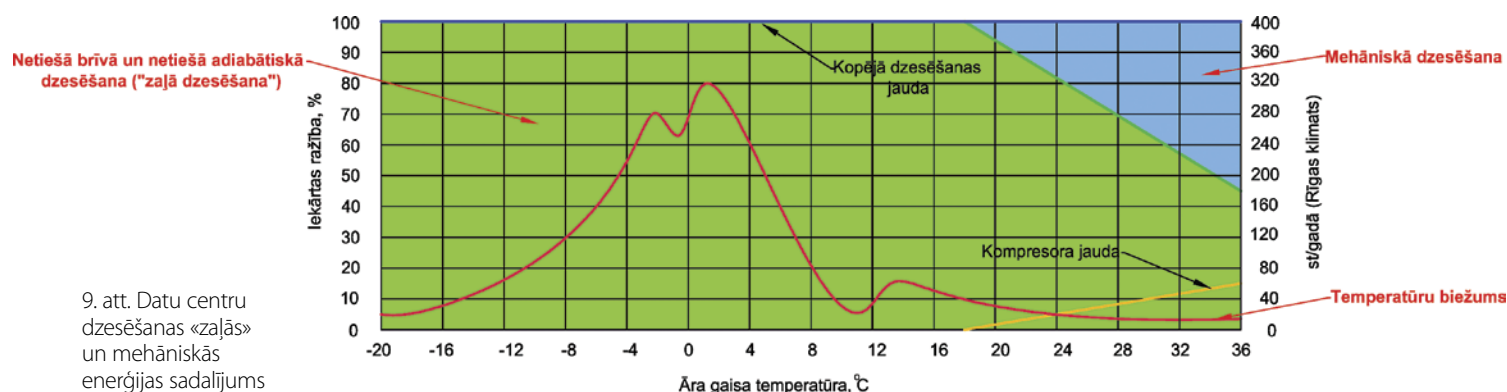
Darbības režīms, ja ir vidēja āra gaisa temperatūra ($+17^{\circ}\text{C}$)

Brīvā dzesēšana («free cooling») un netiešā adiabatiskā dzesēšana – tikai «zaļā dzesēšana» (6. att.). Kompresors neaktīvs. Visu dzesēšanas jaudu nodrošina brīvā dzesēšana («free cooling») un polipropilēna plāksņu siltummainis (iebūvēts kompakts netiešā adiabatiskās dzesēšanas tornis) ar ievērojamu siltuma pārnešanas virsmu. Atbilstoši pieprasījumam tiek plūstoši regulēta dzesēšanas jauda ar āra gaisa ventilatoru sienā pakāpeniski aktivizētiem/deaktivizētiem ventilatoriem, t.i., tiek regulēta adiabatiskajai dzesēšanai nepieciešamā gaisa plūsma.



Darbības režīms, ja āra temperatūra ir -10°C un zemāk

Brīvā dzesēšana («free cooling») – «zaļā dzesēšana» (8. att.). Iekārta strādā brīvās dzesēšanas režīmā. Āra gaisam piejauc izvadāmo silto gaisu. Āra gaisa daudzums tiek regulēts plūstoši atkarībā no dzesēšanas pieprasījuma.



9. att. Datu centru dzesēšanas «zaļās» un mehāniskās enerģijas sadalījums

Kā papildu iespēja: recirkulācijas gaisa siltumu ar ūdens kondensatoru var novadīt apkures vai karstā ūdens sistēmā.

Ventilatoru sistēma

Iekārtā tiek izmantoti centrālās ventilatori un komutēti eC motori. Ventilatoru darba rats ir ar atpakaļvērstām lāpstiņām, proti, ar augstu lietderības koeficientu. Tā kā pēc neplānotas iekārtas darbības pārtraukuma ventilatoriem vajag ļoti ātri sasniegt nepieciešamo jaudu, spararati izgatavoti no alumīnija. Priekšrocības (salīdzinot ar tērauda ventilatoriem) ir ne tikai ātrāka reāģēšanas iespēja, bet arī defektu gadījumā, pateicoties speciāliem stiprinājumiem, tie ir ļoti ātri nomaināmi. eC ventilatoru tehnika šobrīd pieejama iekārtām ar ražību virs 12 000 m³/h. Pateicoties vairāku eC ventilatoru paralēlam slēgumam ventilatoru sienā («EffiVent»), iespējams energoefektīvi panākt lielāku gaisa ražību.

eC ventilatoru priekšrocības:

- ▶ augsts lietderības koeficients, >70% (atbilst IE3 klasei);
- ▶ augsts lietderības koeficients ar daļēju noslodzi;
- ▶ plūstoša apgriezienu skaita kontrole, pateicoties komutācijas iekārtas elektronikai;
- ▶ kompakta uzbūve un dizains;
- ▶ ļoti viegli demontējami un nomaināmi;
- ▶ atkarībā no ražības būtisks lietderības koeficienta uzlabojums salīdzinājumā ar asinhronajiem motoriem;
- ▶ samazināti enerģijas zudumi;
- ▶ mazāki siltuma izdalījumi (0,5 K).

Ventilatoru sienas («EffiVent») priekšrocības:

- ▶ ventilatoru sekcijas saīsinājums par 50%;
- ▶ kompakti eC ventilatori;
- ▶ samazināts plūsmas izlīdzināšanās garums, pateicoties vairākām vienmērīgām plūsmām;

- ▶ vienmērīgs filtru piesārņojums visā šķērs griezumā;
- ▶ vienmērīga virzītā gaisa plūsma pa siltummaiņa šķērs griezumu;
- ▶ mazākas apkopes izmaksas,
- ▶ mazākas ventilatora sastāvdaļas (mazāks svārs);
- ▶ labāka piekļuve apkopes laikā;
- ▶ vienkāršāka nomainā;
- ▶ īsāks dikstāves laiks;
- ▶ darbības drošības paaugstināšana;
- ▶ aizvietojamības faktors, pateicoties vairākiem ventilatoriem ventilatoru sienā;
- ▶ mazi vai nenozīmīgi enerģijas zudumi;
- ▶ klusāka darbība, mazas vibrācijas;
- ▶ lielāks apgriezienu skaits;
- ▶ mazāka masa;
- ▶ samazināts skaņas jaudas līmenis zemajās frekvencēs;
- ▶ optimizēta energoefektivitāte;
- ▶ efektīva nepieciešamā gaisa daudzuma kontrole;
- ▶ īsāki trokšņu slāpētāji;
- ▶ mazāki spiediena zudumi.

Adiabātiskās recirkulācijas dzesēšanas iekārtas «Adcoolair» priekšrocības

Ar «Menerga» netiešās adiabatiskās recirkulācijas dzesēšanas iekārtām «Adcoolair» kompresoru darbības stundu skaits gadā ir niecīgs (9. att.). Attiecīgi kompresoru darbināšanai patērētā elektroenerģija (mehāniskā dzesēšana; zilais laukums) salīdzinājumā ar zaļās dzesēšanas, t.i., netiešās brīvās dzesēšanas «free cooling» un netiešās adiabatiskās dzesēšanas, enerģijas patēriņu datu centru mikroklimata nodrošināšanai (zaļais laukums) ir nebūtiska. Kombinētais EER iekārtām ir no 5,5 līdz 10.

Augsta darbības drošības pakāpe: ventilatoru paralēlais slēgums; vairākas cita no citas neatkarīgas dzesēšanas sistēmas –

brīvā dzesēšana, netiešā adiabatiskā dzesēšana un kompresijas aukstuma iekārta ar kondensatoru adiabatiski atdzesētā izvadāmā gaisa plūsmā;

▶ liekais siltums no telpām tiek aizvadīts ar gaisu, līdz ar to maksimāli samazināti spiediena zudumi iekārtā, un tas ļauj iekārtu darbināt ar ļoti mazu elektroenerģijas patēriņu;

▶ siltuma nodošanas procesā minimāla saistība ar āra gaisu. Iespējami mazi āra gaisa daudzumi, kas ļauj samazināt enerģijas patēriņu;

▶ no svaigā gaisa normu viedokļa, nepieciešams neliels āra gaisa daudzums. Neraugoties uz to, tiek izmantota netiešā brīvā dzesēšana enerģijas patēriņa samazināšanai;

▶ īpaši energoefektīva darbība arī daļējas noslodzes gadījumā;

▶ iekārta ir kompakta. Iespējama iekārtas izvietošana ventkamerā vai tehniskajā telpā. Nav nepieciešami ārējie dzesēšanas bloki (torņi);

▶ pēc elektroapgādes neplānotā pārtraukuma iekārtas darbības atsākšana maksimāli 15 sekunžu laikā. **13**

1 «Menerga GmbH» rokasgrāmata «Leitfaden Adcoolair Umluftkühlgerät mit «adiabater» Verdunstungskühlung und integrierter Kompressionskälteanlage für thermisch hoch belastete Räume». **2** The Green Grid is a non-profit, open industry consortium of end-users, policy-makers, technology providers, facility architects, and utility companies collaborating to improve the resource efficiency of data centers and business computing ecosystems. **3** «Menerga GmbH» rokasgrāmata «Leitfaden Adcoolair Umluftkühlgerät mit «adiabater» Verdunstungskühlung und integrierter Kompressionskälteanlage für thermisch hoch belastete Räume». **4** «Menerga GmbH» rokasgrāmata «Leitfaden Adcoolair Umluftkühlgerät mit «adiabater» Verdunstungskühlung und integrierter Kompressionskälteanlage für thermisch hoch belastete Räume». **5** «Menerga GmbH» «Vicom» pārlūkprogramma.