

Whitepaper

## Productie transformeren met HPC voor AI: trends en de weg vooruit

Mogelijk gemaakt door: Dell en AMD

Jaclyn Ethema en Mark Nossoff  
[november 2023](#)

### **MENING VAN HYPERION RESEARCH**

---

Het samengaan van High-Performance Computing (HPC) en kunstmatige intelligentie (AI) heeft in verschillende sectoren voor belangrijke doorbraken gezorgd en een grote impact gehad op de productiesector. AI, met name geavanceerde machine learning (ML) en deep learning (DL), heeft een plek gevonden in HPC-systemen en maakt een immense rekenkracht mogelijk om complexe AI-workloads te verwerken. Dit samengaan van HPC en AI heeft niet alleen de vooruitgang op verschillende gebieden versneld, maar heeft ook geleid tot een aanzienlijke groei in de HPC-enabled AI-markt.

De productiesector onderscheidt zich door unieke en zeer veeleisende kenmerken, waarbij de nadruk ligt op specifieke gebruiksscenario's die zijn afgestemd op productieprocessen. Deze sector vereist een naadloze integratie van AI in industriële systemen, een strikte naleving van wettelijke normen en een focus op het verbeteren van de efficiëntie, het verlagen van de kosten en het handhaven van de productkwaliteit. High-tech sectoren zoals de auto-industrie, de productie van chips en de vloeistofdynamica-industrie hebben de toevloed van AI-toepassingen omarmd en hebben hun operationele en economische aspecten aanzienlijk beïnvloed. De toepassing van kunstmatige intelligentie op deze gebieden kan sterke concurrentievoordelen bieden en de productkwaliteit verbeteren, waardoor deze technologie van onschatbare waarde voor productieorganisaties is.

De samenwerking tussen Dell Technologies, AMD en onafhankelijke softwareleveranciers (ISV's) is een goed voorbeeld van een alliantie die in een goede positie verkeert om de productie-uitdagingen van AI aan te pakken. De aanpasbaarheid van servers met AMD-processors binnen het gevalideerde Dell ontwerpportfolio biedt flexibiliteit, waardoor fabrikanten configuraties kunnen kiezen die aan hun specifieke eisen voldoen. De samenwerking gaat verder dan hardware, waarbij Dell actief samenwerkt met AMD en ISV's om innovatie te bevorderen en prestaties te optimaliseren. Bovendien heeft de vooruitgang in hardware de rekencapaciteit voor productieprocessen aanzienlijk verbeterd, waardoor de toekomst van de sector opnieuw vorm wordt gegeven en nieuwe mogelijkheden voor innovatie en productiviteit worden ontsloten. Dit dynamische samenspel van AI, HPC en strategische samenwerkingsverbanden markeert een scharniermoment in de productiesector en biedt oplossingen die het landschap opnieuw kunnen definiëren en bedrijven vooruit kunnen stuw.

## OVERZICHT VAN DE SITUATIE

---

In de HPC-markt is de wijdverspreide integratie van AI in verschillende sectoren een opmerkelijke trend. AI, met name geavanceerde machine learning en DL, vereisen enorme rekenkracht, en steeds meer onderzoekers en organisaties hebben ervoor gekozen om HPC-systemen in te zetten om uiterst complexe AI-workloads aan te pakken. De samenkomst van HPC en AI heeft aanzienlijke doorbraken mogelijk gemaakt op verschillende gebieden, waardoor snellere, nauwkeurigere simulaties en dataanalyse mogelijk zijn. Hyperion Research voorspelt dat de HPC-enabled AI-markt in 2026 sterk zal zijn gegroeid (22,7% CAGR) tot \$3,6 miljard, en dat de DL-subgroep van deze markt in datzelfde jaar nog sneller zal zijn gegroeid (32,2% CAGR) tot \$1,4 miljard.

De HPC-community heeft de AI-markt mogelijk gemaakt en beïnvloed door geavanceerde hardware en software beschikbaar te stellen die de mogelijkheid bieden om berekeningen op grote datasets uit te voeren, parallelle taakbewerkingen te ondersteunen, ultrasnelle dataverplaatsing te realiseren en te profiteren van grote geheugen- en storagecapaciteit. Onlangs zijn dataintensieve AI- en HPDA-workloads voor veel gebruikers, sites en leveranciers een aandachtspunt geworden. AI-workloads zijn dankzij nieuwe technologische ontwikkelingen en een toename van de beschikbaarheid van data van hoge kwaliteit nu een belangrijke drijfveer voor innovatie en investeringen. Gemotiveerde leveranciers voldoen aan de vraag naar nieuwe AI-toepassingen en faciliteren een breder scala aan workloads van nieuwe gebruikersdemografieën.

### Trends in AI voor productie

De productiesector binnen de HPC-markt heeft specifieke kenmerken die deze sector onderscheiden van de meeste andere commerciële tegenhangers. Productie vereist ook een naadloze integratie van AI in bestaande industriële systemen en machines, en strikte naleving van sectorspecifieke regelgevende normen. Deze unieke behoeften zijn essentieel voor het succes van de productiesector bij de invoering van AI. In tegenstelling tot andere HPC-sectoren draait het in de productiesector vaak om het verbeteren van de efficiëntie, het verlagen van de productiekosten en het handhaven van de productkwaliteit.

De auto-industrie, de productie van chips en vloeistofdynamica voor modellering en simulatie hebben een sterke toename in de vraag naar AI-toepassingen gezien. Autofabrikanten zetten AI bijvoorbeeld in voor de ontwikkeling van autonome voertuigen en kwaliteitscontrole, terwijl fabrikanten van chips op AI vertrouwen om ontwerpen te optimaliseren en fouten in de productie van halfgeleiders op te sporen. De toepassing van AI in deze gebieden is direct van invloed op operationele en economische aspecten, waardoor het een waardevolle aanwinst voor productieorganisaties is.

### *Potentiële zakelijke voordelen*

De integratie van AI op HPC in de productiesector kan een groot aantal zakelijke voordelen opleveren, waaronder:

- **Toename in sales en een groter marktaandeel:** AI-gestuurde productinnovaties versnellen de time-to-market, bieden een voorsprong op de concurrentie en vergroten het marktaandeel.
- **Afname van kosten en betere marges:** optimalisatie en automatisering in productieprocessen, efficiënt beheer van de toeleveringsketen, voorspellend onderhoud en kwaliteitscontrole leiden tot kostenbesparingen en verbeterde winstmarges.

- **Verbeterde efficiëntie:** een toename in de automatisering van taken, die traditioneel menselijk toezicht vereisen, verbetert de continuïteit van het productieproces en de productkwaliteit.
- **Datagebruik:** AI transformeert verzamelde data in waardevolle assets, waardoor er meer waarde wordt gegenereerd voor productieorganisaties.
- **Innovatieve probleemoplossing:** geavanceerde AI, met inbegrip van generatieve AI, maakt het ontdekken van innovatieve oplossingen voor bestaande uitdagingen mogelijk, waardoor creativiteit en financieel gunstige probleemoplossing worden gestimuleerd.
- **Digital twins en snelle prototypes:** door AI aangestuurde digital twins versnellen de ontdekkingsreis naar verschillende scenario's, ontwerpen, materialen en gebruiksscenario's, waardoor fabrikanten snel een prototype kunnen maken en sneller kunnen opschalen.

Deze voordelen kunnen zich vertalen in een concurrentievoordeel, aangezien organisaties die AI succesvol toepassen in de productie, sneller en voordeliger kunnen reageren op vragen uit de markt, producten met meer mogelijkheden kunnen aanbieden en de klanttevredenheid en -loyaliteit kunnen verbeteren. Hierdoor heeft AI met HPC het potentieel om het productielandschap opnieuw te definiëren en bedrijven in de juiste positie te brengen om in een snel evoluerende bedrijfsomgeving aanhoudend succesvol te zijn.

## DELL/AMD WERKEN SAMEN AAN AI VOOR PRODUCTIEDOELEINDEN

---

De samenwerking tussen Dell Technologies, AMD en belangrijke onafhankelijke softwareleveranciers (ISV's) in de productiesector is een synergie die uitblinkt in het aanpakken van AI-productie-uitdagingen. Zoals Chethan Neelakanta, Senior Solutions Architect voor HPC en AI bij Dell Technologies, het verwoordt: *"Dell Technologies heeft een langdurige samenwerking met AMD en belangrijke onafhankelijke softwareleveranciers voor de productiesector. Met het Dell PowerEdge serverportfolio kunnen klanten met de nieuwste generatie AMD-processors hun meest complexe problemen snel oplossen."* Deze nauwe samenwerking tussen Dell, AMD en ISV's resulteert in een combinatie van onderwerpexpertise, technische kennis en softwareoptimalisatie die tegemoet komt aan de veeleisende behoeften van de productiesector.

De aanpasbaarheid van servers met AMD-processors in het Dell PowerEdge portfolio is een opvallende eigenschap die klanten een scala aan opties biedt voor hun specifieke gebruiksscenario's en datacentervereisten. Deze servers bieden de flexibiliteit die nodig is om de zeer uiteenlopende uitdagingen op het gebied van AI-productie aan te gaan, of het nu gaat om dichte, 1U-, 2U-luchtgekoelde of -vloeistofgekoelde servers, zowel met als zonder versnellers. Bovendien gaat de samenwerking verder dan alleen hardware, aangezien Dell actief samenwerkt met AMD en ISV's die zich bezighouden met digitale productie om door Dell gevalideerde ontwerpen te ontwikkelen en te benchmarken. Het valideren van ontwerpen stelt klanten in staat om weloverwogen architecturale keuzes te maken die aansluiten bij hun specifieke behoeften. Dit bevordert niet alleen innovatie, maar zorgt er ook voor dat de systemen die gebouwd worden op het AMD-processorplatform zijn beproefd, getest en geoptimaliseerd om topprestaties te leveren, wat cruciaal is op het gebied van door AI aangestuurde productie.

Een andere kritieke factor die deze verbeteringen stimuleert, zijn verbeteringen van de hardware, met name bij AMD-versies van de x86-architectuur. De toevoeging van de Milan- en onlangs de Genoa-processorserie met hun geavanceerde L3-cachetechnologie, kan de prestatiemogelijkheden van productieworkloads aanzienlijk verbeteren. Siddhartha Karkare, director of manufacturing vertical

EPYC server BU bij AMD, verwoordt het zo: *"Zowel voor AI- als HPC-toepassingen in de EDA- en SMTP-segmenten is de geheugenbandbreedte per core een versnellende factor in de prestaties die kan worden toegepast op de Dell AMD-serverplatforms met maximaal 12 kanalen van het snelste DDR Gen5-geheugen."*

Deze hardwareverbeteringen spelen een cruciale rol in de ondersteuning van de veeleisende workloads die bij AI in de productie komen kijken. Ze bieden de rekencapaciteit die nodig is voor realtime dataanalyse, het trainen van het AI-model en snelle besluitvorming - allemaal essentieel voor het optimaliseren van de productie, het verbeteren van de productkwaliteit en uiteindelijk het verbeteren van de efficiëntie. De synergie tussen AI-software en geavanceerde hardware-architecturen geeft dus op opmerkelijke wijze vorm aan de toekomst van productieprocessen en ontsluit ongekende mogelijkheden ten aanzien van innovatie en productiviteit.

In de volgende drie paragrafen worden recente toepassingen van AI in de auto-industrie, de productie van chips en bij Computational Fluid Dynamics belicht, en worden de voordelen onderzocht van de keuze voor het gevalideerde ontwerp van Dell en AMD voor AI op HPC.

## Auto-industrie

AI op HPC-systemen biedt aanzienlijke voordelen voor het productieproces van auto's, met name voor het leveren van veiligere en voordeligere voertuigen. Zoals Simone Bonino, VP Manufacturing Solutions bij Altair zei, *"Productietechnologie is een belangrijk onderdeel van de auto-industrie om veilige, duurzame voertuigen te maken, en om de materiaal- en productiekosten te verlagen."* AI speelt een cruciale rol bij de realisatie van deze doelen. Eén essentiële toepassing is generatief ontwerpen, waarmee ingenieurs optimale ontwerpen kunnen ontwikkelen die voldoen aan de productievereisten, terwijl ze een afweging maken tussen kosten en gewicht. Door gebruik te maken van AI-gestuurde generatieve ontwerpen, kunnen autofabrikanten antwoord vinden op cruciale vragen, zoals of de extra kosten voor geavanceerde materialen gerechtvaardigd worden door de gewichtsvermindering, of dat kostenbesparingen die door gietprocessen worden bereikt, het waard zijn om een zwaarder onderdeel te produceren. Met dit proces kunnen ingenieurs datagestuurde beslissingen nemen die de efficiëntie en kosteneffectiviteit van het productieproces verbeteren.

Een extra proces in de auto-industrie dat profiteert van AI is hogedrukieten, of HPDC (High-Pressure Die-Casting). Bonino van Altair: *"HPDC is een steeds populairdere oplossing voor de productie van grote, complexe componenten. Het gebruik van generatieve ontwerptechnieken zoals topologieoptimalisatie draagt bij aan het vinden van de meest efficiënte ontwerpalternatieven."* AI op HPC optimaliseert niet alleen het ontwerp, maar helpt ook bij de fijnafstemming om te voldoen aan specifieke vereisten voor niet-lineair gedrag en productie, waarbij complexe uitdagingen zoals het ontstaan van scheuren (die moeilijk zijn te kwantificeren) worden aangepakt. Door middel van clustering op basis van vervorming, deskundige labeling en het trainen van classificatiemodellen stelt AI autofabrikanten in staat om het ontwerp en de productie van grote HPDC-componenten efficiënt te stroomlijnen en zo bij te dragen aan de verbetering van autoproductieprocessen.

De auto-industrie blijft ook het gebruik en de toepassingen van Advanced Driver Assistance Systems (ADAS) en de technologie achter autonoom rijden ontwikkelen en verbeteren. AI speelt hierbij een cruciale rol om de prestaties, veiligheid en autonomie van voertuigen te verbeteren. Fabrikanten hebben zwaar geïnvesteerd in HPC-systemen om de ontwikkeling van autonoom rijden op niveau 5 te ondersteunen. Daarnaast maken sommige start-ups gebruik van de mogelijkheden van AI om modellen voor autonoom rijden in de cloud te trainen, terwijl de voertuigen zelfstandig on-the-fly beslissingen nemen. Bij deze aanpak wordt gebruik gemaakt van AI in de cloud om de autonome

capaciteiten van het voertuig voortdurend aan te passen en te verbeteren, en krijgen we inzicht in de toekomst van de autoproductie.

### ***Klantsuccesverhaal in de auto- en zware industrie***

Een toonaangevend bedrijf op het gebied van auto's en zwaar materieel moest haar ontwerp- en besluitvormingscycli versnellen en koos voor AI-optimalisatie op HPC om dit doel te bereiken. Dit bedrijf zet veel ISV's in het ontwerp- en besluitvormingsproces in, en het was belangrijk voor het bedrijf om een efficiënt presterend algeheel HPC-systeem te hebben. Het bedrijf koos voor een on-premise Dell/AMD-oplossing om aan haar HPC-vereisten voor AI te voldoen.

Voordat het bedrijf voor AI-optimalisatie koos, moesten de engineeringteams van dit bedrijf handmatig opschalen na optimalisatieonderzoek voor het ontwerp. Dit was een zeer tijdrovend proces, omdat er bij elke fase van het opschalen verschillende fysische resultaten tussen onderwerpsdeskundigen moesten worden doorgegeven. Het bestaande proces werd vervangen door AI-optimalisatie, waardoor de beslissingscycli werden versneld van weken of maanden naar slechts dagen, waardoor het bedrijf uiteindelijk haar concurrentievoordeel kon behouden binnen de auto- en zware industrie.

Dit bedrijf profiteerde van de volgende voordelen door te kiezen voor het nieuwe door Dell/AMD gevalideerde ontwerp:

- Snellere ontwerp- en besluitvormingscycli
- Verbeterde efficiëntie en expertise van onderwerpsdeskundigen
- De mogelijkheid om meer dan 40 verschillende HPC-toepassingen effectief uit te voeren
- Concurrentievoordeel in de auto- en zware industrie

### **Chipontwerp**

AI heeft zich ontpopt als een transformerende kracht in het ontwerpen en produceren van halfgeleiderchips door innovatieve oplossingen te bieden voor complexe problemen. AI-gestuurde HPC-systemen verbeteren het ontwerp en de productie van chips op verschillende belangrijke manieren, waaronder optimalisatie van het ontwerp van chips. Gezien de ingewikkelde en zeer technische aard van het ontwerpen van halfgeleiders, kunnen AI-algoritmen enorme datasets analyseren, talloze ontwerp mogelijkheden beoordelen en de prestaties van verschillende chiparchitecturen voorspellen. Hierdoor kunnen efficiëntere en krachtigere chips worden gemaakt, terwijl ontwerpfouten worden geminimaliseerd, de time-to-market wordt verkort en de productiekosten worden verlaagd. HPC met AI versnelt het optimalisatieproces, waardoor dit aanzienlijk sneller en nauwkeuriger kan dan met traditionele benaderingen.

Een ander cruciaal aspect is de detectie van defecten en kwaliteitscontrole. Er worden AI-gestuurde modellen voor beeldherkenning en machine learning ingezet om defecten tijdens het productieproces op te sporen. Deze systemen kunnen de microscopische details van chips analyseren en snel eventuele onvolkomenheden identificeren, zodat er alleen chips van hoge kwaliteit op de markt komen. Dit verhoogt niet alleen de betrouwbaarheid van de chips, maar minimaliseert ook de hoeveelheid afval en verlaagt de productiekosten.

AI helpt ook bij het optimaliseren van de toeleveringsketen. Het kan vraag trends voorspellen, voorraadbeheer optimaliseren en zelfs logistiek en transport verbeteren. Door de marktdynamiek beter te begrijpen en de toeleveringsketen te stroomlijnen, kunnen chipfabrikanten de kosten verlagen en de

algehele operationele efficiëntie verbeteren. De combinatie van AI en HPC levert de rekenkracht die nodig is om de immense hoeveelheid data voor deze complexe taken te verwerken en analyseren.

AI op HPC zal mogelijk de toekomst van het ontwerpen en produceren van chips vormgeven. AI versnelt niet alleen het ontwerpproces, maar verbetert ook de kwaliteitscontrole, procesoptimalisatie en het beheer van de leveringsketen. Naarmate AI-technologieën zich verder ontwikkelen en geavanceerder worden, kunnen we nog grotere verbeteringen verwachten in het ontwerpen en produceren van chips, wat zal leiden tot krachtigere en betrouwbaardere chips en tegelijkertijd de kosten en verspilling in de halfgeleiderindustrie zal verminderen.

## Computational Fluid Dynamics (CFD)

De integratie van AI in productieprocessen waarvoor CFD-modellering en simulatie nodig zijn, is voortdurend in ontwikkeling en biedt aanzienlijke voordelen voor dit kritieke domein. Zoals Wim Slagter, Director of Partner Programs bij Ansys, opmerkt, kunnen *CFD-simulaties berekeningsintensief en tijdrovend zijn. Er worden AI-technieken, waaronder surrogaatmodellering en modellering met gereduceerde orde, toegepast om simulaties te versnellen en tegelijkertijd de nauwkeurigheid te behouden. Dit zorgt voor snellere ontwerpcycli en een hoger innovatietempo.* AI op HPC-platforms kan een paradigmaverschuiving teweegbrengen door CFD-simulaties te versnellen, waardoor de weg wordt vrijgemaakt voor efficiëntere en flexibelere productieprocessen.

Een van de mogelijke resultaten van deze integratie van AI in CFD-simulaties is de mogelijkheid om simulaties sneller uit te voeren met behoud van de nauwkeurigheid. Door ML-gebaseerde flow-oplossers in te zetten en te integreren in gevestigde CFD-tools zoals Ansys Fluent, kan de sector indrukwekkende resultaten behalen. Zoals eerder vermeld, *"maakt dit massale training mogelijk van datagestuurde neurale netwerken voor verschillende veranderlijke variabelen."* In de context van externe aerodynamica van een auto heeft deze integratie bijvoorbeeld een snellere time-to-solution aangetoond door gebruik te maken van één enkele cpu. Bovendien bieden gpu's het potentieel van een extra verhoging van de rekensnelheid, met de mogelijkheid om op te schalen door gebruik te maken van gedistribueerde gpu-architecturen. Deze ontwikkelingen bieden een enorm potentieel om productieprocessen te versnellen door middel van ML-gebaseerde methoden en het innovatieklimaat te bevorderen.

Het veranderende landschap van AI en ML in CFD is klaar om productieprocessen in de toekomst verder te verbeteren. Met de constante vooruitgang in deze technologieën zullen de mogelijkheden van CFD naar verwachting nog verder toenemen en bijdragen aan de voortdurende verbetering en innovatie van de productieprocessen. Naarmate AI-gestuurde CFD-simulaties zich verder ontwikkelen en groeien, zal de sector profiteren van verbeterde efficiëntie, snellere ontwerpcycli en een verbeterd probleemoplossend vermogen, wat allemaal van cruciaal belang is voor de dynamische en veeleisende wereld van de productie.

## TOEKOMSTVISIE

---

Samengevat wordt de inzet van AI in de bredere HPC-markt gekenmerkt door de samenkomst van AI- en HPC-mogelijkheden en AI-gestuurde systeemoptimalisaties, terwijl het gebruik van AI in de productiesector wordt gekenmerkt door specifieke gebruiksscenario's en een focus op het verbeteren van efficiëntie, naleving en productkwaliteit. Deze unieke vereisten en toepassingen onderscheiden de productiesector binnen de HPC-markt en stimuleren de toepassing van AI als een transformerende kracht in de moderne productie.

Het succes van de implementatie van AI op HPC in een productieomgeving hangt af van specifieke kenmerken en strategische overwegingen. Een robuuste datacultuur binnen de organisatie is absoluut noodzakelijk. Dit betekent dat er een goed uitgebouwd databeheerkader moet zijn dat strategieën voor dataverzameling, -storage en -kwaliteitsborging omvat. Modellen voor machine learning en AI-initiatieven zijn sterk afhankelijk van data, en hun effectiviteit is onlosmakelijk verbonden met de beschikbaarheid, toegankelijkheid en kwaliteit van de data. Zonder een cultuur waarin data centraal staan, kunnen AI-implementaties op grote hindernissen stuiten, waardoor de kans op succes afneemt.

Ook het selecteren van de juiste AI-gebruiksscenario's is belangrijk. Productiebedrijven moeten zich richten op problemen die AI goed kan oplossen, met een goed begrip van de mogelijkheden en beperkingen van AI. Het is cruciaal om hoogwaardige gebruiksscenario's te identificeren die aansluiten bij de bedrijfsdoelstellingen. Om dit te bereiken, zijn een goed begrip van het desbetreffende probleem, de beschikbaarheid van hoogwaardige data voor het karakteriseren van problemen en economische haalbaarheid voor het implementeren van geavanceerde AI-oplossingen essentieel. Deze strategische afstemming zorgt ervoor dat AI-investeringen worden gekanaliseerd naar gebieden waar ze tastbare voordelen kunnen opleveren.

Een andere belangrijke overweging is de beschikbaarheid van talent, domeinkennis en gespecialiseerde tools, die allemaal een cruciale rol spelen bij de succesvolle implementatie van AI in de productiesector. Organisaties hebben datawetenschappers, domeinexperts en een robuuste AI-omgeving met de nodige softwaretools nodig. Deze middelen zijn onmisbaar om het potentieel van AI effectief te benutten. In gevallen waarin dergelijke middelen duur of beperkt zijn, kan samenwerking met AI-leveranciers die outsourcing en consultancy aanbieden het AI-implementatieproces versnellen.

Gezien de complexiteit die komt kijken bij het selecteren en implementeren van de juiste HPC- en AI-oplossingen, moeten fabrikanten verstandig zijn in de keuze van hun partners. De strategische samenwerking tussen Dell, AMD en ISV kan worden ingezet als een sterk voorbeeld van samenwerking tussen AI en HPC in de productiesector.

## Over Hyperion Research, LLC

Hyperion Research biedt op data gebaseerd onderzoek, analyses en aanbevelingen voor technologieën, toepassingen en markten in high-performance computing en opkomende technologiegebieden om organisaties wereldwijd te helpen effectieve beslissingen te nemen en groeimogelijkheden te realiseren. Het onderzoek omvat het bepalen van de marktgrootte en het doen van prognoses, het bijhouden van aandelen, segmentatie, technologie en gerelateerde trendanalyses, en analyses van gebruikers en leveranciers voor technische servertechnologie voor meerdere gebruikers die wordt gebruikt voor HPC en HPDA (high-performance data-analyse). Hyperion Research biedt deskundig leiderschap en praktische begeleiding voor gebruikers, leveranciers en andere leden van de HPC-gemeenschap door zich te richten op de belangrijke markt- en technologietrends binnen de overheid, het bedrijfsleven, de handel en de academische wereld.

## Hoofdkantoor

365 Summit Avenue  
St. Paul, MN 55102  
Verenigde Staten  
+1 612.812.5798  
[www.HyperionResearch.com](http://www.HyperionResearch.com) en [www.hpcuserforum.com](http://www.hpcuserforum.com)

## Copyright mededeling

Copyright 2023 Hyperion Research LLC. Reproductie is verboden tenzij hier toestemming voor is verleend. Alle rechten voorbehouden. Ga naar [www.HyperionResearch.com](http://www.HyperionResearch.com) voor meer informatie. Neem contact op met +1 612.812.5798 en/of stuur een e-mail aan [info@hyperionres.com](mailto:info@hyperionres.com) voor informatie over herdrukken, extra kopieën, online copyrights of toestemming voor citaten.