



Institut belge des services postaux  
et des télécommunications

**Communication du Conseil de l'IBPT  
du 17 novembre 2022  
concernant  
l'étude relative aux centres de données et aux réseaux  
de diffusion de contenu en Belgique**

## TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction .....	3
2. Synthèse .....	4
2.1. Centres de données.....	4
2.1.1. <i>Centres de données de colocalisation</i> .....	4
2.1.2. <i>Secteur des entreprises</i> .....	6
2.2. Réseaux de diffusion de contenu .....	6
2.3. Recommandations.....	7
Annexe 1. Rapport descriptif .....	10

## 1. Introduction

1. La numérisation est considérée comme l'un des principaux changements qui nous attendent au cours des prochaines années. Nous observons donc une utilisation croissante du nombre d'applications numériques et des réseaux de communications électroniques. Les serveurs qui hébergent ces applications numériques et les réseaux de communications électroniques utilisent de plus en plus d'infrastructures numériques, plus particulièrement des centres de données et des réseaux de diffusion de contenu. Ces services peuvent être considérés comme essentiels au bon fonctionnement de la société numérique, et la sécurité et la continuité des activités sont indispensables.
2. En ce qui concerne la sécurité, certains pays européens, dont les Pays-Bas, ont déjà fait les premiers pas vers une surveillance accrue de ces infrastructures et de leur dépendance mutuelle. En Belgique, les activités de ces centres de données et des réseaux de diffusion de contenu ne sont pas soumises à une obligation de notification. Compte tenu de la dépendance mutuelle de ce secteur d'activité et du secteur des réseaux de communications électroniques, l'IBPT, en tant que régulateur du secteur des communications électroniques, estime qu'il est d'une importance capitale d'avoir un aperçu complet des différents acteurs présents sur le marché de ces infrastructures numériques, potentiellement critiques, et des services qu'ils proposent.
3. En outre, l'augmentation de la consommation de données allant de pair avec ce phénomène aura une influence sur l'empreinte écologique des centres de données. Il est donc important de bien comprendre si et comment cette problématique est abordée à l'heure actuelle. En effet, il est hors de question que les avantages écologiques générés par d'autres secteurs grâce à l'utilisation des centres de données soient contrebalancés par l'impact des centres de données eux-mêmes.
4. Par conséquent, pour mieux comprendre la situation actuelle du marché belge des centres de données et des réseaux de diffusion de contenu, l'IBPT a commandé une étude à Stratix, qui a été réalisée dans la période de janvier à juin 2022.
5. La première étape consistait à identifier les acteurs présents sur le marché belge. Des entretiens ont permis d'établir une vue d'ensemble et une catégorisation des services offerts par les centres de données et les réseaux de diffusion de contenu et de l'impact associé sur la sécurité. Enfin, les principaux facteurs jouant un rôle dans l'empreinte écologique des centres de données et pouvant jouer un rôle dans une classification environnementale des centres de données ont été déterminés.
6. D'une part, cette étude sert de base à l'IBPT pour analyser l'importance sociétale de ces infrastructures numériques et la manière dont il peut les surveiller. D'autre part, l'étude donne un premier aperçu de la manière dont le marché traite la durabilité et des actions possibles.

## 2. Synthèse

### 2.1. Centres de données

7. L'étude distingue les types de centres de données suivants :
  - 7.1. **Hyperscalers** : il s'agit des grands centres de données des prestataires de services de cloud<sup>1</sup>. Il n'y en a actuellement qu'un seul en Belgique, celui de Google à Saint-Ghislain.
  - 7.2. **Centres de données de colocalisation** : dans ces centres de données, les clients installent leur propre matériel et le gestionnaire est responsable de la connexion à l'énergie, au refroidissement et à la connectivité (par ex. LCL) ;
  - 7.3. **Verticaux** : ces centres de données sont gérés par ou appartiennent à un prestataire de services informatiques qui a besoin de l'espace pour pouvoir offrir ses propres services à des tiers (par ex. Cegeka et NRB) ;
  - 7.4. **Centres de données d'entreprise** : ces centres de données n'ont qu'un seul client, à savoir l'entreprise elle-même (par ex. Belfius).
8. Cette étude se penche principalement sur les centres de données de colocalisation car ceux-ci s'adressent à l'ensemble du marché, contrairement aux hyperscalers (uniquement utilisés pour les applications dans le cloud) et aux verticaux (uniquement des applications propres développées pour des tiers). En outre, les centres de données d'entreprise relèvent souvent de la réglementation sectorielle de l'entreprise (par ex. les propres centres de données des banques).
9. Sur le marché belge, 19 entreprises ont été identifiées, exploitant ensemble 39 bâtiments de centres de données.

#### 2.1.1. Centres de données de colocalisation

10. L'étude montre que le marché des services de colocalisation en Belgique était constitué de 12 entreprises disposant de 24 bâtiments pendant la période couverte par le rapport. Le marché est principalement dans les mains de 3 parties dont la part de marché cumulée est supérieure à 75 % : Interxion, Proximus et LCL. Cependant, le marché est en pleine évolution avec l'arrivée de nouveaux acteurs (tels que Kevlinx) et une forte pression de consolidation est observable. Le marché est principalement concentré dans la région bruxelloise. La Belgique compte peu de centres de colocalisation par rapport à ses voisins.
11. La forte croissance enregistrée au cours des 18 derniers mois est en partie due à l'abandon progressif des salles de serveurs sur site et des centres de données d'entreprise, les serveurs étant déplacés vers un centre de données de colocalisation. Cela soulève

---

<sup>1</sup> Comme Amazon avec AWS, Google avec Google Cloud et Microsoft avec Azure.

cependant des inquiétudes quant à la disponibilité adéquate de l'alimentation électrique nécessaire.

12. Une distinction importante entre les centres de données de colocalisation est opérée au niveau de la connectivité. Avoir plus de connexions signifie un accès plus rapide et de meilleure qualité à d'autres plateformes, centres de données et points d'échange internet. Seul un nombre limité de centres de données hébergent un PoP<sup>2</sup> d'un point d'échange internet (« internet exchange » ou IX), ce qui représente un avantage concurrentiel important. Le besoin important de connectivité entre les centres de données explique également le regroupement géographique des principaux acteurs.
13. Tous les centres de données de colocalisation offrent des facilités de sécurité empêchant quiconque de pénétrer dans le bâtiment, et encore moins dans la partie dédiée aux données. Des facilités telles que la vidéosurveillance, des détecteurs incendie et de fumée sont courantes. Les centres de données plus importants ont davantage de certifications pour le prouver. Dans ce cadre, il est utile de suivre l'évolution autour du projet de directive concernant des mesures destinées à assurer un niveau élevé commun de cybersécurité dans l'UE, également appelé « NIS 2 ». Avec NIS 2, les exigences en matière de cybersécurité sont sensiblement augmentées et plus de secteurs et d'entités relèveront du champ d'application de cette cybersécurité. NIS 2 aura donc des conséquences sur les réseaux publics et privés qui seront désignés comme des infrastructures critiques.
14. En ce qui concerne la continuité, qui est également liée à la sécurité, tous les centres de données indiquent disposer d'une alimentation électrique distincte. Toutefois, la signification concrète de cela varie. Le système de classification Uptime, qui va de Tier I à Tier IV, est connu de toutes les entreprises et est également utilisé dans la communication. Pourtant, seuls deux sites en Belgique sont officiellement certifiés (LCL Brussels West et DC United Antwerpen).
15. Pour l'instant, les fournisseurs belges de services de colocalisation semblent généralement peu concernés par les questions de durabilité, celle-ci étant principalement associée à l'amélioration de leur business case. Les centres de données qui font partie de sociétés cotées en Bourse rendent désormais compte de leur empreinte environnementale totale (par ex. Proximus, Telenet). La plupart des centres de données (17/24) achètent de l'électricité verte, ce qui a principalement trait à l'offre sur le marché de l'énergie et au suivi de la concurrence. Sur deux sites seulement, à savoir chez DC Star et LCL, une partie des besoins en électricité est également autoproduite. Plusieurs parties ont toutefois exprimé leur intention d'installer des panneaux solaires.
16. Pratiquement aucune réponse n'a été obtenue en ce qui concerne d'autres aspects comme la consommation d'eau et la gestion des déchets. Un seul centre de données, WDC, a mentionné la consommation d'eau. Cet acteur n'a pas non plus apporté de clarté en ce qui concerne la gestion des déchets.
17. Il manque au moment de l'étude à la fois les connaissances et les incitants adéquats pour donner à la durabilité une place fixe et élevée dans l'ordre des priorités. Seuls quelques centres de données ont rejoint des initiatives internationales afin de mettre la durabilité à

---

<sup>2</sup> « Point of Presence » ou point de présence : lieu où la connexion est offerte

l'ordre du jour du secteur<sup>3</sup>. De plus, il n'existe pas de méthodes de calcul utiles pour mettre en balance les gains d'efficacité des centres de données et l'explosion des données provoquée en partie par ces centres. Le PUE (« Power Usage Effectiveness » ou indicateur d'efficacité énergétique) a été longtemps considéré comme une indication utile de l'efficacité de tous les processus du centre de données. Aujourd'hui, nous voyons surtout la limitation de cette valeur. Le grand problème des centres de données de colocalisation est que le matériel provient de tiers. Cependant, l'UE travaille actuellement à une solution globale<sup>4</sup>. La promotion de l'aspect durable s'avère en revanche importante aux Pays-Bas et en Allemagne par exemple, où les centres de données communiquent beaucoup plus activement à ce sujet parce que cela leur permet de se distinguer de la concurrence.

### 2.1.2. Secteur des entreprises

18. Le secteur des entreprises utilise une combinaison des trois possibilités suivantes : leurs propres salles pour serveurs (sur site), les centres de données de colocalisation et le cloud.
19. Alors que, par le passé, on choisissait souvent l'hébergement sur site, on constate aujourd'hui une nette tendance à héberger le plus possible à l'extérieur, c'est-à-dire dans des centres de données de colocalisation et dans le cloud. Les principaux moteurs sont la réduction des coûts informatiques (y compris ceux du personnel), une plus grande disponibilité et une meilleure sécurité.
20. Même au sein de ce groupe, la durabilité ne faisait pas partie des priorités. Qu'il s'agisse de la consommation électrique des salles de serveurs internes ou de la gestion du matériel obsolète, l'on n'y prête guère attention. Cela vient principalement du fait qu'il y a peu d'incitations à le faire.

## 2.2. Réseaux de diffusion de contenu

21. Les réseaux de diffusion de contenu (Content Distribution Networks ou CDN) ont été créés pour gérer les gros pics de trafic vers des sites web. Ces pics sont principalement causés par des flux vidéo et audio. Ce type de contenu est diffusé via des serveurs appelés « caches » qui se trouvent plus près des utilisateurs finaux. Ils réduisent ainsi les coûts du trafic de données et la latence. Ces serveurs sont reliés entre eux par des connexions directes pour former un CDN.
22. CDN est une appellation générique. L'étude utilise à cet effet la classification suivante :
  - 22.1. Les réseaux **OTT (Over The Top)** pour la diffusion de contenu payant (Netflix, Amazon Prime). Netflix dispose de caches chez Proximus et Orange, en plus de son propre PoP dans un centre de données belge, permettant ainsi à chaque consommateur belge de bénéficier d'un streaming fluide.

---

<sup>3</sup> Il existe deux codes de conduite pour les centres de données européens. L'« energy efficiency Code of Conduct » de 2016 est un code volontaire de l'industrie qui bénéficie du soutien de l'E3P et vise à réduire la consommation d'énergie sans nuire à l'activité. Le « Climate Neutral Data Centre Pact » (CNDPC) est plus récent (2021), est soutenu par la DG Connect et vise à atteindre la neutralité climatique des centres de données, ce qui va au-delà de l'efficacité énergétique.

<sup>4</sup> <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/green-cloud>

- 22.2. **Les réseaux internes des FAI** (Proximus, Telenet, Orange) – ces réseaux sont utilisés afin de pouvoir fournir du contenu très demandé plus rapidement. Une partie de ces caches est destinée à sa propre télévision interactive et à son service « Personal Video Recorder in the Cloud ».
- 22.3. **Les réseaux de diffusion de contenu généré par les utilisateurs** (UGC) (YouTube, Facebook) – ces fournisseurs ont des caches dans le monde entier. Ils se trouvent dans leurs propres centres de données (hyperscale), dans des centres de données de colocalisation et dans les réseaux de fournisseurs de télécoms et d'accès à l'internet.
- 22.4. Les réseaux pour la diffusion et la protection de contenu pour les **utilisateurs professionnels** et les **sites web** (Akamai, Lumen, Cloudfront, Cloudflare, Proximus) – ces réseaux sont notamment utilisés pour protéger le contenu contre les activités de cybercriminels, par exemple via l'atténuation DDoS. Proximus est le seul centre de données belge qui protège ses propres clients avec son propre service. Pour tous les autres centres de données de colocalisation en Belgique, les clients peuvent décider du CDN d'atténuation à utiliser.
- 23. En Belgique, les CDN sont principalement utilisés dans le paysage audiovisuel (VRT, DPGMedia, Netflix...) et par les opérateurs de télécommunications (Telenet, Proximus, Voo et Orange).
- 24. En ce qui concerne la durabilité, il est théoriquement possible de calculer l'empreinte écologique de ces prestataires de services au sein du marché belge, même s'ils n'y sont pas présents eux-mêmes (par ex. les OTT, UGC ou sites web). Or, cela n'est pas simple, car les CDN font partie intégrante de l'infrastructure matérielle et sont souvent exploités dans le monde entier. Netflix communique dans le monde entier sur le matériel nécessaire au fonctionnement d'un cache local et sur sa consommation d'énergie. Sur la base de ces données, la consommation énergétique en Belgique est estimée à 10 GWh, ce qui correspond à moins de 0,02 % de la consommation énergétique totale de la Belgique. Dans l'ensemble, les CDN ont donc une consommation d'énergie très limitée.

### 2.3. Recommandations

- 25. Enfin, l'étude émet encore quelques recommandations, tenant compte du niveau de connaissance du marché belge, du faible nombre d'incitations à la durabilité et de la politique de l'Union européenne.
  - 25.1. Il est encore trop tôt pour nommer les paramètres qui permettraient de surveiller les centres de données. À ce stade, l'ensemble du marché profitera davantage d'une meilleure connaissance. En outre, le marché des centres de données est dans une phase où le marché local des centres de données de colocalisation se transforme rapidement en un véritable marché secondaire européen.
  - 25.2. Il faut donc suivre les évolutions des nouvelles réglementations européennes, notamment la directive NIS-2, qui auront des conséquences sur les centres de données et réseaux publics et privés, et la révision de la directive relative à l'efficacité énergétique, qui imposera le contrôle de la consommation d'énergie des centres de données. En effet, il vaut mieux suivre la direction de la politique

européenne que d'introduire nos propres règles qui pourraient s'en écarter et ainsi réduire le soutien.

Axel Desmedt  
Membre du Conseil

Bernardo Herman  
Membre du Conseil

Luc Vanfleteren  
Membre du Conseil

Michel Van Bellinghen  
Président du Conseil

## **Annexe 1. Rapport descriptif**

## Datacenters en netwerken voor de levering van inhoud in België

*Rapport – niet-vertrouwelijk*

ONDERZOEKSRAPPORT

Uitgebracht aan  
BIPT

Hilversum, 19 juli 2022



## Inhoudsopgave

<b>0</b>	<b>MANAGEMENTSAMENVATTING</b>	<b>4</b>
0.1	SOORTEN DATACENTERS	4
0.2	COLOCATIE-DATACENTERS	5
0.3	NETWERKEN VOOR DE LEVERING VAN INHOUD: CDN'S	7
0.4	ENTERPRISE SECTOR	9
<b>1</b>	<b>INLEIDING</b>	<b>10</b>
1.1	ONDERZOEKSDOEL	10
1.2	TE BEANTWOORDEN VRAGEN	11
1.3	ONDERZOEKSAANPAK EN BENADERDE PARTIJEN	11
1.4	OPDRACHTNEMER	12
1.5	INRICHTING VAN HET RAPPORT	13
<b>2</b>	<b>DATACENTERS IN BELGIË</b>	<b>14</b>
2.1	INLEIDING	14
2.2	WERKWIJZE BENADERING DATACENTERS, INTERVIEWS	17
2.3	ALGEMENE BEVINDINGEN	19
2.4	COLOCATIE-DATACENTERS	21
2.5	VERTICALS	29
2.6	VEILIGHEID	31
2.7	DUURZAAMHEID	33
2.8	BESCHRIJVING BELGISCHE DATACENTERS	41
<b>3</b>	<b>NETWERKEN VOOR DE LEVERING VAN INHOUD</b>	<b>45</b>
3.1	GESCHIEDENIS EN ACHTERGROND	45
3.2	TAXONOMIE VAN NETWERKEN VOOR DE LEVERING VAN INHOUD	47
3.3	ARCHITECTUREN VAN CDN'S	51
3.4	CDN'S IN BELGIË – BEVINDINGEN UIT DE INTERVIEWS	52
3.5	ENERGIEVERBRUIK BIJ NETWERKEN VOOR HET LEVEREN VAN INHOUD	62
3.6	CONCLUSIES NETWERKEN VOOR LEVERING VAN INHOUD	70
<b>4</b>	<b>ENTERPRISE SECTOR</b>	<b>72</b>
4.1	GROEPSBIJEENKOMST BELTUG	72
4.2	DRIE OPTIES	72
4.3	AANDACHT VOOR VEILIGHEID	73
4.4	AANDACHT VOOR DUURZAAMHEID	73
<b>5</b>	<b>RESULTAAT EN ADVIES</b>	<b>74</b>
5.1	DATACENTERS	74
5.2	CDN-MARKT	74
5.3	ENTERPRISE DATACENTERS	75
5.4	BELEID	76
5.5	VRAAG EN AANBOD BIJ DUURZAAMHEID GERING	76
5.6	BEWUSTZIJN VEILIGHEID	76
5.7	ADVIES	77
<b>ANNEX A</b>	<b>LIJST VAN DATACENTERS IN BELGIË</b>	<b>78</b>
<b>ANNEX B</b>	<b>ALGEMENE BEGRIPPENLIJST</b>	<b>79</b>

## o Managementsamenvatting

Elektronische communicatienetwerken en digitale toepassingen zijn belangrijk voor onze maatschappij. Zowel de netwerken als de computing capacity (hierna: servers) waarop de toepassingen draaien zijn afhankelijk van een digitale infrastructuur. Daarbinnen spelen datacenters en netwerken voor de levering van inhoud een essentiële rol.

Die rol heeft in verschillende Europese landen, zoals Frankrijk en Duitsland, geleid tot een notificatieverplichting en een mate van toezicht (zie ook Directive 2008/114/EC). In België is dit nog niet het geval. Een totaalbeeld van de sector, de verschillende spelers en trends ontbreekt tot nu toe. Om die reden heeft het BIPT, de regulator van de elektronische communicatiesector, Stratix verzocht deze markten in kaart te brengen.

Deze rapportage bevat:

- Een overzicht van alle datacenters in België die in Europa diensten leveren.
- Een volledig beeld van alle netwerken voor de levering van inhoud in België.
- Een overzicht van de door datacenters aangeboden diensten en de netwerken voor de levering van inhoud gecategoriseerd.
- De belangrijke factoren die een rol spelen bij de ecologische voetafdruk van de datacenters en die een rol kunnen spelen bij een milieuclassificatie voor datacenters.

### o.1 Soorten datacenters

In deze rapportage komen drie soorten datacenters ter sprake:

- **Colocatie-datacenters.** Dat zijn gebouwen waar klanten hun eigen hardware onderbrengen en de beheerder de aansluiting voor stroom, koeling en connectiviteit aanbiedt. Dit is de belangrijkste groep in dit rapport.
- **Verticals,** dit zijn datacenters in beheer of bezit van een IT-dienstverlener die de ruimte nodig heeft om zijn eigen diensten aan derden te kunnen aanbieden. Mede omdat de core business van die dienstverlener zich beperkt tot een klein aantal klantgroepen of sectoren zullen dit soort datacenters op veel vlakken afwijken van de gewone colocatie-datacenters.
- **Enterprise datacenters.** Dit zijn gebouwen met maar één klant, de eigen onderneming.

Verticals zijn in kaart gebracht en in Annex A benoemd. Het aantal Enterprise datacenters is beperkt en staat verder onder druk. Informatie over deze categorie bleek moeilijk te achterhalen. Een groepsgesprek met betrokkenen, gefaciliteerd door Beltug, heeft uiteindelijk de nodige inzichten verschaft.

Belangrijkste uitkomsten uit dit gesprek zijn dat Enterprise datacenters voornamelijk worden gebruikt omdat factoren als compliance en wetgeving een volledige migratie naar de cloud of colocatie verhinderen. Dat men de eigen ruimtes wil verkleinen of afstoten komt vooral door de zorgen om de veiligheid en betrouwbaarheid van de in pandige ruimtes. Externe datacenters of de cloud zijn ook een aantrekkelijke optie omdat daarmee de kosten, inclusief die van personeel, beter te controleren zijn. Specifiek voor de cloud geldt nog dat men soms verplicht is daarvan gebruik te maken, omdat de applicaties alleen nog in de cloud worden aangeboden.

Hyperscale datacenters vallen buiten de scope van dit rapport. Hyperscalers zijn de dedicated datacenters van de clouदानbieders, de zogeheten tech-reuzen als Google, Microsoft en Amazon. Een hyperscaler heeft maar één klant en levert geen datacenterdiensten aan anderen. In België staat één hyperscale datacenter van Google in St-Ghislain.

Volgens sommige definities is er ook nog een vijfde soort datacenter, het zogeheten wholesale datacenter gebouw. Hierbij gaat het om gebouwen die na de turn-key oplevering op langdurige huur-basis worden gebruikt door andere partijen dan de eigenaars. Deze categorie komt op dit moment niet voor in België en wordt daarom niet verder beschreven.

## 0.2 Colocatie-datacenters

De markt van colocatie-dienstverlening in België bestaat tijdens de rapportageperiode uit 12 ondernemingen met 24 gebouwen. De basis dienstverlening is overal gelijk; wat dat betreft lopen de portfolio's weinig uiteen. De klanten huren ruimte waar stroom, koeling en verbindingen in- en uitgaan.

Waar het aanbod van de datacenters wel duidelijk in verschilt is het aantal additionele diensten en de mate van veiligheid en beschikbaarheid. Wat betreft beschikbaarheid is een duidelijk verschil zichtbaar tussen de drie grote aanbieders van datacenter faciliteiten en de andere partijen. Waar de eerste groep datacenters klanten uit het hele land bedient, komen de klanten van de kleinere datacenters vaker uit hun directe omgeving.

Connectiviteit is eveneens een punt waar tussen de datacenters de nodige verschillen zichtbaar zijn. Een beperkt aantal datacenters huisvest een PoP<sup>1</sup> van een IX, internet-exchange. België kent twee van dit soort organisaties, maar buitenlandse exchanges hebben inmiddels deze markt ook ontdekt. Voor colocatie-datacenters is connectiviteit een aspect waarop men zich wil onderscheiden van de concurrentie. Meer aansluitingen betekent snellere en betere toegang tot andere platformen en knooppunten. Datacenters met een IX-PoP hebben daarboven als voordeel dat in- en uitgaand verkeer via een IX goedkoper is dan via vaste verbindingen (leased lines).

De regionale datacenters in België hebben in de regel geen IX-PoP in huis. Zij gaan dan met een dedicated verbinding naar een datacenter met een IX-PoP. Op deze manier kunnen ze met één extra hop toch een goed alternatief bieden. Voor nu is deze alternatieve routing afdoende. Het wordt anders op het moment dat klanten gaan vragen om (in-)directe cloudopritten. Er zijn redenen om de ontwikkelingen rond connectiviteit in de gaten te houden. Eén daarvan is dat het waarschijnlijk bijdraagt aan de geografische clustering van de grote spelers. Die hebben er omwille van de kosten van verbindingen belang bij op betrekkelijk korte afstand (tot 10 km) van elkaar te zitten.

### Belangrijkste bevindingen op basis van de gesprekken over de marktontwikkelingen:

1. Het grote marktaandeel van de top-3 aanbieders, Interxion, Proximus en LCL. Door meerdere partijen is aangegeven dat dit samen meer dan 75 procent zou bedragen.
2. De markt is de laatste anderhalf tot twee jaar sterk gaan versnellen. Interxion, DC United en ook Kevlinx wijzen op de sterke groei van het benodigde stroomverbruik, naar hun zeggen een vertienvoudiging.
3. Die groei valt het meest op in en rond Brussel, maar ook de regionale aanbieders profiteren hiervan.
4. Met een sterke groei neemt ook de zorg toe of er nog wel voldoende stroom leverbaar is en of over die as de concurrentiestrijd wordt geïntensiveerd.
5. Net als in de omliggende landen begint de consolidatie-druk toe te nemen.

---

<sup>1</sup> Point of Presence: locatie waar aansluiting wordt geboden

6. Colocatie-datacenters merken duidelijk dat on-premise serverruimtes en enterprise datacenters worden uitgefaseerd. Het massaal verhuizen naar colocatie is een van de oorzaken van de forse groei.

## Belangrijkste bevindingen op basis van de gesprekken over de veiligheid en continuïteit

1. Alle colocatie-datacenters bieden veiligheidsvoorzieningen. Niemand kan zomaar het gebouw, laat staan de datavloer betreden. Voorzieningen als cameratoezicht, brand- en rookmelders zijn gemeengoed.
2. De grotere datacenters hebben meer certificeringen om dat aan te tonen. Dit is veelal een verplichting om bepaalde klantgroepen te kunnen bedienen. Voor kleinere en regionale datacenters is de investering daarin minder lonend. Zij gaan daar pas toe over als er een concrete klantvraag tegenover staat.
3. Continuïteit heeft een duidelijke link met veiligheid. Colocatie-datacenters combineren die twee begrippen daarom ook vaak in de communicatie.
4. Het Uptime classificatiesysteem, dat van Tier-I oploopt tot Tier-IV<sup>2</sup> is bij alle bedrijven bekend en wordt ook in de communicatie gehanteerd. Toch zijn er maar twee locaties in België die officieel zijn gecertificeerd.

## Belangrijkste bevindingen op basis van de gesprekken over duurzaamheid

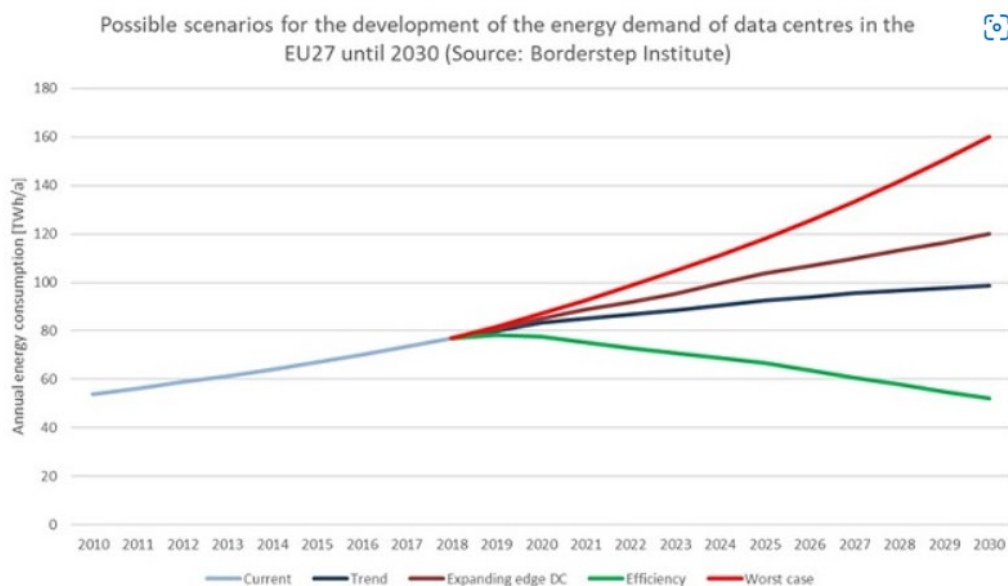
1. De Belgische colocatie aanbieders lijken weinig bezig te zijn met de duurzaamheidsvraagstukken. Bij alle interviews blijkt dat er kennis over groene stroom aanwezig is. De meeste bedrijven kopen groene stroom in. Dit heeft minder met de vraag van de klanten te maken, als met het aanbod op de energiemarkt en het volgen van de concurrentie. Dat de drie grote spelers op de Belgische markt groene stroom gebruiken heeft wat dat betreft een positief effect op de sector.
2. Op twee plekken, te weten bij DC Star en LCL wordt een deel van de stroombehoefte ook zelf opgewekt. Uit de interviews is niet duidelijk geworden of er concrete plannen zijn op de daken van bestaande datacenters zonnepanelen te plaatsen. Het is wel een aantal keren genoemd als een optie.
3. Andere aspecten, zoals watergebruik en de omgang met afval, leverden vrijwel geen antwoorden op. Slechts één datacenter, WDC, heeft het watergebruik aangegeven. De omgang met afval is ook bij deze speler niet duidelijk geworden.
4. Datacenters associëren duurzaamheid met een verbetering van hun businesscase.
5. Het ontbreekt zowel aan kennis als aan de juiste prikkels om duurzaamheid een vaste en hoge plek op de agenda te geven. Dat maar een paar datacenters aangesloten zijn bij een of beide *Code of Conduct* programma's voor de sector<sup>3</sup> is ook een indicatie dat hier nog meer ruimte voor verbetering is.
6. Er zijn geen bruikbare rekenmethodieken om de efficiëntiewinst van datacenters af te wegen tegen de data-explosie die mede door die datacenters wordt veroorzaakt. De ontwikkeling in de nabije toekomst is onduidelijk (zie Figuur 1). De EU werkt aan een brede oplossing<sup>4</sup>. Wij adviseren deze ontwikkeling nauwlettend te volgen en zo mogelijk daarbij aan te sluiten.

---

<sup>2</sup> Dit classificatiesysteem geeft de mate van redundantie van een serverruimte of datacenter aan. Bij Tier I is er geen redundantie voor de distributie van energie en koeling, bij Tier IV is er sprake van volledige redundantie tot op het niveau van de aanvoerpaden voor de stroomvoorziening

<sup>3</sup> Voor de Europese Datacenters zijn er twee Codes of Conduct. De "energie efficiency Code of Conduct" uit 2016 is een vrijwillige code vanuit de industrie die gesteund wordt E3P en als doel heeft het energie verbruik te verlagen, zonder gevolgen voor de business. De "Climate Neutral Data Centre Pact" (CNDPCP) is recenter (uit 2021), wordt gesteund door DG Connect en heeft als doel te komen tot klimaat neutrale datacenters, wat verder gaat dan de energie-efficiency.

<sup>4</sup> [Green cloud and green data centres | Shaping Europe's digital future \(europa.eu\)](https://ec.europa.eu/digital-affairs/en/green-cloud-and-green-data-centres-shaping-europe-s-digital-future)



**Figuur 1. Mogelijke ontwikkeling energiebehoefte datacenters in EU**

### Andere bevindingen: PUE en functieverandering

1. Slechts een fractie van het aantal bevroegde colocatie-datacenters noemt de Power Usage Effectiveness (PUE)-factor en dat is goed verklaarbaar. Deze waarde gold lange tijd als een bruikbare indicatie voor de efficiëntie van alle processen in het datacenter. Tegenwoordig ziet men vooral de beperking van deze waarde. Voor colocatie-datacenters is het grote probleem dat de hardware van derden is. Daarmee is de mogelijkheid om permanent te werken aan verbetering van de PUE factor beperkt ten opzichte van een datacenter met eigen IT.
2. Functieverandering: dit is het fenomeen dat een colocatie-datacenter niet langer deze diensten aanbiedt (in feite ophoudt colocatie datacenter te zijn). Ook het omgekeerde komt voor, namelijk dat een ander type IT-ruimte, al dan niet na renovatie, wordt gebruikt om op commerciële basis colocatie-diensten aan te bieden.

Beide fenomenen zijn in België gaande. Enkele grote internationale netwerk aanbieders stoten de eigen gebouwen af. Die gebouwen waren ook de basis van colocatie-diensten voor met name de bovenkant van de markt. Andere partijen willen hun dedicated serverruimtes afstoten. Dit type gebouw is natuurlijk zeer aantrekkelijk als basis voor colocatie-diensten, de meest infra is immers al aanwezig.

Punt van aandacht bij deze ontwikkelingen is dat daarmee in principe veel potentiële datacenter-capaciteit, een groot aantal vierkante meters en meerdere megawatts aan beschikbaar en gereserveerd vermogen, onder de radar blijft. Ze vallen ook buiten de scope van deze rapportage, terwijl ze mogelijk zeer snel (weer) kunnen worden geactiveerd.

### 0.3 Netwerken voor de levering van inhoud: CDN's

Content Distribution Networks, CDN's, zijn deels ontstaan om grote verkeerspieken naar websites op te vangen. Waar het voorheen vooral ging om statische websites, zijn het tegenwoordig vooral video- en audiostromen die dit soort pieken veroorzaken. Dit soort content kan betrekkelijk gemakkelijk worden gedistribueerd naar servers verspreid over een groter gebied. Deze 'cache servers' verlagen de kosten voor dataverkeer en zorgen voor een lagere latency. De gevraagde content is sneller

beschikbaar op het device van de gebruiker omdat afstand tussen bron (cache) en afnemer aanzienlijk is verkleind en minder 'hops' kent.

CDN is een verzamelbegrip. Stratix heeft de volgende gangbare indeling gehanteerd en noemt ter illustratie namen van bekende spelers voor elk soort CDN:

- OTT (Over The Top) - netwerken voor de levering van betaalde inhoud (Netflix, Amazon Prime)
- ISP-interne netwerken voor de levering van inhoud (Proximus, Telenet, Orange)
- Netwerken voor de levering van user generated content (YouTube, Facebook)
- Netwerken voor de levering en bescherming van inhoud voor zakelijke gebruikers en websites (Akamai, Lumen, Cloudfront, Cloudflare, Proximus)

## OTT CDN's

Door de relatief beperkte omvang van de Belgische markt is het aantal CDN's eveneens beperkt. Netflix heeft caches bij twee bedrijven staan, Proximus en Orange, naast een eigen PoP in een Belgisch datacenter, waarmee elke Belgische consument over een vlotte stream kan beschikken. Andere aanbieders van vergelijkbare video content, o.a. Google (Youtube) en Amazon Prime, zijn meerdere malen genoemd.

In theorie is het mogelijk de ecologische voetafdruk van dit soort dienstverleners terug te rekenen naar de Belgische markt, ook als ze daar zelf niet aanwezig zijn. Het is echter weinig zinvol, omdat de CDN's een zeer beperkte energieconsumptie blijken te hebben. Netflix communiceert wereldwijd over de hardware die nodig is om een lokale cache te opereren en wat daarvan het stroomverbruik is.

## ISP CDN's

Internet Service Providers (ISP's) kunnen caches in het netwerk activeren om veel gevraagde content sneller te kunnen leveren aan hun klanten. Elke grotere netwerk architectuur biedt deze optie. Het leidt tot een hogere klanttevredenheid en tot lagere kosten, omdat het meeste verkeer zo binnen het eigen netwerk blijft. Een deel van deze caches is voor de eigen interactieve TV en "Personal Video Recorder in de Cloud" dienst.

Omdat het ISP CDN een integraal deel van de hardware infrastructuur is, zal het erg moeilijk zijn de ecologische voetafdruk te bepalen.

## CDN's van de providers van user generated content (UGC)

User Generated Content providers hebben wereldwijd caches staan. Die bevinden zich zowel in de eigen (hyperscale) datacenters, als in colocation-datacenters en in de netwerken van telecom- en internetproviders. Door die spreiding en de eigendomsverhoudingen is er niets bekend over de ecologische voetafdruk.

## Netwerken voor de levering en bescherming van inhoud

Websites en andere online content moet beschermd worden tegen de activiteiten van cybercriminelen en andere onbevoegden. CDN's van de vierde categorie spelen daarin een wezenlijke rol. Zij zorgen ervoor dat gemanipuleerde verzoeken en andere vormen van verkeer worden afgeweerd. De gangbare term hiervoor is DDoS mitigatie. Proximus is het enige Belgische datacenter dat met een eigen

dienst de eigen klanten beschermt. Het is onderdeel van het zakelijk portfolio, waarbij natuurlijk moet worden opgemerkt dat Proximus veel meer is dan louter een aanbieder van colocation diensten.

Voor alle andere colocation-datacenters in België geldt dat de klanten zelf kunnen bepalen van welke mitigatie CDN ze gebruik maken. Het is geen dienst van het datacenter zelf, maar van een externe partij. Deze partijen lijken ook allemaal de dienstverlening voor België vanuit de FLAP<sup>5</sup>-regio's aan te bieden.

## 0.4 Enterprise Sector

De enterprise sector is via Beltug in kaart gebracht door middel van een onlinebijeenkomst. Hierin is gesproken over de eigen serverruimtes (on-premise), colocation-datacenters en de cloud.

Dit type onderneming kiest voor een combinatie van deze drie mogelijkheden. Daarbij is er een duidelijke trend zoveel mogelijk extern, dus bij colocation-datacenters en in de cloud, onder te brengen. De belangrijkste drijfveren daarvoor zijn:

- Lagere IT kosten – inclusief die voor het personeel;
- Hogere beschikbaarheid en betere veiligheid.

Ook bij deze groep staat duurzaamheid nog laag op de agenda. Of het nu gaat om het stroomverbruik van eigen serverruimtes of de omgang met verouderde hardware, men besteedt er weinig aandacht aan. Dat komt primair omdat er weinig prikkels zijn om dat te doen.

---

<sup>5</sup> Frankfurt, London, Amsterdam, Parijs (tegenwoordig wordt ook Dublin daar vaak nog aan toegevoegd); de belangrijkste clusters van datacenters in Europa bevinden zich in die regio's.

## 1 Inleiding

In opdracht van het BIPT, Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie, heeft Stratix onderzoek verricht naar de markt van datacenters en netwerken voor de levering van inhoud in België.

Er is sprake van een toenemend gebruik van elektronische communicatienetwerken en een toenemend gebruik van een veelheid aan digitale toepassingen. Een deel van deze diensten kunnen worden beschouwd als essentieel voor de goede werking van de maatschappij. De communicatienetwerken en data computing componenten (hierna: servers)<sup>6</sup> die deze toepassingen hosten, maken gebruik van infrastructuren in datacenters en van netwerken voor het leveren van inhoud.

In sommige Europese landen<sup>7</sup> zijn reeds de eerste stappen gezet naar meer toezicht op deze infrastructuren en de onderlinge afhankelijkheid ervan (een veiligheidsperspectief).

In België zijn de activiteiten van de datacenters en van de netwerken voor de levering van inhoud niet aan een notificatieverplichting onderworpen. Rekening houdende met de onderlinge afhankelijkheid van deze activiteitensector en de sector van de elektronische-communicatienetwerken, is het voor het BIPT als regulator van de elektronische-communicatiesector, van fundamenteel belang dat het een volledig overzicht kan krijgen van de spelers die aanwezig zijn op de markt van de datacenters en van de netwerken voor de levering van inhoud.

Het stijgende dataverbruik betekent dat de ecologische voetafdruk van de datacenters mogelijk groter wordt. Het is dus belangrijk om goed te begrijpen hoe dat probleem momenteel wordt behandeld. Er kan immers geen sprake van zijn dat de ecologische voordelen die andere sectoren genieten door het gebruik van de datacenters teniet worden gedaan door de datacenters zelf.

Op dit vlak zijn al in enkele Europese landen studies verricht (zoals Frankrijk, Hongarije en Finland). Daar is uit afgeleid dat in de afgelopen jaren het rekenvermogen bijna vervijfvoudigd is, maar het energieverbruik van de datacenters met slechts 5% gestegen. Het vermoeden is echter dat deze optimaliseringen niet meer volstaan en dat tegen 2030 het energieverbruik met meer dan 30% stijgt.

### 1.1 Onderzoeksdoel

Als eerste stap verzoekt BIPT de onderzoekers om de spelers te identificeren die aanwezig zijn op de markt van de datacenters en van de netwerken voor de levering van inhoud.

Er bestaan, voor zover bekend, geen normen die de types van diensten karakteriseren die door deze digitale infrastructuren geboden worden. Daarom is het noodzakelijk om van deze diensten een taxonomie te ontwikkelen.

---

<sup>6</sup> Met het begrip "server" wordt in dit rapport de fysieke computer aangeduid waarop een programma draait dat diensten verleent.

<sup>7</sup> Frankrijk, Duitsland en Nederland waar het om Kritis gaat (de telco datacenters)

Op basis van de resultaten van de inventarisaties en het onderzoekswerk zal het BIPT vervolgens een analyse kunnen maken van het maatschappelijke belang van deze digitale infrastructuren en indien nodig een vorm van toezicht kunnen inrichten.

Tot nu toe is er in België weinig onderzoek verricht naar duurzaamheid van de datacenters. In het kader van deze opdracht wordt gevraagd om deze kwestie grondiger te onderzoeken, waarbij niet alleen het energieverbruik en de CO<sub>2</sub>-uitstoot worden bestudeerd, maar ook het waterverbruik, het gebruik van materialen en het hergebruik van de restwarmte.

## 1.2 Te beantwoorden vragen

Het Lastenboek bij de opdracht omvat vier hoofdvragen: het onderzoek zorgt voor:

1. Een overzicht van alle datacenters in België die in Europa diensten<sup>8</sup> leveren. Met daarbij het adres, de eigenaar, de verschillende typen diensten, keuze voor operators van connectiviteit, elektrisch vermogen, oppervlak, certificaten voor veiligheid en milieu, de aard van het datacenter (publiek, privaat), verstrekking van diensten aan rechtspersonen van publiek recht (ja/nee).
2. Een volledig beeld van alle netwerken voor de levering van inhoud<sup>9</sup> (ook wel content distribution networks, afgekort: CDN's) in België. Met daarbij het adres, de eigenaar, de verschillende type diensten, keuze van operators voor connectiviteit, vermogen van de installatie, eventuele certificaten inzake veiligheid/milieu.
3. De karakteristieken identificeren waarmee de diensten aangeboden door de datacenters en de netwerken voor de levering van inhoud gecategoriseerd kunnen worden en een categorisering voorstellen.
4. Beargumenteerde de belangrijke parameters definiëren die een rol spelen bij de ecologische voetafdruk van de datacenters; met name door onderzoek van het energieverbruik, de CO<sub>2</sub>-uitstoot, het waterverbruik, het gebruik van materialen en het hergebruik van de restwarmte.  
Op basis van die parameters een milieuclassificatie voorstellen voor elk datacenter. Voor elk datacenter en netwerk voor de levering van inhoud, de aangeboden diensten categoriseren.

## 1.3 Onderzoeksaanpak en benaderde partijen

Er is een eerste verkenning uitgevoerd naar datacenters die openbare (colocatie-)diensten aanbieden in België. Hiervoor zijn diverse gepubliceerde overzichten onderling vergeleken en getoetst met gegevens uit o.a. de peering databases en de RIPE-database, van waaruit grote netwerken, (publieke) datacenters en netwerkgegevens zijn te vergelijken. In overleg met het

---

<sup>8</sup> "Datacenterdienst": dienst die structuren, of groepen van structuren omvat, die bestemd zijn voor de gecentraliseerde accommodatie, de interconnectie en de exploitatie van informatietechnologie en netwerkapparatuur die diensten op het gebied van gegevensopslag, -verwerking en -transport aanbiedt, met alle faciliteiten en infrastructuren voor energiedistributie en omgevingscontrole).

<sup>9</sup> Een netwerk van geografisch verspreide servers met het oog op een hoge beschikbaarheid, toegankelijkheid of snelle levering van digitale inhoud en diensten aan internetgebruikers ten behoeve van aanbieders van inhoud en diensten.

BIPT is bepaald dat drie soorten datacenters buiten de scope van het onderzoek vallen, te weten:

1. Hyperscalers;
2. Datacenters van de overheid;
3. Datacenters die vooral netwerkconnectiviteit en telefonie gerelateerde diensten leveren.

Om ook zicht te krijgen op de privésector met eigen datacenters, is daarnaast nagegaan welke bedrijven/instellingen bij RIPE-NCC een eigen Internet-netwerk-registratie (Autonoom Systeem) hebben en is dat vergeleken met de gebruikers op de openbare ledenlijst van BELTUG. Deze lijsten zijn weer vergeleken met een overzicht van de 500 grootste bedrijven in België.

Er is bij die inventarisaties geconstateerd dat de markt van aanbieders van openbare datacenterdiensten in België sterk geconcentreerd is: Aan het begin van het onderzoek was sprake van 21 aanbieders, die samen 24 datacenter gebouwen beheren. Ter vergelijking: in Nederland zijn er 65 ondernemingen die 120 datacenter gebouwen beheren. Vanwege de beperkte omvang is ervoor gekozen om alle partijen te interviewen in plaats van een enquête te houden. Daarnaast is een aantal IT-bedrijven geïdentificeerd dat eigen gebouwen en systemen in bedrijf heeft (verticals), waarmee zij datadiensten aan derden leveren, deels onder uitbestedingsovereenkomsten.

Voor het inventariseren van de situatie bij grote bedrijven, die voor de IT-behoefte (deels) gebruik maken van eigen IT-omgevingen, is via BELTUG een sessie met een groep geïnteresseerde grootgebruikers opgezet.

Op het vlak van netwerken voor de levering van inhoud, zijn zowel partijen voor interviews benaderd die zulke diensten leveren of netten voor eigen diensten opereren, partijen die (een deel van) de voorzieningen van die netwerken huisvesten (vooral operators van vaste en mobiele aansluitnetten) en ook enkele grootgebruikers (omroepen en uitgevers van inhoud), die zich op de Belgische markt richten.

Tenslotte zijn voorbereidende en verkennende interviews uitgevoerd met enkele Kennispartijen, die bijvoorbeeld aanbieders van apparatuur en diensten in deze branche organiseren (o.a. FeWeb en Agoria) c.q. zakelijke glasvezeldiensten leveren (Eurofiber).

Op basis van de antwoorden in de interviews en de resultaten van inventarisaties zijn overzichten opgesteld en is deze rapportage met een beschrijving van de structuur van beide markten en de categorisering geschreven.

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van BIPT, Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie. Opdrachtgever heeft met twee contactpersonen het onderzoek gevolgd en ondersteund.

## 1.4 Opdrachtnemer

Opdrachtnemer is Stratix B.V. in samenwerking met Niamat Adviesbureau.

## 1.5 Inrichting van het rapport

Het rapport is opgezet in twee hoofdonderdelen: de inventarisatie van datacenters in België en het onderzoek naar de situatie rond netwerken voor het leveren van inhoud. De vragen voor categorisering zijn voor beide hoofdgroepen gesteld, evenals de vragen over milieu en duurzaamheid. Een deel van die vragen zijn echter zeer specifiek voor elke categorie.

Daarom worden ze als twee hoofdonderdelen gerapporteerd. Datacenters in hoofdstuk 2, netwerken voor de levering van inhoud in hoofdstuk 3. In elk van die hoofdstukken zullen ook de categorisering, veiligheids- en duurzaamheidsvragen die zijn onderzocht worden besproken.

Het rapport eindigt met een aantal conclusies en aanbevelingen voor vervolgstappen.

## 2 Datacenters in België

### 2.1 Inleiding

Als eerste stap in dit deel van het onderzoek moeten de spelers worden geïdentificeerd die aanwezig zijn op de Belgische markt voor datacenters. Voor zover bekend bestaan er geen normen, die de types van diensten karakteriseren, die door deze digitale infrastructuren worden geboden. Daarom heeft Stratix hiervoor een taxonomie ontwikkeld, die in de volgende paragrafen wordt beschreven. Vervolgens bevat het hoofdstuk de beschrijving van datacenters in België aan de hand van deze taxonomie.

#### 2.1.1 Indeling en karakteristieken van datacenters

Het begrip datacenters is vooral in zwang geraakt in de late jaren '90. Voordien werden ook termen als rekencentrum gebruikt. Voor de opkomst van de kantoorautomatisering vanaf eind jaren vijftig, waren computers vooral het domein van wetenschappelijk rekenen en een aantal rekenintensieve defensietoepassingen (o.a. ballistiek en cryptografie). De term rekencentrum werd nadien ook gebruikt voor de ruimtes waar systemen voor kantoorautomatisering werden opgesteld zoals mainframes en minicomputers, waarmee gebruikers via terminals werden verbonden.

Voor de vaak specifiek ontworpen IT-systemen voor industriële en proces-automatisering was de term minder gangbaar, men sprak van technische ruimte of controlekamer. IT-systemen werden in die technische domeinen veelal aangeduid met 'processor'. In de telecommunicatie werden vanaf de jaren zeventig computergestuurde telefooncentrales geïntroduceerd, waarbij de 'processor' in het schakelsysteem werd ingebouwd. Maar er werden er ook steeds meer generieke computers gekoppeld aan die centrales, voor verwerking van bijv. gespreksgegevens en beheerfuncties.

Zowel in de industrie als in de telecom is lange tijd een strakke scheiding gehanteerd tussen de ruimtes en gebouwen voor de technische processen en hun IT-systemen, en de administratieve kantoorautomatisering en verwerking van gegevens in rekencentra.

Vanaf de jaren '90 toen lokale computernetwerken [Engels: Local Area Networks, LANs], de personal computers op bureaus verbonden met één of enkele decentrale 'afdelings-servers' en scanners / printers, ontstonden bij vele organisaties decentrale 'serverruimtes'. In de loop van de jaren zijn die decentrale servers bij organisaties met meerdere gebouwen onderling gekoppeld, via routers met Wide Area Networks.

Organisaties die eerder al mainframe en mini-computers in een centraal rekencentrum hadden, stelden steeds meer servers op naast de eerdere generaties mainframes en mini-computers. Veelal waren deze gebaseerd op PC-technologie, maar soms op de Unix-technologie.

In de jaren '90 werden ook steeds meer generieke computers geïntroduceerd in de industriële en procesautomatisering en zijn ook daar systemen gecentraliseerd voor besturing en bediening op afstand. In diezelfde tijd kwam het begrip datacenter op voor een gebouw of ruimte met een groot aantal computers/servers.

In die jaren kwamen ook de draagbare computers en de laptops op, die vanaf '99 een zeer snelle opgang maakten met de introductie van draadloze computernetwerken. Dit gebeurde

vooral na opkomst van Wi-Fi, eind jaren '90, een standaard die initieel vooral was ontwikkeld voor industriële processen en bijvoorbeeld het koppelen van verplaatsbare kassa's, maar vervolgens voor laptops werd geïntroduceerd door Apple en Lucent Technologies.

In de jaren '70 en '80 waren er een beperkt aantal commerciële rekencentra/datacenters, die werden geëxploiteerd door computer dienstverleners voor specifieke toepassingen als bijv. salarisverwerking, betalingsverkeer, (vlucht)reserveringssystemen of als uitwijklocatie (reserve) voor bedrijven in het geval van storingen. Het gros van de rekencentra / datacenters stond nog 'in-house' bij bedrijven en overheden.

Eind jaren '90, met de opkomst van de internetdienstverlening, zoals het hosten van websites, mailservers et cetera en vooral door het ontstaan van bedrijven die zich daar specifiek op richtten (hosting van website servers), breidde het aantal commerciële datacenters, veelal rond internetknooppunten in een land, zich fors uit en werd het een aparte bedrijfstak. Een hoofdreden was dat bij veel internetbedrijven men snel tegen de fysieke beperkingen van de bestaande ruimten opliep, en daarom specifiek gebouwen ging neerzetten.

Deze beweging liep in Europa gelijk op met het uitbouwen van de pan-Europese Internet-backbones, waar de aanleggers, wijs geworden door de ruimte-schaarste in de VS, direct ook in en rond de grote steden datacenters bouwden. De eerste 'moderne commerciële datacenters' in België stammen ook uit die periode en werden vooral in de driehoek Brussel, Gent en Antwerpen neergezet.

Na de Dotcom-crash / Telecom-crash, in het begin van de jaren '00, stond een aanzienlijk deel van de ruimtes in die gebouwen nog leeg, en begonnen de eerste grote bedrijven rekken en zalen in die moderne, goede en modern uitgeruste gebouwen te huren, om daar hun servers/systemen onder te brengen en hun oudere 'in-house' rekencentra te ontmantelen.

Een deel van de grote bedrijven en instellingen koos echter een andere route. Hun IT-afdelingen werden vaak inclusief datacenters uitbesteed, of zelfs met apparatuur-, medewerkers en gebouwen afgestoten naar leveranciers en bedrijven, die software ontwikkelden, IT-systeem-integratiediensten leverden, en het volledige beheer deden. Klassieke IT-leveranciers als bijv. IBM namen die over, of de IT-afdeling werd verzelfstandigd en ging ook diensten aan derden leveren. Bekende IT-namen naast IBM zijn EDS (Electronic Data Systems), CapGemini, ATOS en Accenture. Een aantal telecom operators begaf zich ook in dit segment, deels door middel van overnames. T-Systems is nu een dochter van Deutsche Telekom AG, ontstaan uit het samenvoegen van delen van de eigen IT-afdelingen met Debis Systemhaus (ontstaan vanuit Daimler-Benz). ATOS nam in veel landen IT-afdelingen en datacenters van multinationals over, maar verwierf in 2014 ook het Franse Bull, van oorsprong een fabrikant van mainframes en leverancier van computerdiensten.

Vanaf het midden van de jaren '00 begon een aantal snelgroeiende Internetbedrijven, die tot dan toe vooral hun servers in de commerciële datacenters hadden neergezet, maar door explosieve vraag al snel vele rijen met apparatuur hadden, hun eigen gebouwen te ontwikkelen. Dit ging gepaard met het zelf ontwerpen/ontwikkelen van servers, geoptimaliseerd op hun diensten en zelfs eigen technische oplossingen voor de verticaal geïntegreerde core-routers van Cisco en Juniper, wat heeft geleid tot "Software Defined Networks".

Deze eigen systemen werden in grote eigen gebouwen neergezet: de hyperscale datacenters. Initieel waren dit vooral Amazon, Google, Facebook en Microsoft, later zijn er ook enkele Chinese internet-giganten (o.a. Alibaba en Tencent) actief geworden met eigen systemen.

## 2.1.2 Taxonomie datacenters

Het introduceren van een categorisering van datacenters / rekencentra en het steeds meer samenvloeien van begrippen, zorgt ervoor dat het begrip datacenter een steeds bredere betekenis heeft gekregen, terwijl de term rekencentrum vooral nog wordt gehanteerd voor de oudere datacenters. In het algemeen is het dan handig om een taxonomie te maken. Stratix stelt hieronder een hanteerbare taxonomie voor, waarbij het hoofdonderscheid is "enterprise" versus "commercieel". Dit is eigenlijk zoals het verschil tussen 'make-or-buy'.

De eerste term, commercieel, duidt de organisaties aan die capaciteit ter beschikking stellen aan afnemers.

Met de tweede term, enterprise, worden dan alle organisaties aangeduid, die voor eigen gebruik gebouwen/ruimtes met veel eigen ICT beheren. Dit betreft zowel bedrijfsleven als (semi-) overheidsinstellingen (EU-instituten, ministeries, gemeenten, NAVO & defensie, politie & meldkamers, ziekenhuizen, universiteiten, scholen et cetera).

Hoofdcategorie	Type	Voorbeelden	
Datacenters (commercieel)	Single Tenant - Hyperscale	Google - St Ghislain elders in EU: Amazon, Microsoft, Meta, Alibaba, Tencent	
	Single Tenant - Verticals	IT-services: o.a. Cegeka, Kyndryl (IBM), CapGemini outsourcers: o.a. ATOS shared services organisaties: o.a. SWIFT, Sabre, SITA	
	Multi-Tenant - Colocatie	Proximus	
		Interxion LCL overige kleinere	
Datacenters (enterprise)	Rekencentra - in house	universiteiten, laboratoria, supercomputers (grote) ziekenhuizen overheden telecom-, nuts- en vervoersbedrijven uitgeverijen, pers industrie, financiële sector, logistiek overig bedrijfsleven	
		Serverruimtes	veel bedrijven, kantoren veel (semi-) overheden, scholen, zorginstellingen
		Technische ruimtes	nutsbedrijven vervoersbedrijven, (lucht)havens (proces-) industrie, regelkamers, alarmcentrales telecom: telefooncentralegebouwen, PoPs omroepstudio & uitzendstraten etc.

**Figuur 2: taxonomie datacenters**

De taxonomie heeft dus als hoofd-onderscheidende criteria:

- Categorie: enterprise vs. commercieel ('make or buy')
- Type (aard)

Daarbij onderscheiden we in de commerciële ('buy') sector drie types: hyperscales, colocatie en verticals en in enterprise ('make') de types in-house rekencentrum/datacenter, serverruimtes en technische ruimtes.

Hyperscale datacenters bieden de faciliteiten aan slechts één partij, dat is de cloud provider. Kenmerkend voor deze omgevingen is de verregaande standaardisatie van hardware en processen en de hoge mate van automatisering.

De datacenters van verticals hoeven geen grote omvang te hebben. De aanwezige hardware kan afwijken van wat in colocaties beschikbaar is, denk aan mainframes.

Binnen de categorie commerciële datacenters, in het bijzonder colocatie, worden zalen (rooms), kooien (cages) en rekken (racks) verhuurd aan zowel telecom, internet en IT-providers als ook aan zakelijke en overheidsklanten, waarvan de kernactiviteit niet het aanbieden van ICT-diensten is.

Binnen vooral de multi-tenant colocatie-datacenters worden ook ruimtes gehuurd door hosting en managed services bedrijven c.q. IT-bedrijven.

Bij de shared services organisaties (gemeenschappelijke ICT-organisaties van een sector of een groep organisaties) zijn enkele voorbeelden uit het bedrijfsleven genoemd. Historisch belangrijk zijn bijv. de interbancaire organisatie SWIFT (betalingsverkeer), en de op de luchtvaart gerichte organisaties voor vliegtuigreserveringen (Sabre, Galileo en Amadeus) en het communicatieverkeer tussen bedrijven in de sector luchtvaart wereldwijd (SITA).

Ook op nationale schaal worden soms shared services organisaties opgericht, bijvoorbeeld om IT-diensten en -voorzieningen te leveren aan grote organisaties als de overheid (in België Smals, V-ICT-OR etc.) of hele branches (bijv. makelaardij). Een deel van dat soort IT-dienstverleners heeft nog eigen gebouwen. Velen hebben echter alle apparatuur verhuisd naar een colocatie-datacenter.

De grote mediabedrijven/omroepen/uitgeverijen zijn in het bedrijfsleven een bijzondere subgroep. Als professionele informatie (content) leveranciers vallen hun activiteiten deels in het domein van elektronische diensten: zij produceren en verspreiden hun inhoud. Maar zij hebben soms (in België bij radiozenders) ook nog eigen communicatienetten/vergunningen en bijbehorende zenders / gebouwen in bezit.

Een andere wat lastig te kwalificeren groep treffen wij aan binnen de enterprise sector. Dit zijn de meldkamers/alarmcentrales voor (bedrijfs-)veiligheid. Er is voor gekozen om de inrichtingen voor dat soort activiteiten (bewakings-centra / controlekamers) onder de 'technische ruimtes' te scharen.

## 2.2 Werkwijze benadering datacenters, interviews

### 2.2.1 Bepalen marktomvang en partijen

Om tot een overzicht te komen van de datacenters in België die benaderd kunnen worden heeft Stratix meerdere bronnen gebruikt. Naast de eigen database met contactgegevens zijn er online overzichten geraadpleegd waarin deze bedrijven zijn opgenomen. Deze overzichten hebben als doel vraag en aanbod bij elkaar te brengen. Een andere bron van informatie zijn Belgische IT-publicaties en websites met vacatures voor de IT-sector. Daarnaast zijn netwerkkaarten en lijsten van ASN's en Peeringconnectie gebruikt.

De bevindingen zijn vervolgens nogmaals gecontroleerd op juistheid en vooral actualiteit. Een deel van de bronnen bleek verouderd. Daaraan is al een eerste constatering te verbinden: er zijn weinig tot geen actuele publieke bronnen in België over de datacentersector.

Na het opsommen van datacenters was aanvankelijk sprake van een lijst met meer dan 60 datacenter gebouwen in België. Na een eerste controle bleek een derde van die locaties niet meer te kloppen.

De lijst actieve datacenters per eerste kwartaal 2022 valt nog lager uit. Stratix telt eind maart 21 organisaties die aangeven collocatie datacenterdiensten aan te bieden op de Belgische markt.

Deze bedrijven hebben samen 40 gebouwen in gebruik. Echter, één van deze organisaties, Lumen, biedt naar verluidt de diensten voor de Belgische markt niet meer aan vanuit eigen datacentergebouwen in België. Iets dergelijks gaat op voor Verizon, dat in België al langer geen gebouw voor datacenterdiensten meer heeft. Daardoor komt het aantal entiteiten uit op 19, met in totaal 39 datacenter gebouwen.

Buiten de scope van deze rapportage vallen drie soorten datacenters.

- Hyperscalers (op dit moment enkel het Google datacentrum in St Ghislain);
- Datacenters van de overheid;
- Datacenters die vooral netwerkconnectiviteit en telefonie gerelateerde diensten leveren.

Voorheen heeft deze laatste groep partijen ook collocatie gerelateerde diensten aangeboden. Ten tijde van het onderzoek waren er geen indicaties dat deze datacenterdiensten nog steeds actief werden aangeboden vanuit eigen gebouwen op Belgisch grondgebied.

## 2.2.2 Benadering datacenters

Na de deskresearch, waarin de verschillende bronnen zijn geraadpleegd, is contact gezocht met de directies van de ondernemingen, dan wel de verantwoordelijken voor de operaties op die locaties.

De contactgegevens waren deels al bekend bij Stratix, in andere gevallen zijn deze ter beschikking gesteld door partijen waarmee is gesproken. Dat zijn zowel de toeleveranciers als directe vakgenoten geweest. Mede door de introductie via deze partijen zijn uiteindelijk de contactgegevens gevonden van alle datacenters die binnen de scope van het onderzoek vielen.

Aan de contactpersonen is een standaardvragenlijst in twee talen toegezonden. Zo konden zij zich beter op het latere interview voorbereiden. De doorlooptijd tussen eerste contactmoment en het interview was in de meeste gevallen langer dan Stratix bij andere onderzoeken ervaart.

In het voorjaar van 2022 is DC Star overgenomen door DC United. DC Star is daarom niet meer benaderd voor een interview; met DC United is wel gesproken.

Het aantal interviews met aanbieders van collocatiediensten is uitgekomen op acht. Het achtste interview was met Kevlinx. Die aanbieder verwacht volgend jaar te starten op de Belgische markt.

Resumerend: Stratix heeft 8 van de 12 aanbieders die thans actief zijn op de Belgische markt kunnen interviewen. Deze groep is een goede vertegenwoordiging van de markt. Zowel grotere als kleinere aanbieders zijn gesproken. Met de acht interviews is ook een goed beeld gekregen van vraag en aanbod in alle delen van België.

## 2.2.3 Gesprekken datacenters

Stratix merkt op dat in alle gevallen sprake was van open en kwalitatief goede gesprekken met de contactpersonen van de datacenters. Hoewel het buiten de scope van het onderzoek valt, was duidelijk dat bedrijven het prettig vonden hun business te kunnen beschrijven.

De interviews zijn allemaal in de vorm van een Teams Meeting gehouden. Van de gesprekken zijn aantekeningen gemaakt. Een aantal deelnemers heeft uit eigen beweging de ingevulde vragenlijst teruggemailed.

Geen van de deelnemers vanuit de datacenterbedrijven heeft een voorbehoud gemaakt over het gebruik van de schriftelijk verstrekte antwoorden. Daarbij hoort wel de opmerking dat in de openheid van de interviews soms opmerkingen met betrekking tot de strategische visie van de ondernemingen zijn genoemd die men niet met de concurrentie wenst te delen. In deze gevallen zijn de antwoorden daarom niet herleidbaar tot de bedrijven beschreven.

Het is overigens kenmerkend voor de positieve sfeer tijdens de gesprekken dat men in het tijdslot van 60 minuten ook over meer dan alleen de vragenlijst wilde spreken.

## 2.2.4 Andere gesprekken

Ter voorbereiding op de gesprekken met de datacenters heeft Stratix met een aantal ondernemingen en organisaties, actief op de Belgische markt, gesproken. Doel was het vergaren van additionele kennis en te verifiëren of geen ontwikkelingen over het hoofd zijn gezien.

De netwerkbedrijven Arcadiz en Eurofiber hebben het nodige verteld over de staat en ontwikkeling van connectiviteit in België. Dat was ook de hoofdmoot van het gesprek met de vertegenwoordiger van het academische netwerk Belnet.

De Belgische cloudprovider Gig.tech en het lokale verkoopteam van de leverancier van serverkasten Rittal gaven uitleg over de verschuiving van eigen IT naar een externe fysieke of virtuele locatie. Over die trends is vervolgens gesproken met Feweb, dat digitale dienstverleners, gebruikers van hosting en provider vertegenwoordigt. Daarna is nog een onlinegesprek gehouden met Agoria, dat naast de vraagkant ook een deel van de aanbodzijde vertegenwoordigt.

## 2.3 Algemene bevindingen

### 2.3.1 Datacenterdichtheid

Ten tijde van het onderzoek waren er in België circa 39 gebouwen in gebruik als datacenter. De datacenterdichtheid, het aantal datacenters per 100.000 inwoners, of bedrijven, is daarmee niet zo hoog als in de drie omliggende landen, Nederland, Frankrijk en Duitsland. Op basis van de data van Eurostat over het aantal bedrijven per lidstaat en de eigen dataset van Stratix met aantal datacenters is er (afgerond) in België per 17.000 bedrijven één datacenter. In Nederland is dat 11.000, in Frankrijk 15.000 en in Duitsland 9.900. Luxemburg telt op papier 20 datacenters en heeft daardoor ogenschijnlijk een extreem hoge datacenterdichtheid<sup>10</sup>. Die

---

<sup>10</sup> Bron: [datacenters-in-europe.com/data-centers/](https://datacenters-in-europe.com/data-centers/)

waarde is echter onvergelykbaar met de andere landen. Meer dan de helft van het aantal genoemde datacenters in Luxemburg biedt namelijk geen datacenter diensten.

### 2.3.2 Verschillen met de buurlanden

Uit eigen onderzoek in Nederland weet Stratix dat op provincie- of streekniveau een lage dichtheid (en dus weinig aanbod) kan leiden tot twee mogelijk ongewenste effecten. Bij geringe concurrentie bestaat de kans op hogere prijzen dan elders in het land. Het tweede effect is dat gering aanbod leidt tot een hogere concentratie van data en applicaties op één fysieke plek dan wellicht verstandig is. De relatief lage dichtheid van datacenters in België, op landelijk niveau en lager, lijkt geen nadelige gevolgen te hebben voor het aanbod of de ontwikkeling van vraag. Geen van de aanbieders of kennispartijen heeft aangegeven dat er in vergelijking met de buurlanden grote verschillen zijn.

Wel is meermalen genoemd dat het aantal carriers geringer is dan op de FLAP locaties. FLAP staat voor de vier belangrijkste internetknooppunten van Europa: Frankfurt, Londen, Amsterdam en Parijs. Geringer is op dit moment ook de beschikbaarheid van internet exchanges (IX). In beide gevallen zijn er alternatieven om daar toch mee te kunnen connecteren. De werking en het belang van IX'en staat verderop in dit onderzoek beschreven (zie ook § 2.4.5).

Ten aanzien van het aanbod van de colocation-datacenters geldt dat de toegang die zij kunnen verlenen tot de hyperscalers op dit moment nog minder ontwikkeld is dan bij de datacenters in de FLAP regio's. Van meerdere kanten is vernomen dat deze achterstand kleiner wordt, helemaal nu de Belgische markt een sterke groei laat zien.

Los van de verschillen in connectiviteit is er door Stratix geen verschil in het technisch aanbod vastgesteld tussen colocation-datacenters in België en de buurlanden. Indien er daar wel grote verschillen zouden zijn, zou dat moeten leiden tot uitstroom van colocation-gebruikers naar de buurlanden. Daarvan lijkt geen sprake te zijn. Dat is indirect bevestigd door twee Nederlandse datacenters in Noord-Brabant. Zij vertelden aan Stratix amper Belgische klanten te bedienen.

Rond één aspect van het aanbod is er sprake van verschil in het voordeel van de Belgische aanbieders. Het percentage datacenters dat gecertificeerd is naar ISO14001<sup>11</sup> dan wel aan de eisen van PCI-DSS<sup>12</sup> voldoet is hoger dan in Nederland. De betekenis van deze twee kwalificaties wordt verderop in dit onderzoek apart beschreven.

### 2.3.3 Consolidatie en marktaandelen

Behalve de verandering van aanbod is er ook sprake van consolidatie. Net als in het buitenland is in België druk zichtbaar waarbij het aantal aanbieders van datacenterdiensten afneemt. Dat kan als gevolg hebben dat bepaalde gebouwen uit de markt worden gehaald of weer doorverkocht worden aan nieuwe toetreders. In dat laatste geval is ook sprake van naamswijzigingen. Het is belangrijk om dit proces te volgen omdat het tot fundamentele verschuivingen in de markt kan leiden als binnen bepaalde regio's het aantal aanbieders afneemt.

Daarnaast heeft Stratix van enkele marktpartijen begrepen dat zij plannen maken voor nieuwbouw dan wel het uitbreiden van een bestaande omgeving. Nog niet opgeleverde locaties zijn buiten de telling gehouden. Zij komen wel elders in het rapport voor, omdat deze nieuwbouw

---

<sup>11</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental\\_audit#ISO\\_14001](https://en.wikipedia.org/wiki/Environmental_audit#ISO_14001)

<sup>12</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Payment\\_Card\\_Industry\\_Data\\_Security\\_Standard](https://en.wikipedia.org/wiki/Payment_Card_Industry_Data_Security_Standard)

en de plannen daarvoor de snelle veranderingen op de Belgische markt voor datacenters illustreren.

Stratix constateert op basis van de gesprekken dat er op de Belgische markt sprake is van een bijzondere verhouding van marktaandelen. Getoetst bij meerdere partijen is duidelijk geworden dat de top drie aanbieders, Interxion – Digital Realty, LCL en Proximus, samen tussen de 75 en 80 procent van de Belgische vraag naar colocation-diensten bedienen. Voor de 16 andere genoemde aanbieders blijft er dus een zeer klein marktaandeel over. Alleen al daarom verwachten wij een verdere concentratie van aanbieders.

## 2.4 Colocatie-datacenters

### 2.4.1 Inleiding

Het aanbod van datacenterdiensten is divers. Binnen de scope van het onderzoek vallen datacenters in België met een commercieel colocation-aanbod dat zich primair richt op klanten in Europa. Hoe deze groep aanbieders zich verhoudt tot andere partijen is in de voorgaande taxonomie al aangeduid. Alle datacenter partijen die zijn gesproken bieden deze colocation-faciliteiten. Dit is nadrukkelijk niet de gehele markt voor datacenters.

Waaruit het aanbod van de colocation-datacenters bestaat, is in de paragrafen hierna beschreven. Daarnaast is er een uitleg van de TIA-942 classificatie. Na die beschrijving volgt een opsomming van bijzondere bevindingen.

Tenslotte worden verticals behandeld.

### 2.4.2 Basisaanbod

Bij een colocation-datacenter plaatst de klant in principe zijn eigen IT-apparatuur in het gebouw. Hij kan ook gebruik maken van hardware die het datacenter levert of verhuurt. Het datacenter zorgt in ieder geval voor:

- Stroomvoorziening;
- Koeling en klimaatbeheersing;
- Connectiviteit.

Deze drie componenten zijn het basisaanbod van elk colocation datacenter. Daarnaast dienen de datacenters in een hoge beschikbaarheid en betrouwbaarheid te voorzien. Per datacenter verschilt het aanbod waar het gaat om additionele diensten, zoals service, monitoring en veiligheidsvoorzieningen.

### 2.4.3 Stroomvoorziening

Elk type datacenter, dus ook de gebouwen voor colocation-diensten, heeft belang bij een goede stroomvoorziening. In de sector is het gebruikelijk onderscheid te maken tussen de reguliere stroomvoorziening en faciliteiten om in geval van verstoringen van de stroomtoevoer te kunnen blijven functioneren. Die faciliteiten staan bekend als noodstroomvoorzieningen. Op het eerste gezicht is het eenvoudig een strakke grens te trekken tussen reguliere stroom en noodstroom. In de praktijk blijkt de communicatie daarover niet altijd even helder.

Voor de primaire stroomvoorziening volstaat bij een aantal kleinere datacenters het gebruik van een enkelvoudige feed (elektrische stroomaansluiting). Als die feed uitvalt is het datacenter dus volledig afhankelijk van de noodstroomvoorziening. De grotere aanbieders hebben een meervoudige feed. In dat geval komen er op meerdere plekken stroomkabels het gebouw in. Idee daarachter is, dat als bij bijvoorbeeld graafwerkzaamheden in de buurt een kabel wordt geraakt, het datacenter kan blijven doordraaien door de stroomtoevoer via de tweede kabel.

Van een gescheiden feed spreekt men als het gaat om de stroomkabels die op twee plaatsen het gebouw inkomen. De term hanteert men ook om de toevoer op corridor- of rackniveau te beschrijven.

Hierbij hoort de opmerking dat het aanbieden van een dubbele of gescheiden feed een serieus onderscheidend vermogen van datacenters is. Klanten die belangrijke bedrijfsprocessen in datacenters onderbrengen stellen dat als voorwaarde. Daarom wordt over dit aspect van de dienstverlening ook ruim gecommuniceerd.

Naast de reguliere stroomvoorziening hebben datacenters dus ook de mogelijkheid van noodstroom gebruik te maken. Veelal gaat het hierbij om op het terrein geplaatste aggregaten met dieselmotoren. Afhankelijk van het type aggregaat en het soort datacenter is daarmee in theorie een datacenter tot enkele dagen operationeel te houden.

In plaats van een dieselaggregaat, of als aanvulling daarop, worden ook grote accu's toegepast. Een aantal datacenters doet dit om kortstondige onderbrekingen in de stroomtoevoer te kunnen opvangen (no-break installatie of UPS). Pas als de stroomtoevoer langere tijd onderbroken blijft, slaan de aggregaten aan. De accu's worden geladen vanuit de reguliere stroomvoorziening, maar het is in theorie ook mogelijk om dit middels een eigen installatie van zonnecellen te doen.

Tijdens de interviews was het spreken over de reguliere stroomvoorziening gemakkelijk. Bij noodstroom was een aantal partijen meer terughoudend. Dit kan te maken hebben met de minimale aandacht die men tot nu toe aan het onderwerp heeft besteed. De manier waarop een datacenter "N=2" realiseert, varieert door het ontbreken van harde definities en normen<sup>13</sup>.

#### 2.4.4 Klimaatbeheersing

Naast connectiviteit en de stroomvoorziening is klimaatbeheersing de derde belangrijke component in het aanbod van elk colocation-datacenter. Men spreekt hier voor het gemak ook vaak over koeling. Dat is feitelijk onjuist, omdat een datacenterbeheerder ook moet letten op zaken als de aanwezigheid van stof en de luchtvochtigheid in het gebouw.

De tijd dat een datacenter met grote ventilatoren zo snel mogelijk probeerde de warmte van een datazaal te verlagen ligt achter ons. Deze constatering lijkt vreemd, omdat er ook sprake is van toegenomen warmteontwikkeling van servers en andere hardware in een datacenter. De fabrikanten van deze hardware zijn inmiddels in staat de machines storingsvrij te laten werken bij hogere temperaturen. Hierdoor is de temperatuur op een datazaal het laatste decennium met meerdere graden Celsius toegenomen.

---

<sup>13</sup> N=2 betekent dat er twee stroomvoorzieningen voor de serverkasten en de koeling aanwezig zijn. Wat precies onder stroomvoorzieningen wordt verstaan, verschilt per datacenter. Tot de stroomvoorziening kan men ook de noodstroom in de vorm van accu's en zelfs UPS systemen rekenen. Deze onduidelijkheid geldt ook internationaal.

Als een zaal warmer mag zijn dan is een ander soort klimaatbeheersing mogelijk. De trend voor Noord West-Europa is dat er steeds vaker gebruik wordt gemaakt van 'free air cooling'. Energiezuinige ventilatoren met een laag toerental zuigen de warmte af als de temperatuur boven de maximaal toelaatbare waarde uitkomt. Buitenlucht, mits gefilterd, kan gewoon het gebouw in worden geleid om de hardware te koelen. Dit is veel efficiënter dan de traditionele koelsystemen. Ook met de warme zomers van de afgelopen jaren lukt het de meeste datacenters het gebruik van additionele koeling (het naar binnen blazen van vooraf gekoelde en gefilterde lucht) te beperken tot enkele weken per jaar.

Deze trend is enigszins onderbelicht, waardoor een verkeerd beeld kan ontstaan van het belang van klimaatbeheersing. Voorheen was het nodig te kunnen aantonen dat men in staat was veel lucht te verplaatsen om de omgeving te kunnen koelen. Nu gaat het er vooral om aan te tonen dat men een rack, corridor of zaal 24/7/365 monitort om een binnen een bepaalde bandbreedte van temperatuur en luchtvochtigheid te blijven.

De bandbreedte voor temperatuur is dus de laatste jaren door verbeterde hardware en meer inzichten toegenomen. Inmiddels zijn op datazalen temperaturen toegestaan, waarbij het voor de mens niet veilig is daar gedurende langere tijd te werken. In meest recente aanbevelingen van ASHRAE (RP-1755)<sup>14</sup> staat dat de aanbevolen temperatuur van de lucht die de apparatuur in gaat, op zeeniveau tussen de 18 en 27 graden Celsius bedraagt. Toegestaan is echter 15 tot 32 graden. De temperaturen in de warme gangen, dus direct tussen de serverkasten, kan daarbij zonder gevaar voor de hardware oplopen tot 60 graden.

## 2.4.5 Connectiviteit

Colocatie zonder connectiviteit is geen optie, daarom hebben alle datacenters tenminste één leverancier voor een verbinding met het internet. Datacenters die de klanten met meer dan één carrier faciliteren heten carrier neutrale datacenters. Dit type datacenter komt het meest voor in België, ook al is het aantal internationale carriers iets beperkter dan in de buurlanden.

Als sprake is van connectiviteit van datacenters gaat het niet alleen om de directe verbindingen met de internationale carriers. Connectiviteit op basis van nationale en zelfs regionale carriers is eveneens belangrijk. Deze vormen van toegang maken het immers makkelijk voor klanten om rechtstreekse verbindingen te leggen tussen de vestigingen en het datacenter, waar een deel van de data staat en waar de applicaties draaien.

### 2.4.5.1 Basis connectiviteit

Datacenters in België hebben één of meer glasvezelverbindingen die het gebouw ingaan. Over die verbindingen loopt het signaal van meerdere partijen. Die partijen kunnen zowel carriers zijn, als de klanten van het datacenter die de eigen IT-ruimte direct koppelen aan het datacenter. Naast deze vorm van connectiviteit zijn er nog twee andere, Cloud opritten en Internet Exchanges, die hieronder worden beschreven.

### 2.4.5.2 Cloud opritten

Nu het gebruik van de cloud steeds verder toeneemt ontstaan er twee nieuwe diensten rond connectiviteit die voor datacenters van belang zijn.

---

<sup>14</sup> <https://www.ashrae.org/news/esociety/completed-research-rp-1755-february-2020>

Om te beginnen wordt de connectiviteit vaker als een on-demand model<sup>15</sup> aangeboden. Additionele bandbreedte is in minder dan een dag leverbaar. De dienst is er ook voor wie die extra capaciteit gedurende minder dan een week nodig heeft. De rol van de datacenters is hier beperkt tot het voorhanden hebben van de techniek. Die betrekken zij van de carrier die de schaalbare bandbreedte regelt.

Het toenemende gebruik van cloud computing biedt colocationdatacenters de mogelijkheid een nieuwe dienst aan te bieden, de cloud-oprit. Een aantal datacenters in België, en dat zijn niet uitsluitend de grote drie, biedt de optie om vanuit de locaties een dedicated verbinding te leggen met de grote internationale cloudproviders (zoals Amazon AWS, Microsoft Azure, Google Cloud). Voor dit type verbinding is de neutrale term cloud-oprit gangbaar. Om een cloud-oprit te kunnen aanbieden is een contract tussen het colocation datacenter en de hyperscaler nodig. Het colocation datacenter zal deze aanvraag alleen doen als er voldoende klanten zijn die om dit type verbinding vragen. De hyperscalers en datacenters die dit bieden hanteren hiervoor verschillende eigen namen en dienstomschrijvingen. Kenmerkend voor dit type verbinding is dat al het verkeer buiten het openbare internet om wordt geleid. In alle gevallen is dat verkeer ook standaard versleuteld.

#### *2.4.5.3 Internet Exchanges*

Tenslotte is er nog een aspect van connectiviteit dat van belang is op de markt voor datacenters. Het gaat hierbij om de internet exchanges. Internet Exchanges zijn virtuele platformen waar partijen onderling het ingaand en uitgaand verkeer uitwisselen. Partijen peeren met elkaar omdat het traditioneel goedkoper en makkelijker is dan met elke partij afzonderlijk afspraken te maken en vervolgens de infrastructuur daarvoor aan te leggen en beheren.

België kent twee nationale Internet Exchanges: BNIX en BelgiumIX . Niet alleen de grotere datacenters in en rond Brussel zijn daar lid van. Met een directe of indirecte dedicated verbinding naar een van de PoP's (de plekken waar apparatuur van de IX staat en de uitwisseling van het verkeer plaatsvindt), maakt ook een groot aantal datacenters elders in het land gebruik van deze dienstverlening. Mede daarom is het ontbreken van een groot aantal carriers, zoals in en rond Londen of Amsterdam, in België geen probleem. Via de IX-en is er hetzelfde bereik en veelvoud van connectiviteit.

Wel is het van belang te weten dat het aandeel in het verkeer dat de IX'en afwikkelen onder druk staat. Mede daarom is het tegenwoordig voor IX'en gangbaar de activiteiten te internationaliseren om zo de vraag te vergroten. AMS-IX en NL-ix uit Nederland en DE-CIX uit Duitsland zijn daarvan twee voorbeelden. Deze zijn, of komen, als PoP beschikbaar, elk in tenminste één Belgisch datacenter. Op die manier kunnen de klanten van die datacenters eenvoudiger het internationale verkeer afwikkelen. De reden om voor een buitenlandse IX te kiezen kan heel praktisch zijn. Als een gewenste internationale bestemming niet via een Belgische IX bereikbaar is, dan is de Nederlandse of Duitse optie voor het dataverkeer in de regel goedkoper en sneller te realiseren dan het activeren van een directe verbinding.

---

<sup>15</sup> "on-demand model" staat voor diensten die snel op- en af te schalen zijn, en op basis van het feitelijke gebruik worden afgenomen en afgerekend. De flexibiliteit van aanbod en vraag maakt dat er geen contracten met vaste looptijden nodig zijn.

## 2.4.6 Tier classificatie

De core business van een colocation-datacenter staat hierboven vermeld. Doel is het de klanten mogelijk te maken dat hun IT-platform (hardware en software) zowel beschikbaar als betrouwbaar is.

Een hoge beschikbaarheid en betrouwbaarheid is in bijna alle gevallen een harde eis. Bedrijven en organisaties zijn immers afhankelijk van de IT. Die eis heeft daarom betrekking op de eigen hardware en op de ruimte waarin deze is ondergebracht, de serverruimte of het datacenter. Aangezien de klant (op een enkele uitzondering na) zelf verantwoordelijk is voor zijn hardware kan een datacenter-beheerder daar geen uitspraken over doen.

Wat hij wel kan is aangeven welke maatregelen hij heeft getroffen en hoe die uitwerken op de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van de colocation-dienst. Daarvoor is er een methodiek of classificatie, TIA-942, die wereldwijd bekend is en wordt gehanteerd. TIA-942 richt zich op de stroomvoorziening, het pakket aan maatregelen voor de klimaatbeheersing en de externe verbindingen.

De Telecommunications Industry Association (TIA), een wereldwijd opererende brancheorganisatie van toeleveranciers, heeft met TIA-942 een framework van richtlijnen ontwikkeld voor het ontwerpen en bouwen van datacenters. TIA biedt zelf geen certificeringsprogramma of audits.

Het Uptime Institute biedt dat wel en baseert zich daarbij onder andere op de TIA-942. Dat heeft (stand eind mei 2022) van 1.500 datacenters en serverruimtes bepaald of ze aan de Tier I, II, III of IV-eisen voldoen.

### Het verschil tussen de Tiers (niveaus)

Aan Tier-I Datacenters worden geen eisen gesteld aan redundantie. Er is één aanvoerpad voor de distributie van energie en koeling. De locatie is daarom behoorlijk kwetsbaar voor verstoringen. Onderhoud aan stroomvoorziening of koelinstallatie kan niet zomaar plaatsvinden.

Voor de klimaatbeheersing geldt een capaciteit tot 320 watt per vierkante meter. De locatie moet ondanks de beperkingen 99,67 procent per jaar beschikbaar zijn (dit komt overeen met een totale maximale jaarlijkse uitvaltijd van 28,8 uur).

Bij een Tier-II datacenter is sprake van eenvoudige redundantie. Er zijn redundante componenten voor stroomvoorziening en koeling toegepast. De koelcapaciteit moet tussen de 430 tot 540 watt per vierkante meter zijn. Bij een voorgeschreven beschikbaarheid van 99,75 procent is de maximale uitval per jaar 22 uur.

Tier III-datacenters maken gebruik van redundante componenten, de servers worden gedupliceerd (deze optie is bij colocation niet de verantwoordelijkheid van het datacenter) en er zijn meerdere, actieve en passieve, paden voor stroom en koeling. Bij deze architectuur is sprake van een mate van fouttolerantie. Dat wil nadrukkelijk niet zeggen dat single points of failure ontbreken. Onderhoud is door de redundantie ook tijdens het gebruik mogelijk.

De eisen gesteld aan de warmteafvoer zijn fors hoger dan bij de Tier-I en Tier-II locaties. Voor Tier-III geldt een koelcapaciteit van 1.070 tot 1.620 watt per vierkante meter. Bij dit niveau hoort een beschikbaarheid van 99,98 procent en dus een maximale downtime van 1,6 uur per jaar.

Tot het eisenpakket dat voor Tier-III locaties geldt, behoort het hanteren van brandcompartimenten. In tegenstelling tot de Tier-I en Tier-II kijkt Tier-III dus ook naar maatregelen om een heel ander soort verstoring van de dienstverlening, namelijk vuur en rookschade, te mitigeren.

Tenslotte is er nog Tier-IV. Dankzij volledige redundantie met dubbele toevoerpaden zijn points of failure zo goed als uitgesloten. Het warmteafvoervermogen bedraagt tenminste 1.620 watt per vierkante meter. Met een gemiddelde jaarlijkse downtime van slechts 0,8 uur kunnen gebruikers rekenen op een beschikbaarheid van 99,991 procent.

Het Uptime Instituut geeft in de database twee colocation-datacenters in België weer.

- Het gebouw "Belgium Datacenter II, ADC2" van DC United, dat nog niet is opgeleverd, voldoet aan de Tier IV eisen voor ontwerp en constructie.
- Het gebouw "Brussels-West Data Centre, Aalst" van LCL voldoet aan de Tier III eis voor ontwerp en constructie.

Andere gebouwen (zoals serverruimtes van enterprises of overheidsdiensten) zijn er niet in opgenomen.

Dat er maar twee locaties bekend zijn, wil niet zeggen dat de andere datacenters in België geen maatregelen hebben getroffen voor de beschikbaarheid (de "uptime") op serverkast, zaal en gebouwniveau, maar alleen dat ze niet door het Uptime Institute gecertificeerd zijn.

Net als in de buurlanden maken exploitanten in België de afweging of de kosten voor de controle door het Uptime Institute terugverdiend kunnen worden. Velen komen tot de conclusie dat het naast goedkoper ook simpeler is de TIA-942 standaard te raadplegen en vervolgens een eigen invulling te geven aan de twee kernbegrippen beschikbaarheid en betrouwbaarheid. Dat verklaart waarom het overgrote deel van de colocation gebouwen in België over een zekere mate van redundantie beschikt. Daarmee bedoelen de partijen dat er twee bronnen voor stroom en koeling zijn.

Klanten, behoudens de groep die bij aanbestedingen staat op de officiële documentatie van het Uptime Institute, nemen daar genoeg mee. Dat is ook begrijpelijk. Het aantal incidenten rond de beschikbaarheid en betrouwbaarheid van colocation-datacenters in België is laag. In de pers en op sociale media is er amper iets te vinden. Het is een bewijs dat de sector zich terdege bewust is van de noodzaak kwaliteit te leveren.

## 2.4.7 Overige dienstverlening

Elk colocation-datacenter biedt de drie basisdiensten en veiligheid. Er zijn nog meer diensten mogelijk en het aanbod zal toenemen om zich te kunnen blijven onderscheiden. De volgende diensten vallen buiten het basisaanbod maar komen wel steeds vaker voor.

### 2.4.7.1 Remote hands

Remote hands is een extra dienst van datacenters waarbij de klant het datacenter personeel expliciet toestemming geeft vooraf afgesproken onderhoud aan zijn hardware uit te voeren.

Bij remote hands gaat het om incidentele en kleinere handelingen, zoals het vervangen van onderdelen, software aanpassingen die niet remote kunnen worden uitgevoerd en het aanpassen van de bekabeling. Het precieze aanbod verschilt per datacenter. Dat geldt ook voor het betaalmodel. Het kan op uurbasis worden aangeboden, maar ook als een abonnement.

Remote hands (ook wel Smart hands genoemd) scheelt de klant reistijd. Voor de beheerder van het datacenter heeft het twee voordelen. Naast de extra bron van inkomsten reduceert het de aanwezigheid van personen op de datavloer. Dat laatste is vanuit veiligheidsoverwegingen gewenst.

#### *2.4.7.2 Hardware as a Service*

Een redelijk nieuwe wereldwijde ontwikkeling is dat een datacenter in samenwerking met een hardware leverancier hardware op voorraad heeft en dit volgens als een cloud model ("pay per use") aanbiedt. Voor de klanten heeft dit als voordeel dat zij zelf niet hoeven te investeren. Voor het datacenter is het een manier om nieuwe klanten te werven en meer processen te standaardiseren, waardoor de efficiency van zowel stroomverbruik, koeling als vloergebruik toeneemt.

### **2.4.8 Bijzondere bevindingen**

Voor de interviews met datacenters is gekozen voor bedrijven die zich richten op de colocation, multi-tenant markt, omdat daar commercieel dienstenaanbod aan derden plaatsvindt. Alle geïnterviewde personen geven aan dat zij inderdaad dit type dienst aanbieden.

Het verhuren van vierkante meters voor het plaatsen van hardware en zorgen voor de stroom en klimaatbeheersing daarvan is de belangrijkste activiteit van al deze ondernemers. Deze en andere facetten van de dienstverlening zijn hierboven beschreven.

Tijdens de interviews is een aantal punten opgevallen dat een aparte vermelding waard is.

#### *2.4.8.1 Combinatie van diensten*

Voor Proximus is het leveren van connectiviteit voor telecommunicatie en internet aan consumenten en zakelijke gebruikers de hoofdactiviteit. Voor een deel van de zakelijke gebruikers - meer dan alleen de KMO's - biedt het ook diensten aan van hosting, het verhuren van hardware capaciteit voor primair websites, tot en met housing, het verhuren van ruimte voor de eigen hardware van de klant. Daarvoor beschikt het over een eigen datacenter omgeving.

Deze telecomaandbieder is binnen de context van de Europese binnenmarkt niet bijzonder opvallend. Waardoor het bedrijf wel opvalt is dat het met datacenterdiensten onder eigen naam tot de drie grootste aanbieders van het land hoort. Een dergelijke sterke positie en combinatie van diensten is redelijk uniek.

Deze partij valt ook nog om een andere reden op. Het is de enige datacenterexploitant die klanten voor delen van de digitale security voorziet van een eigen oplossing. De trend in binnen- en buitenland is juist dat voor zaken als DDoS mitigatie gebruik wordt gemaakt van externe gespecialiseerde aanbieders.

#### *2.4.8.2 Carriers in het datacenter*

Om van deze externe aanbieders gebruik te kunnen maken moet er kwalitatief hoogwaardige connectiviteit zijn. Dat geldt ook voor het optimaal kunnen bedienen van de gebruikers. Steeds meer klanten willen immers direct aangesloten zijn op externe datacenters. Zij gebruiken die locaties ook vaker als een oprit naar andere locaties, toepassingen en natuurlijk de hyperscales. Partijen die deze connectiviteit leveren heten carriers.

De datacenters die zijn geïnterviewd geven hierover verschillende signalen af. De grote partijen in en rond Brussel weten zich allemaal verzekerd van veel connectiviteit via meerdere

carriers. Zij beschikken daarom ook over omvangrijke meet-me rooms. Dat zijn fysieke locaties in een datacenter van waaruit de binnenkomende glasvezelverbindingen verder het gebouw in, tot in de juiste racks en servers worden geleid.

Enkele van deze grote partijen, Proximus en LCL, beschikken over een aanzienlijk aantal carriers in het gebouw, omdat zij vanuit het verleden al een belangrijke rol speelden het bij verwerken van telefonie-verkeer. Dat laatste is voor de kleinere datacenters en vooral buiten het genoemde gebied veel minder aan de orde. Datacenters op die plekken hebben daarom in de regel ook veel minder carriers in de meet-me room.

Zoals al aangegeven zal dat geen belemmering zijn voor het leveren van colocatie-diensten. De datacenters waar het hier om gaat hebben namelijk zo goed als allemaal toegang tot directe glasvezelverbindingen naar de grote datacenters of naar een PoP van een van de internet exchanges in België.

#### *2.4.8.3 PoPs als onderscheidend vermogen*

Stratix begrijpt dat het aantal datacenters met een internationale PoP-functie voor een internet exchange de komende periode nog zal toenemen. Het gaat daarbij om bestaande datacenters in en rond het Brussels gewest die reeds aanwezige faciliteiten uitbreiden en om locaties in aanbouw.

Bij een IX-pop is, simpel uitgedrukt, sprake van hardware van het IX in het datacenter. Deze hardware staat via glasvezelverbindingen aangesloten op de rest van het IX-netwerk. De hardware wordt remote beheerd door de IX-organisatie. Het verkeer wordt in lijn met de regels van de IX afgewikkeld.

Deze toename is commercieel verklaarbaar omdat meer connectiviteit gelijk staat aan een aantrekkelijker aanbod voor klanten uit binnen- en buitenland. Berichten over het vergroten van de footprint van AMS-IX vanuit de locaties van Kevlinx zijn eind 2020 al in de pers verschenen. Daarmee betreedt de grootste Nederlandse Internet Exchange de Belgische markt met een PoP in een lokaal datacenter. Tijdens het onderzoek is gebleken dat er nog geen Kevlinx datacenters in België actief zijn. Dat geldt dus ook voor de uitrol van AMS-IX. De organisatie is nu ook al actief, maar dan met andere diensten. Het eveneens Nederlandse NL-ix is al jaren actief met PoPs in op dit moment drie Belgische datacenters. Vanaf die locaties worden 15 IT-organisaties van uiteenlopende aard bediend.

Hoewel de datacenters elders in het land met die PoPs kunnen en zullen connecteren, voorzien marktpartijen hierdoor wel een verschuiving. De markt in België zal, net als in de omliggende landen, nog meer het beeld laten zien van een paar grote spelers die met name klanten met internationale business aantrekken. Die spelers zitten, als ware het een paar clusters, in een geografisch gebied van beperkte omvang. De andere datacenters, meer verspreid over de andere gewesten zullen nog meer dan nu het geval is een regionale functie vervullen. Dat regionale datacenters zelf een IX PoP gaan huisvesten is in theorie mogelijk. De kosten en het geringe verkeer pleiten echter voor een eigen verbinding naar een ander datacenter met een dergelijke PoP.

#### *2.4.8.4 Clusters als trend*

Hierboven is al kort het begrip cluster genoemd. Dit verschijnsel is in alle landen met een groter aantal datacenters zichtbaar.

Datacenters hebben er belang bij om bij elkaar in de buurt te zitten. De reden daarvoor is dat ethernet glasvezelverbindingen met hoge capaciteit tot 10 kilometer lang mogen zijn om van betaalbare apparatuur gebruik te kunnen maken. Voor het overbruggen van grotere afstanden is duurdere apparatuur nodig, en worden de glasvezels zelf al snel zo duur dat er ook nog eens extra apparatuur nodig is om het aantal benodigde vezels te beperken.

Deze limiet in de afstand tussen datacenters zorgt er voor dat datacenter gebouwen die onderling veel verkeer uitwisselen dicht bij elkaar moeten staan. Daarbij blijven de datacenters gewoon met elkaar concurreren, het zijn de klanten van deze datacenters die het verkeerspatroon bepalen en zo tot de clustering leiden.

Clustering is binnen Europa met name sterk zichtbaar in de regio's Amsterdam en Frankfurt. Daar hebben de meeste aanvragen voor nieuwbouw betrekking op een gebied waar nu al sprake is van concentratie van de grotere datacenters.

#### 2.4.8.5 Energie en arbeidsmarkt

Het vraagstuk van energievoorziening, beschikbare ruimte en druk op de arbeidsmarkt zal ook zichtbaarder worden in en rond Brussel. Verhuizen naar andere regio's of gewesten is door geen van de partijen als een serieuze optie genoemd. Geen van de geïnterviewde partijen beschouwt energie en arbeidsmarkt als bepalende vestigingsfactoren.

## 2.5 Verticals

Eerder in dit rapport is gesproken over datacenters die op commerciële basis ruimte, stroom en koeling beschikbaar stellen aan klanten. Dat colocatie-aanbod is het specialisme van deze bedrijven en daar wordt ook de meeste omzet mee gerealiseerd. Een op het eerste gezicht vergelijkbaar aanbod is ook beschikbaar bij circa zeven aanbieders die door Stratix verticals worden genoemd.

Dit zijn bedrijven die datacenterdiensten aanbieden als vast onderdeel van een breder pakket. De term vertical beschrijft dat ook, men levert een hele keten van diensten, van software tot de housing van de benodigde hardware. Met deze aanpak richten de verticals zich niet op de gehele markt. Kenmerkend voor een vertical is dat een beperkt aantal sectoren, soms zelfs slechts één, wordt bediend.

Stratix beschouwt onderstaande organisaties als verticals.

Naam	Functie / voorbeeld van klantgroep
Cegeka	Bedrijfsleven, B2B
AlfaCloud	NMBS
IBM/BNP locatie 1	Financials, nutsbedrijven
IBM/BNP locatie 2	financials, nutsbedrijven
Smals	overheidsdiensten
NRB	mainframe specialist, financials, publieke sector, nutsbedrijven

## 2.5.1 Uniek en complex

Verticals komen overal voor. In België is het aantal in vergelijking met de gewone colocatie-datacenters echter opvallend groot. Dat in een aantal gevallen de publieke sector of bedrijven waar de overheid een belang in heeft, gelieerd is met een vertical maakt de Belgische situatie zowel uniek als complex.

Meerdere colocatie-datacenters hebben op eigen initiatief tijdens de interviews gewezen op het verschijnsel. Daarbij kwamen de volgende punten naar voren:

- Men vraagt zich af in hoeverre de ontwikkeling van de markt wordt geremd als de publieke sector een eigen infrastructuur opbouwt.
- Men vraagt zich af of hier geen verspilling van resources plaatsvindt.

## 2.5.2 Historisch verklaarbaar

Verticals zijn vaak historisch verklaarbaar. Een IT-dienstverlener kan op basis van een bestaande dienst de vraag gekregen hebben of hij ook rechtstreeks en als bundel de diensten daaromheen kan leveren. Als de dienst daarbij voor een doelgroep is ontwikkeld en ook nog eens aan speciale eisen moet voldoen is het onvermijdelijk dat het aantal nieuwe toetreders met aanbod op die markt gering zal zijn.

Een andere reden voor het ontstaan en bestaan van verticals heeft te maken met het proces van outsourcing. Dit is met name het geval bij grotere bedrijven. Banken zijn daar een goed voorbeeld van. Stratix stelt vast dat er in België meerdere datacenters zijn die uitsluitend de banken bedienen. Deze gebouwen zijn niet carrier-neutraal, maar voldoen wel aan de hoogste veiligheidseisen. Alleen al door die combinatie zijn ze vooral voor dit type klant interessant.

Verticals die het gevolg zijn van outsourcing of bundeling van shared service center diensten komen ook voor in de directe omgeving van het publieke domein en bedrijven die voor een deel onder de overheid vallen.

## 2.5.3 Verkoop en verplaatsing van verticals

Verticals vallen grotendeels buiten de scope van deze rapportage. Dat ze toch worden beschreven heeft de volgende redenen:

- Het aantal is in vergelijking met de reguliere colocatie-datacenters behoorlijk groot, relatief veel groter dan in Nederland;
- Het verschijnsel is bij alle interviews door datacenter beheerders genoemd als factor die marktverstoring kan werken. Daarmee bedoelt men vooral die verticals die diensten aanbieden aan de publieke sector;
- Verticals niet in kaart brengen of benoemen kan er ook toe leiden dat essentiële schakels in de IT-dienstverlening onder de radar blijven.

Het verdient aanbeveling te ontwikkelen bij de verticals te (blijven) volgen.

Dat één van de verticals, Cegeka, het aantal datacenter locaties in België heeft gehalveerd en voor de benodigde vierkante meters is uitgeweken naar Nederland is om twee redenen interessant. Applicaties en data onderbrengen in een andere EU-lidstaat mag wellicht juridisch geen probleem zijn; het ligt echter vaak gevoelig. De vraag is bovendien of dit met het oog op verdwijnen van datacentercapaciteit in een streek met weinig aanbod en specialistische kennis een aantrekkelijke ontwikkeling is.

Het afstoten van gebouwen van verticals betekent dat er – in theorie – weer meer ruimte beschikbaar komt voor colocatie-datacenters. Als die vrijgekomen gebouwen makkelijk die (net iets andere) rol kunnen vervullen, zijn er twee opties. Optie één is dat dit echte nieuwe toetreders voor de Belgische markt aantrekt. De andere mogelijkheid is dat bestaande aanbieders deze ruimtes aan hun portfolio toevoegen. In dat geval is er verdere concentratie, die niet per se in het voordeel van de vraagzijde hoeft te zijn.

Tenslotte is er nog de mogelijkheid dat een vertical zich op een totaal andere manier aanpast. In dat geval brengt men het datacenter-gebouw onder bij een colocatie-specialist, en gaat verder als huurder van (een deel van) die afgestoten ruimte. Deze ontwikkeling is in twee gevallen, bij ATOS en IBM, waargenomen. Deze aanpassingen gaan onvermijdelijk gepaard met een gedeeltelijke overdracht van taken en bevoegdheden. Voor het contact met of toezicht op deze organisaties is het goed op de hoogte te zijn van dergelijke veranderingen.

## 2.6 Veiligheid

Het begrip veiligheid is onlosmakelijk verbonden met de dagelijkse business van datacenters. Dit is een top-of-mind onderwerp. De geïnterviewde personen hebben de nodige kennis paraat en hoeven bij het beantwoorden van de vragen niet geholpen te worden. Het is een onderwerp dat duidelijk meer leeft dan duurzaamheid, dat verderop in dit rapport ter sprake komt.

### 2.6.1 Fysieke veiligheid

Veiligheid in en rond het datacenter kent meerdere aspecten. Fysieke veiligheid is er daar een van. Voor alle colocatie-datacenters in België geldt dat zij niet zomaar zijn te betreden. Afhankelijk van de ligging en de constructie van het gebouw is er eerst een hek te passeren om op het terrein te komen. Daarna volgt een enkele of dubbele toegangsdeur voor de toegang tot de ontvangstruimte. Tussen die ruimte en de plaatsen waar de hardware staat is nog een deur geplaatst.

Als die laatste deur is gepasseerd kan de klant naar zijn hardware. Als hij deze heeft ondergebracht bij een groter datacenters is zijn toegang beperkt tot alleen de zaal waar zijn spullen staan.

Deze fysieke veiligheidsmaatregelen zijn in alle gevallen mogelijk door het gebruik van codes of toegangspasjes. Daarmee weet de beheerder van het datacenter precies wie wanneer in het gebouw was.

Het fysieke toegangsproces wordt verder ondersteund door de inzet van camera's in het gebouw en vaak ook op het terrein.

### 2.6.2 Dataveiligheid

Beheerders van datacenters hebben er belang bij dat onbevoegden de ruimtes niet betreden. Dat is niet alleen om de hardware te beschermen. Het is ook om te voorkomen dat data wordt ontvreemd of gemanipuleerd.

Het komt steeds meer voor dat datacenters de klanten moeten kunnen aantonen dat ze processen en procedures volgen om te voorkomen dat de data van klanten in het geding komt. Die druk uit de markt is verder toegenomen sinds de GDPR van kracht is.

Daarom neemt het aantal datacenters met een ISO 27001<sup>16</sup> certificering verder toe.

Een ISO 27001 certificering kan betrekking hebben op een hele datacenter organisatie, maar ook op een afzonderlijke locatie. Voor zover bekend zijn alle locaties van de grootste drie datacenterbedrijven in België gecertificeerd naar ISO 27001. Bij de andere aanbieders is het beeld iets meer gemengd. Toch is meer dan de helft van de 38 bekende gebouwen gecertificeerd.

Door meerdere partijen is opgemerkt dat ISO 27001 op zich geen garantie is voor (data-) veiligheid. Klanten vragen erom en het is een verplichting bij publieke aanbestedingen. Die druk van de vraagzijde speelt een grote rol. Tegelijk ziet de aanbodzijde wel in dat het meerwaarde heeft. Het laat namelijk wel zien dat – afhankelijk van de gekozen scope – het datacenterbedrijf weet heeft van een goede omgang met klantdata die persoonsgegevens bevat.

Enkele partijen hebben bij het beantwoorden van deze vraag ook gewezen op de PCI-DSS standaard. Deze standaard beschrijft onder andere de eisen waar een datacenter aan heeft te voldoen om het betalingsverkeer via kredietkaarten te mogen faciliteren. Denk hierbij aan scheiding van netwerken, het bijhouden en beperken van het aantal personeelsleden dat werkzaamheden aan de servers mag verrichten waar deze processen plaatsvinden.

## 2.6.3 Overige veiligheidsmaatregelen

### 2.6.3.1 Brand- en rookmelders

Brand- en rookmelders zijn nodig om de kans op incidenten te verkleinen. Elk datacenter communiceert over dit soort aspecten van veiligheid, het is een hygiënefactor. Wel valt op dat men in België eerder spaarzaam is met het verstrekken van details. Hoe brand- of rookontwikkeling wordt bestreden is door Nederlandse en Duitse colocation-datacenters in de regel beter publiek beschreven.

### 2.6.3.2 Private caging en housing

De veiligheid in een datacenter kan verder worden aangescherpt door de ruimtes voor de servers verder af te schermen. Datacenters doen dat door delen van de vloeren te voorzien van een extra afgesloten kooi waarbinnen alle hardware door een klant wordt gebruikt. Dat heet private caging. Van private housing is sprake als een of meerdere afgesloten racks in gebruik zijn bij een klant en alleen die daarvan de sleutels heeft. Vanwege het ruimtebeslag is dit aanbod vooral in de grotere datacenters beschikbaar. De bedrijven die dit aanbieden zijn in **Error! Reference source not found.** te vinden.

Kleinere datacenters hebben in de regel niet de ruimte voor private caging. Het type klant dat zij bedienen kan wel om private housing vragen. Regionale colocation aanbieders spelen daarop in door het bieden van racks met afsluitbare deuren op halve of zelfs kwart hoogte. Op die manier is een kleine private housing oplossing leverbaar.

---

<sup>16</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC\\_27001](https://en.wikipedia.org/wiki/ISO/IEC_27001)

## 2.7 Duurzaamheid

Het onderwerp duurzaamheid van datacenters geniet in toenemende mate belangstelling van regelgevende overheden. Het denken over duurzaamheid is nog volop in ontwikkeling.

Wij behandelen achtereenvolgens een begrippenkader, de wijze waarop overheden omgaan met dit onderwerp, het denken van de marktpartijen in België over duurzaamheid en ons advies over de inrichting van de dialoog over duurzaamheid, met het doel te komen tot een classificatiesysteem.

### 2.7.1 Begrippenkader

Datacenters en serverruimtes hebben een ecologische voetafdruk. Het energieverbruik speelt daarbij een grote rol, maar het is niet de enige component. Andere belangrijke componenten die de voetafdruk bepalen zijn (koel-)water, afval en uitstoot van schadelijke stoffen.

#### 2.7.1.1 Energieverbruik

Duurzaamheid in relatie tot energieverbruik van datacenters concentreert rond de volgende vragen:

- Hoe efficiënt gaat een datacenter om met de verbruikte energie?
- Maakt het datacenter gebruik van duurzaam opgewekte energie?

De zogeheten PUE (Power Usage Effectiveness) is een gangbare maat voor het antwoord op de eerste vraag. Echter, de wijze waarop deze wordt bepaald, is nog niet gestandaardiseerd. In § 2.7.4.2 gaan wij hier nader op in.

Het gebruik van duurzaam opgewekte energie (groene stroom) is een belangrijke factor bij het verkleinen van de ecologische voetafdruk. Omdat groene stroom in de regel duurder is dan grijze stroom, levert het gebruik van groene stroom een extra impuls om efficiënt met het energieverbruik om te gaan. Doordat het aanbod van groene stroom sterk groeit, verwachten wij toenemende interesse bij datacenters om meer groene stroom te gaan gebruiken, al dan niet opgewekt door eigen bronnen als zonnepanelen naast of op het gebouw.

#### 2.7.1.2 Koeling

Voor de processen in datacenters is (veel) koeling nodig. Warme lucht moet van de datavloer af en koudere lucht wordt naar de datavloer gestuurd. Van de datavloer moet de lucht verder naar de hardware in de serverracks worden geleid. Koeling is – afhankelijk van het type datacenter of serverruimte verantwoordelijk voor 25 tot 40 procent van het totale energieverbruik van een datacenter.

Afhankelijk van het soort koeling heeft het datacenter naast stroom ook water nodig. Het waterverbruik van datacenters komt de laatste jaren steeds meer in het nieuws. Zoals verder in dit rapport is vermeld zijn er twee recente gevallen (zie 2.7.4.4) in Europa bekend waarbij het (vermeende) hoge behoefte van drinkwater heeft bijgedragen aan het schrappen van bouwplannen.

De manier waarop een datacenter of serverruimte wordt gekoeld is dus bepalend voor twee belangrijke onderdelen van de ecologische voetafdruk: het energieverbruik en het verbruik van koelwater.

### 2.7.1.3 Afval

Een derde component die de ecologische voetafdruk bepaalt, is de hoeveelheid afval die een datacenter of serverruimte veroorzaakt en op welke wijze die wordt verwerkt. Afval ontstaat tijdens de bouwfase, de operationele fase en tenslotte de fase waarin een datacenter wordt ontmanteld. Een bijzondere vorm van afval is de hardware in de serverkasten, de bekabeling, verbruiksartikelen van de operationele techniek (OT) en aanverwante zaken.

Als het afval op een verantwoorde wijze weer gebruikt wordt, draagt dat in positieve zin bij aan de ecologische voetafdruk. Het eerste soort afval, dat te maken heeft met de constructie en de operatie van het gebouw, is in kaart te brengen door de beheerder of uitbater.

### 2.7.1.4 Uitstoot

In vergelijking met industriële ondernemingen en het verkeer is de uitstoot van schadelijke stoffen door datacenters klein. IT is een betrekkelijk schone industrie. Toch is het van belang rekening te houden met uitstoot, onder meer van dieselgeneratoren voor noodstroom. Niet alleen in geval van uitval van de elektriciteitsnetten, maar ook tijdens het periodiek proefbedrijf van deze generatoren stoten zij schadelijke stoffen uit.

## 2.7.2 Beleid omtrent duurzaamheid van datacenters

Mede ingegeven door vragen van burgers over nut en noodzaak van datacenters in de bebouwde omgeving -ook ingegeven door esthetische bezwaren- ontwikkelen overheden op alle bestuurslagen beleid voor duurzaamheid van datacenters. Naast economische waarde en esthetische aspecten omvat dit ook de ecologische voetafdruk. In principe is het onderbrengen van IT in een grootschalige, professioneel gerunde centrale omgeving (een datacenter) veel efficiënter dan het laten voortbestaan van vele duizenden lokale servertjes in een stoffige kantooromgeving met slecht beheer. Maar met de komst van datacenters ontstaat ook de behoefte om data op veel meer plaatsen op te slaan en te verwerken (bijvoorbeeld caching in de CDN-omgeving). Er zijn geen bruikbare rekenmethodieken om de efficiencywinst van datacenters af te wegen tegen de data-explosie die mede door die datacenters wordt veroorzaakt. De ontwikkeling in de nabije toekomst is onduidelijk. De EU werkt aan een brede oplossing, dit is belangrijk voor het BIPT om op te volgen.

Daarom richten overheden zich op de ecologische prestaties van individuele datacenters als basis voor de beleidsontwikkeling. De huidige stand van zaken is dat overheden nog zoekende zijn naar de juiste ijkpunten en indelingen. Er is nog geen gangbare methodiek die als basis kan dienen voor een nationaal beleid voor België. In Duitsland, dat sinds 2019 in het kader van het 'Blauer Engel' programma een set regels heeft voor 'Energieeffizienter Rechenzentrumsbetrieb', ziet men dat het lastig is tot een model te komen dat ook echt kan worden toegepast<sup>17</sup>. Dat Duitse programma, dat zeer gedetailleerd is, wordt op dit moment herzien. Doel van die herziening is vooral om meer aandacht te besteden aan de niet-bouwkundige aspecten van datacenters en serverruimtes. Het *Blauer Engel* programma is overigens een van de bronnen voor de Europese Commissie die in het kader van het programma Fit for 55<sup>18</sup> werkt aan een herziening van de Energy Directive.

---

<sup>17</sup> [produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20161-201901-de%20Kriterien-V2.pdf](https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20161-201901-de%20Kriterien-V2.pdf)

<sup>18</sup> <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55-the-eu-plan-for-a-green-transition/>

Stratix concludeert dat er in Europa nog geen bruikbare classificatie bestaat voor het indelen van datacenters naar ecologische prestatie.

### 2.7.3 Hoe denken Belgische marktpartijen over duurzaamheid?

Bij alle interviews is het onderwerp duurzaamheid ter sprake gekomen. Stratix heeft dit gedaan door gerichte vragen te stellen over het verbruik van zowel energie als water, het beleid voor afvalverwerking en wat verder invloed heeft op de ecologische voetafdruk.

Stratix heeft alle bedrijven deze vragen voorgelegd:

- Gebruikt uw datacenter voor alle processen groene stroom?
- Gebruikt uw datacenter voor alle IT-processen groene stroom?

Wat men, al dan niet geholpen, in bijna alle gevallen wel kan aangeven is of men groene stroom gebruikt. Van de datacenters die niet zijn gesproken, staat in de bijlage als soort stroom NB (Niet Bekend). Er is ook nog de categorie D (Deels). Dit betreft het antwoord van Datacenter Hasselt. Uit de antwoorden van Datacenter United kon niet worden vastgesteld of de stroomvoorziening voor alle locaties is gebaseerd op groene certificaten.

Bij drie datacenters, WaIDC, LCL Gembloux en DC Star Oostkamp, zijn zonnepanelen geplaatst om een deel van eigen (nood-)stroom behoefte op te wekken.

#### 2.7.3.1 Duurzaamheid op de agenda

Hoewel iedereen vooraf de vragenlijst heeft ontvangen, blijkt tijdens de interviews dat bij de vragen over het onderwerp duurzaamheid weinig spontane reacties komen, in tegenstelling tot de reacties op de andere vragen.

De meeste partijen moeten geholpen worden in het gesprek over duurzaamheid. Dat heeft niet te maken met het taalgebruik of jargon. Duurzaamheid staat op dit moment nog niet hoog op de agenda van de ondernemingen in de sector. Partijen bevestigen dit zelf ook en geven verder aan dat er amper vragen over komen van klanten, leveranciers en overheden. Deze constatering is voor Stratix reden op een aantal mogelijkheden te wijzen om het onderwerp een vaste plek, hoger op de agenda te geven.

Datacenters associëren duurzaamheid met een verbetering van hun businesscase. Dat was aanvankelijk ook in Nederland en Duitsland het geval. Daar is de situatie inmiddels omgevoerd. Datacenters in die landen communiceren hier veel actiever over omdat ze zien dat het bijdraagt aan onderscheidend concurrentievermogen. Het kan daarom interessant zijn te onderzoeken hoe de datacenters, wellicht via organisaties als Agoria en Beltug, gewezen kunnen worden op deze omslag in het denken in het buitenland.

Men kan ook stilstaan bij andere aspecten van duurzaamheid. Zo zijn er meerdere publicaties die wijzen op de link tussen aandacht voor duurzaamheid en het kunnen behouden van personeel. Omdat de arbeidsmarkt voor de datacenters gespannen is, hebben werkgevers er belang bij dit punt te onderkennen.

#### 2.7.3.2 Certificering en Code of Conduct

Certificeringen en Codes of Conduct komen in veel sectoren voor. De datacenterbedrijven zijn allemaal bekend met de eerste categorie. Opvallend genoeg heeft geen enkel datacenter uit zichzelf gemeld naar ISO 14001 gecertificeerd te zijn. Dat deze ISO standaard in de sector wel degelijk een plek heeft gekregen is door het controleren van de websites en bedrijfspublicaties

vastgesteld. Het besef dat er een Code of Conduct voor de sector bestaat waarbij men zich zou kunnen aansluiten lijkt evenmin sterk aanwezig.

### 2.7.3.3 ISO 14001

Een aantal datacenters is gecertificeerd naar ISO 14001. Deze standaard bepaalt waaraan een onderneming op het gebied van environmental management systems (EMS) heeft te voldoen.

Zoals bij elke ISO-certificering geldt ook hier dat de scope verschilt per bedrijf. Maar in alle gevallen geldt dat men op een eenduidige en controleerbare wijze bijhoudt wat de veranderingen op alle punten binnen de scope zijn.

Dat een datacenter ISO 14001 gecertificeerd is, zegt nadrukkelijk niet dat het op alle mogelijke punten van duurzaamheid beter presteert dan een datacenter zonder die certificering. Het laat vooral zien dat men een aantal aspecten van duurzaamheid procesmatig bijhoudt. Deze aanpak is van groot belang om audits door klanten vlot en positief te laten verlopen.

Aangezien audits vooral voorkomen bij klanten van grote omvang of uit de (semi-) publieke sector is het logisch dat datacenters die zich vooral op de echte KMO's richten minder vaak de noodzaak inzien dit certificeringstraject te doorlopen.

### 2.7.3.4 Code of Conduct

Stratix stelt verder vast dat een aantal datacenters en telecombedrijven de "energy efficiency Code of Conduct" (EECOC) uit 2016 heeft ondertekend. Dit is een vrijwillige code vanuit de industrie die gesteund wordt door leden van het European Energy Efficiency Platform (E3P<sup>19</sup>). Doel is het energieverbruik te verlagen, zonder gevolgen voor de business.

Sinds 2021 is er ook de CNDP, Climate Neutral Data Centre Pact.<sup>20</sup> Deze code of conduct wordt gesteund door DG Connect en heeft als doel te komen tot klimaat neutrale datacenters. CNDP gaat dus verder dan de energie efficiency. In **Error! Reference source not found.** staan de bedrijven weergegeven die de CNDP hebben ondertekend. Het valt op dat twee van de drie "Belgische" ondertekenaars lokale datacenters van internationale aanbieders zijn (Kevlinx en Interxion). Alleen LCL kan doorgaan voor een echte Belgische aanbieder. De EECOC is door DC United ondertekend en door de telecomaandieners. Tijdens de interviews is alleen door Interxion een van deze codes spontaan genoemd.

Dat kleinere datacenters (ook buiten België) minder voorkomen op de lijst van deelnemers aan deze codes valt direct op. Maar er is wel een verschil zichtbaar tussen België, Nederland en Duitsland. In die twee laatste landen zijn er een of meer brancheorganisaties<sup>21</sup> actief die het onderwerp vergroening al langer op de agenda hebben staan.

In België is de organisatiegraad van de datacenters lager. Bij Agoria is een deel van de aanbieders aangesloten en ook zij spreken over vergroening. Maar het heeft schijnbaar (nog) niet geleid tot een nationale gedragscode of afspraken, zoals de Meerjarenaafspraken energie-efficiëntie (MJA) in Nederland. Stratix ziet dergelijke afspraken in het buitenland niet alleen leiden

---

<sup>19</sup> <https://e3p.jrc.ec.europa.eu/publications/2022-best-practice-guidelines-eu-code-conduct-data-centre-energy-efficiency>

<sup>20</sup> <https://www.climateneutraldatacentre.net/>

<sup>21</sup> In Nederland zijn dat NL Digital en DDA. In Duitsland ECO en Bitkom.

tot meer aandacht bij de aanbieders. Het is ook een randvoorwaarde om de belangstelling van klanten van de datacenters te stimuleren.

Die laatste groep vraagt volgens alle geïnterviewde colocatie-datacenters op dit moment niet om duurzaamheidsmaatregelen of zelfs maar of er duurzame energie wordt gebruikt, op slechts een enkele uitzondering na. Kanttekening hierbij is dat grotere klanten dit via aanbestedingen kunnen uitvragen. Dergelijke klanten komen door die procedure in de regel uit bij de grote aanbieders. Deze partijen zijn op het punt van duurzaamheid verder dan de meeste regionale aanbieders.

#### **2.7.4 Parameters voor een classificatiesysteem voor duurzaamheid**

Het denken over classificatie van datacenters op basis van duurzaamheid is, ook buiten België, nog niet lang op gang gekomen. Daardoor zijn er weinig historische data en studies beschikbaar. Figuur 1. Mogelijke ontwikkeling energiebehoefte datacenters in EU (in de management samenvatting) geeft een indicatie.

##### *2.7.4.1 Stroomverbruik*

De parameter stroomverbruik in relatie tot duurzaamheid is op twee manieren van invloed:

1. Wel of niet duurzaam opgewekte stroom voor operationeel bedrijf en noodstroom
2. Efficiënt gebruik van de verbruikte energie (PUE).

Over de weging van deze parameters ten opzichte van elkaar en over de weging van stroomverbruik ten opzichte van de overige grootheden in de classificatie zijn op dit moment nog geen ontwikkelde metrieken beschikbaar.

##### *2.7.4.2 Trends bij stroomverbruik en de PUE factor*

Sinds vorig jaar zijn de prijzen voor stroom explosief gestegen. Elektriciteit voor de computing capacity en voor koeling is verreweg de grootste factor in het energieverbruik van ieder datacenter. Mede hierdoor is in de datacentersector groeiende aandacht voor het verlagen van het stroomverbruik. Verlaging van de stroomrekening kan worden bereikt door investeren in computing capacity met een lager stroomverbruik en door inzet van apparatuur die een hogere bedrijfstemperatuur doorstaat. De gevoelde noodzaak staat los van de vragen over duurzaamheid, maar is door de partijen wel vaak tijdens dat deel van het interview genoemd.

Power Usage Effectiveness (PUE) is een benchmark-norm van het Green Grid-consortium die de energie-efficiëntie van een datacenter aangeeft. De PUE-waarde zet het totale energieverbruik in een datacenter af (dus inclusief koeling, verlichting, etc.) tegen het energieverbruik van alleen de IT-infrastructuur.

Exploitanten van datacenters hebben belang bij een lage PUE-waarde. Dat betekent immers dat een kleiner deel van het stroomverbruik op het conto komt van het datacenter-gebouw en een groter deel beschikbaar is voor de IT van de klanten.

Het Green Grid-consortium heeft met het introduceren van de PUE-methode in 2007 een efficiëntiescore voor intern gebruik voor ogen gehad. Bedoeling was ook de metingen regelmatig te herhalen. De beschikbare IT, de belasting daarvan en de buitentemperatuur zijn immers aan verandering onderhevig.

Sinds de invoering van de methodiek hebben datacenters de eigen PUE-score aanzienlijk kunnen verbeteren<sup>22</sup>. Een PUE van 1,5 was in 2008 nog vrij gebruikelijk, terwijl een PUE van 1,2 nu goed haalbaar is.

Uit rapportages van het Uptime Institute blijkt de laatste vijf jaar de verdere verlaging van de PUE-waarde steeds geringer te worden. Datacenters lopen tegen de grenzen aan van wat commercieel en technisch haalbaar is<sup>23</sup>. Daarbij komt nog dat de norm komt uit de periode dat datacenters alleen door het verplaatsen van lucht werden gekoeld en deze norm feitelijk technisch verouderd raakt. Tegenwoordig is er ook meer gebruik van vloeistofkoeling. De nieuwste generatie server processoren produceert zoveel warmte dat luchtkoeling niet langer toereikend is (ondanks de hogere toegestane bedrijfstemperaturen). De pompen die nodig zijn om de vloeistof te verplaatsen verbruiken stroom en daardoor verslechtert de PUE-waarde.

Een waarde onder de 1,2 over een langere periode is goed mogelijk. Voor colocatie-datacenters, waarbij de beheerder geen zeggenschap heeft over hardware van zijn klanten, is het echter minder waarschijnlijk. Voor hyperscale datacenters geldt dat zij volledige zeggenschap over alle aanwezige stroomverbruikers in het gebouw hebben. Daardoor is het sturen op een zo laag mogelijke PUE eenvoudiger dan voor een colocatie gebouw. De laagste PUE-waardes (rond de 1,1) zijn daarom ook vastgesteld bij hyperscale gebouwen.

Een van de redenen waarom datacenters tegenwoordig minder communiceren over de PUE-waarde heeft te maken met bovenstaande beperkingen. Maar er speelt meer. De methodiek is nooit bedoeld voor de marketing of externe communicatie. Steeds meer organisaties weten dat de PUE-waarde slechts een momentopname is. Het is ook nog eens de uitkomst van een calculatie die vatbaar is voor kunstmatige optimalisatie.

Van de Belgische colocatie-datacenters die Stratix heeft geanalyseerd heeft een klein deel op de website een PUE-waarde staan. Dat is in lijn met de trends in de buurlanden. De gecommuniceerde waarde heeft uiteraard steeds betrekking op slechts één gebouw. De cijfers laten geen verdere onderbouwing zien. Het is dus goed mogelijk dat de genoemde bevindingen inmiddels achterhaald zijn.

In België is er een colocatie-omgeving die op enig moment een PUE-waarde lager dan 1,2 had. Alles onder de 1,2 wordt door zowel de Green Grid als Uptime Institute als zeer goed beschouwd. Van drie andere locaties is terug te lezen dat daar waardes van 1,2 tot 1,3 zijn gemeten. Dat is voor colocatie nog steeds een goede waarde.

#### 2.7.4.3 Koeling en restwarmte

Koeling als grootheid in een classificatie van datacenters op duurzaamheid heeft een paar invalshoeken:

- Hoeveel koeling is nodig voor de IT-processen van het datacenter?
- Wat voor type koeling wordt toegepast en wat betekent dat voor de ecologische voetafdruk?
- Is de warmte die het datacenter ontwikkelt op enigerlei wijze nuttig te gebruiken?

---

<sup>22</sup> Zie voor een voorbeeld <https://www.akcp.com/wp-content/uploads/2020/10/average-PuE-by-Region.jpg>

<sup>23</sup> <https://journal.uptimeinstitute.com/data-center-energy-use-goes-up-and-up/>

### 2.7.4.3.1 Free air cooling

In de bijlagen staan de zes locaties genoemd die expliciet aangeven free air cooling toe te passen. Free air cooling is het gebruik van (gefilterde) buitenlucht voor handhaven van optimale bedrijfstemperatuur van de hardware.

Dat sluit niet uit dat vergelijkbare technieken bij andere datacenters worden ingezet. Het is alleen tijdens de interviews niet genoemd als onderdeel van de duurzaamheidsmaatregelen.

Op de websites van sommige bedrijven valt wel te lezen dat men gebruik maakt van “natuurlijke luchtkoeling” of woorden van die strekking. Het is aannemelijk dat ondertussen alle datacenters – met uitzondering van de warmste dagen van het jaar - vertrouwen op free air cooling. De meeste hardware die in onze klimaatzone wordt ingezet kan op die manier gekoeld worden. De opgewarmde buitenlucht wordt uitgestoten en levert daarmee een bijdrage aan de ecologische voetafdruk.

### 2.7.4.3.2 Restwarmte

Het beeld rond het gebruik van restwarmte wijkt in België weinig af van de Nederlandse situatie. Iedereen kent het onderwerp en vermoedt dat daarmee de ecologische voetafdruk van datacenters kan verminderen. Concrete toepassingen zijn er echter vrijwel niet. Een datacenter, DC Hasselt, gaf aan de restwarmte voor de verwarming van de eigen kantoren te gebruiken. Dat lijkt op dit moment de enige toepassing te zijn. Ook hier geldt weer dat de kans aanwezig is dat andere datacenters iets vergelijkbaars doen. Het is dan echter niet bekend bij de directieleden die zijn geïnterviewd.

Tijdens het gesprek met de vertegenwoordiger van Kevlinx, dat nog niet operationeel is, kwam restwarmte ook ter sprake. Deze nieuwkomer geeft aan in onderhandeling te zijn met de beheerders van panden in de directe omgeving om de restwarmte te kunnen doorleveren.

### 2.7.4.4 Waterverbruik

Voor de koeling van datacenters kan ook water worden gebruikt. De benodigde hoeveelheid verschilt per soort datacenter en vooral het soort koeling, verneveling of warmtewisseling. Tot recent was dat waterverbruik nooit een punt van aandacht. Sinds enige tijd is het wel een onderwerp van gesprek.

In Nederland en Duitsland heeft het gebruik van drinkwater voor de koeling van hyperscale datacenters voor flink wat lokale ophef gezorgd. Dat is de nationale en internationale pers opgevallen. Sindsdien worden er door journalisten, bestuurders en politici meer vragen over gesteld.

Daarbij zijn de twee bronnen van die ophef totaal verschillend.

- In Nederland is door een fout het verwachte waterverbruik van een hyperscaler in aanbouw een factor 1.000 te hoog genoemd. Daar was dus op zich niet echt veel aan de hand, maar het verkeerde getal doet nog steeds de ronde.
- In Duitsland heeft Google eind 2021 de bouw van een hyperscaler nabij Berlijn afgeblazen. Reden daarvoor is het gebrek aan water. De koeling van het complex zou de drinkwatervoorziening van 180.000 inwoners en bedrijven in gevaar brengen.

In België zelf is het onderwerp schaarste aan bruikbaar water eveneens bekend. Delen van het land kampen met te weinig grondwater. De problematiek is vanaf 2018 jaarlijks in het nieuws.

Gelet op bovenstaande is het opvallend dat bij slechts twee interviews concrete getallen genoemd zijn over waterverbruik. Dat terwijl bij de bespreken van die vraag bijna elke geïnterviewde wees op de situatie in (delen van) Vlaanderen en het contrast met (delen) van Wallonië. Stratix begrijpt uit die opmerkingen dat er in delen van Vlaanderen te weinig drinkwater voorhanden is om op grootschalige wijze voor andere doelen, waaronder koeling en verneveling, te worden ingezet. Dat probleem is in Wallonië niet aan de orde, daar is op sommige plekken zoveel neerslag dat dit voor andere problemen kan zorgen die ook de datacenters raken. Zoals de overlast door hoog water en de beperkingen vormen van free air cooling in te zetten als er te veel neerslag is of een te hoge luchtvochtigheid.

Kevlinx (in aanbouw) noemde de doelstelling het verbruik van drinkbaar water met 60-70% te reduceren. WDC noemt als jaarlijks waterverbruik 600 m<sup>3</sup> (ongeveer het verbruik van 5 huishoudens).

Het ontbreken van antwoorden op deze vraag kan betekenen dat men het waterverbruik niet bijhoudt. Waarschijnlijker is echter dat – op de twee uitzonderingen na – directies hier geen rapportages over ontvangen en derhalve de kennis ontbreekt. Vergeleken met elektriciteit is waterverbruik geen issue, ook niet in datacenters die water gebruiken voor koeling.

#### 2.7.4.5 Uitstoot

Voor een classificatiesysteem van datacenters op duurzaamheid is het ook van belang de uitstoot van schadelijke stoffen en restwarmte mee te nemen.

Uitstoot van restwarmte bespreken wij reeds hierboven (§2.7.4.3). Daarnaast is te overwegen in een classificatie van datacenters op duurzaamheid ook uitstoot van verbrandingsgassen mee te nemen. Noodstroomvoorzieningen op basis van dieselaggregaten worden periodiek getest, waarbij uitlaatgassen worden uitgestoten. Noodstroom op basis van uitsluitend accubatterijen met groene stroom en Tier IV datacenters hebben dit nadeel niet en verdienen daarom een betere classificatie.

Overige uitstoot, zoals rookgassen van een verwarmingsinstallatie blijven buiten beschouwing.

#### 2.7.5 Aanbeveling voor een classificatiesysteem voor de Belgische markt

Het denken over een classificatie van datacenters op basis van duurzaamheid vindt plaats in verschillende landen in Europa. Ook de Europese Commissie werkt op basis van het Duitse systeem 'Blauer Engel' en Nederlandse initiatieven daarvan afgeleid aan een systematiek voor het meten en monitoren van datacenters en netwerken voor elektronische communicatie.

In het rapport Study on Greening Cloud Computing and Electronic Communications Services and Networks<sup>24</sup> is een tabel opgenomen (tabel 16 op pagina 98) waarin naast 71 bekende metriecken voor duurzaamheidsaspecten van datacenters ook 6 bestaande certificatieschema's, c.q. classificaties van datacenters zijn vermeld.

---

<sup>24</sup> Study on Greening Cloud Computing and Electronic Communications Services and Networks: Towards Climate Neutrality by 2050 | Shaping Europe's digital future (europa.eu)

Data centre labelling or certifications
German Blue Angel
Certified Energy Efficiency Data Center Award (CEEEDA)
EU Code of Conduct for DCs Best Practices
ENERGY STAR Score for DC (primary energy)
Leadership in Energy and Environmental Design (LEED)
BREEAM (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)

**Figuur 3: bestaande classificaties (bron: Oeko-Institut: hatching highlighted indicates the metrics covering other life cycle phase beyond operational stage).**

Verwacht mag worden dat dit werk leidt tot een Europees classificatiesysteem voor duurzaamheid van datacenters in Europa. Op dit moment is niet duidelijk wanneer een dergelijk systeem gereed zal zijn. Het Duitse programma spreekt van oplevering begin 2023<sup>25</sup>.

Stratix beveelt aan voor de Belgische markt aansluiting te zoeken bij het werk in Europees verband. Ontwikkeling van een eigen classificatiesysteem voor de Belgische markt, in vergelijking met Europese landen beperkt van omvang, lijkt geen duurzame keuze.

## 2.8 Beschrijving Belgische datacenters

De Belgische markt voor colocatie datacenters laat zich als volgt beschrijven. Op basis van de omvang kan gesproken worden over een top 3 (Interxion, LCL en Proximus), die zoals eerder beschreven een groot marktaandeel heeft. Op enige afstand daarvan bevindt zich de combinatie van Datacenter United met DC Star. De andere aanbieders hebben met elk een of twee gebouwen een kleinere voetafdruk en bescheiden marktaandeel.

De grote aanbieders richten zich op alle klantgroepen in de markt. Er zijn twee kleinere aanbieders (Hasselt DC en Unix-Solutions) die de private sector niet bedienen en dat lijkt ook bij twee andere bedrijven het geval te zijn, althans werd deze klantgroep daar niet genoemd.

Dat de kleinere datacenters niet alle klantgroepen bedienen heeft minder te maken met de connectiviteit. In de meeste gebouwen, dus ook de kleinere gebouwen, zijn direct of indirect meer dan 10 carriers aanwezig. Alleen DC Star valt door een kleiner aanbod van carriers op. Het zijn de beschikbare ruimte, de stroomvoorziening, de aantoonbare kwaliteit en securityvoorzieningen die voor een scheiding op de aanbodzijde van de datacentermarkt zorgt.

Beschikbare ruimte heeft betrekking op het aantal vierkante meters en de mogelijkheden die te segmenteren voor private housing of cages. Klanten met een grote IT-behoefte zullen bij voorkeur gebruik maken van een datacenter met een groter vloeroppervlak.

<sup>25</sup> <https://be-rechenzentren.de>

Daar kan eerder aan die segmentatie worden voldaan en – heel belangrijk – er kan ook makkelijker worden ingespeeld op de groei van die klantvraag zonder migratie naar een andere corridor of zaal.

Wat opgaat voor de beschikbare ruimte gaat ook op voor de stroomvoorziening. Bedrijven die verwachten dat de IT gaat worden uitgebreid in hoeveelheid serverracks of stroomverbruik door intensiever gebruik zullen kiezen voor een datacenter dat deze groei kan faciliteren. Grotere datacenters hebben daarin een beter positie dan de kleinere.

Bij kwaliteit en zekerheid valt op dat zowel de grotere als de kleinere datacenters certificeringen hebben. Er is slechts één datacenter dat op dit moment geen enkele certificering voert. Certificeringen lijken daarom een minder geschikt criterium om de markt te beschrijven of in te delen. Echter omdat de scope van de certificering per bedrijf kan verschillen is het onverstandig alle datacenters met dezelfde certificering aan elkaar gelijk te stellen.

Beter is het naar de combinatie van criteria te kijken, zoals in de Annex B staat weergegeven. Dan blijkt dat de eerdergenoemde drie grootste aanbieders op nagenoeg elk gebied over de betere kaarten beschikken, wederom op enige afstand gevolgd door Datacenter United.

## 2.8.1 Verschillen in aantallen datacenters verklaard

Het grote verschil tussen de oorspronkelijke indicatie van het aantal colocationdatacenters in België (meer dan 60 bij aanvang van het onderzoek) en het uiteindelijke resultaat (12 ondernemingen met totaal 24 gebouwen) is als volgt te verklaren.

- Ten eerste is er bij de oudste datasets, waar de vakpers indertijd gebruik van heeft gemaakt, geen goed onderscheid gemaakt tussen datacenters en locaties met IT-functies die net iets anders zijn. Stratix heeft de meeste IT-ruimtes van de telecomoperators buiten de scope gehouden. Het zijn op het eerste gezicht misschien datacenters en de beheerders hanteren die term ook met enige regelmaat. De processen die er plaatsvinden hebben echter betrekking op interne processen. Er wordt geen kastruimte, koeling en stroom aangeboden aan externe partijen.
- Als tweede valt op dat de laatste jaren substantiële verschuivingen in de aard van het aanbod hebben plaatsgevonden. Stratix stelt vast dat in tenminste twee gevallen de datacentergebouwen uit de markt zijn gehaald die deel uitmaakten van een vertical aanbod. De activiteiten zijn ondergebracht in andere reeds bestaande datacenters. In één geval is dat zelfs een locatie in Nederlands Limburg.
- Enkele internationale aanbieders van connectiviteit en datacenterdiensten zijn nog wel actief met de eerste dienst op de Belgische markt. Het aanbod van datacenterdiensten wordt niet meer actief gecommuniceerd. Er zijn indicaties dat deze diensten feitelijk betrekking hebben op het aanbod vanuit de locaties in andere landen. De andere diensten die ze aanbieden, specifiek connectiviteit en het CDN-aanbod, blijven nog wel van kracht, maar daarvoor zijn veel minder eigen vierkante meters en eigen gebouwen nodig.
- Tenslotte is er nog een beperkt aantal locaties tussen 2016 en heden echt van de datacenterkaart verdwenen. Hierbij gaat het kleinere ruimtes in beheer van organisaties die nog wel lijken te bestaan, maar dat deel van de dienstverlening hebben afgestoten. Omdat die uitgefaseerde locaties fysiek onderdeel zijn van het bedrijfspand of op hetzelfde perceel staan is het weinig waarschijnlijk dat deze ruimtes in aanmerking komen voor een doorstart als datacenter met nieuwe eigenaren.

Dit alles in ogenschouw nemend komt Stratix tot een lijst met 24 datacentergebouwen die vallen binnen de scope zoals in overleg met BIPT is geformuleerd. Dat dit aantal een momentopname betreft mag duidelijk zijn. Sinds de start van het onderzoek is er één nieuwbouwproject van Interxion officieel bekendgemaakt. Vanuit een bestaand gebouw worden naar verluidt sinds recent geen datacenter diensten meer aangeboden. Dat gebouw is van Lumen, een organisatie waarmee geen contact tot stand gebracht kon worden. Hierdoor kan het staken van deze dienstverlening niet bevestigd worden.

## 2.8.2 Consolidatie

Behalve de verandering van aanbod is er ook sprake van consolidatie. Net als in het buitenland is in België druk zichtbaar waarbij in eerste instantie het aantal aanbieders van datacenters afneemt. Dat kan als gevolg hebben dat bepaalde gebouwen uit de markt worden gehaald of weer doorverkocht worden aan nieuwe toetreders. In dat laatste geval is ook sprake van naamswijzigingen. Het is belangrijk om dit proces te volgen omdat het tot fundamentele verschuivingen in de markt kan leiden als binnen bepaalde regio's het aantal aanbieders afneemt.

Daarnaast heeft Stratix van enkele marktpartijen begrepen dat zij plannen maken voor nieuwbouw dan wel het uitbreiden van een bestaande omgeving. Nog niet opgeleverde locaties zijn buiten de telling gehouden. Zij komen wel elders in het rapport voor, omdat deze nieuwbouw en de plannen daarvoor de snelle veranderingen op de Belgische markt voor datacenters illustreren.

## 2.8.3 Datacenters met functieverandering

Tot voor kort was het mogelijk op internationale websites meldingen te zien over datacenters in België van grote Amerikaanse carriers of netwerkbedrijven. In het verleden hebben organisaties als GTT, Lumen en Verizon mogelijk inderdaad datacenterdiensten rond hosting en housing aangeboden aan bedrijven die actief zijn op deze markt.

Inmiddels is daarin veel veranderd. In de drie genoemde gevallen zijn tijdens de onderzoeksfase geen indicaties gevonden dat er nog steeds colocation wordt aangeboden. De zoektocht naar aanbod en contactpersonen is bemoeilijkt door een aantal kort op elkaar volgende overnames. De huidige status van de gebouwen is onbekend.

## 2.8.4 Trends bij vierkante meters

Het aantal vierkante meters van de colocation-datacenters kon redelijk eenvoudig worden achterhaald. Daarbij moet worden opgemerkt dat niet iedereen dezelfde definitie hanteert. "Vierkante meters" kan staan voor het oppervlak van het terrein, het gebouw of de ruimte in het gebouw die beschikbaar is voor de IT van klanten.

Bij de interviews is ook gevraagd naar de trends: stoot men vierkante meters af, bouwt men bij of staat de ontwikkeling stil?

In alle gevallen luidde het antwoord dat men groeide in het aantal klanten en dat daardoor de vraag naar vierkante meters toeneemt. Vandaar dat bij veel datacenters sprake is van nieuwbouw of uitbreiding van de bestaande vloer capaciteit. Daarnaast zijn er gebouwen die voorheen bekend stonden als de datacenters van grote internationale aanbieders.

Deze trend is ook in het buitenland zichtbaar. Voor de Belgische markt gaat echter op dat stijgende vraag naar vierkante meters ook veroorzaakt wordt in het segment van de verticals.

Dat type dienstverlener is in België substantieel sterker vertegenwoordigd dan in bijvoorbeeld Nederland. Deze groep bedrijven wordt elders in het rapport beschreven: '2.5 Verticals'.

Dat zowel bij de colocatie-datacenters als bij de verticals sprake is van grotere behoefte aan vierkante meters is een indicatie dat het IT-gebruik van de totale markt, publieke en private sector, groeit.

## **2.8.5 Carrierdiensten in plaats van colocatie**

Van andere marktpartijen heeft Stratix wel vernomen dat de carrierdiensten in alle gevallen nog wel worden aangeboden, ook al is dat soms onder andere namen. Bij de drie genoemde partijen zou ook nog een CDN-component deel uit kunnen maken van het aanbod.

Het is meer dan waarschijnlijk dat deze partijen - GTT, Lumen en Verizon, zie §2.8.3 - nog een essentiële rol spelen voor het internet- en telefonieverkeer in en naar België. Gebruikers van delen van de dienstverlening kunnen de internationale organisaties in het land zijn. Door dat laatste is het dat deze bedrijven buiten de scope blijven.

## **2.8.6 Belang van de gebouwen**

Die drie genoemde bedrijven zijn niet de enige met gebouwen die van functie zijn veranderd. In de bijlagen staat een overzicht van de laatst bekende bedrijfsnaam en vestigingsplaats. Er zijn indicaties dat een deel van de te verwachten groei van de Belgische markt voor colocatie en clouddatacenters gerealiseerd wordt door gebouwen van dit soort organisaties over te nemen en aan te passen voor de nieuwe bestemming. Voor al die locaties geldt immers dat de benodigde infrastructuur, connectiviteit en stroom, al aanwezig is.

Het buiten de scope houden van deze gebouwen voor dit onderzoek wil daarom niet zeggen dat ze in een latere fase of voor het volgen van de ontwikkelingen op de Belgische markt buiten beschouwing kunnen blijven.

## 3 Netwerken voor de levering van inhoud

In dit hoofdstuk wordt de situatie in België beschreven op het vlak van Netwerken voor inhoud. Eerst wordt enige geschiedenis en achtergrond bij het ontstaan van netwerken voor het leveren van inhoud geschetst. Daarna wordt voor de taxonomie een analyse gegeven, waarbij wordt teruggegrepen naar functionele (lagen)modellen en geografische scope, die begin deze eeuw zijn ontwikkeld voor het analyseren van netwerken, interconnectie en toegang.

Vervolgens worden de bevindingen uit de interviews met vier operatoren van breedband toegangsnetwerken (vast en mobiel) en drie mediabedrijven in België beschreven

Netflix als een partij die servers (caches/relays) in België heeft geleverd aan partijen met grote toegangsnetwerken (veel klanten, veel verkeer om te cachen), naast een eigen PoP (van waaruit de kleinere ISP's worden bediend via interconnectie/peering) wordt op het energievlak apart uitgewerkt.

Daarna wordt op basis van die gedetailleerde uitwerking, de marktaandelen en beschrijvingen uit de interviews van de andere CDN's, die in België ook servers hebben opgesteld, een schatting gegeven van het totale energieverbruik.

Vervolgens worden conclusies getrokken voor het onderzoeksonderwerp netwerken voor het leveren van inhoud.

### 3.1 Geschiedenis en achtergrond

Netwerken voor de levering van inhoud, in het Engels aangeduid als Content Distribution Networks (CDN), zijn een relatief jong fenomeen op het internet. Ze zijn deels ontstaan om grote verkeerspieken naar websites op te vangen, wat een tijd lang is aangeduid als het Slashdot-effect.

Slashdot, een sociale discussie website (chatboard), gericht op nieuwtjes en ICT-discussies, had een dusdanig grote lezersgroep verzameld, dat als daar een hyperlink werd geplaatst naar een website die iets opvallends had, er in het begin van de eeuw met enige regelmaat een dusdanige golf van 'doorklikkende' lezers op gang kwam, dat de gerefereerde website aan overbelasting ten onder ging. Dat risico speelt vooral als er relatief "omvangrijke content" (veel grafisch en audio/video beeldmateriaal) op de gelinkte pagina van een site stond.

Bedrijven die zich vanaf ca. 2000 specialiseerden op content distributie, plaatsten gespreid over de wereld een aantal 'caches', waarbij in overleg met de klant, een deel van de bestanden op de webpagina's met 'omvangrijke content' vanuit de caches werden verstuurd. Daarmee werd zowel het risico van "slashdotting" verminderd als de responsetijd van een website verbeterd.

Met de toenemende populariteit van het gebruik van audiovisueel materiaal op websites werd dat soort dienstverlening steeds belangrijker ook voor veel bedrijven en overheidsinstellingen.

Een aantal van de bedrijven, dat nu Content Distributie Netwerken voor de levering van inhoud over het Internet aanbiedt, heeft echter een oorsprong in het verspreiden / streamen van audiovisueel materiaal. Dit startte vanaf midden jaren '90 en betrof initieel vooral audio, vanwege de lage bandbreedte van inbelmodems. Een pionier als Real Networks lanceerde in 1996

de gratis verspreide "Real Audio Player" software voor het afspelen op PCs van bestanden met een hoge compressie, waarbij men naar een 'stream' kon luisteren, maar schakelde al snel over naar "Real Video Player".

De grotere populariteit van het verspreiden van audio en videobestanden nam snel toe, onder andere doordat in juli 1997 het Duitse Fraunhofer Instituut afspeler-software voor de door hen ontwikkelde MP3 (eigenlijk MPEG 1 Audio Layer III) standaard voor PCs uitbracht, die later ook andere bestandsformaten ondersteunde.

Lange tijd was er een duidelijk onderscheid tussen de omroepwereld, uitgevers van films (DVD, later Blu-Ray) en netwerken voor digitale ether, resp. kabel- en satelliet-distributie van inhoud, die oudere analoge technieken gingen vervangen.

Daarbij speelt ook mee dat bij het uitrollen van breedband over DSL en kabelmodems de capaciteit van de aansluitingen initieel nog beperkt was. Dit maakte het lastig om "over-the-top" ruwweg dezelfde beeldkwaliteit te ontvangen als standaard definitie TV en high-definition TV op een digitale set-top box. Veel audio/video materiaal op internet werd in de jaren '00 met een lage beeldresolutie gecodeerd. Websites en sociale media platformen voor "User Generated Content" begrepen gedurende de jaren '00 allemaal nog de tijdsduur van videomateriaal en codeerkwaliteit.

DSL bood de mogelijkheid voor telecombedrijven om met een kopernet te kunnen concurreren met (digitale) kabel-TV netten. Daarvoor was begin jaren '90 al een ontwikkeltraject voor video-on-demand diensten over ADSL ingezet, wat na de opkomst van internet na 2000 werd verschoven naar "IP-TV". Daarbij werd de traditionele enkelgerichte 'broadcast' (van zender naar ontvanger, zonder interactie) vervangen door protocollen die gebruik maakten van het deel van het Internet Protocol dat IP-multicast mogelijk maakte.

IP-multicasting is, sinds midden jaren '80 TCP/IP werd gelanceerd, technisch mogelijk met het Internet Protocol. In de praktijk routeerden alleen de academische netwerken dat type verkeer. ISP's die aansluitnetten bedienden routeren geen multicast, maar gebruiken het wel intern om de bundel RTV-kanalen in IP-TV mee te verspreiden.

De opkomst van websites voor "User Generated Content", waarbij gestaag hogere beeldkwaliteit en langere videoduur werd toegestaan en vanaf 2010 ook grootschalige Video-on-Demand platforms met abonnementen, zoals Netflix, zorgde ervoor dat individuele 'streams' snel toenamen, die niet via IP-Multicast maar IP-Unicast over Internet werden verspreid. Dit wordt vaak aangeduid met "Over-The-Top".

Daarmee ontstond er grote druk om deze grote video-verkeersstromen veel efficiënter te gaan verwerken. ISP's en omroepen zijn caches en relays in gaan zetten, die dicht(er) bij de eindgebruiker staan opgesteld. Caches optimaliseren "non-real-time" audio en video beeldmateriaal opvragen, terwijl relays een multiplicatie-functie dicht bij de kijker vervullen voor "real-time" materiaal, zoals livestreams en omroepuitzendingen. Met cache en relay-servers diep in het netwerk, besparen VoD-dienstaanbieders, omroepen en ISP's op bandbreedtegebruik.

## 3.2 Taxonomie van netwerken voor de levering van inhoud

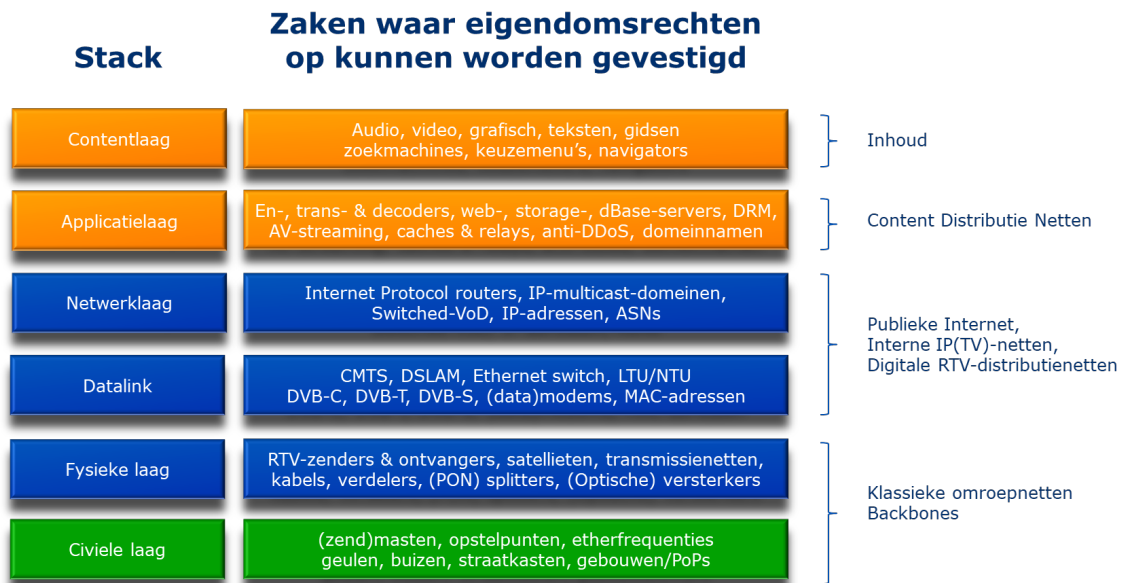
### 3.2.1 Indeling in functionele lagen

Klassieke elektronische informatie-distributienetwerken voor de levering van inhoud zijn praktisch een eeuw oud. Destijds werden eerst radio en daarna televisie via de ether verspreid met gebruik van omroepzenders en zendmasten. Technisch gezien kwamen daar vanaf de jaren '60 de coax-distributienetten voor TV bij: kabel-TV. Vanaf de jaren '80 werd ook TV-distributie via de satelliet, ontvangen via kleine schotels aan woningen courant.

In de jaren '90 werd voor de eerste experimentele glasvezelnetten naar woningen (FTTH) ook een techniek voor RTV-distributie over die netten ontwikkeld.

Vanaf ca. 1993, toen de eerste ADSL-modems werden verkocht, is een ontwikkeling op gang gekomen voor "TV op afroep" [video-on-demand]. Daarbij werden opgeslagen (audio- en video-) bestanden op afroep afgespeeld via een 'informatiestroom' [streaming].

Netwerken voor de levering van inhoud (CDN's) zijn vanaf het midden van de jaren '90 geleidelijk ontstaan over digitale, pakketgeoriënteerde infrastructuren als het publieke internet en zijn een evolutie op het niveau van de "applicatie en content-lagen" van klassieke elektronische informatie-distributie netwerken, die technisch gezien op lagere 'lagen' van de infrastructuur werden gerealiseerd. Dit is afgebeeld in Figuur 4. Figuur 4

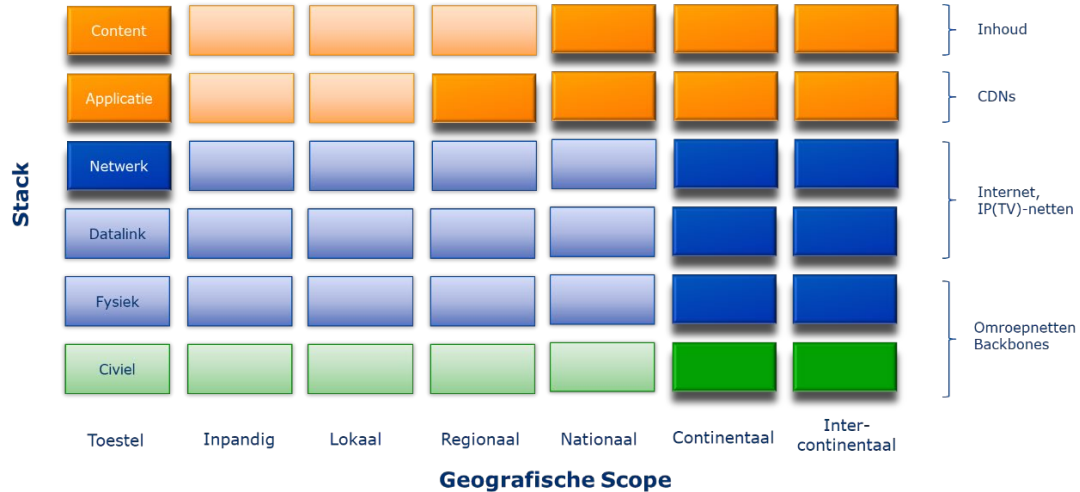


**Figuur 4: lagenmodel netwerken voor de levering van inhoud**

In het lagenmodel is duidelijk dat netwerken voor de levering van inhoud een evolutie hebben doorgemaakt van de klassieke omroepnetten in de ether, over de satelliet en via kabel-TV, via moderne IPTV-netwerken waarbij IP-multicast is ingezet, naar Content Distributie Netwerken (CDN's), die "Over-The-Top" van het Internet functioneren en waar de levering en vereenvoudiging van informatie naar vele kijkers/luisteraars via speciale apparatuur en applicatie-servers wordt vervuld, waar dat vroeger met splitters en versterkers, zenders en satellieten gebeurde.

### 3.2.2 Geografische scope van netwerken voor het leveren van inhoud

Naast het realiseren op verschillende functielagen, kunnen netwerken voor inhoud ook een verschillende geografische scope hebben, waarbij een marktpartij op verschillende niveaus eigen technische bedrijfsmiddelen kan inzetten. Zie Figuur 5:



**Figuur 5: geografische scope met invulling voor Google (incl. Youtube en Chrome-browser)**

In de figuur is in de donkere kleur als voorbeeld Google's positie afgebeeld. Google heeft eigen systemen en netwerken op continentale schaal gerealiseerd, waarbij zij een continentale backbone realiseren via langjarig ingekochte dark fibers. Zij hebben hun eigen apparatuur gehuisvest in hyperscale datacenters (op enkele locaties per continent) en op intercontinentale schaal bezit het bedrijf nu deels eigen zee-kabels en netwerken.

Google's Youtube verzorgt tegenwoordig naast het opslaan en via internet kunnen afspelen van *User Generated Content* deels nu ook zelf inhoud met een betaalde film-on-demand dienst op intercontinentale (wereldwijde) en continentale schaal en men ondersteunt ook live-uitzendingen. In tegenstelling tot Netflix, Amazon Prime of Apple-TV produceert Google nog geen eigen films en TV-series. Op nationale schaal ondersteunt Google wel digital rights management voor klanten en voor auteursrecht organisaties, waardoor bepaalde inhoud voor specifieke landen (on-)beschikbaar kan worden gemaakt.

Google heeft vanwege de grote verkeersvolumes CDN-caches en -relais (voor live-streams) tot in toegangsnetwerken van ISP's opgesteld staan. Daarnaast heeft het bedrijf een eigen browser uitgebracht en applicaties voor het afspelen van inhoud op verschillende toestellen. Voor smartphones, tablets en smart-TV's levert Google ook een operating system (Android) met daarin ook de netwerk-functie van de protocol-stack ingebouwd en heeft het bedrijf verregaande invloed op ontwerp en 'features' van de Android-toestellen bij fabrikanten.

De scope van een partij die inhoud wil leveren kan echter ook alleen nationaal (nationale omroep, nieuwssites etc.), regionaal (regionale omroepen, nieuws etc.), lokaal (lokale RTV, nieuws) of zelfs inpandig zijn. Voorbeelden van inpandige inhoud zijn een intranet binnen een bedrijf, informatie die wordt vertoond op beeldschermen en video-walls in hallen/wachtruimtes (*Digital Signage*), een ziekenhuisomroep of, wat men onder andere tegenkomt bij academische ziekenhuizen, een intern TV-netwerk van operatiekamers naar collegezalen, waar studenten mee kunnen kijken bij operaties als onderdeel van hun lessen.

De bovenstaande indeling met verticaal een lagenmodel en horizontaal de geografische scope is in 2001 gebruikt als analysemodel om het dynamisch investeringsgedrag van partijen te tonen bij markttoetreding, interconnectie- en toegangsvraagstukken<sup>26</sup>. Op basis van die studie en het indertijd geobserveerde investeringsgedrag van aanbieders, die in een specifiek deel, waar het voor hen eenvoudig te repliceren was, zelf investeerden en in aanpalende blokken toegang zochten, is de "Ladder of Investment" geformuleerd.

Een partij als Google startte ooit als zoekmachine met wereldwijde (intercontinentale) scope in de rechterbovenhoek en is eigen servers en systemen eerst in datacenters van derden gaan opstellen, om pas later, nadat men veel gebruikers en klanten had gewonnen, te gaan investeren in eigen kabels, gebouwen en servers/caches steeds dichterbij de eindgebruiker te brengen.

Dit investeringsgedrag wijkt niet substantieel af van bijv. telefonie-resellers, die met carrier-voorkeuze de telecommarkt betraden, MVNO's op de mobiele markt of kabel-exploitanten, die hun netten retourgeschikt maakten en met kabelmodems internettoegang en vaste telefoon-diensten gingen leveren. In alle gevallen wordt vooral eerst in zaken geïnvesteerd waar replicatie eenvoudig(er) is.

In Nederland is in de Telecomcode sinds 2019 naast het bepalen van aanmerkelijke markt macht, ook de mogelijkheid gecreëerd om uitbaters van "moeilijk te repliceren" infrastructuur (elementen) te reguleren op toegang. Bij dit onderzoek is daarom bij de interviews ook de vraag gesteld hoe zij tegen toegankelijkheid, de eenvoud van replicatie en keuze bij CDN's in België aankeken.

Als voorbeeld: een nationale partij kan bijv. zelf inhoud produceren voor Over The Top Audio of video-diensten, maar voor de levering een andere partij met CDN-netwerken inhuren, die zelf daarvoor weer toegang contracteert tot exploitanten van breedband netwerken voor caches/servers met verbindingen tot in de woningen / bedrijfspanden van hun kijkers of klanten.

### 3.2.3 (Protocol)verbindingen, knooppunten, navigatie

Communicatienetwerken bestaan op elke laag uit drie hoofdelementen: verbindingen (links), knooppunten (nodes) en navigatie-informatie (route-informatie). Op de civiele laag wordt dit vrij herkenbaar ingevuld door bijv. kabels / straalpaden / RF-dekkingssectoren (verbindingen), knooppunten (straatkasten, zendmasten, gebouwen) en voor navigatie-informatie bestanden en kaarten van de ligging van de verbindingen en knooppunten. Op de hogere lagen is de invulling veelal protocollair met als knooppunten bijv. switches en routers of applicatieservers, terwijl routeringsinformatie / navigatie bestaat uit bijv. nummers van verbindingen op verde-lers (nodig bij MDF-toegang of ODF toegang), MAC-adressen (bij koppeling van datalink lagen/ wholesale broadband access), IP-address-reeksen en nummers van autonome systemen op de netwerklaag voor peering, domeinnamen om applicatieservers te bereiken (of bij telefonie: nummerplannen, common reference database<sup>27</sup> en gidsinformatie) en op de contentlaag zoek-machines en directories voor hyperlinks (verzamelingen van routeringsinformatie op het world-wide web) of navigatie-keuzemenu's voor informatie.

---

<sup>26</sup> M. Cave, S. Majumdar, T. Valetti, I. Vogelsang en H. Rood, (2001), The Relationship between Access Pricing Regulation and Infrastructure Competition. [https://www.acm.nl/sites/default/files/old\\_publication/publicaties/7859\\_relationship\\_accesspricing\\_infrastructure\\_260301.pdf](https://www.acm.nl/sites/default/files/old_publication/publicaties/7859_relationship_accesspricing_infrastructure_260301.pdf)

<sup>27</sup> Zie <https://www.crdc.be/CRDCNLI/BrowserDefault.aspx?tabid=280>

Bij de meeste IPTV-platformen, die audio en videostromen naar set-top boxen afleverden, is initieel nog gewerkt aan eigen 'navigatieprotocollen' en menu's (het gebruikerskoppelvlak, de user interface), waarmee een kijker de keuze kon maken voor een audio, video of livestream.

Bij "Over-The-Top" sites/content diensten worden vooral website-protocollen (hypertext transfer protocol (secure)) en websites ingezet om de 'navigator' / 'keuzemenu-functie' te realiseren en deels ook authenticatie-mechanismes te ondersteunen, als de diensten zijn gekoppeld aan abonnementen of betaalmechanismes.

Hierdoor zijn de CDN's voor levering van audio/video inhoud steeds meer gaan lijken op de CDN's die zijn ontwikkeld voor webpagina's. Een bedrijf als Netflix heeft voor de caches/relays die zij leveren een populair open-source webserver (nginx) met aanvullende software aangepast. Dit geldt bijvoorbeeld ook voor Cloudfront, het CDN van Amazon Web Services. Het CDN-bedrijf Cloudflare heeft een eigen platform ontwikkeld.

Door de zeer grote verkeersvolumes, optimalisering van plaatsing van bijvoorbeeld caches/relays in een CDN en verdelen van belasting, ontstaat opsplitsing van functies over verschillende servers. Daarbij gaat men nu over tot het opstellen van servers en functies van CDN's op verschillende hiërarchische niveaus en geografische locaties in een CDN-architectuur.

Tenslotte is vooral de laatste jaren steeds meer te zien dat het kunnen "embedden" van bijv. YouTube-videoclips in zowel sociale media als op overheids- en bedrijfswebsites, ervoor zorgt dat audio/video bestanden van eigen webserver/websites en systemen voor het leveren van inhoud verdwijnen en op grote massamarkt platforms als Youtube, Vimeo en Dailymotion worden neergezet. Ook zijn er in toenemende mate livestreams te zien via de grote, op de massamarkt gerichte sociale media en Internet-platformen.

Niet alle zakelijke klanten willen echter van goedkope gratis sites afhankelijk worden. Of ze gaan speciale contracten aan om bijv. reclames van concurrenten te vermijden. Bedrijven die zich specifiek richten op bedrijven en instellingen met *Digital Signage*, zoals bijv. Mood: Media (<https://moodmedia.com/be-fr/>) bieden specifieke maatwerkoplossingen aan met *content-caching* in decoders of eigen applicaties met versleutelde informatiestromen voor inhoud naar door hen geleverde beeldschermen.

Mede om dit soort redenen is er een zeer diverse markt voor CDN's ontstaan. De hoofdtrend is echter dat gespecialiseerde CDN-bedrijven vooral werken voor professionele Audio/video diensten aan zakelijke gebruikers, terwijl de partijen die uit de hoek van *User Generated Content* komen, vooral de massamarkt bedienen.

Er zijn daarom bij CDN's grofweg vijf hoofdgroepen te onderscheiden:

- OTT - netwerken voor de levering van (betaalde) inhoud: o.a. Netflix, Amazon Prime
- ISP-interne netwerken voor de levering van inhoud: Proximus, Telenet, Orange etc.
- Netwerken voor de levering van inhoud voor zakelijk gebruikers en websites: o.a. Akamai, Lumen, Amazon Web Services (Cloudfront), Cloudflare, Proximus, ...
- Niche-spelers voor zakelijke toepassingen als *Digitale Signage*.
- Netwerken voor de levering van user generated content: YouTube, Facebook CDN

Daarnaast is er nog een toeleveringsindustrie van technische systemen en oplossingen, voor die partijen, die liever een eigen CDN bouwen en beheren.

In de afgelopen 10 jaar is na het toenemen van Distributed Denial of Service aanvallen van criminelen, de functionaliteit van CDN's uitgebreid met DDoS-protectie.

DDoS is een 'geautomatiseerde versie' van het "Slashdot-effect" via met malware geïnfecteerde PCs, waarbij onbeschermde websites / services worden overbelast.

### 3.3 Architecturen van CDN's

Als gevolg van de optimalisaties en tegelijk een verschuiving naar het deels inzetten van WWW-standaarden en technieken is de noodzaak ontstaan om een aantal functies in een CDN te scheiden/specialiseren:

- Navigatie / menu, gebruikersprofielbeheer
- Authenticatie en versleuteling (incl. Digital Rights Management)
- Opslag van bronmateriaal
- Uitleveren (Play-out) van AV-streams en/of downloads
- Caching / Relaying
- Besturing, Beveiliging
- DDoS-Protectie, Belasting balanceren
- Afspelen/vertonen

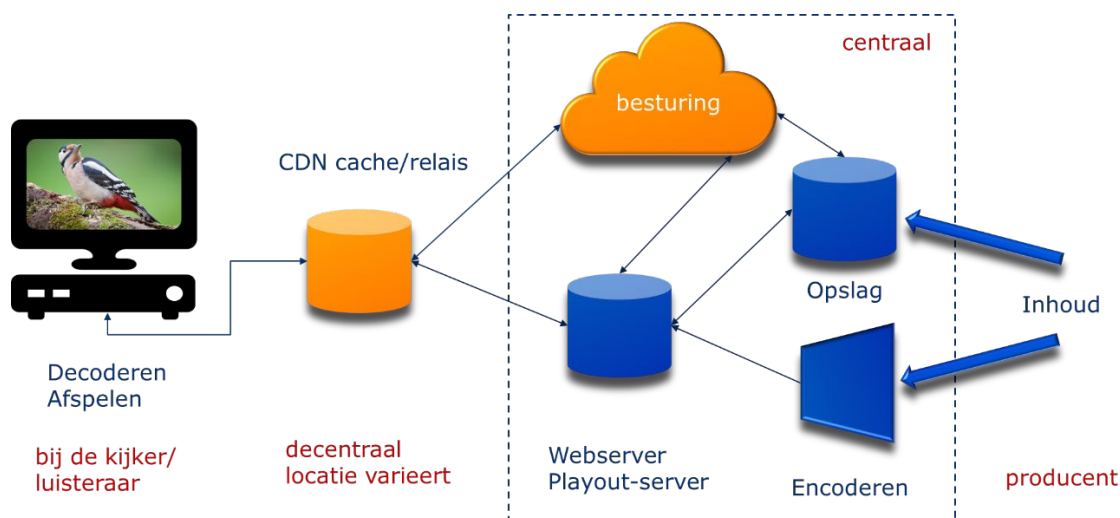
Deze worden in architecturen vaak onder verschillende namen aangeduid, enigszins afhankelijk van CDN's en partijen die de middelen leveren. Bijvoorbeeld Play-out servers, Streaming servers, Long-tail storage / repository, content-caches, content-relays.

Het afspelen en vertonen kan zowel met software in browsers worden gerealiseerd, op een mediaplayer, een set-top-box gekoppeld aan een Tv-scherm en audio-installatie of op een smart-TV, laptop, tablet of mobiel telefoontoestel/smartphone. Bij de laatste vier wordt vaak een eigen applicatie door een inhoudsaanbieder ingezet, die een gebruiker via een Appstore kan installeren.

Een aanzienlijk deel van de CDN-servers zijn tegenwoordig technisch aangepaste en/of geoptimaliseerde (world wide) webservers met aanvullende functionaliteiten specifiek gericht op de rol in een content-distributie netwerk. CDN partijen gebruiken tegenwoordig als basis vooral de open source webserver-platformen Nginx en Apache. Echter Cloudflare heeft een eigen webserver-platform ontwikkeld.

**Een typisch, horizontaal beeld van een modern content-distributie netwerk met functioneel/schematisch onderscheid van bron c.q. opslag en (en) coderen tot afspeelapparaat/ontvanger is weergegeven in Figuur 6: architectuur van netwerken voor levering van inhoud**

Figuur 6. Daarbij geldt dat vooral bij professionele inhoud een aanzienlijk deel van de servers op een centrale locatie (per land, continent of soms zelfs met wereldwijde scope).



**Figuur 6: architectuur van netwerken voor levering van inhoud**

Afhankelijk van overeenkomsten van partijen die inhoud willen laten leveren met het CDN worden meer of minder functies op servers en de centrale apparatuur uitgevoerd, of ze worden door de producent van de inhoud zelf gerealiseerd, bijv. met eigen websites, waarbij caching de hoofddienstverlening is van de leverancier het CDN.

De locatie van de caches/relays kan relatief dicht bij de gebruiker staan in lokale of regionale locaties en ontvangststations, maar de caches van het CDN kunnen echter ook alleen op nationaal niveau opgesteld staan of maar een paar per continent.

Internationaal opererende aanbieders van CDN's, die voor bedrijven werken, die een website met relatief 'zware' inhoud (veel beeldmateriaal en video) over de hele wereld goed bereikbaar willen houden, vinden vaak één CDN per land in Europa al een zeer aanzienlijke verbetering ten opzichte van één website en een CDN, dat hen een aantal caches per continent aanbiedt kan dat ook al zijn.

De optimale plaats van de onderdelen hangt daardoor deels ook af van de doelgroep, die een uitbater van een netwerk voor het leveren van inhoud als klantgroep heeft.

### 3.4 CDN's in België – bevindingen uit de interviews

Over het onderwerp netwerken voor de leveringen van inhoud zijn in interviews vragen gesteld aan vertegenwoordigers van: Telenet, Proximus, Netflix, VOO, Orange, DPG Media en VRT.

Aan de gesprekspartners zijn ook enige vragen gesteld over hun datacenters, energie en veiligheid.

#### 3.4.1 Telenet

Telenet is de grootste kabelexploitant van Vlaanderen, een deel van Brussel en bezit ook enkele kabelnetten in Henegouwen en Luxemburg. Het bedrijf had op 31 dec 2021 een bereik van 3.405.800 homes passed met 2.032.300 klantrelaties, daarvan nemen er 1.725.700 internet, 1.762.000 video en 1.100.200 telefonie af. Telenet heeft 2.950.200 mobiele abonnees.

58,28% van de aandelen zijn in handen van Liberty Global plc. Liberty Global heeft ook (controleerende) belangen in kabelnetten in o.a. het Verenigd Koninkrijk, Nederland, Zwitserland, Ierland en Slowakije <sup>28</sup>

Telenet heeft enkele jaren terug De Vijver Media overgenomen van de andere aandeelhouders Mediahuis en de oprichters. De Vijver Media is een producent van televisie en was ook eigenaar van SBS Belgium. Telenet exploiteert na hernoeming nu de Tv-kanalen Play4, Play5, Play6 en Play7 en radiozender NRJ België. Het Tv-kanaal PlaySports is exclusief voor Telenet abonnees.

Telenet had met SBS Belgium een VoD-dienst, dat sinds januari 2021 door het platform GoPlay is vervangen. Sinds augustus 2020 exploiteert Telenet samen met DPG Media het abonnee-VoD-platform Streamz. Het aantal abonnees van Streamz is door het inbrengen van het eerdere Prime van Telenet gestart met ca. 430.000. Streamz is een samenwerking aangegaan met HBO Max.

Liberty Global vermeldt dat zij (via Telenet) de volgende OTT-diensten aanbiedt in haar netwerk in België via apps die op haar (interactieve) decoder staan:

- Netflix, Amazon Prime Video, YouTube en YouTube Kids en VRT Nu.
- Telenet produceerde enkele jaren terug een aantal eigen dramaserieën voor eigen publiek en VoD-dienst (toen nog Prime geheten, nadien Play More en in 2020 opgegaan in de joint-venture Streamz)

De enige grotere OTT-partij in België, die Telenet niet expliciet benoemt is Disney+.

In het onderstaande lagenmodel tekenen wij in welke lagen en met welke geografische scope op welke laag Telenet opereert in België.



**Figuur 7: Telenet lagen en scope bij content distributie (Continentaal = moederbedrijf Liberty Global)**

Op nationaal niveau heeft men dus eigen "content" de Play-kanalen (voorheen SBS Belgium). Daarnaast dus ook content van de joint-venture voor abonnee-VoD Streamz.

<sup>28</sup> Gegevens pagina I-7 en I-15 uit het jaarverslag 2021 Liberty Global, pagina I-15 <https://www.libertyglobal.com/wp-content/uploads/2022/05/LG-2021-10-K-A-ANNUAL-REPORT.pdf>

Telenet heeft een set-top-box (met of zonder lokale harde schijf van 500 GB) of een interactieve decoder voor haar abonnees. De interactieve decoder ondersteunt nPVR (netwerk Personal Video Recorder), waarbij films en series kunnen worden opgeslagen en gepauzeerd en de harde schijven/systemen in het netwerk staan.

Telenet levert zowel inhoud (RTV) via klassieke technieken als DVB-C voor set-top-boxen, als IPTV met interactieve (on-Demand) diensten en nPVR, via een video-server-platform met opslagsystemen (storage). Die tweede dienst is bedienbaar vanaf de interactieve decoder.

Veel van de (netwerk)apparatuur voor de oudere netwerktechnieken (DVB-C, CMTS) van Telenet staan in de technische locaties: de kopstations en switching gebouwen voor (mobiele) telefonie.

In het interview is aangegeven dat Telenet het actuele (recente) AV-materiaal van haar VoD / Delay-TV dienst in België op haar servers bewaart, maar dat het materiaal dat ouder is dan ca. twee weken, als "long-tail" naar het pan-Europese TV-knooppunt van Liberty Global in Amsterdam verhuist. De kijker kan dat wel nog bekijken maar haalt dat materiaal dan uit Amsterdam op.

Telenet heeft twee eigen datacenters in gebruik voor de interne IT en servers. Zij verhuren geen ruimte voor colocatie aan derden als datacenter-dienst. Vanuit hun gebouwen is er een koppeling naar Interxion: colocatie en peering met internet backbones en de verbindingen met het publieke internet.

De verbindingen vanuit hun datacenter met Liberty Global's Europese mediacentrum in Amsterdam, lopen over AORTA, de pan-Europese backbone van Liberty Global.

Het bronmateriaal voor de lineaire RTV-signalen (omroepuitzendingen) haalt Telenet zelf op bij de Tv-omroepen, die het aan hen overhandigen in hun eigen gebouw in ASI-formaat (Asynchronous Serial Interface). ASI is het koppelvlak voor MPEG Transport Stream. Transcoderingen voor de DVB-C decoders en IPTV-platform wordt in hun netwerk door henzelf gedaan.

Als één van de weinige geïnterviewden had Telenet een goed beeld van hun energieverbruik en aspecten van milieu-efficiency in de datacenters van resp. 1000 m<sup>2</sup> en 300-400 m<sup>2</sup> en de technische gebouwen.

Telenet werkt in de datacenters met 'cold corridors'. Ze halen daarmee een PUE van 1.15. In de oude locaties / technische ruimtes is dat niet zo en ligt de PUE hoger. De technische gebouwen met apparatuur voor mobiele communicatie zijn wel moderner en hebben ook gestructureerde bekabeling.

De afvoer van oude apparatuur wordt door een gecertificeerd afvoerbedrijf uitgevoerd. Zij krijgen een certificaat van afval.

Telenet koelt niet met water maar met droge koelers, maar men werkt wel met bevochtiging in de serverruimtes (ultrasoon water vernevelen).

Alle stroom die Telenet inkoopt is groene energie.

Er is kort gesproken over bijv. restwarmte leveringen en koeling met water, dat zouden zij kunnen doorverkopen aan een aanpalende congresruimte.

Als warmwaterkoeling doorbreekt zou de energie-intensiteit per rack omhoog kunnen. 38 kW per rack gaat nog net, maar naar hun idee is 30 kW de bovengrens.

Een direct beeld van het energieverbruik van het CDN hadden ze niet. De servers staan er in de rekken. Maar mede omdat "long-tail" AV-materiaal er niet lokaal staat is de omvang relatief beperkt.

Slotconclusies: Bij Telenet staat in het eigen netwerk apparatuur voor transcoderen en een eigen CDN-opstelling voor IPTV-dienstverlening met ook opslagsystemen ten behoeve van de network Personal Video Recorder, naast (caching-) apparatuur voor de vier OTT-diensten, waarmee Telenet samenwerkt en de joint-venture.

De eigen OTT-applicatie van hun RTV-materiaal naar bijv. mobiele telefoons / tablets / laptops van hun klanten, wordt vanuit het platform verzorgd.

Qua milieuaspecten hebben de twee datacenters een lage PUE en zijn beduidend beter en milieu-efficiënter ingericht als de oude kopstations en naar inschatting van Telenet ook de gebouwen voor de mobiele switches. De omvang in België van hun CDN-netwerk apparatuur beslaat enkele kasten, van Telenet zelf en enkele voor de servers/caches van de OTT-partijen.

Het energieverbruik daarvan is niet groot en beperkt in vergelijking met de rest van de IT-apparatuur in de datacenters.

## 3.4.2 Proximus

Proximus is de grootste partij in België qua aantal breedbandklanten. Zij geven voor eind 2021 in hun jaarcijfers<sup>29</sup> op dat ze voor Internet 2.137.000 abonnees hebben, voor TV 1.677.000, voor vaste telefonie 2.213.000 en voor convergente diensten (triple play) 1.124.000.

Daarbij waren er 65.000 glasvezelabonnees, terwijl de glasvezelnetten nu 813.000 homes passed noteren. Het aantal Mobiele postpaid klanten is 4.264.000 en Prepaid bedraagt 617.000.

Proximus heeft een kopernetwerk een bereik van geheel België, dat op dit moment 4.948.398 huishoudens heeft. Qua aantal TV-abonnees is het aantal klanten iets lager dan Telenet.

Proximus werkt met decoders voor de TV-diensten, hun totale eigen IPTV-diensten platform is gebaseerd op IPTV, omdat zij geen kabel hebben en geen DVB-C.

Ook Proximus heeft een "App" voor OTT-gebruik maken van hun (R)TV dienst op bijv. een mobiele telefoon. Het wordt in de markt gezet onder de naam "Pickx".

Bij het interview met Proximus lag het zwaartepunt bij hun datacenterdienstverlening. Proximus is op dat vlak niet alleen een grote partij. Er worden ook relatief veel IT-diensten geleverd bij de verhuur van kastruimte / zaalruimte, IaaS, cloud en vormen van hosting.

Daar waar klanten zelf servers / een grotere content-opstelling willen realiseren biedt Proximus aanvullende diensten aan als voor de 'site'.

Een content site bouwen, doet Proximus niet zelf, die wordt vaak door partners met de klant ontwikkeld. Bijv. een grote site voor een "elektronisch loket" van een organisatie.

Wat Proximus dan wel levert is, diensten als:

- Load balancers
- Mailwashing (e-mail wasserette)
- Indringersdetectie/quarantaine
- DDoS-protectie (een platform van Arbor DDoS van Netscout)

De insteek is dus meer gericht op aspecten van beveiliging/security als een "afscherming" van een grote, gehoste site van een bedrijf of instelling tegen risico's.

Daarnaast zijn er bij dit soort sites vaak speciaal ingerichte distributienetten. Bijv. dat die site benaderbaar moet te zijn, of juist verkeer moet doorsturen naar specifieke klanten via specifiek aansluitingen.

Er is door Proximus wel aangegeven dat er caches zijn van een aantal grotere marktpartijen. Genoemd werden:

- Facebook, Google (YouTube), Akamai
- Apple, Netflix

Bij de partijen, draait het dan primair om het ontlasten van de verbinding naar een backbone c.q. een peering-connectie om veel, herhaaldelijk opvragen van dezelfde content niet meer over die verbinding te laten lopen.

---

<sup>29</sup> <https://www.proximus.com/nl/news/2022/20220218-financial-results-q4-2021.html>

Bij Proximus loopt een programma dat kijkt naar energieverbruik en het goed inrichten om doelen in 2030 te halen. Dat heeft te maken met environmental, social, governance doelstellingen implementeren. Proximus heeft zich laten benchmarken tegen enkele andere Europese operators, en geconstateerd dat zij voorlopen op dit aspect.

Daarnaast is er ook een Zero-Waste programma ingezet om verouderde, inefficiënte hardware op te sporen en sneller te ontmantelen en verwijderen, en door moderne apparatuur te vervangen.

Met vragen over hoe "schoon" het bedrijf is en over getaxeerd worden op de CO<sub>2</sub> uitstoot heeft men ervaring. Deze vragen komen vooral van overheidsinstellingen en klanten.

Proximus heeft vorig jaar ook een "Green Bond" (een groene obligatie) in de markt gezet. Dat betekent dat er nu sterke prikkels zijn om schoner te gaan werken. Echter deze obligatie is sterk gekoppeld aan het veel efficiënter zijn (qua energie en minder afvalstromen) van het introduceren van technieken als glasvezel en 5G, die aanzienlijk schoner en energiezuiniger zijn. Het is dus niet sterk gekoppeld aan energieverbruik van bedrijfsmiddelen in datacentergebouwen, maar aan het inkrimpen van de oudere koperapparatuur en ouderwetse basestations en protocollen.

### 3.4.3 Netflix

Netflix is een aanbieder van Over-The-Top "streaming" film- en TV-series. De snelgroeiende populariteit vanaf ca. 2012, zorgde voor een grote golf van verkeer en daarna een sterke behoefte aan caches, waarna men de "Open Connect Appliance" ontwikkelde en vervolgens gratis verstrekke aan gekwalificeerde ISP's met toegangsnetten en veel Netflix verkeer.

In België is volgens Statista het aantal abonnees van Netflix juli 2021 opgelopen tot ca. 1,64 miljoen.

Netflix is een mediabedrijf dat een CDN met slechts één toepassing inzet. Dat is daarmee niet alleen doelgericht, maar ook zeer efficiënt. Men hoeft niet naar andere klanten en hun behoeften en wensen te kijken en men doet ook niets anders op het CDN. Het wordt alleen ingezet voor 'streaming content'. Netflix is een klant van datacenters en ze hebben hun eigen PoPs daarin.

Een rek halfvol apparatuur volstaat om alle content beschikbaar te maken. Er is geen Hyperscale nodig voor hun operatie. De hele 'achterkant' van de IT draait op Amazon Web Services. Daar wordt het gebruikersprofiel gevalideerd. Pas als de gebruiker op "play" drukt komt de eigen apparatuur van Netflix in actie.

Netflix heeft één eigen PoP in België, één in Nederland, één in Duitsland. Er zijn niet zoveel Points-of-Presence nodig. Als Netflix met een telco/ISP om tafel gaat zitten, (in België zal dat op ca. 4 partijen neerkomen) dan is het om een "embedded cache" bij hen in het netwerk te bouwen. Die zijn dan eigendom van de operator, niet van Netflix. Netflix beheert de cache, maar de hardware is eigendom van de netwerkeigenaar/ISP. Ook Akamai werkt zo, met Embedded caches.

CDN's zijn volgens Netflix niet "een van de grootgebruikers" van datacenters.

Netflix heeft wel eigen glasvezelverbindingen (dark fiber) in België, waarover het netwerk naar de PoPs loopt, ze hebben geen eigen kabels nodig.

Het meeste verkeer is directe peering (ISP met de Netflix PoP) of de embedded cache.

Netflix verwijst voor een beschrijving naar delen van de website, waar architectuur en vereisten staan uitgelegd. In de rest van deze paragraaf worden daar onderdelen van overgenomen en vervolgens uiteengezet wat o.a. het kostenplaatje en energieverbruik is

#### 3.4.4 VOO

VOO is een kabelexploitant met een werkgebied in Wallonië en een deel van Brussel. Het interview vond plaats voor de overname van 76% door Orange volledig was afgerond. Deze overname werd aangekondigd eind december 2021, kort nadat de studie was opgestart.

In het interview met VOO is gesproken met twee medewerkers met een achtergrond in IT. Daardoor is het gesprek uiteindelijk vooral gegaan over hun datacenters en IT-infrastructuur.

In het interview is aangegeven, dat zij niet op de hoogte waren van de inzet van CDN's in hun netten, omdat die verantwoordelijkheid was ondergebracht bij de technische afdeling voor het operationele communicatienetwerk. Hun verantwoordelijkheid is de IT en raakt vooral de interne informatiehuishouding / administratieve processen / facturering etc.

VOO heeft al jaren een zusterbedrijf Win, dat IT-diensten verzorgt. Dat doen zij niet alleen aan VOO, maar ook aan andere bedrijven. Onze gesprekspartners zijn verantwoordelijk voor de IT-ontwikkeling en het aansturen van het zusterbedrijf Win.

Er is aangegeven dat voor zover het hun eigen IT betreft nu al een stuk van de technische platformen zijn verhuisd naar de Amazon Webservice, (AWS), de cloudcomputing dienst van Amazon.

Aan het eind van het interview is gevraagd of bij hen duurzaamheid / ecologische voetafdruk een vraagstuk was. Daar kon geen antwoord op worden gegeven.

#### 3.4.5 Orange Belgium

Orange Belgium is een mobiele aanbieder, en heeft op het vaste net ca. 400 duizend klanten. Om die te bedienen heeft men toegang tot de netten van Proximus (DSL) en Telenet (kabel).

In het interview is aangegeven dat Orange recent een CDN voor haar dienstverlening heeft opgetuigd, waarmee men nu o.a. network PVR (opnemen van video in het netwerk) voorziet. Tot voor kort leverde Orange decoders met ingebouwde harde schijf aan hun klanten, waardoor die lokaal video opnamen.

In hun netwerk staat niet alleen hun eigen CDN. Zij hebben een Netflix cache en Google cache en directe peering met Netflix, Akamai, Facebook, Amazon (ook voor Amazon Prime), Google Cache, OVH en BNIX.

Orange heeft aangegeven dat zij vrij recent tijdens piekverkeer voor OTT-streaming een niveau van 1 Tbit/s (data naar de kijkers) hebben gemeten. Gebruikelijk is voor hen dat tijdens piekuren er ca. 500 Gbit/s aan data naar de kijkers gaat en dat dit voor een groot deel Netflix is, de meest populaire OTT-dienst.

Doordat Orange eerst en vooral een mobiele operator is, en zij voor vaste netten toegang hebben tot de netwerken van Proximus en Telenet zit de structuur van hun netwerk anders in elkaar.

Zij hebben 4 hoofdlocaties voor hun telecomdienstverlening (centrale gebouwen voor mobiele switches en core) en daarnaast is de IT deels nog op een andere locatie gehuisvest (een eigen in-house datacenter). Zij werken met cloud computing technieken, maar hebben daarvoor een private cloud gerealiseerd.

Orange heeft al een deel maatregelen genomen om de duurzaamheid te verhogen. Onder meer het inzetten van zonnecellen.

In hun datacenter zijn kasten ingezet met een cold-air / hot-air scheiding. Servers die afgevoerd worden, worden verkocht op de tweedehands markt. Bij de telecomapparatuur gaat men daar anders mee om. Dit komt vooral omdat de telecomcyclus (economische levensduur) veel langer is. Daar wordt afkomende apparatuur gescheiden en voor verschroming afgevoerd.

Eén van de meest interessante opmerkingen kwam over het idee van "Edge-computing", dat vooral bij de aanloop naar 5G veel opgang deed. Daarbij wilde men rekenkracht veel dichterbij de zendmasten/basisstations gaan brengen.

Volgens Orange is dat helemaal niet zo'n praktisch idee: hoe meer rekenkracht richting de randen van het netwerk wordt verplaatst, des te meer het decentrale elektriciteitsverbruik omhooggaat. Centralisatie in datacenters lijkt toch het meest (milieu-) efficiënt.

### 3.4.6 DPG Media

DPG Media is een uitgever van dagbladen en andere nieuwsmedia, en de eigenaar van de Vlaamse commerciële Tv-zender VTM. De hoofdactiviteit voor dit bedrijf is het produceren van inhoud, die vervolgens verspreid moet worden.

DPG Media heeft twee eigen datacenters in gebruik. In Vilvoorde bevindt zich de productielocatie van de omroepkanalen en het datacenter huisvest ook de apparatuur/bedrijfsmiddelen voor de RTV-productie. Het datacenter in Cobbinge is gericht op het huisvesten van de IT voor de business applicaties van het bedrijf.

DPG Media heeft als product naast o.a. kranten, ook de websites voor de titels en apps (voor informatie op mobiele toestellen). Deze content draait al in de cloud.

RTV-signalen worden met (DVB-) ASI verstuurd, het koppelvlak dat is vastgelegd in de MPEG Transport Stream – Asynchronous Serial Interface standaard. Op die manier wordt het geleverd aan de exploitanten van de kabel-TV netten, IPTV-platformen en de partij die het naar de satelliet straalt (TV-Vlaanderen). Die halen dat signaal bij hen daarop en verwerken dat verder zelf.

Het signaal wordt geleverd met embedded audio en de telecom/kabelnet operatoren mogen zelf de transcoding/encoding doen naar het kwaliteitsniveau dat zij willen hanteren.

Radio wordt via de satelliet verspreid en decentraal opgevangen voor FM-zenders.

Voor de digitale producten geldt dat nu al 99% in de AWS-Cloud draait. Zwaardere content (filmpjes etc.) van de sites wordt verspreid via het Akamai CDN. Dat doet men niet alleen vanwege digital rights management aspecten, maar ook omdat het zo inzetten van een CDN meer security biedt.

Het Amazon Web Services platform heeft ook een eigen CDN – CloudFront, maar dat heeft i.t.t. tot Akamai geen caching binnen de netwerken van de Telco's / ISP's. Daardoor werkt dat

niet goed voor video-materiaal. Hun presence is vooral voor de AWS Cloud in Ierland en Frankfurt.

De verwachting is gezien de zeer specifieke omroep functies, dat Vilvoorde blijft als (eigen) datacenter. De technologie is te specifiek. Er lopen nu bij DPG Media eigen lijnen tussen Antwerpen, Cobbinge, Vilvoorde en ook naar de andere media-operatoren.

Dat net bestaat uit dark fiber met daarop eigen DWDM-systemen en deels ook Video-over-IP. Voor de verbindingen met Nederland, waar DPG Media veel grote kranten heeft overgenomen, wordt een MPLS-verbinding ingezet.

TV-Vlaanderen heeft praktisch heel hun back-end ook bij Vilvoorde neergezet. Voor video-signalen is er ook een verbinding met KPN Broadcast die naar Nederland loopt.

De verschillende keuzes hebben sterk te maken met kwaliteitseisen. Voor de lineaire kant (omroep) zijn er andere kwaliteitseisen. Een deel van die signalen gaat ook naar het gezamenlijke SVoD<sup>30</sup> [Streamz] met Telenet. Dat is een combinatie van het lineaire signaal, SDI-sigitaal en programma's/programmering<sup>31</sup>. Vanwege bescherming tegen risico's van DDoS-aanvallen, maar ook voor betere bescherming van gebruikers van een iPad / tablet en smart-TV gebruikt men daar voor de OTT-dienst het CDN van Akamai.

Het inzetten van Akamai op veel plaatsen als CDN heeft ook een relatie met de kranten en nieuwsonderdelen van DPG Media in Nederland en Denemarken. Er wordt met dezelfde platforms gewerkt<sup>32</sup>.

Juist vanwege de diepte in de netten van grote ISP's is er minder macht om aan traffic-shaping te doen. Akamai geeft analytics en 'serving out reporting'.

In de AV-bedrijfstak zit nog veel DRM (Digital Rights Management) dat allerlei extra eisen stelt o.a. ook in de content-contracten. Dat heeft bijv. ook effecten. De datahuishouding bij AV is nog steeds zodanig, dat er ook nu nog tape-robots (opslagsystemen) nodig zijn<sup>33</sup>

Met betrekking tot het beeld van de markt voor Content Distributie Netwerken, is DPG Media een inkopende partij. Zij hebben de inhoud, en willen die goed geleverd zien. Een tweede of derde Akamai zou daar wel welkom bij zijn, want dat verbreedt de markt.

Voor een partij als DPG Media is het bestaan net-neutrality nu heel belangrijk, onder meer om 'traffic shaping' door netwerkbedrijven te voorkomen.

---

<sup>30</sup> Subscription Video-on-Demand (commercieel, abonnementsdiensten zoals Netflix, Streamz etc.).

<sup>31</sup> Waar DVB-ASI een in de MPEG-TS verpakt signaal is waar compressie al is toegepast, zijn de SDI-signalen omroep/studio kwaliteit video-signalen van SD (480i, 576i), via HD naar de hoge bitrates, 12G en nu 24G. De laatste is signaal voor beelden met 4K en 8K resolutie 2160p120, 4320p30.

<sup>32</sup> De websites van de kranten in België en Nederland gebruiken bij DPG identieke content managementsystemen, cookie-walls enz.

<sup>33</sup> Voor een deel van de IT zijn harde schijven nog steeds t  dure opslagmedia en is tape de keuze.

## 3.4.7 VRT

De VRT is de publieke omroep in Vlaanderen. Zij hebben een grote B2C poot, maar ook een B2B poot. Een deel van de VRT-content wordt verspreid via Netflix. Streamz is voor hen een partner in de Vlaamse markt.

VRT heeft ook partners in partijen die nieuwscontent tonen binnen bedrijfsnetwerken.

Onder de digitale producten (de inhoud die zij produceren) verstaat VRT:

- VRT-nieuws en website
- Video en audio content

De B2C content loopt via datacenters van derden. Het hosten gebeurt praktisch allemaal al bij AWS en daar staat het CDN CloudFront voor als deels ook afscherming (DDoS) etc. bij wat er naar buiten gaat.

VRT zet voor dat materiaal drie CDN's in: Edgecast, Lumen en Akamai.

Men geeft wel aan dat CloudFront, het CDN van Amazon, nu bezig schijnt te zijn met systemen in België te bouwen.

Voor een deel van video en audio (series) ligt het anders. Men werkt daar met partners voor "original video" o.a. Streamz, Netflix en Amazon Prime<sup>34</sup>. Die contracten zijn anders en gebruiken het platform / CDN van die partijen.

Net als bij VTM worden de lineaire tv-signalen direct aan de telecomoperators/kabeloperators/IPTV partijen geleverd (DVB-ASI), die daarvoor verbindingen naar Brussel hebben. De radio gaat nog via FM en DAB+ en heeft VRT zo'n 10 jaar terug uitbesteed aan Broadcast Partners<sup>35</sup>

Gezien de belangen is er zowel een grote locatie in Brussel (datacenters met ook de apparatuur voor de uitzend/productiestraten) als een 'disaster-site'.

Voor het verspreiden van content buiten de Belgische markt kijkt men steeds meer naar VRT Nu [de website] als OTT-route, maar kijkt men ook naar een content-partner.

Op dit vlak spelen veel subtiliteiten. Vooral rond DRM, aangekochte content, Richtlijnen over het kijken in het buitenland. CDN's vangen dat soort zaken op voor de live-streams,

Wel wil men graag nu naar HD (Over the Top) gaan. 4K is nog lang niet in discussie. Lineaire TV is nog lang geen 4K.

De VRT werkt voor het contracteren van CDN's met openbare aanbestedingen. Er is aan meerdere partijen gegund en er zijn vergelijkingen gemaakt.

Op de vraag of in die aanbestedingen ook eisen waren opgenomen over bijv. milieugedrag (groene stroom gebruiken enz.) kwam de reactie, dat zulke eisen niet in de tenders stonden. Het waren high-level eisen.

---

<sup>34</sup> <https://www.demorgen.be/nieuws/in-plaats-van-samen-te-werken-met-streamz-lonkt-vrt-naar-netflix-en-amazon-tot-ongenoegen-van-minister-dalle~bb4c93b4/>

<sup>35</sup> Broadcast Partners uit Terneuzen is een specialist in radiozenders (FM en DAB), die zenders installeert en onderhoud in Nederland en België

In Vlaanderen, tussen de eigen locaties heeft men een dark fiber netwerk voor productiedoel-einden. Er is veel dark fiber, maar zaken verschuiven deels naar Ethernet-diensten. Alles beweegt steeds meer richting Internet Protocol.

Echter voor lineaire TV overdragen zijn er veel strakke, harde technische eisen. Een deel gebeurt ook via tunnels met site-to-site authenticatie.

In het Brusselse heeft VRT twee eigen datacenters, ieder met een omvang van ca. 400 rekken, en een daarnaast de disaster-site met 20 rekken omvang.

## 3.5 Energieverbruik bij netwerken voor het leveren van inhoud

In de onderstaande paragrafen wordt dieper ingegaan op het energieverbruik van netwerken voor het leveren van inhoud. Daarbij wordt eerst ingegaan op de situatie bij Netflix. Netflix heeft namelijk een uitgebreide beschrijving van de inrichting en het energieverbruik van hun CDN's gepubliceerd, waardoor het verbruik goed uitgewerkt kan worden. De andere CDN's die gebruik maken van decentrale servers, geplaatst binnen de netwerken van de grote ISP's met aansluitnetten, zijn vergelijkbaar. De CDN's waar de apparatuur gecentraliseerd staat opgesteld, is de tweede groep.

### 3.5.1 Netflix decentrale servers (caches/relays)

Om in aanmerking te komen voor een "Open Connect Appliance" (OCA), de embedded cache van Netflix, moet een ISP op het gebied van energieverbruik aan een twee voorwaarden voldoen:<sup>36</sup>

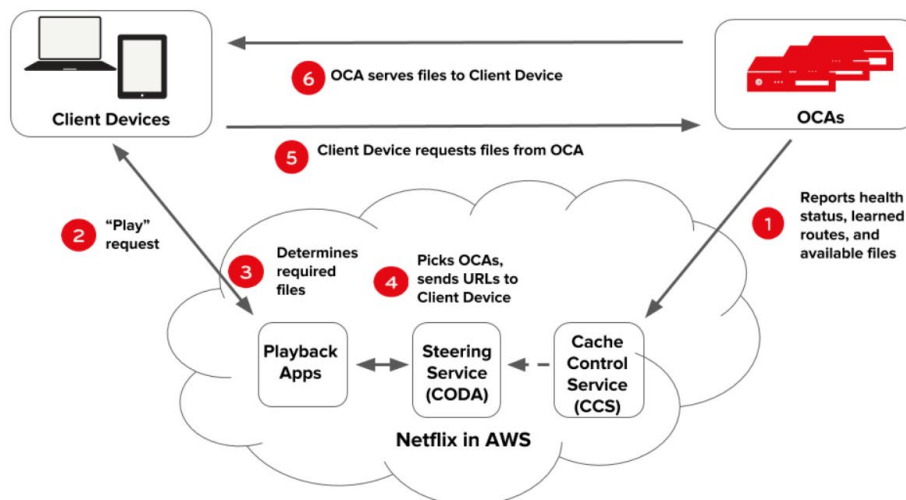
- De gemiddelde temperatuur in de ruimte moet 26°C zijn en mag slechts zeer kortstondig 40°C bedragen.
- Maximale vermogensconsumptie: 750W

Voldoet een ISP aan alle voorwaarden, dan kan hij een Open Connect Appliance aanvragen.

---

<sup>36</sup> Zie <https://openconnect.zendesk.com/hc/en-us/articles/360034538352-Requirements-for-deploying-embedded-appliances>

The following diagram illustrates how the playback process works:



**Figuur 8: Diagram OCA Netflix**

1. De Open Connect Appliance (OCA) meldt periodiek zijn functioneringstoestand, routes die het heeft geleerd en de beschikbaarheid van content bestanden aan de cachebesturingsdienst (CCS) in Amazon Web Services (cloud).
2. Een gebruiker vraagt het afspelen van een titel (tv-programma of film) aan de Netflix applicatie in AWS.
3. De afspeldienst in AWS gaat de gebruikersautorisatie en licentie na en bepaalt welke bestanden er nodig zijn om het afspelverzoek af te doen, rekening houdend met de klanteigenschappen en actuele netwerktoestanden.
4. De besturingsdienst in AWS gebruikt de informatie opgeslagen in de cachebesturingsdienst om de OCAs uit te kiezen waar de bestanden vandaan moeten worden geleverd, maakt de URLs (hyperlinks) aan voor deze OCAs en geeft de URLs door aan de afspeldienst.
5. De afspeldienst draagt de URLs van de toepasselijke OCAs aan het klanttoestel en de OCA start met de opgevraagde bestanden toe te sturen.

Netflix tech blogdocumenten beschrijven in 2019, toen het bedrijf wereldwijd ca. 150 miljoen abonnees had, dat er een paar duizend van deze OCA's wereldwijd waren geïnstalleerd. In België waren er toen naar schatting 1,5 miljoen abonnees. 1% van het totaal. België kon bediend worden met 20 tot 25 OCA's: een halve kast (bevat 5 OCA's) in de Netflix PoP in Brussel en een halve kast gemiddeld voor de 4 grote ISP's Telenet, Proximus, VOO en Orange.

In de bijgaande foto (Figuur 9) van Netflix' site over hun OCA-verstrekkingprogramma, zijn 40 OCA's in 4 volle kasten gefotografeerd. Een server vergt volgens de specificatie ongeveer 650 W aan piekvermogen. Een half rek vereist dus ca. 3 kW vermogen tijdens de piekuren.<sup>37</sup>

<sup>37</sup> Zie: <https://openconnect.netflix.com/en/appliances/#the-hardware>

In het interview is aangegeven dat er in België ongeveer een halve kast vol per ISP en in de Netflix PoP nodig zijn. Wat dus overeenkomt met een piekvermogen van 15 kW om heel België te bedienen.



**Figuur 9: veertig Netflix Open Connect Appliances (caches) in 4 volledige rekken (bron: Netflix)**

### 3.5.2 Wereldwijd verbruik Netflix en klantenaantallen

Netflix heeft in voorjaar 2015 beschreven dat zij het toenmalige vermogen benodigd voor hun totale cache infrastructuur, inschatte op ca. 1,4 MW wereldwijd<sup>38</sup>. De efficiëntere nieuwe OCA-servers waren toen ongeveer een jaar beschikbaar. Op dat moment had Netflix net de 50 miljoen abonnees wereldwijd gepasseerd en komt het piekvermogen per abonnee neer op 0,028 W per abonnee en ca. 45 kW voor heel België (1,6 miljoen abonnees).

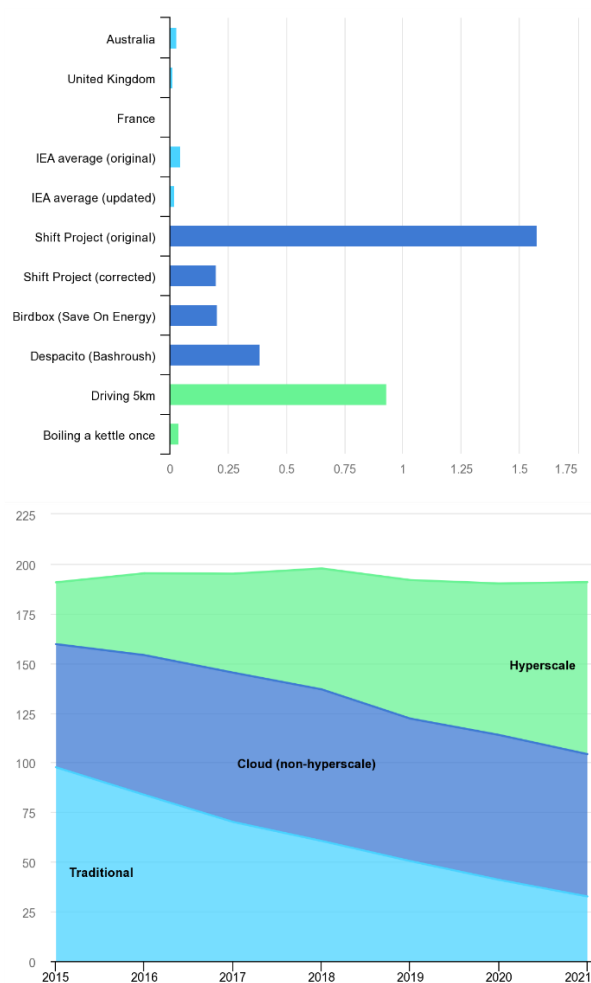
Gebaseerd op beide benaderingen: de "halve kast" per cache/PoP inschatting en de omrekening van de tech blog in mei 2015 kan worden gesteld, dat het verbruik nu ergens tussen de 15 en 45 kW voor heel België op de piekuren zal liggen.

Er is enkele jaren terug, door indianenverhalen een totaal verwrongen beeld ontstaan van het energieverbruik van Content Distributie Netwerken. In het bijzonder over Netflix zijn veel ongelooftwaardige berekeningen verschenen. George Kamiya, Digital/Energy Analyst van de International Energy Agency (IEA) heeft in december 2020 al eens gepoogd een fact check hierop los te laten (zie Figuur 10).<sup>39</sup>

---

<sup>38</sup> <https://netflixtechblog.com/netflix-streaming-more-energy-efficient-than-breathing-57658d47b9fd>

<sup>39</sup> <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>



**Figuur 10: CO<sub>2</sub>-uitstoot verbonden aan een half uur Netflix kijken (l) en inschatting energieverbruik datacenters wereldwijd (r) door de IEA**

Deze fact check toont aan dat de *carbon footprint* van streaming video veel lager is dan eerder in andere publicaties werd gesteld (o.m. Shift project, zelfs na een correctie van een bits/bytes rekenfout). De linkerhelft van de figuur toont de CO<sub>2</sub> emissie van een half uur streaming video consumptie volgens de IEA fact check (blauwe balken), volgens de studie van het Shift project (paarse balken), in vergelijking met een autorit van 5 km en het koken van een ketel water (groene balken).

Wij kunnen aan de hand van het interview en de beschrijving van wat er daadwerkelijk is neergezet, niet anders dan concluderen dat het met het energieverbruik, direct het gevolg van de door Netflix neergezette netwerk voor levering van inhoud, nogal meevalt.

Het beeldscherm / TV-toestel in de woonkamer van de kijker, veelal een apparaat met een verbruik van 100 Watt tot 200 Watt, levert veruit de grootste energieverbruiksbijdrage aan de het bekijken van streaming video.

In het artikel van het IEA wordt een hyperlink gegeven naar het Environmental, Social en Governance rapport van Netflix over 2019. Daar komt Netflix uit op 94.000 MWh verbruik voor

de gehele dienstverlening (ook het deel van AWS dat ze gebruiken, en de transmissienetten) wereldwijd bij een abonneeaantal van 167 miljoen aan het eind van 2019.<sup>40</sup>

94 GWh wereldwijd energieverbruik door Netflix' CDN-infrastructuur in een jaar is niet gering. Echter om het in perspectief te zetten: als we voor het aantal Belgische Netflix abonnees in 2021 (waar de schattingen nu rond 1,6 miljoen liggen) 1% hiervan rekenen, dan komt dat uit op 940 MWh in een jaar voor heel België.

Bij een kWh prijs van € 0,20, komt dat neer op € 190.000 per jaar aan energiekosten voor deze dienstverlener. Inmiddels is de stroomprijs meer dan verdubbeld.

Onze conclusie is dat het energieverbruik niet nul is, maar dat zowel de informatie uit het interview, als de meer recente literatuur een beeld opleveren, dat de impact van het CDN van de Over-the-Top dienst met het grootste aantal gebruikers in België, beperkt is, zeker in vergelijking met de energiekosten voor de aansluitnetten en communicatie-infrastructuur.

### 3.5.3 Verbruik van de overige CDN's van in België

In België is Netflix de partij met het grootste marktaandeel en verkeersvolume als Over-The-Top leverancier van Video-on-Demand diensten, waarvoor aparte servers opgesteld staan voor de levering van inhoud.

De grote ISP's met toegangnetten hebben daarvoor:

- DVB-C –lineaire televisiekanalen over kabelnetten naar de decoder(s)
- IPTV – lineaire televisiekanalen over IP multicast domeinen naar decoder(s)
- VoD systemen voor interactieve Televisie (IP unicast domein OTT naar decoder(s) of apps)
  - i. live kanalen (moment van uitzenden)
  - ii. 'uitgesteld kijken' en Personal Video Recorder in the cloud
  - iii. (Eigen) films en TV-series on-demand opgeslagen

Daarnaast zijn er enkele met Netflix op een vergelijkbare wijze concurrerende platforms, die Over-the-Top leveren (niet via IPTV geïntegreerd in multicast IP-routing, maar per gebruiker een stream leverend). Deze platforms hebben deels een video (Tv-serie) en films on-demand aanbod. Deze worden nu aangeduid met Subscription VoD (SVoD). Deze groep omvat zowel Streamz als bijv. Youtube (met hun betaalfilms), Amazon Prime etc.

Tenslotte is er ook nog distributie vanaf Internetwebsites via OTT IP-unicast.

- de sites van de RTV-omroepen,
- enkele (internationale) Tv-kanalen / partijen

Die kopen de leveringscapaciteit voor hun inhoud in bij CDN's, vooral Akamai is daarbij genoemd.

Disney+ is wel actief in België, maar is door géén van de partijen genoemd als een partij die (al) eigen CDN servers / caches heeft neergezet. Wij vermoeden daarom zeer sterk dat Disney+ nog bij een partij als Akamai capaciteit inhuurt.

---

<sup>40</sup> ESG-rapport van Netflix over 2019: [https://s22.q4cdn.com/959853165/files/doc\\_downloads/2020/02/0220\\_Netflix\\_EnvironmentalSocialGovernanceReport\\_FINAL.pdf](https://s22.q4cdn.com/959853165/files/doc_downloads/2020/02/0220_Netflix_EnvironmentalSocialGovernanceReport_FINAL.pdf)

Zoals uit de beschrijving en interviews duidelijk is geworden, kan een deel van de "intelligentie" en 'back-end servers' of 'long-tail servers' buiten België opgesteld staan of in de cloud draaien. Vooral met professioneel geproduceerd Audio/Video materiaal (Tv-programma's, films) is de werkelijke omvang daarvan beperkt. De catalogi die werkelijk opvraagbaar zijn voor de abonnees, bevatten maar een paar duizend films en afleveringen van TV-series per taalgebied. Films en series worden uit roulatie gehaald of erin gebracht. Bedrijven die inhoud produceren (filmmaatschappijen, omroepen, TV-producenten, artiesten en platenmaatschappijen) die de rechten bezitten, blijken met regelmaat van 'platform' te veranderen of zelf hun platform te lanceren. Streamz is een voorbeeld van een samenwerking tussen enkele eigenaren van inhoud/producenten (DPG Media) en een access ISP (Telenet) om samen een SVoD-platform te exploiteren, waarbij VRT en HBO ook 'inhoud' leveren.

Met een bestandsomvang van enkele Gigabyte per film/aflevering, kom je met een catalogus van een tienduizend films/afleveringen van typisch 2 uur (films) of 1 uur (Tv-serie afleveringen) voor de 'centrale opslag' in de 'back-end' of 'long-tail server', niet veel verder dan ca. 200 Terabyte (TB). Met moderne servers kan dat in machines van enkele hoogte-eenheden en energieverbruik in de orde van 1000W<sup>41</sup>. Er staan echter vaak meerdere machines opgesteld (voor redundantie en prestaties). Bij iets oudere systemen vereist zulke back-end / long-tail opslag ongeveer een halve kast vol harde schijven in een hoge kwaliteit opslagsysteem met redundantie en snelle toegangstijden.

In de productie-omgevingen van studio's en filmmaatschappijen, waar met het ruwe bronmateriaal van films en series op hoge resolutie (beperkt gecompriemd) wordt gewerkt staan opslagsystemen met veel meer opslagcapaciteit. Vooral als men bronmateriaal al opslaat voor 4K of 8K resoluties en amper compressie toepast (databitrates voor studio-bronmateriaal liggen op enkele Gigabit/s<sup>42</sup>).

De veel grotere opslag van materiaal in studio's en bij productiebedrijven is niet nieuw. Master-tapes en filmoriginelen werden vroeger ook in grote magazijnen opgeslagen. Gecomprimeerde centrale opslag en met replicatie met caching technieken neemt als los bestand beduidend minder ruimte in, dan originelen en bronmateriaal. Het aantal in de cache-servers aanwezige "kopieën" hangt daarbij af van de populariteit van een film/serie. Veel bekeken films/programma's worden in veel caches neergezet en in veel resoluties. Weinig bekeken materiaal staat vrijwel alleen centraal of is op enkele machines beschikbaar, omdat het recent is opgevraagd.

Wie een programma bekijkt krijgt via streaming het beeld binnen, bijv. met 8 Mbit/s dat vanuit de cache komt, op dat moment wordt vanuit de back-end / long-tail server het programma op hoge snelheid (bijv. met soms meer dan 1 Gbit/s) naar die cache gekopieerd.

Op eenzelfde manier geldt dat bij Over-The-Top live-streaming de "relay" functie (die één inkomende stream direct omzet naar een aantal parallelle streams vanaf de cache/relay-server) sterk wordt bepaald door de populariteit van die uitzending. De centrale streams beslaan maar een paar Mbit/s (want live streamend), maar in de caches/relays in het CDN wordt het programma verveelvoudigd en van daaraf via individuele streams verspreid.

---

<sup>41</sup> [https://www.dell.com/en-us/work/shop/dell-powerededge-servers/powerededge-r740xd2-rack-server/spd/powerededge-r740xd2/pe\\_r740xd2\\_13235\\_vi\\_vp](https://www.dell.com/en-us/work/shop/dell-powerededge-servers/powerededge-r740xd2-rack-server/spd/powerededge-r740xd2/pe_r740xd2_13235_vi_vp)

<sup>42</sup> <https://newsandviews.dataton.com/what-is-sdi>

Mede daarom zijn 'verkeersvolumes' geen goede maat voor gebruiksintensiteiten en energievraag. De relevante maat is bij CDN's het energieverbruik van de centrale servers / long-tail, de databases en vooral de dieper in de netwerken opgestelde CDN's.

Om de vraag naar een inschatting van het totale energieverbruik voor de netwerken van levering van inhoud in België te bepalen, moet een aantal keuzen worden gemaakt. Historisch was een enkelgericht kabelnet met alle apparatuur van ontvangstations en versterkers volledig gericht op het verspreiden van inhoud. Tegenwoordig is dat maar voor een beperkt deel het geval en wordt de netwerkkapparatuur vooral gebruikt voor het dragen van de ISP-dienst voor breedband internet toegang, waar ook de IPTV en interactieve VoD (over-the-top) mee wordt geleverd en op eenzelfde wijze geldt dat voor mobiele netten.

De belangrijkste vraag daarbij is dan in hoeverre het energieverbruik van de apparatuur in het aansluitnet c.q. mobiele net van Proximus, Telenet – BASE, Orange, VOO, nog wordt toegerekend aan de categorie "netwerken voor het leveren van inhoud".

Wie dat toerekenen doet zou een groot deel van alle versterkers en netwerkkapparatuur (routers, kabelmodems, DSL, FTTH apparatuur) op de onderste lagen van het netwerk ook aan "netwerken voor het leveren van inhoud" kunnen toerekenen. Maar dan is het resultaat dat vooral het energieverbruik van breedband telecomdiensten (vast en mobiel) wordt uitgerekend/toegerekend. Ook als men een percentage 'toerekent' aan "levering van inhoud".

Die benadering om de telecomnetten/kabelnetten ook toe te rekenen, is in de beantwoording van de vraagstelling niet gevolgd. Bij de getallen die hieronder voor de andere 'netwerken voor het leveren van inhoud' worden uiteengezet, wordt ingegaan op de specifieke apparatuur en platformen, die nog worden ingezet. Dan gaat het om transcoders van MPEG-TS-streams, interactieve en abonnee VoD-platformen en de caches/relay-servers in België.

## Transcoders

Transcoders zijn gecombineerde decoders/encoders dan wel apparaten waarmee specifieke RTV-kanalen uit een bundel kunnen worden geselecteerd en in een andere bundel worden gemultiplexed. Het is een techniek die vooral gecombineerd wordt met DVB-C, DVB-S en DVB-T en de recentere innovaties (DBV-C2, DVB-S2, DVB-T2) waarmee efficiënter HDTV kan worden verspreid.

Wie enkele tientallen RTV-programma's transcodeert uit een combinatie van satelliet en studio-signalen heeft ongeveer een halve kast vol staan met deze apparatuur. Niet elke leverancier geeft zelfs in leaflets het vermogen op. Maar bij een bekende leverancier als Ericsson is dat 45 Watt voor een 1U hoge transcoder. Een halve kast vol met transcoders verbruikt daarmee ca. 500 Watt (10 apparaten, met tussenruimtes). De conclusie is dat transcoders geen noemenswaardige bijdrage leveren aan het energieverbruik van CDN's

## Backend servers, profile databases en caches/relays

Partijen die hun eigen backend servers voor een Video-on-Demand catalogus inzetten, hebben daar enkele servers nodig om met redundantie een catalogus van 100 TB op te slaan. Daarnaast is er een database-server / webserver nodig voor gebruikersprofielen, navigatie etc. en een aantal caches / relays om de meest populaire programma's op te slaan.

Wij hebben berekend dat de 'centrale opslag behoefte' van deze partijen vergelijkbaar is met die van een partij met een catalogus van tienduizend films en TV-afleveringen. De systemen

zijn daarmee behoorlijk vergelijkbaar qua centrale opslag met een aanbieder als Netflix. Voor het aantal benodigde caches/relays in een netwerk is de vraag dan vooral de populariteit van opslaan, pauzeren en uitgesteld kijken.

De inschattingen voor het energieverbruik, die in de vorige paragraaf voor Netflix zijn uitgewerkt, kan als maat worden gebruikt. Een typische partij in het aansluitnet heeft naast de eigen interactieve tv-platform met back-end en caches, een Netflix cache staan, en caches van bijv. Google (Youtube), Akamai, Amazon Prime, Facebook etc. Op basis van de 940 MWh per jaar voor Netflix, zal het totale verbruik wereldwijd op jaarbasis niet meer dan ca. 10 GWh bedragen.

Het misverstand dat CDN's veel stroom verbruiken lijkt vooral te worden veroorzaakt doordat User Generated Content centraal een totaal andere omvang heeft (beeld en geluidsopslag, database opzoeken) etc. Dat zijn echter gegevens, die bij de grote marktpartijen in de Hyperscale datacenters is gerealiseerd.

De caches van Google zijn er primair voor Youtube, want daar is replicatie en/of viraal gaan een IT-vraagstuk dat gehanteerd moet kunnen worden, en is caching nuttig. Caches zijn er niet bij die partij voor de zoekmachine-dienst, de cloud-dienstverlening van het bedrijf of bijv. Google Maps / Google Earth, dat sterk individueel is.

*User Generated Content* beeld- en geluid wordt door kleine groepen bekeken. Pas als een filmpje of een website 'viraal gaat', wordt het gebruik van Content Distributie Netwerken voor "User Generated Content" of voor websites met veel verkeer en relatief 'statische content', die een CDN-contract hebben relevant.

Bij de geïnterviewde partijen met professionele audio/video is het inzetten van CDN's juist wel zeer relevant, in verband met responstijden en hun grote kijkerspublieken. Maar het machinepark dat daarvoor nodig is, is beperkt in volume, omdat de catalogus professioneel is, en daarmee beperkt.

## Decoders en afspeelapparatuur

Het energieverbruik bij video's en films kijken is het sterkst verbonden aan het beeldscherm in de woonkamer zelf.<sup>43</sup> Hoewel de huiskamer buiten de scope van het onderzoek valt, geven wij ter vergelijking een opgave van het energieverbruik van Belgische huishoudens voor TV kijken.

Bij 5 miljoen huishoudens in België komt het Tv-kijken in het huishouden neer op 730 GWh per jaar<sup>44</sup>. Het jaarverbruik in België van elektriciteit is 80 TWh. Tv-kijken in huishoudens vergt ca. 1% van het totale nationale elektriciteitsverbruik.

Het energieverbruik van 730 GWh per jaar, gedomineerd door de TV-beeldschermen, is dus veel meer dan het verbruik van de centrale servers, databases en caches/relays van 10 GWh per jaar.

---

<sup>43</sup> Zie bijvoorbeeld <https://www.carbontrust.com/resources/carbon-impact-of-video-streaming> en <https://www.iea.org/commentaries/the-carbon-footprint-of-streaming-video-fact-checking-the-headlines>

<sup>44</sup> 365 dagen x 4 uur x 5 mln huishoudens x 100 W = 730 gigawattuur

## 3.6 Conclusies netwerken voor levering van inhoud

### 3.6.1 Wie zijn er actief

Uit de interviews blijkt dat in de markt van netwerken voor het leveren van inhoud op een flink aantal onderdelen er duidelijk enige specialisatie is. Akamai, die CDN-apparatuur tot in de netten van ISP's heeft staan, kan duidelijk op andere prestatie-onderdelen sturen, dan partijen die met CDN's eigenlijk nog een continentale scope hebben (zoals bijv. CloudFront dat vooral voor Amazon Web Services werkt).

Proximus verzorgt deels nog diensten op het vlak van bijv. DDoS protectie, die een aantal CDN's meer of minder incorporeren.

Alle partijen met ISP/operator-diensten hebben in hun netwerk een IPTV/CDN platform

- Telenet
- Proximus
- Orange & VOO (fusie)

Wanneer men aan de zijde van de operators/ISP's kijkt, dan staan daar meerdere partijen naast met een cache, echter voor eigen behoefte en bediening. Voor een stevig deel om peering/backbones te ontlasten.

Genoemd zijn al:

- Akamai
- Netflix
- Google Youtube
- Amazon Prime
- Facebook
- Apple

Van deze partijen is het eigenlijk alleen Akamai een bedrijf dat CDN-diensten levert aan andere partijen. Die andere hebben CDN-apparatuur in netten in België staan vanuit het directe eigenbelang van hun diensten en het minderen van verkeer voor peering en backbones.

Hoewel er door veel partijen van Amazon Web Services gebruik wordt gemaakt, en daar "CloudFront" deels CDN-functies vervult, is duidelijk geworden dat de tot nu toe nogal Continentale Scope van CloudFront, hen als CDN ongeschikt maakt voor degenen met relatief omvangrijk AV-materiaal op sites. Die komen dan bij andere partijen uit. Er waren toch wat verrassingen.

- CloudFlare
- Proximus' platform voor DDoS-mitigatie
- Edgecast
- Lumen
- Disney(+)

CloudFlare verraste, omdat het bedrijf niet genoemd is in interviews, terwijl het toch groot in de markt is. Mogelijk is hun marktsegment toch nog iets te veel "Midden- en Kleinbedrijf" en voor velen iets teveel samenhangt met DDoS-mitigatie.

Dat is direct ook het tweede opvallende punt. Proximus heeft zelf een platform voor DDoS-mitigatie gerealiseerd. Daarmee is het de enige Belgische onderneming, die zich in dit segment begeeft.

Edgecast (voorheen Yahoo) en Lumen zijn partijen, die in tegenstelling tot CloudFront van AWS tot voor kort in "praktisch elke Europese hoofdstad" nog een PoP / platform hebben staan.

Lumen Content Delivery geeft nog steeds op hun eigen website aan in Brussel te opereren.

Echter het beeld uit ons onderzoek is nu dat Lumen de platformen elders heeft staan, en een "dikke pijp" naar Brussel heeft, waar zij dan via peering met de netwerken van de andere partijen verkeer uitwisselen.

Het meest opvallende is ook dat nergens melding is gemaakt van Disney+. Niet aan de zijde van de operators en ook niet aan de zijde van de producenten van inhoud.

### 3.6.2 Energieverbruik CDN's is sterk overschat

Een ander punt waren de vragen over energieverbruik / milieuaspecten.

Netflix heeft duidelijk gemaakt dat de caches van hun CDN's veel stroom verbruiken. Over dat verbruik wordt veel onjuiste informatie verspreid<sup>45</sup>. Zoals hierboven uiteengezet houden wij rekening met een totaal verbruik aan energie voor CDN's van niet meer dan 10 GWh per jaar wereldwijd (manchetberekening: 10 x het berekende verbruik van Netflix) .

Het energieverbruik bij video's en films kijken is het sterkst verbonden aan het beeldscherm in de woonkamer zelf Volgens het Carbon Trust white paper<sup>46</sup> ligt 89% van het energieverbruik van streaming diensten bij apparatuur in het huishouden zelf (home router, set-top box, scherm), terwijl het netwerk 10% en de datacenters (inclusief CDN) 1% bijdragen.

Tenslotte viel op dat groene elektriciteit en milieuaspecten aan de telecom/operator-zijde, en ook bij Netflix een beduidend groter punt van aandacht was, dan aan de zijde van de media-producenten. De fysieke voetafdruk van CDN-bedrijven in België is dermate gering dat geen data beschikbaar is omtrent de milieuaspecten van deze bedrijfstak.

---

<sup>45</sup> Voor een voorbeeld: Zie ook de studie van IEA hierover: [Factcheck: What is the carbon footprint of streaming video on Netflix? - Carbon Brief](#)

<sup>46</sup> <https://www.carbontrust.com/resources/carbon-impact-of-video-streaming>

## 4 Enterprise sector

Bedrijven, instellingen en overheden hebben lang de voorkeur gegeven aan IT in eigen beheer. Dat betekende in de regel ook dat de hardware on-premise, dus in de eigen gebouwen, was ondergebracht. Deze ruimtes worden afwisselend datacenters, rekencentra en serverruimtes genoemd. Een van de vragen van BIPT voor deze rapportage was beter naar deze ruimtes te kijken en de trends in kaart te brengen.

### 4.1 Groepsbijeenkomst BELTUG

De uitdaging waarvoor BIPT en Stratix zich gesteld zagen is dat er geen overzicht bestaat van dergelijke ruimtes in België. Om die reden is BELTUG benaderd. Deze organisatie voor CIO's en technology leiders heeft zich bereid getoond een onlinegesprek te hosten. Uitgenodigd voor deze bijeenkomst zijn alleen de leden uit de private sector die eigen serverruimtes beheren. Aanbieders van externe faciliteiten (datacenters) of vertegenwoordigers uit de publieke sector hebben niet aan de bijeenkomst deelgenomen. De aanwezigen vertegenwoordigden allen de enterprisemarkt. Het KMO-segment was niet aanwezig.

Een virtuele groepsbijeenkomst kent een andere dynamiek dan afzonderlijke interviews omdat de deelnemers ook op elkaar reageren. Het beeld dat op deze manier van de Belgische enterprisemarkt is gekregen sluit goed aan op wat via de interviews al naar voren is gekomen.

### 4.2 Drie opties

De bijeenkomst heeft duidelijk gemaakt dat deze groep gebruikers voor hun dataopslag de keuze heeft tussen drie opties, te weten on-premise, collocatie en de cloud. In alle gevallen acht men een combinatie van twee of drie opties noodzakelijk.

#### 4.2.1 On-premise

De argumenten voor het blijven gebruiken van een on-premise omgeving liggen voor de hand. Compliance, wet- en regelgeving zijn doorslaggevend. Daarbij is door de deelnemers opgemerkt dat de term on-premise wat hen betreft ook kan betekenen dat men een eigen ruimte (zaal of cage) in een collocatie datacenter huurt.

#### 4.2.2 Collocatie datacenter

Wat pleit voor het huren van gewone of afgeschermdde ruimte in een collocatie datacenter zijn kosten en kwaliteit. De deelnemers aan de BELTUG-bijeenkomst hebben aangegeven dat het extern onderbrengen van de IT goedkoper is. Tevens is het de manier om het gebrek aan eigen gekwalificeerd personeel op te lossen.

De kwaliteit van het aanbod wordt omschreven als veel beter dan wat men zelf kan. Het begrip dat in deze context meerdere keren is gebruikt is bedrijfszekerheid. Daarbij hoort wel de kanttekening dat de enterprisemarkt eigenlijk alleen naar de grotere datacenters kijkt. Bij dat type aanbieder van collocatie is het niveau van certificering en voorzieningen gericht op de continuïteit hoger dan bij de kleinere en regionale aanbieders.

### 4.2.3 Cloud

In een aantal gevallen maakt men ook gebruik van de cloud. Opvallend genoeg is als reden meermaals genoemd het ontbreken van een alternatief. De benodigde applicaties zijn uitsluitend als SaaS, dus clouddienst, beschikbaar. Over de kosten van de cloud is aangegeven dat die kunnen tegenvallen. De recente prijsverhogingen die de colocation-datacenters hebben doorgevoerd zijn evenwel nog niet overgenomen door de cloud aanbieders.

### 4.2.4 Spreiding

De enterprise sector verdeelt de IT-behoefte over de verschillende opties. Uitsluitend gebruik maken van de eigen omgeving komt niet meer voor. Men heeft een deel van de workload en data in een extern datacenter staan of in de cloud. Daarnaast is een externe locatie vereist met het oog op de bedrijfscontinuïteit. De spreiding heeft meerdere oorzaken. Sommige applicaties kunnen alleen vanuit de cloud worden gebruikt en andere kunnen, of mogen daar juist niet staan. Spreiding over verschillende soorten platformen is ook onderdeel van een beleid ter verhoging van de business continuïteit, waarbij data en applicaties op meerdere plekken moet staan om in geval van een verstoring te kunnen doorwerken.

## 4.3 Aandacht voor veiligheid

Bij de keuze tussen een externe locatie en een eigen omgeving speelt bedrijfszekerheid een aanzienlijke rol. Door de omvang van de bedrijven en de aard van bedrijfsactiviteiten is men gebonden aan meer verplichtingen op het gebied van bedrijfszekerheid dan het KMO-segment.

Dit verklaart waarom men bekend is met de eisen die gelden voor de opslag van data en het belang van certificeringen. Kritische opmerkingen zijn gemaakt over de exacte locatie van data bij gebruik van cloud providers. De moeilijkheid met dat type bedrijven gedetailleerde afspraken te maken is enkele keren genoemd, ook om aan te geven wanneer colocation een betere optie is.

## 4.4 Aandacht voor duurzaamheid

De aanwezigen kunnen goed verwoorden waarom men voor een bepaalde IT-omgeving kiest en de rol die veiligheid daarbij speelt. Bij het beantwoorden van de vragen over de duurzaamheidsaspecten van die keuzes is dat duidelijk anders. Duurzaamheid in de volle breedte is niet 'top of mind' van de enterprise markt. Hier is dus weer een duidelijke parallel zichtbaar met de aanbodzijde: zolang de afnemers er niet om vragen, zullen de aanbieders het niet opnemen in hun portfolio.

Op de vraag of er groene stroom gebruikt wordt voor de eigen on-premise omgeving volgde een duidelijk antwoord. Dat was ontkennend, met als reden de hogere prijs. Gevraagd naar de omgang met afval waren de antwoorden dat men hardwarecomponenten met data grondig vernietigt vanwege de wetgeving. Recycling is niet aan de orde. Oude hardware beschouwt men als technisch verouderd en daarom is het afval.

Bedrijven in de enterprise sector verwachten dat op uitgebreidere schaal (ESG) over duurzaamheid gerapporteerd moet worden. Het kennisniveau en vooral de benodigde informatie lijkt daar op dit moment nog wel een serieuze horde te zijn.

## 5 Resultaat en Advies

In opdracht van BIPT heeft Stratix de datacenters en CDN's, actief op de Belgische markt, in kaart gebracht. Deze markt en dan vooral als het gaat om datacenters is allesbehalve statisch. De laatste periode is daar het tempo van veranderingen fors toegenomen.

### 5.1 Datacenters

Uit alle gesprekken is naar voren gekomen dat de vraag naar datacenter-diensten sinds 2020 sterk is gegroeid. Daarvoor is niet alleen de pandemie verantwoordelijk. Het Belgische bedrijfsleven heeft langere tijd de kat uit de boom gekeken en is tot de conclusie gekomen dat het beter is de IT geheel of gedeeltelijk buiten de deur te plaatsen.

Die vorm van outsourcing is een belangrijke verklaring voor de groei van de vraag naar datacenterdiensten en het gebruik van hyperscale cloud providers. Dit vertaalt zich in plannen voor nieuwbouw van bestaande aanbieders en de aankondigingen van de komst van nieuwe spelers op de Belgische markt. Met die plannen nemen in de markt de zorgen toe over de beschikbaarheid van voldoende stroom en de concurrentieverhoudingen.

De sector als geheel besteedt, zeker in vergelijking met de buurlanden, weinig aandacht aan het thema duurzaamheid. Een aantal datacenters verricht een bovengemiddelde inspanning door het participeren in een code of conduct die over duurzaamheid gaan. Datacenters die onderdeel zijn van beursgenoteerde bedrijven rapporteren inmiddels over de gehele milieu footprint. Dat is voor sommige niet beursgenoteerde datacenters reden om ook op dit punt actief te worden. Maar daarbij gaat het concreet wel om de drie grootste aanbieders.

Aandacht voor aspecten van veiligheid is wel in ruime mate aanwezig. Elk colocatie datacenter in België geeft op de websites aan welke maatregelen worden getroffen. Certificeringen helpen dat beeld te versterken. Ook hier is echter een nuancering op zijn plaats. Certificeringen zijn momentopnames en de details van de maatregelen zijn buiten de scope van het onderzoek gebleven. Het kan in theorie dus zijn dat de sector minder professioneel en veilig is dan men zich voordoet. Dat scenario is echter minder waarschijnlijk. Berichten over incidenten zijn amper te vinden, terwijl dergelijk nieuws onmogelijk verborgen kan blijven voor de vakpers en concurrentie.

### 5.2 CDN-markt

De markt voor de verschillende CDN-diensten in België is in vergelijking met de datacenters beduidend minder groot. Er is een zeer beperkt aantal servers voor het streamen van content aanwezig op Belgisch grondgebied. Daarbij dient ook hier te worden opgemerkt dat dit een momentopname betreft. De ontwikkelingen rond het aanbod van tv-diensten zullen ertoe leiden dat er meer servers dieper in het netwerk worden geplaatst. Dat wordt vooral gedreven door steeds meer individualisering van kijkgedrag naar on-demand streaming / delay-TV en niet zozeer door verandering in kijktijd per persoon.

Aan de zijde van de producenten / omroepen wordt met een aantal CDN-bedrijven zaken gedaan. Zij kopen bij hen in, voor de onlinedienstverlening. Deze partijen hebben apparatuur deels centraal in Brussel staan en deels binnen de aansluitnetten van Proximus, Telenet – Base, Orange en VOO.

Lineaire radio- en tv-inhoud wordt bij omroepbedrijven door hen in de studio's "opgehaald" voor de aansluitnetten en (interactieve) RTV-diensten en door die laatste met transcoders zelf intern verwerkt.

Een aantal partijen heeft deels caches/relays in de netwerken van de aansluitnet ISP's staan. Deels leveren zij content centraal via een PoP in Brussel of via een zware eigen verbinding vanuit hun machines in Parijs, Frankfurt of Amsterdam. Om te besluiten waar ze caches neerzetten worden trade-off berekeningen gemaakt in samenspraak met de ISP's / partijen met een groot aantal klanten.

Met decentrale caches in aansluitnetten neerzetten of op een PoP in Brussel kan verkeer worden bespaard bij peering. Doordat in Europa veel inhoud, vooral audio/video, per land en taalgebied specifiek is, is de 'winst' vooral te behalen met caches/relays bij grote aansluitnetpartijen.

Professionele inhoud heeft een relatief beperkte omvang qua catalogus en daarmee beperkte centrale opslag. User Generated Content (UGC) vereist juist veel opslag, dat staat echter in de grote Hyperscales van die bedrijven en niet in CDN's. De caches in België van grote UGC partijen als Facebook, Google voor UGC zijn vooral voor opvangen van "viraal gaan" van materiaal van hun gebruikers.

CDN's voor DDoS mitigatie diensten zijn belangrijk, maar slechts één Belgische ondernemer biedt deze dienstverlening aan op basis van een eigen platform in België. Alle andere aangeboden vergelijkbare CDN-diensten staan in het buitenland, bij een cloud-provider of specialist of in een hyperscale datacenter in België. Hyperscales vallen buiten de scope van dit onderzoek.

Voor CDN-diensten kunnen door het grotendeels ontbreken van een fysieke aanwezigheid in België geen algemeen geldende uitspraken gedaan worden over veiligheid en duurzaamheid. Geïnterviewden gaven aan dat bij inkooptrajecten duurzaamheid niet speciaal is gevraagd.

De grote ISP's hebben in hun aansluitnetten CDN-apparatuur staan voor eigen (IP)tv-platformen, Netflix, Akamai, Amazon Prime, Google (Youtube) en Facebook. Soms is er nog een andere genoemd. Kleinere ISP's krijgen via peering (in Brussel) inhoud aangeleverd.

Op basis van de interviews is voor de specifieke apparatuur voor "netwerken voor het leveren van inhoud" het energieverbruik ingeschat. Dit komt neer op ca. 10 GWh (Gigawattuur) per jaar voor geheel België. Hierbij is het elektriciteitsverbruik van Tv-toestellen met ca. 730 GWh per jaar buiten beschouwing gelaten evenals alle telecommunicatie-netwerkapparatuur. In België wordt jaarlijks 80 TWh per jaar aan elektriciteit verbruikt.

## 5.3 Enterprise datacenters

Dat ondernemingen ervoor kiezen niet elke dienst of applicatie buiten de deur te plaatsen, speelt in België net als in andere EU-landen een rol. Compliance en nationale voorschriften belemmeren die migraties. Dat is de hoofdreden waarom grote ondernemingen nog steeds gebruik maken van eigen datacenters. Die groep grote bedrijven met een eigen enterprise datacenter is echter wel beperkt. De aanwezige IT in die gebouwen neemt steeds verder af, omdat er meer in de cloud of colocation-datacenters wordt ondergebracht. Die ontwikkeling

betekent dat het aantal private datacenters verder zal afnemen. Interessant daarbij is te volgen of deze ruimtes blijvend uit de markt genomen of dat ze op enig moment na de overdracht weer als colocation datacenter beschikbaar komen.

## 5.4 Beleid

Parallel aan de ontwikkelingen op de Belgische markt loopt de grotere belangstelling op Europese schaal voor de sector datacenters bij zowel toezichthouders als de publieke opinie. Datacenters waren lange tijd vooral onbekend en bleven daardoor onder de radar. In korte tijd is duidelijk geworden dat ze een omvangrijke voetafdruk kunnen hebben. Dat komt men name door de communicatie over voorgenomen nieuwbouw en uitbreidingen van hyperscalers door de hele EU.

De afhankelijkheid van digitale infrastructuur is niet alleen sinds de pandemie, maar ook door de stijging van grootschalige cybercrime bekend geworden bij een groot publiek. Wat dat betreft is de timing van het onderzoek gunstig. Er is nu een momentopname van de markt die goed kan dienen als uitgangspunt voor de ontwikkeling van beleid dat aansluit bij ontwikkelingen in Europa.

De Europese discussie over het energieverbruik bij "netwerken voor het leveren van inhoud" wordt naar ons beeld sterk beïnvloed door wat oneigenlijke redeneringen. Pas als men alle vaste en mobiele telecomnetwerken tot "een netwerk voor het leveren van inhoud" verklaart en dat verbruik meerekent, wordt het totale verbruik substantieel in vergelijking tot de Tv-toestellen in woningen en andere beeldschermen (laptops, tablets, smartphones etc.). Met caches en relais dieper in ISP-netwerken voor grote verkeersstromen bespaart men op elektriciteit, maar daar zijn trade-offs te berekenen.

## 5.5 Vraag en aanbod bij duurzaamheid gering

Op de Belgische markt staat de aandacht voor duurzaamheid nog in de kinderschoenen. Aanbieders van colocation diensten besteden er weinig aandacht aan, omdat de vraag vanuit de markt te laag is om daar voor de nodige prikkels te zorgen. Ook de enterprise sector toont weinig *sense-of-urgency* over duurzaamheid.

Een aantal datacenters biedt de dienstverlening aan op basis van groene stroom. Dat is positief, maar tegelijk wel het enige punt waar men op let. Alle andere aspecten van duurzaamheid worden niet genoemd of bijgehouden. Typerend daarvoor is dat maar één datacenter in staat was zijn waterverbruik te noemen.

## 5.6 Bewustzijn veiligheid

Bij veiligheid is het verhaal anders. Hier zijn datacenters bekend met de eisen en het stelsel van certificeringen. Of dit volstaat om aan de NIS-2<sup>47</sup> eisen, de concept EC-richtlijnen voor cybersecurity, te gaan voldoen zal nog moeten blijken.

---

<sup>47</sup> In de NIS-2 richtlijn worden eisen geformuleerd om data en IT te beveiligen. Het framework biedt ruimte digitale risico's te elimineren door het treffen van maatregelen volgens het 'pas toe of leg uit' principe.

## 5.7 Advies

Het kennisniveau in de Belgische markt, het geringe aantal prikkels en het beleid dat de Europese Unie op dit moment ontwikkelt in ogenschouw nemend komt Stratix tot het volgende advies voor BIPT.

Het nu al benoemen van parameters waarmee toezicht op datacenters mogelijk is, is nog een brug te ver. De hele markt is in deze fase gebaat bij het verhogen van de kennis. Daar is volgens Stratix een rol weggelegd voor de brancheorganisaties, maar ook voor de toezichthouder.

Tegelijk moet ook goed gekeken worden naar de nieuwe Europese regels, waaronder NIS-2, die consequenties gaan hebben voor publieke en private datacenters en netwerken en de herziening van de Energy Efficiency Directive die een monitoring van het energieverbruik van datacentra zal opleggen.

Het koersen op Europees beleid, in plaats van het nu reeds introduceren van Belgische regels, voorkomt dat België te ver voor de muziek uitloopt of zelfs mogelijk een afwijkende koers inslaat.

Eigen beleid ontwikkelen in een fase waarin lokale markt voor colocatie-datacenters zich in hoog tempo ontwikkelt tot een echte Europese secondary market, kan nadelig uitwerken op het benodigde draagvlak, terwijl dat juist nodig is om met name de focus op duurzaamheid een blijvend hoge plaats op de agenda te laten innemen.

## Annex A Lijst van datacenters in België

	Entiteiten	Aantal gebouwen	Colo gebouwen	colo entiteit	interview	colo interview
<b>Naam / Totalen</b>	19	38	24	12	11	8
<b>Inactief</b>						
Lumen voorheen Level3 / Centurylink	[1]	[1]		1		
Verizon	[1]	0				
<b>Telco</b>						
Orange Mobistar Nossegem	1	4			1	
Telenet – Kabel					1	
Telenet	1	0				
Hostbasket Lochristi (vertical!)		[1]	1			
<b>VOO – kabel</b>					1	
Voo	1	0				
<b>Proximus</b>				1	1	1
Proximus Netcenter	1	1	1			
Proximus Netcenter 2		1	1			
<b>Nieuwe toetreders</b>						
KevlinX Brussels	[1]			1	1	1
AtlasEdge DC Brussels 1&2	1	2	1	1		
<b>InterXion-Digital Realty</b>				1	1	1
Interxion Brussels BRU1	1	3	3			
Interxion BRU 2						
VERIXI Louise DC	1	1				
<b>Etix</b>	1	1	1	1	1	1
Etix BelgiumDC #1						
<b>WDC</b>	1	1		1	1	1
WAL-DC			1			
<b>Antwerp DC</b>	1	3	3	1	1	1
Antwerp-DC						
Brussels-DC						
DC-Vlaanderen						
<b>DC Hasselt</b>	1	2	2	1	1	1
Hasselt DC1						
Hasselt DC2						
<b>Unix Solutions</b>	1	2	2	1		
Unix-Solutions DC Zaventem						
Unix-Solutions DC Leuven						
<b>Datacenter Gent</b>	1	3	3	1		0
DCGent						
DC Oostkamp						
DC Burcht						
<b>LCL groep</b>	1	5	5	1	1	1
LCL Antwerp						
LCL Brussels (Diegem)						
LCL Brussels West						
LCL Wallonia One						
LCL Brussels South						
<b>Verticals</b>						
Smals	1	2				
NMBS	1	2				
Cegeka	1	2				
BNP/IBM	1	2				
BNR	1	1				

## Annex B Algemene begrippenlijst

Agoria	Bedrijvenvereniging Agoria verenigt bijna 2000 technologiebedrijven uit de maakindustrie, de digitale en de telecomsector in België.
ASHRAE	De American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers is de belangrijkste internationale technische organisatie voor normen, standaarden en innovatie op deze onderwerpen.
ASN	Autonomous System Number is de aanduiding voor een deelnetwerk van het internet met een eigen routeringsagenda.
Beltug	Belgian Telecom User Group; de Belgische koepelorganisatie voor CIOs en digital technology leaders.
Caching	Principe waarbij een actuele kopie van veel geraadpleegde data op hardware nabij de netwerk omgeving van de gebruiker wordt geplaatst. Dit verkort de wachttijd voor het binnenhalen van de data en verlaagt het volume en daarmee de kosten van het dataverkeer.
Carrier Neutraal DC	Datacenters waar connectiviteit van meer aanbieders aanwezig is en de klant niet gedwongen is zijn traffic via één bepaalde partij af te wikkelen.
CDN	Content Delivery Network staat voor een netwerk van proxyservers, verspreid over een of meerdere netwerken. Zij zorgen ervoor dat gebruikers snel en zonder vertraging content kunnen binnenhalen. CDN zijn essentieel voor het distribueren van streaming content (tv en audiosignaal) over internet en USG – user generated content. De term wordt ook gehanteerd voor het omschrijven van diensten die op deze basis overlast mitigeren en zo stabiliteit van de netwerken vergroten.
Cloud	Cloud staat voor gevirtualiseerde omgevingen, waarvan de gebruiker capaciteit benut zonder zelf te hoeven investeren in hardware. Inherent aan de cloud is ook dat de dienstverlening standaard op feitelijk gebruik is gebaseerd en dat de gebruiker zelf de capaciteit kan aanpassen (het "Pay Per Use" model).
Cloudopritten	De mogelijkheid met een afgeschermd contact te leggen met de cloudbaanbod van derden. Hierbij kan het zowel gaan als directe verbindingen van werkplekken als die van de eigen (virtuele) servers.
Clusters	In deze rapportage beschrijft de term clusters het verschijnsel dat datacenters op technische en commerciële gronden belang hebben bij een locatie in elkaars nabijheid.
Code Of Conduct	De energie efficiëntie Code of Conduct voor datacenters heeft als doel exploitanten en eigenaars van datacenters te informeren en te stimuleren het energieverbruik op een kosteneffectieve manier te verminderen zonder de bedrijf kritische functie van datacenters te belemmeren. De gedragscode is een vrijwillig initiatief dat door 148 ondernemingen is ondertekend. Zes daarvan hebben een aanwezigheid in België. (Zie ook E3P, het Europese Energie Efficiency Platform)
Colocatie-datacenters	Gebouwen waar voorzieningen voor stroom, koeling en connectiviteit van hardware, al dan niet samen met andere diensten, op huurbasis worden aangeboden.

Datacenter-dichtheid	De relatie tussen het aantal datacenters en het aantal inwoners dan wel ondernemingen in een bepaald gebied.
Ecologische Voetafdruk	In dit geval de druk op het milieu door een datacenter. Die druk bestaat in ieder geval uit het gebruik van niet-groene stroom, water, de productie van warmte en afval in vaste, vloeibare en gasvorm.
Entiteit	In deze rapportage wordt daarmee bedoeld de rechtspersoon die het datacenter exploiteert.
FLAP	Dit staat voor de regio's Frankfurt, Londen, Amsterdam en Parijs. Dat zijn binnen Europa de belangrijkste plekken voor datacenters. Zij gelden als de primaire markt.
Free Air Cooling	Het principe waarbij de ruimte en apparaten in een serverruimte of datacenter worden gekoeld door gefilterde buitenlucht. Deze manier van koeling verbruikt een minimale hoeveelheid stroom en kan het grootste deel van het jaar worden toegepast.
GDPR / AVG	De General Data Protection Regulation (Nederlands: Algemene Verordening Gegevensbescherming) standaardiseert de regels voor de verwerking van persoonsgegevens door particuliere bedrijven en overheidsinstanties in de Europese Unie.
Gescheiden Feed	In datacenters kunnen de serverkasten met een of meerdere feeds van stroom worden voorzien. Een dubbele en gescheiden stroomvoorziening verhoogt de beschikbaarheid van applicaties en data. Een gescheiden feed wordt vaak omschreven als N=2. De manier waarop een datacenter N=2 realiseert varieert echter door het ontbreken van harde definities en normen.
Green Grid	The Green Grid is een non-profit consortium van eindgebruikers, beleidsmakers, technologieleveranciers, facilitaire architecten en nutsbedrijven dat samenwerkt om de hulpbronnenefficiëntie van datacenters te verbeteren.
Groene Stroom	Groene stroom is elektriciteit opgewekt uit duurzame energiebronnen. De meeste datacenters die groene stroom afnemen, garanderen dit door het overleggen van de certificaten van de leveranciers. Eigen groene opwekking speelt nog geen serieuze rol.
Hyperscalers	Hyperscale datacenters zijn integraal onderdeel van het dienstenaanbod van de multinationale cloudproviders. Het datacenter heeft maar één klant, dat is de cloudprovider. Die levert zijn clouddiensten aan de rest van de markt.
IX (Internet Exchange)	Een organisatie die haar leden of klanten een netwerk-platform biedt waarop de aangesloten partijen IP-verkeer met elkaar kunnen uitwisselen.
ISO 9001	Internationale standaard voor kwaliteitsmanagementsystemen.
ISO 27001	Internationale standaard die beschrijft hoe informatiebeveiliging procesmatig ingericht kan worden.
ISO 14001	Internationale standaard met eisen voor een milieumanagementsysteem.
Meet-Me Room	De fysieke locatie in een datacenter waar de glasvezels van carriers binnenkomen en worden omgeleid naar de verschillende gebruikers. Hoe meer carriers er in een datacenter zitten des te omvangrijker is de Meet-Me-Room. Voor het werven van klanten is dit een belangrijk gegeven.
Multi-Tenant Datacenters	Datacenters voor de klanten uit meerdere sectoren en van verschillende bedrijfsomvang.

Nood-stroomvoorzieningen	Verschillende maatregelen om bij uitval van de reguliere stroomvoorziening als datacenter operationeel te blijven.
N=2	Aanduiding voor dubbele, gescheiden feed voor netstroom.
Operationele Techniek (OT)	In datacenters wordt een onderscheid gemaakt tussen de hardware van de klanten (de IT) en de andere installaties. De installaties die bijvoorbeeld nodig zijn voor koeling, blussing en de monitoring van het gebouw worden OT genoemd. Die definitie wijkt af van wat in andere sectoren gangbaar is.
PCI-DSS	Bedrijven die data verwerken die voortkomt uit creditkaart transacties moeten aan de PCI-DSS voorwaarden voldoen. Voor datacenters is een aparte set PCI-DSS regels.
Peering	Peering is het uitwisselen van het verkeer tussen providers, datacenters en netwerken. Bij public peering maakt men gebruik van internet exchanges. Bij directe of private peering is er geen IX nodig en wordt een directe glasvezelverbinding gebruikt.
PoP	Om toegang te krijgen tot het platform van een internet exchange is in het datacenter fysieke hardware van de IX en connectiviteit nodig. Als dit is geïnstalleerd dan is het datacenter een Point of Presence (PoP) binnen de IX-architectuur. De term PoP wordt ook wel gebruikt om de aanwezigheid van een cloudoprit te omschrijven of de beschikbaarheid van andere vormen van connectiviteit.
Primaire Markt	Zie FLAP
PUE	De PUE-waarde zet het totale energieverbruik in een datacenter af tegen het energieverbruik van de IT-infrastructuur in dat datacenter.
Secundaire Markt	Naast een primaire markt is er in Europa ook een secundaire markt. Deze gebieden nemen aan belang toe, onder andere omdat de hyperscalers vandaaruit een regionale footprint willen uitbouwen. De regio Brussel ontwikkelt in meerdere opzichten de karakteristieken van een secundaire markt.
Vertical	Type organisatie dat een hele keten van diensten levert, inclusief de housing van de benodigde hardware vanuit eigen datacenters.

# CONTACT

## Stratix

### **Stratix B.V.**

Villa Looverhoek – Julianalaan 1  
1213 AP Hilversum

Telefoon: +31.35.622 2020  
E-mail: [office@stratix.nl](mailto:office@stratix.nl)  
URL: <http://www.stratix.nl>  
Reg. no.: 57689326  
IBAN: NL85ABNA0513733922  
BIC: ABNANL2A  
VAT: NL8526.92.079.B.01