

# Thermische optimalisatie van uw datacentrum

Datum: 7 juni 2016

Rapport no.: 2016-076

Revisie no.: 1.0

- De meeste apparatuur die in een datacentrum gebruikt wordt, is ontwikkeld voor een hogere omgevingstemperatuur dan waar deze apparatuur normaliter in gebruikt wordt.
- De specificatie van de meeste apparatuur geeft aan dat een maximale ingaande luchttemperatuur van 35-40°C toegestaan is.
- Met deze condities kan de apparatuur nog steeds maximaal performen: de processor en andere functies werken maximaal en dissiperen hierdoor ook maximaal.
- Daarnaast wordt er vaak een gemiddelde temperatuur gespecificeerd van 25°C voor de levensduur. Hierbij gelden ook gemiddelde dissipaties.
- De interne koeling (koellichamen/ heatsinks/ ventilatoren) in de apparatuur zorgt ervoor dat er voldoende koeling is onder alle omstandigheden. De ventilatorregeling zorgt ervoor dat de interne componenten binnen hun specificatie blijven, onder alle condities.
- In alle gevallen is het doel van koeling op zowel datacentrum-, kast- als apparatuur niveau dat de componenten in de apparatuur binnen de specificaties blijven. Zodat daardoor de apparatuur aan de performance eisen blijft voldoen en niet voortijdig gaat disfunctioneren of zelfs defect raakt door oververhitting.

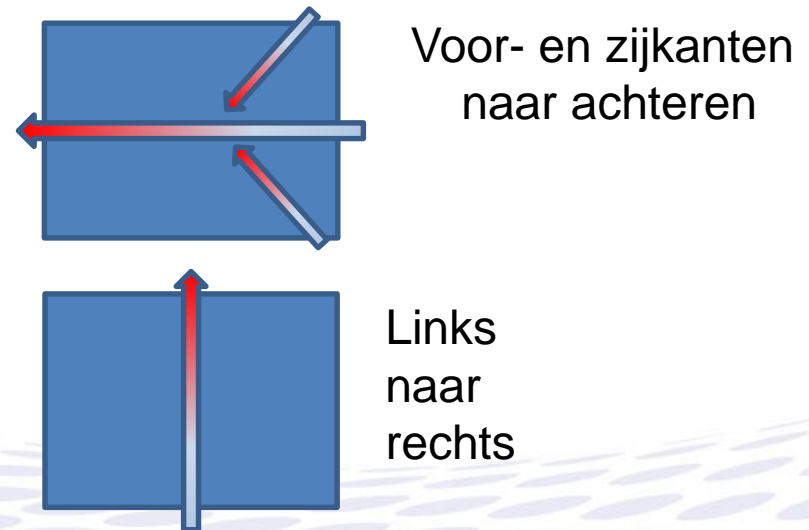
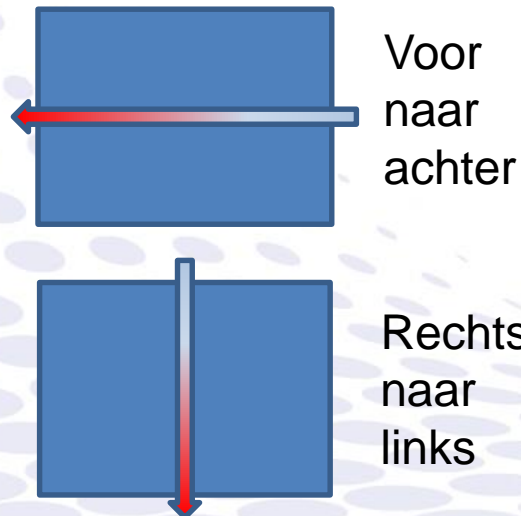
- Apparatuur die gebruikt wordt in een datacentrum heeft een hoge energiedichtheid. Dissipaties van 400-600W en meer per 1U zijn standaard. Kasten gevuld met deze apparatuur dissiperen tussen de 10-20kW. Een datacentrum staat vol met dergelijke kasten.
- In de meeste gevallen wordt gebruik gemaakt van luchtkoeling maar in sommige gevallen ook van vloeistofkoeling.
- Vanwege de hoge energieconcentratie in de apparatuur wordt voor de interne koeling gebruikt gemaakt van geforceerde koeling. Dit vindt plaats door middel van ventilatoren.
- De luchtstroom in de apparatuur is geoptimaliseerd om de componenten - al dan niet voorzien van koellichamen - netjes binnen de specificatie te houden.
- De leveranciers van de apparatuur besteden veel aandacht aan het thermisch ontwerp: dat is een integraal onderdeel van het ontwikkelproces.

## Samenbouwen van apparatuur in een kast

Apparatuur, bijvoorbeeld een 1U server, staat echter niet op zichzelf maar wordt in een kast met andere apparatuur geïntegreerd.

Hetzelfde type met een andere functie van dezelfde of van verschillende leveranciers. Kortom: veel variatie die niet te voorspellen is

Helaas is er geen uniformiteit (zoals bij een USB-connector) van de locatie van de luchtinlaat en luchtuitlaat van de apparatuur. Hierdoor moet er goed opgelet worden en dienen er tijdig maatregelen genomen te worden bij het samenbouwen. Dit om te voorkomen dat de apparatuur elkaar negatief beïnvloedt.



Situaties die kunnen ontstaan in een kast maar ook tussen kasten onderling evenals tussen de warme en de koude gangen:

- De warme lucht uit het ene systeem wordt bij een ander systeem naar binnen gezogen.
- Aanwezigheid van interne (lucht)kortsluitingen.  
Gevolg: de uitgaande opgewarmde lucht stroomt weer geheel of gedeeltelijk terug naar de inlaat en zorgt zo voor extra opwarming.
- De kortsluitingen kunnen ontstaan door bijvoorbeeld:
  - Het niet luchtdicht afsluiten.
  - Geen of onjuist gebruik maken van blindplaten.
  - Kabeldoorvoeren die niet voldoende afgedicht zijn.
  - Roosters in deuren die teveel weerstand hebben voor de hoeveelheid lucht die nodig is voor de apparatuur.
- Verschillen in gebruikte ventilatoren en ventilatoren die op verschillende snelheden draaien.

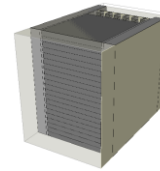


Situaties die kunnen ontstaan in een kast maar ook tussen kasten onderling:

- Bij een systeem dat in 'idle mode' staat, draaien de ventilatoren op minimale snelheid. Is er een ander systeem dat op 'full mode' staat in de nabijheid in de kast, draaien de ventilatoren op een hogere of volle snelheid. Als de kast te (lucht)dicht is aan de inlaatzijde kan het gebeuren dat er een negatieve stroming op gang komt door het systeem dat in 'idle mode' staat. Warmtelucht zal van de achterzijde (= warme zijde) van de kast aangezogen worden en via het idle systeem naar de inlaatzijde stromen.
  - Hierdoor kunnen zowel in het systeem dat in 'idle mode' staat als in het systeem dat in 'full mode' staat temperatuurproblemen ontstaan.
  - De ventilatoren in de apparatuur staan meestal in serie met de ventilatoren van de luchtbehandelingskasten. Daardoor kunnen deze ventilatoren elkaar positief maar ook negatief beïnvloeden.
- **Algemeen: Lucht kiest altijd de weg van de minste weerstand!**

# Situatie in een kast met servers

## Luchtstroming

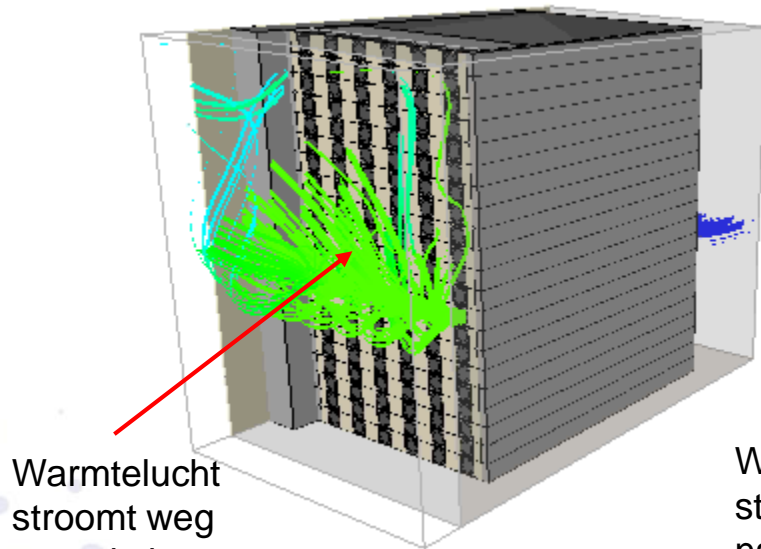


Uitlaat  
achterzijde

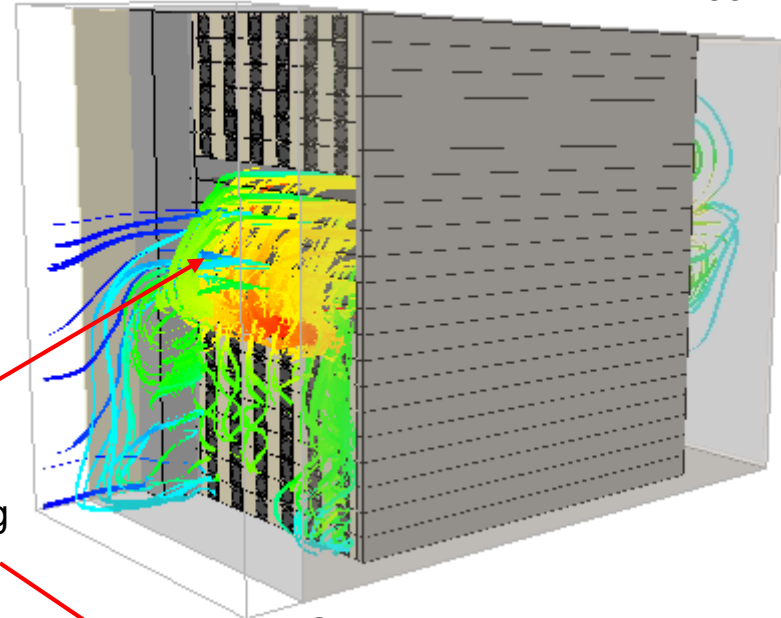
Inlaat  
voorzijde

Uitlaat  
achterzijde

Inlaat  
voorzijde



Warmtelucht  
stroomt weg  
naar de hete gang

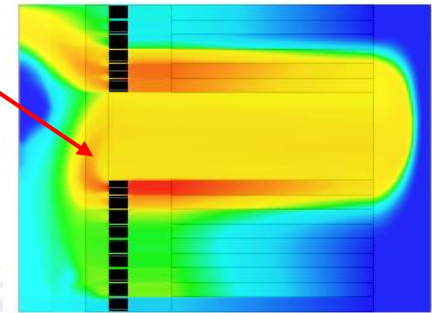
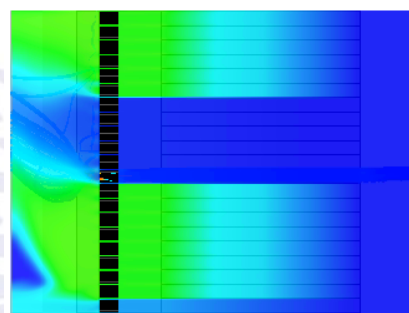
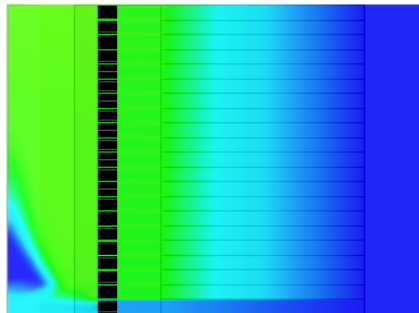


Warmtelucht  
stroomt terug  
naar voren

Server 10-15 niet geïnstalleerd  
Geen blindplaten gebruikt

Full compute

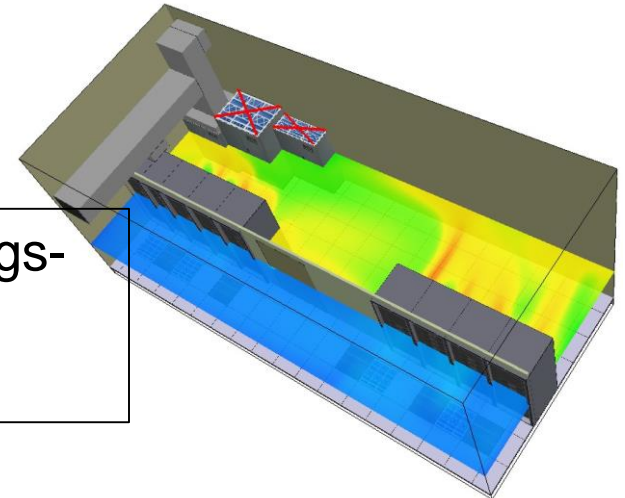
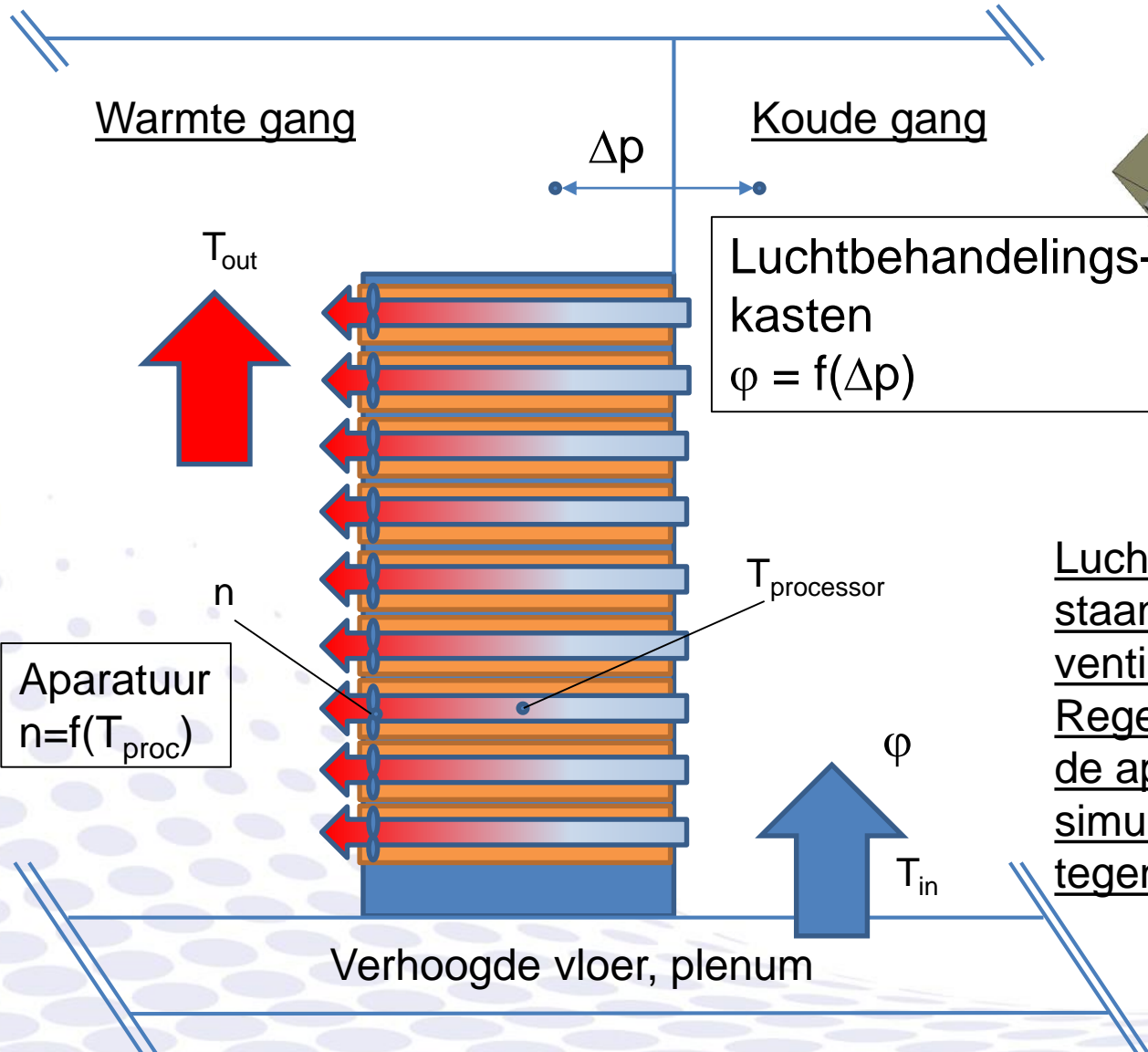
Partly idle



- In het datacentrum komt alles samen. Er ontstaat een complexe lucht- en warmtestroming: vanuit de luchtbehandelingsunits via de verhoogde vloer naar de uitstroom roosters en - indien aanwezig - via de koude gang naar zowel de inlaat van de kasten als de inlaat van de ingebouwde apparatuur. Vervolgens zal deze via de uitlaten en de warme gang weer terugstromen naar de luchtbehandelingskasten.
- De luchtverdeling die uit de vloerroosters komt, wordt beïnvloed door de geometrie en openheid van de roosters. Maar ook door alle obstructies die de luchtverdeling op zijn weg onder de vloer tegenkomt. Dit begint al bij het uitstromen van de lucht bij de luchtbehandelingskast. De keuze van het type roosters en de luchtweerstand is van groot belang voor de uiteindelijke luchtverdeling. Verder zuigt de apparatuur de lucht uit de koude gang waardoor er lokaal een onderdruk ontstaat die anders is dan wanneer de apparatuur in 'idle mode' of 'full mode' opereert.
- De koude gang wordt op overdruk gezet en gehouden. Meestal is er een verschil van  $\sim 10\text{Pa}$ . De geleverde hoeveelheid lucht wordt zo in balans gebracht met gevraagde hoeveelheid van de apparatuur.



# Situatie kast in het datacentrum



Luchtbehandelingsventilatoren staan in serie met de ventilatoren in de apparatuur. Regelingen voor de ruimte en in de apparatuur zelf werken simultaan en kunnen elkaar ook tegenwerken.

# Effect van wijzigingen en groei van het datacentrum

## Gebruik van computersimulatietechnieken



- Hoe voller het datacentrum staat met apparatuur hoe eerder er kans is op het ontstaan van hotspots => er kan lokale oververhitting van apparatuur ontstaan.
- Omdat de stroming in de kasten en in de ruimte heel complex is, is het vrijwel onmogelijk om het totale gedrag te doorgronden en de invloed van wijzigingen te voorspellen.
- Een thermisch probleem kan dus optreden zonder dat men dit verwacht en op locaties die men niet voorziet. Hierdoor valt apparatuur uit en/of de ruimte kan niet zo optimaal benut worden als waarvoor de ruimte in eerste instantie ontworpen is. Koeling lijkt tekort te schieten en meer koeling lost het probleem niet op.
- Door een virtueel model te maken van een datacentrum met behulp van simulatie technieken (Computational Fluid Dynamics) krijgt men inzicht in deze complexe lucht- en warmtestroming.  
En dit kan helpen om problemen op te lossen en te voorkomen.

# Effect van wijzigingen en groei van het datacentrum

## Gebruik van computersimulatietechnieken

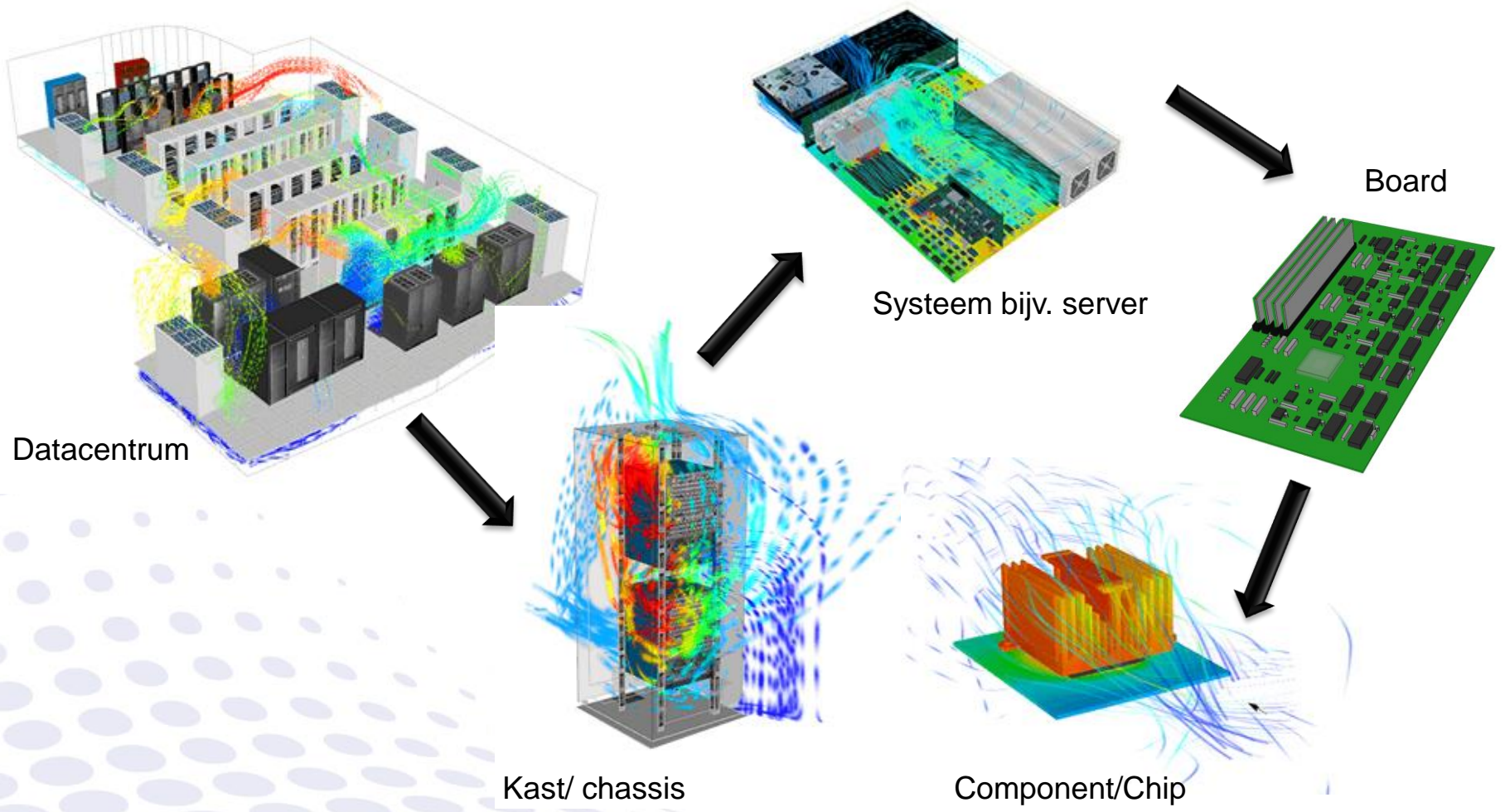


- Er dient een gekalibreerd model gemaakt te worden op basis van een goede site survey. Daarbij moeten alle details gecontroleerd en ingebracht worden in het model. Tevens is het noodzakelijk temperatuur- en luchthoeveelheidmetingen uit te voeren. De uitkomst van deze metingen wordt vergeleken met de gesimuleerde resultaten. Dit wordt gedaan om tot een model te komen dat één op één te vergelijken is met de werkelijke situatie.
- Hierna kan het virtuele datacentrum gebruikt worden om verandering in de ruimte qua apparatuur voor implementatie zowel te controleren als te optimaliseren. En om bijvoorbeeld te onderzoeken wat er gebeurt wanneer een gedeelte van de koeling uitvalt.

- Computational Fluid Dynamics (CFD) is een numerieke methode waarmee stroming, warmteoverdracht, temperaturen en andere fysische verschijnselen inzichtelijk gemaakt kunnen worden.
- De resultaten van een CFD-simulatie kunnen gebruikt worden als onderdeel van het ontwikkel- en ontwerpproces om aan te tonen hoe een product en/ of proces zich gedraagt. Dit kan gebruikt worden om problemen inzichtelijk te maken en voor optimalisatie tijdens het ontwerp.
- CFD kan op elk niveau gebruikt worden: van chip tot server, van ruimte tot gebouw.



# Situatie van datacentrum naar chip





- CFD-simulaties geven inzicht in de lucht- en temperatuurverdeling in de ruimte.
- Vooraf kunnen risico's ingeschat en opgelost worden. Hotspots in zowel ruimte als apparatuur kunnen voorkomen worden.
- Op basis hiervan kunnen vooraf situaties bekeken en ontwerpen onderzocht worden die zullen leiden tot optimale koeling van de apparatuur in de ruimte.
- Geoptimaliseerde koeling reduceert het energieverbruik:
  - De ventilatoren in de apparatuur en in de ruimte kunnen op een lager toerental draaien.
  - Er is minder topkoeling nodig.
  - De ruimte wordt beter benut.

1. De eerste stap kan zijn om een site survey te laten doen door een expert van OTS. Deze zal met een “thermische” blik het datacentrum onderzoeken. Hij/ zij kijkt naar mogelijke problemen en locaties waar problemen kunnen ontstaan of al ontstaan zijn.
2. Overleg met de beheerders is hierbij van cruciaal belang. Zij zien vaak als eersten verhoogde temperaturen ontstaan; apparatuur en de HVAC die niet naar behoren werkt of die niet de verwachte performance levert.
3. Vervolgens kunnen metingen uitgevoerd worden om problemen te isoleren en verbeteracties te testen.
4. Het onderzoek kan verder uitgebouwd worden door het uitvoeren van computersimulaties op apparatuur- en kastniveau. Dit om problemen inzichtelijk te maken en oplossingen uit te proberen zonder in te grijpen in de bestaande situatie. Pas na positief uitsluitel kunnen de wijzigingen doorgevoerd worden.
5. De beste resultaten en inzichten worden verkregen door een virtueel gekalibreerd model te maken van het complete datacentrum. Op basis van simulatie kan de meest optimale situatie verkregen worden.

# Contactgegevens

Optimal Thermal Solutions BV

[info@ots-eu.com](mailto:info@ots-eu.com)

+31 (0)35 632 1751

[www.ots-eu.com](http://www.ots-eu.com)