

Kortsluiting luchtcirculatie dry coolers

Dry coolers zijn uitermate functioneel voor het koelen van diverse processen of installaties. Vanuit een esthetisch oogpunt beschouwd, zijn ze meestal niet de gewenste kroon op het werk van de architect. Dry coolers worden daarom vaak afgeschermd door een opstaande dakrand of visueel afgeschermd door een hoger gebouwdeel. En dan is het maar de vraag of het systeem nog werkt. Kortsluiting in de luchtcirculatie kan de capaciteit aanzienlijk beperken. Met behulp van CFD-simulaties is het mogelijk kortsluiting nader te onderzoeken en oplossingen te ontwikkelen. Dit artikel geeft een tweetal voorbeelden van CFD-simulaties voor dry coolers. De resultaten worden tevens vergeleken met een praktijkexperiment.

- door dr.ir. C.J. Wisse*

In documentatie van dry coolers worden aanbevelingen gedaan voor de opstelling van dry coolers. De koelers dienen zodanig te worden opgesteld dat aan de volgende criteria wordt voldaan [1].

1. Voldoende vrije ruimte aan de luchtinlaatzijde van de koeler. Minimaal rondom de koeler 1 meter vrije ruimte.
2. Luchtuitblaaszijde vrij van belemmeringen.
3. Geen kortsluiting in de luchtcirculatie.

In de praktijk is gebleken dat het in acht nemen van alleen de eerste twee richtlijnen onvoldoende is. De vraag is hoe er invulling aan de derde richtlijn kan worden gegeven. Naast het achteraf uitvoeren van temperatuurmetingen en rookproeven is het mogelijk om vooraf met behulp van Computational Fluid

Dynamics systemen met dry coolers door te rekenen. Dit biedt perspectieven voor het ontwerptraject. DWA installatie- en energieadvies heeft CFD-berekeningen voor deze toepassing verder tot ontwikkeling gebracht.

Dit artikel geeft een tweetal voorbeelden van stromingssimulaties voor dry coolers met Computational Fluid Dynamics. In het eerste deel worden rookproeven en praktijkmetingen vergeleken met de resultaten van de computersimulaties. Het betreft dry coolers op een pier van Luchthaven Schiphol. Het tweede deel laat zien hoe kortsluiting in het ontwerptraject kan worden voorkomen met de computersimulaties. Dit gebeurt aan de hand van het ontwerp van de te renoveren energiecentrale van het Academisch Medisch Centrum in Amsterdam.

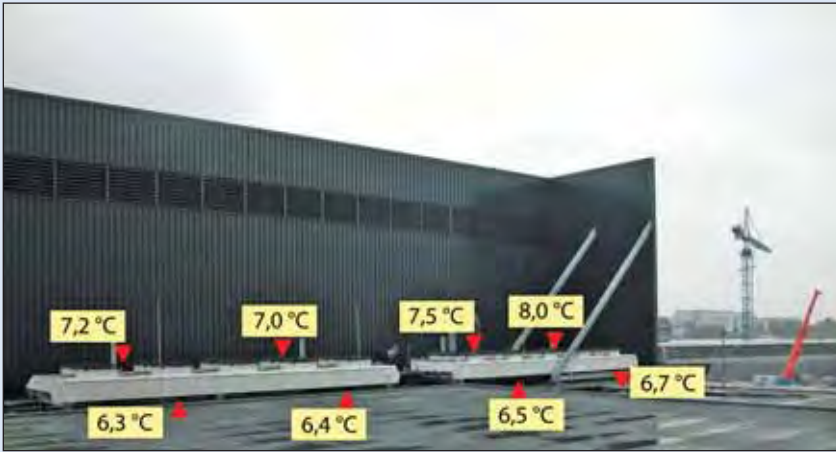
DRY COOLERS NAAST EEN HOGE WAND

Luchthaven Schiphol past dry coolers onder andere toe in combinatie met opslag van warmte en koude in de bodem (aquifer). De dry coolers uit figuur 1.1 worden onder andere toegepast voor het laden van koude van de ondergrondse energieopslaginstallatie gedurende de winterperiode. De geladen koude wordt in de zomerperiode benut voor koeling van het gebouw. Tijdens monitoring van de installatie is gebleken dat er onvoldoende koude geladen werd. De temperaturen zijn gemeten op verschillende posities rond de dry coolers. De gemeten waarden zijn weergegeven in figuur 1.1. Aan de vrije zijde wordt de vrije-veldwaarde gemeten: gemiddeld 6,5 °C. Aan de zijde van de wand is de temperatuur van de aanvoerlucht 0,7 – 1,7 °C hoger dan het vrije veld.

De dry coolers waren daarom 40 % minder efficiënt dan vergelijkbare dry coolers op een andere pier van de Luchthaven. Met behulp van rookproeven zijn de luchtstromingspatronen in beeld gebracht. Hieruit bleek dat de temperatuurverhoging mede het gevolg is van kortsluiting in de luchtcirculatie (zie figuur 1.2).

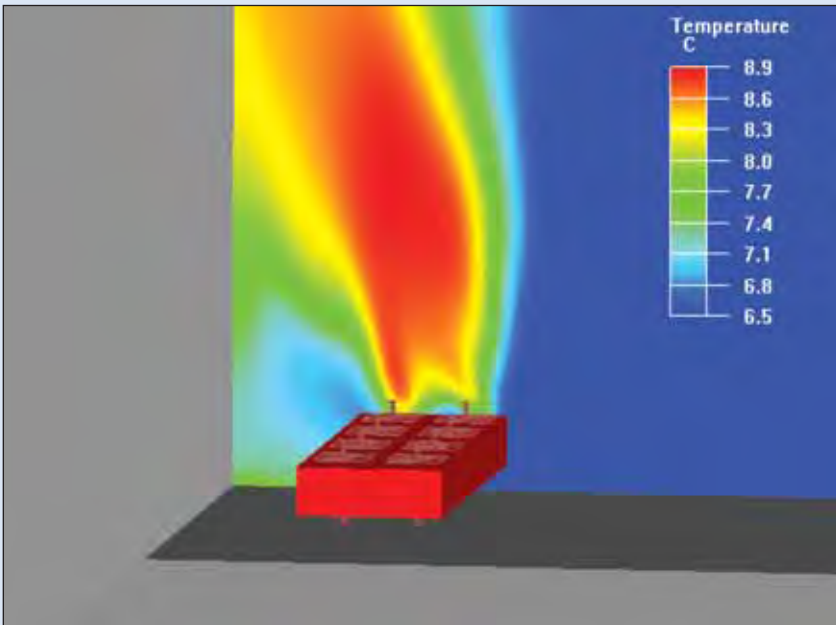
De configuratie uit figuur 1.1 is doorgekeurd met CFD en vergeleken met de rookproeven. Figuur 1.3 en figuur 1.4 geven de resultaten weer van de

* DWA installatie- en energieadvies



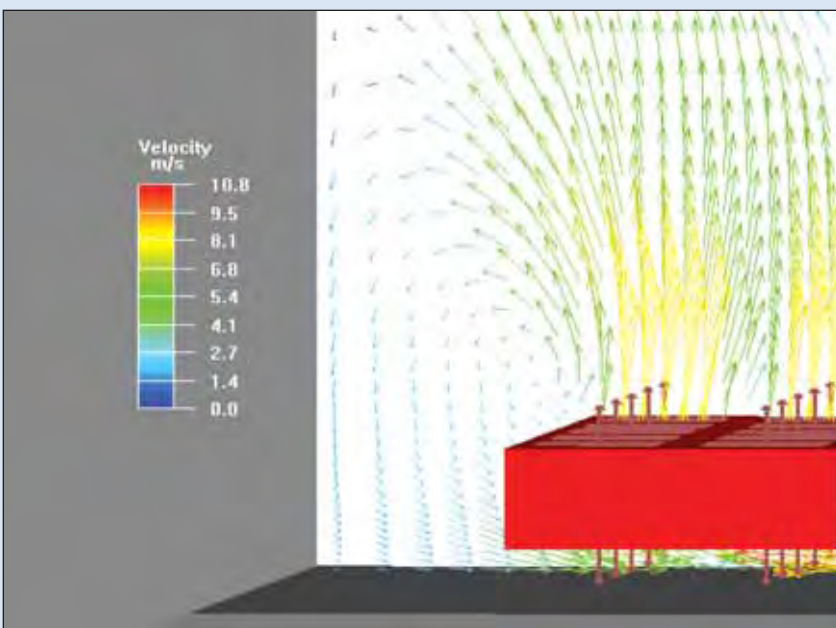
Gemeten temperaturen rond dry coolers met hoge wand.

- FIGUUR 1.1 -



Temperaturen rond dry coolers bij een omgevingstemperatuur van 6,5 °C.

- FIGUUR 1.3 -



Luchtstromingspatroon rond dry coolers.

- FIGUUR 1.4 -



Rookproef dry coolers naast hoge wand.

- FIGUUR 1.2 -

computersimulaties. De vrije straal van de uitblaasluft genereert een wervel bij de opstaande wand die warme lucht uit de uitblaas 'meeslept'. De berekende temperatuurverhoging valt binnen de range van de gemeten waarden uit figuur 1.1. Hieruit blijkt dat CFD-berekeningen kunnen worden ingezet voor het ontwerpen van systemen met dry coolers.

ONTWERP DRY COOLERS ENERGIECENTRALE AMC AMSTERDAM

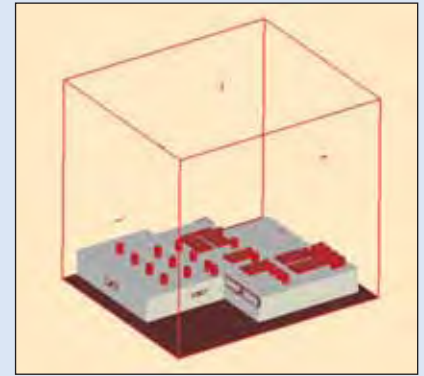
Voor het ontwerp van de energiecentrale van het Academisch Medisch Centrum (AMC) in Amsterdam is een aantal CFD-berekeningen uitgevoerd om de mogelijke kortsluiting in luchtstromen tussen dry coolers te voorkomen. De energiecentrale wordt gerenoveerd en onderdeel van de renovatie is vervanging van de bestaande warmte/krachtunits. De WKK's spelen een belangrijke rol in de energievoorziening van het AMC.

De geproduceerde warmte en elektriciteit wordt gebruikt in de gebouwen van het AMC. De warmte/krachtunits hebben tevens de functie als noodstroomaggregaat. Een klein deel van de geproduceerde warmte kan niet in het gebouw worden gebruikt. Deze restwarmte wordt afgevoerd door dry coolers die op het dak van de nieuwe energiecentrale komen. Als het sys-



Het AMC te Amsterdam renoveert de energiecentrale.

- FIGUUR 2.1 -

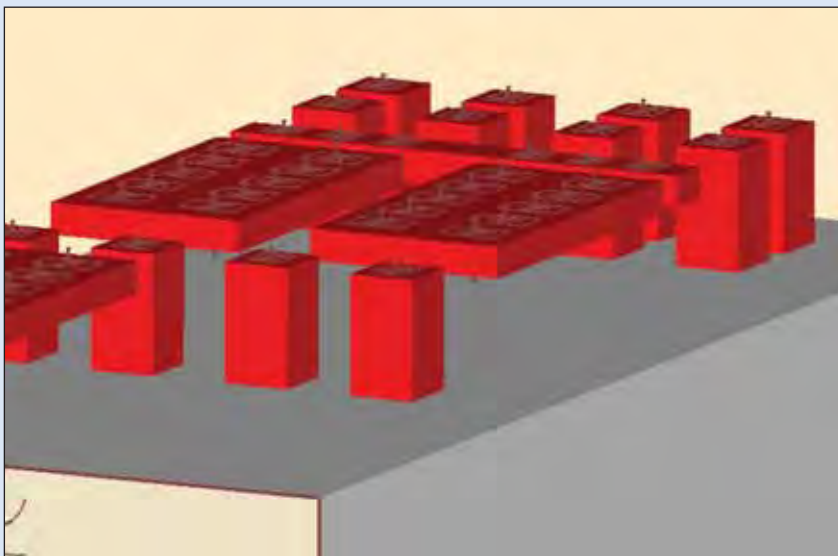


Rekenmodel dry coolers energiecentrale AMC.

- FIGUUR 2.2 -

teem voor warmtebenutting in het gebouw door storing niet beschikbaar is, moet alle warmte via de dry coolers worden afgevoerd. Als de dry coolers onvoldoende capaciteit leveren kan dit ertoe leiden dat de WKK's worden afgeschakeld.

Op het dak van de energiecentrale komen verder ook de afvoerventilatoren van halventilatie te staan. Eén van de vragen tijdens het ontwerp was of de dry coolers onderling geen kortsluiting zullen vertonen en of de dry coolers geen kortsluiting maken met de halventilatie (uitblaas en inlaat). Het betreft dan vooral warme zomerdagen. Om deze vragen te beantwoorden, zijn er CFD-simulaties uitgevoerd.



Rekenmodel dry coolers met dakventilatoren dak energiecentrale AMC.

- FIGUUR 2.3 -

WERKWIJZE

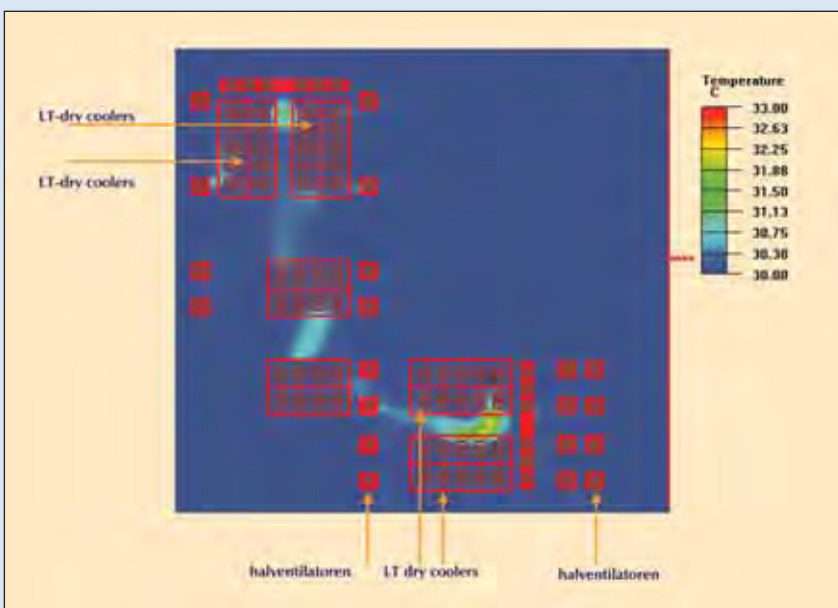
Figuur 2.2 en figuur 2.3 geven het rekenmodel weer. Het rekendomein wordt verdeeld in kleine celletjes (in dit geval 1-1,5 miljoen). In de celletjes wordt de stromingsvergelijking opgelost. Figuur 2.2 geeft de basisgeometrie weer, die is doorgerekend. De volgende ontwerpvarianten zijn daarnaast onder andere doorgerekend.

- Effect lagere uitblaassnelheid halventilatoren.
- Effect opstaande dakrand.

RESULTATEN

Basiscase

De resultaten van de basiscase zijn weergegeven in figuur 2.4 tot en met figuur 2.6. De meest kritische situatie is zichtbaar in figuur 2.4. Daarin zijn de luchttemperaturen 10 cm onder de dry coolers weergegeven. In figuur 2.5 zijn dezelfde resultaten in een ander aanzicht weergegeven.



Temperaturen horizontaal vlak 10 cm onder de dry coolers. Basiscase.

- FIGUUR 2.4 -

Het betreffen meerdere circuits van de warmte/kracht-éénheden met elk verschillende temperatuurtrajecten. De luchttemperaturen onder de laagtemperatuur dry coolers (LT-coolers) zijn het meest kritisch, omdat het verschil tussen de aanvoertemperatuur en de uitblaastemperatuur slechts 3 °C bedraagt. Een verhoging van de aanvoertemperatuur van bijvoorbeeld 1 °C betekent een 33 % reductie van het koelvermogen, omdat de uitblaastemperatuur door het te koelen proces wordt beperkt. De 'hot spots' blijken in dit geval voornamelijk tussen de blokken van de LT-coolers op te treden.

De temperatuurverhoging tussen de dry coolers wordt veroorzaakt door een neerwaartse stroming tussen de twee blokken LT-coolers (zie figuur 2.6). Dit kan worden voorkomen door een plaat tussen de twee blokken dry coolers aan te brengen (zie figuur 2.7).

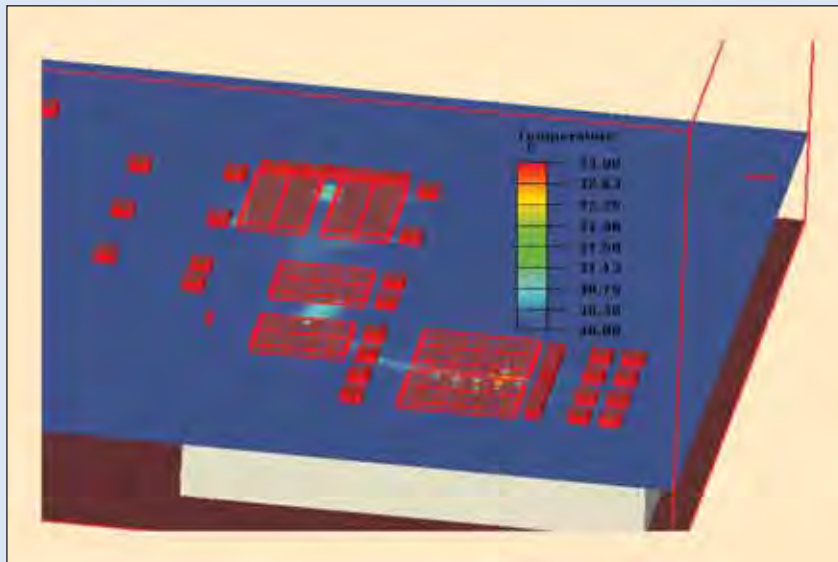
Kortsluiting met halventilatie?

De energiecentrale wordt geventileerd via toevoeropeningen in de gevel. De uitblaas van de ventilatielucht is gepositioneerd op het dak van de energiecentrale. De uitblaastemperatuur is 40 °C. Bij het ontwerp van de afvoerventilatoren zal rekening moeten worden gehouden met de uitblaassnelheid. Die moet minimaal van dezelfde orde van grootte zijn als de uitblaassnelheid van de dry coolers (10 m/s).

In figuur 2.8 en figuur 2.9 zijn de resultaten weergegeven als de halventilatoren naast de LT-coolers een lage uitblaassnelheid hebben (3-5 m/s). Zoals te zien in figuur 2.9 leidt dit er toe dat de warme uitblaaslucht van 40 °C in de aanvoerlucht van de dry coolers wordt gezogen.

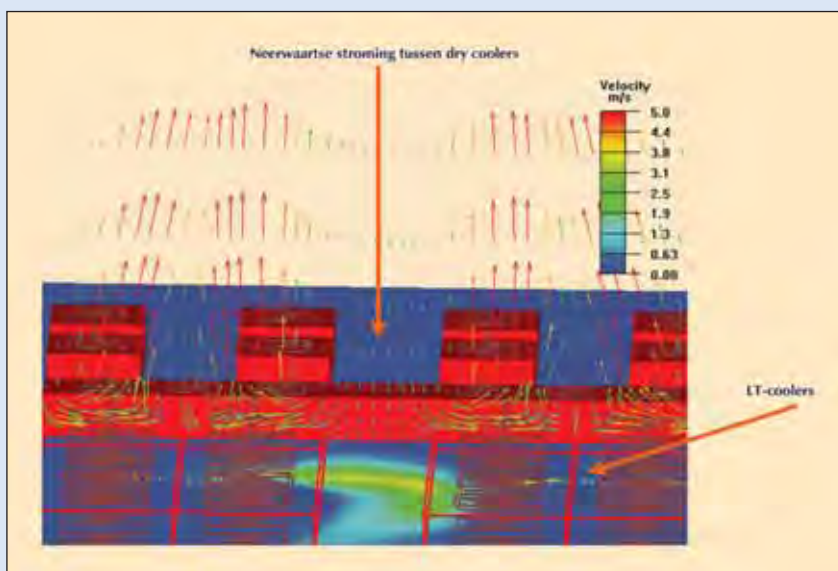
INVLOED OPSTAANDE DAKRAND

Bij het ontwerp van de energiecentrale spelen naast technische ook esthetische overwegingen een rol. Het heeft daarom sterk de voorkeur de dry coolers aan het oog te onttrekken door middel van een opstaande dakrand. Om het effect van de opstaande dakrand te onderzoeken, is de geometrie van het CFD-model aangepast. Zoals te zien in figuur 2.10, is de dakrand deels open en deels gesloten. De open



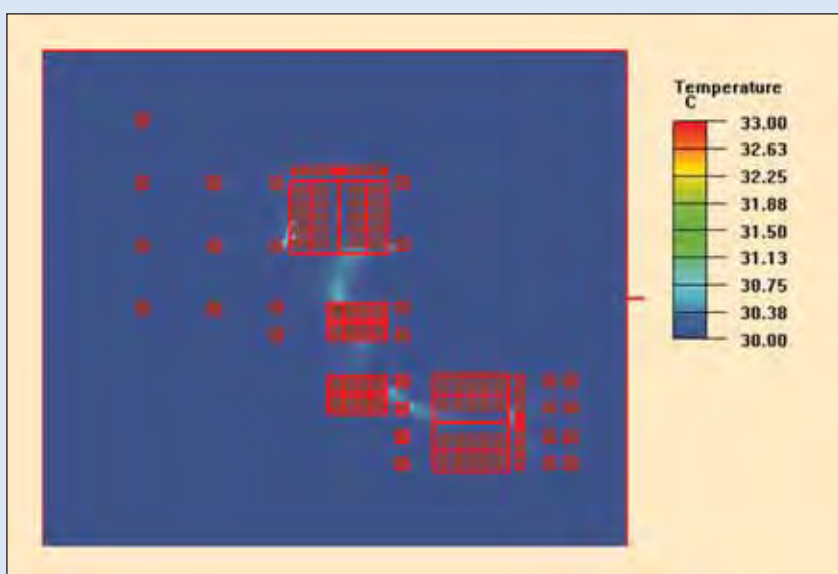
Temperaturen horizontaal vlak 10 cm onder de dry coolers. Basiscase.

- FIGUUR 2.5 -



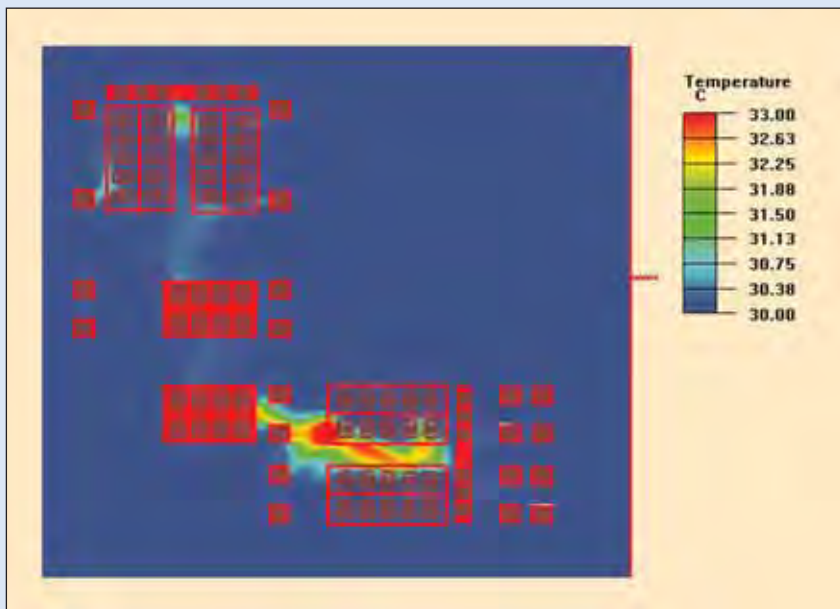
Neerwaartse stroming tussen de dry coolers. Basiscase.

- FIGUUR 2.6 -



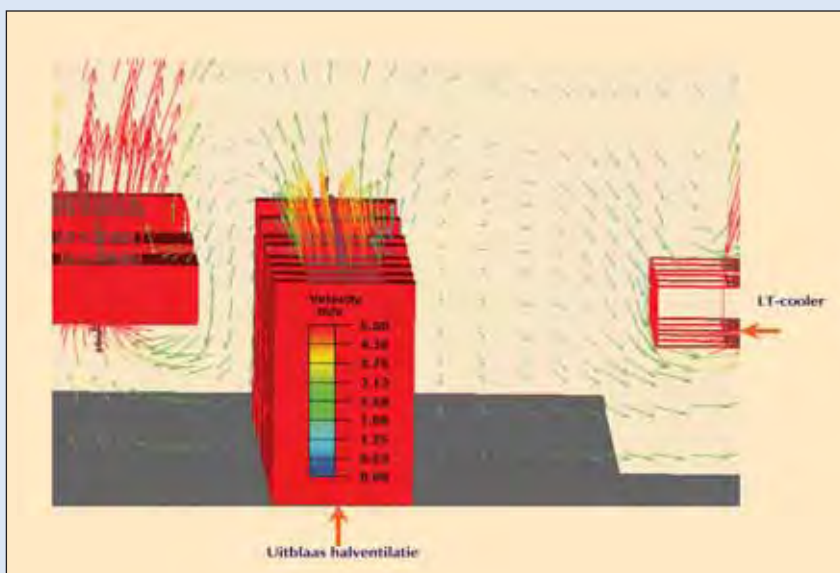
Dry coolers met afdekplaat.

- FIGUUR 2.7



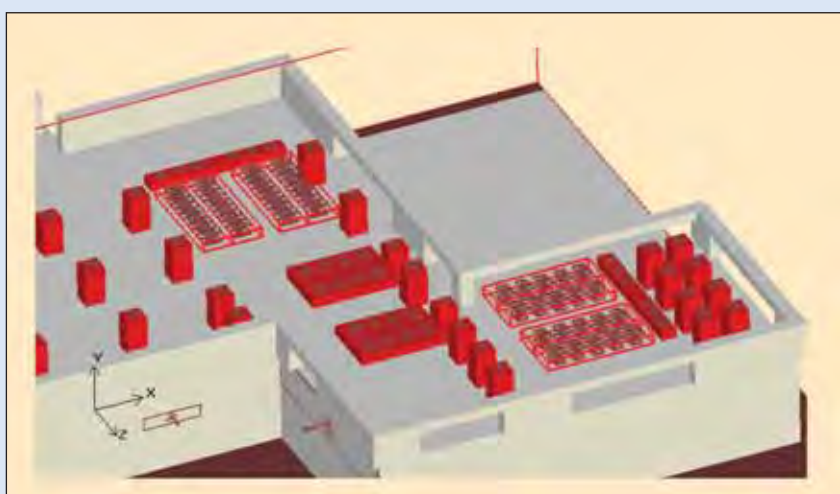
Temperaturen horizontaal vlak 10 cm onder de dry coolers bij lage uitblaasnelheid dakventilatoren.

- FIGUUR 2.8 -



Effect lage uitblaasnelheid halventilatie. De lucht wordt aangezogen door de dry coolers.

- FIGUUR 2.9 -



CFD-model van energiecentrale met een opstaande dakrand.

- FIGUUR 2.10 -

delen zijn voor 100 % open. In figuur 2.11 zijn de temperaturen onder de dry coolers weergegeven. Ten opzichte van de basiscase treden er meer 'hot spots' op. Dit komt doordat er bij de dichte delen van de opstaande dakrand een neerwaartse stroming ontstaat (zie figuur 2.12). Door interactie tussen de neerwaartse stroming en de warme uitblaasluft van de dry coolers ontstaan de extra 'hot spots'. Gezocht wordt naar oplossingen die leiden tot een opstaande dakrand die stromingstechnisch open is, maar visueel gesloten.

MAATREGELEN

Naar aanleiding van het CFD-onderzoek zijn de volgende maatregelen aanbevolen:

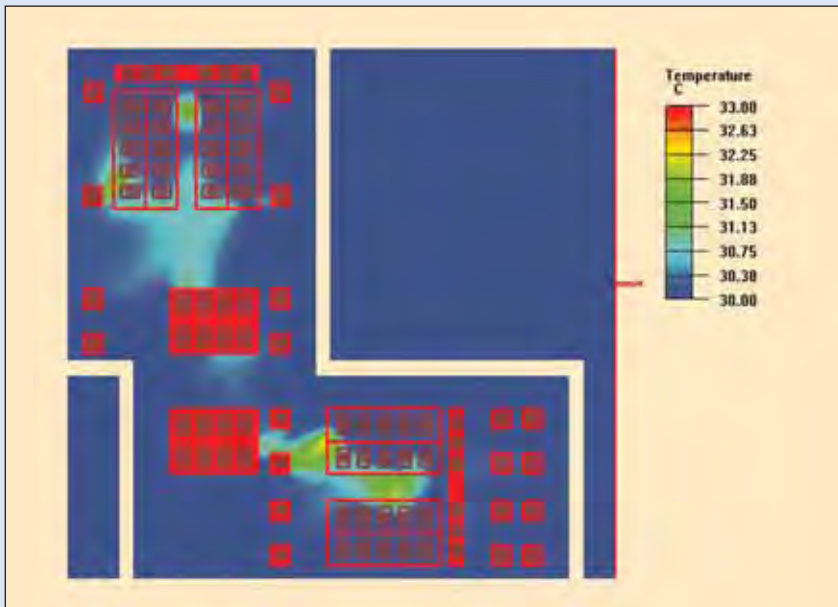
- dakventilatoren met een uitblaasnelheid die gelijk is aan de uitblaasnelheid van de dry coolers (10 m/s);
- een opstaande dakrand die stromingstechnisch gezien volledig open is;
- afdekking van de open ruimte tussen de blokken dry coolers van het laagtemperatuursysteem van de warmte/kracht-eenheden.

LITERATUUR

1. *Documentatie Luchtgekoelde vloeistofkoelers*, 53.08, Helpman.

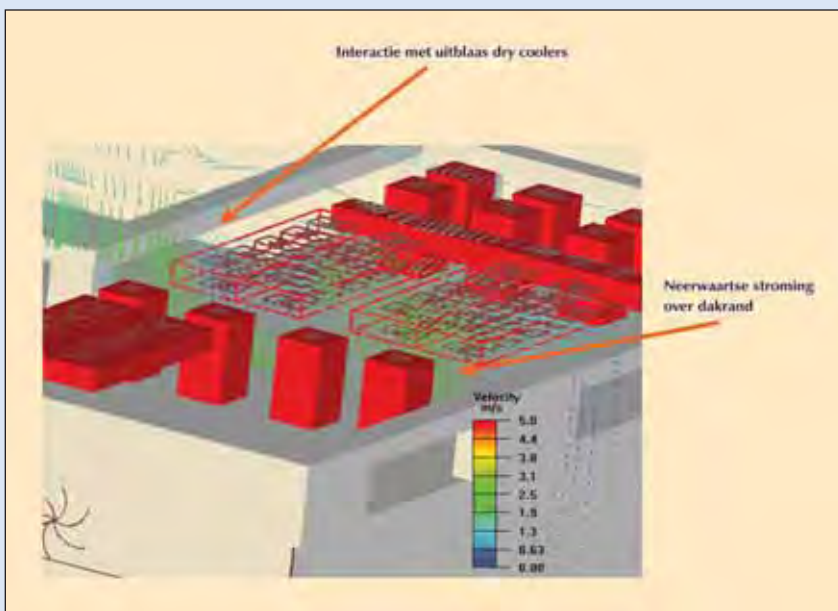
VOETNOTEN

- ¹ De rookproeven zijn door DWA in samenwerking met Amsterdam Airport Schiphol uitgevoerd (D.O. Rijksen, DWA en B. de Goeij, A.S. van Weers, AAS)
- ² De simulaties zijn uitgevoerd voor windstil weer, de omgeving is dus niet meegenomen. Windeffecten zullen een rol gaan spelen bij windsnelheden van dezelfde orde van grootte als de uitblaasnelheid van de dry coolers (10 m/s). Knelpunten met de dry coolers zullen pas optreden bij een buitentemperatuur hoger dan 30 °C. Combinatie van deze buitentemperatuur met een windsnelheid van 10 m/s is niet waarschijnlijk.



Temperaturen horizontaal vlak 10 cm onder de dry coolers, effect opstaande dakrand.

- FIGUUR 2.11 -



Neerwaartse stroming bij dichte delen van de opstaande dakrand.

- FIGUUR 2.12 -

MEERWAARDE CFD-BEREKENINGEN DRY COOLERS

- Ontwerptool gecontroleerd met behulp van praktijkmetingen.
- Inzicht in de ontwerpvrijheid voor de architect.
- Knelpuntanalyse bestaande systemen.
- Kwantitatieve gegevens over gevolgen kortsluiting luchtcirculatie.
- Voorkomen van faalkosten door simulaties in ontwerptraject.

- KADER 1 -

DUURZAAM INTERNET PORTAL

Een nieuw web-portal is online: www.duurzaam2020.nl. Met deze startpagina wil advies- en ingenieursbureau DHV de informatievoorziening over het proces naar een duurzaam Nederland faciliteren. Duurzaam2020.nl biedt content voor iedereen die professioneel betrokken of persoonlijk is geïnteresseerd in het thema. Variërend van duurzaam beleggen en duurzaam bouwen tot duurzaam ondernemen en duurzame mobiliteit.

BAM BESTE IMAGO

Van alle landelijk opererende aannemers heeft BAM volgens de bouwsector het beste imago ontwikkeld. Het bouwbedrijf uit Bunnik wordt door 17% van de respondenten genoemd als aannemer die de afgelopen vijf jaar het meest het imago van beste aannemer van Nederland heeft ontwikkeld. BAM wordt op afstand gevolgd door Heijmans (12%) en Dura Vermeer (11%). Dit blijkt uit recent onderzoek van USP Marketing Consultancy.

LAATSTE STAP NAAR ENERGIELABEL

Bedrijven kunnen sinds kort worden gecertificeerd voor het afgeven van energieprestatiecertificaten, ofwel energielabels. Ook kunnen er nu rechtsgeldige energielabels aan gebouweigenaren worden afgegeven. De laatste belangrijke stap in het voorbereidingstraject naar 1 januari 2008 is daarmee gezet. Dit is de datum waarop gebouweigenaren wettelijk verplicht zijn om bij verhuur en verkoop van gebouwen een energielabel te tonen. Het label moet zijn opgesteld door een hiervoor gecertificeerd bedrijf. Per 1 september 2007 zijn KIWA, SKW, en KEMA gerechtigd om organisaties te certificeren die energieprestatiecertificaten, ofwel energielabels, willen gaan afgeven. Volgens 59% van de partijen in de bouw zal het energielabel voor de nieuwe gebruiker een belangrijk selectiecriteria zijn. Daarnaast verwacht 65% van deze bouwpartijen dat de energiecertificering van gebouwen zal leiden tot een forse toename van investeringen in verbeterde isolatie en technische installaties. Dit blijkt uit recent onderzoek van USP Marketing Consultancy onder opdrachtgevers, voorschrijvers, aannemers en installateurs. Uit eerder onderzoek van USP kwam echter naar voren dat slechts 7% van de Nederlanders bekend is met de inhoud van het energielabel.