

Gebouwsimulatie in datacenter-ontwerp

Datacenters zijn specifiek bedoeld voor het neerzetten van ICT-apparatuur. Het zijn grote energiegebruikers en er staan veel redundante systemen opgesteld. Een goed binnenklimaat is vereist om de prestatie en betrouwbaarheid van de ICT-apparatuur te waarborgen. De elektriciteitsrekening voor grootschalige datacenters bedraagt 50 tot 60% van de operationele kosten. Voor een 10 MW IT-datacenter kunnen de elektriciteitskosten zelfs ca. 8 miljoen euro op jaarbasis bedragen. In een datacenter zijn er vier belangrijke energiegebruikers: de ICT-apparatuur, het stroomdistributiesysteem, het koelingsysteem en andere ondersteunende systemen. Afhankelijk van het buitenklimaat kan de energie, benodigd voor koeling, oplopen tot 42% van het totale energiegebruik van het datacenter.

Ir. Z. (Zuokui) Ning, M. (Martien) Arts, Dr. ir. C. (Chiara) Witteman-Tesauro, ir. L. (Leendert) Boon; Royal HaskoningDHV

Yandex is het leidende Russische internetbedrijf dat ongeveer 60% van de zoekmachines in Rusland in handen heeft [1]. Voor een betere dienstverlening aan haar, wereldwijd meer dan 100 miljoen, gebruikers bouwt Yandex momenteel een nieuw datacenter (DC) in Mäntsälä in Finland. Het datacenter Yandex DC Finland is ontworpen voor 40 MW IT op 12.000 m² white space (datazaal).

Als adviseur van dit project werkt het Data Centre Competence Centre van Royal HaskoningDHV samen met het Yandex Engineering Team aan de uitdaging om het energiezuinigste datacenter voor deze locatie en bijbehorende klimaatzone te ontwikkelen. In dit artikel wordt beschreven hoe de koelvoorziening, gebaseerd op het niet-gebruikmaken van mechanische koeling, is ontworpen en geoptimaliseerd met behulp van computerberekeningen en simulaties.

■ HAALBAARHEIDSSSTUDIE KOELSYSTEEM

Om het hoogste koelrendement te bereiken, is gekozen om géén mechanische koeling voor de datazaal te gebruiken. Gedurende de concept ontwerpfase zijn twee koelsystemen geanalyseerd:

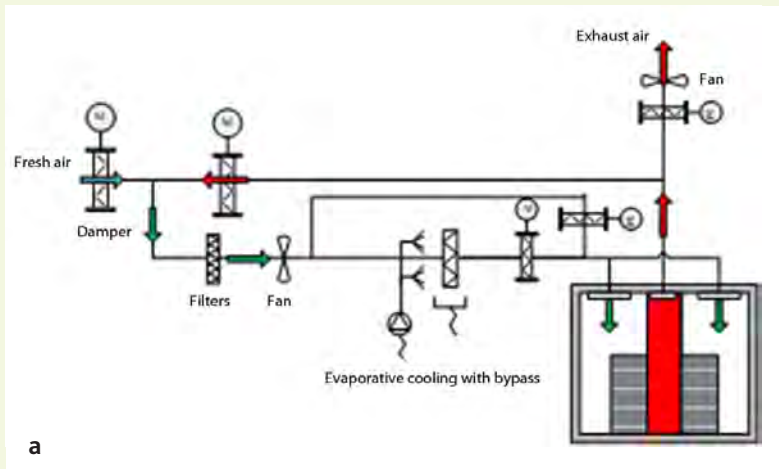
- directe koeling door de buitenlucht;

- koeling met behulp van een waterbuffer (uit een meer of een rivier).

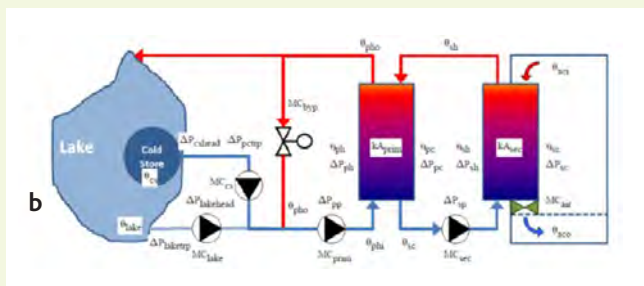
Bij directe buitenluchtkoeling komt – afhankelijk van de buitentemperatuur – de buitenlucht het datacenter binnen en wordt deze proportioneel gemengd met de warme lucht uit de datazalen. Door bevochtiging dan wel



-Figuur 1- Yandex DC Finland impressie

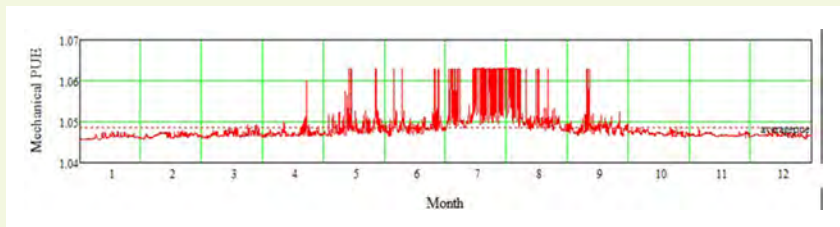


a

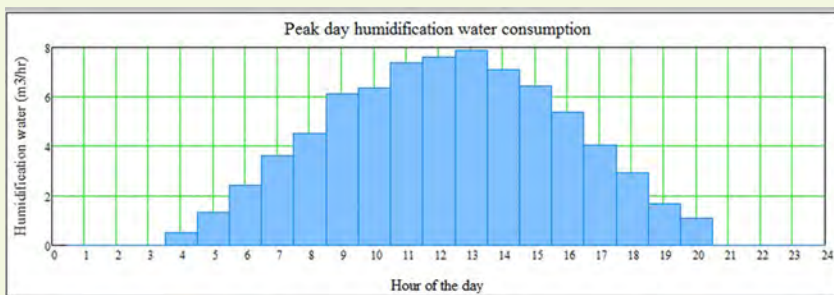


b

-Figuur 2- Directe buitenlucht koeling (a); waterkoeling (b)



-Figuur 3- Resultaten van de simulatie – koelenergie per uur gebaseerd op klimaatgegevens



-Figuur 4- Resultaten van de simulatie – watergebruik verdampingskoeling bij directe buitenlucht koeling

Zone	Koelmodi	Frequenties %
1	Directe buitenlucht (BL)	4,7%
2	BL gemengd met retourlucht (RL)	69,7%
3	BL gemengd met RL + verdampingskoeling (VD)	24,3%
4	BL + VD	1,3%
5	BL + mechanische koeling (ME)	0
6	BL + ME + gemengd met RL	0

-Tabel 1- Koelmodi voor de verschillende psychometrische zones

verdampingskoeling toe te passen, wordt de lucht de datazaal ingeblazen met de gewenste temperatuur en vochtigheid. Het waterkoelingssysteem gebruikt lokaal beschikbaar koud water als koelingsbron. Het water uit het nabije meer wordt via twee warmtewisselaars overgebracht naar de CRAC-voorzieningen in de datazalen [2].

Om het rendement van de twee koelsystemen te kunnen vergelijken, zijn twee gebouwssimulatiemodellen ontwikkeld in Mathcad [3]. Het energiegebruik van beide systemen is berekend, gebaseerd op uurgemiddelde gegevens van het lokale klimaat en de dagelijkse watertemperatuur. De gedetailleerde resultaten zijn zeer nuttig gebleken bij het kiezen van de juiste optie.

De resultaten van de simulaties geven het ontwerpteam gedetailleerde informatie over het koelrendement, het watergebruik, de wateropslagcapaciteit en nog veel meer. De resultaten van de simulaties tonen aan dat beide koelsystemen hoge koelrendementen kunnen bereiken. Het energiegebruik van de directe koeling met buitenlucht zal 4,3% van het totale energiegebruik van het datacenter bedragen. Het energiegebruik van de waterkoeling zal 3,4% van het totale energiegebruik van het datacenter bedragen. Mede gezien de initiële investering en onderhoudskosten, is uiteindelijk gekozen voor directe koeling met buitenlucht.

STUDIE BINNENKLIMAAT

Ashrae heeft richtlijnen voor datacenter binnenklimaatklassen gepubliceerd [4]. Gebaseerd op de benodigde betrouwbaarheid en prestaties van de IT-apparatuur heeft het ontwerpteam gekozen om een eigen binnenklimaatklasse te ontwerpen met als doel een grotere besparing op het energiegebruik van het koelsysteem te bereiken. Uitgebreide extra analyses zijn uitgevoerd om beter inzicht te krijgen in de impact van het toepassen van een binnenklimaat buiten de Ashrae-richtlijnen. In het gebouwssimulatiemodel is het koelbedrijf geanalyseerd met behulp van de 20 jaar historische uurklimaatdata van Mäntsälä. Na een aantal iteratieslagen en fine tuning is het optimale Yandex DC binnenklimaat bepaald op:

- relatieve vochtigheid: 20-80%;
- droge boltemperatuur: 20-25°C (in extreme situaties staat Yandex 30 °C voor een paar uur toe).

Het Mollier-diagram kan, voor de directe buitenlucht koeling met het gekozen binnenklimaat, verdeeld worden in 6 zones, ieder met een andere bedrijfstoestand. In tabel 1 is te zien dat bedrijfstoestand 5 en 6 niet nodig zijn. Met het gekozen binnenklimaat is het

dus mogelijk het datacenter te laten werken zonder mechanische koeling.

CFD OPTIMALISATIESTUDIE

Met behulp van Computational Fluid Dynamics (CFD) simulaties [5] is het koelsysteem voor het datacenter verder geoptimaliseerd, waarbij CFD gebruikt is om:

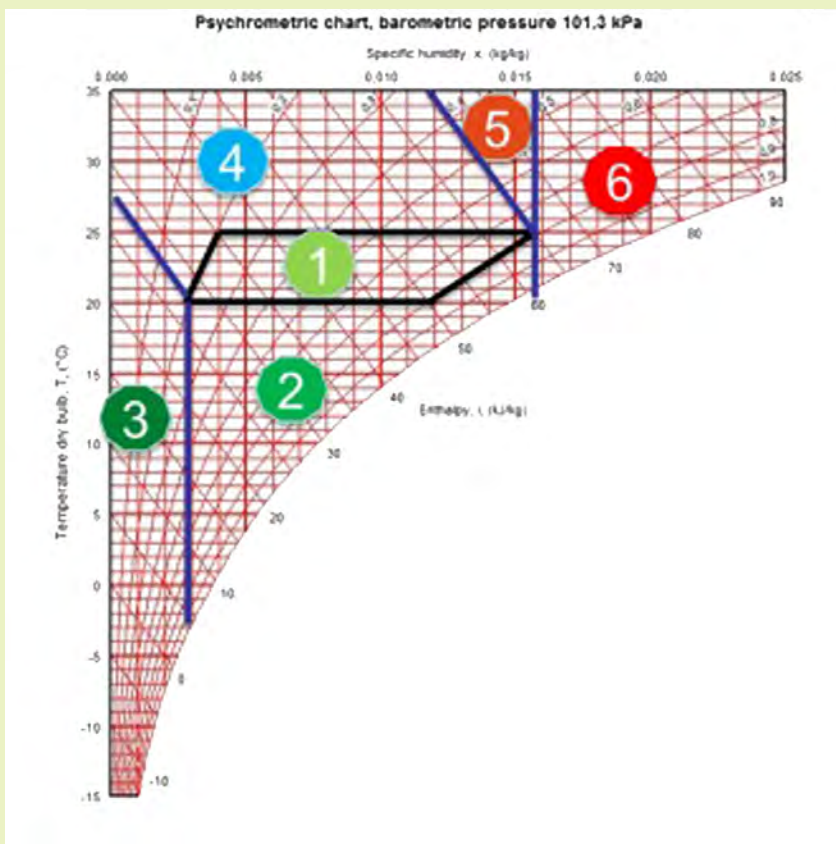
- recirculatie van warme lucht terug in de koude inblaaslucht te voorkomen;
- gebruik te maken van de wind: de vorm van het gebouw is geoptimaliseerd door overdruk aan de voorkant en onderdruk aan de achterkant van het gebouw te genereren. Het resulterende drukverschil zorgt voor een afname van het ventilatorvermogen;
- stratificatie van warme en koude lucht in de luchtbehandelingskasten te vermijden als de buitenlucht (-32 °C als extreme conditie) wordt gemengd met warme retourlucht (42°C);
- de luchtverdeling in de datazalen te optimaliseren, zodat hot spots in de datazalen voorkomen worden.

SAMENVATTING

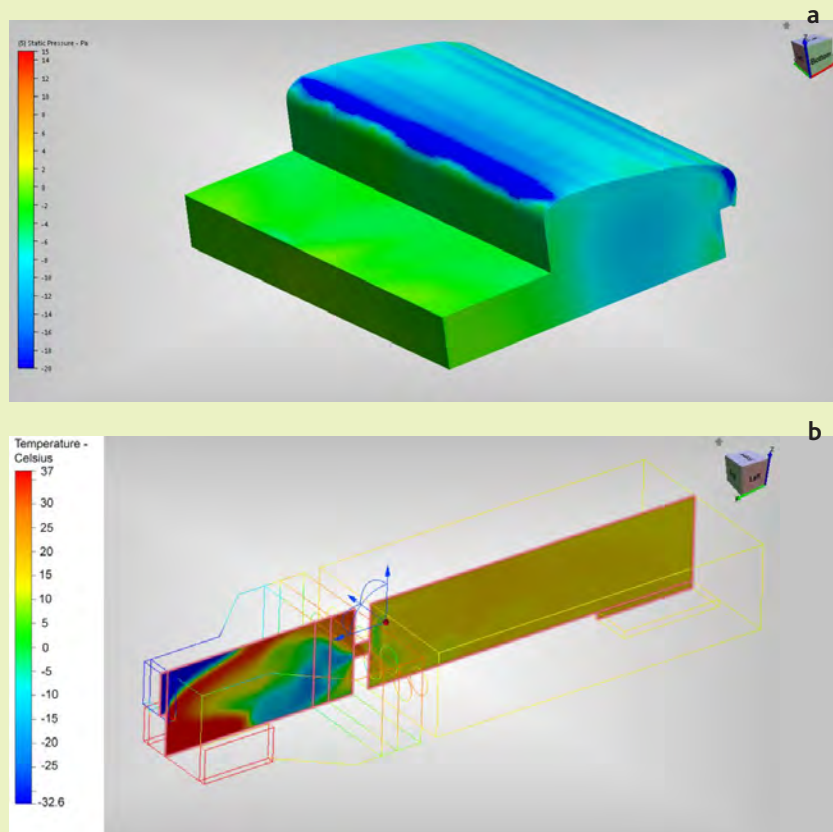
Het is het vermelden waard, dat er tevens een energiesimulatie met DesignBuilder (Energyplus) is uitgevoerd voor het kantoordeel van het Yandex DC Finland met als doel het energiegebruik nog verder te verlagen. Bij dit projectvoorbeeld is het berekende totale energiegebruik van de stroomdistributie, het koelsysteem en andere ondersteunende infrastructuur slechts 13% van het totale energiegebruik van het Yandex DC Finland, één van de laagste voor datacenters van deze klasse. De adviseurs van het Data Centre Competence Centre van Royal HaskoningDHV snappen de behoeften van onze datacenterklanten en de dynamische omgeving waarin zij werken. Hierdoor zijn zij in staat om snel tot de beste oplossing te komen, zodat onze klant de concurrentie een stap voorblijft. Gebouwsimulatie helpt hierbij, doordat in een virtuele omgeving oplossingen snel verkend worden en dit helpt bij het oplossen van complexe vraagstukken.

REFERENTIES

1. Yandex. (2015). Retrieved 2015, from Yandex: https://company.yandex.com/general_info/yandex_today.xml
2. RHDHV (2013). Yandex DC Finland water cooling concept simulation report
3. RHDHV. (2013). Yandex DC Finland concept study Annex 5 water cooling and air cooling comparison study
4. Ashrae. (2011). 2011 Thermal Guidelines for Data Processing Environment
5. RHDHV. (2013). Yandex DC Finland CFD study report



-Figuur 5- Yandex DC Finland ontwerp binnenklimaat voor normaal bedrijf



-Figuur 6- Yandex DC Finland CFD simulaties