

De geschiktheid van verhoogde vloeren voor datacentertoepassingen opnieuw bekeken

White Paper #19

APC[®]
Legendary Reliability™

Samenvatting

Onderzocht wordt welke omstandigheden aan de basis lagen voor de ontwikkeling en het gebruik van de verhoogde vloer in de datacenteromgeving. Veel redenen voor het gebruik van een verhoogde vloer gelden niet meer, en de problemen die met verhoogde vloeren in verband worden gebracht wijzen erop dat hun wijdverspreide toepassing voor veel applicaties niet langer verantwoord of wenselijk is.

Inleiding

Een verhoogde vloer is een alomtegenwoordig verschijnsel in datacenters. Het gaat zelfs zover dat een datacenter vaak wordt gedefinieerd als een computerruimte met een verhoogde vloer.

De wetenschappelijke en technische grondslag voor de verhoogde vloer werd volledig ontwikkeld in de jaren zestig en is gedetailleerd beschreven in de Federal Information Processing Standard 94 van 1983. Het basisontwerp van de verhoogde vloer is naar verhouding gedurende 40 jaar vrijwel ongewijzigd gebleven.

In de telecommunicatiesector kwam een verhoogde vloer bijna nooit voor. Door de samensmelting van telecommunicatie- en IT-systemen heeft de vraag doen rijzen, hoe te komen tot de juiste aanpak. Sinds kort worden steeds meer IT-datacenters gebouwd zonder een verhoogde vloer. We geven hierbij een overzicht van de historiek van de verhoogde vloer voor een beter begrip van deze evolutie.

Onderdelen van de verhoogde vloer

De verhoogde vloer is ontwikkeld en ingevoerd als een systeem waarmee de volgende doelstellingen worden nagestreefd:

- Een luchtkoelsysteem door de verdeling van koude lucht
- Leidingen, buizen of dragers voor databekabeling
- Leiding voor de stroomkabels
- Een koperen aardingsraster voor de aarding van de apparatuur
- Een ruimte waarin de buizen voor het gekoelde water of andere openbare voorzieningen kunnen worden gelegd

Voor een beter begrip van de evolutie van verhoogde vloeren is het belangrijk dat deze doelstellingen afzonderlijk worden onderzocht en dat wordt nagegaan wat de oorspronkelijke vereisten waren waardoor de verhoogde vloer als geschikte oplossing werd gekozen. Bovendien is het nuttig om te bekijken hoe de oorspronkelijke vereisten in de loop der jaren zijn gewijzigd. In de volgende gedeelten worden de oorspronkelijke en huidige vereisten voor de hierboven vermelde doelstellingen met elkaar vergeleken.

Een systeem voor de distributie van koude lucht voor het koelen van lucht

Oorspronkelijke vereiste	Huidige vereiste
<p>Koele lucht wordt vereist in de buurt van de luchtinlaat-openingen van de apparatuur.</p> <p>Tijdens de levensduur van het datacenter treden geen wezenlijke veranderingen op in de vereiste hoeveelheid koeling.</p> <p>Meerdere airconditioners kunnen worden ingeschakeld om voldoende luchttoevoer voor het systeem te leveren, om in de vereiste fouttolerantie te voorzien.</p>	<p>Koele lucht wordt vereist in de buurt van de luchtinlaat-openingen van de apparatuur.</p> <p>Tijdens de levensduur van het datacenter komt het frequent voor dat de vereisten met betrekking tot de hoeveelheid koeling veranderen en zich verplaatsen bij het in- en uithuizen van apparatuur.</p> <p>Meerdere airconditioners kunnen worden ingeschakeld om voldoende luchttoevoer voor het systeem te leveren, om in de vereiste fouttolerantie te voorzien.</p>

De verhoogde vloer voldoet aan de oorspronkelijke vereisten en omdat de tegels van de luchtgaten kunnen worden verwisseld en verplaatst, beantwoordt de verhoogde vloer ook aan de huidige vereisten.

Leidingen, buizen of dragers voor databekabeling

Oorspronkelijke vereiste	Huidige vereiste
<p>De kasten zijn met elkaar verbonden door middel van zware koperen meeraderige datakabels.</p> <p>Voor een goede werking moeten de kabels zo kort mogelijk zijn.</p> <p>De kabels moeten uit het zicht worden geplaatst.</p> <p>De kabels worden niet meer verplaatst gedurende de hele levensduur van het datacenter.</p>	<p>Dunne netwerkkabels van glasvezel en koper.</p> <p>De kabels worden gedurende de hele levensduur van het datacenter frequent vervangen.</p> <p>De kabels moeten gemakkelijk toegankelijk zijn.</p>

De verhoogde vloer was de enige praktisch haalbare methode om aan de oorspronkelijke vereisten tegemoet te komen, maar is nu niet meer noodzakelijk. Bovendien beantwoordt deze methode onvoldoende aan de huidige eisen omdat de datakabels moeilijk toegankelijk zijn. Om die reden wordt tegenwoordig in de meeste datacenters waar een verhoogde vloer wordt gebruikt, een deel van de datakabels, of zelfs alle kabels, bovenlangs gelegd.

Leidingen voor stroombekabeling

Oorspronkelijke vereiste	Huidige vereiste
<p>De IT-apparatuur is uitgerust met vaste bedrading (hard-wiring) en aparte circuits.</p> <p>Het circuit blijft gedurende de levensduur van het datacenter ongewijzigd.</p>	<p>De IT-apparatuur kan op de standaard wandcontactdozen worden aangesloten.</p> <p>Veel meer afzonderlijke IT-apparatuur per vierkante meter.</p> <p>Verandering van IT-apparatuur om de 2 jaar.</p> <p>De vertakkingen in de stroomcircuits kunnen gedurende de levensduur van het datacenter meermaals worden gewijzigd.</p>

De verhoogde vloer voldoet aan de oorspronkelijke en huidige vereisten, maar heeft als nadeel dat de toegang tot de bedrading voor wijzigingen of aanpassingen moeilijk is. Vanuit historisch standpunt bood de bovenlangse installatie van de stroomverdeling niet echt voordelen. De stroomverdeling blijft de belangrijkste reden om nog steeds verhoogde vloeren te gebruiken.

Een koperen aardingsraster voor de aarding van de apparatuur

Oorspronkelijke vereiste	Huidige vereiste
Voor de integriteit van een rechtstreeks verbonden datasignaal is het noodzakelijk dat de op elkaar aangesloten apparaten met een vaste aarding onderling worden verbonden met een differentiaal van minder dan 0,1 V om een goede werking te garanderen en eventuele schade te vermijden.	De koperen netwerkkabels zijn galvanisch van de transformator geïsoleerd en zijn niet onderhevig aan storingen door aardingswisselingen van maximaal 1000 V en kunnen doorgaans met elkaar worden verbonden over afstanden van meer dan 50 m. Glasvezelnetwerkkabels zijn zelfs volledig ongevoelig voor aardingswisselingen.

De behoefte aan een koperen aardingsraster is zo goed als overbodig geworden. De aardingsverbindingen tussen de racks en de vertakkingscircuitpanelen voldoen aan de hedendaagse vereisten.

Een ruimte waarin buizen voor koelwater of andere openbare voorzieningen kunnen worden aangelegd

Oorspronkelijke vereiste	Huidige vereiste
Voor bepaalde IT-apparatuur is een rechtstreekse leiding met koelwater noodzakelijk voor de koeling.	Voor de IT-apparatuur is geen rechtstreekse leiding met koelwater voor de afkoeling ervan vereist.

De verhoogde vloer was de enige praktische methode om waterleidingen bij de IT-apparatuur te krijgen. Deze vereiste geldt echter voor een uiterst beperkt toepassingsgebied of komt bij de meeste, met name kleine installaties niet meer voor.

Problemen bij het gebruik van verhoogde vloeren

De hierboven beschreven analyse toont aan dat de verhoogde vloer een zeer efficiënte en praktische manier was om te voldoen aan de oorspronkelijke vereisten die voor de oudere datacenters werden gesteld. Het is ook duidelijk geworden dat vele van de oorspronkelijke vereisten die doorslaggevend waren voor het gebruik van een verhoogde vloer, nu niet langer gelden. Het is zelfs zo dat de vereisten voor een datacenter grondig zijn geëvolueerd en gewijzigd. Daarom is het belangrijk dat we de problemen die ontstaan door het gebruik van een verhoogde vloer bekijken.

Aardbevingen

Door de verhoogde vloer is het veel moeilijker geworden om voor een datacenter een seismische classificatie te bepalen en de veiligheid ervan te waarborgen. Het laten rusten van apparatuur op een rooster boven de vloer, vormt een ernstige belemmering voor de verankering van de apparatuur. Omdat elke installatie en configuratie anders is, is het haast onmogelijk om de seismische classificatie van een installatie te testen en te valideren. Dit kan een ernstig probleem vormen in situaties waarbij een zekere graad van seismische weerstand vereist is.

Tijdens de grote aardbeving van 1995 in en rondom Kobe in Japan, hebben datacenters zeer uiteenlopende schade opgelopen als gevolg van die aardbeving. Veel datacenters die binnen enkele uren of dagen opnieuw operationeel hadden moeten zijn, waren gedurende meer dan een maand buiten gebruik doordat een groot aantal, zogenaamd aardbevingbestendige systemen met een verhoogde vloer bezweek, waardoor IT-apparatuur door de vloer zakte. Er moest eerst worden nagegaan welke apparatuur beschadigd was. Daarna moest de beschadigde apparatuur worden hersteld of vervangen tijdens ingewikkelde en tijdrovende procedures.

Bij de instorting van het World Trade Center in 2001 raakten datacenters in de nabije omgeving, waarvan werd verondersteld dat zij de ramp zouden doorstaan, ernstig beschadigd. De downtime van die datacenters duurde uitzonderlijk lang omdat de schokeffecten waaraan de gebouwen werden blootgesteld de systemen met verhoogde vloeren deden wankelen en instorten.

Een downtime van 5 weken, wat nabij Kobe heel gewoon was, komt overeen met 50.000 minuten in vergelijking met de 5 minuten downtime per jaar voor het behalen van de betrouwbaarheidsnorm van 5 negens. Dit is **10.000 x slechter** dan de 99,999 %-norm. Als door een aardbeving veroorzaakte downtime overeenkomt met 10 % van het budget voor beschikbaarheid, zou een betrouwbaarheid van 99,999 % voor de datacenters in de buurt van Kobe niet haalbaar zijn, tenzij een aardbeving van deze omvang slechts één keer per 100.000 jaar mocht voorkomen, wat geen realistische veronderstelling zou zijn.

In regio's waar de kans op aardbevingen en seismische activiteit aanwezig is, mag niet worden verwacht dat met een verhoogde vloer een beschikbaarheid van 99,999 % wordt behaald. Pogingen om dit niveau te halen, kunnen zelfs op geen enkele manier efficiënt worden gecontroleerd. Dit is één van de redenen waarom in grote telefooncentrales geen gebruik wordt gemaakt van verhoogde vloeren. Dit is de reden bij uitstek waarom verhoogde vloeren niet meer gebruikt moeten worden in datacenters die de hoogste mate van beschikbaarheid willen aanbieden.

Toegang

Omdat in een modern datacenter de apparatuur ongeveer om de twee jaar volledig wordt vervangen, moeten ook de databekabeling en de kabels voor de stroomtoevoer vrijwel voortdurend wijzigingen ondergaan. Als de toegang tot deze bekabeling dan ook nog eens wordt bemoeilijkt omdat de kabels zich onder de verhoogde vloer bevinden, leidt dit tot vertragingen en kosten die met veranderende behoeften in verband worden gebracht.

Vloerbelasting

Racks wegen doorgaans tot 900 kg, zodat ze wellicht moeten worden gerold om ze te kunnen verplaatsen. Bovendien moet de uitrusting waarmee de apparatuur wordt ver- en geplaatst ook toegang kunnen krijgen tot het datacenter. Daarom dient de verhoogde vloer mogelijk te worden verstevigd en zal in sommige situaties de draagkracht slechts beperkt blijven tot bepaalde gangpaden. Om de vereisten voor de vloerbelasting niet te overschrijden, is een efficiënte planning nodig en gaat dit gepaard met hoge kosten.

Voor een verhoogde vloer wordt de volledige draagkracht alleen bereikt als alle vloertegels zijn geplaatst. De buigvastheid (zijdelingse stabiliteit) van de vloer is afhankelijk van de geplaatste tegels. Het is echter geen ongewoon verschijnsel dat in een datacenter enkele tegels of zelfs volledige rijen van tegels uit de vloer worden verwijderd indien er vaak kabels moeten worden veranderd of onderhoudswerkzaamheden moeten worden uitgevoerd. In dergelijke situaties kan de verhoogde vloer echter instorten en zo aanleiding geven tot onvoorziene en rampzalige gevolgen.

Doorgangshoogte

Op bepaalde locaties in datacenters is een lagere vrije hoogte door de verhoogde vloer onaanvaardbaar. Dit kan zelfs het potentiële aantal locaties voor een datacenter beperken. In Japan komt het vaak voor dat in de vloer van de volgende verdieping van het gebouw een uitsparing wordt gemaakt om de vereiste vrije hoogte te verkrijgen.

Buizen en leidingen

Wanneer de bekabeling onder een verhoogde vloer wordt gelegd, zijn hierop speciale reglementeringen voor brandbestrijding van toepassing. De verhoogde vloer wordt volgens deze wetgeving beschouwd als "een met lucht gevulde ruimte". Omdat hierin lucht wordt verplaatst en verdeeld, wordt in de reglementeringen voor brandbestrijding een brand in een met lucht gevulde ruimte beschouwd als een speciaal risico. Daarom moeten de kabels onder de verhoogde vloer worden geplaatst in een gesloten behuizing van leidingen of buizen met een zekere vuurbestendigheid, gemaakt van metaal of een speciaal vuurbestendig polymeer. Hierdoor stijgen de kosten aanzienlijk, wordt de installatie van deze buizen en leidingen complexer, en leidt dit tot probleemsituaties wanneer de buizen of leidingen in een operationeel datacenter moeten worden vervangen, verplaatst of gewijzigd.

Beveiliging

De verhoogde vloer is een ruimte waarin personen of toestellen kunnen worden opgeborgen. In gevallen waarbij datacenters worden in kooiconstructies worden onderverdeeld, zoals in co-locaties, biedt een verhoogde vloer een mogelijke doorgang naar en toegang tot de zones met kooien. Om die reden worden in veel co-locaties geen systemen met een verhoogde vloer gebruikt.

Stroomverdeling

In de moderne datacenters is het aantal vertakte circuits per vierkante meter beduidend hoger dan in de periode toen de architectuur van de verhoogde vloer werd ontwikkeld. In het tijdperk van de mainframes kon met één enkel vertakkingscircuit met een hoge stroomsterkte en met vaste bedrading (hard-wiring) stroom worden geleverd aan een verdeelkast die 6 vloertegels of 2,23 vierkante meter in beslag nam. Vandaag de dag kunnen op dit zelfde oppervlak twee racks worden geplaatst, waarbij voor elk van hen 12 kW aan circuits van 230 V met een A- en B-voeding vereist wordt, voor een totaal van 12 vertakte circuits. De dichtheid van de hieruit resulterende leidingen die met deze opvallende stijging in het aantal vertakte circuits gepaard gaat, vormt een ernstig obstakel voor de luchtstroom onder de vloer. Mogelijk is voor de verhoogde vloer hierdoor een hoogte van 1,2 meter noodzakelijk om de vereiste vrije luchtstroom mogelijk te maken. Wanneer de verhoogde vloer hoger wordt geplaatst, kan dit een nadeel of risico vormen voor de structurele stevigheid en de kosten voor de onderdelen, de belasting van de vloer en de bestendigheid tegen aardschokken.

Schoonmaak

Een verhoogde vloer is een oppervlak dat niet gemakkelijk kan worden schoongemaakt. Doorgaans zullen onder de verhoogde vloer stof, zandkorrels en ander vuil zich ophopen. Meestal blijft dat vuil daar liggen omdat het schoonmaken van die ruimte gepaard gaat met heel wat moeilijkheden en risico's op ongevallen, die als een ernstige belemmering worden beschouwd. Bij het wegnemen van een vloertegel kunnen plotse veranderingen in de luchtstroom onder de vloer ontstaan, waardoor stof of zelfs objecten naar boven worden geblazen, in de apparatuur of de ogen van werknemers.

Veiligheid

De opening die ontstaat door een weggenomen vloertegel vormt een ernstig en onverwacht risico voor de operators en bezoekers die in het datacenter rondlopen. In datacenters met een verhoogde vloer van 1 meter of meer is het risico op een dodelijke afloop na een val in een opening van een verwijderde vloertegel veel hoger. Gedurende de levensduur van de huidige generatie datacenters wordt de apparatuur vaak verplaatst. Dit kan ertoe leiden dat de vloer wordt blootgesteld aan een te hoge belasting, waardoor deze zou kunnen instorten.

Kostprijs

Aan een verhoogde vloer hangt een aanzienlijk prijskaartje. De kostprijs voor een verhoogde vloer, met inbegrip van de technische uitvoering, materiaalkosten, productie, installatie en controle loopt al snel op tot € 250/m². Bovendien wordt het maximale oppervlak dat uiteindelijk door het datacenter kan worden gebruikt, doorgaans voorzien van een verhoogde vloer, ongeacht of het gebruik van deze ruimte voor de huidige doelstellingen, op korte termijn, of zelfs voor de uiteindelijke doelstellingen wordt vereist. In de kostprijs van € 250/m² zijn de aanvullende kosten voor stroom- en databekabeling niet inbegrepen. Al met al toch aanzienlijke kosten, die alleen zouden moeten worden gemaakt als het echt noodzakelijk is.

Barrières voor het achterwege laten van de verhoogde vloer

Hoewel in steeds meer installaties de verhoogde vloer niet meer wordt geïmplementeerd en het achterwege laten van een verhoogde vloer aanzienlijke voordelen biedt, wordt in het ontwerp van bepaalde datacenters nog steeds van verhoogde vloeren gebruikgemaakt. Uit vraaggesprekken die APC met gebruikers van verhoogde vloeren hield, is gebleken dat er de volgende barrières zijn:

Perceptie

De verhoogde vloer staat symbool voor “High Availability Enterprise Datacenters”. Veel ondernemingen beschouwen de presentatie van hun datacenter als een belangrijk onderdeel van de rondleiding die zij hun belangrijkste klanten bij een bezoek aan hun bedrijf geven. Datacenters die niet over een verhoogde vloer beschikken, komen over als onvolledig, onvolwaardig of van een lagere kwaliteit. Bijgevolg wordt de verhoogde vloer aangebracht omdat deze deel uitmaakt van de algemene beeldvorming. In bepaalde gevallen werden zelfs verhoogde vloeren geïnstalleerd die niet worden gebruikt voor koeling of bedrading, en dienden uitsluitend om het gewenste imago voor het bedrijf te creëren. Dit is verreweg de voornaamste barrière voor het achterwege laten van de verhoogde vloer.

Koelontwerp

Ontwerpers en operators van datacenters stellen de flexibiliteit die wordt geboden door ontwerpen voor koeling met een verhoogde vloer op prijs. De verhoogde vloer biedt hen bepaalde mogelijkheden om vloertegels voor de luchtventilatie te verplaatsen en zo het gewenste temperatuurprofiel te verkrijgen. Deze methode is namelijk eenvoudiger dan het gebruik van een geleidingssysteem met luchtpijpleidingen die bovenlangs zijn gemonteerd. Er is bovendien veel meer ervaring met het ontwerp van verhoogde vloeren met luchtdistributie en ontwerpers kunnen hierdoor de prestaties van het systeem beter voorspellen.

Stroomverdeling

Door de verschuiving van een kleiner aantal grotere IT-apparaten naar relatief grotere hoeveelheden kleinere IT-apparatuur, is het aantal vertakte circuits per vierkante meter in de huidige datacenters veel hoger dan in de periode toen de architectuur met verhoogde vloeren werd ontwikkeld. Voor het gebruik van deze vertakte circuits is een bepaalde locatie vereist. Als hiervoor geen verhoogde vloer wordt gebruikt, moeten deze circuits met een bovenlangs verdeelsysteem worden geplaatst. Installatie en onderhoud van aan het plafond gemonteerde vertakte circuits, zijn wellicht moeilijker te beheren dan vertakte circuits die onder de vloer liggen.

Ontwerpen met een verhoogde vloer

De kosten en problemen gerelateerd aan verhoogde vloeren kunnen alleen worden uitgesloten als hiervoor een praktisch en beschikbaar alternatief voorhanden is. Gelukkig komt een aantal ontwerpopties hiervoor in aanmerking. Een uitvoerige bespreking van deze alternatieven zou echter verder reiken dan het beoogde doel van deze White Paper. Over het algemeen kunnen we de methodes voor koeling zonder een verhoogde vloer, onderverdelen in drie categorieën. Deze worden in de volgende tabel samengevat.

Tabel 1 – Methodes voor koeling zonder verhoogde vloer

Categorie Datacenter	Koelmethode
Kleine datacenters / dataruimtes (<100 m²)	Airconditioners zonder leidingen die in een rack of aan muren of plafonds worden gemonteerd.
Middelgrote datacenters (100 – 500 m²)	CRAC (Op de vloer geplaatste airconditioners voor computerruimten) met een distributie zonder leidingen en een zwevend plafond voor de met uitlaatlucht gevulde ruimte.
Grote datacenters (>500 m²)	CRAC-Units die op de vloer staan of op het dak zijn gemonteerd, voorzien van leidingen voor bovenlangse distributie van koude lucht, gecombineerd met een open of zwevend plafond voor de uitlaatlucht.

Al deze methoden zijn reeds toegepast, maar de apparatuur en de ontwerprichtlijnen voor deze typen installaties zijn niet zo volwassen in vergelijking met het ontwerp van verhoogde vloeren. Daarom zijn veel van dit soort systemen uniek. Ingenieursbureaus en leveranciers moeten eerst hun bijdrage leveren aan de verspreiding van producten en kennis voordat dit soort installaties met dezelfde voorspelbaarheid die de installatiemethode met een verhoogde vloer biedt, kan worden geïmplementeerd.

Door de recente vernieuwingen in de bovenlangse stroomverdeling voor racks kan nu een optie worden aangeboden met een lagere kostprijs in vergelijking met stroomverdeling onder de vloer. In combinatie met methodes voor koeling bovenlangs die momenteel in opkomst zijn, vormt dit een praktisch alternatief dat de nadelen van verhoogde vloeren vermijdt.

Conclusie

Veel van de redenen voor het toepassen van verhoogde vloeren in het verleden, gelden niet langer. Het ontbreken van een absolute noodzaak en de problemen die inherent zijn aan het gebruik van verhoogde vloeren, wijzen erop dat het wijdverspreide gebruik ervan voor de meeste toepassingen niet meer economisch en technisch verantwoord is. Dit geldt met name voor kleinere datacenters. Onlangs geïntroduceerde oplossingen hebben de technische barrières voor het achterwege laten van een verhoogde vloer geslecht. Toch zullen datacenters nog lange tijd van verhoogde vloeren gebruikmaken door de ruime ervaring met het ontwerp van ervan en ongreijpbare zaken als perceptie en imago.