

An aerial photograph of a village at sunset. The sun is low on the horizon, casting a warm, golden glow over the scene. The sky is filled with soft, orange and yellow clouds. The village below is a mix of residential houses, some with solar panels on their roofs, and a church with a prominent steeple. The houses are surrounded by lush green trees and fields. A road winds through the village, with a few cars visible. The overall atmosphere is peaceful and idyllic.

Vezel:

de meest energie-efficiënte oplossing
voor de bandbreedtebehoeften van Europa

Inhoud

Samenvatting	3
---------------------	---

Onderzoek 1:	<i>"Energieverbruik van telecommunicatienetwerken."</i>	9
	I.B.M.T, Meschede, oktober 2018	

Onderzoek 2:	<i>"Beschouwingen over het energieverbruik van vaste draadloze toegang (FWA)."</i>	10
	I.B.M.T, Meschede, maart 2022	

Onderzoek 3:	<i>"Energie-efficiëntie van glasvezel versus microgolf, mmWave, koper, satelliet en laser voor het transport van de fronthaul en backhaul in 4G en 5G mobiele netwerken."</i>	12
	Politecnico di Milano, januari 2022	

Uitrol van glasvezel in Europa	14
---------------------------------------	----

Woordenlijst	15
---------------------	----

Contactgegevens	16
------------------------	----

Meer informatie

Ga voor de volledige onderzoeken, inclusief gedetailleerde informatie over hoe ze zijn opgezet en uitgevoerd, naar de [website van Europacable](#).

Samenvatting

De enorme groei van het dataverkeer in een steeds meer verbonden Europa leidt tot een grotere vraag naar energie. Er is aanzienlijk meer connectiviteit nodig, terwijl er rekening moet worden gehouden met tijd, kosten en de milieu-impact van energieverbruik.

Met dit witboek wil Europacable, de stem van Europa's toonaangevende draad- en kabelproducenten, de energiebesparende eigenschappen aantonen van connectiviteit via verschillende soorten breedbandtoegangstechnologieën. Het witboek is bedoeld om een aanzet te geven tot een zorgvuldige overweging en beoordeling van de energievereisten van de verschillende technologieën. De bevindingen, gebaseerd op de resultaten van drie studies die in opdracht van Europacable zijn uitgevoerd, tonen duidelijk het energiebesparingspotentieel aan van glasvezelnetwerken in alle praktische en realistische uitrolscenario's voor vaste en draadloze netwerken.

Algemene conclusie

Glasvezel bespaart aanzienlijk energie, vergroot de bandbreedte en draagt bij aan een duurzaam Europa.

Van alle toegangstechnologieën is glasvezel-GPON het meest energie-efficiënt vanwege het relatief lage energieverbruik, de lange levensduur en toekomstbestendigheid.

Glasvezel is de ideale technologie voor Radio Access Networks (RAN) en Cloud Radio Access Networks (C-RAN).

Als het RAN of C-RAN wordt vervezeld, leidt dit tot een verdere energie-efficiëntie van het netwerk. Door glasvezel voor zowel vaste als draadloze verbindingen te gebruiken, is er minder energie nodig en kunnen de investeringskosten aanzienlijk worden verlaagd.

Hoewel de installatie en het gebruik van netwerken verantwoordelijk zijn voor een groot deel van de uitstoot van broeikasgassen in de telecomsector, maakt glasvezel energie-efficiëntie op verschillende gebieden mogelijk: de energie-efficiëntie verbetert bijvoorbeeld en de CO₂-uitstoot is veel lager per overgedragen databit, er is minder koeling nodig en het gebruik van elektronische componenten kan worden verminderd.

Studie 1: "Energieverbruik van telecommunicatienetwerken."

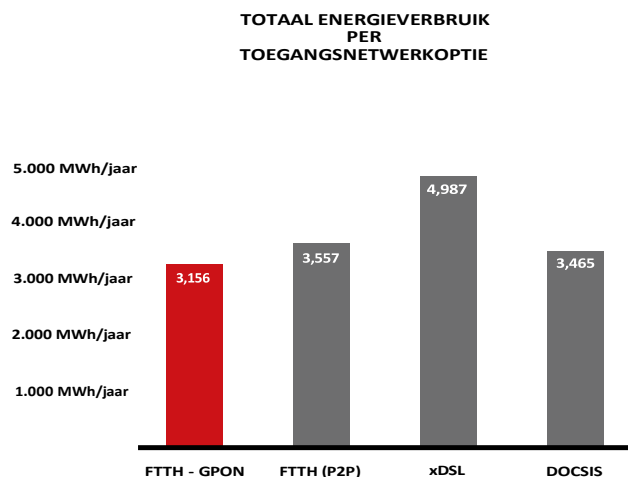
I.B.M.T, Meschede,
oktober 2018

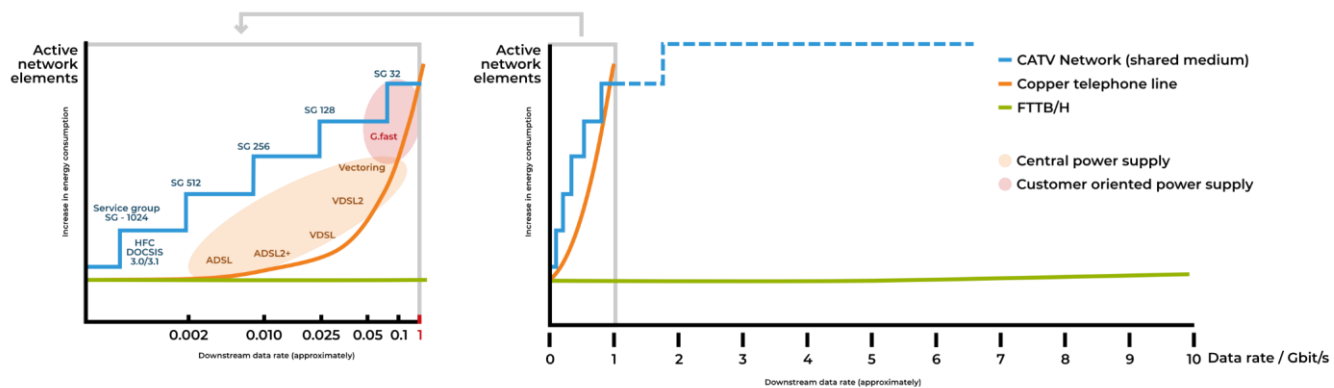
Doel

Het doel van de eerste studie, die in 2018 in opdracht van Europacable werd uitgevoerd, was om de energieverbruikscijfers voor verschillende toegangstechnologieën te vergelijken en de volgende vraag te beantwoorden: "Hoeveel elektrische energie hebben verschillende toegangstechnologieën nodig om elke abonnee in een bepaald gebied minimaal 50 Mbit/s te bieden?".

Belangrijkste conclusie

FTTH GPON verbruikt **3.156 MWh/jaar** en is de meest energie-efficiënte toegangsoptie, met een energieverbruik dat meer dan drie keer lager ligt dan bij Fixed Wireless Access. Bovendien neemt het energieverbruik niet toe naarmate de bandbreedte toeneemt. Bij andere toegangstechnologieën betekent een grotere bandbreedte een hoger energieverbruik. Het energieverbruik van andere vaste toegangstechnologieën is aanzienlijk hoger: **3.557 MWh/jaar** voor FTTH (P2P), **4.987 MWh/jaar** voor xDSL en **3.465 MWh/jaar** voor DOCSIS.





Studie 2: "Beschouwingen over de energie verbruik van vaste draadloze toegang (FWA)".

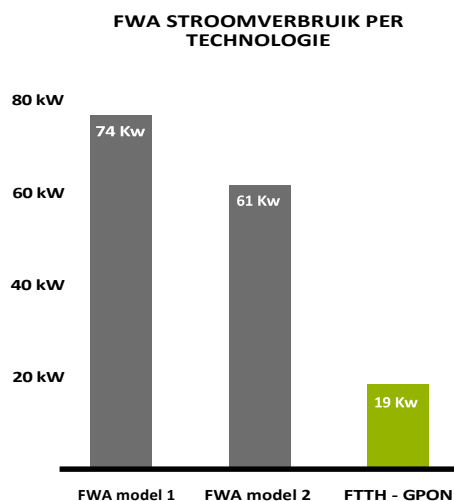
I.B.M.T, Meschede,
maart 2022

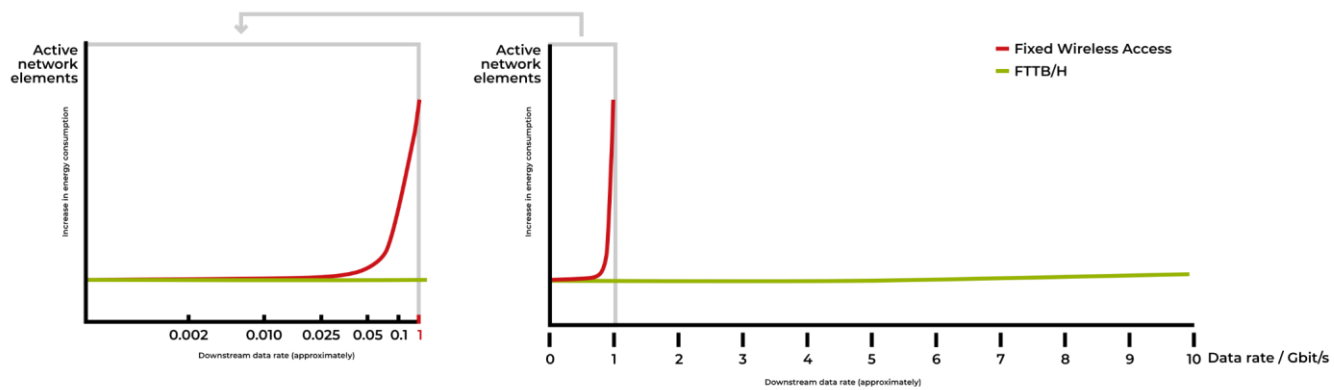
Doel

Na de afronding van studie 1 gaf Europacable opdracht tot een tweede studie om het energieverbruik van Fixed Wireless Access (FWA) in 2022 te onderzoeken. Door het introduceren van radioverbindingen tussen twee vaste punten biedt FWA draadloze breedband aan eindgebruikers.

Belangrijkste conclusie

Het stroomverbruik van FWA is meer dan drie keer zo hoog als dat van FTTH GPON. Het eerste van de twee modellen die in het onderzoek werden gebruikt verbruikt **74 Kw** en het tweede model **61 Kw**, terwijl Fibre GPON slechts **19 Kw** verbruikt.





Studie 3: "Energie-efficiëntie van vezels versus microgolf, mmWave, koper, satelliet en laser voor het transport van de fronthaul en backhaul in 4G en 5G mobiele netwerken."

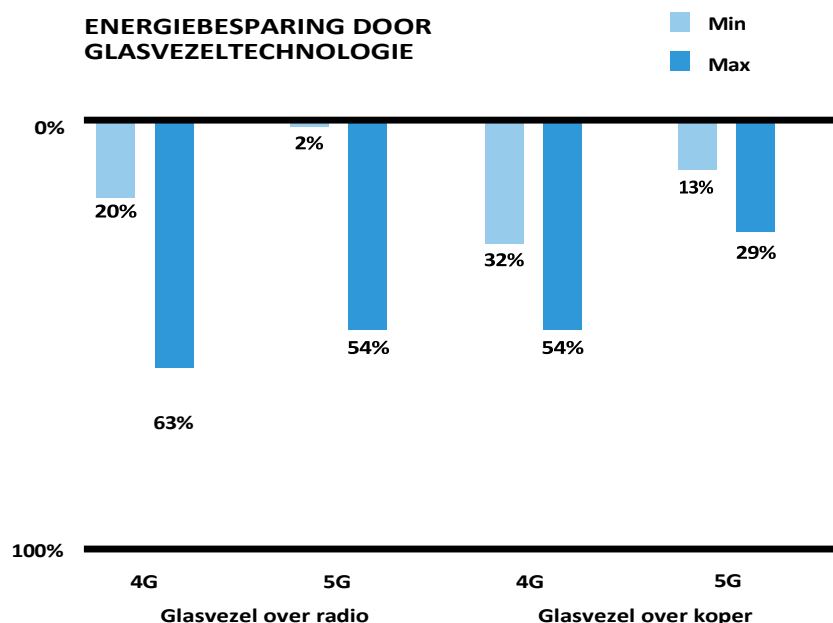
Politecnico di Milano,
januari 2022

Doel

Het doel van de derde studie, die in 2022 in opdracht van Europacable werd uitgevoerd, was om te bepalen welke van de verschillende technologieën die in moderne cellulaire communicatie worden gebruikt om connectiviteit te bieden aan het Network Access Point (NAP), de beste prestaties op het gebied van energieverbruik biedt.

Belangrijkste conclusie

Glasvezel is de optimale technologie voor zowel backhaul als fronthaul in alle beschouwde scenario's en architecturen. Glasvezel levert aanzienlijke energiebesparingen op in alle bestudeerde architectuur- en bevolkingsdichtheidsscenario's.



Zowel 4G als 5G, met winsten tussen **2-45%** (5G Sub-6GHz), **13-54%** (5G mmWave) en **20-63%** (4G) in vergelijking met radioverbindingstechnologie, terwijl in vergelijking met kopervezel het stroomverbruik van een term tussen **32-54%** (4G), **16-22%** (5G) en **13-29%** (5G mmWave) vermindert, afhankelijk van het scenario.

"Energieverbruik van telecommunicatienetwerken."

I.B.M.T, Meschede, oktober 2018

De studie onderzocht het stroomverbruik van vier bekabelde breedbandtoegangstechnologieën.

- **VDSL2-vectoring**
- **DOCSIS 3.0 in HFC-netwerken (hybride glasvezel) op 864 MHz**
- **FTTH - P2P Ethernet**
- **FTTH - GPON**

Elk van deze toegangstechnologieën kan in theorie voldoen aan de gegevenssnelheden die abonnees vragen. Maar welke methode is het beste in een bepaalde situatie? Naast technische specificaties met betrekking tot gegevensoverdrachtprestaties (zoals snelheid en latentie) zijn stroomverbruik en energie-efficiëntie belangrijk bij het nemen van deze beslissing.

Belangrijkste bevindingen

- **In alle bestudeerde stedelijke, landelijke en voorstedelijke scenario's bleek FTTH GPON het meest energie-efficiënte toegangsnetwerk te zijn.**
- Het energieverbruik van FTTH GPON is **meer dan drie keer lager** dan dat van vaste draadloze toegang.
- Het verbruik per hoofd van de bevolking van FTTH GPON ligt tussen **56 kWh/jaar en 88 kWh/jaar**.
- FTTH P2P kan de hoogste (up- en down-) gegevenssnelheden bieden en kan daarom de grootste hoeveelheid gegevens verzenden met het minste stroomverbruik.
- Met het gemiddelde energieverbruik van een woning voor 4 personen als referentie, ligt het energieverbruik van de verschillende toegangstechnologieën tussen **5% en 8%**.
- De prestaties van DSL en FWA zijn bijna identiek.

Het onderzoek toont de superieure energie-efficiëntie van glasvezelnetwerken in vergelijking met alle andere technologieën, inclusief vaste draadloze toegang. Het stroomverbruik van glasvezel in vergelijking met andere oplossingen is meer dan drie keer lager in een breed scala van real-life scenario's, in elke fase van de functionele levensduur. Alle onderzochte toegangstechnologieën vereisen een bepaald aantal netwerkelementen om een bepaald niveau van internettoegang voor abonnees te realiseren. Het aantal actieve netwerkelementen en de netwerkstructuur ontwikkelen zich echter heel anders wanneer de datasnelheid wordt verhoogd. Dit heeft een direct effect op het totale energieverbruik.

"Beschouwingen over het energieverbruik van vaste draadloze toegang (FWA)."

I.B.M.T, Meschede, maart 2022

Naast de vier technologieën die in studie 1 aan bod kwamen, werd ook het energieverbruik van de FWA-technologie bestudeerd, die het laatste deel van de bekabelde verbinding vervangt door een draadloze verbinding.

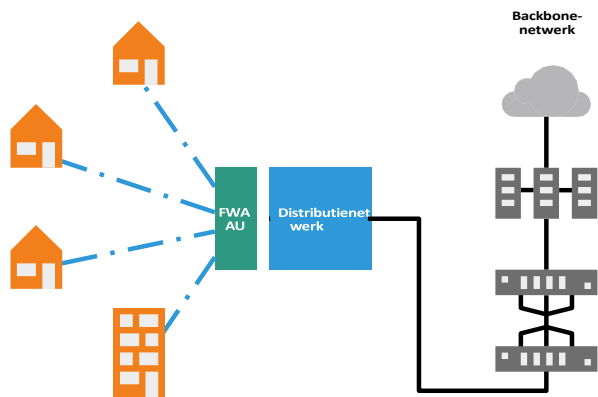
Belangrijkste bevindingen

- Het stroomverbruik van FWA is **drie keer hoger** dan dat van glasvezel-GPON.
- Het stroomverbruik van FWA was **74 Kw (type 1)** of **61 Kw (type 2)**. Met FTTH GPON was dit slechts 19 Kw.

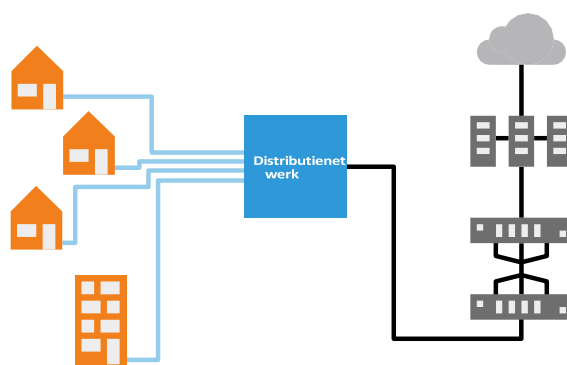
De resultaten voor toegangstechnologieën uit onderzoek 1 en 2 nader bekeken

Het stroomverbruik van de HFC en VDSL2 Vectoring toegangsnetwerken is 1,8 tot 2,2 keer hoger dan dat van FTTH - Point-to-Point en tot 7,5 keer hoger dan dat van het FTTH - GPON toegangsnetwerk. Dit komt grotendeels doordat het aantal vereiste actieve netwerkelementen en locaties aanzienlijk verschilt voor elk toegangsnetwerk. Het HFC-netwerk heeft de meeste actieve netwerkelementen nodig (794 vezelknooppunten en 12 CMTS). Op de tweede plaats komt VDSL2-vectoring (538 actieve straatkasten (DSLAM's) en zes centrale kantoren). FTTH heeft het kleinste aantal actieve netwerkelementen nodig (36 PoPs).

Een bijzonder belangrijk punt: Customer Premises Equipment (CPE) is verantwoordelijk voor meer dan ¾ van het totale stroomverbruik. CPE van het VDSL2-vectoringsnetwerk is het meest energie-efficiënt. De energie-efficiëntie kan aanzienlijk worden verbeterd: door het radiobereik en de afstand tussen locaties te vergroten, kan het aantal FWA-AU's worden verminderd en het aantal abonnees worden verhoogd. Echter, zodra de vereiste datasnelheid per abonnee toeneemt, zijn er meer AU's en mogelijk PoP's nodig.



Draadloos toegangsnetwerk



Bekabeld toegangsnetwerk

"Energie-efficiëntie van glasvezel versus microgolf, mmWave, koper, satelliet en laser voor het transport van de fronthaul en backhaul in 4G en 5G mobiele netwerken."

Politecnico di Milano, januari 2022

In het onderzoek werden zowel 4G- als 5G-netwerken bekeken met alle mogelijke opties die de technologieën kunnen bieden. Opties voor glasvezel-, radio- en koperverbindingen werden onderzocht voor landelijke, stedelijke en voorstedelijke scenario's. De studie toont aan dat glasvezel de optimale technologie is voor zowel backhaul als fronthaul in alle onderzochte scenario's en architecturen. Glasvezel levert aanzienlijke energiebesparingen op in alle onderzochte architectuur- en bevolkingsdichtheidsscenario's.

FIBRE FRONT/BACKHAUL

COPPER/xDSL FRONT/BACKHAUL

POINT TO POINT RADIO FRONT/BACKHAUL met behulp van mmgolf- en microgolffrequenties. Vanaf hier wordt dit 'Radio' genoemd.

Voor 4G en 5G levert glasvezel de beste prestaties op het gebied van energieverbruik in alle beschouwde scenario's in vergelijking met gelijkwaardige technologieën voor backhaul- en fronthaul-toegangsnetwerken. Specifiek voor backhaul zijn de energiebesparingen **21% tot 77%**.

In vergelijking met koper vermindert glasvezel het energieverbruik met **32-54%** (4G), **16-22%** (5G) en **13-29%** (5G mmWave), afhankelijk van het scenario. Ongeacht de celdimensie is glasvezel in elk scenario de meest energie-efficiënte technologie. Als de celdimensie kan worden verkleind, kan glasvezel een energiebesparing van **7% tot 65% opleveren** voor de totale uitrol van het netwerk.

Een glasvezelnetwerk verbruikt respectievelijk **21%, 39% en 36%** minder stroom dan radio in macro-, micro- en femtocelscenario's. Radio verbruikt gemiddeld het meeste stroom, vergelijkbaar met koper. Radio heeft het hoogste gemiddelde verbruik, vergelijkbaar met koper. Glasvezel verbruikt **21%** minder stroom dan radio in een macrocell scenario. Ongeacht het verkeersniveau in het netwerk is glasvezel altijd de winnende technologie, terwijl radio minder efficiënt is.

Wat backhaul betreft, is glasvezel 2 tot 3 keer efficiënter dan radio in macro- en microcelscenario's, waarbij tot **67%** en **54%** stroom wordt bespaard. Glasvezel is ook meer dan 8 keer efficiënter dan zowel radio als koper in femtocel-scenario's, waarbij tot **89%** stroom wordt bespaard.

De resultaten tonen aan dat voor 4G glasvezel de beste prestaties levert op het gebied van energieverbruik in alle beschouwde scenario's, met winsten tussen **20% - 39%** ten opzichte van microgolfftechnologie in macro- en microcelscenario's, met uitschieters tot **63%** ten opzichte van radio in femtocelscenario's. Het gebruik van glasvezel maakt energiebesparingen mogelijk van **54% tot 87%** op de backhaul-implementatie.

Voor 5G-technologie is glasvezel nog steeds de optimale oplossing als het gaat om besparingen op energieverbruik, met een totale vermindering van **2% tot 15%** in macro- en microcellen. Bij femtocellen blijkt het energieverbruik tientallen keren hoger te liggen. Glasvezel maakt een reductie mogelijk van **8% tot 45%** in vergelijking met koper- en microgolfoplossingen.

Uitrol van glasvezel in Europa

Snelle connectiviteit, mogelijk gemaakt door breedbandtechnologie, is essentieel geworden voor een brede waaier van professionele en privédiensten. Breedbandtoegangsnetwerken kunnen gebruikers verbinden met een verscheidenheid aan technologieën, zoals [DSL of DOCSIS](#), en infrastructuren, zoals hybride glasvezelcoaxnetwerken.

Naarmate technologieën zoals 5G, IoT en edge computing blijven groeien, verwachten gebruikers altijd en overal snelle bandbreedte met een lage latency. Dit vereist aanzienlijke hoeveelheden backhaulbekabeling, die eindgebruikers verbindt met glasvezelnetwerken, en netwerkverdichting om een groter aantal toegangspunten te kunnen bieden.

De studies die in dit witboek worden besproken, ondersteunen het idee dat een wijdverspreide invoering van glasvezel kan helpen om de doelstellingen van [het Digitale Kompas](#) van de Europese Commissie te verwezenlijken door groei, banen en concurrentievermogen te bevorderen via gerichte investeringen in infrastructuur. Daarbij wordt geprofiteerd van de vrijwel onbeperkte bandbreedte en energiebesparingen van glasvezel.

Als onderdeel van de digitale ambitie van de EU:

- alle Europese huishoudens moeten tegen 2030 een Gigabit-netwerk hebben
- alle bevolkte gebieden moeten tegen 2030 gedekt zijn door 5G

De Europese Green Deal heeft als doel de EU om te vormen tot een moderne, hulpbronnenefficiënte en concurrerende economie, die ervoor zorgt dat:

- geen netto-uitstoot van broeikasgassen tegen 2050
- economische groei losgekoppeld van het gebruik van hulpbronnen

Om deze doelstellingen te halen, zijn emissiereducties in verschillende sectoren nodig.

Glasvezel maakt de realisatie van uitgebreide hogesnelheidsbreedbandnetwerken mogelijk zonder de milieudoelstellingen, waaronder CO₂-reductiedoelstellingen, in gevaar te brengen. Zoals blijkt uit de studies verbruiken glasvezelnetwerken aanzienlijk minder elektriciteit dan breedbandnetwerken op basis van koper en maken ze energiebesparingen mogelijk, wat bijdraagt aan de tweeledige transitie van Digitaal Europa en de Europese Green Deal.



Woordenlijst

Backhaul

Verbinding tussen mobiel en bekabeld netwerk, waarbij verkeer van celsites wordt verplaatst.

CO / centraal kantoor

Het gebouw waarop abonnees zijn aangesloten op een aansluitnet. Van hieruit wordt een optisch signaal verdeeld over een optisch distributienetwerk.

DOCSIS 3.0 in HFC-netwerken (hybride glasvezel) op 864 MHz

Data Over Cable Service Interface Specification (DOCSIS) maakt gegevensoverdracht met hoge bandbreedte mogelijk via coaxiale kabel die oorspronkelijk werd gebruikt voor kabeltelevisie. DOCSIS 3.0 kan snelheden bereiken tot 340 Mb/s (DOCSIS) of 440 Mb/s (EuroDOCSIS).

Fronthaul

Glasvezelverbinding naar het Cloud Radio Access Network (C-RAN).

FTTH - GPON

Gigabit-Capable Passive Optical Network is een point-to-multipoint infrastructuur die relatief hoge snelheden biedt tegen beperkte kosten. Het signaal gaat door een splitter zodat het door meerdere eindgebruikers kan worden gedeeld.

FTTH - P2P Ethernet

FTTH Point-to-Point (P2P) netwerken bieden één speciale glasvezel aan elke abonnee. Omdat de bandbreedte niet gedeeld wordt, biedt elke poort ononderbroken hoge snelheden.

FWA

FWA verbindt bekabelde infrastructuur met de locatie van de abonnee door de laatste meters te overbruggen via een kosteneffectieve radioverbinding, waardoor investeringen worden verlaagd/uitgesteld en de time-to-market wordt verkort. Radiotechnologieën variëren van WLAN en bedrijfseigen systemen tot 5G.

Knooppunt

Gedeelde netwerkbox: op dit punt worden glasvezelkabels aangesloten op een bundel- en distributiesysteem.

PoP / aanwezigheidspunt

Het interfacepunt tussen communicerende entiteiten, zoals het lokale toegangspunt waarmee gebruikers verbinding kunnen maken met het internet via hun internetprovider (ISP).

VDSL2-vectoring

Very high speed digital subscriber line (VDSL) biedt snellere gegevensoverdracht dan asymmetric digital subscriber line (ADSL). Het werkt over kleinere afstanden met koperdraad. De snelheid neemt af met de afstand.

Europacable zet zich in voor de digitale en groene transitie

Europacable, opgericht in 1991, is de stem van Europa's toonaangevende draad- en kabelproducenten. Onder de leden van Europacable bevinden zich de grootste kabelfabrikanten ter wereld, die wereldwijd technologisch leiderschap bieden, maar ook zeer gespecialiseerde kleine en middelgrote bedrijven uit heel Europa. Het productgamma van onze leden omvat het volledige gamma van energie- en communicatiekabels.

Telecommunicatienetwerken zullen de ruggengraat vormen van de digitalisering van Europa. Glasvezelnetwerken bieden de mogelijkheid om aan de toenemende vraag te voldoen door middel van onbeperkte bandbreedte en het energieverbruik van telecommunicatienetwerken te verminderen door een hogere efficiëntie. Glasvezelnetwerken zijn daarom een kerntechnologie om Europa's Gigabit Society op een efficiënte, duurzame manier te realiseren.

Europacable en de aangesloten bedrijven blijven investeren in onderzoek, ontwikkeling en productie van betrouwbare en energiezuinige glasvezelnetwerktechnologieën in hun vestigingen in heel Europa.

Europacable

58, Rue Marie Bourgogne
B - 1000 Brussel

contact@europacable.eu

<https://europacable.eu>

Europacable is opgenomen in het transparantieregister van de Europese Commissie onder nummer

453103789-92. Europacable is partner van CENELEC.