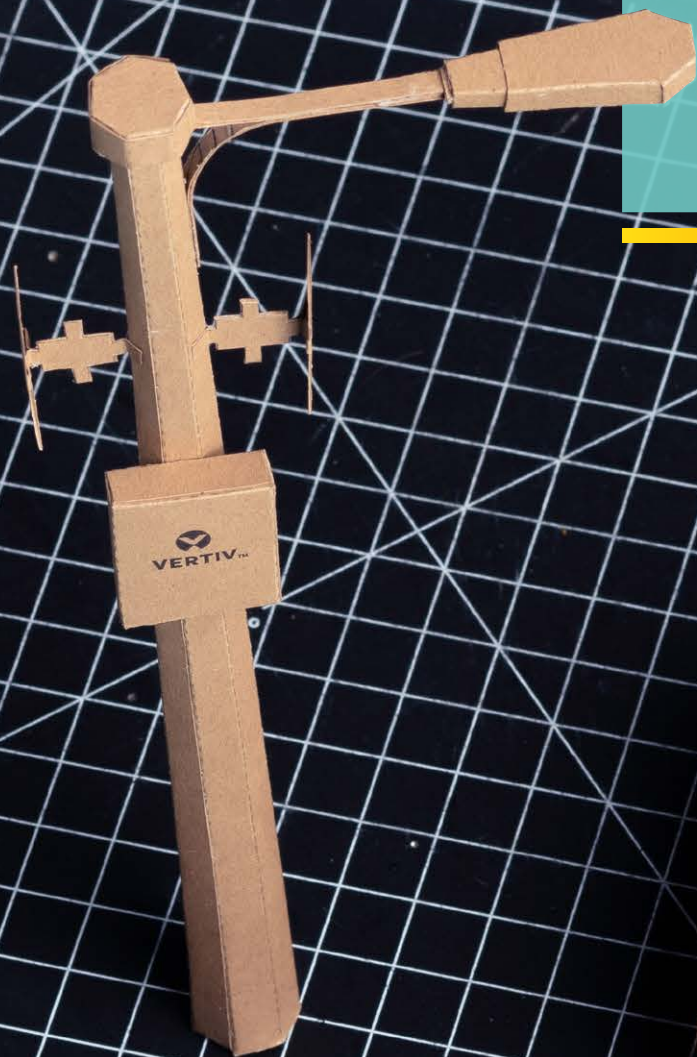


Edge archetypen 2.0: edge-
infrastructuurmodellen
die klaar zijn
voor implementatie

Het ontwerpen van de optimale
edge computing-infrastructuur
voor uw bedrijf





Samenvatting

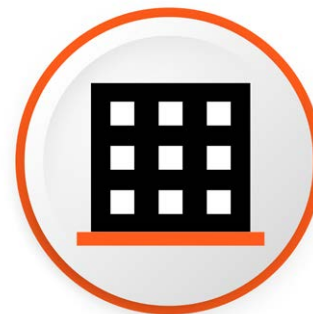
Fysieke infrastructuur is essentieel in elke edge computing-strategie. De stroom, koeling en behuizing, evenals de computer die het ondersteunt, vormen de basis waarop applicaties kunnen worden uitgevoerd en maken talloze edge-toepassingen mogelijk.

Het maken van de juiste fysieke infrastructuurkeuze is bij de edge nog belangrijker, aangezien veel implementaties zich op locaties bevinden waar extra ondersteuning en bescherming vereist is. Het navigeren tussen edge-infrastructuren is daarnaast complex door de brede en gevarieerde definities van edge. Deze factoren zorgen voor uitdagingen voor 49 %¹ van de ondernemingen die edge computing-implementaties onderzoeken. Ze moeten beslissingen nemen over de beste inzet van bestaande infrastructuur en waar ze vandaag kunnen investeren voor het ondersteunen van de behoeften van morgen. Gelukkig is er een ecosysteem van leveranciers, systemintegrators en andere channelpartners met ervaring en expertise in edge-implementaties voor het bieden van ondersteuning.

Voortbouwend op het werk van Vertiv op het gebied van edge-archetypen², die een taxonomie biedt voor het categoriseren van edge-gebruiksscenario's, bouwt dit rapport voort op die archetypen voor het definiëren van vier verschillende edge-infrastructuurmodellen. Het kader is ontwikkeld op basis van interviews met een reeks professionals uit de sector, datacenterexperts, leveranciers van oplossingen en brancheorganisaties in toepassingen voor smart city, gezondheidszorg, productie en detailhandel. Na een grondige analyse van de edge computing-behoeften van verschillende industrieën en toepassingen, zijn de volgende edge computing-infrastructuurmodellen gedefinieerd:

¹STL Partners-enquête onder 699 professionals wereldwijd uit de productie-, detailhandel-, gezondheidszorg- en transport- en logistieksector, mei 2021

²Het definiëren van vier edge-archetypen en hun technologische vereisten



Device edge	Micro edge	Gedistribueerd edge-datacenter	Regionaal edge-datacenter
<ul style="list-style-type: none"> • Op het apparaat • Bevestigd of ingebouwd • Buiten (bijv. straatlamp) of binnen (bijv. productieapparatuur) 	<ul style="list-style-type: none"> • Klein aantal servers of racks • 0–4 racks • Op bedrijfslocaties (bijv. winkelvloer, fabriek, IT-kast, gemeenten) 	<ul style="list-style-type: none"> • Kleine datacenter • 5–20 racks • Bedrijfslocatie (bijv. magazijn), telecomnetwerk, parkeerplaats 	<ul style="list-style-type: none"> • Middelgroot datacenter • Meer dan 20 racks • Regionale locatie (bijv. stad van niveau 2 of 3)

Belangrijkste bevindingen

- De infrastructuur voor edge computing fungeert niet als vervanging voor de cloud. Het totale aantal edge-locaties groeit naar schatting met 226%³ van 2019 tot 2025. Ook de cloud blijft groeien met een CAGR van 10 %⁴.
- De Verenigde Staten loopt voorop met edge-initiatieven en wordt geschat als de grootste markt voor edge computing⁵, gedreven door belangrijke industrieën zoals productie.
- De meest ontwikkelde edge computing-implementaties zijn implementaties die zijn afgestemd op het edge-archetype 'gevoelig voor menselijke latentie' (bijv. cloud gaming), gevolgd door 'data-intensief' (bijv. videoanalyse) en 'gevoelig voor machine-to-machine latentie' archetypen (bijv. aandelenhandel). Gebruiksscenario's van de levenskriteke archetypen (bijv. zelfrijdende auto's) bevinden zich nog steeds voornamelijk in een verkennings- of proefconceptfase.
- De meeste 'levenskriteke' archetype-toepassingen gebruiken op de middellange termijn het device edge infrastructuurmodel. 'Data-intensieve', 'voor menselijke latentie gevoelige'- en 'voor machine-to-machine latentie gevoelige'-toepassingen versnellen tegelijkertijd op korte termijn de overgang van regionaal edge-datacenter naar micro edge en gedistribueerd edge-datacenter infrastructuurmodellen.
- Het coördineren van de vele elementen van edge computing (software, hardware, infrastructuur, enz.) is een uitdaging en vereist een ecosysteem van partners voor het ondersteunen van de 66% van de ondernemingen die de voorkeur geeft aan een complete edge-oplossing van een enkele leverancier.

³ Datacenter 2025: Closer to the edge

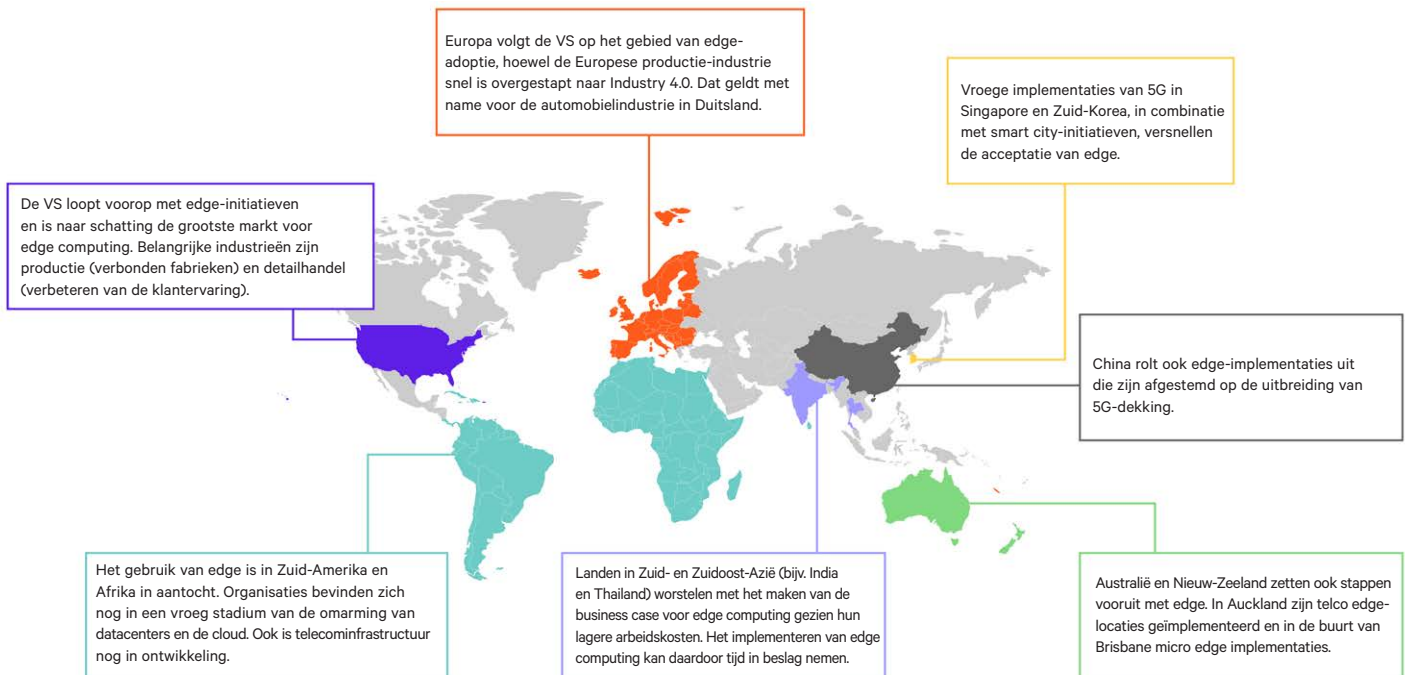
⁴ Technavio, 2021

⁵ Edge computing-markt – Wereldwijde prognose tot 2025

Introductie: De huidige staat van de edge-infrastructuur

Twintig jaar geleden bewoog de markt voor datacenters zich in de richting van gecentraliseerde computing met als doel het verbeteren van de efficiëntie van dataverwerking. Nu beweegt het de andere kant op, in de richting van edge computing. Edge computing verwijst naar rekenkracht en opslag tussen gecentraliseerde datacenters en eindgebruikers, het apparaat of de bron van data. Aan de ene kant kan edge computing worden beschouwd als een alternatief voor cloud- en centrale datacenters, wanneer deze opties niet in staat zijn om aan latentievereisten te voldoen, of wanneer het overdragen van grote hoeveelheden data over lange afstanden te duur is. Aan de andere kant is edge computing ook een drijfveer voor cloudadoptie. Een edge-locatie kan fungeren als een platform voor data die uiteindelijk naar de cloud worden verzonden voor verwerking, opslag of langetermijnanalyse.

In de afgelopen twee jaar is de acceptatie van edge computing aanzienlijk toegenomen, parallel aan de voortdurende groei van de cloud. Volgens een recent onderzoek van STL Partners verkent 49 % van de ondernemingen in specifieke industrieën op actieve wijze edge computing⁶ en groeit het totale aantal edge-locaties tussen 2019 en 2025 naar schatting met 226 %⁷. De toepassing varieert echter per regio. Dit komt door de mate van volwassenheid van aangrenzende technologieën (bijv. artificial intelligence), de bestaande telecommunicatie-infrastructuur, het overheidsbeleid en de omvang van bepaalde industrieën in het land. Productie stimuleert bijvoorbeeld de acceptatie van edge computing in de VS en Duitsland en vertegenwoordigt naar verwachting het grootste aandeel van de Europese zakelijke edge-uitgaven in 2021⁸.



Organisaties zien edge computing als een belangrijke methode voor het overwinnen van uitdagingen op het gebied van databeveiliging en betrouwbaarheid, naast het verbeteren van de prestaties van applicaties. Zo kunnen grote clusters van datacenters belangrijke doelwitten worden voor aanvallen. Het opsplitsen van de kern in meerdere edge-locaties kan hogere kosten per kW opleveren, maar elimineert de dreiging van gelijktijdige denial of service. Edge computing belooft ook het ondersteunen van een breed scala aan industrieën in een diverse reeks toepassingen. Van cloudgaming tot slimme netwerken voor elektriciteitsdistributienetwerken tot autonome robots in industriële omgevingen, al deze toepassingen kunnen winst halen uit het verwerken van gegevens dichterbij het eindapparaat. Vroege gebruikers implementeren al innovatieve oplossingen, waarbij zij van proof-of-concepts en eerste pilots overstappen op multi-site implementaties op schaal. Een voorbeeld hiervan is de maritieme dienstverlener Lloyds Register, die edge computing heeft geïmplementeerd op alle vloten van schepen⁹ voor het optimaliseren van brandstofverbruik door middel van datainzichten. Een groeiend ecosysteem van leveranciers, systemintegrators en andere channel-partijen ondersteunt de adoptie van edge computing. De gedistribueerde aard van edge computing vereist een netwerk van edge-spelers met het bereik en de mogelijkheid tot het implementeren, onderhouden en ondersteunen van edge-infrastructuur.

⁶ STL Partners-enquête onder 699 professionals wereldwijd uit de productie-, detailhandel-, gezondheidszorg- en transport- en logistieksector, mei 2021

⁷ Datacenter 2025: Closer to the edge

⁸ Wereldwijde gids voor edge-uitgaven van International Data Corporation (IDC)

In 2018 bracht Vertiv een rapport uit, 'Het definiëren van vier edge-archetypen en hun technologische eisen', dat een toonaangevend kader bood voor het categoriseren van toepassingen. Deze vier archetypen helpen ondernemingen en edge-datacenteroperators bij het beter begrijpen van de gemeenschappelijke onderliggende vereisten in vergelijkbare toepassingen. De vier archetypen zijn:

- **Data-intensief:** Toepassingen waarbij het door de hoeveelheid data - door het datavolume, kosten, of problemen met de bandbreedte-onpraktisch is om de data via het netwerk rechtstreeks naar de cloud of van de cloud naar het punt waar het wordt gebruikt, over te brengen.
- **Gevoelig voor menselijke latentie:** Toepassingen waarin services worden geoptimaliseerd voor menselijk gebruik of voor het verbeteren van de menselijke ervaring met services die door technologie worden mogelijk gemaakt. Snelheid is het bepalende kenmerk van deze toepassing, aangezien vertragingen bij het leveren van data rechtstreeks van invloed zijn op de ervaring van een gebruiker.
- **Gevoelig voor latentie tussen machines (Machine-To-Machine, M2M):** Toepassingen waarin diensten geoptimaliseerd zijn voor gebruik van machine naar machine. Omdat machines data veel sneller kunnen verwerken dan mensen, is snelheid hier het bepalende kenmerk (en de gevolgen voor het niet leveren van data binnen de vereiste tijd kunnen groter zijn dan bij toepassingen die gevoelig zijn voor menselijke latentie).
- **Levenskritiek:** Toepassingen die rechtstreeks van invloed zijn op de gezondheid en de veiligheid van de mens. Snelheid en betrouwbaarheid zijn daarom van het grootste belang.

Interviews met experts in verschillende industrieën en datacentermarkt tonen aan dat de archetypen variëren in hun mate van volwassenheid. Edge-toepassingen die **gevoelig zijn voor menselijke latentie** (bijv. cloud-gaming) zijn het meest volwassen en bereiken al geschaalde implementaties. De groei van 5G en toenemende glasvezelimplementaties versnellen deze ontwikkeling verder. Omgekeerd duurt het bij **levenskritieke** toepassingen veel langer om edge computing toe te passen. Dit komt omdat ze strenge eisen hebben voor latentie en betrouwbaarheid en vaak wijzigingen in de regelgeving vereisen voordat zij op schaal kunnen worden geïmplementeerd. Slimme drones zijn een voorbeeld. Overheden moeten er zeker van zijn dat autonome drones geen bedreiging vormen voor het menselijk leven voordat ze de beperkingen van het luchtruim versoepelen. Ook de verbonden verkeersinfrastructuur bevindt zich nog in een vroeg stadium. Zo is in de VS slechts 7%¹⁰ van de verkeerslichten slim.



BELANGRIJK:

- Data-intensief
- Gevoelig voor menselijke latentie
- Gevoelig voor latentie tussen machines
- Levenskritisch

⁹ WWT, 2020: Drie praktijkvoorbeelden voor hoe fabrikanten edge computing kunnen maximaliseren

¹⁰ Vertiv-interviewprogramma – citaat van geïnterviewde (directeur – Experience AI, autofabrikant).

Overstappen van toepassingen naar infrastructuur

Drie jaar na de introductie van het oorspronkelijke archetypenrapport evolueert de edge computing-markt zich nog steeds verder en blijven bedrijven hun edge computing-oplossingen ontwikkelen. Toepassingen zijn van concept doorgroeid naar echte toepassingen in het veld. Deze softwareapplicaties hebben een adequate infrastructuur nodig die dataverwerking met hoge bandbreedte en lage latentie aan de rand van het netwerk kan ondersteunen.

De term “edge-infrastructuur” verwijst naar de fysieke computerinfrastructuur (servers, stroom, koeling, behuizingen) die met opzet ergens tussen de eindapparaten en centrale datacenters is geplaatst. Dit omvat ook het lokaal hosten van computercapaciteit, iets dat uiteraard niet nieuw is voor veel ondernemingen. Sommigen investeren opnieuw in bestaande infrastructuur op locatie (bijv. servers, netwerkkasten of datacenters) voor het optimaliseren van applicaties en implementeren van nieuwe toepassingen. Een multinationale pulp- en papierfabrikant¹¹ maakt bijvoorbeeld data-intensieve toepassingen mogelijk, zoals geavanceerd voorspellend onderhoud, door het gebruik van datacenters in zijn grotere fabrieken.

De echte edge-infrastructuur werkt volgens een strikte definitie en moet standaard kant-en-klare IT-infrastructuur gebruiken en worden ingesteld op cloudprincipes voor het hosten van cloud-native applicaties en workloads. Oudere infrastructuur op locatie die monolithisch is of is gebaseerd op eigen hardware wordt onder deze definitie niet beschouwd als “edge computing”.

Tot op heden is het nog niet duidelijk wat edge-infrastructuur inhoudt.¹² Klanten van grote ondernemingen willen momenteel alleen edge-oplossingen implementeren als er enige zekerheid is dat deze oplossingen voorzien in toekomstige behoeften. Op dezelfde manier moeten edge-datacenteroperators vandaag investeren in infrastructuur die de toepassingen van morgen ondersteunt. Beide partijen hebben antwoorden nodig op belangrijke vragen over de infrastructuur van edge computing:

- Hoe ziet de edge eruit op het gebied van fysieke infrastructuur?
- Wat zijn de meetbare voordelen van het dichterbij de toepassingen inzetten van IT?
- Wie bezit en bedient de edge computing-infrastructuur?
- Hoe kunnen we het effectief en op grote schaal implementeren?

In dit rapport verkennen we de belangrijkste factoren die van invloed zijn op de edge-infrastructuur, waaronder de gebruikssituatie, industrie en externe omgeving. Als onderdeel van dit onderzoek hebben we 22 interviews gehouden met verschillende professionals uit de industrie, waaronder ondernemingen, datacenterexperts, aanbieders van oplossingen en brancheorganisaties.

Uw edge opbouwen: Vier edge-infrastructuurmodellen vormen de basis

Vertiv ontwikkelde een innovatief kader voor het categoriseren van edge-infrastructuur in specifieke modellen om organisaties te helpen bij het nemen van praktische beslissingen over het implementeren van fysieke infrastructuur en rekenkracht aan de edge. De term “infrastructuur” wordt gebruikt in plaats van datacenter, omdat niet iedere edge-implementatie per definitie kan worden omschreven als een datacenter.¹³ De modellen helpen bij het op één lijn brengen van de terminologie die wordt gebruikt bij het bespreken van edge computing. Ze omvatten de verscheidenheid aan edge-implementaties die we tegenwoordig zien, evenals de evolutie in implementaties die de komende jaren worden verwacht.

De vier edge-infrastructuurmodellen zijn als volgt:

- **Device edge:** De computing vindt plaats op het eindapparaat. Het is ofwel ingebouwd in het apparaat (bijv. een slimme videocamera met mogelijkheden voor artificial intelligence) of een 'add-on edge' stand-alone vormfactor die direct aan het apparaat wordt gekoppeld (bijv. een Raspberry Pi-computer die is aangesloten op een automatisch geleid voertuig). Wanneer de computing is ingebouwd, is de IT-hardware volledig ingesloten in het apparaat, zodat het niet ontworpen hoeft te worden voor het doorstaan van zware omstandigheden. Als de computing bijvoorbeeld is aangesloten op de buitenkant van een camera, moet deze robuust worden gemaakt. Is deze echter in de camera gebouwd, dan is robuust maken in een gecontroleerde omgeving niet noodzakelijk.
- **Micro edge:** Een kleine, zelfstandige oplossing die in grootte varieert van een of twee servers tot vier racks. Het wordt vaak ingezet op de eigen locatie van een onderneming (zo kan het voor een fabrikant op de werkvloer van de fabriek of in een backoffice staan). Ook plaatsing op een telco-locatie is mogelijk (bijv. een rack met servers bij een telco-basisstation). De micro edge is inzetbaar in zowel geconditioneerde als niet-geconditioneerde omgevingen. In geconditioneerde omgevingen (bijv. IT-kast) vereist de micro edge geen geavanceerde koeling en filtering omdat externe factoren zoals temperatuur en

¹¹ Geïnterviewde van het Vertiv-onderzoeksprogramma, 2021

¹² Edge computing-infrastructuur verwijst naar de edge IT-stack en de fysieke faciliteiten die deze ondersteunen (bijv. vermogen, koeling, beveiliging, behuizingen).

¹³ Een typische datacenteromgeving omvat: glasvezelaansluiting, UPS, koeling, beveiliging, bekabeling, verhoogde vloer.

luchtkwaliteit stabiel zijn. In niet-geconditioneerde omgevingen (bijv. een werkvloer in de fabriek) is de computing robuust en vereist de micro edge gespecialiseerde koeling en filtering met het oog op de zwaardere externe factoren (bijv. hoge temperaturen en stof).

- **Gedistribueerd edge-datacenter:** Een klein datacenter met minder dan 20 racks dat zich bevindt op de bedrijfslocatie, in telco-netwerkfaciliteiten of op een regionale locatie (bijv. in moderne fabrieken of grote commerciële panden).

- **Regionaal edge-datacenter:** Een datacenterfaciliteit buiten de core-datacenterhubs. Aangezien dit meestal een faciliteit is die speciaal is gebouwd voor het hosten van computerinfrastructuur, deelt het veel functies van hyperscale datacenters (zo zijn zij geconditioneerd en gecontroleerd, beschikken over een hoge beveiliging en bieden een hoge betrouwbaarheid).

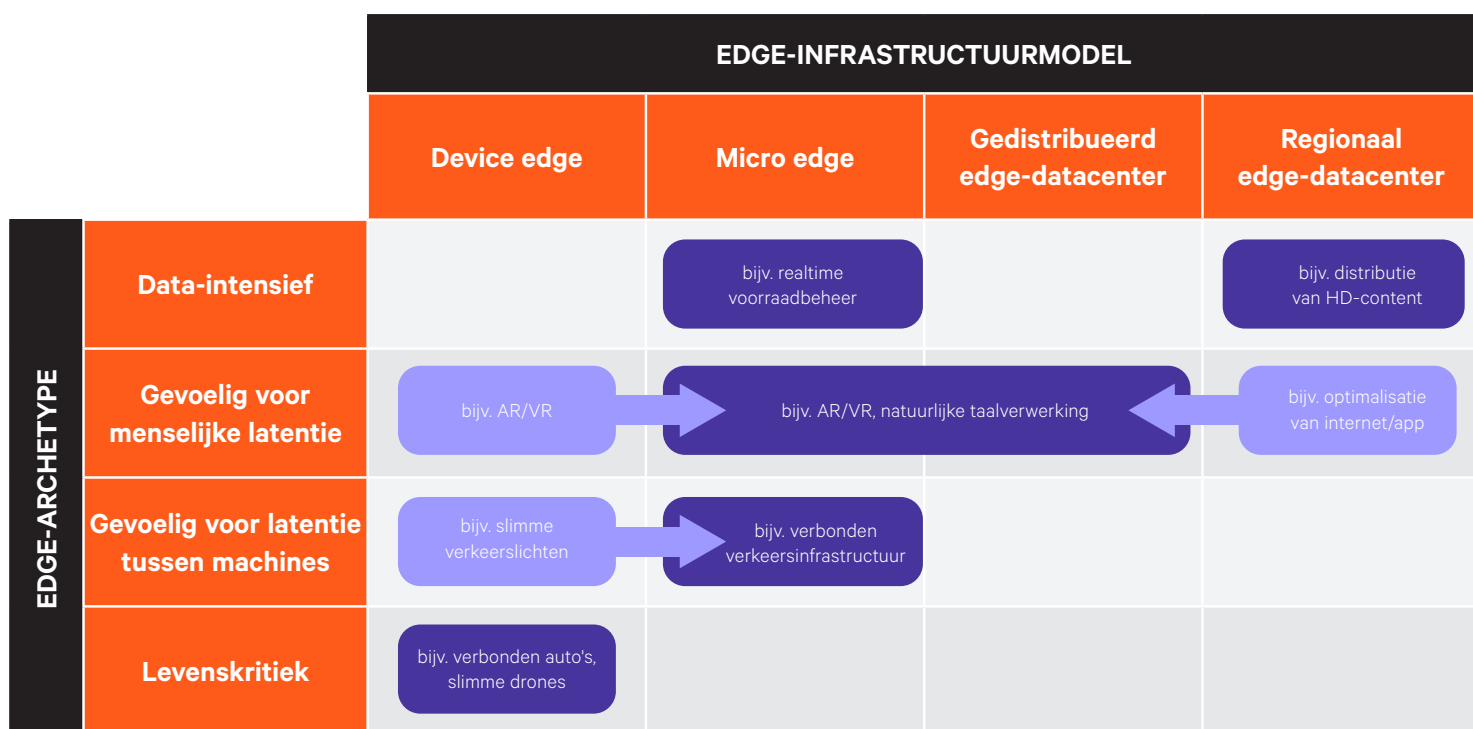


EDGE-INFRASTRUCTUURMODEL					
		Device edge	Micro edge	Gedistribueerd edge-datacenter	Regionaal edge-datacenter
EIGENSCHAPPEN	Locatie	Slimme apparaten (bijv. in voertuig, straatlamp, IoT)	Bedrijfslocatie (bijv. winkelvloer, fabrieksvloer, IT-kast, gemeenten)	Bedrijfslocatie (bijv. magazijn, kantoor), telecomlocatie, parkeerplaats, stad van niveau 2/3	Stad van niveau 2/3 ¹⁴
	Aantal racks	0	0-4 racks	5-20 racks	Meer dan 20 racks
	Stroom	Tot 1 kW	Tot 20 kW	Tot 200 kW	Tot 4000 kW
	Huur	Enkele huurder	Enkele huurder	Enkele huurder/meerdere huurders	Meerdere huurders
	Externe omgeving	Gecontroleerd (in het apparaat), zwaar en robuust	IT-kast, commercieel en kantoor, zwaar en robuust	Zwaar en robuust, commercieel en kantoor, geconditioneerd en gecontroleerd	Geconditioneerd en gecontroleerd
	Passieve infrastructuur	Kan wel of geen vermogen en filtering hebben, geen koeling, enz.	Heeft stroomvoorziening met beperkte koeling en filtering, enz.	Niveau 1+	Niveau 3+
	Leverancier van edge-infrastructuur	Fabrikant van het apparaat of interne oplossing binnen onderneming/overheid	OEM voor hardware, aanbieder van datacenters, telecomoperator of interne oplossing binnen onderneming/overheid	Colocatieleverancier, hyperscale cloudleverancier (public cloud), telecomoperator	Colocatieleverancier, hyperscale cloudleverancier (public cloud)
	Verwachte implementaties	Miljoenen	Honderdduizenden	Duizenden	Honderden

* tegen 2030 per belangrijke regio

Het identificeren van het juiste edge-infrastructuurmodel is afhankelijk van de geïmplementeerde toepassing. Aangezien vergelijkbare toepassingen vaak soortgelijke vereisten hebben, kan het nuttig zijn om te beginnen met het identificeren van het edge-archetype.

Hoe lager de vereiste latentie, hoe dichter de edge-infrastructuur zich bij het eindapparaat moet bevinden. Daarom moeten **levenskritieke** toepassingen vaak worden gehost op de **device edge**, terwijl **data-intensieve** toepassingen vaak lokaal worden gehost op een **micro edge**.



BELANGRIJK:

-  Infrastructuurmodel dat momenteel meestal wordt geïmplementeerd
-  Infrastructuurmodel dat we het meest in de toekomst gaan implementeren

- **Data-intensief:** Aangezien data-intensieve toepassingen vereisen dat de edge dicht bij de bron van de data is ter voorkoming van hoge bandbreedtekosten, zijn lokale implementaties wenselijk. Een micro edge zorgt voor een goede balans tussen de korte overdrachtsafstand van data (waardoor de bandbreedtekosten worden beperkt) en grotere rekenkracht dan een device edge.
- **Gevoelig voor menselijke latentie:** Het archetype dat gevoelig is voor menselijke latentie wordt gedomineerd door consumententoepassingen (bijv. optimalisatie van websitesnelheid¹⁵) waarvoor een edge-oplossing op locatie geen optie is. Daarom worden de meeste toepassingen die gevoelig zijn voor menselijke latentie tegenwoordig gehost in regionale edge-datacenters. Naarmate de latentie echter minder dan 10 milliseconden mag bedragen en edge-datacenters op meer locaties beschikbaar worden¹⁶, zijn gedistribueerde edge-datacenters een gunstige optie. Toepassingen voor bedrijven die gevoelig zijn voor menselijke latentie (bijv. AR/VR) worden tegenwoordig meestal gehost op de device edge met het oog op de latencievereisten. Zij gaan overstappen naar de on-premise

micro-edge, omdat deze steeds meer worden geïmplementeerd door ondernemingen.

- **Gevoelig voor latentie tussen machines:** Machines kunnen gegevens veel sneller verwerken dan mensen. Snelheid is daarom de bepalende vereiste van toepassingen die gevoelig zijn voor latentie tussen machines. De device edge voldoet aan deze latencievereisten, maar er gaat een overstap naar de micro edge plaatsvinden naarmate de acceptatie van de edge van de onderneming wijdverspreid wordt. Met name voor apparaten die te klein of te goedkoop zijn om een device edge te rechtvaardigen. Denk hierbij aan de maakindustrie, waar leveranciers systemen op de fabrieksvloer zelf plaatsen. Een klein edge-apparaat in een autonome behuizing met ingebouwd vermogen en koeling.
- **Levenskritiek:** Een lage latentie is van cruciaal belang voor deze toepassingen, omdat ze rechtstreeks van invloed zijn op de gezondheid en veiligheid van mensen. De device edge biedt de laagste latentie. Daarom zijn veel levenskritieke toepassingen afhankelijk van dit model.

¹⁴ Steden van niveau 2 en 3 hebben vaak een bevolking van minder dan 1 miljoen en beschikken zelden over een internetuitwisselings-/peering-punt in de stad, noch een hyperscale datacenter. Voorbeelden zijn Austin in de VS of Berlijn en Milaan in Europa.

¹⁵ Snelheidsoptimalisatie van websites maakt gebruik van edge computing voor het verkorten van de laadtijd van een pagina. Veel e-commerceproviders hebben negatieve gevolgen ervaren voor de omzet wanneer sites langzamer zijn. Google merkte dat een vertraging van 500 milliseconden in de reactietijd van pagina's resulteerde in een daling van 20 % van het verkeer.

¹⁶ Wanneer de edge zich op toegangslocaties bevindt, is dat vaak op locaties of points of presence die eigendom zijn van een telecomoperator (bijv. mobiele torens, centrale kantoren of een ISP-knooppunt). LF edge heeft de toegangsedge vastgesteld in hun [edge-continuüm](#).

In de praktijk overwegen ondernemingen andere factoren naast de vereisten van hun toepassingen bij het nemen van infrastructuurbeslissingen. Deze belangrijke overwegingen omvatten:

- **Milieu:** Temperatuur, vervuiling en aanwezigheid van deeltjes hebben allemaal invloed op de infrastructuur die vereist is (bijv. de mate van koeling en filtering). Het geproduceerde lawaai inclusief elektrische ruis moet eveneens in overweging worden genomen, vooral als de ruimte ook als kantoor fungeert. Communicatiekabels kunnen bijvoorbeeld niet in de buurt van liftschachten lopen.
- **Gebruikssituatie:** De hoeveelheid en snelheid waarmee data moeten worden verwerkt, beïnvloedt hoe dicht de computing bij het eindapparaat moet zijn. Het type workload (d.w.z. rekenintensief versus opslagintensief) is ook van invloed op de edge-infrastructuur, omdat meer rekenintensieve workloads (bijv. high-definition video) meer vermogen en dus meer koeling vereisen.

5G versnelt edge-adoptie

5G gaat een belangrijke factor zijn bij het bepalen van de edge-adoptie, aangezien de implementatie van 5G fungeert als katalysator voor de overstap naar de edge. De regio's die verder zijn met de uitrol van 5G (Noord-Amerika, Europa en Oost-Azië) lopen daarom voorop bij de omarming van de edge. Voor meer informatie over hoe edge-gebruiksscenario's baat hebben bij 5G, zie [het voorgaande onderzoek van Vertiv](#).

“

5G begint nu en de adoptie in grote ontwikkelde markten neemt 3–5 jaar in beslag. Wij denken dat dat het pad naar de edge versnelt.

**VP Innovatie,
Toonaangevend zendmast bedrijf**

”

“

Dat is een uitdaging, aangezien deze kantoren nooit bedoeld waren voor het huisvesten van IT-apparatuur. We moeten dan ook onder meer de elektriciteit vernieuwen. Nu produceren we warmte in de ruimte, dus we moeten het hebben over koeling. Vooral als in de ruimte mensen werken. We willen hen niet oververhitten en het ook niet te luid voor hen maken.














**Architect technische oplossingen,
World Wide Technology**

”

- **Oudere apparatuur/infrastructuur:** De beslissing voor de implementatie van edge-infrastructuur in een bestaand datacenter versus het creëren van een nieuwe, zelfstandige implementatie hangt uiteindelijk af van het feit of er al een bestaand ouder datacenter is. Voor een micro edge wordt de specifieke vorm van de infrastructuur gedreven door de ruimte waarin deze moet passen (indien er bijvoorbeeld onvoldoende vloerruimte is, moet de infrastructuur aan de muur worden gemonteerd).
- **Activiteiten van de onderneming:** De keuze tussen het upgraden van een bestaand datacenter op locatie en het introduceren van een nieuwe zelfstandige implementatie hangt ook af van of de onderneming zich de downtime kan veroorloven die vereist is voor het upgraden om de bestaande infrastructuur. Ondernemingen waarvoor downtime duur is, kunnen profiteren van het betalen van een premie voor een geprefabriceerd datacenter dat extern kan worden gebouwd en vervolgens snel kan worden geïmplementeerd.
- **Beveiliging en onderhoud:** Als de edge-infrastructuur zich op een open locatie bevindt waar mensen deze kunnen beschadigen, moet de behuizing met extra beveiliging worden ontworpen. Als werknemers regelmatig de IT-apparatuur moeten onderhouden of ermee moeten communiceren, moet deze gemakkelijk toegankelijk zijn (bijv. niet buiten bereik aan het plafond).
- **Communicatie-infrastructuur:** Als de edge zich op een afgelegen locatie bevindt en de infrastructuur er niet is voor het transporteren van data over het netwerk (bijv. mijnbouw, landbouw), is een robuustere oplossing op locatie nodig.

Navigeren door de edge-infrastructuurmodellen: Belangrijke aanbevelingen

Device edge

ADOPTIE VAN DEVICE EDGE PER BRANCHE	
 Industrie	
 Detailhandel	
 Telecombedrijven	
 Gezondheidszorg	
 Smart City	
 Onderwijs	
Belangrijk	 De meeste toepassingen gebruiken deze edge
	 Sommige toepassingen gebruiken deze edge
	 Zeer weinig toepassingen gebruiken deze edge

Toepassingen die gebruikmaken van een device edge zijn onder meer die in het levenskriteke archetype, zoals drones, zelfrijdende voertuigen, robotchirurgie en patiëntmonitoring in het ziekenhuis. Een device edge is geschikt omdat het kan voldoen aan de mobiliteitsvereisten voor een apparaat, zoals een drone, voor autonoom navigeren binnen de context van de omgeving waar het zich doorheen verplaatst. Het biedt daarnaast ultralage latentie, wat noodzakelijk is voor levenskriteke toepassingen. Ten slotte laat het sommige aspecten van de toepassing functioneren (bijv. navigatie, lokale alarmen), zelfs wanneer er geen connectiviteit beschikbaar is vanwege beperkte dekking of netwerkstoring.

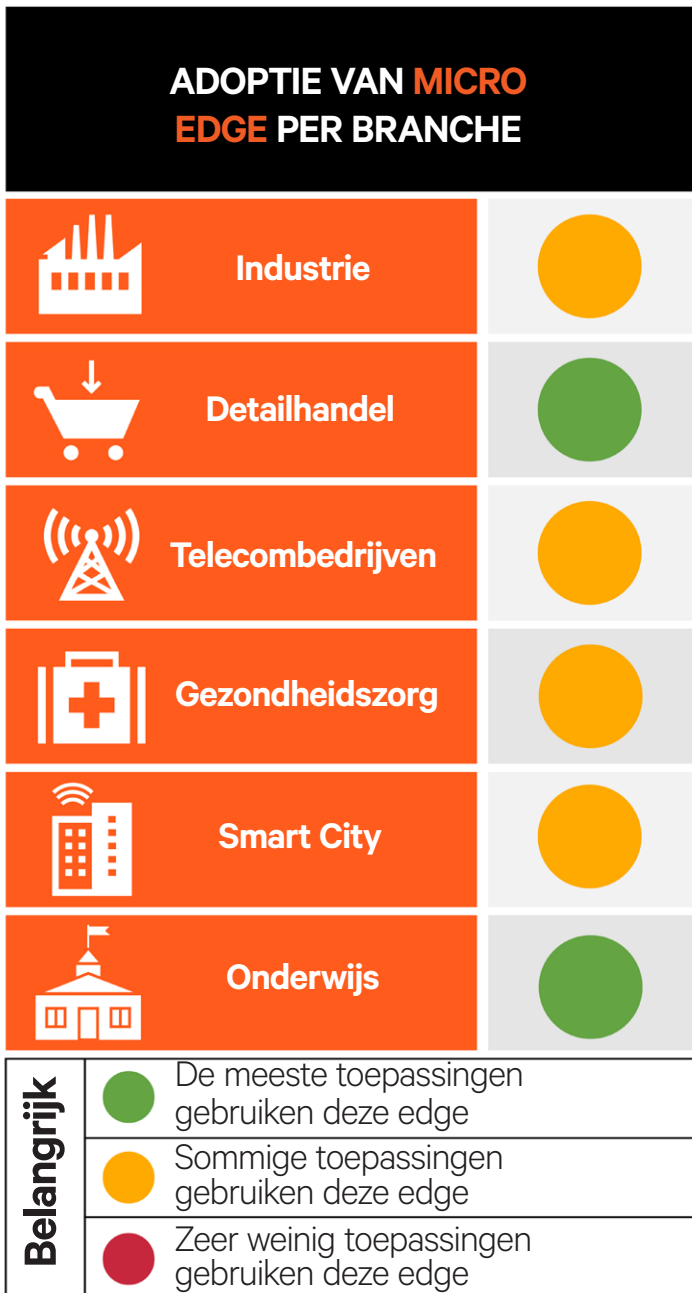
Als gevolg hiervan is de gezondheidszorg een van de sectoren met een hoge acceptatiegraad van device edge, omdat veel toepassingen levensbedreigende situaties snel en betrouwbaar moeten detecteren. Ongeacht of de patiënt in het ziekenhuis is of op afstand wordt verzorgd. De maakindustrie kent ook levenskriteke toepassingen, daarom draaien machinebesturingssystemen voornamelijk op de apparatuur zelf (een vorm van device edge).

Belangrijke aanbevelingen bij het implementeren van een device edge:

- Add-on device edge is geschikter voor de modernisering van oudere apparatuur, maar greenfield-implementaties kunnen de integratie van de computing in het apparaat overwegen. Dit zijn echter vaak eigen apparaten die zich niet lenen voor integratie met generieke edge computing-mogelijkheden.
- De device edge biedt een beperkte rekencapaciteit. Door het toevoegen van meer computing worden edge-apparaten veel zwaarder. Houd daarom altijd rekening met de afweging tussen vermogen en gewicht¹⁷ (wat van groter belang is in gevallen waarin het apparaat op batterijen werkt of geen toegang heeft tot een voeding).
- Houd rekening met de data die door het edge-apparaat worden verzameld. Toepassingen, zoals slimme beveiligingscamera's, verbonden verkeersinfrastructuur en drones, verzamelen visuele of locatiegegevens over mensen. Het is daarom belangrijk om op de hoogte te zijn van de mogelijke uitdagingen rond dataprivacy en het delen ervan, omdat dit een omstreden kwestie kan zijn.

¹⁷ De afweging tussen vermogen, gewicht en kosten voor AR/VR-headsets wordt verkend in [Apple Glass: Een iPhone-moment voor 5G?](#)

Micro edge



- Als beslissingen rond software, hardware en infrastructuur worden genomen door verschillende belanghebbenden, zorg dan voor afstemming tussen deze belanghebbenden. Zo worden de beslissingen parallel genomen in plaats van achtereenvolgens, wat resulteert in een succesvollere oplossing.
- Selecteer uw type apparatuur. Geharde apparatuur is gemaakt voor minder gecontroleerde omgevingen, zodat het bestand is tegen 50 graden Celsius. Ondernemingen kunnen in plaats daarvan generieke, commerciële

Een micro edge kan dichtbij de bron van gegevens worden geplaatst vanwege de kleine omvang en de relatief eenvoudige implementatie (vergeleken met een groter datacenter). Het biedt daarom een lage latentie en verlaagt de kosten van dataoverdracht, waardoor het een geschikt infrastructuurmodel is voor toepassingen voor de volgende drie archetypen: Data-intensief, gevoelig voor menselijke latentie, gevoelig voor latentie tussen machines. In branches met beperkte ruimte, zoals de detailhandel of het onderwijs, is een micro edge een aantrekkelijke oplossing. Zo beperkt het de benodigde hoeveelheid hardware, waardoor rekenkracht in een kleinere voetafdruk kan worden ingezet. Een grote supermarktketen met 16.000 locaties in Europa implementeert bijvoorbeeld een micro edge in winkels voor lokale dataverzameling en -verwerking, en voegt ook centrale datacenters toe voor aggregatie en algemeen IT-beheer.

Belangrijke aanbevelingen bij het implementeren van een micro edge:

- Houd rekening met de beschikbare ruimte (het kan noodzakelijk zijn om deze aan de muren of het plafond te bevestigen), de functie van de ruimte (indien klanten of werknemers aanwezig zijn) en de beveiligingsvereisten (wanneer de infrastructuur gemakkelijk toegankelijk is, is een fysieke beveiligingslaag noodzakelijk). Micro edge-implementaties dekken vaak gebieden af met verschillende elektrische toevoeren, voorschriften, toegang tot de locatie (bijv. lifthoogte), locatiecontrole (winkelmanager, fabrieksmanager) en technische expertise.

“

Fysieke en virtuele infrastructuur moeten samen worden gecoördineerd, anders werkt het simpelweg niet.

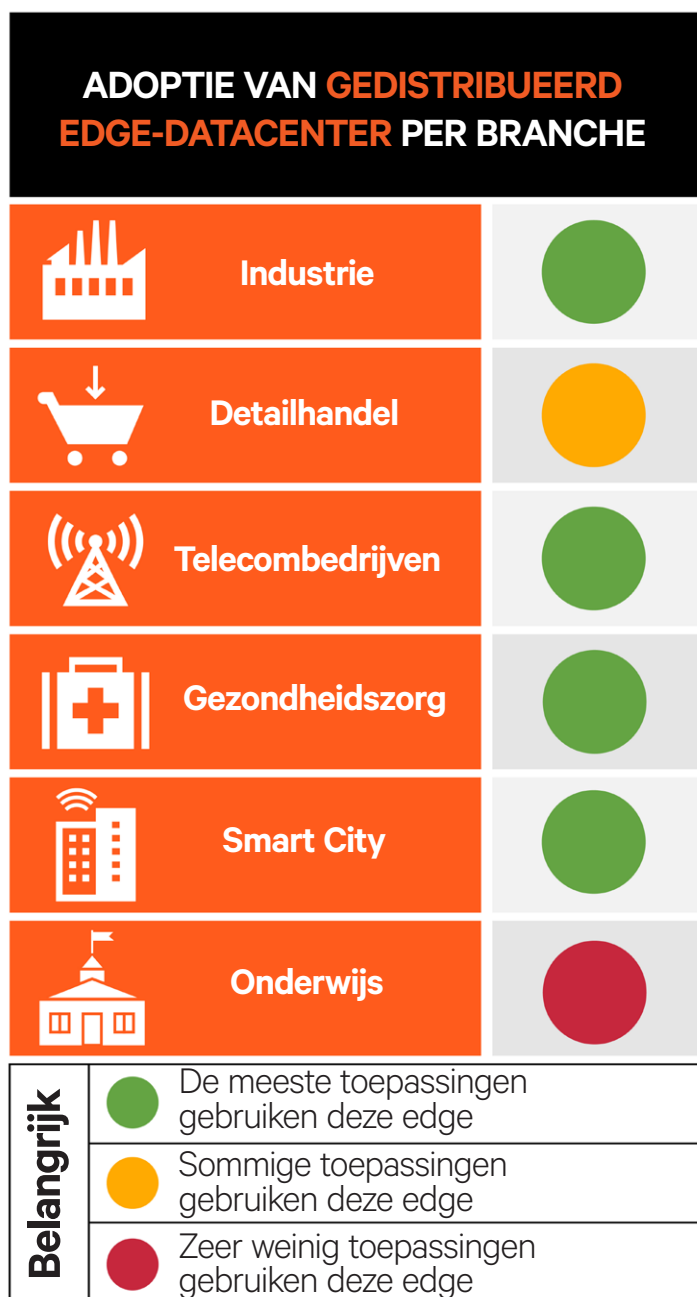
**Jon Abbott, Technologies
Directeur, Vertiv**

”

kant-en-klare (commercial off-the-shelf, COTS¹⁸) servers gebruiken, die goedkoper zijn. De houdbaarheid van deze servers wordt sterk verkort wanneer ze boven 30°C draaien. Hoewel beide soorten hardware een behuizing vereisen, moet de ondersteunende infrastructuur voor COTS-servers een grotere controle bieden over temperatuur, vochtigheid en vermogen. Een economisch evenwicht van standaardisatie en locatiespecifiek maatwerk is noodzakelijk.

¹⁸COTS – Commerciële kant-en-klare producten die direct beschikbaar zijn voor verkoop en ontworpen zijn voor eenvoudige integratie met bestaande systemen (in plaats van op maat gemaakt of op maat gemaakt te worden).

Gedistribueerd edge-datacenter


















Net als een micro edge bevinden gedistribueerde edge-datacenters zich op de bedrijfslocatie en zijn ze geschikt voor veel toepassingen in de industrie, omdat ze lage latentie en lagere bandbreedtekosten bieden. Uit het onderzoek bleek dat telecombedrijven gedistribueerde edge-datacenters gebruiken om zowel consumententoepassingen als hun eigen interne netwerkfuncties te hosten, die gevoelig zijn voor latentie tussen machines. Op dezelfde manier gebruiken middelgrote en grote fabrikanten deze kleinere datacenters voor hun Internet of Things (IoT)-toepassingen. Voor middelgrote productiefaciliteiten bevindt het grootste deel van de edge-infrastructuur zich in een datacenter met acht racks.

Belangrijke aanbevelingen bij het implementeren van een gedistribueerd edge-datacenter:

- Er kan een investering nodig zijn om een bestaand datacenter of een bestaande netwerkruimte te upgraden, en de tijd die nodig is om de wijzigingen te implementeren kan een dure impact hebben op de activiteiten. Deze impact op downtime moet worden afgewogen tegen de kosten van het kopen van een nieuw, geprefabriceerd datacenter dat snel op locatie kan worden geïmplementeerd.
- Het wordt aanbevolen om reservecapaciteit in het datacenter in te bouwen om flexibiliteit in de toekomst te behouden. Men moet er echter rekening mee houden dat overcapaciteit om zich voor te bereiden op alle uitkomsten kostbaar is en mogelijk niet noodzakelijk is. Het vinden van de balans tussen wat vandaag nodig is en wat morgen nodig is, vereist dat gebruikers de evolutie van hun edge-gebruikssituatie in hun specifieke branche overwegen.
- Bij het inbouwen van redundantie in het datacenter moet u zowel de waarde van de toepassingen die worden uitgevoerd als de stabiliteit van de omgeving in overweging nemen (in sommige landen is het elektriciteitsnetwerk onbetrouwbaar, dus het risico op stroomuitval is aanzienlijk).
- Soms is het niet noodzakelijk om een gedistribueerd edge-datacenter te implementeren op de bedrijfslocatie, omdat een implementatie 'in de buurt van de locatie' voldoet aan de vereisten zoals die met betrekking tot latentie of beveiliging. Dit kan nog steeds eigendom zijn van de onderneming of het kan een faciliteit met meerdere huurders zijn die meerdere ondernemingen bedient.
- Als een gedistribueerd edge-datacenter wordt gebruikt als colocationfaciliteit, moet het beveiligings- en isolatielagen hebben om deze edge computing-ervaring aan meerdere huurders aan te bieden. Dit kan poorten, sloten en camera's omvatten.

Regionaal edge-datacenter

ADOPTIE VAN REGIONAAL EDGE-DATACENTER PER BRANCHE	
 Industrie	
 Detailhandel	
 Telecombedrijven	
 Gezondheidszorg	
 Smart City	
 Onderwijs	
Belangrijk	 De meeste toepassingen gebruiken deze edge
	 Sommige toepassingen gebruiken deze edge
	 Zeer weinig toepassingen gebruiken deze edge

Een regionaal edge-datacenter fungeert als een edge computing-locatie of als een tussenliggende site waar edge-data worden verzonden voor voorverwerking voordat ze naar de cloud worden verzonden. Het voldoet aan zowel lage latentie als data-intensieve toepassingen, daarom maken alle edge-archetypen gebruik van regionale edge-datacenters. Vooral toepassingen die gevoelig zijn voor menselijke latentie door consumenten zijn afhankelijk van regionale edge-datacenters. Lokale edge-implementaties (bijv. mediastreaming met lage latentie of immersieve gaming) zijn in dit geval geen optie.

Regionale edge-datacenters worden vaak in de detailhandel gebruikt, omdat ze de noodzaak kunnen verminderen om computerinfrastructuur in afzonderlijke winkels te implementeren.¹⁹ In gevallen waarin de detailhandelaar heeft geïnvesteerd in individuele lokale implementaties, kan het datacenter fungeren als een tussenliggende gegevensverwerkingslocatie.

Belangrijke aanbevelingen bij het implementeren van een regionaal edge-datacenter:

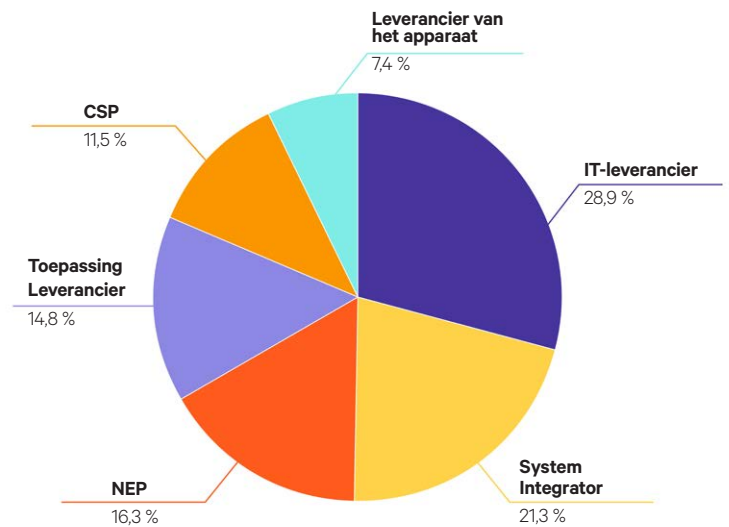
- Beveiliging en isolatie zijn noodzakelijk (aangezien veel regionale datacenter faciliteiten meerdere huurders hebben). Klanten moeten ervoor zorgen dat het datacenter adequate mechanismen heeft voor het beveiligen van de infrastructuur en gegevens van de huurder.
- Houd rekening met de specifieke gebruikssituatie bij het ontwerpen van de edge computing-infrastructuur (bijv. meer computingintensieve workloads vereisen waarschijnlijk meer vermogen en dus meer koeling).
- De locatie is een belangrijke overweging. Als datasoevereiniteit een factor is, moeten data mogelijk worden opgeslagen binnen het rechtsgebied van de eindklanten. Als de belangrijkste factor echter latentie (< 50 milliseconden) is, richt u zich op een strategisch belangrijke locatie die de latentie op zoveel mogelijk eindlocaties vermindert. Dit is vaak een datacenter dat zich op of heel dicht bij een grote internet exchange bevindt.
- Grote public cloudproviders breiden hun public cloud uit naar lokale datacenters (bijv. AWS Local Zones), waardoor ondernemingen hun cloudtoepassingen gemakkelijker kunnen distribueren. Er zijn echter twee belangrijke overwegingen: public cloudproviders zijn in een vroeg stadium van het implementeren van deze lokale clouds, en bepaalde toepassingen (en de data) zijn niet geschikt voor opslag en verwerking op een public cloud (deels vanwege overheidsvoorschriften).

¹⁹ Volgens de Wereldwijde gids voor edge-uitgaven van International Data Corporation (IDC) is retail de op een na grootste en snelst groeiende industrie in de Europese edge-markt voor ondernemingen.

Er is een ecosysteem nodig om de edge te bouwen

Infrastructuur is slechts één stukje van de puzzel voor elke organisatie die edge-geschikte oplossingen wil implementeren. Er zijn veel elementen die het bouwen van de edge beïnvloeden: software, hardware, infrastructuur, orkestratie, management, enz. Ondernemingen hebben moeite met het zelf coördineren van deze elementen.

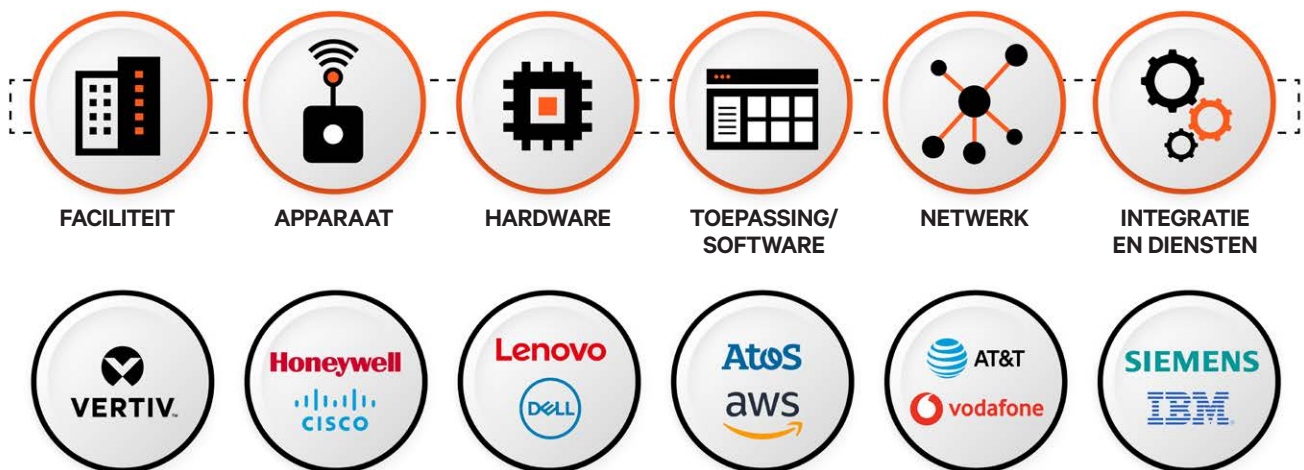
Er bestaat geen universele oplossing met betrekking tot hoe ondernemingen deze volgende generatie informatie- en communicatietechnologie (ICT) en edge-oplossingen willen kopen. Onderzoek toont aan dat 34 % van de ondernemingen de voorkeur geeft aan een doe-het-zelfbenadering waarbij ze verschillende componenten van elke leverancier selecteren. De 66 % die de voorkeur geeft aan complete oplossingen van één hoofdleverancier, varieert afhankelijk van wie die primaire leverancier is: IT-leverancier versus system integrator versus leverancier van netwerkapparatuur, enz.



Bron: STL Partners-enquête onder 699 professionals wereldwijd, mei 2021

Of het nu een onderneming is die een eigen edge bouwt of een serviceprovider die edge-infrastructuur implementeert voor het uitvoeren van toepassingen of faciliteren van anderen om workloads uit te voeren, samenwerking met andere spelers in het edge computing-ecosysteem is essentieel voor succes. Het opbouwen van sterke relaties met branchespecialisten (bijv. Siemens of Honeywell in productie) zorgt ervoor dat oplossingen voldoen aan branchespecifieke behoeften en met succes kunnen worden geïntegreerd met bestaande systemen en infrastructuur.

De waardeketen voor edge computing:



Conclusies en aanbevelingen

Edge-infrastructuur blijft een ingewikkeld onderwerp (zoals de interviews met professionals uit de industrie laten zien). Desondanks kan het in dit rapport gedefinieerde kader voor het edge-infrastructuurmodel ondernemingen helpen bij het navigeren door de beschikbare reeks edge-oplossingen en begeleiding bieden bij de juiste infrastructuurkeuzes.

Als we verder kijken dan de edge-infrastructuurmodellen, erkent Vertiv dat er complexiteiten verbonden zijn aan de praktische taak van het bouwen van edge-infrastructuur die uniek zijn voor elke onderneming. Er is een interactieve webtool ontwikkeld waarmee ondernemingen en andere datacenteroperators belangrijke gebruiksscenario's grondig kunnen verkennen. Organisaties zijn in staat om de bijbehorende workload- en infrastructuurkenmerken beter te begrijpen en beslissingen te nemen over het ontwerp, de bouw en de implementatie van infrastructuur.

Andere belangrijke aanbevelingen zijn:

Ondernemingen

- **Identificeer een belangrijke toepassing.** Er is nog steeds onzekerheid over de aard van toekomstige toepassingen en hun behoeften op het gebied van edge computing. De eerste toepassing moet de business case voor een eerste implementatie rechtvaardigen, dus zorg ervoor dat u goed begrijpt waarom uw toepassing edge computing nodig heeft. Begrijpen welke kenmerken van de workload de belangrijkste factor zijn voor edge-implementatie (bijv. latentie, bandbreedte, beveiliging) helpt ook bij het nemen van beslissingen rond infrastructuur.
- **Wees voorbereid op het beheren van een verscheidenheid aan edge-infrastructuurmodellen.** Veel retailers kiezen bijvoorbeeld voor een micro edge in hun winkels en vullen deze vervolgens aan met een gedistribueerd edge-datacenter dicht bij de winkels dat data van verschillende locaties kan filteren en samenvoegen, waardoor alleen de benodigde informatie naar de cloud wordt verzonden.
- **Probeer niet een enkele blauwdruk te definiëren voor alle scenario's.** Zelfs binnen modeltypes is er variatie, aangezien verschillende locaties verschillende oudere omgevingen hebben. Bedrijven met een multinationale dekking krijgen te maken met geografische verschillen in klimaat, vervuiling, stroomvoorziening, regelgeving, enz. (de EU regelt bijvoorbeeld het aantal toegestane decibels die de infrastructuur met ventilatoren of schakelingen kunnen beperken).

Solution Providers


- **Toekomstbestendige edge-infrastructuur.** Begrijp de toepassingen die klanten nu gebruiken en van plan zijn om in de toekomst te implementeren en bouw waar nodig reservecapaciteit (opslag, berekening, enz.) op. Het gebruik van flexibelere implementatiemodellen vermindert het risico.
- **Werk met het ecosysteem.** Edge is niet één product dat door één leverancier wordt verkocht, maar een oplossing die meerdere ecosysteemspelers samen bouwen. Oplossingen moeten daarom gestandaardiseerd zijn, zodat het voor klanten gemakkelijk is om een oplossing als component te gebruiken. Partnerschap is ook belangrijk, vooral wanneer u wilt voldoen aan zeer industriespecifieke behoeften.
- **Overweeg nieuwe economische modellen.** Repliceren wat er met de cloud is gedaan is niet mogelijk. Edge-infrastructuur heeft specifieke behoeften. Het is dan ook belangrijk om rekening te houden met de economische modellen die ervoor zorgen dat stroom, koeling, beveiliging en ruimte worden geoptimaliseerd met nieuwe manieren om schaalvoordelen te garanderen.



Bijlage: Woordenlijst

TOEGANG TOT EDGE	Een edge-locatie binnen het telco-netwerk die abonnees verbindt met het backbone-netwerk van de hoofdprovider en vervolgens met andere netwerken, het internet en hyperscaler-clouds.
COLOCATIEFACILITEIT OF -DIENST	Een colocationfaciliteit, of “colo”, is een datacenterfaciliteit waarin een bedrijf ruimte kan huren voor servers en andere computerhardware. Doorgaans biedt een colo het gebouw, de koeling, de stroom, de connectiviteit met anderen of het internet en fysieke beveiliging, terwijl de klant servers en opslag levert.
GECONDITIONEERDE, GECONTROLEERDE OMGEVING	Omgevingen met speciale systemen om verschillende factoren te beheersen, waaronder temperatuur en vochtigheid, stofdeeltjes, vervuiling, enz.
DATACENTER	Een fysieke faciliteit die organisaties gebruiken om hun kritieke toepassingen en data te huisvesten. Het ontwerp van een datacenter is gebaseerd op een netwerk van computer- en opslagbronnen die het aanbieden van gedeelde toepassingen en gegevens mogelijk maken. De belangrijkste onderdelen van een datacenterontwerp zijn routers, switches, firewalls, opslagsystemen, servers en controllers voor het leveren van online diensten.
EDGE COMPUTING	Deze fysieke computerinfrastructuur bevindt zich tussen het apparaat en de hyperscale cloud en ondersteunt verschillende workloads. Edge computing brengt verwerkingscapaciteiten dicht bij de eindgebruiker/het apparaat/de bron van data, waardoor het traject naar datacenters van cloudproviders wordt geëlimineerd en de latentie wordt verminderd.
UITVOERING	Algemeen ontwerp en functionaliteit van hardware-systemen.
HYPERSCALE	Bij computergebruik is hyperscale de mogelijkheid om enorme schaal te bereiken, vooral voor big data en cloud computing. Tegenwoordig worden AWS, Azure en Google Cloud beschouwd als “hyperscalers”.
IT/NETWERKKASTEN	Een kast of een kleine ruimte waar elektrische bedrading en computernetwerkhardware is geïnstalleerd.
EDGE COMPUTING MET MEERVOUDIGE TOEGANG (MULTI-ACCESS EDGE COMPUTING, MEC)	Soort netwerkarchitectuur die cloud computing-mogelijkheden en een IT-serviceomgeving biedt aan de rand van het netwerk.
OP LOCATIE	Ook bekend als “op locatie” of “ter plaatse”, verwijst dit naar technologie die wordt gehost binnen de fysieke grenzen van de eigen locatie van een onderneming.
VOORSPELLEND ONDERHOUD	Proces van het monitoren van gegevens van apparatuursensoren om ervoor te zorgen dat het in goede staat is en om preventief te signaleren of het nodig is om het te repareren, waardoor de noodzaak van gepland onderhoud mogelijk wordt geëlimineerd.
ROBUUSTE HARDWARE	Hardware die speciaal is ontworpen om uitdagende omgevingen te doorstaan, zoals vervuiling van buitenaf, hoge of lage temperaturen, vochtigheid, enz.
AUTONOOM	In staat om onafhankelijk van andere hardware of software te werken.
TELCO-BASISSTATION	Transmissie- en ontvangstation op een vaste locatie, bestaande uit een of meer ontvangst-/transmissieantennes, microgolfschotels en elektronische circuits, gebruikt om mobiel verkeer te verwerken.



 **PARTNERS** Dit onderzoeksrapport is ontwikkeld met de steun van STL Partners

Vertiv.nl | Vertiv Benelux BV, Druivenstraat 3, 4816 KB Breda, Tel: +31 (0)76 5781600

© 2021 Vertiv Group Corp. Alle rechten voorbehouden. Vertiv™ en het Vertiv-logo zijn handelsmerken of gedeponeerde handelsmerken van Vertiv Group Corp. Alle andere namen en logo's waarnaar wordt verwezen, zijn handelsnamen, handelsmerken of gedeponeerde handelsmerken van de betreffende eigenaren. Hoewel alle voorzorgsmaatregelen zijn getroffen om de juistheid en volledigheid te waarborgen, aanvaardt Vertiv Group Corp. geen verantwoordelijkheid en wijst alle aansprakelijkheid af voor fouten of omissies, dan wel voor schade die het gevolg is van het gebruik van deze informatie. Specificaties, kortingen en andere promotionele aanbiedingen kunnen naar eigen goeddunken van Vertiv na kennisgeving worden gewijzigd.