



Ötödik generációs helyhez kötött hálózatok (F5G); F5G felhasználási esetek Release #2

Felelősségi nyilatkozat

Ezt a dokumentumot az ETSI ötödik generációs helyhez kötött hálózatokkal (F5G) foglalkozó ETSI ipari specifikációs csoport (ISG) készítette és hagyta jóvá, és az ebben az ISG-ben részt vevő tagok véleményét képviseli.
Nem feltétlenül képviseli az ETSI teljes tagságának véleményét.

Hivatkozás

DGR/F5G-008 felhasználási esetekR2

Kulcsszavak

ügyfélhelyiségek, kiberbiztonság, F5G, üvegszál,
ipar, intelligens város, felhasználási eset, X-Haul,
felhasználási esetek

ETSI

650 Route des Lucioles
F-06921 Sophia Antipolis Cedex - FRANCIAORSZÁG

Tel.: +4 92 94 42 00 Fax: +33 4 93 65 47 16

Siret N° 348 623 562 00017 - APE 7112B
Association à but non lucratif enregistrée à la
Sous-Préfecture de Grasse (06) N° w061004871

Fontos értesítés

Ez a dokumentum letölthető a következő
honlapról: <http://www.etsi.org/standards-search>.

Ez a dokumentum elektronikus és/vagy nyomtatott változatban is hozzáférhető. A jelen dokumentum elektronikus és/vagy nyomtatott változatának tartalma az ETSI előzetes írásbeli engedélye nélkül nem módosítható. Az ilyen változatok és/vagy nyomtatott változatok között fennálló vagy vélt tartalmi eltérés esetén az ETSI által kiadott dokumentumnak az a változata az irányadó, amely PDF formátumban nyilvánosan elérhető a www.etsi.org/deliver weboldalon.

A jelen dokumentum felhasználóinak tisztában kell lenniük azzal, hogy a dokumentum felülvizsgálható vagy megváltozhat. Ennek és más ETSI-dokumentumoknak az aktuális állapotáról a <https://portal.etsi.org/TB/ETSIDeliverableStatus.aspx> oldalon található információ.

Ha hibát talál ebben a dokumentumban, kérjük, küldje el észrevételét a következő szolgálatok egyikének:
<https://portal.etsi.org/People/CommitteeSupportStaff.aspx>.

Ha biztonsági rést talál ebben a dokumentumban, kérjük, jelentse azt a Koordinált
sebezhetőségi közzétételi programunkon keresztül:
<https://www.etsi.org/standards/coordinated-vulnerability-disclosure>.

Felelősség kizárásáról és korlátozásáról szóló nyilatkozat

A jelen dokumentumban szereplő információk kizárólag olyan szakembereknek szólnak, akik megfelelő tapasztalattal rendelkeznek ahhoz, hogy megértsék és értelmezzék a tartalmát az általánosan elfogadott mérnöki vagy mérnöki ismeretekkel összhangban.

egyéb szakmai szabványok és alkalmazandó előírások.

A termékekkel és szolgáltatásokkal, illetve az eladókkal kapcsolatban semmilyen ajánlás nem történik, és nem is feltételezhető.

Nem szavatoljuk, hogy ez az átadandó anyag technikailag pontos vagy elégséges, vagy megfelel bármely törvénynek és/vagy kormányzati előírásnak és/vagy szabályozásnak, továbbá nem szavatoljuk az eladhatóságot, a meghatározott célra való alkalmasságot vagy a szellemi tulajdonjogok megsértését.

Az ETSI semmiképpen nem vonható felelősségre a nyereségkiesésért vagy bármely más véletlen vagy következményes kárért.

A jelen dokumentumban található szoftverek "AZONNAL" kerülnek rendelkezésre bocsátásra, kifejezett vagy hallgatóságos garanciák nélkül, beleértve, de nem kizárólagosan, az eladhatóságra, a meghatározott célra való alkalmasságra és a szellemi tulajdonjogok megsértésének tilalmára vonatkozó garanciákat, és az ETSI semmilyen körülmények között nem tehető felelőssé a szoftver használatából vagy használatának lehetetlenségéből eredő vagy azzal kapcsolatos károkért (beleértve, de nem kizárólagosan, a nyereségkiesésből, az üzletmenet megszakításából, az információvesztésből vagy bármely más vagyoni veszteségből eredő károkat).

Szerzői jogi értesítés

A dokumentum egyetlen része sem sokszorosítható vagy hasznosítható semmilyen formában vagy bármilyen eszközzel, elektronikus vagy mechanikus úton, beleértve a fénymásolást és a mikrofilmet is, kivéve az ETSI írásos engedélyével.

A PDF változat tartalma az ETSI írásos engedélye nélkül nem módosítható. A szerzői jog és a fenti korlátozás kiterjed a bármilyen adathordozón történő sokszorosításra.

Tartalomjegyzék

Szellemi tulajdonjogok	
Előszó	
Modális igék terminológiája	
1 Terjedelem.....	
2 Hivatkozások	
2.1 Normatív hivatkozások.....	
2.2 Informatív referenciák.....	
3 A kifejezések, szimbólumok és rövidítések meghatározása	
3.1 Feltételek	
3.2 Szimbólumok	
3.3 Rövidítések.....	
4 Áttekintés.....	
5 A felhasználási esetek kategorizálása	
5.1 Az F5G jellemzőinek vezetése	
5.2 A mindenhová elérhető szálak útjának előkészítése.....	
5.3 Alkalmazási terület perspektíva	
5.4 Felhasználási esetek struktúrája	
6 A felhasználási esetek leírása, 1. kiadás.....	
6.1 Felhasználási eset #1: Felhőalapú virtuális valóság	
6.1.1 Felhasználási kontextus	
6.1.2 A felhasználási eset leírása	
6.1.2.1 Áttekintés	
6.1.2.2 Motiváció	
6.1.2.3 Előfeltételek	
6.1.2.4 A cselekvések operatív folyamata.....	
6.2 Felhasználási eset #2: Magánvonal magas minőségben	
6.2.1 Felhasználási kontextus	
6.2.2 A felhasználási eset leírása	
6.2.2.1 Áttekintés	
6.2.2.1.1 Általános	
6.2.2.1.2 Hálózati komponensek	
6.2.2.1.3 Felhőalapú szolgáltatások	
6.2.2.2 Motiváció	
6.2.2.3 Előfeltételek	
6.2.2.4 A cselekvések operatív folyamata.....	
6.3 3. felhasználási eset: Magánvonal magas minőségben és alacsony költséggel kis- és középvállalkozások számára	
6.3.1 Felhasználási kontextus	
6.3.2 A felhasználási eset leírása	
6.3.2.1 Áttekintés	
6.3.2.2 Motiváció	
6.3.2.3 Előfeltételek	
6.3.2.4 A cselekvések operatív folyamata.....	
6.4 Felhasználási eset #4: Helyszíni szálal hálózatépítés: Száloptika a helyiségig (FTTR)	
6.4.1 Felhasználási kontextus	
6.4.2 A felhasználási eset leírása	
6.4.2.1 Áttekintés	
6.4.2.1.1 Általános	
6.4.2.1.2 FTTR az otthoni hálózathoz	
6.4.2.1.3 FTTR mint az FTTB/C kiterjesztése társasházak és sűrűn lakott területek számára	
6.4.2.1.4 FTTR a kv-k számára	
6.4.2.2 Helyi eszközökre vonatkozó megfontolások.....	
6.4.2.3 Motiváció	
6.4.2.4 Előfeltételek	

6.5	Felhasználási eset #5: Passzív optikai LAN.....	
6.5.1	Felhasználási kontextus	
6.5.2	A felhasználási eset leírása	
6.5.2.1	Áttekintés	
6.5.2.1.1	Általános	
6.5.2.1.2	Hotel.....	
6.5.2.1.3	Stadium	
6.5.2.1.4	Üdülőhely.....	
6.5.2.1.5	Vasutak/autópályák.....	
6.5.2.1.6	Bevásárlóközpont	
6.5.2.2	Motiváció	
6.5.2.3	Előfeltétel.....	
6.6	6. felhasználási eset: PON az ipari gyártáshoz.....	
6.6.1	Felhasználási kontextus	
6.6.2	A felhasználási eset leírása	
6.6.2.1	Áttekintés	
6.6.2.2	Motiváció	
6.6.2.3	Előfeltételek	
6.7	7. felhasználási eset: A PON használata a városi közszolgáltatáshoz	
6.7.1	Felhasználási kontextus	
6.7.2	A felhasználási eset leírása	
6.7.2.1	Áttekintés	
6.7.2.2	Motiváció	
6.7.2.3	Előfeltételek	
6.8	Felhasználási eset #8: Többszörös hozzáférés-összevonás PON-on keresztül	
6.8.1	Felhasználási kontextus	
6.8.2	A felhasználási eset leírása	
6.8.2.1	Áttekintés	
6.8.2.2	Motiváció	
6.8.2.3	Előfeltételek	
6.9	9. felhasználási eset: PON kiterjesztése a hagyományos Ethernet Uplinkre	
6.9.1	Felhasználási kontextus	
6.9.2	A felhasználási eset leírása	
6.9.2.1	Áttekintés	
6.9.2.1.1	Általános	
6.9.2.1.2	DSLAM-ok - kapcsolók - útválasztók	
6.9.2.1.3	Wi-Fi® AP backhaul.....	52
6.9.2.1.4	Videófelügyeleti backhaul.....	
6.9.2.1.5	Általános megfontolások	
6.9.2.2	Motiváció	
6.9.2.3	Előfeltétel.....	
6.10	10. felhasználási eset: Szenárió alapú szélessávú hozzáférés	
6.10.1	Felhasználási kontextus	
6.10.2	A felhasználási eset leírása	
6.10.2.1	Áttekintés	
6.10.2.1.1	Általános.....	
6.10.2.1.2	Szélessávú játék.....	
6.10.2.1.3	Oktatási szélessávú.....	
6.10.2.1.4	Otthoni irodai szélessávú internet.....	
6.10.2.1.5	PON bérelt vonal.....	
6.10.2.2	Motiváció	
6.10.2.3	Előfeltételek	
6.11	11. felhasználási eset: Fokozott forgalomfigyelés és hálózati irányítás az intelligens hozzáférési hálózatban	
6.11.1	Felhasználási kontextus	
6.11.2	A felhasználási eset leírása	
6.11.2.1	Áttekintés	
6.11.2.2	Motiváció	
6.11.2.3	Előfeltételek	
6.11.2.4	A cselekvések operatív folyamata.....	
6.12	12. felhasználási eset: Igény szerinti magas minőségű szállítás valós idejű alkalmazásokhoz	
6.12.1	Felhasználási kontextus	
6.12.2	A felhasználási eset leírása	

6.12.2.1	Áttekintés	
6.12.2.2	Motiváció	
6.12.2.3	Előfeltételek	
6.13	Felhasználási eset #13: Távoli tanúsítás a biztonságos hálózati elemekhez.....	
6.13.1	Felhasználási kontextus	
6.13.2	A felhasználási eset leírása	
6.13.2.1	Áttekintés	
6.13.2.2	Motiváció	
6.13.2.3	Előfeltételek	
6.13.2.4	A cselekvések operatív folyamata.....	
6.14	14. felhasználási eset: Digitalizált ODN/FTTX	
6.14.1	Felhasználási kontextus	
6.14.2	A felhasználási eset leírása	
6.14.2.1	Áttekintés	
6.14.2.2	Motiváció	
6.14.2.3	Előfeltételek	
6.14.2.4	ODN telepítési műveletfolyamat	
7	A használati esetek leírása, 2. kiadás.....	
7.1	15. felhasználási eset: XR-alapú virtuális jelenlét.....	
7.1.1	Felhasználási kontextus	
7.1.2	A felhasználási eset leírása	
7.1.2.1	Áttekintés	
7.1.2.2	Motiváció	
7.2	16. felhasználási eset: Vállalati privát vonali csatlakozás több felhőhöz	
7.2.1	Felhasználási kontextus	
7.2.2	A felhasználási eset leírása	
7.2.2.1	Áttekintés	
7.2.2.1.1	Általános	
7.2.2.1.2	IP-cím kezelése	
7.2.2.1.3	Felhő hozzáférés.....	
7.2.2.1.4	Szeletelés.....	
7.2.2.1.5	Hálózati üzembe helyezés.....	
7.2.2.1.6	Redundancia és védelem	
7.2.2.2	Motiváció	
7.2.2.3	Előfeltétel	
7.2.2.4	A cselekvések operatív folyamata.....	
7.3	Használati eset #17: Prémium otthoni szélessávú kapcsolat több felhőhöz	
7.3.1	Felhasználási kontextus	
7.3.2	A felhasználási eset leírása	
7.3.2.1	Áttekintés	
7.3.2.1.1	Általános	
7.3.2.1.2	Szolgáltató létesítmény.....	
7.3.2.1.3	Hálózati teljesítmény.....	
7.3.2.1.4	Szeletelés.....	
7.3.2.1.5	Redundancia és védelem	
7.3.2.2	Motiváció	
7.3.2.3	Előfeltétel	
7.3.2.4	A cselekvések operatív folyamata.....	
7.4	Felhasználási eset #18: Virtuális zene.....	
7.4.1	Felhasználási kontextus	
7.4.2	A felhasználási eset leírása	
7.4.2.1	Áttekintés	
7.4.2.1.1	Késleltetési követelmények	
7.4.2.1.2	Késleltetési hozzájárulások a végponttól végpontig tartó láncban	
7.4.2.1.3	A hálózati topológia hatása a késleltetési időre	
7.4.2.1.4	Audio és videó csatornák	
7.4.2.1.5	Alkalmazások state-of-the-art	
7.4.2.2	Motiváció	
7.4.2.3	Előfeltétel	
7.5	Használati eset #19: Következő generációs digitális ikrek.....	
7.5.1	Felhasználási kontextus	

7.5.2	A felhasználási eset leírása
7.5.2.1	Áttekintés
7.5.2.1.1	A digitális iker meghatározása
7.5.2.1.2	Következő generációs digitális ikrek
7.5.2.1.3	Tartományok
7.5.2.1.4	F5G hálózati kihívások
7.5.2.2	Motiváció
7.5.2.3	Előfeltételek
7.6	Felhasználási eset #20: Média szállítás
7.6.1	Felhasználási kontextus
7.6.2	A felhasználási eset leírása
7.6.2.1	Áttekintés
7.6.2.2	Motiváció
7.7	Felhasználási eset #21: Edge/Cloud-alapú vizuális ellenőrzés automatikus minőségértékeléshez a gyártás során
7.7.1	Felhasználási kontextus
7.7.2	A felhasználási eset leírása
7.7.2.1	Áttekintés
7.7.2.1.1	Általános
7.7.2.1.2	Videokamerák
7.7.2.1.3	Videóelemzés és számítási erőforrásigény
7.7.2.1.4	Ipari Ethernet a TSN-en keresztül Megközelítés
7.7.2.1.5	Automatizálási vezérlő réteg
7.7.2.2	Motiváció
7.7.2.3	Előfeltétel
7.7.2.4	A cselekvések operatív folyamata
7.8	22. felhasználási eset: Automatizált irányított járművek (AGV) Edge/Cloud-alapú vezérlése
7.8.1	Felhasználási kontextus
7.8.2	A felhasználási eset leírása
7.8.2.1	Áttekintés
7.8.2.1.1	Általános
7.8.2.1.2	Vezeték nélküli hálózati lehetőségek
7.8.2.1.3	Telepítési foratókönyvek
7.8.2.2	Motiváció
7.8.2.3	Előfeltétel
7.9	Felhasználási eset #23: Az orvosi képzőképzés felhőosítása
7.9.1	Felhasználási kontextus
7.9.2	A felhasználási eset leírása
7.9.2.1	Áttekintés
7.9.2.1.1	Általános
7.9.2.1.2	Főbb összetevők és adatáramlások
7.9.2.1.3	Adatbiztonság
7.9.2.1.4	Rugalmas sáv szélesség-kiosztás
7.9.2.2	Motiváció
7.9.2.3	Előfeltételek
7.10	Felhasználási eset #24: F5G az intelligens bányák számára
7.10.1	Felhasználási kontextus
7.10.2	A bányai felhasználási eset leírása
7.10.2.1	Áttekintés
7.10.2.2	Motiváció
7.10.2.3	Előfeltétel
7.11	25. felhasználási eset: Továbbfejlesztett optikai szállítóhálózat az adatközpontok összekapcsolásához
7.11.1	Felhasználási kontextus
7.11.2	A felhasználási eset leírása
7.11.2.1	Áttekintés
7.11.2.1.1	Általános
7.11.2.1.2	AZ DCI
7.11.2.1.3	DCI régió
7.11.2.1.4	Összefoglalt DCI-szükségletek
7.11.2.1.5	Javasolt optikai hálózatfejlesztések
7.11.2.2	Motiváció
7.11.2.3	Előfeltételek
7.11.2.4	A cselekvések operatív folyamata

7.12	Felhasználási eset #26: Továbbfejlesztett pont-pont optikai hozzáférés
7.12.1	Felhasználási kontextus
7.12.2	A felhasználási eset leírása
7.12.1.1	Áttekintés
7.12.2.1.1	Általános.....
7.12.2.1.2	Felügyelet
7.12.2.1.3	Pontról pontra történő kapcsolat elérés.....
7.12.2.1.4	Optikai infrastruktúra üzemeltetése
7.12.2.2	Motiváció
7.13	Felhasználási eset #27: Vidéki forgatókönyvek
7.13.1	Felhasználási kontextus
7.13.2	A felhasználási eset leírása
7.13.2.1	A P2P (Point to Point) megoldások áttekintése.....
7.13.2.1.1	Általános.....
7.13.2.1.2	PON P2P FWL HGW (0-10 ügyfél)
7.13.2.1.3	Vezeték nélküli P2P forgatókönyvek
7.13.2.2	A P2MP (Point to Multi Point) megoldások áttekintése
7.13.2.2.1	Általános.....
7.13.2.2.2	PON P2MP FWL HGW (0-10 ügyfél).....
7.13.2.2.3	Vezeték nélküli P2MP forgatókönyvek.....
7.13.2.3	A szolgáltatások áttekintése
7.13.2.4	Motiváció
7.14	Felhasználási eset #28: Nagy sebességű passzív P2MP hálózati forgalom-összevonás
7.14.1	Felhasználási kontextus
7.14.2	A felhasználási eset leírása
7.14.2.1	Áttekintés
7.14.2.2	Motiváció
7.14.2.3	Előfeltétel.....
7.15	29. felhasználási eset: B2B szolgáltatások összehangolása xPON-hálózatokban.....
7.15.1	Felhasználási kontextus
7.15.2	A felhasználási eset leírása
7.15.2.1	Áttekintés
7.15.2.2	Motiváció
7.15.2.3	Előfeltétel.....
7.15.2.4	A cselekvések operatív folyamata.....
7.16	30. felhasználási eset: Igény szerinti sáv szélesség
7.16.1	Felhasználási kontextus
7.16.2	A felhasználási eset leírása
7.16.2.1	Áttekintés
7.16.2.2	Motiváció
7.16.2.3	Előfeltételek
7.16.2.4	A cselekvések operatív folyamata.....
7.17	31. felhasználási eset: Intelligens optikai kábelkezelés
7.17.1	Felhasználási kontextus
7.17.2	A felhasználási eset leírása
7.17.2.1	Áttekintés
7.17.2.1.1	Általános.....
7.17.2.1.2	A legfontosabb pontok, amelyekkel foglalkozni kell
7.17.2.2	Motiváció
7.17.2.3	Előfeltétel.....
7.17.2.4	A cselekvések operatív folyamata.....
7.18	Felhasználási eset #32: AI-alapú PON optikai útvonal diagnosztika
7.18.1	Felhasználási kontextus
7.18.2	A felhasználási eset leírása
7.18.2.1	Áttekintés
7.18.2.1.1	Aktuális kérdés
7.18.2.1.2	Az AI-alapú PON optikai útvonal diagnózis előnyei.....
7.18.2.1.3	Végrehajtás
7.18.2.2	Motiváció
7.18.2.3	Előfeltételek
7.18.2.4	ODN telepítési műveletfolyamat

Történelem.....

Szellemi tulajdonjogok

Lényeges szabadalmak

Az ETSI-nek bejelentették a normatív eredmények szempontjából lényeges vagy potenciálisan lényeges IPR-eket. Az ilyen alapvető szellemi tulajdonjogokra vonatkozó nyilatkozatok, ha vannak ilyenek, nyilvánosan hozzáférhetők az **ETSI tagjai és nem tagjai** számára, és megtalálhatók az ETSI SR 000 314 dokumentumban: *"Szellemi tulajdonjogok (IPR); az ETSI-szabványok tekintetében az ETSI-hez bejelentett alapvető vagy potenciálisan alapvető szellemi tulajdonjogok"*, amely az ETSI titkárságán érhető el. A legfrissebb frissítések az ETSI webszerverén (<https://ipr.etsi.org/>) érhetők el.

Az ETSI irányelvei, beleértve az ETSI szellemi tulajdonjogokra vonatkozó politikáját is, értelmében az ETSI nem végzett vizsgálatot a szellemi tulajdonjogok lényegességével kapcsolatban, beleértve a szellemi tulajdonjogokra vonatkozó kutatásokat is. Az ETSI SR 000 314-ben (vagy az ETSI webszerverén található frissítésekben) nem hivatkozott egyéb szellemi tulajdonjogok létezésére vonatkozóan nem vállalható garancia, amelyek a jelen dokumentum szempontjából lényegesek, vagy lényegesek lehetnek, vagy lényegessé válhatnak.

Védjegyek

A jelen dokumentum tartalmazhat olyan védjegyeket és/vagy kereskedelmi neveket, amelyeket a tulajdonosok érvényesítenek és/vagy bejegyeztek. Az ETSI nem tart igényt ezek tulajdonjogára, kivéve azokat, amelyek az ETSI tulajdonaként vannak feltüntetve, és nem ad jogot a védjegyek és/vagy kereskedelmi nevek használatára vagy reprodukálására. Az említett védjegyek jelen dokumentumban történő említése nem jelenti az ETSI részéről a védjegyekhez kapcsolódó termékek, szolgáltatások vagy szervezetek jóváhagyását.

A **DECT™**, a **PLUGTESTS™**, az **UMTS™** és az ETSI-logó az ETSI védjegyei, amelyeket az ETSI tagjai javára jegyeztek be. A **3GPP™** és az **LTE™** az ETSI védjegyei, amelyeket a tagok és a 3GPP szervezeti partnerei javára jegyeztek be. A **oneM2M™** logó az ETSI védjegye, amelyet a tagok és a oneM2M partnerek javára jegyeztek be. A **GSM®** és a GSM logó a GSM Association által bejegyzett és tulajdonolt védjegyek.

Előszó

Ezt a csoportjelentést (GR) az ETSI ötödik generációs vezeték nélküli hálózatokkal foglalkozó ipari specifikációs csoportja (ISG) készítette.

Modális igék terminológiája

Ebben a dokumentumban a "**kell**", "**nem kell**", "**lehet**", "**nem szükséges**", "**lesz**", "**nem lesz**", "**lehet**" és "**nem lehet**" szavakat az [ETSI Szerkesztési Szabályzatának](#) 3.2. pontja (A rendelkezések kifejezésére szolgáló szóalakok) szerint kell értelmezni.

A "**kell**" és a "**nem szabad**" kifejezések az ETSI dokumentumaiban **NEM** engedélyezettek, kivéve, ha közvetlen idézésben szerepelnek.

1 Terjedelem

Ez a dokumentum az ötödik generációs vezeték nélküli hálózat (F5G) által lehetővé tett felhasználási eseteket írja le. Ezek a felhasználási esetek magukban foglalják a lakossági, üzleti és vertikális ipari ügyfeleknek nyújtott szolgáltatásokat, valamint az F5G irányításának és teljesítményének optimalizálását szolgáló funkciókat. Ezeket a felhasználási eseteket egy hiányelemzés és egy technológiai tájképelemzés alapjául fogják használni, amelynek célja a megvalósításukhoz szükséges műszaki követelmények meghatározása. A használati esetek azonosítása a vezeték nélküli hálózat architektúrájára és követelményeire gyakorolt hatásuk alapján történik. Az egyes felhasználási esetek kontextusát és leírását ez a dokumentum tartalmazza.

2 Hivatkozások

2.1 Normatív hivatkozások

A normatív hivatkozások ebben a dokumentumban nem alkalmazhatók.

2.2 Informatív referenciák

A hivatkozások vagy konkrétak (a közzététel dátuma és/vagy a kiadás száma vagy a verziószám alapján azonosítva) vagy nem specifikus. A konkrét hivatkozások esetében csak az idézett változat alkalmazandó. A nem konkrét hivatkozások esetében a hivatkozott dokumentum legfrissebb változata (beleértve a módosításokat is) érvényes.

MEGJEGYZÉS: Bár a jelen pontban szereplő hiperhivatkozások a közzététel időpontjában érvényesek voltak, az ETSI nem tudja garantálni azok hosszú távú érvényességét.

A következő hivatkozott dokumentumok nem szükségesek a jelen dokumentum alkalmazásához, de segítséget nyújtanak a felhasználónak egy adott témakör tekintetében.

- [i.1] ETSI GR F5G 001: "Ötödik generációs vezeték nélküli hálózat (F5G); F5G generáció meghatározása Release #1".
 - [i.2] 3GPP TR 38.801: " 3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Study on new radio access technology: Rádió-hozzáférési architektúra és interfészek (14. kiadás)".
 - [i.3] ITU-T G.987 ajánlás: "10 gigabites passzív optikai hálózati rendszerek (XG-PON): Definíciók, rövidítések és rövidítések".
 - [i.4] AIA Global Association for Vision Information: "GiGE Vision 2.1".
 - [i.5] AIA Global Association for Vision Information: "USB3 Vision 1.1".
 - [i.6] IEEE 1588™: " mérő- és vezérlőrendszerek precíziós óraszinkronizációs protokolljának szabványa".
 - [i.7] IEEE 802.1™: "Time-Sensitive Networking (TSN) Task Group".
- MEGJEGYZÉS: Elérhető: <https://1.ieee802.org/tsn/> [hozzáférés: 2018. febr.]
- [i.8] IEEE Std 802.1AS™: "IEEE szabvány a helyi és nagyvárosi hálózatokhoz - Időzítés és szinkronizálás időérzékeny alkalmazásokhoz", 2020. január.
 - [i.9] IEC/IEEE 60802: "D1.2 tervezet, 2020. június.
 - [i.10] PROFIBUS Nutzerorganisation e. V.: "PROFINET System Description: Technológia és Alkalmazás", 2018. novemberi verzió, rendelési szám: 4.132.
 - [i.11] PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.: "PROFINET over TSN Guideline", 1.21. verzió, 2020. június.
 - [i.12] IEC 62541: "OPC egységesített architektúra".

- [i.13] IEC 61131-3: "Programozható vezérlők. 3. rész: Programozási nyelvek".
- [i.14] OPC Foundation, PROFIBUS Nutzerorganisation e.V.: "OPC UA for PROFINET", 1.00 verzió, 2020. január.
- [i.15] ITU-T G.697 ajánlás: "Optikai monitorozás sűrű hullámhosszúság-megosztású multiplexelő rendszerekhez".
- [i.16] IETF RAW: "Reliable and Available Wireless Technologies", Internet Draft, 2021. február.
- [i.17] IETF RAW: "RAW használati esetek", Internet Draft, 2021. február.
- [i.18] IETF RAW: "Requirements for Reliable Wireless Industrial Services", Internet Draft, 2021. március.
- [i.19] 3GPP: "Study on Communication for Automation in Vertical Domains", Műszaki specifikáció (TS) 22.804, 5.3.7 szakasz, 16.3.0 verzió, 2020. július.
- [i.20] 5G ACIA: "Key 5G Use Cases and Requirements From the Viewpoint of Operational Technology Providers", Fehér könyv, 2020. május.
- [i.21] K. Löser: "Fehér könyv, Siemens AG, 2020.
- [i.22] E. Khorov, I. Levitsky, I. F. Akyildiz: "IEEE 802.11be, a Future Wi-Fi 7 jelenlegi állapota és irányai," IEEE Access, vol. 8, pp. 88664-88688, május 2020.
- [i.23] K. L. Bober, S. M. Mana, M. Hinrichs, S. M. Kouhni, C. Kottke, D. Schulz, C. Schmidt, R. Freund, V. Jungnickel: "Distributed Multiuser MIMO for LiFi in Industrial Wireless Applications", Journal of Lightwave Technology, korai hozzáférés, 2021. március.
- [i.24] IEEE 802.11-18/1109r5: "LC Usage Document", 2018. július.
- [i.25] Y. Le, H. Zeng, X. Zhou, N. Deng, S. Megeed, A. Shen, Z. Dong, Z. Feng, T. Chang és X. Liu: "Real-Time Demonstration of an Integrated Metro-Access Network Carrying Live VR Traffic Based on Multi-Carrier Modulation and Simplified Sub-band Coherent Detection", in Optical Fibre Communication Conference (OFC) 2019, paper Th3F.3 (2019).
- [i.26] D. F. Welch: Welch: "Disruption Cycles for Optical Networks: How Point to Multi-Point Coherent Optics can Transform the Cost and Complexity of the Optical Network", in European Conference on Optical Communications 2020, Invited Talk Tu1C-1 (2020).
- [i.27] Optikai Internetes Együttműködési Fórum (OIF): "Implementation agreement 400ZR", 2020. március.
- [i.28] 5G-ACIA fehér könyv (2021): "Az 5G integrálása az időérzékeny hálózatba az ipari kommunikációhoz", közzétette az 5G-ACIA.
- [i.29] Boschert, S., Heinrich, C., Rosen, R. (2018): "Next Generation Digital Twin", Proceedings of TMCE 2018.
- [i.30] Qiuchen Lu, Ajith Kumar Parlikad, Philip Woodall, Gishan Don Ranasinghe, Xiang Xie, Zhenglin Liang, Eirini Konstantinou, James Heaton és Jennifer Schooling (2020): "Dinamikus digitális ikertestvér kialakítása épület- és városszinten: A West Cambridge campus esettanulmánya", Journal of Management in Engineering, 36(3).
- [i.31] ETSI GS F5G 003: "Ötödik generációs helyhez kötött hálózatok (F5G); F5G technológiai tájkép". [i.32] ETSI GS F5G 004: "Ötödik generációs vezetékes hálózat (F5G); F5G hálózati architektúra".
- [i.33] IEEE 802.3br-2016™: "IEEE szabvány az Ethernetre, 5. módosítás: Specifikáció és kezelés paraméterek az expressz forgalom közbeiktatásához".
- [i.34] IEEE Std 802.1CB-2017™: "IEEE-szabvány a helyi és nagyvárosi hálózatokhoz - Keretreplikáció és -elimináció a megbízhatóság érdekében".

MEGJEGYZÉS: Elérhető a <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=8091137> oldalon.

- [i.35] IEEE Std 802.1Qbv-2015™: "IEEE szabvány a helyi és nagyvárosi hálózatokra - Hidak és hídhálózatok - 25. módosítás: Fejlesztések az ütemezett forgalomhoz".
- MEGJEGYZÉS: Elérhető a <https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.1Qbv-2015.html> oldalon.
- [i.36] IEEE Std 802.1Qbu-2016™: "IEEE szabvány a helyi és nagyvárosi hálózatokhoz - Hidak és hídhálózatok - 26. módosítás: Keretelővételi lehetőség".
- MEGJEGYZÉS: Elérhető a <https://standards.ieee.org/findstds/standard/802.1Qbu-2016.html> oldalon.
- [i.37] IEEE Std 802.1AB-2016™: "Station and Media Access Control Connectivity Discovery (meghatározza a Link Layer Discovery Protocol (LLDP) protokollt)".
- MEGJEGYZÉS: Elérhető a <https://ieeexplore.ieee.org/servlet/opac?punumber=7433913> oldalon.

3 A kifejezések, szimbólumok és rövidítések meghatározása

3.1 Feltételek

E dokumentum alkalmazásában a következő fogalmak alkalmazandók:

AI annotáció: az adatok metaadatokkal való címkézése egy gépi tanulási modell képzésének előkészítése céljából.

renderelés: egy 2D vagy 3D modellből számítógépes program segítségével fotorealistikus vagy nem fotorealistikus kép előállításának folyamata.

3.2 Szimbólumok

Üres.

3.3 Rövidítések

A jelen dokumentumban a következő rövidítések használatosak: 6DoFSix

	szabadságfok
	ACAccess Controller
	ACIAAlliance for Connected Industries and
	Automation AggNAggregation Network (Szövetség a hálózatba
	kapcsolt iparágakért és automatizálásért)
	AGVAutomatizált irányított jármű
	Mesterséges intelligencia
	ANAccess Network
	APAccess Point
API	Alkalmazásprogramozási interfész
AR	Kiterjesztett valóság
	ASIASzinkron soros interfész
	ATMAutomata pénztárgép
	AZAvailability Zone
	B2BBusiness to Business
	B2CBusiness to Customer
	BBUBase Band egység
BIP	Bitközi paritás
	BNGBroadband Network Gateway
	CAPEXCAPitális kiadások
	CCTVC Closed Circuit TeleVision (zárt áramkörű távközlés)
	CDNContent Delivery Network
	CECustomer Equipment
	CFPC Form-factor Pluggable
	COCentral Office

	CPEC Ügyfél által használt berendezések
	CPN Customer Premises Network
	CR Computed Radiography
	CR Core Router
	CSP C kommunikációs szolgáltató
CT	Kommunikációs technológia/Computertomográfia
	CUC Központi egység
	CWDM Coarse Wavelength Division
Multiplexing DBA	Dynamic Bandwidth Allocation
(dinamikus	sávszélesség-kiosztás)
	DC Data Központ
DC-GWA	Adatközponti átjáró
	DCI Data Centre Interconnect
	DHCP Dynamic Host Control Protocol
DICOM	(Digitális képalkotás és kommunikáció az
orvostudományban	DIM Dinamikus integritás mérése
	DR Digitális radiográfia
	DSA Digitális szubtrakciós angiográfia
	DSL Digitális előfizetői vonal
	DSLAM Digitális előfizetői vonal
hozzáférési multiplexer	DT Digital Twin
DU	Elosztott egység
	DWDM Dense Wavelength Division
Multiplexing E2E	End to End
	EAU Elektromos aggregációs egység
	EG Enterprise Gateway
	eMBB Elnagyított mobil szélessáv
EMI	Elektromágneses interferencia
	EMS Element Management System
	ERP Enterprise Resource Planning
	EU Európai Unió
	F5 Ötödik generációs vezetékes hálózat
	FAT Fibre Access terminál
FDMA	Frekvenciamegosztásos többszörös
hozzáférés	FEC Első hibajavítás
	FFC Full-Fibre Connection
	FGW Fibre GateWay
Helyi	FIN Fibre hálózat
	FPS First Person Shooter
	FTTB Fibre To The Building
	FTTB/CFibre To The Building/Curb
	FTTC Fibre To The Curb
	FTTH Fibre To The Home
	FTTR Fibre To The Room
	FWL Fixed Wireless Link
	GE Gigabit Ethernet
GiGE Vision®	GiGabit Ethernet Vision
	GIS Geográfiai információs rendszer
	GPON Gigabit-képes passzív optikai
hálózat	GPS Global Positioning System (globális
	helymeghatározó rendszer)
	GPU Grafikus feldolgozó egység
	GRE Garantált megbízható tapasztalat
	GVCP GiGE Vision Control Protocol
	GVSP GiGE Vision Stream protokoll
	HD High Definition
	HDR Nagy dinamikataromány
HDTV	Nagyfelbontású televízió
	HGW Home Gateway
	HIS Hospital információs rendszer
HMD	Head-Mounted-Display
	HMI Human Machine Interface
	HQ Head Quarter
HSI	Nagysebességű internet

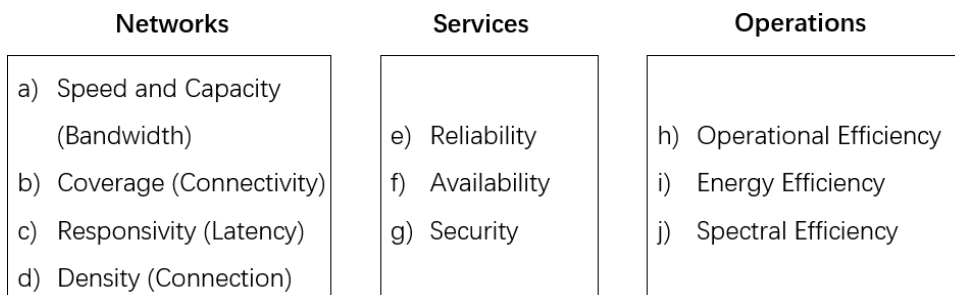
HW	HardWare
IBC	Nemzetközi Műsorszolgáltatási Központ
	ICTInformációs és kommunikációs technológia
	IIoTIndusriális tárgyak internete
	IORIndusriális optikai gyűrű
	IPInternet protokoll
	IPTVInternet Protocol TeleVision
ISPI	Internet szolgáltató
IT	Információs technológia
	LANLocal Area Network (Helyi hálózat)
	LiFiLight hűség
	LoSLine of Sight
	MACMedia hozzáférés-szabályozás
MDUM	Többlakásos lakóegység
	MESManufacturing Execution System
	MLMachine Learning
mMTC	Massive Machine Type
Communication	MOBAMultiplayer Online Battle Aréna
	MOOCMasszív nyílt online kurzus
MPEG	Moving Picture Experts Group (Mozgóképek szakértői csoport)
	MPLSMultiprotokoll címke kapcsolás
	MRMixed Reality
	MRIMágneseles erőforrás képző
MSA	Több forrásból származó megállapodás
MSCO	Multi-Service Connectivity Orchestrator
	MWDMMetro Wavelength Division
Multiplexing	NFVNetwork Functions
Virtualisation	(Hálózati funkciók virtualizálása)
NMS	Hálózatirányítási rendszer
OAO	Office Automation
	OAMMűködés és karbantartás
	ODNOptikai elosztóhálózat
	ODTROptikus időtartománybeli reflexiómérő
	OEHOptical elektromos hibrid kábel
	OLOptikus helyi oszcillátor
	OLTOptikus vonalvégződés
	OMCIONU Kezelési és vezérlő interfész
ONU	Optikai hálózati egység
OPC UA	Nyílt platformú kommunikációs egységes
architektúra	OPCONyílt platformú kommunikáció
	OPEXOperacionális költségek
	OREOptikai gyűrűs vég
	ORHOptikus gyűrűs fej
	ORPOptikus gyűrű passzív
	OSOműködő rendszer
	OSSOperation Support System (Működéstámogató rendszer)
	OTOműködési technológia
	OTDROptikus idő tartományi reflektométer
	OTNOptikai közlekedési hálózat
OXC	Optikai keresztcsatlakozás
P2MP	Point-to-MultiPoint
P2PP	Ontról pontra
	PACSPicture Archiving and Communication
Systems	PCPersonal Computer (személyi számítógép)
	PCCPoint felhő tömörítés
PDM	Polarizáció-megosztásos multiplexelt
	PEProvider Edge
	PET-CTP Pozitronemissziós tomográfia-
Computertomográfia	PLC Programozható logikai vezérlő
	PMPPost Meridiem
PoDP	Szállítási pont
	PoEPower over Ethernet
	POLPasszív optikai LAN

	PON	Passzív optikai hálózat
	PoP	Point of Presence (jelenléti pont)
	PTP	Precise Time Protocol
	QSFP	Quad (4-csatornás) Small Form-factor
Pluggable RA		Távoli igazolás
	RAC	Real Application Cluster
	RAN	Rádió hozzáférési hálózat
	RAW	megbízható és elérhető vezeték nélküli
RFR rádiófrekvencia		
	RFSR	Forrásközpontú szolgáltatások
	RGBD	Red Zöld Kék Mélység
	RIS	Radiológiai információs rendszer
	RN	Remote csomópont
	RRH	Radio távvezérlő fej
	RSSI	Received Signal Strength Indication (Érkezett jelerősségjelzés)
	RTT	Round Utazási idő
	RTU	Remote terminál egység
	RUR	Radio egység
SA		StandAlone
	SCADA	Supervisory Control and Data
Acquisition SDS		Szabványos meghatározás
	SDI	Serial digitális interfész
SDN		Szoftver által meghatározott hálózat
SD-WAN		Szoftveresen definiált széleskörű
hálózat SFPS		kicsi formájú, csatlakoztatható eszköz
SLA		Szolgáltatási szintű megállapodás
	KKV	Kis és középvállalkozások
	SN	Service csomópont interfész
	SRLG	Shared Risk Link Group
	STP	Shielded Twisted Pair
	TC	Transmission Control Protocol
	TDM	Time Division Multiple Address
	TPM	Trusted Platform modul
TSN		Időérzékeny hálózatépítés
	TTM	Time To Market
TV		TeleVision
	TWTT	Cél ébredési idő
	UA	Egységesített architektúra
	UAC	User Application Client
	UAS	User alkalmazáskiszolgáló
	UDP	User Datagram Protocol
	UHD	Ultra High Definition
	UPF	User Plane Function
	URLLC	Ultra-megbízható és alacsony késleltetési
idejű kommunikáció	UTPE	lárményekolatlan csavart érpár
	VAS	Value Added Services (hozzáadott értékű szolgáltatások)
	VLAN	Virtuális helyi hálózat
	VM	Virtuális gép
	VoIP	Voice over Internet Protocol
	VPC	Virtuális privát felhő
	V-PCC	Video codec alapú pontfelhő
tömörítés vPLC		virtuális programozható logikai vezérlő
	VPN	Virtuális magánhálózat
	VR	Virtuális valóság
	VR/AR	Virtuális valóság /
kiterjesztett valóság	VTM	Videó pénztárgép
	VXLAN	Virtuális eXtensible helyi
hálózat WDM		Hullámhossz-multiplexelés
Wi-Fi®		Vezeték nélküli hűség
WLAN		Vezeték nélküli helyi hálózat
	XFP	Gigabit Small Form-factor Pluggable (kis formátumú csatlakoztatható)
XG-PON		10 gigabites passzív optikai hálózat

XGS-PON10-Gigabit-képes szimmetrikus passzív optikai hálózat

4 Áttekintés

Az ETSI GR F5G 001-ben [i.1] leírtak szerint az F5G által meghatározott fő üzleti követelmények az 1. ábrán láthatóak. Ezek különböző dimenziókban javítanak a vezetékes hálózatok korábbi generációihoz képest.



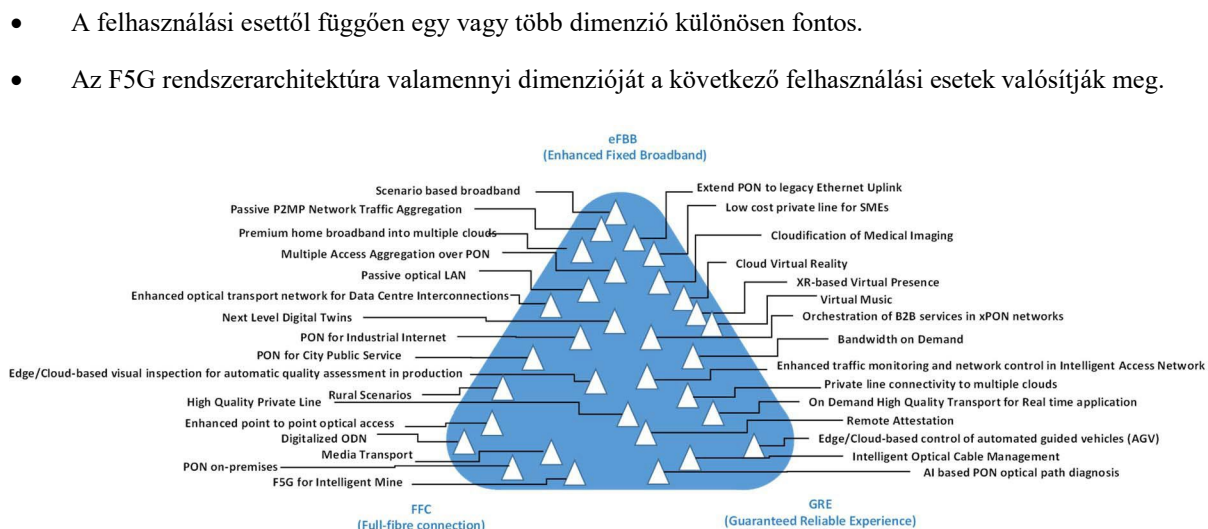
1. ábra: Az F5G-vel szemben támasztott üzleti követelmények a hálózat, a szolgáltatás és az üzemeltetés kategóriákban

Ebben a dokumentumban 32 felhasználási esetet ismertetünk. Az 1. kiadásban 14 használati esetet mutattak be, a 2. kiadás pedig 18 használati esettel bővült, kihasználva az F5G számára meghatározott kulcsfontosságú műszaki jellemzőket. Az egyes felhasználási esetek az 1. ábrán bemutatott 10 követelmény különböző részhalmozát követelhetik meg. További kutatásokkal további használati eseteket lehet meghatározni a jelen dokumentum jövőbeli kiadásában.

5 A felhasználási esetek kategorizálása

5.1 Az F5G jellemzői

A jelen dokumentumban leírt használati esetek a jellemzők három dimenzióját vezérlik, amelyeket az ETSI GR F5G 001 [i.1] a generációs meghatározásokról határoz meg, nevezetesen az eFBB-t (továbbfejlesztett vezetékes szélessáv), az FFC-t (teljes üvegszálás kapcsolat) és a GRE-t (garantált megbízható élmény). A 2. ábra a következőket mutatja:

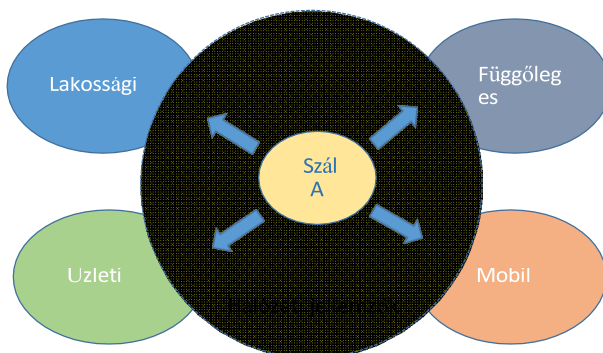


2. ábra: F5G felhasználási esetek (illusztráció)

5.2 A mindenhová elérhető szálak útjának előkészítése

Az F5G kihasználja az üvegszál optikai hálózatok technológiáit, hogy több szegmensben is előnyös legyen, beleértve a lakossági alkalmazásokat, az üzleti alkalmazásokat, a hálózat belső témáit, például a hálózat optimalizálását, valamint az F5G használatát a mobil xHaulhoz, és végül a vertikális iparágakra orientált felhasználási eseteket.

A 3. ábra mutatja a különböző szegmenseket, ahol a mindenhová elérhető optikai szálak alkalmazhatók. A hálózati jellemzőknek nevezett nagyobb kör a hálózati technológiák optimalizálására összpontosít.



3. ábra: Magas szintű szegmensperspektíva

Az 1. táblázat gyors referenciaként összefoglalja a különböző felhasználási eseteket három különböző nézőpontból:

- Az F5G legfontosabb méretei.
- A legfontosabb szegmens és üzleti terület.
- A felhasználási eset fő fókusza - új vagy továbbfejlesztett szolgáltatások, hálózati infrastruktúra és szolgáltatási funkciók vagy a hálózattirányítás és -optimalizálás.

1. táblázat: Felhasználási esetek a fő dimenziókkal, szegmensekkel és fókusszal

USE CASES	Key F5G Dimensions	Key Segment					Key Focus			Clause
		Residential	Business	Mobile	Vertical - Industry	Network features	Service	Network	Management	
Use case #1: Cloud Virtual Reality	GRE	x	x		x		x			6.1
Use case #2: High Quality Private Line	GRE		x				x			6.2
Use case #3: High quality low cost private line for small and medium enterprises	eFBB		x				x			6.3
Use case #4: Fibre on-premises networking: Fibre-to-The-Room (FTTR)	eFBB, FFC	x	x					x		6.4
Use case #5: Passive optical LAN	eFBB, FFC		x					x		6.5
Use case #6: PON for Industrial Manufacturing	GRE, eFBB, FFC				x			x		6.6
Use case #7: Using PON for City Public Service	FFC				x			x		6.7
Use case #8: Multiple Access Aggregation over PON	eFBB, FFC			x		x		x		6.8
Use case #9: Extend PON to legacy Ethernet Uplink	eFBB, FFC					x		x		6.9
Use case #10: Scenario based broadband	eFBB, FFC					x		x		6.10
Use case #11: Enhanced traffic monitoring and network control in Intelligent Access Network	GRE, FFC					x		x		6.11
Use case #12: On Demand High Quality Transport for Real time applications	GRE					x			x	6.12
Use case #13: Remote Attestation for Secured Network Elements	GRE					x			x	6.13
Use case #14: Digitalized ODN/FTTX	eFBB					x			x	6.14
Use case #15: XR-based Virtual Presence	eFBB, GRE	x	x				x			7.1
Use case #16: Enterprise private line connectivity to multiple clouds	GRE		x				x			7.2
Use case #17: Premium home broadband connectivity to multiple clouds	GRE, FFC	x					x			7.3
Use case #18: Virtual Music	eFBB, GRE	x	x				x			7.4
Use case #19: Next Generation Digital Twins	eFBB, GRE				x		x			7.5
Use case #20: Media Transport	eFBB, GRE	x	x		x	x	x			7.6
Use case #21: Edge/Cloud-based visual inspection for automatic quality assessment in production	GRE, FFC				x		x			7.7
Use case #22: Edge/Cloud-based control of automated guided vehicles (AGV)	GRE				x		x			7.8
Use case #23: Cloudification of Medical Imaging	eFBB, GRE		x				x			7.9
Use case #24: F5G for Intelligent Mine	GRE, FFC				x		x			7.10
Use case #25: Enhanced optical transport network for Data Centre Interconnections	eFBB, GRE					x		x		7.11
Use case #26: Enhanced point to point optical access	FFC			x		x		x		7.12
Use case #27: Rural Scenarios	FFC, eFBB					x		x		7.13
Use case #28: High-speed Passive P2MP Network Traffic Aggregation	eFBB, FFC			x		x		x		7.14
Use case #29: Orchestration of B2B services in xPON networks	GRE, eFBB					x			x	7.15
Use case #30: Bandwidth on Demand	GRE	x	x		x				x	7.16
Use case #31: Intelligent Optical Cable Management	GRE, FFC					x			x	7.17
Use case #32: AI-based PON optical path diagnosis	GRE					x			x	7.18

5.3 Alkalmazási terület perspektíva

Az F5G felhasználási esetei az optikai szál hálózatok technológiáit több szegmens javára használják ki. Több témával foglalkozik, amelyek különböző alkalmazási területeken alkalmazhatók. Ezért az egyik felhasználási esethez szükséges funkciók és megoldások más területek számára is előnyösek lehetnek.

Ebben a záradékban a felhasználási eseteket az alkalmazás szempontjából a legerősebb meglévő rokonsági kapcsolatok alapján értékeli. Ezután minden egyes felhasználási esetet egy vagy több alkalmazási kategóriába sorolunk be a 2. táblázatban bemutatottak szerint.

2. táblázat: Felhasználási esetek leképezése alkalmazási kategóriákba

Alkalmazási kategória	Megfelelő felhasználási esetek
Szélessávú hálózat	6.3 3. felhasználási eset: Magánvonal magas minőségű és alacsony költségű kis- és közép vállalkozások számára (6.8 8. felhasználási eset: Többszörös hozzáférés-összevonás PON-on keresztül) (6.9 #9. felhasználási eset: PON kiterjesztése a hagyományos Ethernet Uplinkre) (6.10. #10. felhasználási eset: Scenárióalapú szélessávú hozzáférés) 7.1125. számú felhasználási eset: Továbbfejlesztett optikai szállítói hálózat az adatközpontok összekapcsolásához (7.6 Felhasználási eset #20: Médiaszállítás) 7.9 23. felhasználási eset: Az orvosi képalkotás felhősitása 7. 12A 26. eset: Továbbfejlesztett pont-pont optikai hozzáférés 7.1630. számú felhasználási eset: Igény szerinti sáv szélesség (7.13. számú felhasználási eset: Vidéki forgatókönyvek) 7.1428-as felhasználási eset: Nagy sebességű passzív P2MP hálózati forgalom-összevonás
Ügyfél telephelyi hálózatépítés	6.4 4. felhasználási eset: Helyszíni üvegszál hálózatépítés: Száloptika a helyiségekig (FTTR) (6.5 Felhasználási eset #5: Passzív optikai LAN) (7.9 Felhasználási eset #23: Az orvosi képalkotás felhősitása) 7.3 17. felhasználási eset: Prémium otthoni szélessávú kapcsolat több felhőhöz
Fizikai hálózatépítés	6.1414. felhasználási eset: Digitalizált ODN/FTTX (7.12 26. felhasználási eset: Továbbfejlesztett pont-pont optikai hozzáférés) 7. 13A 27. eset: Vidéki forgatókönyvek 7.1731-es felhasználási eset: Intelligens optikai kábelkezelés (7.1832-es felhasználási eset: AI-alapú PON optikai útvonal diagnosztika)
Magával ragadó élmények	6.1 Felhasználási eset #1: Felhőalapú virtuális valóság 7.1 15. felhasználási eset: XR-alapú virtuális jelenlét 7.4 Felhasználási eset #18: Virtuális zene
Időérzékeny alkalmazások	6.1212. felhasználási eset: Igény szerinti, magas minőségű szállítás valós idejű alkalmazásokhoz (7.9 Felhasználási eset #23: Az orvosi képalkotás felhőalapúvá tétele)
Megbízható kommunikáció	6.2 Felhasználási eset #2: Magánvonal magas minőségben 6. 1313: Távoli tanúsítás biztonságos hálózati elemekhez 7.6 20. felhasználási eset: Médiaszállítás 7.2 A 16. számú felhasználási eset: Vállalati privát vonali csatlakozás több felhőhöz
Nagy sűrűségű végpontok	(6.4 4. felhasználási eset: Helyszíni szál hálózatépítés: Fibre-to-The-Room (FTTR)) (6.5 Felhasználási eset #5: Passzív optikai LAN) 6.7 7. felhasználási eset: A PON használata a városi közszolgáltatáshoz (6.8 Felhasználási eset #8: Többszörös hozzáférés-összevonás PON-on keresztül) (6.9#9. felhasználási eset: PON kiterjesztése a hagyományos Ethernet Uplinkre)
Ipari ökoszisztémák	6.6 6. felhasználási eset: PON az ipari gyártáshoz 7.7 A 21. számú felhasználási eset: Edge/Cloud-alapú vizuális ellenőrzés automatikus minőségértékeléshez a gyártás során 7.8 22. felhasználási eset: Automatizált irányított járművek (AGV) Edge/Cloud-alapú vezérlése 7.1024-es felhasználási eset: F5G az intelligens bányához 7.5 19. felhasználási eset: Következő generációs digitális ikrek
Autonóm hálózatok	(6.10 10. felhasználási eset: Scenárióalapú szélessávú hozzáférés) 6.1111. felhasználási eset: Fokozott forgalomfigyelés és hálózati irányítás az intelligens hozzáférési hálózatban 7.1529. számú felhasználási eset: B2B szolgáltatások összehangolása xPON-hálózatokban (7.17 31. számú felhasználási eset: Intelligens optikai kábelmenedzsmen) (7.18 32. felhasználási eset: AI-alapú PON optikai útvonal diagnosztika)
MEGJEGYZÉS: Az egyenlő több kategóriába sorolt felhasználási eseteket zárójelben jelöljük.	

Az alkalmazási terület alkategóriái a következő jellemzők alapján kerülnek meghatározásra:

- A szélessávú hálózatépítés jellemzője a gigabites csatlakozási képességű szélessávú szolgáltatások használata olyan területeken, mint az online oktatás, az intelligens otthon, a vállalati felhősitás, a kollaboratív munka és a közösségi hálózatépítés.
- Az ügyfél telephelyi hálózatokat többnyire a gigabites kapcsolat használatának igényei határozzák meg az ügyfél telephelyén. A szolgáltatási területek közé tartozik a vezeték nélküli és vezetékös hozzáférés, a

kibővített szélessávú szolgáltatások és az intelligens otthon/üzlet.

- A fizikai hálózatépítést leginkább a fizikai réteg szolgáltatásainak igényei határozzák meg olyan területeken, mint a nagyon nagy pont-pont szállítási kapacitások és a régi rendszerek alacsony szintű szállítási kapacitásai.

- A magával ragadó élményeket leginkább a VR/AR/XR felhasználói élmények használatának igényei határozzák meg az ember és gép közötti interaktív kommunikációs környezetekben, például az egészségügyben, a felhőalapú játékokban és a közösségi hálózatokban.
- Az időérzékeny alkalmazásokat többnyire az időkritikus, alacsony késleltetésű és adatfeldolgozási kapacitásigények biztosítása határozza meg olyan területeken, mint az audio- és videostreaming/feldolgozás, az ipari automatizálás és az egészségügy.
- A megbízható kommunikációt többnyire a szigorú szolgáltatásminőségi követelmények, például a nagyfokú rendelkezésre állás és az adatintegráció igényei határozzák meg a közszolgáltatások, az egészségügy, a valószínű banki szolgáltatások és a kritikus fontosságú alkalmazások területén.
- A nagy sűrűségű végpontokat többnyire a PON-sűrűség növelésének igénye határozza meg olyan területeken, mint a nyilvános helyszínek, adatközpontok, vállalati és lakóépületek, valamint az üzemen kívüli üvegszálás sűrítés.
- Az ipari ökoszisztémákat leginkább az analitika és az intelligens eszközök használatának igényei határozzák meg olyan területeken, mint például az intelligens gyártás a vertikális ágazatokban és iparágakban.
- Az autonóm hálózatokat leginkább a mesterséges intelligencia és az automatizálási technikák használatának igényei határozzák meg olyan területeken, mint a hálózatépítés, a tárgyak internete, az edge computing és az intelligens városi alkalmazások.

Az F5G felhasználási eseteinek jelenlegi kiadása a vezetékes hálózatok új generációja által lehetővé tett szolgáltatások és funkciók sorát tartalmazza, az eFBB (továbbfejlesztett vezetékes szélessávú, FFC (teljes üvegszálás kapcsolat) és GRE (garantált megbízható élmény) jellemzőire támaszkodva. A jövőbeli kiadások a meglévő felhasználási eseteket továbbfejlesztik, és további felhasználási esetekkel egészítik ki.

5.4 Használati esetek struktúrája

Minden egyes felhasználási eset leírása egy előre meghatározott struktúrát követ, amely a következőket tartalmazza:

- A kontextus, amely gyors áttekintést nyújt az érintett alkalmazásról és a kapcsolódó kihívásokról.
- A leírás, amely részletesebb információt nyújt a felhasználási esetről, beleértve a következőket:
 - a) A felhasználási eset áttekintése (mi a felhasználási eset).
 - b) A felhasználási eset motivációja (a felhasználási eset által biztosított előnyök).
 - c) A használati eset előfeltétele (aminek készen kell állnia a használati eset futtatása előtt).

A jelen dokumentum 1. kiadásában már leírt összes felhasználási esetet a 6. pont írja le, míg a 2. kiadásban bevezetett új felhasználási eseteket a 7. pont írja le.

Ezek a felhasználási esetek hozzájárulnak az új architektúra, az új interfészekkel rendelkező új eszközök, az új hálózati topológiák és a fejlett irányítási és optimalizálási képességek követelményeinek meghatározásához, amelyek javítani fogják a következő generációs üvegszálás hálózatok alkalmazási területeit és az élmény minőségét.

6 A felhasználási esetek leírása, 1. kiadás

6.1 Felhasználási eset #1: Felhőalapú virtuális valóság

6.1.1 Felhasználási kontextus

A felhőalapú számítástechnika és a felhőalapú renderelési technológiák alapján a felhőalapú virtuális valóság (VR) alkalmazások nagy mennyiségű adatcserét tesznek lehetővé a terminál és a felhőalapú szerver között. Ez szigorú követelményeket támaszt a hordozóhálózattal szemben (pl. sávszélesség, késleltetés, csomagjitter és csomagvesztés), ami a hordozóhálózati technológia és architektúra korszerűsítését teszi szükségessé. A jelenlegi hálózat képes lehet a Cloud VR korai verzióinak (pl. 4K VR) korlátozott felhasználói élményt nyújtó támogatására, de nem felel meg a Cloud VR nagyszabású, továbbfejlesztett élményt nyújtó telepítésének követelményeinek (pl. interaktív VR-alkalmazások, felhőalapú játékok). Több alkalmazás támogatásához és a magas élményminőség biztosításához sokkal nagyobb elérhető és garantált sávszélességre (pl. > 1 Gbps), alacsonyabb késleltetésre (pl. < 10 ms) és alacsonyabb csomagjitterre (pl. < 5 ms) van szükség.

Ez a felhasználási eset röviden bemutatja a Cloud VR-alkalmazásokat és a vezetékes hálózatok szükséges képességeit.

6.1.2 A felhasználási eset leírása

6.1.2.1 Áttekintés

A Cloud VR a számítást és a VR-renderelést a helyi dedikált hardverről egy megosztott felhőinfrastruktúrára helyezi át. A felhőben renderelt videó- és hangkimeneteket kódolják, tömörítik és gyors és stabil hálózatokon keresztül továbbítják a felhasználói terminálokhoz. Ez ellentétben áll a jelenlegi VR-alkalmazásokkal, ahol a jó felhasználói élmény elsősorban azon múlik, hogy a végfelhasználó drága csúcskategóriás PC-ket vásároljon a helyi VR-rendereléshez. A Cloud VR elősegíti a VR-szolgáltatások népszerűsítését azáltal, hogy lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy élvezhessék a különböző VR-szolgáltatásokat, ahol a renderelés a felhőben történik.

A felhőalapú VR-szolgáltatás élményét számos olyan tényező befolyásolja, amelyek a hálózati tulajdonságokkal (pl. sávszélesség, késleltetés, csomagzavar és csomagvesztés) kapcsolatosak, és amelyek befolyásolhatják a valóságérzetet, az interakciót és az élménylést.

- A valóságérzékelés megköveteli, hogy a hálózat kellően nagy sávszélességet biztosítson.

A valóságérzet a hang és a videó minőségétől függ. A kiváló minőségű videoátvitel nagy hálózati sávszélességet igényel.

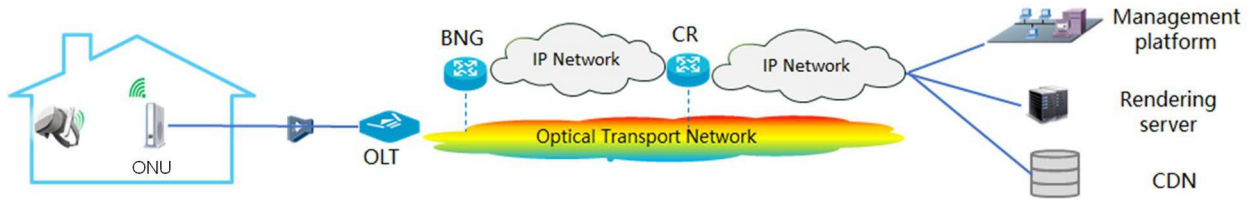
- Az interakció érzete megköveteli, hogy a hálózat kellően alacsony késleltetési időt és alacsony csomagjittert biztosítson.

A Cloud VR a számítást és a renderelést a felhőben valósítja meg. A távoli feldolgozásból származó bármilyen késleltetés veszélyezteti az interakció érzetét, beleértve a betöltés, az átkapcsolás és a joystick műveletek késleltetését. A nagy késleltetés fő hatása a VR-ben az, hogy a felhasználó tengeribeteggé vagy szédültté válik. Vegye figyelembe, hogy a nagy csomagjitter miatt a VR-lejátszás kevésbé lesz egyenletes, és a képkockák torzulhatnak vagy elveszhetnek.

- Az elmerülés érzése nagy sávszélességet, alacsony késleltetést, alacsony csomagzavart és alacsony csomagvesztést igényel.

Az élvezet érzése a VR-szolgáltatás gördülékenységétől függ. Erősen összefügg az olyan tényezőkkel, mint a képkockák befagyása és az artefaktumok. A hálózati teljesítménymutatóknak, például a sávszélességnek, a késleltetésnek és a csomagvesztési aránynak meg kell felelniük a követelményeknek az élvezetes élmény megvalósításához.

A 4. ábra a Cloud VR hálózati architektúra áttekintését mutatja.

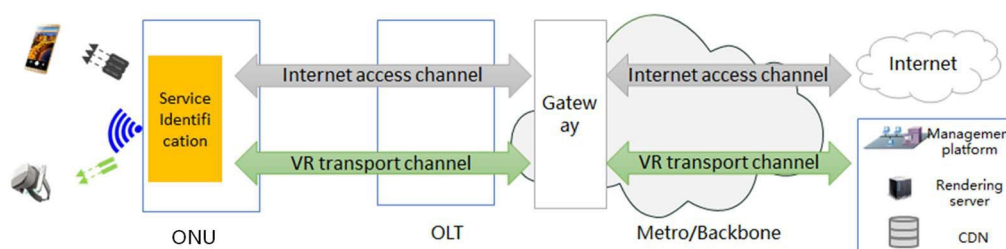


4. ábra: Cloud VR hálózati architektúra

A 4. ábrán látható módon a Cloud VR hordozóhálózat magában foglalja az otthoni hálózatot, a hozzáférési hálózatot, az aggregációs hálózatot, az IP-hálózatot és az optikai szállítóhálózatot, mint infrastruktúrát:

- Az otthoni hálózat Wi-Fi® hozzáférést és hitelesítési lehetőségeket biztosít a Cloud VR-headsetek számára.
- A hozzáférési hálózat biztosítja az optikai szál infrastruktúrát (ODN), aggregálja és feldolgozza az otthoni hálózatokból érkező csomagokat az OLT-n keresztül.
- Az aggregációs hálózat biztosítja az IP-továbbítási funkciót, és a gerinchálózaton keresztül kapcsolódik a Cloud VR menedzsmentplatformhoz, a renderelő szervertől és a CDN-hez.

A Cloud VR szigorú követelményeket támaszt a hálózattal szemben. A szolgáltatás más internetes szolgáltatásokkal együtt is szállítható, azonban ezek az internetes szolgáltatások befolyásolhatják a Cloud VR teljesítményét. A VR-szolgáltatás élményét a jelenlegi IP-továbbítási korlátozások miatt nehéz lenne garantálni. A kiváló VR-élmény biztosítása érdekében a VR-forgalmat egy független csatornán keresztül szállítják, amely garantálja a kívánt teljesítményt, és ezáltal elszigetelődik a meglévő internetes szolgáltatásoktól. Ennek megvalósításához egy ONU azonosítja a Cloud VR forgalmat, és az optikai hálózat által biztosított független csatornára irányítja. A szervertől a Cloud VR-forgalmat ugyanezen a független csatornán keresztül továbbítják. Az 5. ábra általános áttekintést mutat.



5. ábra: Cloud VR szállítás független csatornán

6.1.2.2 Motiváció

A Cloud VR fő jellemzői a felhőalapú renderelés és a VR-tartalomszolgáltatás. A nagy teljesítményű felhőalapú számítási képességek javíthatják a felhasználói élményt, és csökkenthetik a terminálok költségeit és energiafogyasztását, elősegítve a VR Cloud VR-hez való fejlődését, valamint a VR-szolgáltatások gyors népszerűsítését.

A Cloud VR fejlesztésének fő előnyei és hajtóerői a következők:

- A felhasználók VR-költségeinek csökkentése. A Cloud VR-hez a végberendezéseknek csak alapvető funkciókkal kell rendelkezniük.
- A VR-tartalom szerzői jogainak védelme. A pontos tartalomkezelés és -ellátás a felhőben valósítható meg.
- A felhasználói élmény javítása. A Cloud VR javíthatja a logikai számítási és képfeldolgozási képességeket.
- A VR kereskedelmi bevezetésének felgyorsítása. Jelenleg az egy felhasználóra jutó magas költségek, a tartalomhiány, a VR tömeges elterjedésének akadályai a gyenge ökoszisztéma következményei. Miután a VR-szolgáltatás a felhőbe kerül, a felhasználói költségek jelentősen csökkennek, ami a VR-t több háztartásban népszerűsíti, és gazdagítja az emberek VR-élményét. A kiváló minőségű VR-tartalom és a VR kereskedelmi forgatókönyvek tovább fejlődnek.
- A Cloud VR új hozzáadott értékű szolgáltatást és üzletágat jelenthet a szolgáltatók számára a triple play szolgáltatáson túl.

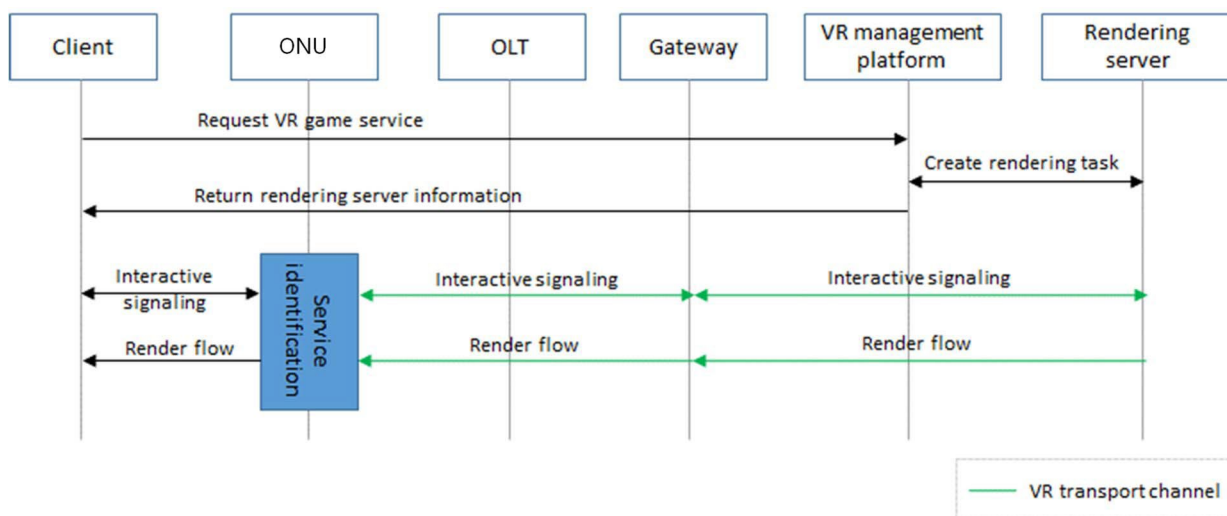
6.1.2.3 Előfeltételek

A műveletek működési folyamata ebben a felhasználási esetben egy független csatornán keresztül mutatja be a Cloud VR szolgáltatás folyamatát, a következő előfeltételekkel:

- A VR-szolgáltatásokat a felhőben telepítik.
- A hordozóhálózat független szállítási csatornákat hozott létre a Cloud VR-szolgáltatások számára.
- Az előfizető előfizetett a Cloud VR szolgáltatásra, és az ONU-n konfigurálták a szolgáltatás azonosítási szabályokat.

6.1.2.4 A cselekvések operatív folyamata

Ez a szakasz egy példát mutat be a kiváló minőségű VR-játékokat lehetővé tevő műveletek működési folyamatára. Lásd a 6. ábrát.



6. ábra: A Cloud VR játékszolgáltatás működési folyamata

- 1) Amikor a felhasználó elindítja a játékot, az ügyfél kérést küld a VR-kezelő platformnak egy játékszolgáltatásra. A VR-kezelő platform visszaküldi a renderelő szervert adatait, miután létrehozta a kért renderelési feladatot. Mivel ezek az ügyfél és a VR-kezelő platform közötti kezdeti jelzések, a legjobb erőforrású hálózaton keresztül továbbíthatók.
- 2) A renderelő szervertel kapcsolatos információk birtokában az ügyfél dedikált kapcsolatot hoz létre a renderelő szervertel az interaktív jelzésekhez. Az interakció során az ONU azonosítja az ügyfél forgalmát, és átvitelre a VR-átviteli csatornára irányítja. A hozzáférési szállítási csatorna az átjáró funkcionális modulon végződik. Az üzemeltető hálózati architektúrájától függően a Gateway funkcionális modul elhelyezkedhet egy BNG-ben (Broadband Network Gateway) vagy az OLT-ben.
- 3) A forgalmat ezután az Aggregációs/maghálózatban lévő Cloud VR szállítási csatornára irányítják. Az üzenetek fogadása után a renderelő szervertel visszajelzést ad az ügyfélnek.
- 4) Amikor a renderelő szervertel megkapja a játékműveleti információkat az ügyféltől, a számítást, a renderelést és a kódolást is magában foglaló feldolgozás után visszaküldi a renderelt videófolyamot.

6.2 Felhasználási eset #2: Magánvonal magas minőségben

6.2.1 Felhasználási kontextus

Bizonyos igényes forgatókönyvek esetén kiváló minőségű magánvonalakra van szükség. A magas minőségű magánvonalak szigorú követelményeket támasztanak a sávszélesség, a késleltetés, a rendelkezésre állás, a biztonság, a felhő elérhetősége, a szolgáltatásnyújtás ideje, valamint a hordozóhálózat üzemeltetése és karbantartása tekintetében. Ez a használati eset röviden bemutatja a szolgáltatás néhány alkalmazását, valamint a hordozóhálózat várható képességeit.

6.2.2 A felhasználási eset leírása

6.2.2.1 Áttekintés

6.2.2.1.1 Általános

A kormányzati intézmények, a pénzügyi szervezetek és az egészségügyi szervezetek kiváló minőségű magánvonalakat igényelnek. Mind a hálózati komponenseknek, mind a felhő komponenseknek meg kell felelniük ennek a magas minőségi követelménynek.

6.2.2.1.2 Hálózati komponensek

- Kormányzati intézmények:

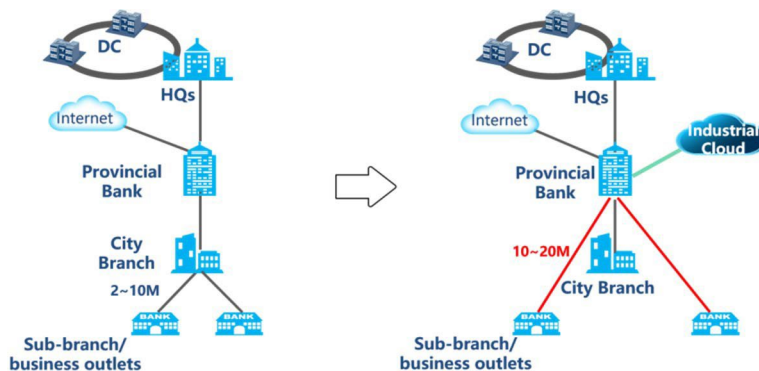
A kormányzati hálózat egyszerre nyújt közszolgáltatásokat és biztosítja a belső irodák forgalmának biztonságát. Ezért kormányzati extranetre és kormányzati intranetre oszlik. A kormányzati extranet fizikailag el van szigetelve a kormányzati intranettól és logikailag az internettől. A kormányzati extranetet elsősorban a közzféra-központú szakmai szolgáltatások működtetésére használják. A kormányzati hálózatnak biztonságosnak és megbízhatónak kell lennie, és rendelkeznie kell a szükséges sáv szélességgel.

- Pénzügyi szervezetek:

A pénzügyi szervezetek közé tartoznak a banki és pénzügyi szolgáltatások:

- a) Banki tevékenység: A digitális átalakulás soha nem látott kihívások elé állította a hagyományos banki üzletágat. Hatalmas nyomást gyakorol az IKT-infrastruktúrára is, amelyek a front-end, a back-end és a hálózat számára erősebb feldolgozási és valós idejű válaszadási képességeket igényelnek.

A bank hierarchikus aggregációs és hozzáférési hálózata egy lapos hozzáférési hálózat felé fejlődik, megszüntetve a másodszintű fiókok aggregációs csomópontjait. Minden körzeti-megyei szintű fiók és ATM közvetlenül kapcsolódik a tartományi szintű fiókokhoz. Ez azt jelenti, hogy kiváló minőségű magánvonalakra van szükség. A bankhálózat architektúrájának alakulását a 7. ábra mutatja.



7. ábra: A bankhálózati architektúra fejlődése

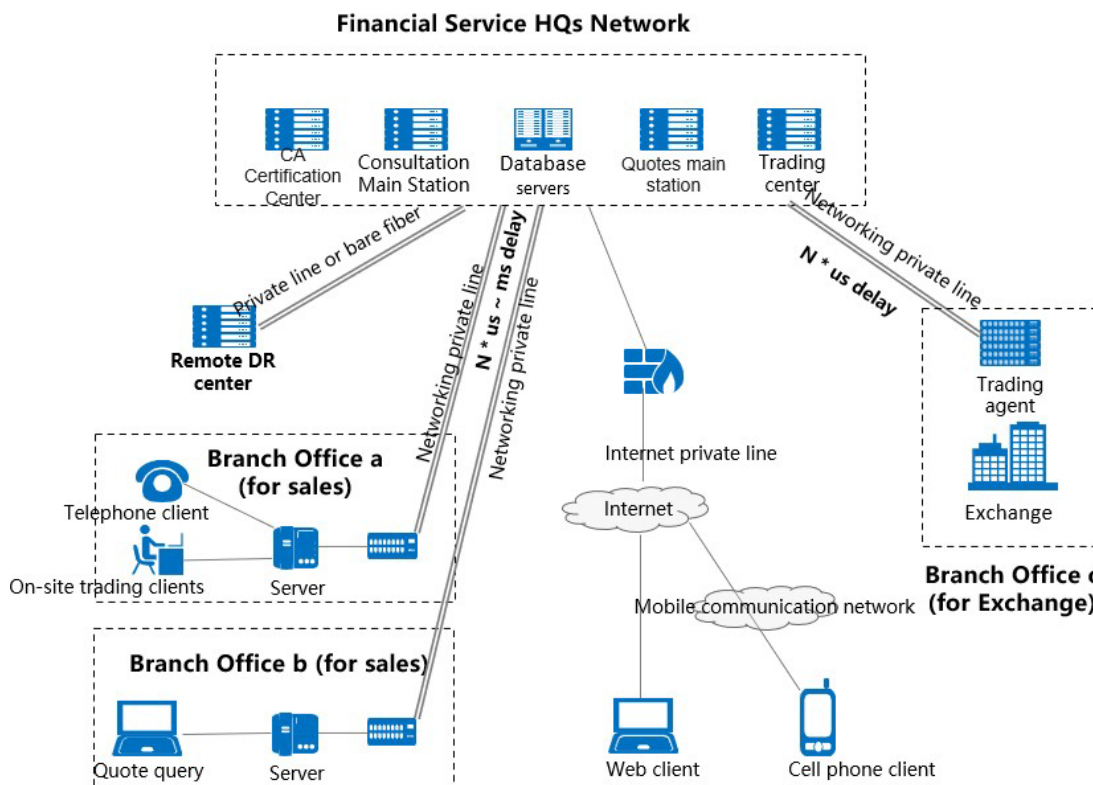
A bank belső hálózata irodai és termelési hálózatra oszlik. Az irodai hálózat szolgáltatásai a következők: OA (Office Automation) rendszer, levelezőrendszer, videokonferencia-rendszer, videómegfigyelő rendszer stb. A termelési hálózat szolgáltatásai közé tartoznak a különböző pénzügyi és banki szolgáltatások. Az ATM-ről a VTM-re való áttéréssel és az arcfelismerő és a HD-videó alkalmazások folyamatos népszerűsítésével a tartományi fiókok kapcsolatainak sáv szélessége a következő értékekről bővül

2 ~ 10 Mbps és 10 ~ 20 Mbps között. Feltételezve, hogy nagyszámú alágazat csatlakozik egy tartományi ághoz, az összes ilyen kiváló minőségű magánvonalas kapcsolat teljes sáv szélessége eléri a több Gbps-ot.

A bank adatközpontja jellemzően geo-redundáns. Az e központok közötti magánvonalak nagy sáv szélességet és alacsony késleltetést igényelnek.

A banki szolgáltatások biztonságos és megbízható hálózatokat igényelnek, amelyek fizikailag el vannak szigetelve a többi hálózati felhasználótól.

- b) A pénzügyi szolgáltatások általában központokkal és adatfeldolgozó központokkal, valamint földrajzilag elosztott fiókirodákkal rendelkeznek. Annak érdekében, hogy a kereskedelmi órák alatt a munka zavartalan legyen, minden fiókiroda redundáns összeköttetéssel rendelkezik a központhoz. Magán a központon belül is vannak redundáns kapcsolatok. Egy tipikus pénzügyi szolgáltatási hálózati architektúra a 8. ábrán látható.



8. ábra: A pénzügyi szolgáltatások tipikus hálózati architektúrája

A Hub & Spoke a pénzügyi szolgáltatások tipikus hálózati topológiája. Minden telephelyet a központ kezel, és a tranzakciók és a piaci lekérdezések feldolgozása a központon keresztül történik.

Jellemzően magánvonalakat használnak a fiókirodák és a központok közötti adatcserére, valamint a központ és a tőzsdék közötti adatcserére.

A központi hálózat egy irodai és egy termelési hálózatra oszlik:

- Az irodahálózat csak a nem pénzügyi szolgáltatásokat támogatja. A biztonsági szintje viszonylag alacsony. Ezért csatlakoztatható az internethez.
- A termelési hálózat által nyújtott szolgáltatások közé tartozik: a fiókok és a központ közötti kommunikáció; valamint a központ és a tőzsdék közötti kommunikáció a megbízások és a piaci lekérdezések tekintetében. A termelési hálózat biztonsági szintje nagyon magas. Ezért a termelési hálózatot mind az irodai hálózattól, mind az internettől el kell szigetelni.

A hálózati késedelem közvetlenül befolyásolja a piaci lekérdezés sebességét és hatékonyságát, valamint a tranzakciók megbízhatóságát. Egyes szolgáltatók olyan pénzügyi magánhálózatok kiépítésébe kezdtek, amelyek a késleltetési mutatók alapján végzik az útvonalválasztást és a késleltetés optimalizálását. Ezek a hálózatok nagyon alacsony, stabil késleltetést biztosítanak a kereskedési tranzakciókhoz, elősegítve a gyorsabb tranzakciókat.

- Orvosi szervezetek:

A különböző típusú egészségügyi intézményeknek minden szinten szükségük van a hálózat használatára olyan szolgáltatásokhoz, mint a távoli orvosi ellátás, az online rendelés, a fizetés, a diagnózis és a kezelési jelentés lekérdezése. Ezenkívül orvosi információk megosztására szolgáló szolgáltatási platformra van szükség, beleértve az orvosi képeket, egészségügyi nyilvántartásokat, jelentéseket, az orvosi adatok kórházak és más orvosi szervezetek közötti megosztásához és cseréjéhez. Nagy mennyiségű orvosi képadatot kell feltölteni és letölteni egy bizonyos időn belül, ehhez stabil, nagy sáv szélességű magánvonalra van szükség.

6.2.2.1.3 Felhőalapú szolgáltatások

A vállalati digitalizációval a vállalati felhőszolgáltatások tovább bővülnek a közös irodai folyamatoktól és a dokumentumkezeléstől az alapvető termelési szolgáltatásokig, például az időérzékeny szolgáltatásokig, valamint a szabályozási és pénzügyi adatok felhőalapú gyűjtéséig. Ez magasabb minőségi követelményeket támaszt a felhőalapú magánvonalakkal szemben. A felhőalapú erőforrásokat kizárólag a szervezetek használhatják a nagyobb biztonság és teljesítmény érdekében.

A kockázat csökkentése és a költséghatékonyság érdekében a legtöbb vállalat több felhőszolgáltatót használ. Ez lehetővé teszi számukra, hogy az alkalmazás alapján válasszák ki a szolgáltatót.

- Orvosi felhő:

A helyben lévő eszközök csökkentése érdekében számos orvosi egyesület a helyben lévő adatközpontokból a felhőbe helyezi át alkalmazásait. Az egészségügyi szervezetek által használt felhő ipárspecifikus, és a kórházi PACS (Picture Archiving and Communication Systems) és HIS (Hospital Information System) rendszerek a tipikus, lehetőleg a felhőben telepített alkalmazások.

A PACS nagyszámú nagy felbontású orvosi képet tölt fel az orvosi felhőbe, és az orvosok orvosi képeket töltenek le a felhőből felülvizsgálat céljából. Az orvosi képalkotás adatmennyisége nagyon nagy, ami általában 1 Gits/s-nál nagyobb sebességet igényel a feltöltés és letöltés jó élményének biztosítása érdekében. A képeket hónapokig vagy akár évekig kell tárolni a felhőben, ami megköveteli, hogy az orvosi felhő nagy tárolási mennyiséget és nagy megbízhatóságot támogasson.

A HIS a beteg diagnosztikájának és kezelési adatainak rögzítésére szolgál. Ezek az információk rendkívül bizalmasak, és az egészségügyi intézményektől az orvosi felhőig külön hálózatot igényelnek a biztonságos átvitel támogatásához, amely elkülöníti az orvosi információkat a többi adattól.

- Irodák vékony kliensekkel (Cloud Desktop):

A vállalatok a felhőalapú asztali gépeket az eszközök csökkentésére használják, mivel csak a vékony terminálokat és kijelzőket tartják helyben, és az összes számítási és tárolási erőforrást az irodából a felhőbe költöztetik. Az asztali felhőhöz való helybeni terminálos hozzáférés minőségi élményének garantálásához szükséges, hogy az iroda és a felhő közötti kapcsolat RTT (Round Trip Time) 30 ms-on belül maradjon, és a csomagvesztési arány kevesebb mint 0,1 % legyen. Ehhez kiváló minőségű dedikált hálózatra van szükség a vállalattól a felhőig.

- Pénzügyi felhő:

A pénzügyi vállalkozásoknak nagyfokú biztonságra és megbízhatóságra van szükségük. Az ilyen követelmények teljesítéséhez gyakran saját DC-ken futó privát vagy saját felhőket használnak. A vállalat és a felhő között nagy biztonságú privát vonalakra van szükség. A pénzügyi tranzakciós adatokat különböző pénzügyi vállalkozások DC-i között továbbítják, ezért minél kisebb a késleltetés, annál jobb az élmény. Egyes pénzügyi magánvonalaknak 1 ms-nál kisebb késleltetésre van szükségük.

Az internetszolgáltatók (ISP-k) által támasztott versenyre válaszul a szolgáltatók többféle technikai módszert alkalmaznak a magánvonalak gyors rendelkezésre bocsátásának és hatékony üzemeltetésének és karbantartásának megvalósítására. Ehhez az intelligens irányítási rendszernek valós időben kell szinkronizálnia a hálózati eszközöket, egységes módon kell kezelnie és pontosan ütemeznie a hálózat egészére kiterjedő erőforrásokat, és számos alkalmazást kell biztosítani a felhasználók számára, például a hálózat minőségének felügyeletét és optimalizálását, valamint a sávszélesség beállítását.

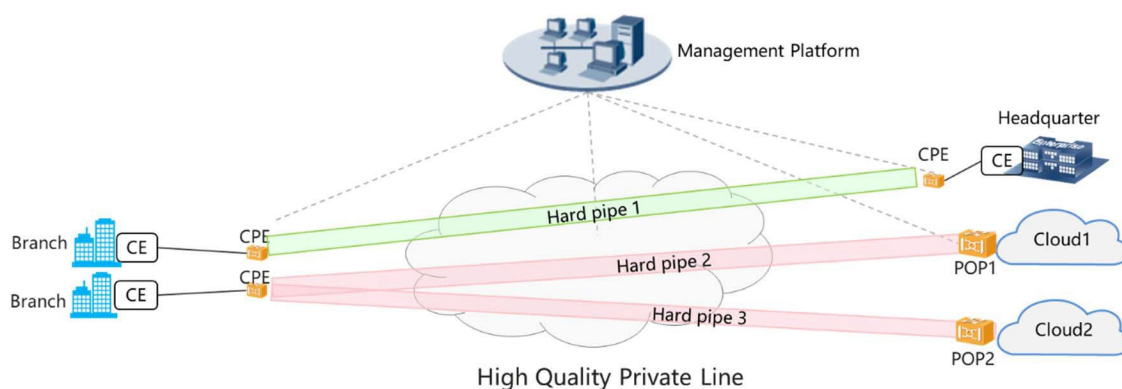
A fenti forgatókönyvek követelményeinek megfelelően egy kiváló minőségű magánvonal a következő képességekkel rendelkezik:

- Garantált sávszélesség: a sávszélesség teljesen garantált. A magánvonal sávszélességének granularitása rugalmasan konfigurálható 2 Mb/s-tól 100 Gb/s-ig, hogy megfeleljen a különböző felhasználók sávszélességigényeinek.
- Magas kapcsolat rendelkezésre állása: végponttól-végpontig tartó védelmi útvonalakra van szükség, mint például az eszközök közötti kettős célállomás-védelem, szálszakadás elleni védelem stb. A védelmi kapcsolási időnek el kell érnie az 50 ms-os hordozói osztályú értéket, a kapcsolat rendelkezésre állásának pedig el kell érnie a 99,999 %-os rendelkezésre állást.
- Üzleti biztonság: fizikai eszközök elszigetelése; L1 kemény elszigetelés; L2 lágy elszigetelés.
- Alacsony késleltetés: végponttól végpontig tartó determinisztikusan alacsony késleltetés és késleltetési jitter, amely

független a hálózati terheléstől.

- e) Kiterjedt magánvonal-kapcsolatok: a magánvonal-kapcsolatok száma nagyon nagy lehet a vállalati fióktelepek, a központok és a felhők között. Ezért a kapcsolatok számának a hálózatok méretével együtt kell skálázódnia.

- f) Rugalmas, egy hopos felhőelérés: a végponttól végpontig tartó hard pipe lehetővé teszi, hogy a vállalat egy hop segítségével elérje az ipárgspecifikus felhőt/magánfelhőt. Ha a Felhőt nem az üzemeltetők üzemeltetik, a magánvezetékkel elérhető a hálózat és a Felhő közötti átadási pontok (azaz PoP). A vállalkozások rugalmasan, nagy biztonsággal, nagy megbízhatósággal és nagy sáv szélességgel több felhőhöz is csatlakozhatnak.
- g) A magánvonalak gyors rendelkezésre bocsátása: a hálózati berendezések intelligens irányítási rendszere nyílt északi irányú API-kat biztosít az OSS integrációjának megvalósításához és a végponttól végpontig tartó magánvonalak gyors rendelkezésre bocsátásának megvalósításához. Ezenkívül az OSS egy magánvonal portált is biztosíthat a felhasználók számára, hogy figyelemmel kísérhessék a magánvonal rendelkezésre bocsátási folyamatát és működési minőségét.
- h) Hatékony irányítás, üzemeltetés és karbantartás: a kiváló minőségű magánvonal-szolgáltatás gyorsan, napok vagy akár percek alatt elérhető. Ezért a vállalkozások CE-k konfigurációjának egyszerűsítése érdekében szükség van az E2E szolgáltatásnyújtásra és üzemeltetési és karbantartási szolgáltatásokra, a magánvonalas CPE-k plug-and-play-elérésére, valamint a kombinált felhőhálózati szolgáltatások automatikus és gyors rendelkezésre bocsátására.



9. ábra: Magánhálózat magas minőségben

Amint az a 9. ábrán látható, a kiváló minőségű magánhálózat CPE-ket, kemény csöveket és intelligens irányítási rendszert tartalmaz:

- A CPE-ket a vállalkozásban vagy az üzemeltető készülék házában helyezik el, és a vállalkozás CE-jéhez csatlakoznak a vállalkozás magánvonalas szolgáltatásainak támogatására.
- A kiváló minőségű privát vonalas hálózat egy kemény csövet biztosít, amely összeköti a fiókirodai CPE-ket, a központi CPE-ket és a több felhőt.
- Az intelligens irányítási rendszer a CPE-k és a hálózat kezelésére szolgál a gyors szolgáltatásnyújtás és -kezelés érdekében, és felelős a felhő és a hálózat kombinált konfigurálásáért.

Annak érdekében, hogy több magánvonal-felhasználó ne befolyásolja egymást, minden egyes magánvonalhoz más-más hard pipe-kapcsolatra van szükség a sáv szélesség, a késleltetés, a rendelkezésre állás és a biztonság garantálása érdekében. A hard pipe-ok rugalmas hozzáférést biztosítanak több felhőhöz. Ha egy vállalat több felhőhöz is csatlakozik, mindegyik kapcsolat más-más hard pipe-t használ. A vállalati fióktelep és a központ között egy független hard pipe használatos.

6.2.2.2 Motiváció

A kiváló minőségű magánvonal nagy biztonságot és megbízhatóságot nyújt, és alkalmas arra, hogy végponttól végpontig tartó felhasználói élményt biztosítson kormányzati intézmények, pénzügyi vállalkozások, egészségügyi központok és nagyvállalatok számára.

A kiváló minőségű magánvonal fő előnyei és hajtóerői a következők:

- A kiváló minőségű magánvonalak nagy sáv szélességet, alacsony késleltetést, biztonságos és megbízható kapcsolatot biztosítanak.
- A felhőszolgáltatások fejlesztésének felgyorsítása. A felhőhöz csatlakozó magánvezeték kiváló minőségű és nagyfokú biztonsága lehetővé teszi a vállalkozások számára, hogy több alapvető eszközt helyezzenek át a felhőbe, és alacsony késleltetésű szolgáltatásokat használjanak a felhőben. A felhőalapú telepítés

segít a vállalkozásoknak jelentősen csökkenteni az eszközkiosztást és javítani az energiatakarékosságot, így a vállalkozások a fő üzleti tevékenységükre összpontosíthatnak.

- Csökkenti az üzemeltető CAPEX és OPEX költségeit. A végponttól végpontig tartó szolgáltatásnyújtási rendszer lehetővé teszi a magánvonal-szolgáltatások gyors rendelkezésre bocsátását és a hibahelymeghatározást, valamint javítja a felhasználói élményt.
- Lehetővé teszi az üzemeltetők számára, hogy értéknövelt szolgáltatásokat fejlesszenek ki azáltal, hogy a vállalati felhasználók számára késleltetési térképeket, rendelkezésre állási térképeket, átfogó SLA jelentéseket, testreszabott késleltetési szinteket és dinamikus sáv szélesség-beállítási csomagokat biztosítanak.

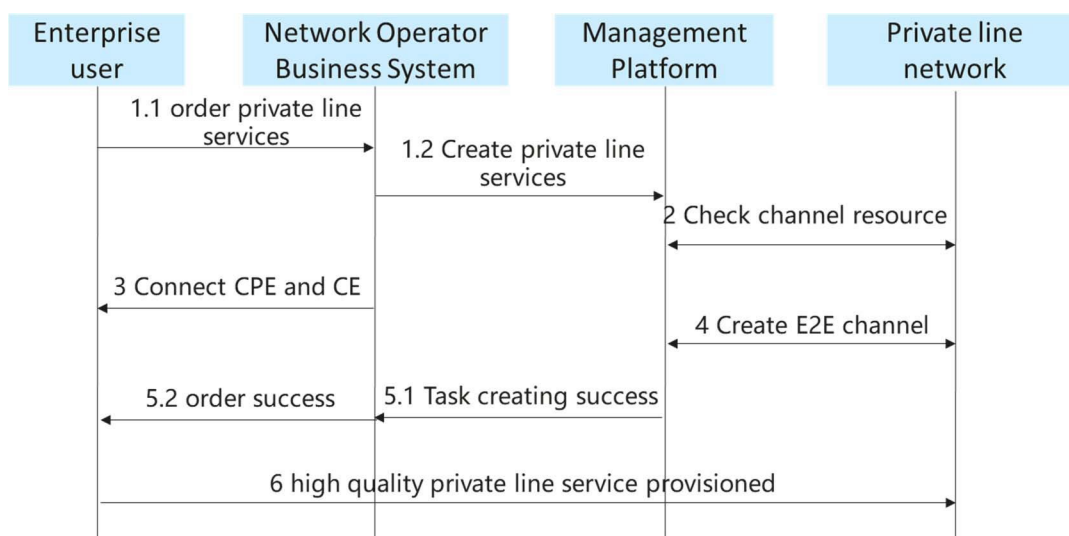
6.2.2.3 Előfeltételek

A kiváló minőségű magánvonalas szolgáltatás kiépítése és engedélyezése előtt a következő előfeltételek szükségesek:

- A vállalati fióktelepek és a központok CE-je és CPE-je telepítésre került.
- A felhőben elegendő számítási és tárolási erőforrás áll rendelkezésre.

6.2.2.4 A cselekvések operatív folyamata

A kiváló minőségű magánvonal biztosításának folyamatábrája a 10. ábrán látható.



10. ábra: A kiváló minőségű magánvonal biztosításának folyamata

- 1) A vállalkozás magas színvonalú magánvonal-szolgáltatást rendel meg (1.1) az üzemeltetőtől, az üzemeltető pedig az irányítási rendszeren keresztül létrehozza a magánvonal-szolgáltatás feladatát (1.2).
- 2) Az üzemeltető irányítási rendszere ellenőrzi, hogy van-e elegendő csatornaforrás (2).
- 3) Ha az erőforrások rendelkezésre állnak, az üzemeltető telepíti a CPE-ket, csatlakoztatja a CPE-ket a CE-khez, és elvégzi a szükséges konfigurációkat.
- 4) A menedzmentrendszer létrehoz egy E2E-csatornát a magánvezeték keménycsővéhez, hogy automatikusan konfigurálja az összes hálózati berendezést végponttól végpontig (4).
- 5) A magánvonal-szolgáltatás sikeres létrehozása után az irányítási rendszer sikeres választ küld az üzemeltetőnek és a vállalati felhasználónak (5.1. és 5.2.).
- 6) A kiváló minőségű magánvonalas szolgáltatás rendelkezésre áll és használható (6).

6.3 3. felhasználási eset: Magánvonal magas minőségben és alacsony költséggel kis- és középvállalkozások számára

6.3.1 Felhasználási kontextus

A kkv-k egyre nagyobb igényt támasztanak olyan hálózati szolgáltatások iránt, amelyeket a jelenleg rendelkezésre álló megoldások nem tudnak kielégíteni, mint például az SLA szerinti jobb szolgáltatásminőség (biztosított sávszélesség, alacsony késleltetés, garantált rendelkezésre állás, gyors rendelkezésre állás és hibaelhárítás), a nagyobb számú csatlakoztatott végberendezés és a különböző típusú üzleti szolgáltatások támogatásához szükséges jobb hálózati képességek. A hagyományos magánvonalas szolgáltatások megfelelnek ezeknek a követelményeknek, de a kkv-k számára túl költségesek. Az infrastruktúra más felhasználókkal, például a lakossági felhasználókkal való megosztása lehetővé teszi a hálózatüzemeltetők számára, hogy költséghatékony módon nyújtsanak bérelt vonali szolgáltatásokat, és új lehetőségeket ad a hálózatüzemeltetőknek a változatos szolgáltatási kínálatához.

6.3.2 A felhasználási eset leírása

6.3.2.1 Áttekintés

A kis- és középvállalkozások (kkv-k) mikro-, kis- és középvállalkozásokra oszthatók. Minden egyes vállalkozástípusnak saját követelményei vannak a szolgáltatók hálózataival szemben.

A kkv-knak négy kulcsfontosságú szolgáltatásra van szükségük:

- Internet-hozzáférés: az üzemeltető CPE-jének 32 ~ 128 végberendezést kell támogatnia. Az internet-hozzáférés sávszélessége biztosított.
- Felhőszolgáltatás: A mikrovállalkozásoknak a nyilvános felhőre épülő, felhőalapú virtuális asztali gépre van szükségük, és olyan felhőalkalmazásokat használnak, mint a fizetési rendszerek, étkezésrendelési rendszerek és élő videostreaming. A kis- és középvállalkozásoknak felhőalapú virtuális asztali gépre, felhőalapú tárolásra és felhőalapú Wi-Fi® kezelésre van szükségük. A felhőszolgáltatások eléréséhez alacsony késleltetésű kommunikációra van szükség.
- VPN szolgáltatás: Egyes kis- és középvállalkozásoknak üzletláncuk vagy fiókjaik vannak. Ezen üzletláncok és fióktelepek között olcsó VPN-kapcsolatokra van szükség. A VPN-kapcsolatnak biztonságosnak és megbízhatónak kell lennie.
- Telefonos szolgáltatások: Több telefonos klienst kell támogatni.

A fent említett szolgáltatási követelmények alapján a kkv-k magánvonalas szolgáltatásának a következő képességekkel kell rendelkeznie:

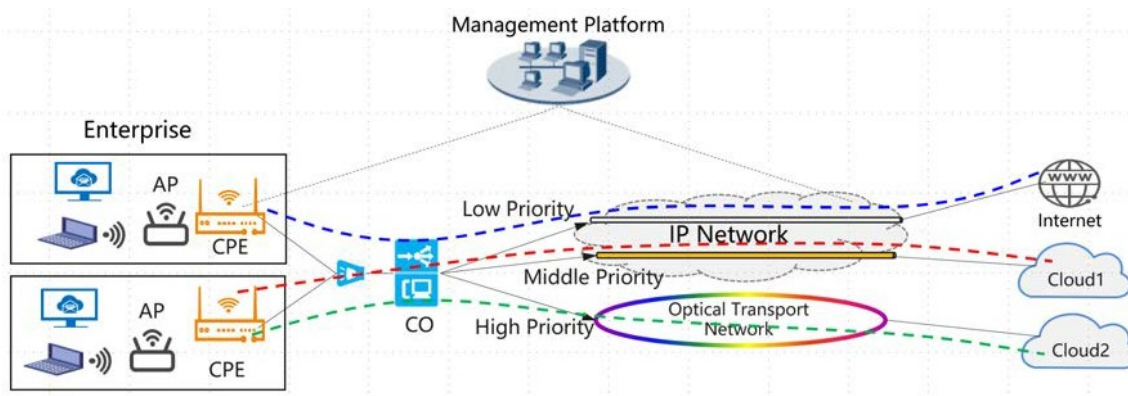
- Széles lefedettség: A hálózatnak és a kkv-k magánvonalas szolgáltatásának széles földrajzi területet kell lefednie.
- Alacsony költségek: A legtöbb kkv érzékeny a hálózati szolgáltatások költségeire, és különböző szolgáltatási csomagokra van szükségük (pl. prémium, közepes és alacsony költségű), hogy megfeleljenek a különböző típusú vállalkozások igényeinek.
- Akár 128 terminál csatlakoztatása (amelyek közül sok vezeték nélküli eszköz).
- Nagy hálózati rendelkezésre állás és 1 Gbit/s-tól 10 Gbit/s-ig terjedő sávszélesség támogatása.
- A fent említett négy kulcsfontosságú szolgáltatás támogatása egyetlen kkv magánvonal-előfizetésen keresztül.
- A kkv-felhasználók elkülönítése a lakossági szélessávú felhasználóktól, mivel a kkv-k a lakossági ügyfelekkel együtt használhatják a hálózati infrastruktúrát.
- Gyors rendelkezésre bocsátás.
- Plug-and-play CPE és gyors és hatékony hibaelhárítás.

A felhasználói igényeknek való megfelelés érdekében a CPE-nek azonosítania és különböző útvonalakra leképeznie kell a kiválasztott, magas prioritású forgalmat. Erre egy példa a 11. ábrán látható.

- A magas prioritású felhasználók szolgáltatási forgalma az optikai szállítónálakra kerül, garantált

sávszélességgel és alacsony késleltetési képességekkel.

- A közepes és alacsony prioritású felhasználók szolgáltatási forgalma az IP-hálózaton keresztül történik. Az IP-hálózat hálózati szeletelése a magasabb prioritású szolgáltatási forgalom (például hang- és videóforgalom) számára használható.



ábra: A kkv-k magánvonalas szolgáltatásának azonosítása és az alkalmazásforgalom megoszlása

6.3.2.2 Motiváció

A kkv-knak nyújtott magánvonal-szolgáltatások költséghatékony kapcsolatot biztosítanak számos kis- és középvállalkozás számára. Internet-hozzáférésre, felhő-hozzáférésre és távoli irodákat összekötő vállalati hálózat kiépítésére használják. Ezen túlmenően a kkv-magánvonalis szolgáltatások sávszélességet és alacsony késleltetést biztosítanak a kiemelt fontosságú kommunikációhoz, és differenciált kommunikációt biztosítanak a vállalkozások számára.

A kkv-k magánvonalas szolgáltatásainak előnyei és mozgatórugói a következők:

- Biztosított sávszélesség, széles lefedettség, igény szerinti szolgáltatások, valamint biztonságos és megbízható biztosítás nagyszámú kapcsolat számára alacsony költséggel.
- Sok végfelhasználó (beleértve az adat- és telefonterminálokat is) támogatása.
- A felhőalapú szolgáltatások telepítésének felgyorsítása. A felhőalapú telepítés segít a vállalkozásoknak abban, hogy csökkentsék az IT-eszközökbe történő beruházásaikat, energiát takarítsanak meg, és az alaptervekenységükre összpontosíthassanak.
- Az üzemeltetők telepítési és karbantartási költségeinek csökkentése. Az E2E szolgáltatásnyújtó rendszer lehetővé teszi a kkv-k magánvonalas szolgáltatásainak gyors rendelkezésre bocsátását, a hibák gyors lokalizálását, az OPEX csökkentését és a felhasználói élmény javítását.
- Az üzemeltetők segítése új hozzáadott értékű szolgáltatások feltárásában, differenciált kkv-magánvonalis szolgáltatások nyújtásával.

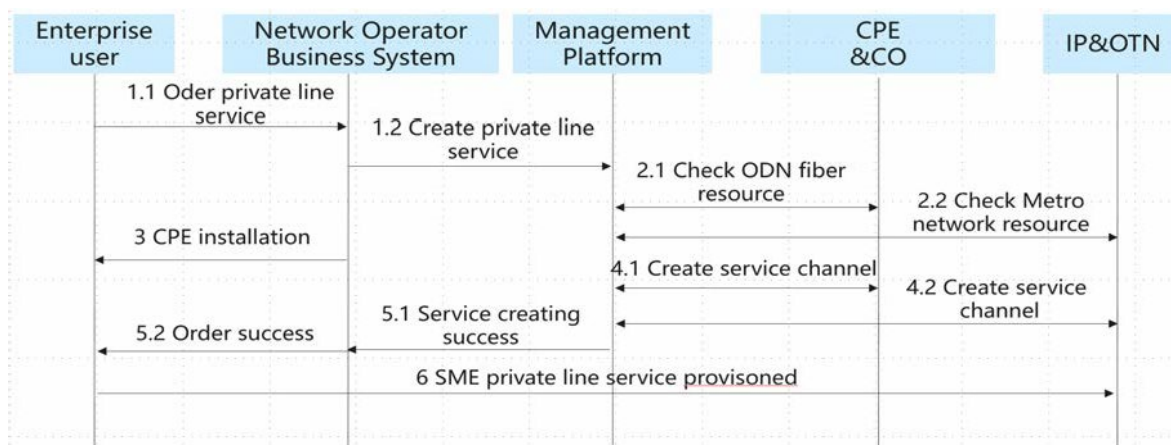
6.3.2.3 Előfeltételek

A következő előfeltételek szükségesek a kkv-k magánvonalas szolgáltatásainak kiépítése és a szolgáltatások nyújtása előtt:

- A KKV-k belső hardver-infrastruktúrája már kiépült.
- Megfelelő felhőinfrastruktúra áll rendelkezésre.

6.3.2.4 A cselekvések operatív folyamata

A 12. ábra a kkv-k magánvonalis szolgáltatásnyújtásának folyamatábráját szemlélteti.



12. ábra: A kvv-k magánvonal szolgáltatásnyújtásának folyamatábrája

- 1) Amikor a kvv-knak magánvonal-szolgáltatásra van szükségük, megrendelik ezt a szolgáltatást a hálózatüzemeltetőtől (1.1.), és az üzemeltető az irányítási rendszerén keresztül létrehozza a kvv-k magánvonal-szolgáltatásait (1.2.).
- 2) Az üzemeltető irányítási rendszere ellenőrzi, hogy a hozzáférési hálózat rendelkezik-e elegendő ODN optikai szál erőforrással (2.1.) és aggregációs hálózati (AggN) erőforrással (2.2.).
- 3) Ha az erőforrások rendelkezésre állnak, az üzemeltető telepíti a CPE-eket, csatlakoztatja a vállalati eszközöket ezekhez a CPE-khez, és konfigurálja a portok és VLAN-ok szolgáltatási csatornáit (3).
- 4) Az irányítási rendszer létrehoz egy szolgáltatáscsatornát az Access Network eszközön a különböző szolgáltatások prioritásainak azonosítására (4.1.). Szolgáltatási csatornákat hoz létre az aggregációs hálózati eszközökön a különböző prioritású szolgáltatási adatforgalom továbbításához (4.2.).
- 5) A hozzáférési hálózat és az aggregációs hálózat szolgáltatási csatornáinak sikeres létrehozása után az irányítási rendszer az üzemeltetőnek és a vállalati felhasználóknak küldött válasszal nyugtázza a sikert (5.1 és 5.2).
- 6) A kvv-k magánvonal-szolgáltatása rendelkezésre áll és használható (6).

6.4 Felhasználási eset #4: Helyszíni szál hálózatépítés: Száloptika a szobába (FTTR)

6.4.1 Felhasználási kontextus

A házon belüli jelenlegi kapcsolatok többnyire réz vagy vezeték nélküli alapúak, és a korlátozott frekvenciatartomány és a korlátozott spektrumforrás miatt korlátozott kapacitással rendelkeznek. Ebben az esetben a felhasználók új médiát szeretnének telepíteni a helyben lévő hálózathoz. Az üvegszál szálak a helyben lévő hálózat számára a jövőbiztos képességek miatt az egyik legkedvezőbb választás a korszerűsítéshez. Az FTTR-nek szobánként vagy üvegszál végpontként legfeljebb 1 Gbps sávszélességet kell támogatnia. Különböző FIN (Fiber helyben lévő hálózat) technológiák használhatók és esetleg ki kell fejleszteni. Az egyik lehetséges technológiát az ITU-T SG15/Q18 [i.4] keretében folyamatban lévő G.fin sorozatú munkadokumentumokban határozzák meg.

6.4.2 A felhasználási eset leírása

6.4.2.1 Áttekintés

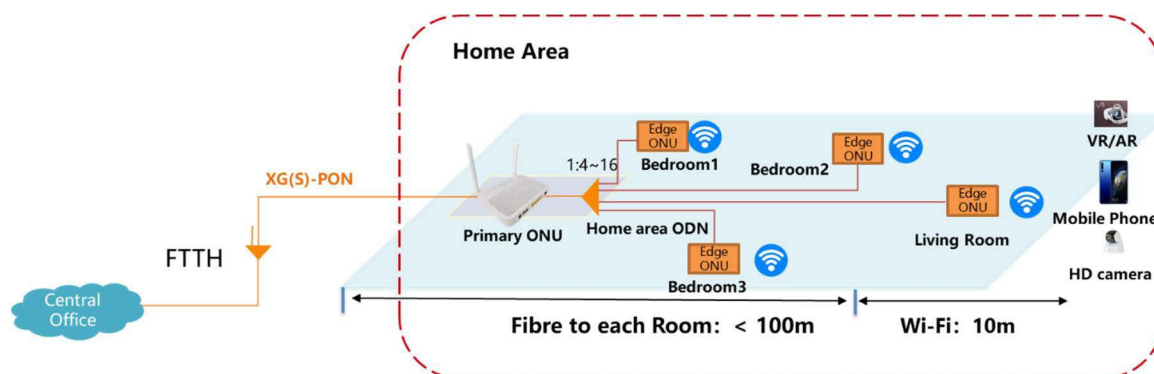
6.4.2.1.1 Általános

A helyben lévő üvegszál hálózatok különböző forgatókönyvekben használhatók. A különböző forgatókönyvek követelményei és rendszerarchitektúrái eltérőek lehetnek. A következőkben három tipikus helyben lévő üvegszál hálózatra vonatkozó forgatókönyvet mutatunk be, amelyek jó példaként szolgálnak a jelen felhasználási esettel összefüggésben.

- FTTR az otthoni hálózathoz.

- FTTR az FTTB/C kiterjesztéseként lakóházak és sűrű lakónegyedek esetében.
- FTTR a kkv-k számára.

6.4.2.1.2 FTTR az otthoni hálózathoz



13. ábra: FTTR otthoni hálózatok esetében

A Wi-Fi® a kényelem miatt széles körben elterjedt az otthoni hálózatokban. A frekvencia növekedésével a vezeték nélküli jel szerkezeti csillapítása jelentősen megnő. Több Wi-Fi® AP-re van szükség az otthoni terület lefedéséhez, ha a házban több szoba vagy emelet van. A Wi-Fi® 6-ot már meghatározták, és az elkövetkező években széles körben fogják alkalmazni. A Wi-Fi® 6 maximális adatátviteli sebessége 9,6 Gbps. A következő generációs Wi-Fi® esetében még nagyobb bitrátára lesz szükség.

A házon belüli rézvezetékes összeköttetések átviteli távolsága korlátozott a nagy beszűrési veszteség miatt, különösen a nagyfrekvenciás jelek esetében. Ha a jelenlegi rézalapú közeg már nem képes támogatni a jövőbeli otthoni hálózat követelményeit (sávszélesség és késleltetés), akkor új közegre van szükség. A 6-os kategóriájú Ethernet-kábel lehet a választás. Mérete, súlya és fizikai tulajdonságai miatt a 6. kategóriájú Ethernet-kábelt nem olyan könnyű a meglévő csatornában (ha egyáltalán vannak ilyenek) elhelyezni. Az üvegszál kábelek azonban kicsik, könnyűek és rugalmasak, így az üvegszál kábelek könnyen telepíthetők a lakókörnyezetben. A 13. ábra egy FIN-rendszert mutat a házi hálózathoz. A központi irodától az elsődleges ONU-ig egy XG(S)-PON rendszer (FTTH) található, amely képes Gigabit hozzáférési sávszélességet biztosítani a hálózatüzemeltetőtől. Az elsődleges ONU-tól a Wi-Fi® és a FIN az otthoni területi hálózatban a végberendezések csatlakoztatására szolgál. Az otthoni területen olyan eszközök vannak, mint a HDTV, a HD megfigyelő kamerák és a VR/AR fejre szerelt kijelzők, amelyeknek a stabil hálózati teljesítményhez kábeles kapcsolatra van szükségük. A FIN rendszer képes csatlakozni a Wi-Fi® hozzáférési pontokhoz (Edge ONU-k) az otthoni hálózat több helyiségében. A Wi-Fi® teljesítményének optimalizálása érdekében a FIN rendszer támogatja a Wi-Fi® AP-k (Edge ONU-k) koordinálását.

6.4.2.1.3 FTTR mint az FTTB/C kiterjesztése társasházak és sűrűn lakott területek számára



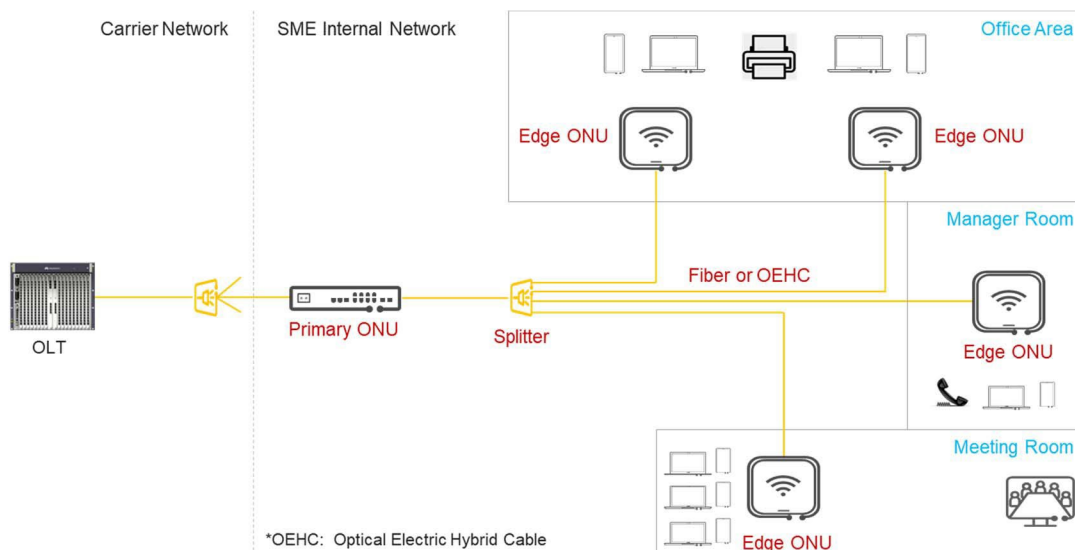
14. ábra: FTTR lakóházak esetében

Egyes lakóházakban és sűrűn lakott területeken a hozzáférési hálózat üvegszálát az épületig vagy a járdaszegélyig (FTTB/C) telepítik. Az épületben lévő hozzáférési ponttól vagy a járdaszegélytől az egyes lakásokig rézkábeleket használnak. A kiváló minőségű hálózati szolgáltatások, például a Cloud VR, az online oktatás, a telekonferencia és más szolgáltatások követelményei miatt a rézalapú média nem feltétlenül képes kielégíteni a növekvő sávszélesség- és késleltetési követelményeket. Ebben az esetben a jelenlegi rézkábel kiváltására üvegszál kábelt lehet telepíteni az épületben. Az XG(S)-PON-nal ellátott FTTB/C a központi irodától az épületig vagy a járdaszegélyig telepíthető, majd ettől a ponttól kezdve az épületben minden egyes lakás számára egy FIN-rendszer telepíthető. Az FTTR tovább használható az egyes lakásokon belül. Ily módon az üzemeltető újrahasznosíthatja a telepített üvegszálát és a telephelyeket, a felhasználók pedig kiváló hálózati élményt élvezhetnek.

6.4.2.1.4 FTTR a kkv-k számára

Az FTTR for SME (Small-Medium Enterprise) általános felépítése a 15. ábrán látható. Ez az architektúra a következő jellemzőkkel rendelkezik:

- Egyetlen üvegszál infrastruktúra a kkv-k által igényelt összes szolgáltatáshoz.
- Az elsődleges ONU egy minden egyben eszköz, amely integrálja az ONU-t, az útválasztót/kapcsolót, a hang- és AC-egységet (hozzáférési vezérlő). Az összes szélső ONU szál vagy OEHC (Optical Electric Hybrid Cable) segítségével kapcsolódik a Wi-Fi® szolgáltatás nyújtásához.
- Az elsődleges ONU nagyszámú végberendezést támogat (például 300 terminált). A perem ONU-k nagyszámú végberendezést és garantált sávszélességet tesznek lehetővé (például egy perem ONU legfeljebb 64 terminált támogat, terminálonként garantált 5 Mbps sebességgel).
- A perem ONU-k rendelkezhetnek Ethernet-portokkal a helyiségben lévő vezetékes kapcsolatokhoz.
- Zökkenőmentes Wi-Fi® barangolásra van szükség a mobil irodai és mobil video/hangértekezletekhez.
- OAM-támogatásra van szükség.
- Web Management Portal és menedzsment APP.

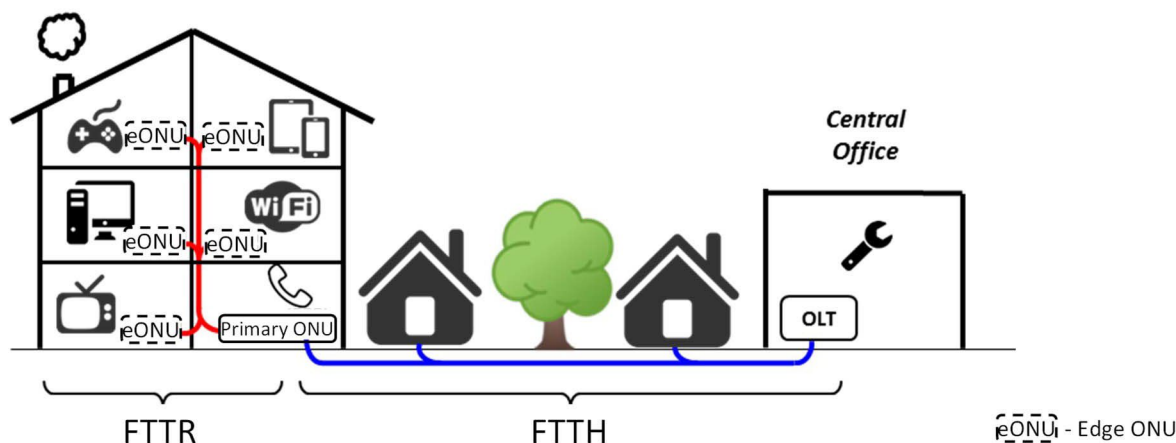


15. ábra: FTTR a kkv-k munkaterületére

6.4.2.2 Helyszíni eszközökre vonatkozó megfontolások

A FIN bevezetéséhez az elsődleges ONU-nak szüksége van egy FIN-portra a hagyományos LAN-oldali Ethernet-portok helyett. Egy tipikus otthoni átjáró például 4 Ethernet-porttal rendelkezik. A FIN-rendszer telepítése után ez a 4 Ethernet-port szükség esetén egy FIN-porttal helyettesíthető. Ezért az elsődleges ONU mérete kisebb lesz. Ennek az otthoni átjárónak/primer ONU-nak az uplinkje FTTH. A kaszkádolt üvegszál rendszer közös kezelési eszközökkel és együttműködési mechanizmusokkal rendelkezhet az ügyfelek forgalmának továbbítására (azaz közös média-hozzáférés-vezérlő (MAC) funkcióval).

Home Local Area Network (HAN):
House, apartment, ...



16. ábra: Kaszkádolt üvegszálás rendszer új helyhez kötött eszközökkel

6.4.2.3 Motiváció

Az otthoni üvegszálás kapcsolatok használata számos előnnyel jár:

- A sávszélesség könnyen bővíthető.
- A médium jövőbiztosítása.
- Mivel az üvegszálak beiktatási vesztesége meglehetősen alacsony ($< 0,3$ dB/km), az átviteli kapcsolat alacsony energiafogyasztást tesz lehetővé.
- Az egy szálon belüli hullámhossz-multiplexelés külön átviteli csatornákat biztosíthat különböző szolgáltatások számára.
- A szálban lévő optikai jel immunis az elektromágneses interferenciára (EMI).
- A szál könnyű és kis méretű, ami könnyű telepítést tesz lehetővé.
- A szálak élettartama szélsőséges környezetben is akár 30 év is lehet.

6.4.2.4 Előfeltételek

A FIN telepítésének számos előfeltétele van:

- A száloptikás vagy OEHC-t helyben telepítették.
- Hatékony és költséghatékony FIN megoldás áll rendelkezésre a telepítéshez.

6.5 Felhasználási eset #5: Passzív optikai LAN

6.5.1 Felhasználási kontextus

A hagyományos LAN-hálózatokat üzleti területeken, kampuszokon és épületekben használják a végfelhasználók összekapcsolására és az olyan üzleti szolgáltatások támogatására, mint a hangszolgáltatások, a nagy adatátviteli sebességű internet-hozzáférés, a Wi-Fi® kapcsolat, a videokonferencia, a telepresence stb. A legtöbb hagyományos LAN-hálózat Layer 2 switcheket, Layer 3 routereket és 5. kategóriájú Ethernet-kábelt használ. Ez a megközelítés egyre nehezebben elégíti ki az egyetemi hálózatok újonnan megjelenő követelményeit:

- A sávszélesség nem elegendő az új alkalmazások forgalmi igényeinek kielégítésére.
- A rézvezeték kiépítési költségei magasak, és nem hatékonyak a jövőbeli hálózatfejlesztések szempontjából.

- Az energiafogyasztás magas, és a berendezés nagy területet foglal el.

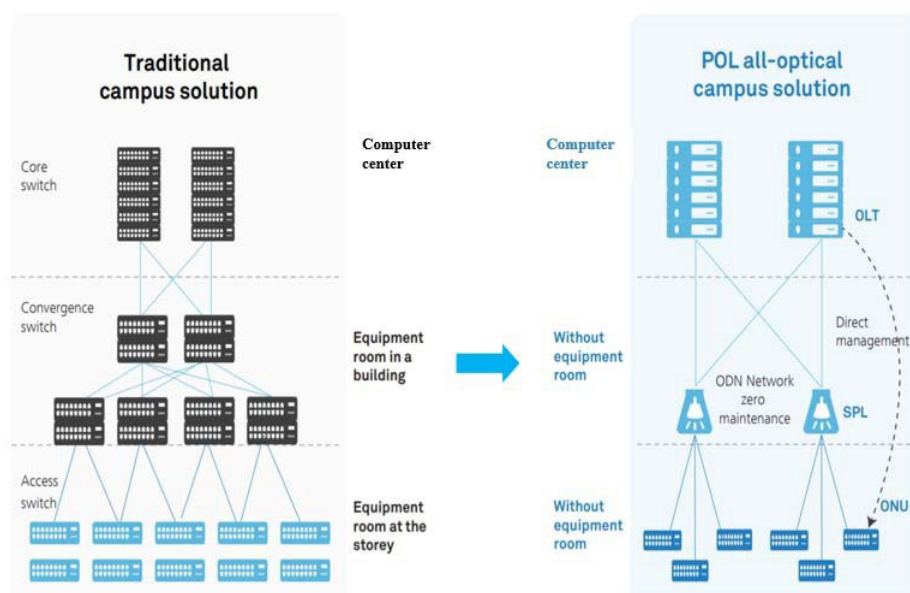
E kihívások leküzdésére egyes vállalatok passzív optikai LAN (POL) megoldásokat használnak, amelyek a passzív optikai hálózati (PON) technológián alapulnak. A POL nemcsak nagy értékeket nyújt az ügyfelek számára, és nem okoz változást a szolgáltatástervezésben és a felhasználói terminálok hálózati kapcsolataiban, hanem támogatja a hagyományos LAN-hálózat által biztosított összes funkciót is.

6.5.2 A felhasználási eset leírása

6.5.2.1 Áttekintés

6.5.2.1.1 Általános

A 17. ábrán látható, hogy a POL-megoldásban az OLT és az ONU a hagyományos megoldás konvergencia- és hozzáférési kapcsolójaként működik. Az OLT a core switchhez van csatlakoztatva (a 17. ábrán nem látható). A switchekhez hasonlóan az OLT és az ONU is Ethernet- vagy IP-címek alapján továbbítja az adatokat. A POL rendszerben mind a felhasználói, mind a hálózati oldalon Ethernet-interfészek állnak rendelkezésre.



17. ábra: A POL teljesen optikai megoldás a hagyományos egyetemi megoldással összehasonlítva

- A POL különböző forgatókönyvekben használható. Az OLT és az ONU elhelyezkedése a különböző forgatókönyvekben eltérő lehet. A következő táblázatok három tipikus POL-forgatókönyvet ismertetnek:
 - 3. táblázat - POL a magasépületekben.
 - 4. táblázat - POL többszintes épületben.
 - 5. táblázat - POL lapos vagy alacsony sűrűségű épületben.

3. táblázat: POL a magasépületben

Alapvető leírás	Routing Principe	Alkalmazás Forgatókönyvek	Vonalvezetés
A információs pontok a emeletenként: 50-60.	Az optikai osztók az emeletre helyezve menedzsment alrendszer területe.	Allami tulajdonú iroda épületek vagy kormány épületek.	
A információs pontok a emeletenként: több mint 100.	Az optikai osztók az emeletre helyezve menedzsment alrendszer területe. Minden emeleten van több ilyen terület.	High-end szállodák.	
A információs pontok a emeletenként: több mint 100 (pozíciók a munkaterületen kell meghatározva).	Az optikai osztók az emeletre helyezve menedzsment alrendszer területe.	High-end iroda épületek.	

4. táblázat: POL többszintes épületben

Alapvető leírás	Routing Principe	Alkalmazási forgatókönyvek	Vonalvezetés
A információs pontok a emeletenként: 20-30.	1. szintű optikai az osztók elhelyezése a rostban terjesztés alrendszer területe.	Iskolák, könyvtárak, közösség központok, és expressz vendéglők.	
Információs pontok egy központban vannak központosítva korlátozott terület.	1. szintű optikai az osztók elhelyezése a rostban terjesztés alrendszer területe.	Diákok kollégiumok és kis iroda épületek.	

5. táblázat: POL lapos vagy alacsony sűrűségű épületekben

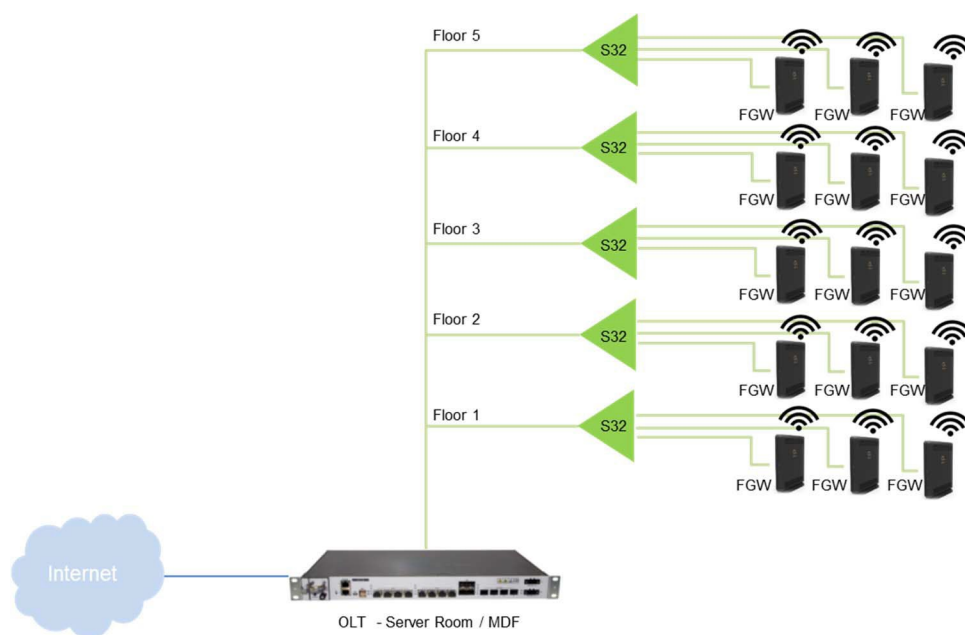
Alapvető leírás	Routing Principe	Alkalmazás Forgatókönyvek	Vonalvezetés
Kis számú információs pont van szétszórva egy nagy területen.	Az 1. szintű optikai elosztókat partíciókkal kezelik.	Nagy bevásárlóközpontok, ipari épületek, repülőtéri raktárak és vasútállomás-épületek.	<p>Egy villa esetében:</p> <p>Nagy szupermarket:</p>

A POL szállodákban, stadionokban, üdülőhelyeken, vasútvonalakon/autópályákon és bevásárlóközpontokban is használható.

6.5.2.1.2 Hotel

A szálloda általános felépítése a 18. ábrán látható. Ez az architektúra a következő jellemzőkkel rendelkezik:

- Egyetlen üvegszálás infrastruktúra a szállodában szükséges összes szolgáltatáshoz.
- Vendégszobánként egy száloptikai átjáró (FGW), egy ONU integrált routerrel és Wi-Fi® képességekkel, amely minden szolgáltatást (internet, Wi-Fi®, hang, TV és IPTV) biztosít.
- Az ONU-k az egész szállodában elosztva biztosítják a Wi-Fi® zökkenőmentes lefedettségét és a CCTV-kamerák gerinchálózati infrastruktúráját.
- API-k a vendéglátóipari szoftverekkel való integrációhoz a dinamikus vendégélmény támogatása érdekében különböző valós idejű alkalmazásokkal (alkalmazáson belüli üzenetküldés, hang, videó, személyes VPN stb.), biztonságos értékesítési pont, a csatlakozási hitelesítő adatok kezelése, IoT stb.
- Egyszerűsített OAM-támogatás.
- Egy OLT képes támogatni a szállodában szükséges összes végpontot.
- Webes menedzsment portál.
- VoIP-kiszolgálót tartalmaz.
- IPTV-kiszolgáló/streamer.

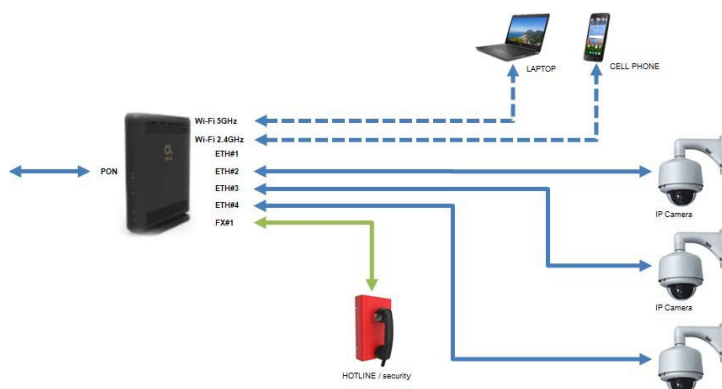


18. ábra: A szálloda teljes PON-architektúrája



19. ábra: ONU minden egyes vendégszobában

A szállodában minden egyes vendégszoba egy ONU-t használ, amely a 19. ábrán látható módon HSI-t, TV-t, IPTV-t és telefont biztosít. A szállodában szétszórtnak is vannak ONU-k, amelyek további szolgáltatásokat nyújtanak, például forródrótokat a vészhelyzetekre és IP-kamerákat a felügyelethez, amint az a 20. ábrán látható. Mivel az ONU-k mind a hagyományos Ethernet-csatlakozókat, mind a Wi-Fi® kapcsolatot képesek biztosítani, így a közös helyiségek (lobby, folyosó, lépcsőház, medence, tornaterem stb.) számára nem kell két eszközt (ONU és AP) telepíteni. Az ONU több Wi-Fi® felhasználót támogat a 2,4 GHz-es és az 5 GHz-es sávban. Független adatfolyamokat tesz lehetővé. L2 vagy L3 QoS-t, valamint Wi-Fi® barangolást biztosít.

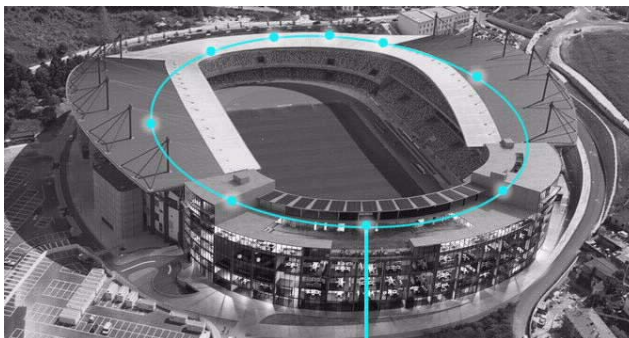


20. ábra: ONU-k a szálloda területén elosztva a közös szolgáltatások számára

6.5.2.1.3 Stadium

A stadionban az általános felépítés a 21. ábrán látható. Ez az architektúra a következő jellemzőkkel rendelkezik:

- Egyetlen üvegszálás infrastruktúra az összes szükséges szolgáltatáshoz az egész stadionban, amely az összes szolgáltatást (internet, Wi-Fi®, hang, TV és IPTV) biztosítja.
- A sportkomplexumban elosztott ONU-k biztosítják a Wi-Fi® zökkenőmentes lefedettségét és a CCTV-kamerák gerinchálózati infrastruktúráját.
- API-k a biztonsági rendszerekkel való integrációhoz, valamint a nyilvánosság és a digitális aláírás támogatásához a dinamikus vendégélmény támogatása érdekében különböző valós idejű alkalmazásokkal (alkalmazáson belüli üzenetküldés, hang, videó, személyes VPN stb.), biztonságos értékesítési pont, a csatlakozási hitelesítő adatok kezelése, IoT stb.
- Egyszerűsített OAM-támogatás.
- Egy OLT képes támogatni a stadionban/aránában szükséges összes végpontot.

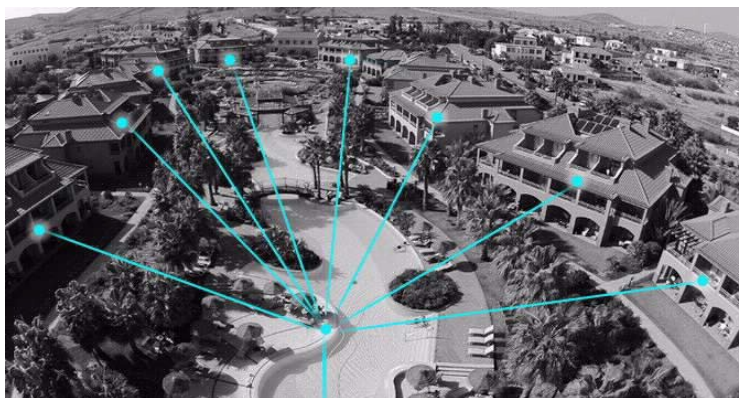


21. ábra: A PON teljes felépítése a stadionban

6.5.2.1.4 Üdülőhely

Az üdülőközpont általános felépítését a 22. ábra mutatja. Ez az architektúra a következő jellemzőkkel rendelkezik:

- Egyetlen üvegszálás infrastruktúra az üdülőhelyen szükséges összes szolgáltatáshoz.
- Egy ONU villámként, vendégszobánként, apartmanonként, amely minden szolgáltatást (internet, Wi-Fi®, Voice, TV és IPTV) biztosít.
- Az ONU-k az egész üdülőhelyen elosztva biztosítják a Wi-Fi® zökkenőmentes lefedettségét és a CCTV-kamerák gerinchálózati infrastruktúráját.
- API-k a vendéglátóipari szoftverekkel való integrációhoz a dinamikus vendégélmény támogatása érdekében különböző valós idejű alkalmazásokkal (alkalmazáson belüli üzenetküldés, hang, videó, személyes VPN), biztonságos értékesítési pont, a csatlakozási hitelesítő adatok kezelése, IoT stb.
- Egyszerűsített OAM-támogatás.
- Egy OLT képes támogatni az üdülőhelyen szükséges összes végpontot.



22. ábra: Az üdülőhely teljes PON-architektúrája

6.5.2.1.5 Vasutak/autópályák

A vasút/autópálya esetében a kis számú PON-porttal rendelkező OLT-eket 60 km-enként telepítik a vasút vagy az autópálya mentén. Ezekből a 60 km-es pontokon lévő OLT-kből az ONU-kat kiegyensúlyozatlan elosztókkal szerelik fel. Ez a hálózat biztosítja a szükséges biztonságos távközlési infrastruktúrát a vasút- vagy autópálya-üzemeltető számára. A hálózatot a CCTV-kamerákból (nagy felbontású), a telemetriához, a közúti jelzésekhez és a kijelzőtáblákhoz, valamint a VoIP-hez (SOS/hotline) érkező adatok továbbítására használják.

6.5.2.1.6 Bevásárlóközpont

Az OLT-t a bevásárlóközpont központi műszaki helyiségében lehetne telepíteni, és onnan több szál érne el nemcsak az összes üzletet, hanem a bevásárlóközpont azon helyeit is, ahol CCTV-kamerák és Wi-Fi® hozzáférési pontok vannak telepítve (az ONU-ba ágyazva). Az egyes üzletek területén kívül nem lenne szükség minden UTP-kábelre. Ez az üvegszálás infrastruktúra pontról pontra a fő műszaki helyiségbe vezethetne, ahol az elosztókat telepítenék, vagy az elosztók a bevásárlóközpontban is telepíthetők lennének, a bevásárlóközpont kívánt elosztási arányától és konfigurációjától függően. Ezt az üvegszálakat a bevásárlóközpont valamennyi távközlési igényének kielégítésére használják, azaz internet, intranet, CCTV, hang, TV, IPTV és Wi-Fi®. Az összes szolgáltatást különböző VLAN-ok hozzárendelésével választanák el egymástól. Minden üzlet kapna egy ONU-t beágyazott átjárófunkcióval, és ez lenne a bevásárlóközpont infrastruktúrájának demarkációs pontja. A hálózat lehetővé tenné a bitfolyam-szolgáltatásokat (szintén egyedi VLAN-nal támogatva) minden olyan üzlet számára, amely egy adott szolgáltatót igényel az internetes szolgáltatásokhoz. Ugyanazon a PON-hálózaton belül több szolgáltató is létezhet egymás mellett.

6.5.2.2 Motiváció

A hagyományos LAN-hoz képest a hálózatba passzív optikai eszközök, például szálak és optikai elosztók kerülnek, amelyek számos előnnyel járnak:

- Széles lefedettséggel rendelkeznek, és több mint 20 km-t képesek elérni. A rézinfrastruktúrához képest kevesebb emeletenkénti vagy közbelső hálózati helyiségre (energiával és hűtéssel) van szükség.
- Immunis az elektromágneses interferenciára (EMI).
- A szálak nem tudnak oxidálódni, és hosszabb élettartamúak. Pont-többpontos hálózati topológiát alkalmaz, amely sok gerinchálózati szál erőforrást takarít meg.
- Az OLT a központi műszaki helyiségben van elhelyezve, és LAN-infrastruktúráként funkcionál, ami egy egyszerűsített passzív optikai LAN-t biztosít.

6.5.2.3 Előfeltétel

A POL telepítésének előfeltétele a következő:

- A helyszínen üvegszálakat telepítettek.

6.6 6. felhasználási eset: PON az ipari gyártáshoz

6.6.1 Felhasználási kontextus

A feldolgozóipar folyamatos modernizációja és automatizálása többet követel a hálózattól. Az új Ipar 4.0 alapelvei: Big Data & Analytics, autonóm robotok, szimuláció, a dolgok ipari internete (IIoT), ipari felhő, additív gyártás és kiterjesztett/vizuális valóság, közös nevezőjük a csatlakoztathatóság. Nagyobb teljesítményre, jobb stabilitásra, kevesebb karbantartásra és egyszerűbb frissítésre van szükség például az ipar 4.0-ban. A jelenleg telepített ipari hálózatoknak ezek a tulajdonságai hiányoznak.

Az ipari berendezések sokfélesége, az ipari kommunikációs protokollok sokfélesége és a protokollok értelmezésével járó nagy költségek miatt az ipari vállalatoknak rugalmas és intelligens hálózati megoldásokra van szükségük.

A felhőalapú intelligens gyártás, az edge computing és más feltörekvő műszaki megoldások térhódításával az üzemen belüli kommunikáció új hálózati követelményeket támaszt. A meglévő terepbusz-alapú gyáron belüli hálózatot korszerűsíteni kell, hogy támogassa az új, felhőalapú gyártógép-vezérlőrendszert. Az intelligens gyár alapvető jellemzője a végponttól végpontig tartó berendezéshálózat, amely magában foglalja az adatgyűjtést és -szállítást.

A PON technológia a fejlett passzív optikai szálak kommunikációs technológián alapuló gyárak üzemen belüli hálózatának egyik fő iránya lett. Ha ezt kombinálják a gyári automatizálási rendszerekkel, akkor intelligens gyár válik lehetővé.

A PON technológia az ipari alkalmazásokban hatékonyan megoldja a következő problémákat:

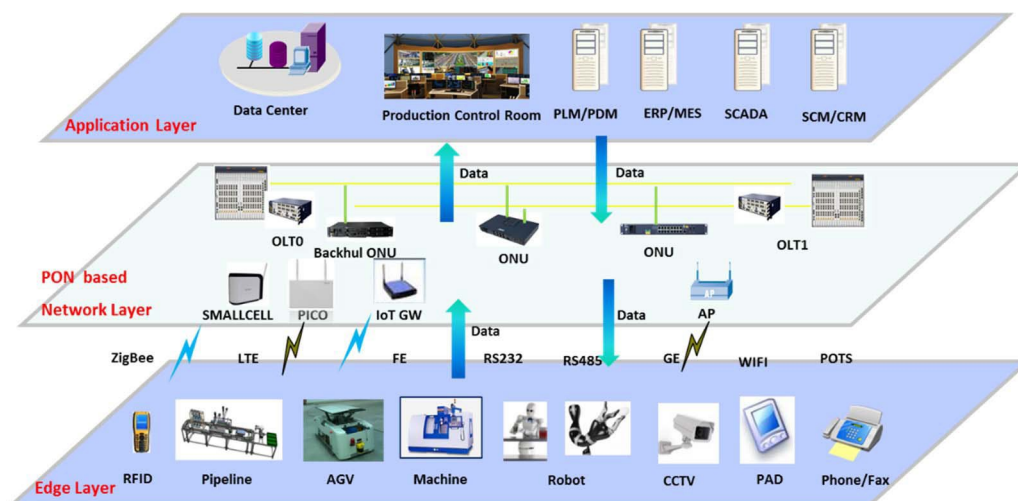
- 1) Megbízható gyáron belüli hálózat kiépítése, kommunikáció az intelligens gyárak és a digitális üzemi szintek között.

- 2) A vállalati felhőkapcsolatok alapvető hálózati és adatszolgáltatások támogatása.
- 3) A sok gyárban használt, sokféle berendezés által használt interfészek széles skálájának támogatása és a kapcsolódó valós idejű adatátvitel.

6.6.2 A felhasználási eset leírása

6.6.2.1 Áttekintés

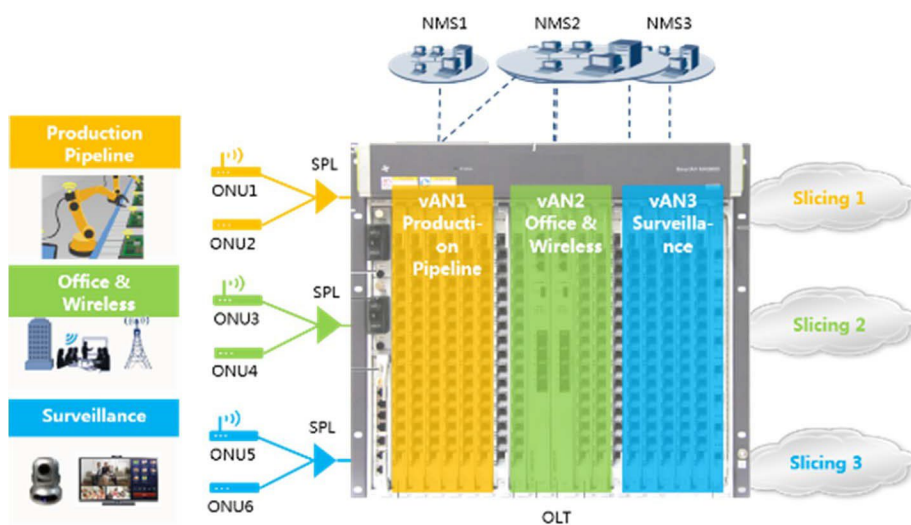
A PON-alapú ipari hálózati megoldás áttekintése a 23. ábrán látható.



23. ábra: PON alapú ipari hálózati megoldás áttekintése

A PON-alapú hálózatépítés az ipari alkalmazási forgatókönyvekben a következő jellemzőkkel számol:

- 1) Az IT (információs technológia), az OT (operatív technológia) és a CT (kommunikációs technológia) konvergenciájának megvalósítására szolgáló Edge Computing képesség, amely egy univerzális intranethez vezet az adatgyűjtési, -átviteli és -számítási képességekkel.
- 2) Hálózati szeletelés: egy teljes többszolgáltatású PON-rendszerrel valósul meg, amely egyszerűsítheti a gyáron belüli hálózati architektúrát és csökkentheti a hálózati átviteli késleltetést.



24. ábra: A PON szelet sematikus ábrája

- 3) Ipari protokollok támogatása: A különböző ipari szabványoknak megfelelő csatlakozási és QoS-szolgáltatások biztosítása. Az ipari vezérlési adatok mindig a legmagasabb prioritást élvezik a gyárban történő üzemeltetés és irányítás szempontjából. Az ipari termelési eljárások során valós időben gyűjthetők és továbbíthatók.
- 4) Titkosítási képesség: az értékes ipari adatok biztonságának biztosítása érdekében.
- 5) Alacsony késleltetés: Az átviteli késleltetés egyes speciális alkalmazásokban 1 ms-nál kisebbre szabályozható. Szükség esetén időszinkronizálási funkció áll rendelkezésre. A jövőben szükség lehet az időérzékeny hálózati (TSN) funkciók támogatására.
- 6) A hálózat rugalmassága és rendelkezésre állása: a védelmi kapcsolás (a helyreállítási idő várhatóan kevesebb mint 50 ms) biztosítja az ipari munkafolyamatok megszakítás nélküli működését. Többféle hálózati védelmi sémát tartalmaz (például az ITU-T PON-ajánlásokban bevezetett A ~ D típus).
- 7) Nagy ellenálló képességű hardver: Robbanás- és porálló képességek, valamint egyéb zord környezetekkel való kompatibilitás.
- 8) Intelligens működés: Intelligens hálózati diagnosztika a hálózati hibák korai előrejelzése érdekében, nagy adatmennyiségen alapuló hálózati viselkedés-előrejelzés olyan új technológiák bevezetésével, mint az SDN és a mesterséges intelligencia.

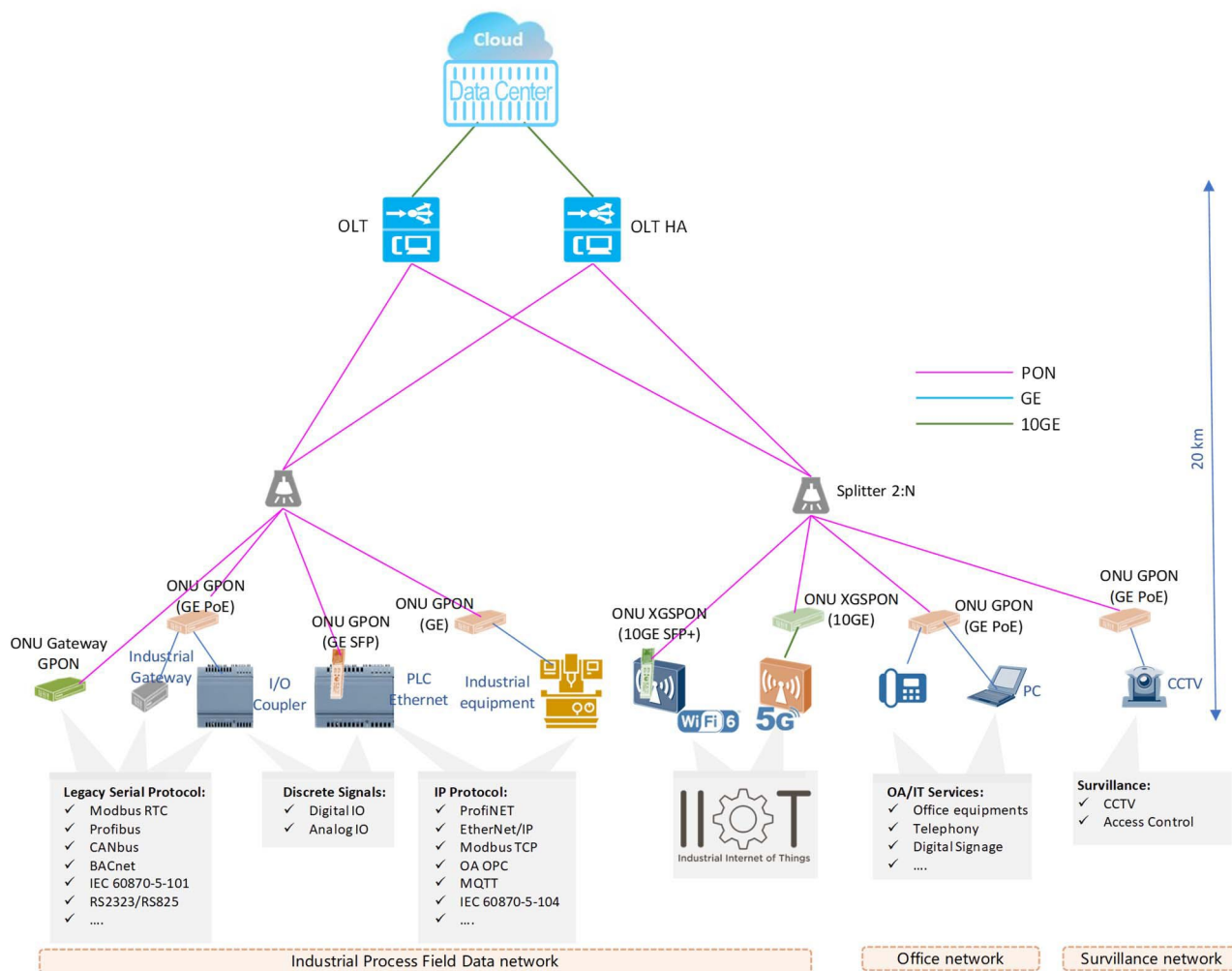
A PON a következőket vezeti be az ipari világba:

- Elektromágneses interferencia-mentesség kizárólag optikai szálak használatával. Ez garantálja a csatlakoztathatóságot a nagyon zajos elektromágneses környezetben (elektromos motorok, változó frekvenciájú meghajtók, inverterek stb.). A hagyományos rézalapú hálózatok drága árnyékolt kábelek (STP) használatával előzik meg ezt a problémát.
- A hagyományos rézkábelek nagy mennyiségű vezetékforrást igényelnek, ami megnehezíti a hálózat jövőbeli bővítését vagy méretezését. A rézkábelekkel számos probléma is van, például a rézkábelek romló tulajdonságai (pl. oxidáció) miatt a cserét és a korszerűsítést rövid távra (egy esetben 3 évre) kell tervezni. A PON-hálózat előnye az élettartam és a mennyiség, például az optikai szálak élettartama általában hosszú, körülbelül 20 év, ami minimális hálózati változást és alacsonyabb OPEX-et jelent.
- A kommunikációs hatótávolság passzív hálózaton keresztül akár 20 km-re is kiterjeszthető. Ez véget vet a hagyományos strukturált kábelezés és kapcsolórendszerek 100 méteres korlátainak, amelyek nem illeszkednek az ipari méretekhez és elrendezésekhez.

Az ipari PON képes egyetlen hálózatba integrálni az ipari környezet összes csatlakozási igényét, amint azt a 25. ábra mutatja.

Az ipari PON három tipikus forgatókönyvet vagy hálózatot foglal magában:

- Ipari folyamatok terepi adathálózata.
- Irodai hálózat.
- Felügyeleti hálózat.



25. ábra: Ipari PON

1) Ipari folyamatok terepi adathálózata

A 25. ábrán látható módon a vállalati üzemben belüli folyamatadatfájlok szállítása az ipari PON egyik fő alkalmazási forgatókönyve.

Az ipari PON a PON-hálózatok többrétegű kapacitása révén lehetővé teszi a különböző jelenlegi és jövőbeli szolgáltatások (GPON, XG(S)-PON, NG-PON2 stb.) egyidejű megvalósítását, hogy az összes ipari adat számára egyedi csatlakozási lehetőséget biztosítson:

- Csatlakozási szolgáltatások PON-interfészekon keresztül: Az ipari PON egyik fő alkalmazási forgatókönyve a 25. ábrán látható módon a gyáron belüli üzemi terepibusz-szolgáltatások szállítása. Az átjáró ONU-k több ipari fizikai interfésszel és beépített átjárófunkciókkal tervezhetők, amelyek támogatják az átjáró, a PLC, a termelésirányítási rendszer stb. közötti kommunikációt. Az új típusú ONU-eszközök támogathatják az integrált nyílt forráskódú vagy ügyfélre szabott ipari alkalmazásokat is. Ez az ipari adatgyűjtési és átalakítási folyamatok testreszabására szolgál. Az ipari felhőplatformokkal is együttműködik. Ez teszi teljessé az eszközök és az információs rendszerek közötti teljes összeköttetést.
- Csatlakozási szolgáltatások GE (Gigabit Ethernet) interfészekon keresztül:
 - Támogatja a hagyományos soros protokollokat (Modbus RTU™, RS232/RS485, Profibus stb.) és a diszkrét analóg és digitális I/O jeleket ipari kapukon és PLC-ken keresztül. Valamint elosztott I/O csatlók, amelyek támogatják az új központosított vPLC (virtuális PLC) szolgáltatásokat az adatközpontban.
 - IP ipari protokollok (ProfiNET®, EtherNet/IP™, Modbus TCP™ stb.) támogatása PLC-ről vagy más ipari berendezésekről.

- IIoT-eszközök: Az Ipar 4.0-ban a csatlakoztathatóság hatalmas bővülése ezekből az eszközökből fog származni, és a csatlakoztathatóságuk valószínűleg vezeték nélküli lesz a Wi-Fi® 6 és az 5G szolgáltatásokon keresztül. Az ipari PON olyan xHaul szolgáltatásokat nyújt, amelyek lehetővé teszik a Wi-Fi® 6 vagy 5G hálózatok telepítését.

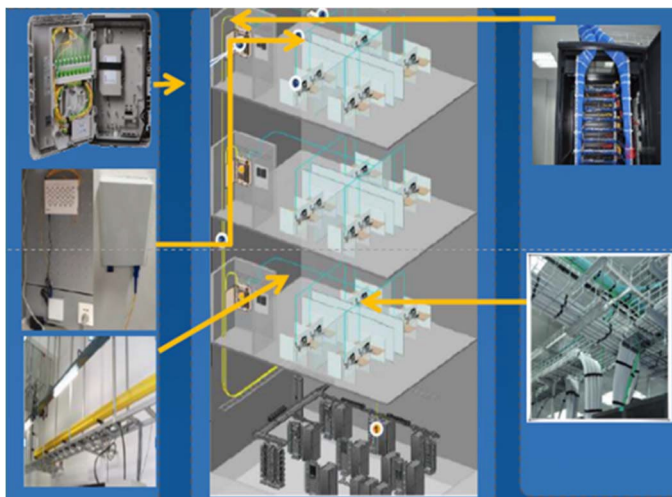
A fenti interfészekon kívül az ipari PON olyan QoS-mechanizmusokat is biztosít, amelyek garantálják a minimális csomagkésleltetést, a csomagzavarást, a csomagvesztést és a nagyobb sávszélességet. A QoS elengedhetetlen az olyan ipari protokollok, mint az EtherNet/IP™ vagy a ProfiNET® megfelelő szállításához.

E szolgáltatások integrálásához ipari minőségű ONU-t használnak. Ezek rendelkeznek az ipari környezethez szükséges mechanikai és környezeti jellemzőkkel, mint például a védelmi fokozatok (por, víz stb.) és a kiterjesztett hőmérsékleti tartományok. Az alábbiakban ismertetjük az ONU-típusokat:

- GPON Gateway ONU ipari fizikai interfészekkel és beépített gateway funkciókkal
- GPON ONU GE (Gigabit Ethernet) interfészekkel és PoE funkcióval.
- XG(S)-PON ONU 10GE interfészekkel, amelyek AR/VR alkalmazásokhoz vagy 5G/Wi-Fi® 6 xHaul.

Hasonlóképpen, az SFP/SFP+ formátumú ONU használata különösen fontos az ipari PON számára, mivel lehetővé teszi az ipari berendezésekbe való integrálást: ® 6, stb.

2) Irodai hálózat

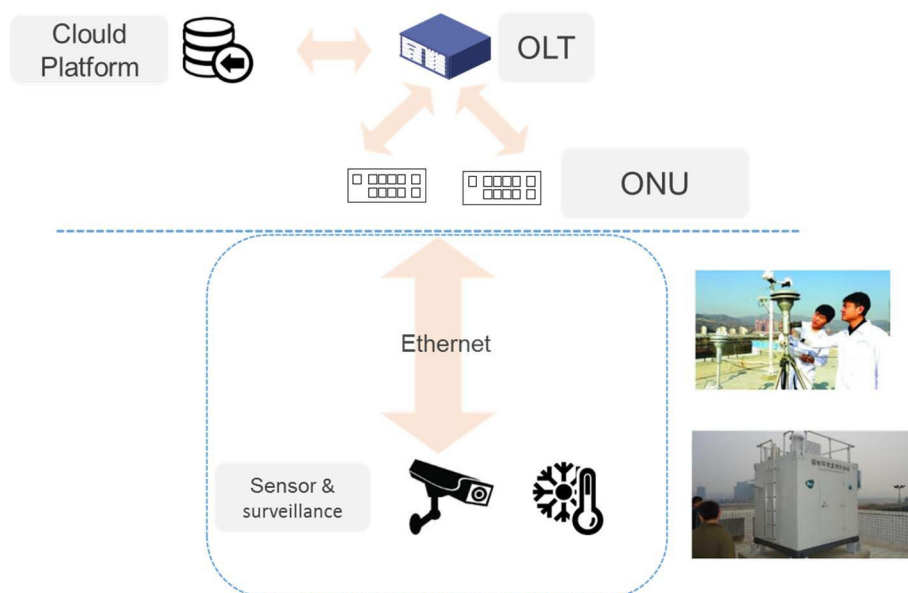


26. ábra: PON az irodai hálózathoz, az irodapark belső hálózata internet/intranet, telefon, fax szolgáltatásokkal.

Az ipari PON képes az OA (Office Automation) forgalom, a telefonálás stb. továbbítására az irodai területen, amint az a 26. ábrán látható. A hagyományos irodai hálózatok jellemzően Ethernet-kapcsolókon alapulnak, amelyeket önállóan kell konfigurálni és kezelni, ami összetett és nem hatékony szolgáltatás-konfigurációt eredményez. Az Ethernet-kapcsolók nem rendelkeznek kiforrott, egységes hálózatkezelési rendszerrel, ezért karbantartásuk, teljesítményfelügyeletük és hibaelhárításuk gyakran okoz hálózati üzemeltetési problémákat.

Az ipari PON azonban az egységes szolgáltatáskonfigurációval és -kezeléssel gyors hibaelhárítást tesz lehetővé.

3) Felügyeleti hálózat



27. ábra: PON az érzékelő- és felügyeleti hálózat áttekintése

Az ipari vállalatoknak valós idejű alkalmazási követelményeik vannak, mint például a videomonitorozás és a környezetérzékelés. Az ipari PON teljes körű támogatást nyújthat ezekhez az érzékelési szolgáltatásokhoz, amint az a 27. ábrán látható. A PON ONU képes PoE (Power over Ethernet) funkcióra, hogy hálózati kapcsolatot és áramellátást is biztosítson a távoli videomonitorozó kamerák számára. Ez lehetővé teszi a teljes körű kameratelepítést rugalmas és egyszerű módon.

A PON ONU-ban egyéb képességek is rendelkezésre állnak, mint például a Wi-Fi® AP, hogy többféle érzékelő adatgyűjtését és továbbítását valósítsa meg.

6.6.2.2 Motiváció

A PON ipari alkalmazásokban való alkalmazásának számos előnye van:

- A PON-technológiát világszerte széles körben használják a nagyszámú lakossági felhasználó számára kiépített FTTH-hálózat kiépítésére, amely kiforrott, megbízható és költséghatékony. Ezért úgy vélik, hogy a PON technológia az egyik legjobb választás az iparági üzemen belüli hálózatépítéshez, mivel kiváló minőségű, nagy megbízhatóságú és nagy biztonsági képességekkel rendelkezik.
- Új képességek könnyen beépíthetők a hálózati képességek növelése érdekében, mint például a változatos ipari protokollok integrálása és a gyár összes berendezésének teljes összekapcsolása. Ez egy egységes gyáron belüli, gyáron belüli hálózatot biztosít, amely támogatja a gyáron belüli bármilyen forgalmat.
- Az ipari PON hosszú távú kapcsolatot, alacsony sűrűségű elrendezést és EMI-ellenállóságot biztosít.
- Az ipari PON optimalizálja az adatok folytonosságát az üzemi szint és a termelésirányítási rendszer között. Ez növeli a termelés hatékonyságát és minőségét, csökkenti a költségeket, javítja a termelésirányítást, és lehetővé teszi az intelligens gyártást.

6.6.2.3 Előfeltételek

A PON technológia ipari alkalmazásban való használatának számos előfeltétele van:

- A gyárban az ipari PON-on keresztül csatlakoztatandó berendezéseknek rendelkezésre kell állniuk.
- Az optikai elosztóhálózatot jól kell megtervezni és telepíteni.

6.7 7. felhasználási eset: A PON használata a városi közszolgáltatáshoz

6.7.1 Felhasználási kontextus

Hálózati előnyei miatt a PON ígéretes hálózati technológia lehet a városi közszolgáltatással összefüggésben, és egy tipikus forgatókönyv lehet a PON használata egy intelligens városi hálózatban. Az intelligens városokban használt F5G-technológiák lehetővé teszik a városi tisztviselők számára, hogy közvetlenül kapcsolatba lépjenek mind a polgárokkal, mind a városi infrastruktúrával, és nyomon kövessék, mi történik a városban, és hogyan fejlődik a város. Ezért egy megbízható, könnyen telepíthető, karbantartásmentes hordozóhálózat jól alkalmazható. Az intelligens városokkal összefüggésben jó példa erre az intelligens villanyoszlop-rendszer, amely támogatja a Wi-Fi® hotspotot, a megfigyelést, az információközvetítést, a reklámozást stb.

6.7.2 A felhasználási eset leírása

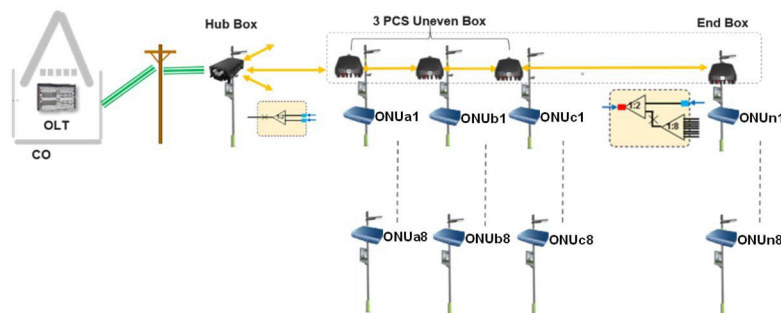
6.7.2.1 Áttekintés

Az intelligens villanyoszlopokat életképes megoldásnak tekintik az intelligens városi kommunikációs infrastruktúra kiépítéséhez. Mivel a villanyoszlopokat nagy számban telepítik, előnyük, hogy könnyen hozzáférnek az elektromos áramhoz, kiváló helyen vannak, és könnyen bővíthető az intelligens villanyoszlop-hálózat. Az intelligens villanyoszlop-rendszer olyan összetett nyilvános infrastruktúráként ismert, amely különböző funkciókat integrál, például intelligens világítást, videófelvételt, mobilkommunikációt, nyilvános műsorszórást, közúti forgalomáramlást és környezeti megfigyelést, meteorológiai megfigyelést, rádiós megfigyelést, vészhelyzeti segítségnyújtást, nyilvános információszolgáltatást stb., átfogó hálózatot kínálva a jövőben. A többfunkciós intelligens fényszlop-rendszer integrált kialakításával a különböző információs berendezések és tartozékok telepítése csökkentett CAPEX mellett történik.

Kritikus fontosságú a megfelelő tervezési megoldás kiválasztása a pozicionálás és a tervezés szempontjából. A következők az alapvető szempontok:

- Megfeleljen a városi táj és a környezeti korlátozások követelményeinek.
- Az oszlopok kiválasztásának meg kell felelnie a célterület hatékony lefedettségére vonatkozó célkitűzéseknek. A kiválasztási folyamat során figyelembe kell venni az egyes telepített eszközök hatékony lefedettségét, valamint a felhasználók és a szolgáltatások igényeit.
- A pólusokat a lehető legegyszerűbben kell elosztani.

Egyes területeken az Ethernet-et az intelligens villanyoszlopok csatlakoztatására használták. Rendszerjellemzői alapján azonban a PON megbízhatóbb, jobb helytakarékos, nagy teljesítményű és nagy energiahatékonyságú kapcsolatokat biztosíthat. Továbbá, a PON évek óta tartó széles körű bevezetése a hozzáférési hálózatban, a PON-rendszerek költséghatékonyak lehetnek, és más forgatókönyvekre is kiterjeszthetők. A 28. ábra egy gyakorlati példát mutat a PON használatára az intelligens villanyoszlopok összekapcsolására.



28. ábra: PON-alapú kapcsolat intelligens villanyoszlopokhoz

Az intelligens villanyoszlop-rendszer XG(S)-PON rendszerrel történő támogatásához néhány kulcsfontosságú pontot figyelembe kell venni:

- 1) Az intelligens villanyoszlop-rendszer hálózatának lefektetése általában az utak mentén történik. Ez a fajta lineáris topológia megfelelő ODN-t igényel a szükséges terület lefedéséhez szükséges teljesítményköltségvetés biztosításához. Az ODN láncos felosztása ezután jobban megfelel a

követelményeknek, megtakarítja az üvegszálalás erőforrásokat, és gyors és rugalmas ODN telepítést tesz lehetővé.

- 2) Az intelligens városi közinfrastruktúra részeként az optikai szál hálózat alacsony költséggel és nagy hatékonysággal telepíthető.
- 3) Az üvegszál erőforrásokat pontosan és automatikusan kell üzemeltetni és kezelni, például az ODN digitalizálásával és intelligens irányításával.

6.7.2.2 Motiváció

Az üvegszál infrastruktúrán alapuló intelligens villanyoszlop-rendszerek hatékonyan és költséghatékonyan támogathatják az intelligens várost.

6.7.2.3 Előfeltételek

- Az intelligens villanyoszlopok elhelyezése úgy lett kiválasztva, hogy az út/utca mentén már meglévő villanyoszlopokat újra felhasználják.
- A szükséges szolgáltatások támogatásához kiválasztott megfelelő ODN-topológia.
- Az alapvető optikai hálózati infrastruktúra kiépítése.

6.8 Felhasználási eset #8: Többszörös hozzáférés-összevonás PON-on keresztül

6.8.1 Felhasználási kontextus

A PON-technológiák előnyösek a nagy sűrűségű telepítéshez a lakossági piacon. A PON-technológiák a P2P-megoldásokhoz képest alkalmasabbak erre a piacra az egy ügyfélre jutó alacsonyabb költségek, a berendezéspontok alacsonyabb száma, a CO-rostvégződések alacsonyabb száma, a CO-hely csökkentése és az alacsonyabb energiafogyasztás miatt. A PON továbbra is magas szolgáltatásminőséget és ügyfélélményt garantál.

Az 5G megvalósítása során az egyik fő kihívás a lefedettség/sűrűség. Ugyanazon okokból, amelyek miatt a PON kielégíti a lakossági piacot, a PON-technológia az 5G valamennyi szolgáltatási és hálózati követelményét kielégítheti. A PON technológia jó helyzetben van ahhoz, hogy hatékony legyen az 5G nagyszabású bevezetésében.

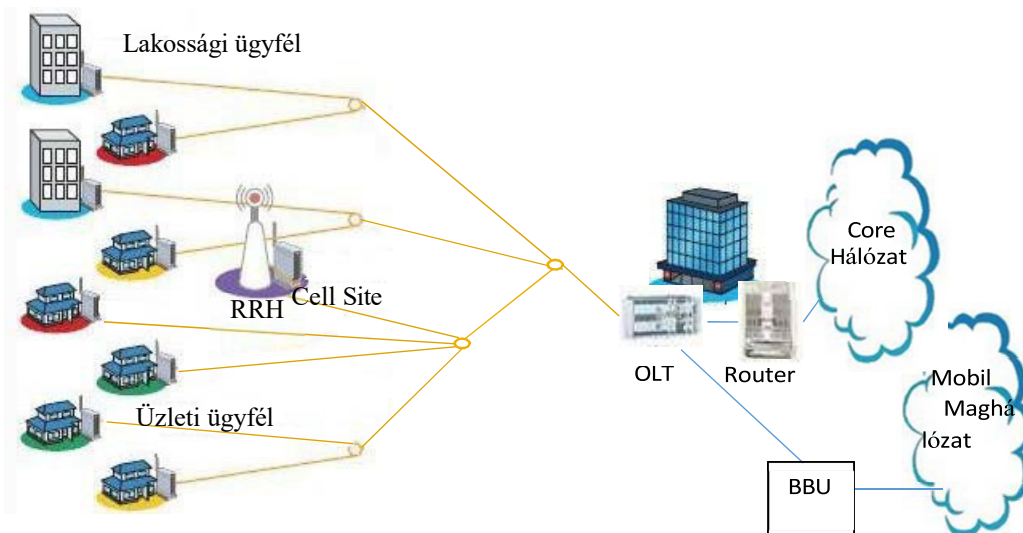
A GPON technológia nincs optimalizálva az 5G által támasztott követelményekre számos szempontból, például az architektúra, a sávszélesség, a forgalmi modell, a szelektálás, a késleltetés, az idősinkronizáció és az ultramagas rendelkezésre állás tekintetében. A P2P-megoldásokkal összehasonlítva a PON alacsonyabb költséget kínál ügyfél/cellahelyenként. Előnyös lehet a PON használata az 5G nagy rádiósűrűségű rádiós pontok és a B2C és B2B piacok földrajzi együttélésének támogatására. A jelenlegi XG(S)-PON és a jövőbeli PON-technológiák (25/50G-PON, NG-PON2 stb.) valójában adaptálhatók az 5G mobil xHaul forgatókönyvek megvalósításához.

Ez a felhasználási eset a mobil xHaul támogatására összpontosít a B2C és B2B szolgáltatásokhoz használt PON-hálózaton.

6.8.2 A felhasználási eset leírása

6.8.2.1 Áttekintés

A 29. ábra a PON-on keresztüli többszörös hozzáférési aggregációt mutatja be.

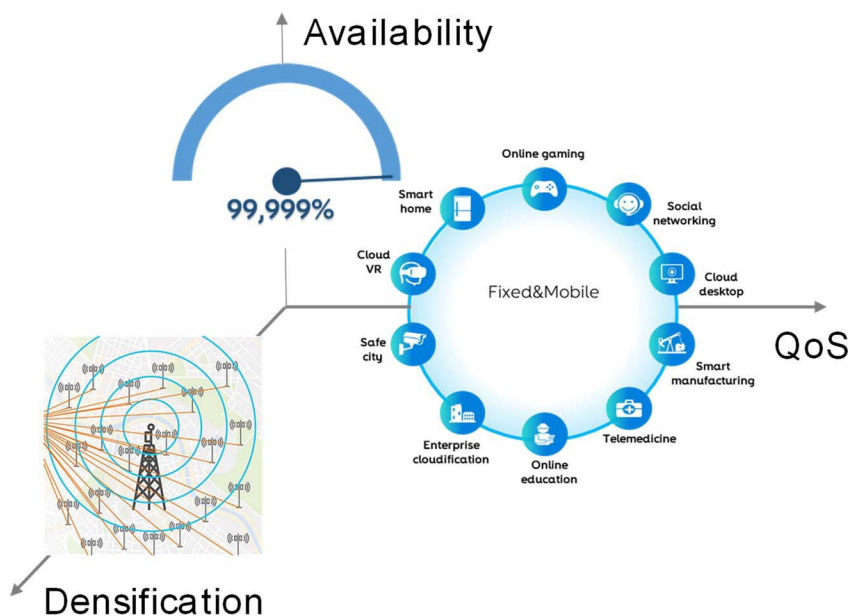


29. ábra: A többszörös hozzáférés aggregációjának áttekintése PON-on keresztül

A lakossági ügyfelek, az üzleti ügyfelek és a mobiltelefonos ügyfelek tipikus megoszlása, amelyet a lakossági piac és annak földrajzi összetétele vezérel, jól mutatja a közös optikai szálhálózat előnyeit. Ebből adódik az a technológiai igény, hogy a PON-nak az ügyfelek és szolgáltatások széles körét kell támogatnia.

A 30. ábra a három fő hozzáférési hálózati célt szemlélteti, amelyekkel az F5G-nek foglalkoznia kell:

- Hálózati QoS;
- Hálózati elérhetőség;
- A hálózat sűrítése.



30. ábra: A PON-on keresztüli többszörös hozzáférési aggregáció főbb jellemzői

1) Hálózati QoS

A QoS szempontjából alapvető fontosságú, hogy a hálózati erőforrás-felhasználás növekedésével több, nagyon eltérő igényű alkalmazás (lakossági, vállalati és mobil közlekedés) is támogatott legyen. E követelmények teljesítéséhez rugalmasságot és skálázhatóságot kell biztosítani.

A három fő 5G szolgáltatási osztály részeként olyan tulajdonságokra van szükség, mint a nagy adatátviteli sebesség, az alacsony késleltetés, a pontos időszinkronizáció és a magas biztonság:

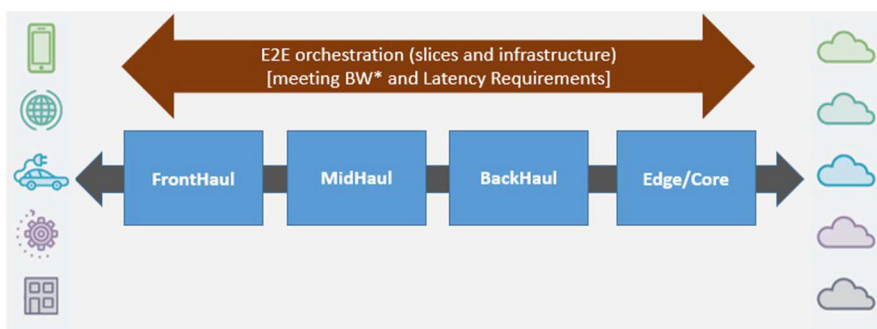
- Továbbfejlesztett mobil szélessáv (eMBB);
- Rendkívül megbízható és alacsony késleltetésű kommunikáció (URLLC); és
- Tömeges géptípusú kommunikáció (mMTC).

Jó példa a QoS-kihívásra az ultranagy pontosságú időszinkronizálás, az ultrarövid keretek, a vivőaggregáció és a koordinált többpontos (CoMP) bevezetése az 5G-ben, hogy az időszinkronizálás pontossága a 4G-ben alkalmazott $\pm 1,5$ μ s helyett ± 130 ns-ra javuljon.

2) Hálózati elérhetőség

A hálózat rendelkezésre állása a berendezések és az útvonalak végponttól végpontig tartó védelmének szintjéhez kapcsolódik. A lakossági piac számára a hozzáférési hálózat védelme nem feltétlenül szükséges, azonban a cellahelyek vagy egyes vállalati szolgáltatások támogatása esetén a hálózat hatékony védelme és rugalmassága kötelező. A 99,999 %-os rendelkezésre állású azonnali helyreállítás érdekében kötelező a meghibásodás utáni automatikus helyreállítás. A védelem különböző átviteli eszközökkel (pl. üvegszál és/vagy rádiós) valósítható meg. A PON-technológián keresztüli szolgáltatásvédelem azt jelenti, hogy az OLT-knek ugyanabban vagy különböző berendezésekben kell támogatniuk ezeket a funkciókat, ami különböző útvonalakat jelenthet az ügyfélhez. Ez jó indok az SDN/NFV telepítésekre, mivel ez a leghatékonyabb módja a különböző PON-végződések és szolgáltatási követelmények kezelésének egy adott OLT-n (HW védelem/kiválasztás), amely a QoS és a szolgáltatások biztosítását a használt PON-tól függetlenül valósítja meg. A védelem további szálak összeköttetéseket is jelent.

Mind a hálózati QoS, mind a hálózati rendelkezésre állás olyan jellemzők, amelyek a közeljövőben javulhatnak az SDN/NFV implementációk bevezetésével a vezetékes hozzáférési hálózatokon. Az orkestrációt a vezetékes és a mobilhálózatok konvergencia szemlélete fogja megoldani. Az 5G szállításnak a következő generációs PON-technológiákba való beépítése azt jelenti, hogy az összehangolásnak végponttól végpontig tartónak kell lennie a jövőbeli szolgáltatások és alkalmazási követelmények támogatása érdekében, amint azt a 31. ábra mutatja. Az optimalizált sáv szélesség és a nagy rendelkezésre állási követelmények végül programozható és autonóm csatornakötési technikák, továbbfejlesztett dinamikus sáv szélesség-kiosztás (DBA) és hullámhossz-mobilitási sémák SDN és NFV használatával történő megvalósításával érhető el.



31. ábra: Végponttól-végpontig tartó hangszerelés

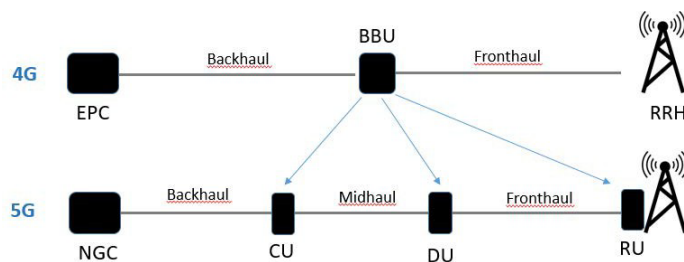
3) A hálózat sűrítése

A különböző QoS, a rendelkezésre állás és a nagy léptékű jelenléti pontok szükségessége befolyásolja a száloptika kiépítésének módját. A sűrítéssel a PON-megoldás előnye, hogy jelentősen csökkenti a központi irodában (CO) lévő szálvégződések számát. Minél nagyobb a felosztási arány, annál kisebb a központban végződő szálak száma. Például 1:64 arányú felosztás alkalmazásával a P2P megoldáshoz képest 64-szeres csökkenés érhető el az elsődleges kábel szálainak száma, a szálvégződések száma, valamint a helyigény és a berendezés energiafogyasztása tekintetében.

Másrészt, ha az adatátviteli sebesség kritikus, a PON-megoldásban a felosztási arány nem lehet magas (≤ 64). A sűrítési arány kezelése döntő szempont, nemcsak az adatátviteli sebesség, hanem az egy berendezésre jutó portok sűrűsége és az uplink-kapacitás szempontjából is.

A PON és a P2P megoldások között nincs különbség az átviteli késleltetés tekintetében, 5 μ s/km.

Az 5G RAN és a 4G RAN várható fejlődése további kihívásokat jelent a bázisállomás (BBU+RRH) három részre (CU, DU és RU) történő felosztása miatt. Ezek a felosztások egyszerűsítik a RAN virtualizációhoz vezető utat, és csökkentik a fronthaul vonal adatátviteli sebességét, miközben megfelelnek a késleltetési követelményeknek. Ennek a fejlődésnek a magas szintű ábrázolása a 32. ábrán látható.

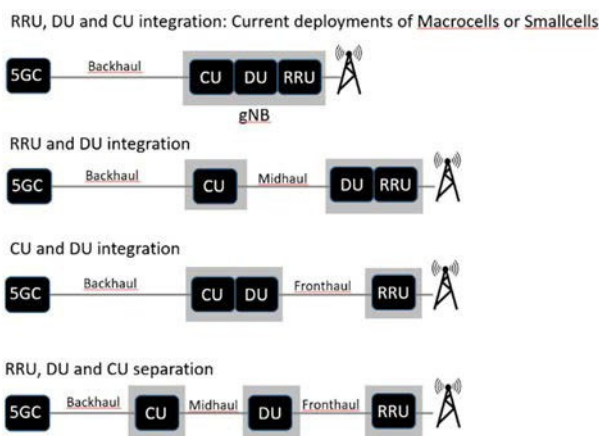


32. ábra: RAN-fejlődés a 4G-től az 5G-ig

Ehhez a felhasználási esethez elengedhetetlen a PON-hálózatok követelményeinek és hálózati architektúráinak megértése az összes B2C és B2B szolgáltatás támogatása érdekében, valamint a fő 5G szállítási forgatókönyvek, a különböző gNB funkcionális felosztások alapján (amelyeket a 3GPP TR 38.801 [i.2] határoz meg):

- Backhaul: a központi egység (CU) és a mag közötti kapcsolat.
- Középtávvezeték: a központi egység (CU) és az elosztott egység (DU) közötti kapcsolat.
- Fronthaul: az elosztott egység (DU) és a rádióegység (RU) közötti kapcsolat.

A gNB-modulok integrálásának/elkülönítésének különböző lehetőségeit a 33. ábra mutatja.



33. ábra: A gNB modulok integrálásának/elkülönítésének különböző lehetőségei

6.8.2.2 Motiváció

Ennek több oka is van:

- Az 5G hálózatépítés gyors megvalósítása a meglévő ODN újrafelhasználásával.
- Ugyanazon ODN megosztása a lakossági ügyfelek, az üzleti ügyfelek és a cellahelyek között, csökkentve a CAPEX-et.

6.8.2.3 Előfeltételek

A valódi PON-technológia követelményeinek meghatározásához számos előfeltétel van:

- Az országoként és szolgáltatóként rendelkezésre álló 5G spektrum ismerete.
- Az 5G ütemterv fejlődésének ismerete.

6.9 9. felhasználási eset: PON kiterjesztése a hagyományos Ethernet Uplinkre

6.9.1 Felhasználási kontextus

A PON-t már évek óta használják a hozzáférési hálózatban. A PON-rendszerek jobb teljesítménye, nagyobb megbízhatósága és alacsonyabb költségei miatt egyre inkább a PON-rendszerek más forgatókönyvek, többek között a hagyományos Ethernet-piacok felé mozdulnak el. Mivel a különböző forgatókönyvek különböző követelményeket támasztanak a PON-rendszerrel szemben, ez a felhasználási eset röviden bemutatja a PON kiterjesztését a régi Ethernet-piacokra, valamint néhány szempontot ad a PON-eszközökkel szemben támasztott új követelményekről.

6.9.2 A felhasználási eset leírása

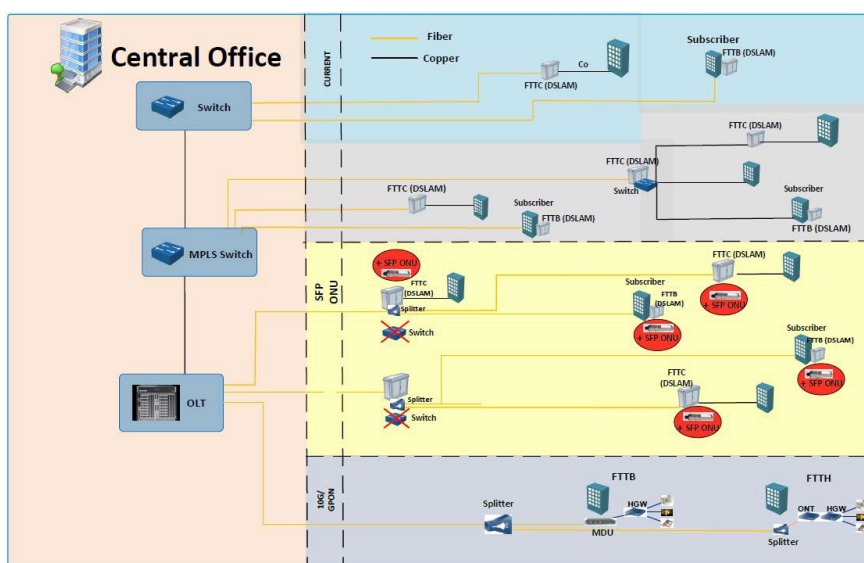
6.9.2.1 Áttekintés

6.9.2.1.1 Általános

A PON ma már potenciális jelöltnek számít a hozzáférési területen a tipikus FTTB/C-től eltérő különböző piacokon. Ezekon a piacokon a hagyományos megoldásokkal összehasonlítva az optikai szál alapú passzív hálózat olyan előnyöket kínál, mint az energiatakarékosság, a könnyű kezelhetőség, a több szolgáltatásra való képesség stb. E piacok némelyikén már léteznek olyan berendezések, amelyek speciális és meglehetősen egyszerű hálózati követelményekkel rendelkeznek. Például az Ethernet-piac mostanában az optikai szálak és a PON-rendszerek alkalmazása felé mozdul el. Ehhez a hagyományos hozzáférési piacokon használtaktól eltérő követelményekkel rendelkező eszközökre lehet szükség.

6.9.2.1.2 DSLAM-ok - kapcsolók - útválasztók

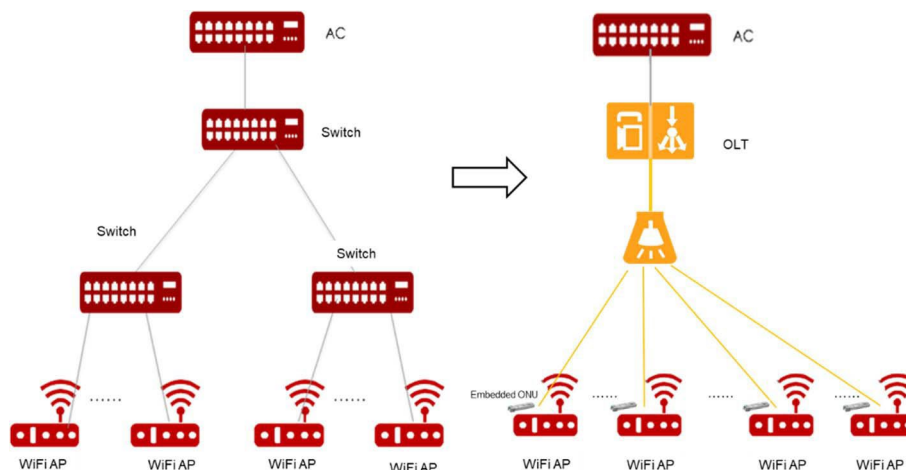
A DSLAM-rendszereket továbbra is a hozzáférési hálózatban alkalmazzák. Az OLT-használat növekedésével a hálózatban előnyösebb lesz a DSLAM-ok SFP ONU-kkal történő telepítése. Egyes kültéri DSLAM-alkalmazásokban a DSLAM-ok aggregálásához L2-kapcsoló is rendelkezésre állhat. A DSLAM PON Backhaul megoldások lehetővé teszik aktív kapcsolók helyett passzív elosztók használatát az aggregáláshoz. A passzív elosztók használata csökkenti az energiafogyasztást, és megelőz bizonyos kapcsolóproblémákat, például a hőt, az áramkimaradásokat stb. A PON-berendezések (ONU-k, MDU-k) és a DSLAM backhaul-berendezések különböző OLT-kártyák vagy PON-portok használatával szétválaszthatók. A 34. ábra mutatja a DSLAM Backhaul és a jelenlegi DSLAM közötti különbségeket.



34. ábra: PON kiterjesztése DSLAM Ethernet Uplinkre

6.9.2.1.3 Wi-Fi® AP backhaul

A Wi-Fi® széles körben elterjedt a hálózati csatlakozás kényelme miatt. A hálózati képességekkel szemben támasztott követelmények növekedésével egyre több és több AP kerül telepítésre a helyiségekben. A 33. ábra egy több Wi-Fi® AP-ot tartalmazó backhaul megoldást mutat be, amely az Ethernet-kapcsolókról a PON-technológiára tér át. Egy OLT kerül telepítésre a központi készülékházban a magkapcsoló helyettesítésére. Egy Ethernet-interfészel rendelkező beágyazott ONU kerül telepítésre, hogy a meglévő Wi-Fi® AP eszközök továbbra is használhatók legyenek. A PON használatával az Ethernet-kapcsolókat OLT-k és optikai elosztók váltják fel, ami csökkenti az energiafogyasztást és a költségeket. Ezenkívül az összes Wi-Fi® AP-t az OLT kezeli és vezérli, amint az a 35. ábrán látható.

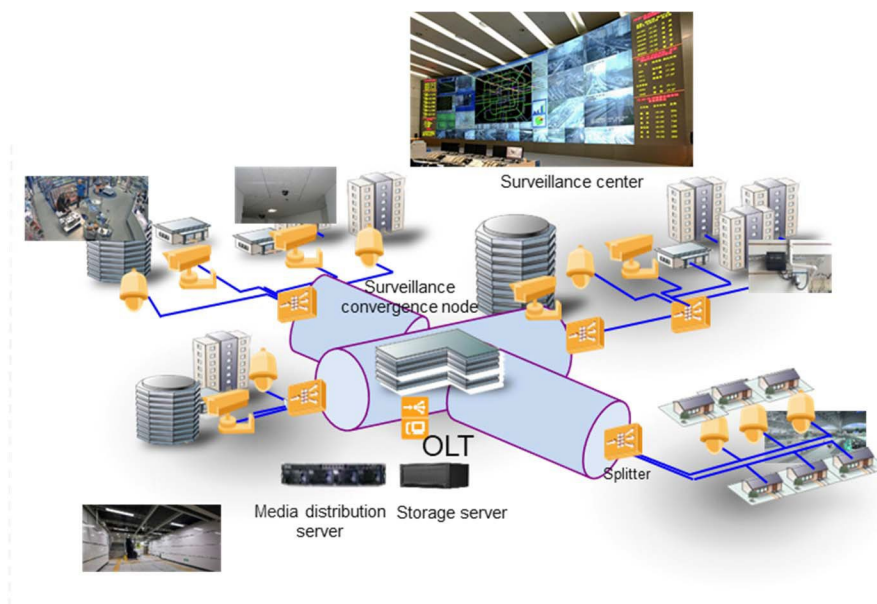


35. ábra: PON kiterjesztése az AP Ethernet Uplinkre

6.9.2.1.4 Videófelügyeleti backhaul

A videófelügyeleti rendszert köz- és magánszervezetek használják a közbiztonság érdekében. Az összes videoadatot a felügyeleti központban gyűjtik össze. A kamerák és a felügyeleti központ között backhaul-kapcsolat van. Jelenleg a felügyeleti kamerák interfésze Ethernet. A 36. ábrán megfigyelhető, hogy a nagyvárosokban a kamera és a felügyeleti központ közötti távolság 10 km-nél is nagyobb lehet. A felügyeleti központ és az egyes kamerák közötti hálózat egy pont-többpontos topológia, amely megfelel a PON-nak. A PON-rendszer továbbá legalább 20 km-es, de akár 40 km-es távolságokat is támogathat. Az OLT 1:128 arányú megosztási arányt támogat, ami nagyon alkalmas a sok kamerát tartalmazó telepítésekhez. Az egyik kihívás az, hogy a kamerákat mindig épületek, oszlopok vagy tetők tetejére telepítik, ahol nincs hely egy további ONU számára.

Ezért ebben a forgatókönyvben egy rugalmasabb, kisebb méretű és egyszerűbb tápegységgel rendelkező módosított ONU használható, amely nem foglal több helyet. Ezenkívül egy optikai/elektromos hibrid szálakábel távolról is táplálhatja a kamerát és az ONU-t, ha a helyi tápegység nem áll rendelkezésre.



36. ábra: A PON kiterjesztése a videófelügyeleti háttérhálózatra

6.9.2.1.5 Általános megfontolások

A hozzáférési hálózat esetében több különböző szálás üzemmód létezik, például FTTH, FTTB és FTTC/Cab, és az ONU-k típusait az egyes üzemmódokhoz tervezték és optimalizálták. A hagyományos Ethernet telepítések esetében a PON bevezetésekor két lehetőség van:

- Az ONU-k használata Ethernet-alapú eszközök PON-hálózathoz való csatlakoztatására;
- SFP ONU-k használata, ha az eszköz rendelkezik SFP-csatlakozóval.

Összehasonlításképpen az a) lehetőség olcsóbb, de nagyobb erőfeszítést igényel a régi eszközök cseréje; míg a b) lehetőség sokkal rugalmasabb, de csak SFP-csatlakozóval rendelkező eszközökre alkalmazható.

6.9.2.2 Motiváció

A PON-technológiát széles körben használják a hozzáférési hálózatokban. A technológia kiforrott, és az eszközöltségek viszonylag alacsonyak. A PON-technológia előnyeinek kiaknázása érdekében a PON-rendszer megfelelően módosított eszközökkel, mint Ethernet-adapterrel javasolt a régi Ethernet-berendezések korszerűsítésére.

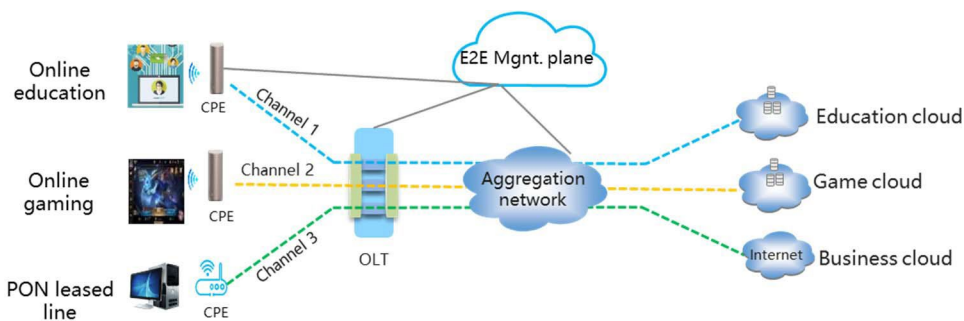
6.9.2.3 Előfeltétel

- A meglévő eszközök újrafelhasználása a régi Ethernet-piacokon

6.10 10. felhasználási eset: Scenárió alapú szélessávú hozzáférés

6.10.1 Felhasználási kontextus

Az olyan alkalmazások, mint az online játékok, az online oktatás és az online találkozók a lakossági szélessávú internet felhasználása és az üzleti lehetőségek szempontjából a legnépszerűbbek közé tartoznak. A kisvállalkozások, például kis élelmiszerboltok vagy üzletek számára a PON-alapú internet bérelt vonalat is figyelembe veszik, mivel ezek olyan hálózati képességeket igényelnek, amelyek hasonlóak a lakossági, nagy teljesítményű szélessávú felhasználók számára biztosított képességekhez. Amint azt a 37. ábra szemlélteti, a nagy értékű szélessávú alkalmazásokat a szélessávú hálózati berendezések azonosítják, hogy megkülönböztessék őket a legjobb erőfeszítéssel megvalósított internetforgalomtól. Az ilyen nagy értékű alkalmazások számára az optimális felhasználói élmény biztosítása érdekében dedikált hálózati erőforrásokat osztanak ki az alkalmazás-terminál és az alkalmazásfelhő között. Az összes hálózati műveletet az E2E menedzsment sík kezeli.



37. ábra: Több alkalmazás szállítása a hálózaton

A szélessávú hálózatok felhasználói gyakran tapasztalnak rossz minőségű szolgáltatást még akkor is, ha a sávszélesség elég nagy. A sávszélesség csak az egyik szempontja a megbízható szélessávú alkalmazásnak. A különböző szélessávú alkalmazások által generált különböző forgalmi modellek, valamint az alkalmazásfelhő és az eszköz közötti kölcsönhatás eltérő követelményeket támasztanak a hálózati teljesítménnyel szemben. Ahhoz, hogy a nagy sávszélesség mellett jó minőségű felhasználói élményt lehessen nyújtani, más hálózati jellemzőket (például alacsony késleltetés, nagy megbízhatóság) is figyelembe kell venni és támogatni kell. A szolgáltatás minőségbiztosítási funkciók közé tartozik az automatikus alkalmazásazonosítás, az alkalmazás rugalmassága és adaptációja, valamint az automatikus alkalmazásminőség-mérés.

A hálózathoz gyakran csatlakoznak új internetes alkalmazások és felhasználói eszközök. A szélessávú hálózatnak rugalmasan és automatikusan, kézi beavatkozás nélkül kell alkalmazkodnia ezekhez a változásokhoz. A változó felhasználói magatartást és az új alkalmazások hozzáadását az E2E menedzsment síknak kell észlelnie. Az E2E menedzsment síknak meg kell tennie a megfelelő lépéseket a megfelelő hálózati teljesítmény biztosítása érdekében.

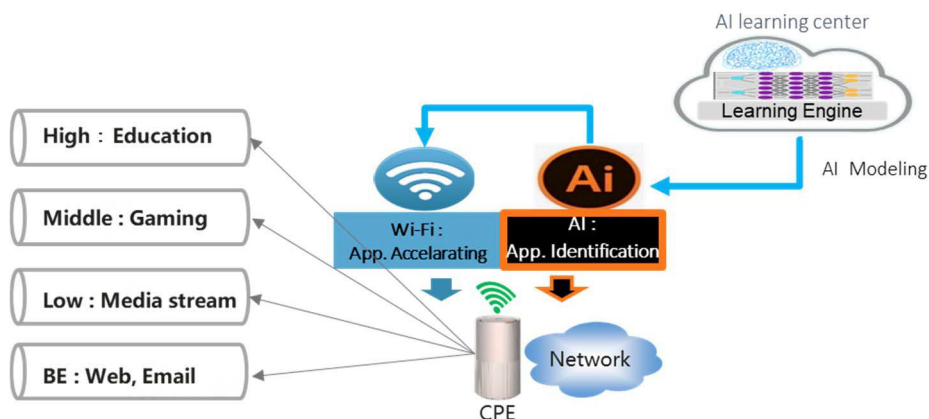
A korábbi hálózati generációkban a hálózat viselkedését pontosan meg kellett határozni és be kellett programozni, hogy reagálni tudjon a változásokra. A pontosság kezelhető, de nem önmenedzselhető, és nem képes kezelni az előre nem látható változásokat. A mesterséges intelligencia technológiai fejlődésével a szélessávú hálózatot automatikus tanulási képességgel lehet kiegészíteni, hogy a hálózati teljesítmény automatikus adaptációját a különböző szélessávú alkalmazási forgatókönyvekhez lehessen megvalósítani. Ez egyben a forgatókönyv-alapú szélessávú felhasználási eset fő jellemzője is.

6.10.2 A felhasználási eset leírása

6.10.2.1 Áttekintés

6.10.2.1.1 Általános

A szélessávú felhasználási esetet a 38. ábra szemlélteti. A leggyakrabban használt szélessávú alkalmazások az oktatás, a játék, a média streaming és a legjobb minőségű internet (böngészés és e-mail). A különböző alkalmazásokat a hálózat a beágyazott mesterséges intelligencia funkcióival azonosítani tudná, hogy az alkalmazás jellemzői megkülönböztethetők legyenek egymástól. A hálózati erőforrásokat az azonosított nagy értékű alkalmazásokhoz rendelik, beleértve az otthoni hálózati szegmenst is. A szélessávú alkalmazások rugalmas változásainak támogatása érdekében a mesterséges intelligencia tanulási központ megtanulja a garantálandó nagy értékű alkalmazásokat.

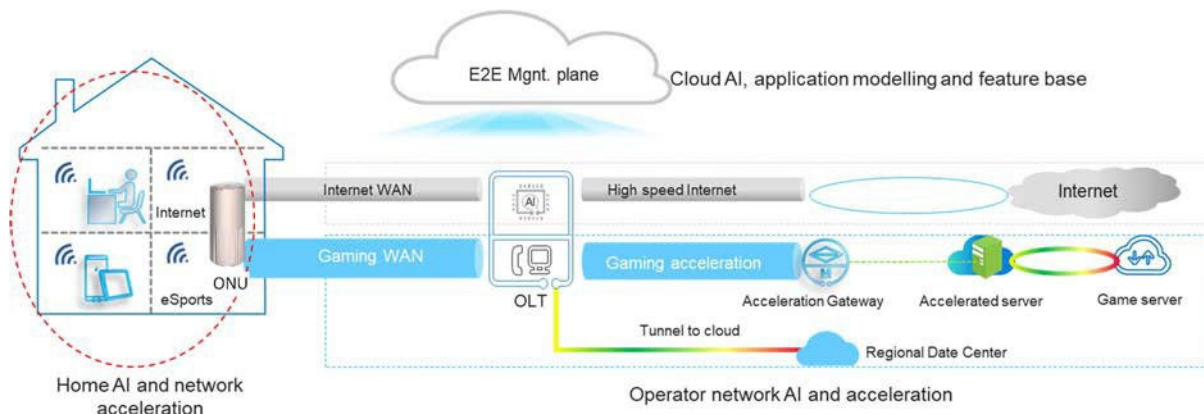


38. ábra: A szélessávú forgatókönyvek áttekintése

Ez a felhasználási eset bármely lehetséges szélessávú alkalmazás esetében releváns lehet, ha annak minősége alapvető fontosságú a végfelhasználók számára. Itt referenciaként több példát adunk meg.

6.10.2.1.2 Szélessávú játék

A szerencsejáték hatalmas iparág, több mint 2 milliárd globális játékosal. A játékosok is több típusba sorolhatók. Körülbelül 80%-uk játszik alkalmi kézi játékokat, amelyek esetében a hálózati teljesítményre vonatkozó követelmények nem magasak. A fennmaradó játékosok a felső kategóriás játékosok közé sorolhatók. Ide tartoznak a professzionális játékosok, akik nagy teljesítményű PC-re és hálózatra támaszkodnak. A csúcsgjátékok élő közvetítése szintén népszerű videósolgáltatás az interneten. A 39. ábra mutatja a játékhoz használt hálózati architektúrát.



39. ábra: Hálózati architektúra a játékhoz

A csúcskategóriás játékok jó hálózati teljesítményt igényelnek. A sávszélesség az egyik teljesítményező. A csúcskategóriás játékok telepítőszoftver-készlete általában nagy, és órákig tart a letöltésük.

A hálózati késleltetés még inkább lényeges a mobil- és PC-játékok esetében. A 6. táblázat a legnépszerűbb FPS (First-Person Shooters) és MOBA (Multiplayer Online Battle Arena) játékok késleltetési hatásait tartalmazza. Megjegyzendő, hogy az itt felsorolt késleltetési számok a játéktérminál és a felhő közötti E2E késleltetésre vonatkoznak. Az új generációs felhőalapú játékok esetében a késleltetési követelmény 30 ms vagy akár 10 ms E2E.

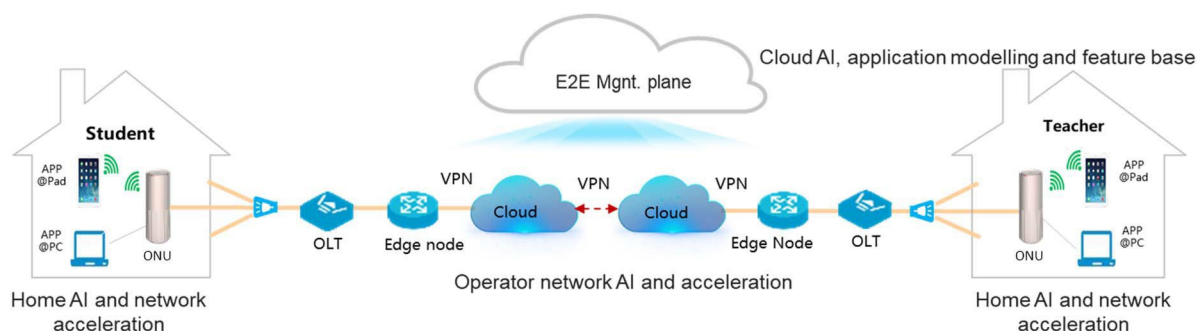
6. táblázat: A késleltetés hatása a játékműködésre

	Kiváló	Jó	Közepes	Szegény
E2E késleltetés (ms)	0~50	51~90	91~150	> 150
Tapasztalat leírása	Sima késedelem nélkül	Normál működés nyilvánvaló késedelem nélkül	Képes játszani, de szünetekkel	Gyakori szünetek, időnként megszakad a kapcsolat

A szélessávú játékoknak javítaniuk kell a hálózati teljesítményt, különösen a hálózati késleltetés csökkentését a garantált élmény érdekében. A népszerű internetes játékok forgalmi modelljét és funkcióbázisát az otthoni hálózatba és az üzemeltetői hálózatba ágyazott mesterséges intelligenciamotor automatikusan frissíti és tárolja az üzemeltető E2E menedzsment síkjában. A kulcsfontosságú hálózati komponensek megkapják az adatpolitikát az E2E menedzsment síkból, hogy a gyorsítás megvalósításához beállítsanak egy hálózati szeletet az azonosított játékforgalom számára. A hálózatban dedikált szállítási csatornát vagy gyorsító eszközt lehet telepíteni. A csatorna vagy az eszköz ütemezési funkcióját az E2E kezelési sík vezérli. A szélessávú játékforgalom állapota látható és kezelhető az E2E kezelési sík által.

6.10.2.1.3 Oktatási szélessávú

Az online oktatás egy másik fontos otthoni szélessávú szolgáltatás. A MOOC-okat (Massive Open Online Course - tömeges nyílt online kurzus) a világ legjobb egyetemei és oktatási intézményei indítják. Az online oktatás is átalakul a videofelvételtől az élő videóig, az egyirányú videóközvetítéstől az interaktív multimédiáig, a nagyfelbontású videótól a 4K UHD videóig és a virtuális valóságig. Az online oktatást a hagyományos iskolai oktatás kiegészítőjének tekintették. Fokozatosan a tantermi oktatáshoz hasonlóan az egyik főáramú módszerré változik.



40. ábra: Az on-line oktatás hálózati felépítése

A 40. ábra a végponttól végpontig tartó oktatási szélessávú hálózatot mutatja. A tanár elég messze lehet a tanulótól, esetleg külföldön vagy akár egy másik kontinensen. A meglévő oktatási alkalmazás sávszélességigénye nem rendkívül magas, az általa használt videofelbontástól függ, és a jövőben inkább növekedni fog. Ebben az esetben a hálózati késleltetés és a csomagvesztés a kritikus paraméterek.

A népszerű oktatási alkalmazások forgalmi modelljét és funkcióbázisát az otthoni hálózatba és az üzemeltetői hálózatba beágyazott mesterséges intelligenciamotor hozza létre és automatikusan frissíti, és az E2E üzemeltetői kezelősíkban tárolja. A kulcsfontosságú hálózati komponens megkapja az adatpolitikát az E2E kezelési síkból, hogy beállítson egy hálózati szeletet egy azonosított oktatási alkalmazás számára a gyorsítás megvalósításához. Az oktatási szélessávú alkalmazás állapota az E2E kezelési sík által látható és kezelhető.

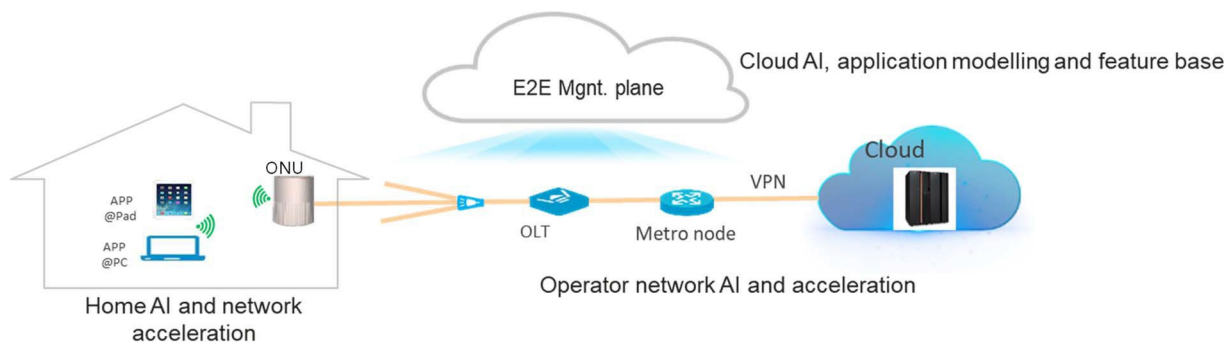
6.10.2.1.4 Otthoni irodai szélessávú internet

A jó minőségű szélessávú hálózat nagyobb rugalmasságot biztosít az emberek számára az otthoni munkavégzéshez. VPN-szoftverrel csatlakozhatnak az intranethez, on-line megbeszélésekhez csatlakozhatnak, megoszthatják a képernyőt vagy fehér táblán vitázhatnak a világ másik sarkában lévő kollégáikkal. Az otthoni hálózat teljesítménye általában nem olyan jó, mint egy irodai hálózaté, különösen egy nagyvállalat alkalmazottja esetében. A 7. táblázat egy tipikus on-line tárgyalószoftver teljesítményigényét mutatja.

7. táblázat: Teljesítménykövetelmény az online ülésekhez

	Kiváló	Jó	Szegény
Késleltetés (ms)	< 100 ms	< 150 ms	> 200 ms
Jitter (ms)	< 30 ms	< 50 ms	> 50 ms
Csomagvesztés	< 3 %	< 5 %	> 5 %

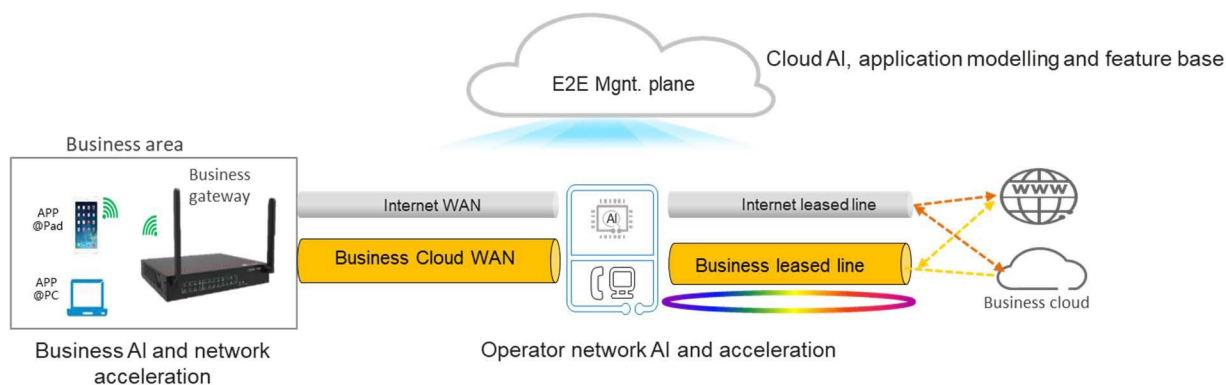
Az otthoni irodai szélessávú hálózatot a 41. ábra mutatja. Az otthoni irodai felhasználó elindítja az Intranet VPN-t vagy más irodai szoftvert a PC-ről vagy más terminálokról, és csatlakozik az üzleti felhőhöz. A vállalati VPN-szoftverek népszerű otthoni irodai alkalmazásainak forgalmi modellje és funkcióbázisa létrejön, és az otthoni hálózatba és az üzemeltetői hálózatba ágyazott AI-motor automatikusan frissíti és tárolja az üzemeltető E2E menedzsment síkjában. A kulcsfontosságú hálózati komponens az E2E menedzsment síkból megkapja az adatkezelési házirendet, hogy egy azonosított otthoni irodai alkalmazás számára beállítson egy hálózati szeletet a gyorsítás megvalósításához. Az otthoni irodai szélessávú kapcsolat állapota látható és az E2E kezelési sík által kezelt.



41. ábra: Az on-line találkozó hálózati felépítése

6.10.2.1.5 PON bérelt vonal

Az üzleti bérelt vonalat a kis- és középvállalati ügyfelek, például kis üzletek és fiókirodák stb. használják, amint azt a 42. ábra mutatja. Kétféle szélessávú szolgáltatásra van szükség, az internet bérelt vonalra és az üzleti bérelt vonalra. Az üzleti bérelt vonal általában magasabb SLA-igényű szolgáltatás a sávszélesség, a késleltetés, a stabilitás és a megbízhatóság tekintetében. A QoS garantált üzleti bérelt vonalak egyre fontosabbá válnak, amikor egyre több üzleti alkalmazást telepítenek a felhőben, beleértve a nyilvános felhőt, az üzemeltetők felhőjét és a magánvállalati felhőt. Az SLA-kapcsolat nagy jelentőséggel bír az üzleti felhasználók, a hálózatüzemeltetők és a felhőszolgáltatók számára. A különböző SLA-khoz itt különböző kapcsolódási technológiákat lehet használni, beleértve a hálózati szeletelést, a VPN-t, az SD-WAN-t, az OTN-t vagy a közvetlen fizikai kapcsolatot. Az ügyfélhelyezíni hálózat képessége és megbízhatósága nagyban különbözik a lakossági szélessávú hálózattól, nagy kapacitású hozzáféréssel, hálózati redundanciával, önmenedzsmenttel stb.



42. ábra: A PON bérelt vonal hálózati felépítése

Az üzleti alkalmazások vagy a vállalati VPN-szoftverek forgalmi modelljét és funkcióbázisát az ügyfélhelyezíni hálózatba és az üzemeltetői hálózatba beágyazott AI-motor automatikusan frissíti és tárolja az üzemeltető E2E menedzsment síkján. A kulcsfontosságú hálózati komponensek megkapják az adatpolitikát az E2E menedzsment síkról, hogy beállítsák a bérelt vonalat a szolgáltatásfelhőhöz egy azonosított alkalmazás számára a gyorsítás megvalósításához. A PON bérelt vonal állapota látható és kezelhető az E2E kezelési sík által.

6.10.2.2 Motiváció

A sávszélesség az elmúlt évtizedekben folyamatosan nőtt, és az F5G-ben elérte a gigabites szintet. A nagy sávszélesség nem jelent jó szolgáltatásminőséget és alkalmazási élményt. Gyakran előfordul, hogy a felhasználói élmény még akkor sem kielégítő, ha a hálózatot csak kis mértékben terheljük. Ennek egyik fő oka az, hogy az összes internetes alkalmazást általában szinte ugyanúgy kezelik, mint az úgynevezett HSI (High Speed Internet) szolgáltatásokat, és hasonlóan szállítják a szélessávú hálózaton. Ez megakadályozza a hálózatüzemeltetőt abban, hogy javítsa a szélessávú felhasználóknak nyújtott szolgáltatási szintjét. A megfelelő hálózati szolgáltatások és megoldások biztosításához figyelembe kell venni és differenciálni kell az alkalmazásokat és a felhasználói viselkedést. Ez vezet a forgatókönyv-alapú szélessávú felhasználási esethez, amely több alkalmazási forgatókönyvet támogat.

Az új alkalmazások, a felhasználói magatartás változásai és az internet fejlődése az elsődleges oka ennek a felhasználási módnak. A forgatókönyv-alapú szélessávú szolgáltatásnak szüksége van arra, hogy a hálózat önmenedzselő legyen, hogy lépést tudjon tartani az alkalmazások fejlődésével.

6.10.2.3 Előfeltételek

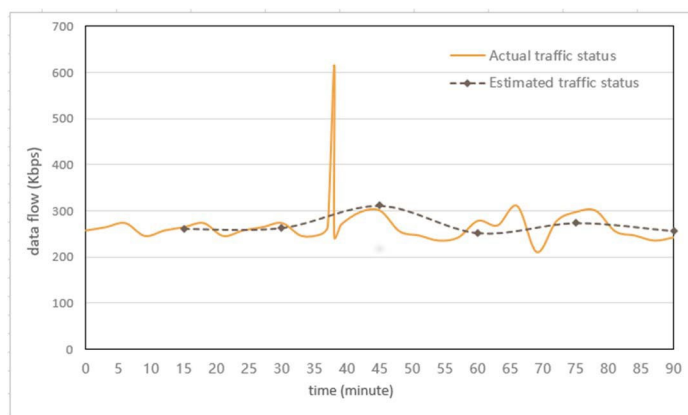
- A hálózati berendezéseket a forgatókönyv-alapú szélessávú hozzáférés figyelembevételével tervezték.
- A hálózati erőforrások elegendőek, különösen a nagy igényű SLA-alkalmazásokhoz.

6.11 11. felhasználási eset: Fokozott forgalomfigyelés és hálózati irányítás az intelligens hozzáférési hálózatban

6.11.1 Felhasználási kontextus

A hagyományos hozzáférési hálózatokban a hálózatüzemeltetők általában percek nagyságrendű forgalomfigyelő adatgyűjtési képességgel rendelkeznek (például egy tipikus forgalomfigyelő adatgyűjtési ciklus 15 perc), amelyet a hálózat rutinszerű karbantartására terveztek. Nehéz azonban a forgalmat másodperces nagyságrendben figyelni, hogy kielégítsék az új szolgáltatások, például a Cloud VR működését. Ha például a végfelhasználó a több tíz másodperces váratlan forgalmi torlódás miatt rossz szolgáltatási élményt tapasztal, az üzemeltetőnek nehéz felismerni, hogy valójában mi történt a hálózatában. Ez a forgalomfigyelési adatgyűjtés durva szemcsézettségének köszönhető, amely nem képes észlelni a megfigyelési időszakon belüli forgalmi kitöréseket. Nem elegendő a becsült forgalmi állapotot használni, ami a forgalmi anomáliák elmulasztásához vezet.

A 43. ábra a tényleges forgalmat szemlélteti a durva szemcséméretű megfigyelésnek köszönhető laposnak tűnő nézettel szemben.



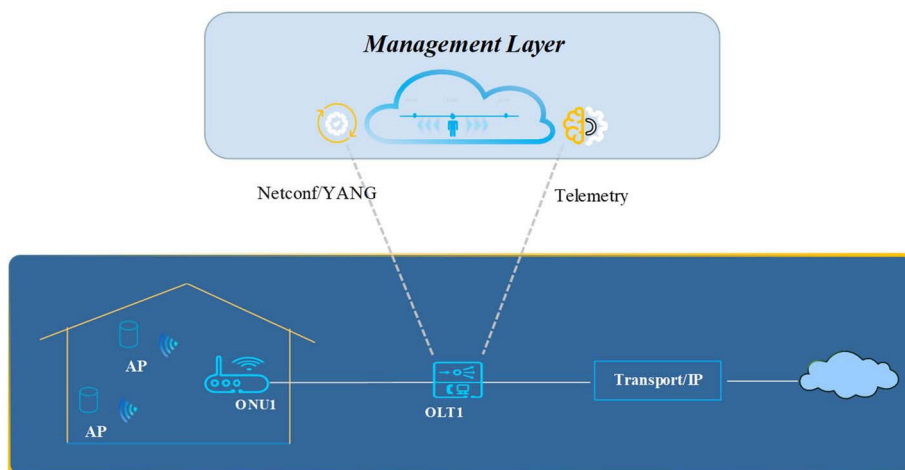
43. ábra: Példa mikroforgalom-robbanás diagramjára

Az intelligens és szolgáltatási logikára orientált hozzáférési hálózatvezérlést és -irányítást kell alkalmazni a hálózatfelügyelet granularitásának javítása és a hálózatüzemeltetés egyszerűsítése érdekében.

6.11.2 A felhasználási eset leírása

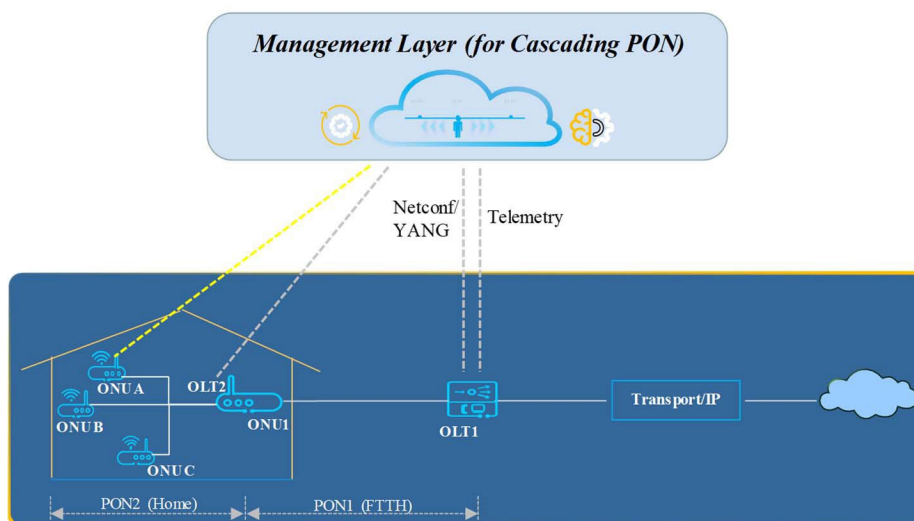
6.11.2.1 Áttekintés

A másodpercek nagyságrendű adatgyűjtés javíthatja a forgalomfigyelési képességeket. A 44. ábra az intelligens hozzáférési hálózat forgalomfigyelésének és hálózati vezérlésének egyik példáját mutatja be. A kezelési réteg több funkciót is tartalmaz, például a hozzáférési hálózatot kezelő rendszer által használt hozzáférési hálózati adatgyűjtést és az OLT-vezérlést.



44. ábra: Példa az intelligens hozzáférési hálózat fokozott forgalomfelügyeletére és hálózati vezérlésére

Az FTTH-hoz általában hozzáférési hálózatot telepítenek. A hozzáférési hálózat (1. szintű PON) és az ügyfélhelyiségek hálózata (2. szintű PON) kaszkádosításával bővíthető. A kaszkádosított PON jobb forgalomfelügyeletet, üzemeltetési és karbantartási képességet biztosít, amint azt a 45. ábra mutatja. A kaszkádosított PON kezelési rétege átfogó támogatást nyújt a 2. szintű kaszkádosított PON számára. Ilyen például a 2. szintű PON automatikus beállítása. Az összegyűjtött forgalmi jellemzők segíthetnek a hálózati paraméterek finomhangolásában. A 2. szintű PON ONU-k a különböző ügyfélprofiloknak megfelelően konfigurálhatók. Az otthoni hálózatokban például a hálószobában a forgalomáramlásnak támogatnia kell a videostreaminget, míg a nappali ONU-nak Cloud gaming VR képességeket kell nyújtania. A kaszkádolt PON esetében a végponttól végpontig tartó hangszerelés lehetővé teszi az ügyfélhelyiségek hálózatának vezérlését és kezelését.



45. ábra: Példa a fokozott forgalomfigyelésre és hálózatvezérlésre a kaszkádos PON esetében

MEGJEGYZÉS: Az FTTR 4. számú használati eset nagyon hasonló ehhez a forgatókönyvhöz, és ennek a használati esethez a felügyeleti szempontjai is alkalmazandók.

Az alábbiakban felsoroljuk a hozzáférési hálózat várható műszaki jellemzőit ebben a felhasználási esetben:

- 1) Telemetria: valós idejű, végponttól végpontig tartó és pontos forgalomfigyelési adatgyűjtés.
- 2) Nagy adatelemzés: forgalomfigyelési adatok elemzése és feldolgozása, a hálózati állapot vizualizálásával.
- 3) Gépi tanulás: a hálózati szervezés átalakítása statikus kódolásból adatvezérelt dinamikus gépi tanulási algoritmussá, a hálózati automatizálás megvalósítása érdekében. Ez magában foglalja az elemzést, az előrejelzést, a hálózati konfigurációt, valamint a zárt hurkú vezérlés és a dinamikus erőforrás-elosztás elérését.
- 4) Hozzáférési hálózat absztrakció és automatikus hálózati konfiguráció, amelyet az SDN technológiák, például a YANG modell, Netconf stb. tesz lehetővé.

6.11.2.2 Motiváció

Ennek több oka is van:

- A szolgáltatási élmény javítása.
- Javítja az üzemeltetést és karbantartást, és csökkenti az OPEX-et.

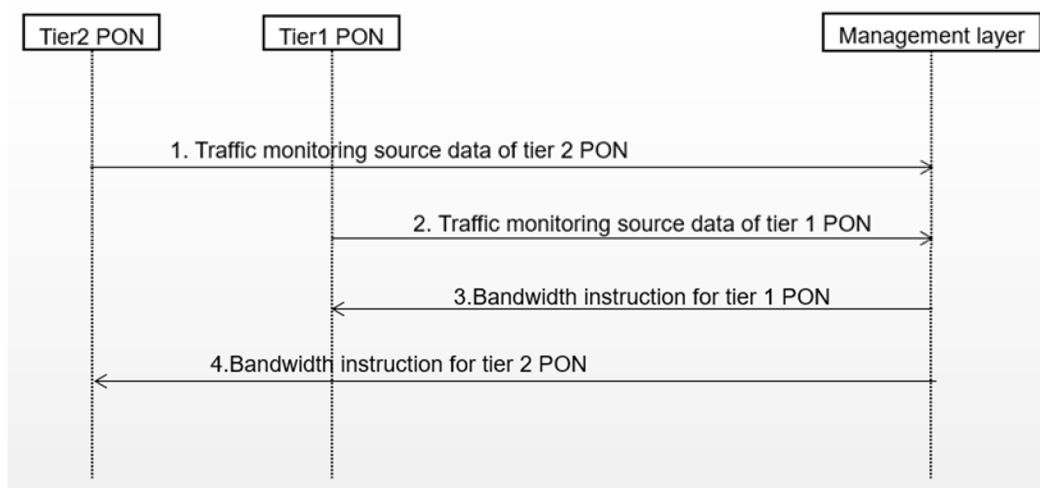
6.11.2.3 Előfeltételek

A következő előfeltételek vannak:

- Az SDN technológiákat és interfészeket az OLT-nek támogatnia kell.
- Az OLT-nek támogatnia kell a telemetriai interfészt és modellt.

6.11.2.4 A cselekvések operatív folyamata

A folyamatábra a 46. ábrán látható.



46. ábra: A sávszélesség dinamikusan beállításának működési folyamata az intelligens hozzáférési hálózatban

- 1) A Tier 2 PON jelenti a forgalomfigyelési forrásadatokat (pl. a fogadott/átvett bájtok, csomagok, hibacsomagok stb. számát, amelyek egy adott felügyeleti objektumnak, például a Wi-Fi® portnak vagy a magas prioritású szolgáltatásokat tartalmazó meghatározott VLAN-oknak felelnek meg) a kezelési rétegnek.
- 2) A Tier 1 PON a telemetriatechnológia alapján jelenti a forgalomfigyelési forrásadatokat (pl. a fogadott/átvett bájtok, csomagok, hibacsomagok stb. számát, amelyek egy adott felügyeleti objektumhoz, például az OLT uplink interfészhez, az OLT PON porthoz vagy a magas prioritású szolgáltatásokat tartalmazó meghatározott VLAN-okhoz tartoznak) a kezelési rétegnek.
- 3) A kezelőréteg feldolgozza és elemzi a forrásadatokat, és a gépi tanulási algoritmus segítségével iteratív módon képi a dinamikusan sávszélesség-modellt. Az 1. szint PON konfigurációját az 1. és a 2. szint

megfigyelt forgalmi állapota alapján frissíti, és forgalomirányítási stratégiát biztosít az egyes hálózatok számára.

- 4) A kezelőréteg feldolgozza és elemzi a forrásadatokat, és gépi tanulási algoritmus segítségével iteratív módon képi a dinamikus sáv szélesség-modellt. Frissíti a Tier 2 PON konfigurációját az 1. és 2. szint megfigyelt forgalmi állapot alapján, és forgalomirányítási stratégiát biztosít az egyes hálózatok számára.

6.12 12. felhasználási eset: Igény szerinti magas minőségű szállítás valós idejű alkalmazásokhoz

6.12.1 Felhasználási kontextus

A valós idejű alkalmazások növelik a hálózati követelményeket a hálózaton belüli késleltetési/leállási arányok tekintetében. Ez a teljesítmény nem érhető el determinisztikusan egy megosztott erőforráson, ahol a kommunikáció egyidejűleg zajlik. Valójában az egyidejű kommunikáció némi csomagzavart okoz, és az erőforrás rövid ideig nem áll rendelkezésre. A valós idejű kommunikációban is késedelmet okoz, ami a fogyasztói élmény romlásához vezet. Az F5G hálózat célja az lesz, hogy támogassa ezeket az alkalmazásokat.

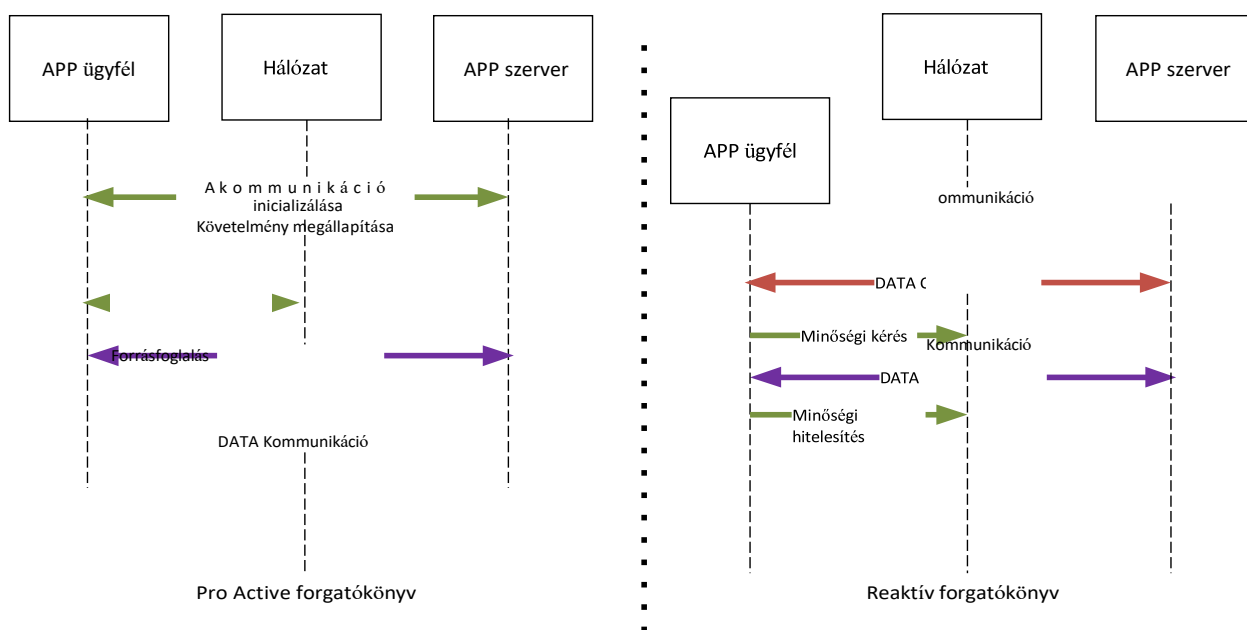
6.12.2 A felhasználási eset leírása

6.12.2.1 Áttekintés

Ez a használati eset leírja, hogyan történik a végfelhasználó magas színvonalú kommunikációjának kezelése. Ez a kommunikáció például a Cloud VR esetében használható.

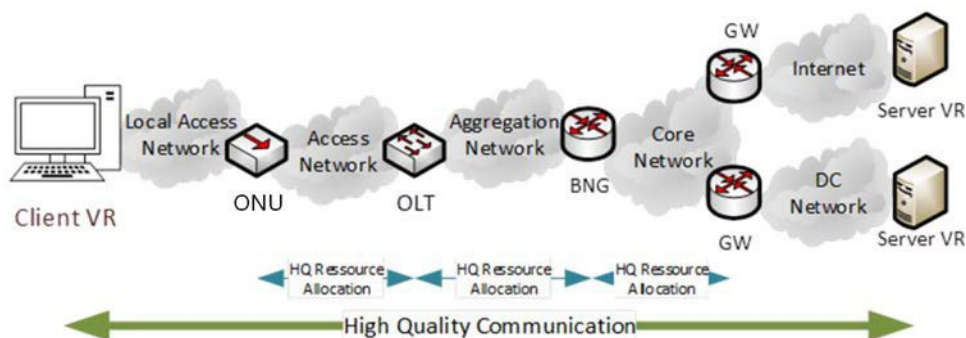
Az alkalmazástól függően két forgatókönyv fordulhat elő, amint azt a 47. ábra mutatja:

- Az első forgatókönyv szerint az alkalmazások ismerik a hálózati teljesítményre vonatkozó követelményeket az elvárt minőségi élmény biztosításához. Az alkalmazás tájékoztatja a hálózatot erről a hálózati teljesítményigényről, a hálózat pedig proaktívan lefoglalja a szükséges erőforrásokat és végrehajtja a megfelelő konfigurációkat.
- A második forgatókönyv szerint az alkalmazás nem ismeri a hálózati követelményeket. Az alkalmazás a kommunikációs folyamat során észleli a rossz minőséget, és erről tájékoztatja a hálózatot. A hálózat reagál, például néhány dedikált kommunikációs erőforrás lefoglalásával. Az alkalmazásnak lehetősége van arra is, hogy tájékoztassa a hálózatot, ha a kommunikáció minősége elérte az elvárt szintet.



47. ábra: Dedikált erőforrás forgatókönyvek

A 48. ábra egy példát mutat be a Cloud VR Application által létrehozott, proaktív erőforrás-elosztási mechanizmusokat használó kommunikációra.



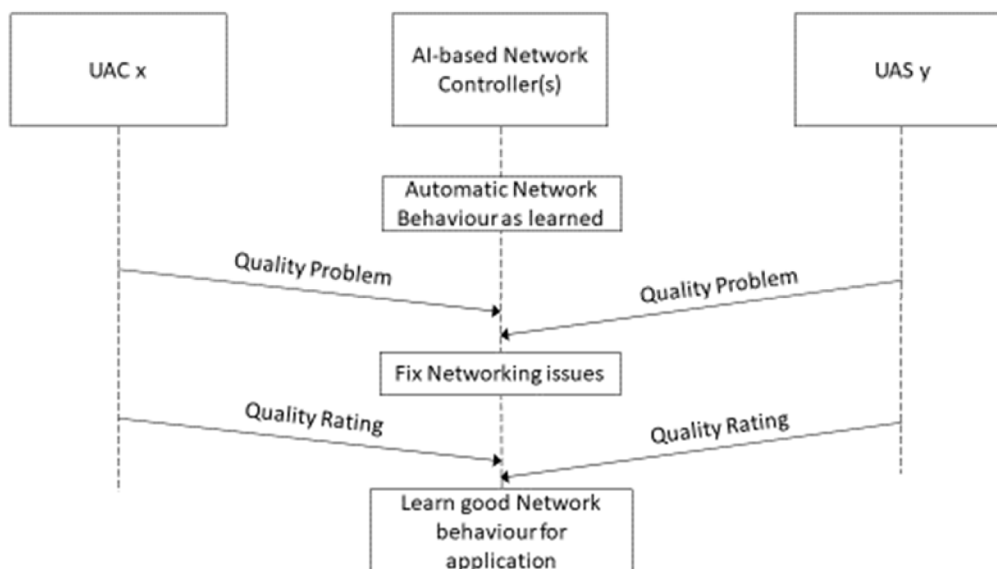
48. ábra: A Cloud VR dedikált szállítási csatornájának inicializálása

Az alkalmazáskiszolgáló és az alkalmazásügyfél közötti kommunikáció inicializálása során az alkalmazásügyfél kiváló minőségű kommunikációt kér. Ez a kérés a házirendek alapján és a szolgáltatási megállapodástól függően szegmensenként teljesül a hálózatban. A hálózat támogatja a kért kommunikációt, például dedikált erőforrásokat rendel az alkalmazás adatáramlásához, és megfelelő útválasztási döntéseket hoz. Alternatív megoldásként a hálózat megkezdi az adatáramlás felügyeletét, és reagál az észlelt teljesítménycsökkenésre.

Az ügyfél és a kiszolgáló közötti kommunikáció végén a hálózat megtisztítja és visszaveszi a változásokat, például felszabadítja a dedikált erőforrásokat.

A biztonság tekintetében a hálózat korlátozhatja a foglalások számát, mennyiségét, időtartamát stb.

A 49. ábra egy reaktív forgatókönyvre mutat példát, amely mesterséges intelligencia alapú hálózati vezérlőt és reaktív hálózati minőségjavítást alkalmaz.



MEGJEGYZÉS: Ez egy példa a mesterséges intelligencián alapuló reaktív hálózati vezérlő mechanizmus használatára.

49. ábra: Példa reaktív forgatókönyv

Ez a forgatókönyv olyan eseteket céloz meg, amikor az alkalmazásfejlesztők nem tudják pontosan, hogy az alkalmazásuknak milyen hálózati viselkedést kell tanúsítania. Ez azért van így, mert nehéz analitikus módon levezetni a hálózati teljesítményre vonatkozó követelményeket, vagy mert a végfelhasználók számára szubjektív, hogy az alkalmazás teljesítményét jónak ítélik-e meg. Ebben a felhasználási esetben egy vagy több, mesterséges intelligencia algoritmusokon alapuló hálózati vezérlőt veszünk figyelembe. Ezek az alkalmazás és a protokollok speciális ismeretein, valamint a modellképzési fázisban tanult korábbi tapasztalatokon és viselkedéseken alapulnak. A hálózat alapvetően automatikusan, ezen ismeretek alapján működik.

Amikor a felhasználói alkalmazás kliens (UAC x) vagy a felhasználói alkalmazás kiszolgáló (UAS y) minőségi problémákat észlel az alkalmazási szinten vagy a végfelhasználó interakciója révén, a hálózati vezérlő értesítést kap. A hálózati vezérlő pedig elvégzi a szükséges műveleteket a kívánt minőség helyreállítása érdekében. Emellett mind az ügyfél, mind a kiszolgáló értesítheti a minőségi minősítést, így a hálózati vezérlő megismerheti az adott alkalmazás teljesítményelvárásokat. Az értesítés végfelhasználói kiváltásra is küldhető.

Ez a megközelítés nem feltétlenül alkalmazható a nagyon nagy teljesítményigényű és a kritikus alkalmazások esetében, mivel ezek determinisztikus hálózati teljesítményt igényelnek, amely a vezérlő által a priori ismert és kezelt.

6.12.2.2 Motiváció

Ez a funkció nagy előrelépést jelent a hálózatok előző generációjához képest. A szolgáltatások előző generációja a legjobb erőfeszítésen alapuló kommunikációra korlátozódott, és nem volt lehetőség a kommunikáció minőségének az igények alapján történő javítására. Ez a funkció lehetőséget ad a csúcson túli alkalmazások számára a kiváló minőségű adatkommunikáció használatára.

6.12.2.3 Előfeltételek

- A hálózat képes megváltoztatni a beállításait, hogy a hálózati teljesítmény bizonyos szintjére vonatkozó kéréseket teljesíteni lehessen.
- Az ügyfél/szerver alkalmazás képes kommunikálni kommunikációs igényeit a hálózati vezérlővel.
- Az ügyfél/szerver alkalmazás képes kommunikálni a hálózati vezérlő felé a rossz minőségű élményt.

6.13 Felhasználási eset #13: Távoli tanúsítás a biztonságos hálózati elemekhez

6.13.1 Felhasználási kontextus

Az eszközbiztonság nagyon fontos volt a vezetékes hálózatok korábbi generációi esetében, és még fontosabb az F5G esetében. Az F5G hálózatbiztonság egyik alapvető szempontja annak biztosítása, hogy a hálózatban telepített hálózati eszközök megbízható szoftverrel működjenek. Ebben a leírásban példaként egy OLT-t fogunk használni. Ebben a felhasználási esetben egy távoli tanúsítási (RA) mechanizmus lehetővé teszi az OLT számára, hogy igény szerint bizonyítsa szoftverének integritását a hálózati irányítási rendszer (NMS) számára. A távoli tanúsítási mechanizmus és az ezen a mechanizmuson alapuló két biztonsági funkció kerül bemutatásra ebben a használati esetben.

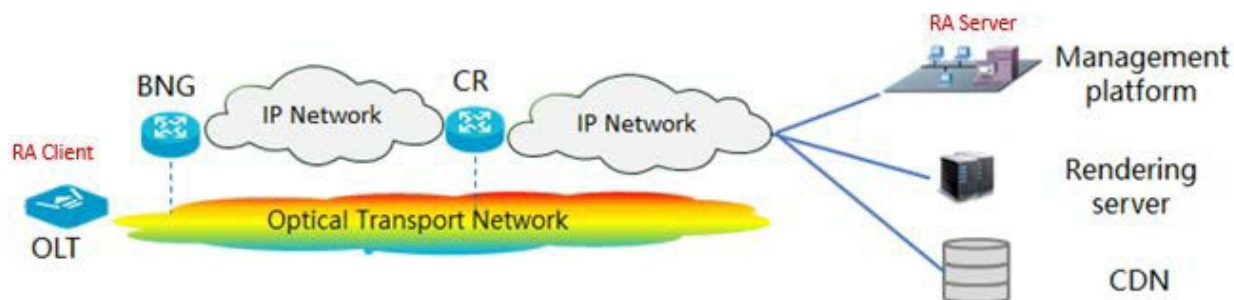
6.13.2 A felhasználási eset leírása

6.13.2.1 Áttekintés

A kibertámadást általában szoftveres manipulációval indítják. Egy hacker meghamisíthatja a rendszerindító kódot, vagy eltéríthet egy folyamatot, és futás közben módosíthatja annak bináris kódját vagy adatait. Az ilyen rosszindulatú módosítások tönkreteszik az eszköz szoftveres integritását, és így az egész hálózatot veszélybe sodorják. A távoli tanúsítás célja, hogy a hálózati eszköz bizonyítani tudja integritási állapotát a kihívónak, akit érdekel az eszköz integritása.

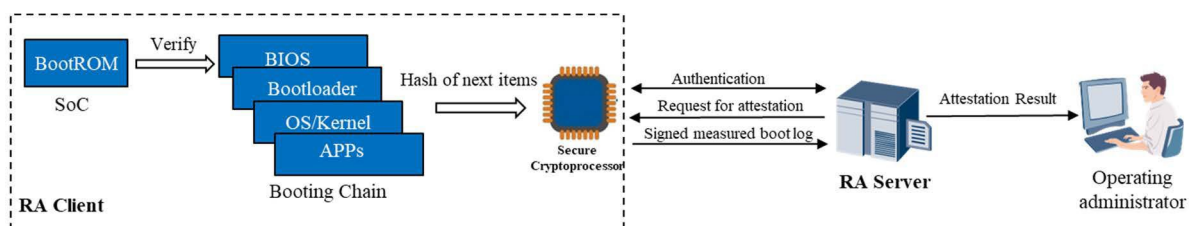
A távoli tanúsítás kritikus szerepet játszik az eszköz integritásának mérésében. A távoli tanúsítás két legjobb gyakorlata a mért indítás (a rendszerindító kód ellenőrzése indításkor) és a dinamikus integritásmérés (DIM, a futó kód ellenőrzése).

Az 50. ábra a hálózati architektúrát és az RA-ügyfél és az RA-kiszolgáló telepítési helyét mutatja.



50. ábra: Távoli tanúsítási hálózati architektúra

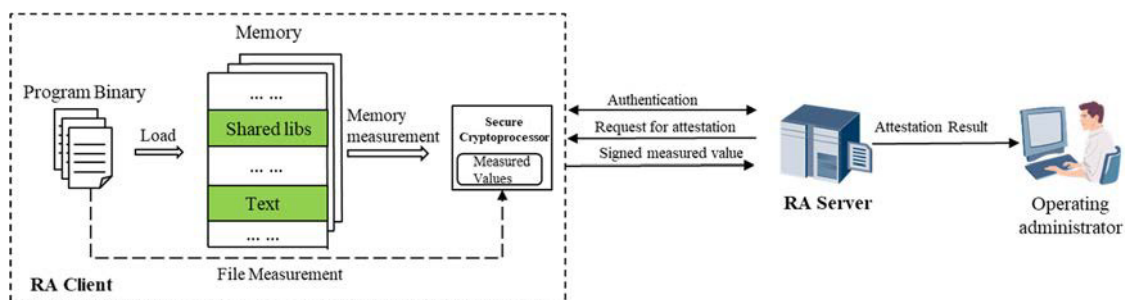
Az 51. ábra a mért indítás folyamatát mutatja be távoli tanúsítás alkalmazásával.



51. ábra: Mérésen alapuló indítás távoli tanúsítással

Amint az 51. ábrán látható, a mért rendszerindítási igazolás során az RA-ügyfél minden fázisban kiszámítja és egy biztonságos kriptoprocesszorban tárolja a rendszerindítási kód hash-értékét. Például egy megbízható platformmodul (Trusted Platform Module, TPM) kriptográfiai műveletek végrehajtására és az érzékeny adatok titkosságának megőrzésére szolgál. A tárolt értéket, valamint a bootnaplót aláírják, és a kérésre adott válaszként visszaküldik a kihívónak. Az alapvonallal való összehasonlítás után az RA-kiszolgáló megállapítja az eszköz indítókódjának integritását.

A DIM (dinamikus integritásmérés) egy másik megközelítés a szoftver integritásának ellenőrzésére az eszköz futási idején. Az 52. ábra a DIM folyamatot mutatja be távoli tanúsítással a futó programok integritásának meghatározására.



52. ábra: DIM távoli tanúsítással

Az RA-ügyfél ellenőrzi a program bináris fájljait és a memóriaszegmenseket minden egyes folyamat esetében, majd kiszámítja és tárolja a hash-értékeket a biztonságos kriptoprocesszorban. Az eredményt az RA-kiszolgáló kérésére visszaküldi. Az alapértékek és a kapott hash-érték összehasonlításával az RA-kiszolgáló meg tudja állapítani, hogy az RA-ügyfelen futó programokat manipulálták-e.

6.13.2.2 Motiváció

A távoli tanúsítás bevezetése az egész hálózat számára előnyös az alábbiak révén:

- A hálózati eszközök integritási állapotának fenntartása. A mért indítással és a távoli tanúsítással a manipulált szoftverrel rendelkező eszközök felismerhetők, és a szoftver helyreállítása vagy az elszigetelési folyamatok elindulnak.
- A távoli tanúsítással javul a hálózati eszközök kezelésének hatékonysága.
- A távoli tanúsítással a hálózati rendszergazda jobban áttekintheti a hálózatban lévő minden egyes eszköz integritási állapotát.

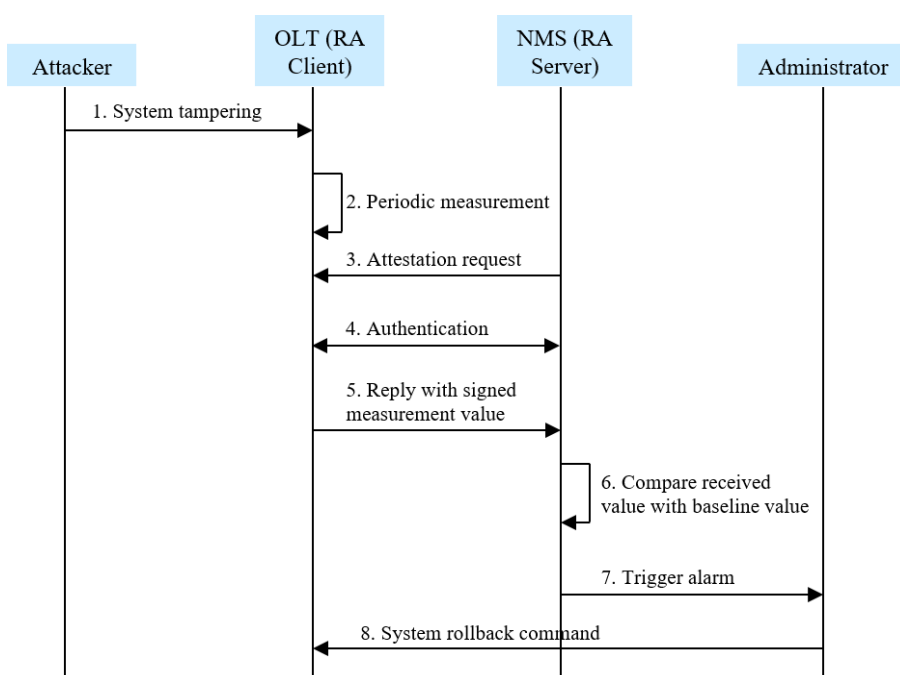
6.13.2.3 Előfeltételek

A távtanúsítás biztonságos feldolgozása a következő előfeltételeken alapul:

- Az RA-ügyfél és az RA-kiszolgáló a hálózati eszközökön került telepítésre.
- Az RA-ügyfél biztonságos kriptoprocesszor-technológiát használ a mért értékek titkosságának és sértetlenségének megőrzésére.
- A rendszererőforrás alapértékét előzetesen ki kell számítani és el kell tárolni az RA-kiszolgálón.

6.13.2.4 A cselekvések operatív folyamata

Az 53. ábra bemutatja a távoli igazolás működési folyamatait egy manipulált ügyfél esetében. Az RA-kiszolgáló és az ügyfél telepítési helye szükség szerint dinamikusan változtatható. Ebben a példaesetben az RA-ügyfél az OLT-n, az RA-kiszolgáló pedig az NMS-ben van telepítve.



53. ábra: A távtanúsítás működési folyamata

- 1) A támadó bármikor feltörheti az OLT-t, és megbabrárolhatja a rendszert (szoftver, adat, fájl stb.).
- 2) Az OLT rendszeresen kiszámítja a rendszerszoftver hash-ját, és a titkosított eredményt a biztonságos kriptoprocesszorban tárolja.
- 3) Az NMS elküldi az igazolási kérelmet az OLT-nek integritásellenőrzésre.
- 4) Az OLT és az NMS kölcsönös hitelesítést kezdeményez.
- 5) Miután a kölcsönös hitelesítés megtörtént, az OLT elküldi az aláírt mérési értéket az NMS-nek.
- 6) Az NMS összehasonlítja a kapott előjeles mérési értéket az alapértékkel.
- 7) Az értékek nem fognak egyezni, ezért az NMS figyelmezteti a rendszergazdát, hogy az eszközt esetleg behatolták vagy manipulálták.
- 8) A rendszergazda a rendszer helyreállítása érdekében rollback parancsot adhat az OLT-nek.

6.14 14. felhasználási eset: Digitalizált ODN/FTTX

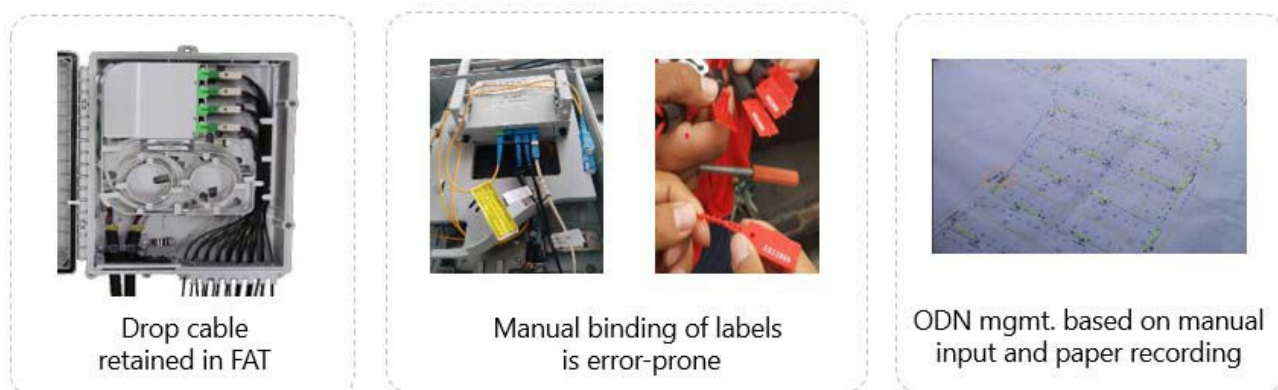
6.14.1 Felhasználási kontextus

A hagyományos ODN telepítésnek számos kritikus tényezője van, például a szükséges idő, a pontatlan port- és használati adatok, a nem hatékony szolgáltatásnyújtás. Ezért ahhoz, hogy az optikai szálak mindenhová eljussanak, az ODN-nek lehetővé kell tennie a gyors telepítést, valamint a pontos és hatékony erőforrás-kezelést.

6.14.2 A felhasználási eset leírása

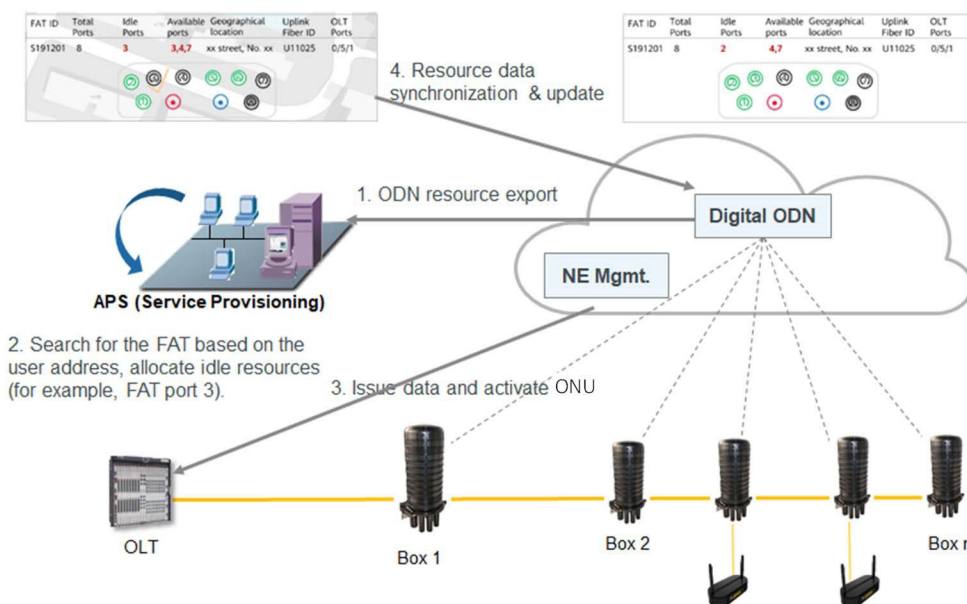
6.14.2.1 Áttekintés

Jelenleg papír és műanyag címkéket használnak az ODN-hálózati elemeken. Ezeket azonban nem lehet időben frissíteni. A címkék élettartamuk alatt magas hőmérsékletnek és magas páratartalomnak vannak kitéve, ami azt jelenti, hogy könnyen leeshetnek vagy megsérülhetnek. Továbbá az ODN telepítési fázisában nagyszámú technikusra van szükség az erőforrások rögzítéséhez. Az eszközök kézi rögzítése és nyomon követése nem hatékony és hibakockázatos. Az adatok nem ellenőrizhetők és nem frissíthetők időben, ami adatbázis-hibákat okoz. A pontatlan erőforrás-információk hullámhatása alacsony szolgáltatásnyújtási sikerességi arányt, a hibák lokalizálásának nehézségeit stb. okozza. Ezenkívül az előfizetés megszűnésekor a száloptikai hozzáférési terminál (FAT) általában nem kapcsolható le az ONU eltávolítása után. Például, ahogy az 54. ábrán látható, miután egyes felhasználók felmondták az előfizetésüket, a beltéri száluk továbbra is csatlakoztatva marad a FAT-ban. Ennek következtében a portok használati állapota nem frissül, ami a pontatlan erőforrásrekordok miatt elérhetetlen portokat eredményezhet. A szolgáltatásnyújtás fázisában nehéz megtalálni a szabad portokat, ami többszöri helyszíni látogatást és hosszú szolgáltatásnyújtási időt okoz.

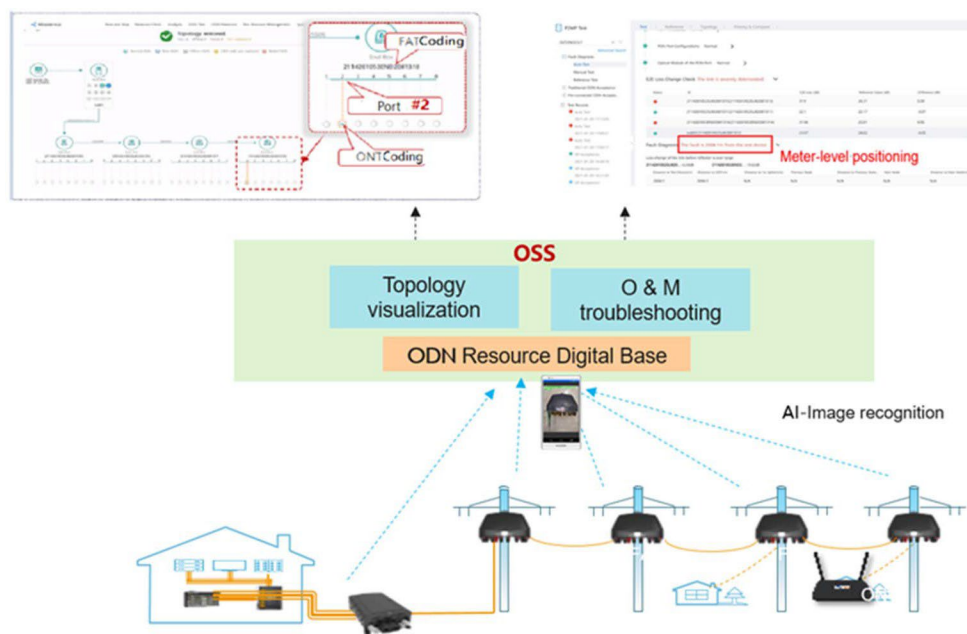


54. ábra: A papírcímkéssel kapcsolatos kihívások

Az ODN-források pontos azonosításának és átkódolásának biztosítása kritikus fontosságú. A digitális ODN és az intelligens információkezelés láthatóbbá és kezelhetőbbé teszi az ODN-erőforrásokat a hálózat kiépítési és szolgáltatásnyújtási fázisában. Így az ODN-erőforrások pontosabban kezelhetők és hatékonyabban használhatók (lásd az 55. ábrát).



55. ábra: A digitalizált ODN lehetővé teszi az automatikus szolgáltatásnyújtást és a pontos erőforrás-kezelést.



56. ábra: Az ODN intelligens kezelése

Bizonyos esetekben, például az intelligens városokban vagy a vertikális iparágakban, a szális erőforrások kezelését (például az erőforrás-adatbázisok rögzítése és visszakeresése) szakképzett ODN-technikusoknak kell végezniük, akik ritkák és költségesek. A digitális ODN támogatja a valós idejű erőforrás-nyilvántartást és az adatbázis frissítését, a portok állapotának felügyeletét, az automatikus erőforrás-kiosztást és az automatikus szolgáltatásnyújtást. Ezért az üvegcsális erőforrások hatékony kihasználása és kezelése, valamint az irányítás nagymértékben javítható, lásd az 56. ábrát.

6.14.2.2 Motiváció

- Az ODN-címkék digitalizált és intelligens azonosítása, a 100 %-os pontosságú erőforrás-nyilvántartás és a digitális menedzsment megvalósítása lehetővé teszi az automatikus szolgáltatásnyújtást.
- Valós idejű vizualizációt biztosít az ODN topológiáról és az erőforrás-kezelésről.

- A digitalizált ODN telepítés gyors (percszintű és méterszintű) távoli hibalokalizációt és egyszerű karbantartást biztosít.
- A csillapítás távoli és automatikus mérése és elemzése, az események elemzése és az üvegszálak összeköttetések hibáinak lokalizálása a CO helyszínen végezhető el.

6.14.2.3 Előfeltételek

- Az ODN-összetevők digitális címkéi, beleértve az optikai kábelt, a FAT-ot, a csatlakozókat stb. gyárilag kerülnek behelyezésre (beleértve az optikai elosztó digitális címkéinek FAT-ját).
- A technikusok helymeghatározási funkcióval (pl. GPS) rendelkező intelligens hordozható eszközt hordoznak maguknál.
- Az üzemeltető teljes körű hálózattervezéssel és felhasználói információkkal rendelkezik.

6.14.2.4 ODN telepítési műveletfolyamat

- 1) Az üzemeltetési és karbantartási személyzet optikai kábeleket és megfelelő, digitális címkékkel ellátott komponenseket használ a hálózati infrastruktúra telepítésének gyors befejezéséhez a hálózati terv alapján.
- 2) Az üzemeltetési és karbantartási személyzet a telepítés befejezése után a helyszínen beolvassa a digitális címkét a termék azonosítása és a helymeghatározási adatok feltöltése céljából.
- 3) A hálózatrányítási rendszer automatikusan azonosítja és megjeleníti az ODN-topológiát a feltöltött helyadatok alapján.
- 4) A hálózatkezelő rendszer szolgáltatásokat biztosít és megjeleníti a szálak erőforrás-használatát.
- 5) A hálózatrányítási rendszer automatikus ellenőrzést végez az automatikusan azonosított topológiai információk és a tervezett információk alapján.

7 A használati esetek leírása, 2. kiadás

7.1 15. felhasználási eset: XR-alapú virtuális jelenlét

7.1.1 Felhasználási kontextus

A virtuális jelenlét olyan virtuális médiaalkalmazásként definiálható, amely azt az élményt nyújtja, mintha valaki jelen lenne. A telefonálás ebben az értelemben a virtuális jelenlét kezdetleges formája. Itt a kiterjesztett valóságon (XR) alapuló virtuális jelenlétről lesz szó, amely a virtuális jelenlét megvalósításának egy sokkal magával ragadóbb módszere, és egy újabb lépés a távolságból adódó akadályok további megszüntetése felé.

Az XR a virtuális, a kiterjesztett és a kevert valóságot foglalja magában. A felhasználók minden esetben valamilyen fejre szerelt kijelzőt (Head-Mounted Display, HMD) viselnek, amely a felhasználó számára egyes virtuális elemek körkörös megjelenítését biztosítja. A virtuális valóságban a teljes környezet virtuális, míg az AR és MR esetében a környezet egyes részei megfelelhetnek a (helyi) valós világnak.

Az XR renderelési technológia legújabb fejlesztései, mint például a térbeli követés és a videokonferencia, inspirálták a szociális XR területét. A jelenlegi piaci alkalmazásokban (például VRChat™, AltspaceVR™, BigRoomVR™, Facebook Spaces™ és Mozilla Hubs™) a felhasználók virtuális szobákban helyezkednek el más felhasználókkal, ahol interakcióba léphetnek és megoszthatják egymással tapasztalataikat. Az XR által biztosított plusz merítés lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy nagyobb szabadságot és az együttlét érzését éljék át. Ez a felhasználási eset a virtuális jelenlétet veszi figyelembe, amely az egy virtuális térben való együttlét érzésének optimalizálására irányuló törekvés.

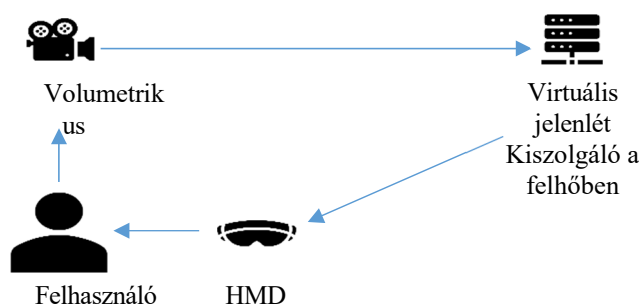
A fent említett rendszerekben a felhasználók jellemzően 3D-s avatarok formájában jelennek meg (a valósághoz való különböző mértékű közelséggel). Jobb virtuális jelenlétet lehet azonban elérni a felhasználók fotorealistikus ábrázolásával. A pontfelhők és más 3D ábrázolási formátumok rögzítése, tömörítése és továbbítása terén elért fejlődésnek köszönhetően ez technikailag kezd megvalósíthatóvá válni. A Cloud VR renderelési felhasználási esethez hasonlóan azonban a virtuális jelenléthez használt fotorealistikus avatarok streamingje nagy követelményeket támaszt a hálózati teljesítmény felé.

Ez a felhasználási eset röviden bemutatja a Virtual Presence alkalmazásokat és az F5G hálózatokhoz szükséges képességeket.

7.1.2 A felhasználási eset leírása

7.1.2.1 Áttekintés

A virtuális jelenlét révén a felhasználók magával ragadó tartalmat fogyasztanak, miközben egyúttal saját maguk is magával ragadó tartalmat állítanak elő. A fotórealisztikus social XR-ben például a felhasználókat számos mélységérzékelésre képes kamera (például a Microsoft Azure Kinect™ vagy az Intel RealSense™ modellek) rögzíti. A végfelhasználói eszközök képességeitől függően a rögzített tartalom további feldolgozásra és streamingre való előkészítésre kerül a mobil élen, a hálózatban vagy a felhőben, ahogyan az 57. ábrán látható.

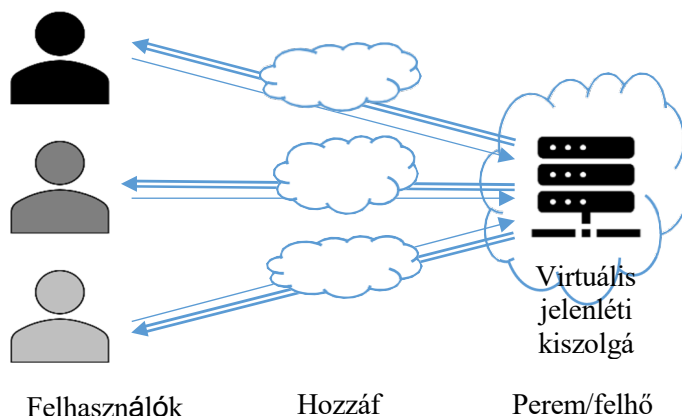


57. ábra: Az egyik végfelhasználótól a virtuális jelenléti kiszolgálóig terjedő komponensek magas szintű áttekintése

Ideális esetben a felhasználók egymás fotórealisztikus ábrázolásait kapják meg időben, ami valósághű kommunikációt, valamint nagyfokú elmélyülést és jelenlétet tesz lehetővé. A bonyolultabb forgatókönyvek az eszközök távoli működtetéséhez szükséges haptikus és lokomotoros (testmozgás) bemenetek és visszajelzések alacsony késleltetésű streamelését foglalják magukban.

A magas színvonalú virtuális jelenléti szolgáltatások megvalósításához sok számítási és optimalizálási feladatra van szükség. A felhasználói berendezésekben lévő speciális és/vagy drága hardverek használatának elkerülése érdekében a számítások és a hardver egy része központi helyen is megvalósítható, ahol több felhasználó között megosztva hatékonyabban használható.

A központosított architektúra továbbá lehetővé teszi a sávszélesség optimalizálását a streamek továbbításával (pl. szelektív továbbító egység) vagy több bemenet összeállításával és tömörítésével (többpontos vezérlőegység). Ez utóbbi továbbá lehetővé teszi az ügyféloldali dekódoló hardver hatékonyabb felhasználását. Az ilyen architektúrák mind az uplink, mind a downlink felé követelményeket támasztanak (lásd az 58. ábrát).



58. ábra: A virtuális jelenléti szolgáltatások kétirányú jellegének vázlatos, magas szintű áttekintése

Általában a HMD-n a renderelés 90 Hz-en történik a csúskategóriás eszközök esetében, és 60 Hz-en az alsó kategóriás eszközök esetében. Ez ~11 ms, illetve ~16 ms frissítési sebességet jelent. A renderelés oldaláról ezek a sebességek határozzák meg a képkocka létrehozására rendelkezésre álló maximális időt, tekintve, hogy a kliensoldalon egyéb mozgás-foton késleltetés-kompenzációs intézkedések vannak érvényben.

A kortárs térfogati médiaformátumok hálóból és pontfelhőkből állnak, és a jövőben a hat szabadsági fokú (6DoF) tartalmak esetében a fénymezők válhatnak gyakoribbá. A volumetrikus médiaformátumok általában több adatot igényelnek a hagyományos videókhoz képest. Például az MPEG pontfelhő-kódolás, például a videokódkódokon alapuló pontfelhő-tömörítés (V-PCC) jelenlegi adatai 15 Mbit/s-40 Mbit/s körül mozognak. Az RGBD (Red Green Blue Depth) tömörítés adatai hasonló nagyságrendűek, akár 60 Mbit/s-os sebességgel.

A többfelhasználós beállítás a fent megadott értékek többszörösének megfelelő bitrátát igényel. Megjegyzendő, hogy ezek a bitráták aszimmetrikusak lehetnek a fel- és lefelé irányuló kapcsolat esetében, attól függően, hogy az ügyfelek és a kiszolgáló képesek-e kihasználni a rendelkezésre álló sáv szélességet a minőség javítása és/vagy a tömörítési késleltetés csökkentése érdekében. A kiszolgáló továbbá a bemenetek egyetlen tömörített kimeneti adatfolyamba történő egyesítésével fokozhatja a tömörítést.

A jelenlegi kódolási technikák általában lehetővé tesznek bizonyos finomhangolást, amely kompromisszumot tesz lehetővé az alacsonyabb késleltetés és a tömörítési hatékonyság között. Ezek a technikák azonban jelenleg még nem érik el a kívánt mozgás-foton latenciát. Másrészt, ha egyáltalán nem alkalmazunk tömörítést, akkor több Gbit/s-ra van szükség mélységkameránként.

MEGJEGYZÉS: A mélységkamerák képesek mélységterképet készíteni, amely a tárgy felszínén lévő pontok és a kamera közötti távolsági információkat tartalmazza. Egyes kamerák a mélységterképpel együtt szinkronizált RGB-képet is képesek szolgáltatni.

A cikk megírásának időpontjában a jelenlegi hozzáférési hálózatok sáv szélesség- és késleltetési korlátai az újonnan kifejlesztett médiakodekek követelményeihez igazodnak. A hálózati jellemzők javításával az F5G lehetővé teszi a virtuális jelenléti technológiát.

Általános társadalmi interakció esetén a térfogati videó késleltetése hasonló lehet a videokonferenciához (<150 ms). A fokozott merészséghez azonban sokkal alacsonyabb, <10 ms nagyságrendű késleltetési időkre van szükség. Alacsonyabb késleltetésre van szükség például ahhoz, hogy a virtuális közös környezetben természetes élményt nyújtson a tárgyak manipulálása (például egy virtuális ceruza átadása) vagy más felhasználók pacszása. Az XR felhasználói élmény a megfelelő haptikus visszajelzésektől függ.

7.1.2.2 Motiváció

A távoli kommunikációt és együttműködést lehetővé tevő eszközök és platformok nagyban hozzájárulnak a társadalmi kihívások megoldásához. Különösen a virtuális találkozók és konferenciák segíthetnek az ingázások csökkentésében és az ökológiai lábnyomunk mérséklésében. Ha a fizikai jelenlét nem megvalósítható vagy nem kívánatos, akkor a virtuális találkozó megoldást jelenthet.

A tanulmányok azt mutatják, hogy a jelenlegi távoli együttműködési eszközöknek megvannak a maguk korlátai. A videóhívó alkalmazásokkal a testbeszéd nagy része elvész, és a "zoomfáradtság" szó bekerült a mindennapi nyelvezetbe. A Social XR célja, hogy megoldja ezeket a problémákat, és emellett az együttlét valódi érzését kínálja. Ez számos alkalmazásban hasznosnak ígérkezik, például távoli együttműködésben, online megbeszéléseken, hibrid találkozókön, valamint magán- vagy szakmai környezetben történő társas interakcióban.

A virtuális jelenléti platformok által támasztott bitráta- és késleltetési követelmények kezelésével az F5G hálózatok felgyorsíthatják a kiforrott és széles körben elterjedt virtuális jelenléti alkalmazások fejlesztését.

A videokonferenciával foglalkozó vállalkozások a következő szintre léphetnek az XR-összetevők és a fotorealisztikus streaming integrálásával a rendszereikbe. A távközlési szolgáltatók szolgáltatási platformjaikkal vagy a virtuális jelenlét üzletágat biztosíthatják, vagy a végfelhasználók és a B2B ügyfelek számára a virtuális jelenléthez szükséges hálózati sáv szélességet és késleltetést kínálhatják.

7.2 16. felhasználási eset: Vállalati privát vonali csatlakozás több felhőhöz

7.2.1 Felhasználási kontextus

A vállalati ügyfelek szigorú követelményeket támasztanak a felhőhöz való magánvezeték csatlakozásuk teljesítményével szemben, például magas biztonság, nagy sáv szélesség, alacsony késleltetés és nagy rendelkezésre állás. A vállalatok egyre gyorsabban térnek át a felhőre, és a különböző szolgáltatási követelmények teljesítéséhez többféle felhőszolgáltatásra van szükségük. A szolgáltatások magas szintű rendelkezésre állásának biztosításához elengedhetetlen a katasztrófa-helyreállítás és a biztonsági mentés. Ez a felhasználási eset a több felhőhöz való magas minőségű vállalati magánvonalas hozzáférés alkalmazási forgatókönyvét írja le. A következő ábrákon a szolgáltatói

hálózat a telepítési forгатókönyvtől függően vállalati hozzáférési és/vagy aggregációs hálózatnak és/vagy maghálózatnak tekinthető.

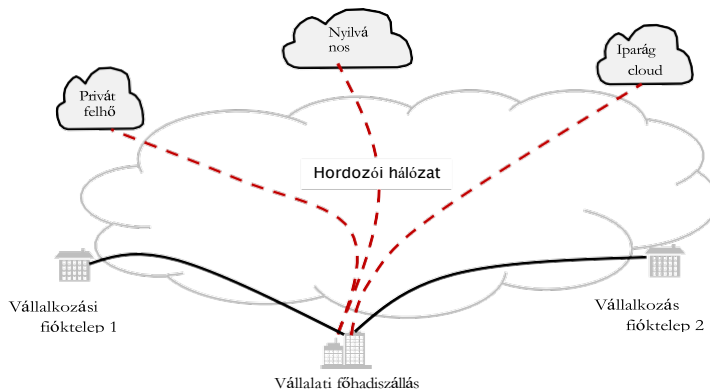
7.2.2 A felhasználási eset leírása

7.2.2.1 Áttekintés

7.2.2.1.1 Általános

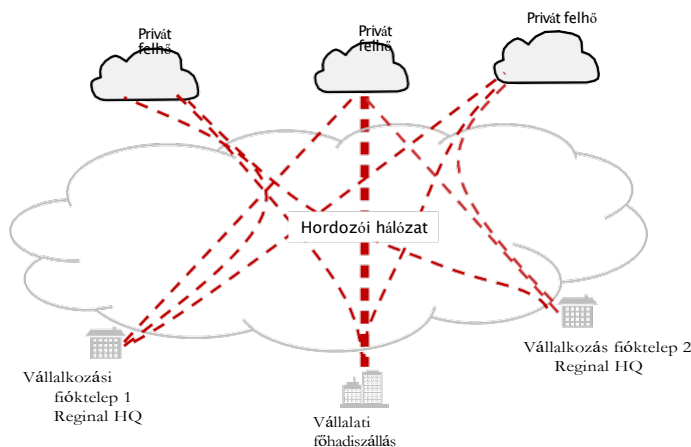
A több felhőcélponthoz való vállalati hozzáférés összekapcsolási modellje a következő kategóriákba sorolható:

- a) Egyponthoz való hozzáférés több felhőhöz: ez az a forgatókönyv, amelyben a vállalati fiókok a vállalati központon keresztül érik el a felhőhálózatokat, ahogyan azt az 59. ábra szemlélteti.



59. ábra: Egyponthoz való hozzáférés több felhőhöz

- b) Több ponton keresztül történő hozzáférés több felhőhöz: ez az a forgatókönyv, amikor a vállalat központja és annak fióktelepei (esetleg regionális központjai) közvetlenül kapcsolódnak több felhőhálózathoz, amint azt a 60. ábra szemlélteti.

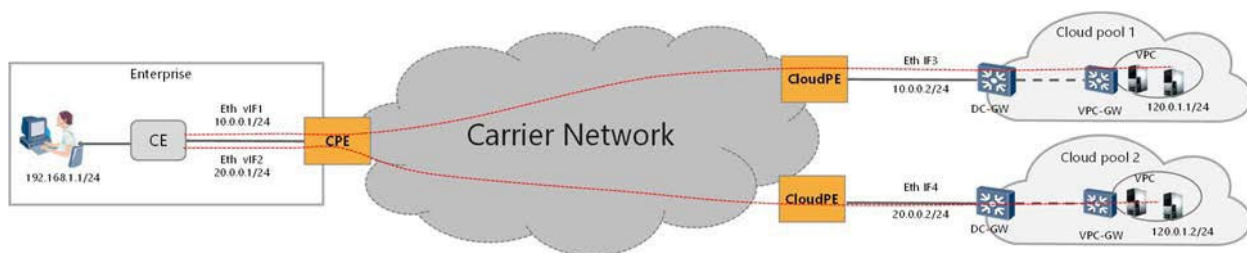


60. ábra: Többpontos hozzáférés több felhőhöz

7.2.2.1.2 IP-cím kezelése

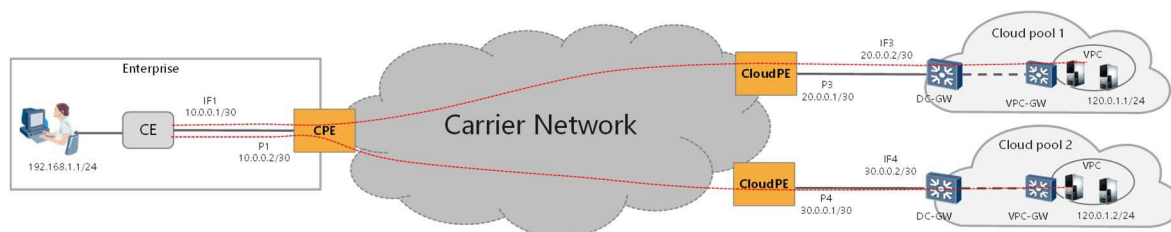
Ha egy vállalat több felhőalapú kapcsolattal rendelkezik, felmerül a kérdés, hogy el kell-e különíteni és szét kell-e választani a vállalati és a felhőben hosztolt funkcionális elemek IP-címének tervezését. Ez mind az IPv4, mind az IPv6 címekre vonatkozik. Ez a következő forgatókönyvekre osztható:

- a) Az első forgatókönyv az, amikor a vállalati CE-k és a Cloud DC átjárók IP-címei ugyanabban a hálózati szegmensben vannak. A szállítóhálózat 2. rétegű transzparens átvitel biztosít. A vállalati informatikai osztály kezeli a PC-k, terminálok és VPC-k IP-címeit a vállalati oldalon. A vállalati CE-knek összehangolt IP-címtervezésre van szükségük a Cloud DC átjáróval, amint azt a 61. ábra szemlélteti.



61. ábra: A vállalati CE-k és a Cloud DC átjárók IP-címei ugyanabban a hálózati szegmensben vannak.

- b) A második forgatókönyv az, amikor a vállalati CE-k és a Cloud DC átjárók IP-címei különböző hálózati szegmensekben vannak. A szállítóhálózat biztosítja a hálózati szegmensek közötti együttműködési képességet. A vállalati informatikai osztály kezeli a PC-k, terminálok és VPC-k IP-címeit a vállalati oldalon. A vállalati CE-knek tárgyalniuk kell az IP-címek tervezéséről a szolgáltatókkal. Ezt az esetet a 62. ábra szemlélteti.



62. ábra: A vállalati CE-k és a Cloud DC átjárók IP-címei különböző hálózati szegmensekben vannak.

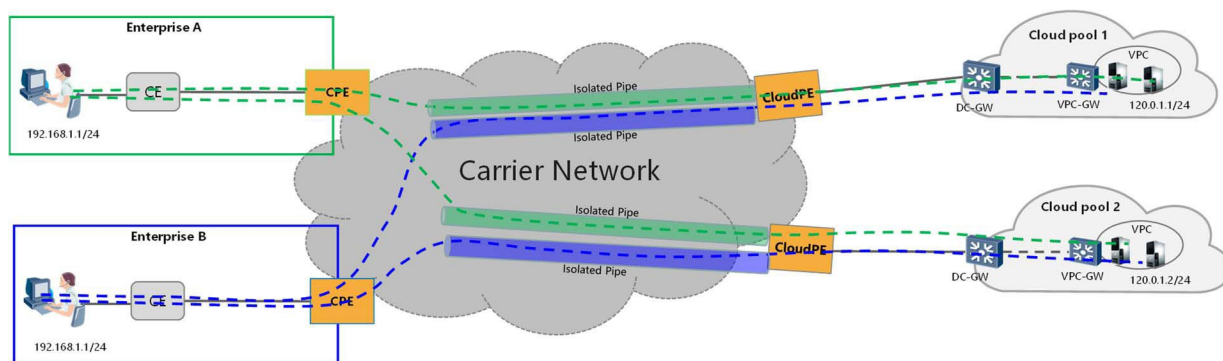
7.2.2.1.3 Felhő hozzáférés

A több felhő eléréséhez a vállalatnak szüksége van a szállítóhálózatra, amely pont-többpontos és több pont-többpontos összekapcsolási képességeket biztosít.

- a) A hagyományos szállítási hálózatokon a vállalati IT több pont-pont közötti magánvonalat (L2 E-Line/MPLS PW-k) bérel a szolgáltatóktól, hogy megvalósítsa az egyponos és több felhő közötti, illetve a többpontos és több felhő közötti hozzáférést.
- b) A közlekedési hálózat biztosíthat magánvonalakat vagy magánhálózatot a pont-többpontos vagy többpontos összeköttetés megvalósításához. Így a vállalkozásoknak csak ezeket a magánvonalakat vagy magánhálózatot kell megvásárolniuk ahhoz, hogy több felhőhöz is hozzáférjenek. Ha hozzáférési pontokat vagy felhő-állományokat kell hozzáadni, akkor csak a megvásárolt magánvonalakhoz vagy magánhálózatokhoz kell hozzáférési pontokat és sávszélességet hozzáadni.

7.2.2.1.4 Szeletelés

A vállalkozásoknak biztosítaniuk kell, hogy a több felhőből álló szállítási hálózaton a magánadataik biztonságosan elkülönüljenek más vállalkozásoktól. Az ilyen elkülönítéshez általában kemény vagy lágy szeletelésre vagy kapcsolatelszigetelésre van szükség. A különböző vállalkozások szolgáltatási adatait azonos minőségben kell továbbítani. Ezért a különböző vállalkozások szolgáltatási adatait el kell különíteni, és minőségbiztosítási mechanizmusokat kell biztosítani. Ezenkívül a különböző vállalkozások privát IP-címeit egymástól függetlenül kell fenntartani és tervezni. A közlekedési hálózatnak képesnek kell lennie arra, hogy a különböző vállalkozások számára ugyanazokat a privát IP-címeket támogassa. Ezért a vállalati adatátvitelhez támogatni kell a 63. ábrán bemutatott privát IP-címek elkülönítési mechanizmusát.



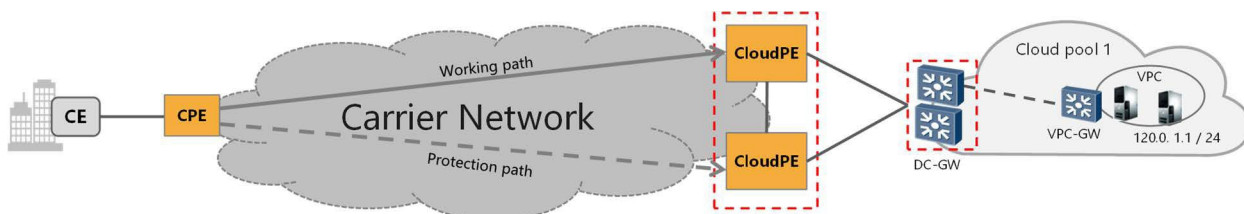
63. ábra: A hordozóhálózat kemény szeletelési elszigetelést biztosít a különböző vállalatok számára

7.2.2.1.5 Hálózati üzembe helyezés

A vállalkozásoknak szükségük van a felhőszolgáltatások, a felhőforrások és a felhőhöz való hálózati kapcsolódás automatikus biztosítására. Amikor Cloud PE-ket (Cloud Provider Edges) vagy Cloud poolokat kell hozzáadni, automatikus távoli rendelkezésre bocsátásra van szükség. Így nincs szükség arra, hogy a helyszíni üzemeltetési és karbantartási személyzet manuálisan konfigurálja a szolgáltatásokat.

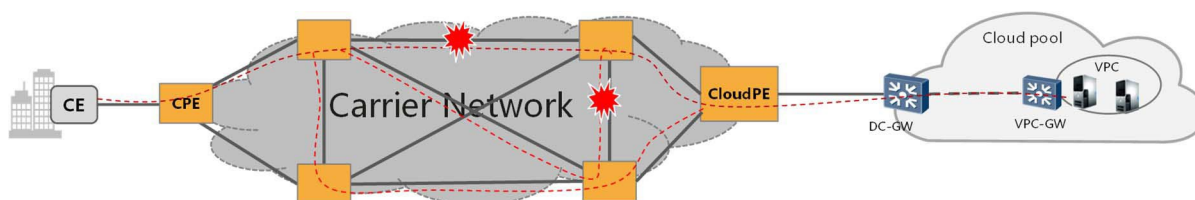
7.2.2.1.6 Redundancia és védelem

A Cloud gateway-hez csatlakozó közlekedési hálózaton lévő Cloud PE-knek támogatniuk kell a csomópontokon átívelő dual-homing védelmet annak biztosítása érdekében, hogy a szolgáltatások védve legyenek és helyreálljanak, ha egy Cloud PE meghibásodik. A DC-GW összeköttetésnek a kettős házasítású aktív és tartalék Cloud PE-kkel külön linkeket kell használnia. A Cloud PE-ket fizikailag el kell választani egymástól az egyidejű meghibásodások elkerülése érdekében. A CPE-től a kettős házzal rendelkező aktív és tartalék Cloud PE-khez vezető aktív és tartalék szolgáltatási útvonalaknak alternatív útvonalakat kell használniuk az egyidejű meghibásodások megelőzése érdekében. Ezt az esetet a 64. ábra szemlélteti.



64. ábra: Dual-homing védelem a felhő-összeköttetéshez

A közlekedési hálózaton a hálós hálózatnak támogatnia kell a szolgáltatások védelmét és helyreállítását többszöri szálszakadás esetén. Ez alternatív útvonalakkal érhető el, amint azt a 65. ábra szemlélteti.



65. ábra: Védelem a többszörös szálszakadás ellen a hordozóhálózaton

7.2.2.2 Motiváció

A több felhőhöz való prémium privát vonalas hozzáférés lehetővé teszi a különböző iparágak felhasználóinak, hogy élvezhessék a felhő-hozzáférési szolgáltatás magas színvonalú élményét. A fő előnyök a következők:

- A kiváló minőségű felhőszolgáltatások fejlesztésének felgyorsítása: a szeletelés, a nagy sávszélesség és az alacsony késleltetés alapján a hálózatüzemeltetők rugalmas és kényelmes felhőcsatlakozási lehetőségeket biztosíthatnak.
- Csökkenti a több magánvonal bérlésének szükségességét. Egyetlen magánvonal vagy magánhálózat

több pontról több pontra történő felhő-hozzáférést biztosíthat, ami potenciálisan csökkentheti a vállalati magánvonal költségeit.

- Az automatizált szolgáltatásnyújtás javítja a felhő-hozzáférés biztosításának hatékonyságát és a felhasználói élményt. Az E2E felhő- és hálózati szolgáltatások automatizált rendelkezésre bocsátása csökkentheti a szolgáltató OPEX-költségeit, javíthatja a felhasználói élményt, és felgyorsíthatja a felhasználók felhőszolgáltatásainak TTM-jét.

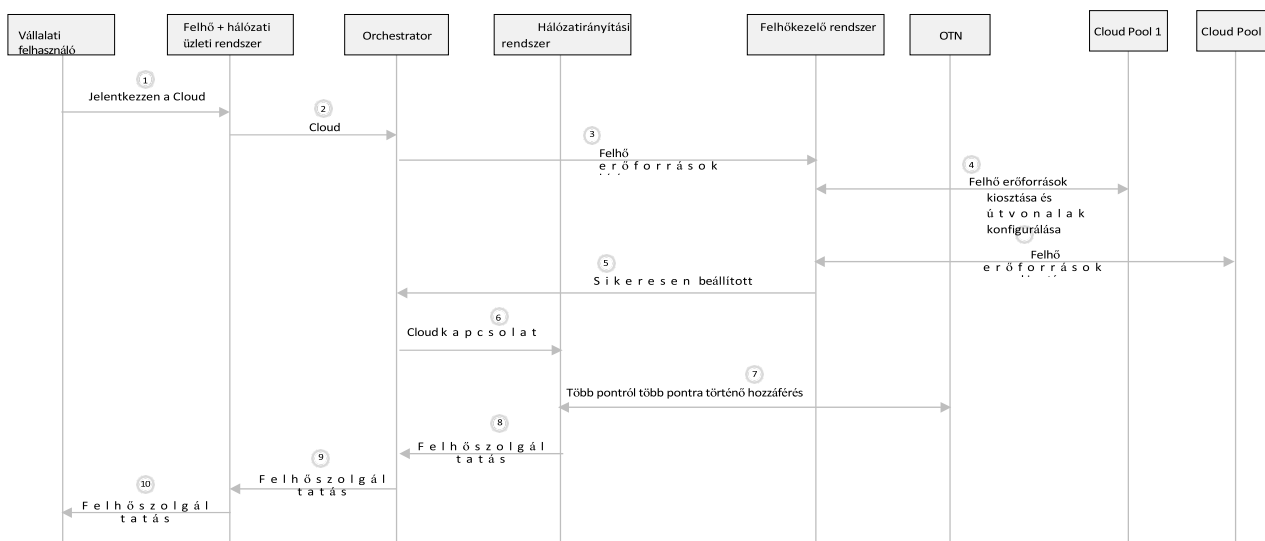
7.2.2.3 Előfeltétel

A több felhőből álló magánvonal engedélyezése előtt a következő feltételeknek kell teljesülniük:

- A vállalati fióktelep CE-t telepítik, és csatlakozik egy hálózati CPE-hez.
- A Cloud PE csatlakozik a hálózathoz, a Cloud pedig a Cloud DC átjáróhoz.
- A hálózat elegendő sávszélességi erőforrást osztott ki.
- Olyan irányítási rendszer kerül telepítésre, amely képes kezelni e hálózati eszközök üzemeltetési és karbantartási feladatait (a hozzáférési hálózati eszközök és a közlekedési hálózati eszközök különböző irányítási rendszerekkel rendelkezhetnek). Egy felhőkezelő rendszer képes ütemezni a felhő erőforrásokat, hogy lehetővé tegye a felhőszolgáltatási kapcsolatokat. A hálózati eszközközvetítő rendszerrel és a felhőkezelő rendszerrel való együttműködésre egy operátor szolgál.

7.2.2.4 A cselekvések operatív folyamata

A 66. ábra a prémium privát vonal szolgáltatás biztosításának folyamatát mutatja be több felhő forgatókönyvben.



66. ábra: A felhő-hálózati integrációs szolgáltatás nyújtásának folyamata

- 1) A vállalati informatikai osztály jelentkezik a felhőcsatlakozásokért. A vállalat méretétől függően a szervezet más IT-csoportjaival való koordinációt igényel a több felhőhöz való hozzáférés beállítására.
- 2) A Cloud + Network üzleti rendszer új Cloud szolgáltatás iránti kérelmet hoz létre.
- 3) A Cloud-network Orchestrator igényli a szükséges felhőalapú erőforrásokat, és ha azok rendelkezésre állnak, a szolgáltatás engedélyezésre kerül.
- 4) A felhőkezelő rendszer hozzárendeli a megfelelő felhőalapú erőforrásokat egy vagy több felhőalapú poolban, és konfigurálja az útvonalakat.
- 5) A felhőkezelő rendszer tájékoztatja a Cloud-network Orchestrator-t, hogy a szolgáltatás létrejött.
- 6) A Cloud-network Orchestrator kérés hálózati menedzsment rendszer, hogy több fiók számára privát vonali kapcsolatot hozzon létre több felhő eléréséhez.
- 7) A hálózatkezelő rendszer konfigurálja a többpont-többpontos hozzáférést.
- 8) A hálózatiirányítási rendszer tájékoztatja a Cloud-network Orchestrator-t, hogy az E2E Cloud hozzáférési magánvonal sikeresen létrejött.

- 9) A Cloud-network Orchestrator visszajelez a Cloud + Network üzleti rendszernek, hogy a Cloud access privát vonal sikeresen létrejött.
- 10) A Cloud + Network üzleti rendszer tájékoztatja a vállalati informatikai osztályt, hogy a Cloud kapcsolat sikeres volt.

7.3 Használati eset #17: Prémium otthoni szélessávú kapcsolat több felhőhöz

7.3.1 Felhasználási kontextus

Egyre nagyobb a kereslet a prémium otthoni szélessávú felhőalapú szolgáltatások, például a Cloud VR oktatás, a Cloud VR játék és a Cloud gaming iránt. Ezek az otthoni szélessávú szolgáltatások szigorú követelményeket támasztanak a hálózattal szemben, például nagy sáv szélességet, alacsony késleltetést és alacsony csomagvesztési arányt. Amikor a felhasználók online lépnek, a VR-menedzser dinamikusan ütemezi a felhasználói kiszolgálóhoz való hozzáférést az SLA-k alapján. A szállítóhálózatnak olyan egypontos szolgáltatás-hozzáférési képességet kell biztosítania, amely rugalmasan tud csatlakozni a különböző felhőkhöz.

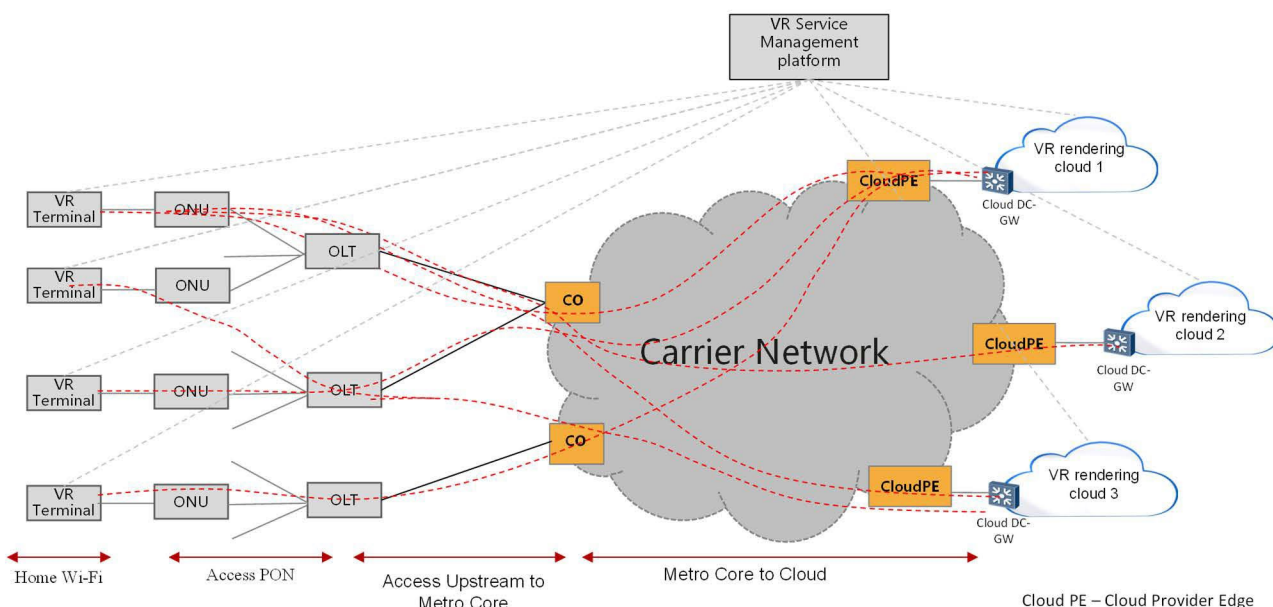
Ez a felhasználási eset a több felhőhöz csatlakozó otthoni szélessávú prémium felhasználók alkalmazási forgatókönyvét írja le.

7.3.2 A felhasználási eset leírása

7.3.2.1 Áttekintés

7.3.2.1.1 Általános

A 67. ábra egy tipikus hálózati forgatókönyvet mutat be prémium otthoni szélessávú szolgáltatások, például Cloud VR oktatás, Cloud VR játék és Cloud játék telepítéséhez

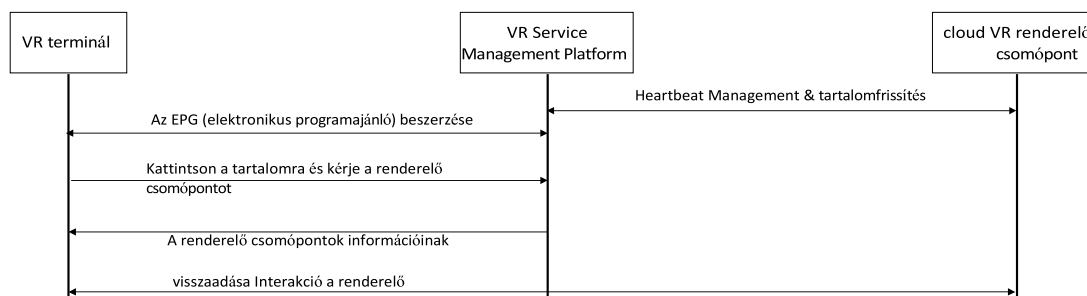


MEGJEGYZÉS:A 67. ábra nem mutatja az összes lehetséges csatlakozást.

67. ábra: Magas minőségű otthoni szélessávú szolgáltatások több felhőhöz

7.3.2.1.2 Szolgáltató létesítmény

Amikor egy felhasználó kapcsolatot kíván létesíteni egy VR-alkalmazással, a VR-szolgáltatáskezelő platform dinamikusan kioszt egy olyan Cloud VR renderelő csomópontot, amely a szolgáltatást a jóváhagyott felhasználói szabályzat alapján nyújtja. A VR-terminál visszakapja a renderelő csomópont IP-címét. A VR-terminál ezt az IP-címet használja a renderelő kiszolgálónak küldött kapcsolati kérelem elküldésére. Az otthoni szélessávú forgatókönyvben a több felhőhöz való hozzáférés dinamikus elosztási és ütemezési folyamat. Ugyanazon alkalmazás példányai különböző felhőcsomópontokra telepíthetők. A 68. ábra egy példa a folyamatmenetre.



68. ábra: Példa egy erős interakciójú VR folyamatára

7.3.2.1.3 Hálózati teljesítmény

A több felhőalapú csatlakozási szolgáltatások nyújtásának megfontolásakor a prémium otthoni szélessávú szolgáltatások esetében figyelembe kell venni, hogy nagyon sok otthoni szélessávú felhasználónak lehet szüksége arra, hogy nagyszámú OLT-n keresztül több felhőalapú szolgáltatáshoz férjen hozzá. Az összekapcsolási modell tehát pont-többpontos vagy többpontos-többpontos.

Ha a VR-szolgáltatásokat több felhőben telepítik, a hálózatnak meg kell felelnie az erős interakciójú VR-szolgáltatások teljesítménykövetelményeinek.

8. táblázat: Cloud VR erős interakciós szolgáltatások Hálózati

Elmélyült élmény Szintek (lásd az 1. megjegyzést)	Cloud VR 1. fázis	Cloud VR 2. fázis	Cloud VR fázis 3	Cloud VR fázis 4
A főáramú terminálok képernyőfelbontása	2-3K	4K	8K	16K-
Átlagos bitráta	≥ 40 Mbps	≥ 65 Mbps	≥ 270 Mbps	≥ 770 Mbps
Sávszélességi követelmények	≥ 80 Mbps	≥ 130 Mbps	≥ 540 Mbps	≥ 1,5 Gbps
Hálózati RTT (lásd a 2. megjegyzést)	≤ 20 ms	≤ 20 ms	≤ 10 ms	≤ 8 ms
Hálózati jitter követelmények	≤ 15 ms	≤ 15 ms	≤ 10 ms	≤ 7 ms
Hálózati csomagvesztési követelmények	≤ 10 - 5	≤ 10 - 5	≤ 5 × 10 - 6	≤ 1 × 10 - 6
<p>1. MEGJEGYZÉS: Cloud VR Immersion szintű élmény Cloud VR 1. fázis (kezdeti elmélyülési tapasztalati fázis): A tartalmat 4K VR képviseli. A terminál képernyő felbontása körülbelül 2K. A képminőség megfelel a hagyományos TV 240 pixeles vagy magasabb felbontásának. Cloud VR 2. fázis (részlegesen magával ragadó élményfázis): A tartalmat 8K VR képviseli. A terminál képernyő felbontása körülbelül 4K. A videó minősége megegyezik a hagyományos TV-n megjelenített 480 pixeles vagy annál magasabb felbontással. Cloud VR 3. fázis (Mélyreható élményfázis): A tartalmat a 12K VR képviseli. A terminál képernyő felbontása körülbelül 8K. A terminálok és a tartalom fejlesztése lehetővé teszi a felhasználók számára az ideális élményt. A képminőség megegyezik a hagyományos televízió 1080 pixeles vagy annál magasabb képminőségével. Cloud VR 4. fázis (Teljes elmélyülés élményének fázisa): A tartalom 24K-val jelenik meg. A terminálok képernyőfelbontása körülbelül 16K. A képminőség megegyezik a hagyományos 4K felbontású TV-vel.</p> <p>2. MEGJEGYZÉS: Az RTT követelmény a hálózat csomagkésleltetése, a csomagjitter követelmény pedig egy további változó késleltetés.</p>				

A teljes hálózat az otthoni hálózatból, a hozzáférési hálózatból és a metróhálózatból/gerinchálózatból áll.

9. táblázat: Cloud VR Service Jitter

Elmélyült élmény Szintek	Cloud VR 1. fázis	Cloud VR 2. fázis	Cloud VR 3. fázis	Cloud VR 4. fázis
Teljes hálózati jitter	< 15 ms	< 15 ms	<10 ms	< 7 ms
Otthoni ^{Wi-Fi®}	< 8 ms	< 8 ms	<6 ms	< 3 ms
Hozzáférés PON	< 2 ms	< 2 ms	<1 ms	< 1 ms
Hozzáférés a metrómaghoz	< 2 ms	< 2 ms	<2 ms	< 2 ms
Metro Core a felhőbe	< 3 ms	< 3 ms	<1 ms	<1 ms

Ha a felhőjátékokat több felhőben telepítik, a hálózatnak meg kell felelnie az erős interakciójú VR-szolgáltatások teljesítménykövetelményeinek.

10. táblázat: Cloud Gaming hálózati

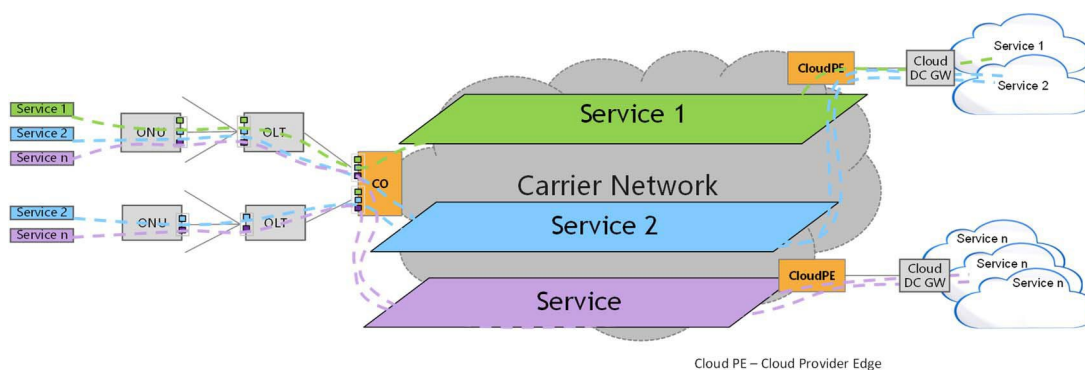
Kijelzőterminál	Hálózati mérőszámok	Cloud Games 1. fázis	Cloud Games 2. fázis	Cloud Games 3. fázis
Számítógép képernyője	Sávszélesség	≥ 32 Mbps	≥ 48 Mbps	≥ 88 Mbps
	Hálózati RTT	≤ 30 ms	≤ 20 ms	≤ 15 ms
	Hálózati jitter	≤ 16 ms	≤ 7 ms	≤ 4 ms
	Csomagvesztési arány	≤ 1 × 10 ⁻⁵	≤ 1 × 10 ⁻⁵	≤ 1 × 10 ⁻⁶
TV kijelző	Sávszélesség	≥ 32 Mbps	≥ 96 Mbps	≥ 320 Mbps
	Hálózati RTT	≤ 30 ms	≤ 20 ms	≤ 15 ms
	Hálózati jitter	≤ 16 ms	≤ 16 ms	≤ 8 ms
	Csomagvesztési arány	≤ 1 × 10 ⁻⁵	≤ 1 × 10 ⁻⁵	≤ 1 × 10 ⁻⁶
Mobiltelefon kijelző	Sávszélesség	≥ 10 Mbps	≥ 32 Mbps	≥ 64 Mbps
	Hálózati RTT	≤ 30 ms	≤ 20 ms	≤ 15 ms
	Hálózati jitter	≤ 33 ms	≤ 16 ms	≤ 8 ms
	Csomagvesztési arány	≤ 1 × 10 ⁻³	≤ 1 × 10 ⁻⁵	≤ 1 × 10 ⁻⁶
MEGJEGYZÉS:A Cloud Games VR a következő fázisokban különbözik, és a szükséges hálózati mérőszámok a használt képernyőtől függően eltérőek. Cloud Games 1. fázis: Kezdeti tapasztalatszerzés. Cloud Games 2. fázis: Kényelmesen magával ragadó élmény. Cloud Games 3. fázis: Teljes elmerülés élménye.				

7.3.2.1.4 Szeletelés

A hagyományos szállítóhálózat sávszélességét több szolgáltatás osztja meg. A késleltetésre érzékeny szolgáltatások esetében nehéz elkerülni a szolgáltatási forgalmi konfliktusokat és biztosítani az alacsony késleltetési időt. A kapcsolatok létrehozásakor figyelembe kell venni a VR-szolgáltatás sávszélességre és késleltetésre való érzékenységét.

Ha különböző felhasználók ugyanazon vagy különböző OLT-ken keresztül akarnak hozzáférni ugyanazon vagy különböző szolgáltatásokhoz (például VR-oktatás és felhőalapú játék), a hálózati szolgáltatónak figyelembe kell vennie, hogy a különböző szolgáltatások eltérő követelményeket támaszthatnak a hálózattal szemben.

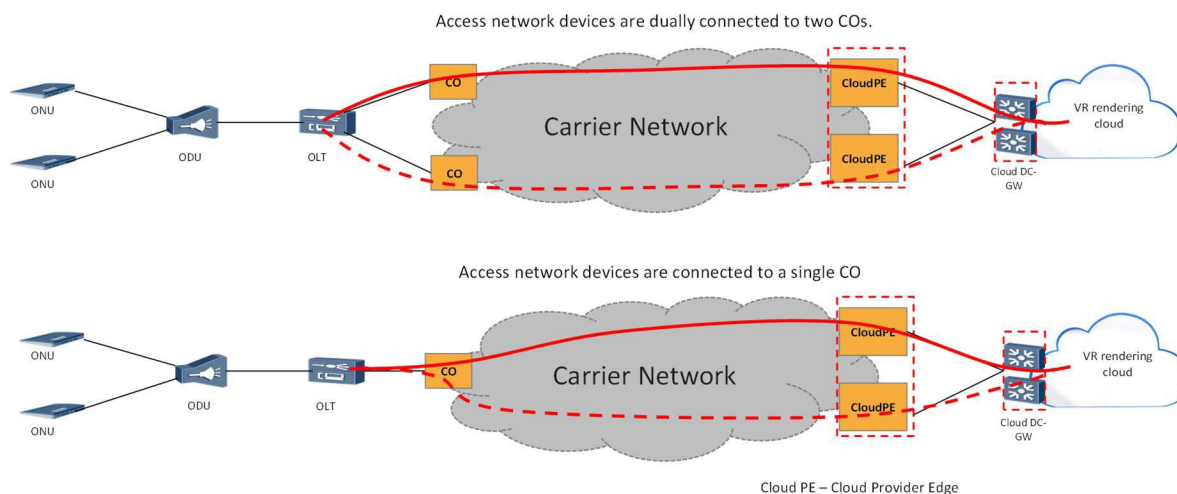
Ahhoz, hogy ezek a különböző szolgáltatások hatékonyan működjenek, a hálózati szolgáltatónak szét kell választania ezeket a szolgáltatásokat, hogy kiküszöbölje a hálózati erőforrásokkal kapcsolatos konfliktusokat. Ez megakadályozza, hogy az olyan hálózati paraméterek, mint a sávszélesség, a csomagkésleltetés és a csomagkésleltetés változása akadályozzák a szolgáltatási követelményeket. Például különböző VLAN-ok használhatók a szolgáltatások azonosítására, és különböző hálózati szeleteket lehet használni a szolgáltatások elkülönítésére. Ezt a 69. ábra szemlélteti.



69. ábra: Hálózati szeletelési mechanizmus különböző

7.3.2.1.5 Redundancia és védelem

A VR renderelés vagy a játékfelhők egyszerre nagyszámú otthoni felhasználó számára nyújthatnak felhőszolgáltatásokat. Ezért a csomópontoknak és a felhőkhöz kapcsolódó kapcsolatoknak nagyfokú rendelkezésre állással kell rendelkezniük. A Cloud gateway-hez csatlakozó, a szállítóhálózaton lévő Cloud PE-knek támogatniuk kell a csomópontok közötti dual-homing védelmet annak érdekében, hogy a szolgáltatások védhetők és helyreállíthatók legyenek, ha és amennyiben egy Cloud PE meghibásodik. A DC-GW összeköttetésnek a kettős házasítású aktív és tartalék Cloud PE-ekkel külön linkeket kell használnia. A PE-ket fizikailag el kell választani egymástól az egyidejű meghibásodások elkerülése érdekében. Az OLT vagy a CO által az aktív és a készenléti szolgáltatási útvonalaknak a szállítóhálózaton lévő, kettős házzal rendelkező aktív és készenléti Cloud PE-khez alternatív útvonalakat kell használniuk az egyidejű meghibásodások megelőzése érdekében. Ezt a 70. ábra szemlélteti.



70. ábra: Dual-homing védelem a

7.3.2.2 Motiváció

A prémium otthoni szélessávú kapcsolat több felhőhöz, lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy kiváló minőségű szolgáltatási élményt élvezzenek. A fő előnyök a következők:

- Gyorsítsa fel a kiváló minőségű felhőszolgáltatások fejlesztését szeleteléssel, nagy sávszélességgel és alacsony késleltetéssel, lehetővé téve, hogy felhasználók ezrei élvezhessék a kiváló minőségű felhőszolgáltatások differenciált élményét.
- Az automatizált szolgáltatásnyújtás javítja a felhőalapú VR-szolgáltatások nyújtásának hatékonyságát és a felhasználói élményt. Az E2E felhő- és hálózati szolgáltatások automatizált rendelkezésre bocsátása lehetővé teszi a gyors szolgáltatásnyújtást és a jobb felhasználói élményt, valamint csökkenti a szolgáltató OPEX-költségeit.

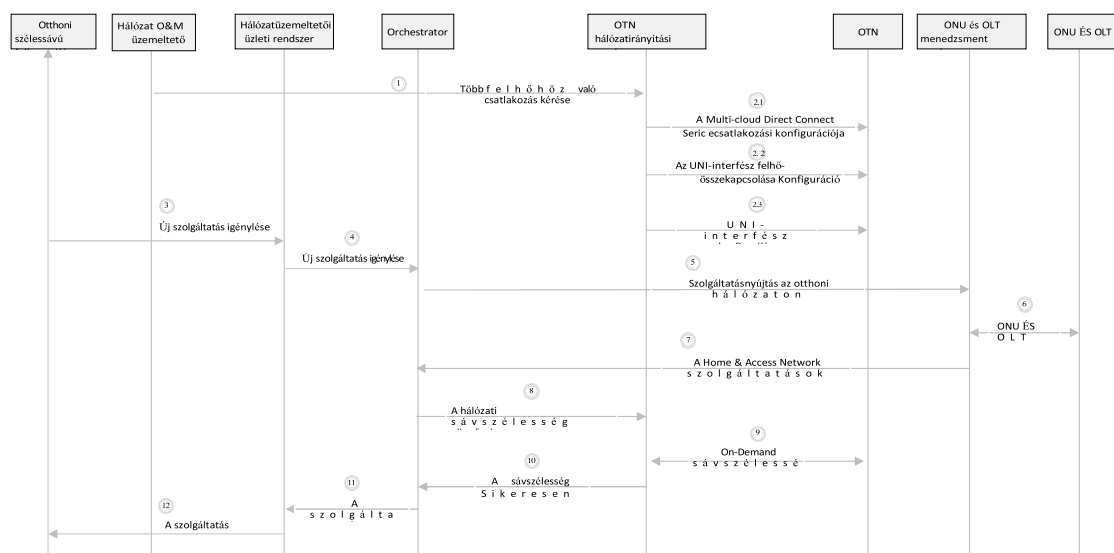
7.3.2.3 Előfeltétel

A prémium szolgáltatások otthoni szélessávú felhasználók számára történő engedélyezésének előfeltételei a következők:

- Az ONU-kat telepítették az otthoni hálózatba.
- A Cloud PE csatlakozik a hálózathoz, a Cloud PE pedig a Cloud DC átjáróhoz.
- A hálózatban elegendő sávszélesség és alacsony késleltetési idejű útvonalak kerülnek kiosztásra.
- Olyan irányítási rendszer kerül telepítésre, amely képes kezelni e hálózati eszközök üzemeltetési és karbantartási feladatait (a hozzáférési hálózati eszközök és a szállítási hálózati eszközök különböző irányítási rendszerekkel rendelkezhetnek). Olyan felhőkezelő rendszer telepítése, amely képes a felhőalapú erőforrások ütemezésére a felhőalapú szolgáltatási kapcsolatok lehetővé tétele érdekében. Egy olyan operátor telepítése, amely képes együttműködni a hálózati eszközközeli rendszerrel és a felhőkezelő rendszerrel.

7.3.2.4 A cselekvések operatív folyamata

A 71. ábra egy példát mutat a prémium otthoni szélessávú szolgáltatás biztosításának folyamatára.



71. ábra: Példa a prémium otthoni szélessávú igénylésére és biztosítására vonatkozó folyamatra

- 1) A hálózatüzemeltető kéri az OTN hálózatiirányítási rendszert, hogy a szolgáltatásokhoz való új hozzáférés engedélyezése előtt hozzon létre kapcsolatot a több felhőhöz.
- 2) Az OTN irányítási rendszer:
 - 2.1) A multi Cloud közvetlen kapcsolatok szolgáltatás konfigurálása.
 - 2.2) Konfigurálja az UNI-k és az interfészek felhőalapú összekapcsolását.
 - 2.3) Az UNI OLT közötti interfész konfigurálása.
- 3) A lakossági felhasználó új szolgáltatást igényel.
- 4) A hálózatüzemeltető üzleti rendszerei új szolgáltatást kérnek.
- 5) A szervező biztosítja a szolgáltatást a hazai és az Access Network hálózaton.
- 6) Az OLT kezelőrendszer konfigurálja az OLT-t és az ONU-t.
- 7) Az OLT menedzsment tájékoztatja az Orchestrator-t, hogy a hazai és az elérési hálózatot sikeresen feltöltötték.
- 8) Az Orchestrator ellenőrzi a hálózati sávszélességet és igényli a sávszélesség-szolgáltatást.
- 9) Az OTN kezelőrendszer igény szerint állítja be a sávszélességet.

- 10) Az OTN kezelőrendszer tájékoztatja az Orchestrator-t a sávszélesség sikeres biztosításáról.
- 11) Az Orchestrator tájékoztatja a hálózatüzemeltető üzleti rendszereit a szolgáltatás sikeres beállításáról.
- 12) A hálózatüzemeltető üzleti rendszerei értesítik a felhasználót, hogy a szolgáltatás készen áll.

7.4 Felhasználási eset #18: Virtuális zene

7.4.1 Felhasználási kontextus

A virtuális zenét úgy határozhatjuk meg, hogy különböző, nem ugyanazon a helyszínen tartózkodó felek valós időben osztanak meg és hoznak létre zenét. Jelenleg ez aligha lehetséges. Ennek oka, hogy a zenélés vagy a közös éneklés egy zenekarban vagy kórusban szigorú szinkronizációs és késleltetési követelményekkel jár. Ez már a nagy fizikai zenekaroknál is nyilvánvalóvá válik, ahol az egyes zenészek közötti relatív távolságok miatt a hangok érkezése jelentős késedelmet okoz. A tapasztalt zenészek ezt az előadásuk időzítésével kompenzálják. Hasonló hatás jelentkezik, de még kifejezettebb, amikor a zenészek az interneten keresztül játszanak együtt, ahol a puffereles és az átviteli késedelmek a szoftverek késleltetése és a hálózat okozza.

A virtuális zenei felhasználási eset illusztrálására a következő példák szolgálnak.

- Virtuális zenekar

Ebben az esetben a zenekar karmestere és a zenészek földrajzilag elkülönülnek egymástól. A jelenlegi konferenciaeszközök segíthetnek egy ilyen zenekar megvalósításában, azonban a hálózati késleltetés (feltéve, hogy az eszközök által okozott késleltetés minimalizálható) szinkronizációs problémákhoz vezet a résztvevők között. Egy ilyen zenekar megvalósításához alacsony késleltetésű üvegszál hálózatokra, minimális pufferelesre és feldolgozási késleltetésre van szükség.

- Virtuális zenei órák

A virtuális zeneórát olyan zeneórának vagy órának nevezzük, ahol a tanár és a tanuló(k) különböző helyszíneken tartózkodnak. A hatékony órához a tanárnak és a tanuló(k)nak együtt kell tudniuk játszani. Ez a jelenlegi online találkozási eszközökkel nem lehetséges. A tanár és a diák(ok) közötti hálózati késleltetés, valamint a puffereles/feldolgozási késleltetések megakadályozzák a hatékony órák megtartását.

- Virtuális koncertek

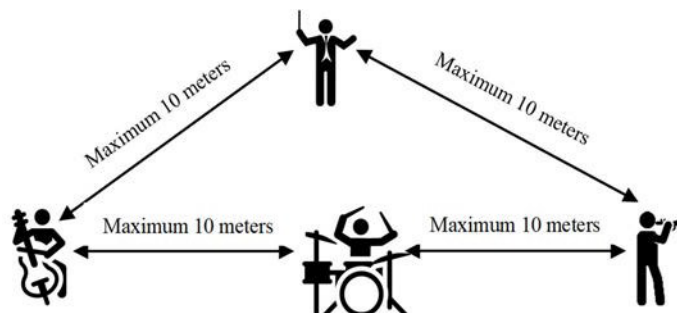
Az előadók interaktív módon együttműködve közvetíthetnek élő zenei foglalkozásokat, még akkor is, ha különböző helyszíneken tartózkodnak. A nagy uplink-kapacitás és az alacsony késleltetésű üvegszál kapcsolatok segítségével az előadók a hálózaton keresztül streamelhetik zenéjüket. A rajongók ezután valós időben élvezhetik a koncertet, esetleg egy magával ragadó VR-munkamenetben.

7.4.2 A felhasználási eset leírása

7.4.2.1 Áttekintés

7.4.2.1.1 Késleltetési követelmények

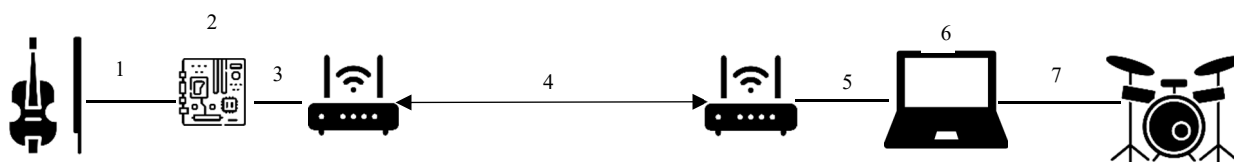
Az előző pontban leírt felhasználási eset megvalósításához a zenészek közötti végponttól végpontig tartó kapcsolatnak meg kell felelnie bizonyos szinkronizációs követelményeknek. A feltételezés szerint ez elsősorban késleltetési követelményekben nyilvánul meg. A késleltetési követelmény levezetéséhez egy olyan hipotetikus helyzetet lehet figyelembe venni, amelyben a zenészek egymás mellett vannak, de nem látják egymást vagy a karmestert (nincs vizuális koordináció). A hallásukra kell hagyatkozniuk, mivel nem képesek vizuálisan kompenzálni a késleltetést. Ezért a hatékony szinkronizálás érdekében a zenészek közötti maximális távolság 10 méter, amint azt a 72. ábra szemlélteti. A hanghullámok e távolság megtételéhez körülbelül 30 ms szükséges. A zenét az interneten keresztül megosztó platformnak ezt alacsony késleltetésű kapcsolatokkal kell megismételnie. Így az egyes zenészpárok közötti maximális egyirányú késleltetés 30 milliszekundum.



72. ábra: A zenészek közötti maximális távolság a hatékony valós idejű zenei megosztáshoz

7.4.2.1.2 Késleltetési hozzájárulások a végponttól végpontig tartó láncban

A 73. ábra a zenészek közötti végponttól végpontig tartó késleltetés felbontását mutatja. Ez magában foglalja a hangszerhez csatlakoztatott eszközön (1, 2 és 6, 7 a 73. ábrán), az otthoni hálózaton (3 és 5 az 73. ábra), és ami a legfontosabb, a résztvevők közötti hálózati kapcsolat (4 a 73. ábrán). További késleltetéssel kompenzáljuk az alapul szolgáló hálózatban fellépő csomagremegést. A végpontokon a késleltetést jellemzően a jelek kódolása és dekódolása, valamint a puffereles és a hibajavítás okozta többletköltségek okozzák.



73. ábra: A zenészek között különböző pontokon kialakuló végponttól végpontig tartó késleltetés

7.4.2.1.3 A hálózati topológia hatása a késleltetésre

A résztvevők közötti közös zenélés általános hatékonysága a kapcsolatok topológiájától is függ. Két modellt veszünk figyelembe:

Ügyfél-kiszolgáló modell

Amint a 74. a) ábrán látható, minden előadó egy központi egységhez kapcsolódik, ez a központi egység feldolgozza ezeket a bemeneteket, és egy közös kimenetet küld minden előadónak. Minden végpontnak csak egy adatfolyamot kell küldenie és egy (kombinált) adatfolyamot fogadnia. A központi egység gondoskodik a keverésről és opcionálisan a késleltetések kiegyenlítéséről, ahol szükséges. Az összes adatfolyam feldolgozása és újraelosztása bizonyos mértékű késleltetést eredményez. Az ügyfél-kiszolgáló modellben (lásd a 74. a) ábrát) az A, B, C és D zenészek egy O központi egységhez csatlakoznak.

Egy egyenrangú modell

Amint a 74. b) ábrán látható, nincs központi egység, hanem a létrehozott zene másolatát minden fél elküldi a többi félnek. A központi feldolgozás miatt nincs késedelem. A végpontokon azonban több feldolgozást és esetleges késleltetési alkalmazkodást kell végezni. Ez szintén némi késedelmet és további bonyolultságot eredményez. A peer-to-peer modellben minden zenész kapcsolatban áll minden más zenésszel (lásd a 74. b) ábrát).

MEGJEGYZÉS:A 74. b) ábra egyenrangú kapcsolatában a C és D nyílveszőket szándékosan kihagytuk az olvashatóság javítása érdekében.

A peer-to-peer modell lehetőséget nyújt az átviteli késleltetés optimalizálására. Mivel nincs központi egység, a végpontokon további feldolgozást kell végezni. A peer-to-peer modell kisebb számú zenész esetén alkalmas, míg a kliens-kiszolgáló modell inkább nagyobb számú zenész esetén. Jelenleg mindkét modellt figyelembe vesszük, és az optimális konfiguráció az adott forgatókönyv sajátosságaitól függhet.



a) Kliens-kiszolgáló kapcsolat zenészek között

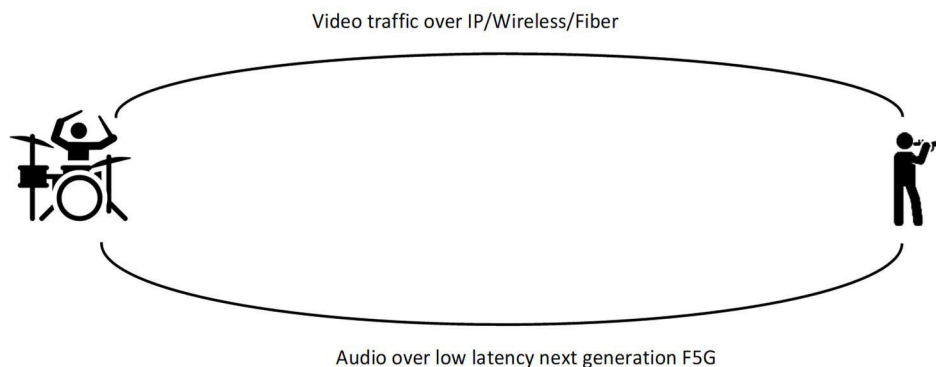
b) Peer-to-peer kapcsolat (a C és D nyilatkat szándékosan kihagytuk az olvashatóság javítása érdekében)

74. ábra: Különböző hálózati

7.4.2.1.4 Audio és videó csatornák

Ezek a szigorú késleltetési követelmények kifejezetten a résztvevők által generált hangra vonatkoznak, míg a videóforgalom némi további késleltetést is elviselhet olyan esetekben, amikor nincs karmester.

Így a zenészek által generált hangot egy alacsony késleltetésű csatornán keresztül lehet továbbítani, míg a videóforgalom ugyanazon vagy egy másik csatornán keresztül küldhető a hálózaton, amint az a 75. ábrán látható. Ezt sikeresen teszteltük a résztvevők közötti rövid távolságon.



75. ábra: Különböző küldött hang és videó

7.4.2.1.5 Alkalmazások state-of-the-art

Számos alkalmazás létezik, amelyek segíthetnek a zenészeknek az interneten keresztül együtt zenélni, tömörítetlen hanganyagok alacsony késleltetéssel és alacsony rezióradíjjal történő streamelésével. Némelyikük támogatja a kliens-kiszolgáló modellt, mások pedig a peer-to-peer kapcsolatokat. A virtuális zenei alkalmazásokat hardveralapú megoldásokkal kombinálják, hogy a végpont (a zenészek eszközei/laptopja/PC-je) késleltetési idejét akár 1 ms-ra csökkentsék. Ezek a megoldások azonban még mindig alacsony késleltetésű hálózati kapcsolatokat igényelnek a végpontok között.

Az ügyfél-kiszolgáló modell egyik előnye, hogy a zenészek feldolgozási és sávszélességigénye (mind az uplink, mind a downlink) független a résztvevők számától. Ebben a modellben a központi egységet audiokiszolgálónak nevezzük. Az ilyen audioszerverek speciális szoftverrel és néha hardverrel rendelkeznek a zene alacsony késleltetésű gyűjtésének és terjesztésének lehetővé tételére. Egy hatékony mechanizmus (lásd az 1. megjegyzést) a megosztott memória pufferelemével elhanyagolható, mikroszekundumos nagyságrendű további késleltetést eredményez. A peer-to-peer modell esetében az audiokiszolgáló funkcióinak az egyes zenészek beállításainak részét kell képezniük.

1. MEGJEGYZÉS: Zéró másolás szemantika.

A kliens-kiszolgáló modell esetében az audiomixer a központi egység (audiokiszolgáló) része. A zenész telephelyén található hardveralapú analóg keverő szinte nulla késleltetést jelent. Az audiomixer késleltetési hatása a kliensszerver és a peer-to-peer modellben további vizsgálat tárgyát képezi (lásd a 2. megjegyzést).

2. MEGJEGYZÉS: Mivel a megvalósításnak különböző módjai lehetnek, akár szoftveres, akár csak hardveres, akár a kettő kombinációja.
3. MEGJEGYZÉS: Feltételezzük, hogy a visszhangszűrést az alkalmazás kezeli (akárcsak a tipikus audio- vagy videokommunikációt).

Vannak különböző legjobb gyakorlatok, amelyeket a zenészek választhatnak az optimális beállításhoz a kiváló minőségű virtuális zene elérése érdekében, és a lehetőségek egy csoportja a 11. táblázatban látható.

11. táblázat: A 11. ábrán a végponttól végpontig tartó lánc különböző pontjain a zene távoli végrehajtásának lehetőségei

Helyzet a végponttól végpontig tartó csatornában (lásd a 72. ábrát)	A virtuális zene megvalósíthatóságának jelzése				Késleltetési tartomány (becslés) (a legmagasabbtól a legalacsonyabbig)
	Nehéz elérhető		Egyszerűen elérni		
1 és 7	Bluetooth™ fejhallgató	Vezetékes csatlakozás a beépített számítógépes hardverhez	Alacsony késleltetésű külső audiointerfész és vezetékes fejhallgató		100 - 5 ms
2 és 6	Laptop/PC Windows™ operációs rendszerrel	Laptop/PC Linux™ rendszerrel	Raspberry Pi™ testreszabott operációs rendszerrel	Dedikált hardver (alacsony késleltetésű hangkártyával) és optimalizált szoftver	100 - 1 ms
3 és 5	Wi-Fi®		Vezetékes kapcsolat		6 és < 1 ms között
4	4G/DSL	5G/Kábel	Szálal/F5G		Lásd alább

Így ma a zenészek a hálózaton kívül a végponttól végpontig tartó lánc különböző pontjain csökkenthetik a késleltetést. A 11. táblázatból a hálózat nélküli végponttól végpontig tartó láncra vonatkozó legalacsonyabb késleltetési becslés 7 ms. Ez azt jelenti, hogy a 30 ms-os teljes késleltetési követelményt figyelembe véve a hálózat késleltetési költségvetése a legjobb esetben 23 ms.

A hálózati késleltetés csökkentése érdekében a szálak fontos szerepet játszanak. Az üvegszál hálózatok alacsony késleltetési időt és alacsony csomagjuttatási biztosítanak a végpontok közötti összeköttetéshez. A szálal összeköttetés a rézalapú hálózatokhoz képest kevesebb hibajavítási többletköltséget igényel. Az F5G hálózatoknak a lehető legalacsonyabb késleltetési időt kell biztosítaniuk a zenészek számára, ez a garantált késleltetés lehetőségét jelentené, amely a zenei munkamenet során állandó marad. Egy alacsony késleltetési idejű dedikált szelet megvalósíthatná a virtuális zenét. Az F5G architektúra csökkenteni fogja a végponttól végpontig tartó hálózati késleltetést.

A késleltetés-csökkentés hatásának szemléltetésére egy hipotetikus, kapcsolat vagy útválasztás nélküli optikai kapcsolatot veszünk alapul. Feltételezve, hogy az effektív törésmutató körülbelül 1,5, a fény sebessége az optikai kábelben körülbelül 200 km/ms. A zenészeket összekötő F5G-hálózatban a késleltetés minden ezredmásodpercnyi csökkenése lehetővé teszi, hogy a zenészek közötti távolság akár 200 km-rel is növekedjen. Ez több szabadságfokot biztosít a zenészeknek a távoli közös zenéléshez szükséges beállítások létrehozásában.

7.4.2.2 Motiváció

A virtuális zenei felhasználási eset egy példa arra, hogy az F5G hálózatok hogyan segíthetnek leküzdeni azokat a korlátokat, amelyek jelenleg megnehezítik a zenészek számára, hogy távoli kapcsolaton keresztül interaktív módon együtt alkossanak zenét.

A virtuális zene kihívása valós, és az ipar és a tudományos élet egyaránt foglalkozik vele. Bár léteznek megoldások a késleltetés optimalizálására, ezek nem foglalkoznak a hálózattal. Ugyanakkor azt lehet állítani, hogy az F5G hálózati architektúra által elért hálózati késleltetés csökkentésével sokat lehet nyerni.

Az F5G szempontjából az a tény, hogy ez a felhasználási eset olyan követelményeket támaszt, amelyeket a jelenlegi hálózatokkal nehéz, ha nem lehetetlen teljesíteni, különösen az alacsony késleltetéssel és az audio- és videóadatok külön csatornák biztosításának lehetőségével kapcsolatos elvárások miatt.

Az F5G technológia segítségével a zenészek leküzdhetik a földrajzi akadályokat, és így a közös, valós idejű zenélés valósággá válhat.

7.4.2.3 Előfeltétel

Erre a felhasználási esetre a következő előfeltételek vonatkoznak:

- A zenészeknek speciális szoftveralkalmazásokra és hardverre van szükségük a hangzáshoz, hogy optimalizálják a végpontokon (eszközök/laptop/PC) keletkező késleltetést.
- A forgatókönyvtől függően vezetékcsatlakozatot kell használni az eszköztől egy routerhez, alacsony késleltetésű audiointerfészeket és vezetékcsatlakozót.

7.5 Használati eset #19: Következő generációs digitális ikrek

7.5.1 Felhasználási kontextus

Bár a digitális ikreket már számos iparágban használják, a digitális ikrek globális piaca még mindig gyorsan bővül. A gyors innováció és a széles körű digitális átalakulás új kapukat nyit a *következő generációs digitális ikrek* előtt, amelyek radikálisan átalakíthatják napjaink nagy társadalmi és környezeti kihívásainak kezelését. Ahhoz azonban, hogy ezek a *következő generációs digitális ikrek* zökkenőmentesen működhessenek, szigorú követelményeket kell teljesíteni a kommunikációs infrastruktúrával szemben. Ez a felhasználási eset áttekintést ad a digitális ikrek jelenlegi és lehetséges jövőbeli típusairól, néhány példát a különböző területeken, és azt, hogy mindez hogyan vezet a csatlakoztathatósággal kapcsolatos ajánlásokhoz.

7.5.2 A felhasználási eset leírása

7.5.2.1 Áttekintés

7.5.2.1.1 A digitális iker meghatározása

A digitális iker (DT) a fizikai eszközök, folyamatok és rendszerek digitális másolatát jelenti. A továbbiakban a fizikai objektum kifejezés alatt a valós világ bármely típusú objektumát értjük. A DT-k a mesterséges intelligenciát, a gépi tanulást és az adatelemzést integrálják, hogy élő digitális szimulációs modelleket hozzanak létre, amelyek képesek tanulni és frissíteni, valamint reprezentálni és megjósolni a megfelelő fizikai objektumok jelenlegi és jövőbeli állapotát [i.30]. A DT magában foglal minden olyan információt, amely a fizikai objektumokból kinyerhető. A DT és a fizikai objektumok között kétirányú adatkommunikáció jön létre, amely lehetővé teszi, hogy a DT a fizikai objektum irányító példányaként működjön. A fizikai objektum állapotának változása a DT állapotának változását eredményezi, és fordítva.

A jelenlegi legmodernebb DT-k nem csak termékeket, hanem folyamatokat, rendszereket, szervezeteket, embereket vagy bármilyen más absztrakciót is képesek tükrözni. A DT-k kategorizálásának egyik módja, hogy megvizsgáljuk az általuk leképezett fizikai tárgyat: ez lehet egy *komponens*, egy *eszköz*, egy *rendszer* vagy egy *folyamat* szintje:

- Az alkatrész-iker a DT legkisebb egysége.
- Az eszköz-iker kombinál több komponenst vagy azok ikertestvéreit, hogy betekintést nyerjen a köztük lévő kölcsönhatásba.
- A rendszeriker több olyan eszközt vagy azok ikertestvéreit foglalja magában, amelyek együttesen egy teljes rendszert írnak le. Információt nyújtanak az eszközök közötti kölcsönhatásról, és teljesítményjavításokat végezhetnek.
- A folyamat-iker megmutatja, hogyan működik együtt több rendszer vagy azok ikertestvére, például egy teljes termelési létesítményben, egy épületben vagy egy (intelligens) városban.

Fontos megjegyezni, hogy a DT-k több mint egyszerű adatok - szimulációkat, (gépi tanulási) algoritmusokat és érvelést is tartalmaznak, hogy segítsék az adatokon alapuló döntéshozatalt. A több DT-ből származó adatok összesíthetők, hogy teljes képet kapjunk számos valós világbeli egységről, például egy erőműről vagy egy egész városról és a hozzájuk kapcsolódó folyamatokról. Összefoglalva, a DT-nek két célja van:

- 1) a fizikai világ *megértése* általa, hogy betekintést nyújt az általa reprezentált fizikai tárgy állapotába; és
- 2) a fizikai objektum adaptálását és javítását segítő *döntéshozatal* támogatása.

7.5.2.1.2 Következő generációs digitális ikrek

A *következő generációs digitális iker* olyan DT-k összessége, amelyek együtt tudnak működni, és minden egyes DT-nek saját, jól meghatározott célja van [i.29]. Egy város DT-je például kétirányú interakcióban állhat az épületek DT-ivel az információk cseréje és a kooperatív döntések meghozatala révén. A DT-k ellátása különböző módon valósítható meg: A DT-k futhatnak különböző elosztott felhőkben, ugyanabban a (helyi) felhőben, helyi számítási erőforrásokon vagy ezek kombinációjában. Ezek a különböző megvalósítások eltérő követelményeket támasztanak a DT-k közötti és a fizikai objektummal való kapcsolatra. Ideális esetben a (szenzor)adatok cseréje és feldolgozása valós időben történik, ami akkor valósítható meg, ha a DT-t az érzékelőhöz lokálisan telepítik. Ha azonban az adatokat először egy felhőalkalmazásnak kell összegyűjtenie, a szinkronizálás és a megfelelő késleltetéskezelés az eltérő időállandók miatt fontosabbá válik, különösen, ha több DT is érintett. Ezekben a helyzetekben megbízható, egyenletes teljesítményű kommunikációs hálózatra van szükség.

A DT-k alternatív kategorizálása a legkisebbtől a legnagyobbig terjedő kifinomultsági szintek alapján történik. A DT-k lehetnek:

- *Leíró* (a tervezési és építési adatok élő változata);
- *Tájékoztató jellegű* (operatív és érzékszervi adatokkal kiegészített réteggel rendelkezik);
- *Előrejelző* (működési adatok felhasználása a betekintés érdekében);
- *Átfogó* (jövőbeli forgatókönyveket és "mi van, ha" kérdéseket szimulál); vagy
- *Határozott* (képes tanulni és cselekedni a felhasználók nevében).

A *leíró* vagy *informatív* DT-eket már használják, a *prediktív* vagy *átfogó* DT-eket pedig jelenleg fejlesztik. A valóban *meghatározó* DT-k, azaz olyanok, amelyek önállóan, a kezelő közreműködése nélkül képesek döntéseket hozni, további tanulmányozásra szorulnak.

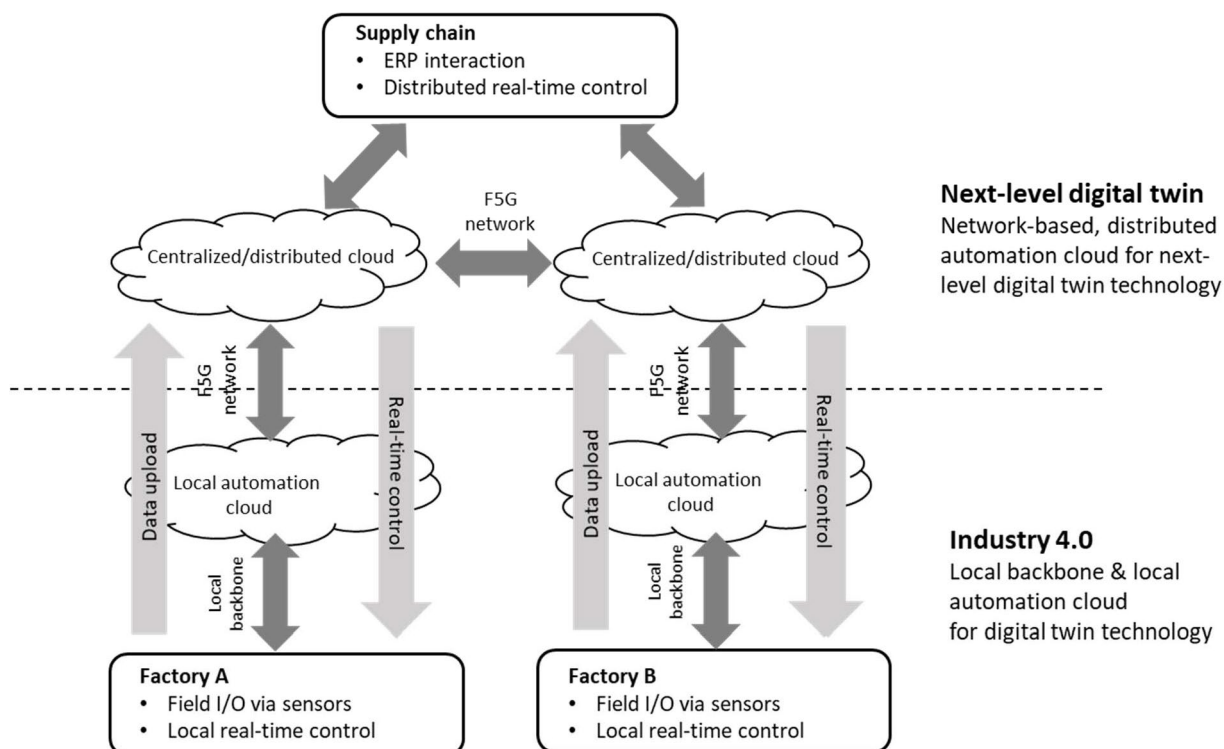
A *következő generációs DT-k* mind az öt kifinomultsági szempont kombinációja. Ezek a következő generációs DT-k jelenleg a rugalmasság, az autonómia és az adatvédelem kihívásaival küzdenek.

7.5.2.1.3 Tartományok

A DT-technológiát számos különböző területen alkalmazzák, például a gyártó- vagy feldolgozóiparban (egyetlen robot, egy összeszerelősor vagy egy teljes gyár esetében), az autóiiparban/közlekedésben (egy autó/vonat, járműszerelvény vagy autópálya-/vasútszisztéma digitális másolata esetében), az energetikában (energiatermelés, energiafogyasztás és intelligens hálózatok esetében), az egészségügyben (orvosi gépek és testérzékelők távműtétekhez) és a városi szintű urbanizációban (a rendszer, épület és város szintű felügyelet és ellenőrzés biztosítása [i.29]). Mondanom sem kell, hogy ez a lista korántsem teljes, de jól mutatja a DT-k közötti sokféleséget mind a tartomány, mind a hatókör tekintetében.

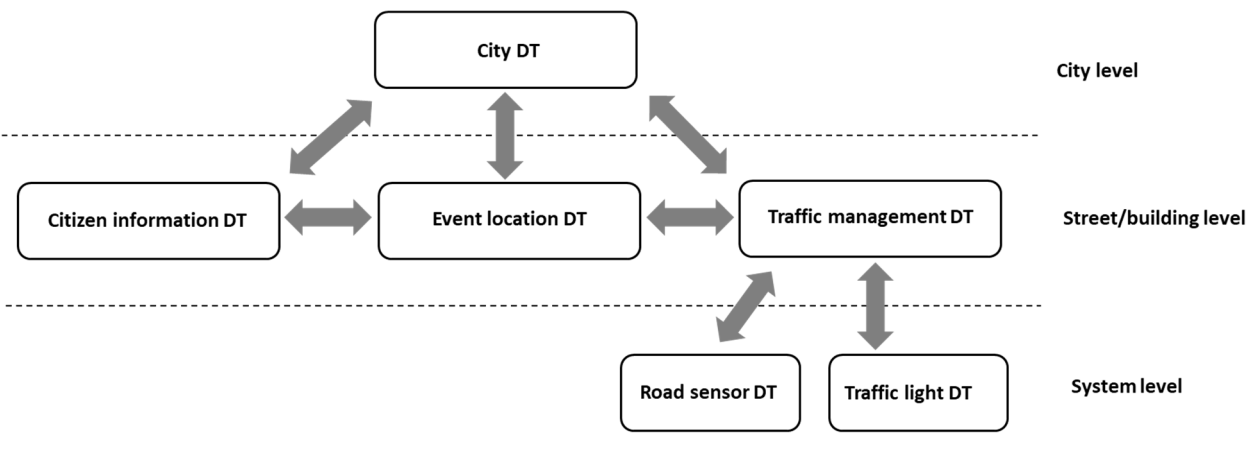
A DT-technológia ipari alkalmazása a (egyszeri) mérnöki és építési fázisból a (folyamatos) üzemeltetési és karbantartási fázisba lép át, például az ipari automatizálásban a felhőalapú digitális ikrek révén.

Ipar 4.0 [i.28]. Az Ipar 4.0 várhatóan egyre több érzékelővel ellátott terepi eszközzel és az elosztott vezérlési funkciók virtualizálásával fog rendelkezni egy helyi vagy központosított automatizálási felhőben. A *következő generációs DT-k* számára előnyös lesz, hogy az F5G támogatja a valós idejű elosztott vezérlést az alacsony késleltetésű kommunikáción keresztül (lásd a 76. ábrát).



76. ábra: Az ipari hálózatok átalakítása (Ipar 4.0) a következő szintű digitális ikertechnológiával

Az intelligens városokban hasonló tendencia látható, és a 77. ábra példát mutat az intelligens városokban az egyes rendszerek DT-i (mint például a közlekedési lámpák és útérzékelők DT-i rendszerszinten), az utca/épület szintű DT-k (mint például a forgalomirányítási DT) és tovább a városi DT-k között, a megfelelő információcserével és vezérléssel.



77. ábra: Példa a DT-kapcsolatokra és a DT különböző szintjei közötti hierarchiára egy városban

7.5.2.1.4 F5G hálózati kihívások

A mai DT-k kihívásai például az adatgyűjtéssel és az adatok átjárhatóságával kapcsolatosak, amikor a DT-k összetett jellegéről van szó. Feltételezhető, hogy a *következő generációs DT-k* több eszköz, rendszer és folyamat kombinációja egy elosztott felhőalapú architektúrában. Alkalmazásuktól függően hatalmas méretűek (pl. városok egyetlen épület vagy út helyett), valós idejű adatokat igényelnek (pl. ipari automatizálás), és szerves részét képezik a valós világ folyamatainak irányításában.

Ez azt jelenti, hogy a *következő generációs DT-k* kihívást jelentenek az F5G hálózatok számára az adatok (nagy méretű adatok, valós idejű adatok és kiváló minőségű képalapú érzékelő adatok), a késleltetés (100 μ s - 2 ms valós idejű vezérlés időérzékeny hálózatokban) és a megbízhatóság (az ipari folyamatok felügyelete és vezérlése a DT-től függ) tekintetében.

A 12. táblázat szemléltető példaként öt különböző forgalmi típust és a hozzájuk kapcsolódó ipari automatizálási követelményeket foglalja össze. Ezeket a forgalomtípusokat több szervezet, például a 3GPP, az IEEE és az IIC határozta meg. A táblázat az [i.28]-ból származik. Nyilvánvaló, hogy a kommunikációs hálózatnak lehetővé kell tennie a szolgáltatási követelmények keverékét, amelyek a kritikus valós idejű forgalomtól a legjobb igényeknek megfelelő forgalomig terjednek, különböző megbízhatósággal, periodicitással és adatméréssel.

táblázat: Példa a különböző forgalomtípusokra és a kapcsolódó követelményekre az ipari automatizálásban (kivonat az [i.28]-ból)

Forgalmi típus	Időszakos / szórványos	Tipikus időszak	Tipikus adatméret (bájt)	Kritikalitás
Izokronos	Időszakos	100 μ s - 2 ms	Fix: 30 - 100	Magas
Ciklikus	Időszakos	500 μ s - 20 ms	Fix: 50 - 1 000	Magas
Események	Szórványos	10 ms - 50 ms	Változó: 100 - 200	Magas
Hálózati vezérlés	Időszakos	50 ms - 1 s	Változó: 50 - 500	Magas
Hang / videó	Időszakos	Képkocka sebesség	Változó: 1 000 - 1 500	Alacsony

Mivel a becsült adatmérétek alkalmazásüzenetenként vannak megadva, a teljes adatátviteli sebesség lineárisan skálázódik az alkalmazásüzenetek számával. Ha az alkalmazási üzenetek száma nő, például egy sok különböző robotot és szerelőszalagot tartalmazó gyárban, az adatmennyiséget a jelenlegi infrastruktúrákkal nehéz lesz támogatni. Különösen akkor, ha egy DT több DT-ből áll, mint a 77. ábrán, az elosztott felhőben az aggregációs pontok (helyi/peremi/központi) jelentik a szűk keresztmetszetet.

Szükség van továbbá több új generációs DT összekapcsolására egy elosztott felhőarchitektúrában (helyi, perem- és központi felhő), valamint több új generációs DT támogatására egy megosztott (F5G) hálózati infrastruktúrában keresztül.

7.5.2.2 Motiváció

A digitális ikertechnológiát ma már több területen is alkalmazzák. A következő generációs digitális ikertechnológia használatának fő motivációja az eszközök, rendszerek vagy folyamatok teljesítményének javítása.

A felhasználási eset példákat mutat be arra, hogyan lehet a jövőbeli digitális ikertechnológiát rugalmas, elosztott architektúrában, több felhőalapú számítástechnikai infrastruktúrával telepíteni, amelyek skálázhatók és rugalmasan alkalmazkodnak az egyedi üzleti igényekhez.

A nagy teljesítményű hálózatok támogatják a következő generációs digitális iker telepítéseket.

Napjainkban az ipari automatizálás élen jár a digitális ikertechnológia alkalmazásában. Az F5G hálózatok várhatóan támogatni fogják a következő generációs digitális ikertechnológiát ezen a területen.

7.5.2.3 Előfeltételek

Ez a felhasználási eset megköveteli:

- Egy vagy több helyszín, ahol egy elosztott (helyi/peremi/központi) felhőinfrastruktúra van telepítve, amely képes több összekapcsolt DT-t támogatni (számítási, tárolási és hálózati szempontból).
- Nagymértékben rendelkezésre álló, (közel) valós idejű kommunikációs kapcsolat vagy kommunikációs kapcsolatok hálózata a valós világbeli objektum(ok) és az elosztott felhőarchitektúrában lévő hely(ek) között, ahol a DT-k megvalósulnak.
- Több DT támogatása ugyanazon a kommunikációs kapcsolaton vagy kommunikációs kapcsolatok hálózatán keresztül.

7.6 Felhasználási eset #20: Média szállítás

7.6.1 Felhasználási kontextus

A globális 4K/8K UHD (Ultra High Definition) videóipar gyorsan fejlődik. A 4K/8K és a HDR (High Dynamic Range) funkciók forradalmasítják a felhasználói élményt. A felbontás és az adatmennyiség exponenciális növekedése szigorú követelményeket támaszt a szállítóhálózattal szemben (például sávszélesség, késleltetés és csomagvesztés), ami a szállítóhálózati technológia és architektúra korszerűsítését teszi szükségessé, hogy megfeleljen ezeknek az új követelményeknek. A jelenlegi médiahálózatnak támogatnia kell az SD (Standard Definition, pl. 480P) és a HD (High

Definition, pl. 1 080P) felbontást, de még nagyobb felbontást és több alkalmazást is támogatnia kell. A médiahálózatnak kiváló minőségű élményt, nagyobb rendelkezésre álló sávszélességet (pl. > 100 Gbps) és alacsonyabb késleltetést (pl. < 10 ms) kell biztosítania.

Ez a felhasználási eset röviden bemutatja a 4K/8K médiaalkalmazásokat, de a rögzített szállítóhálózaton történő gyártás szempontjaira összpontosít.

7.6.2 A felhasználási eset leírása

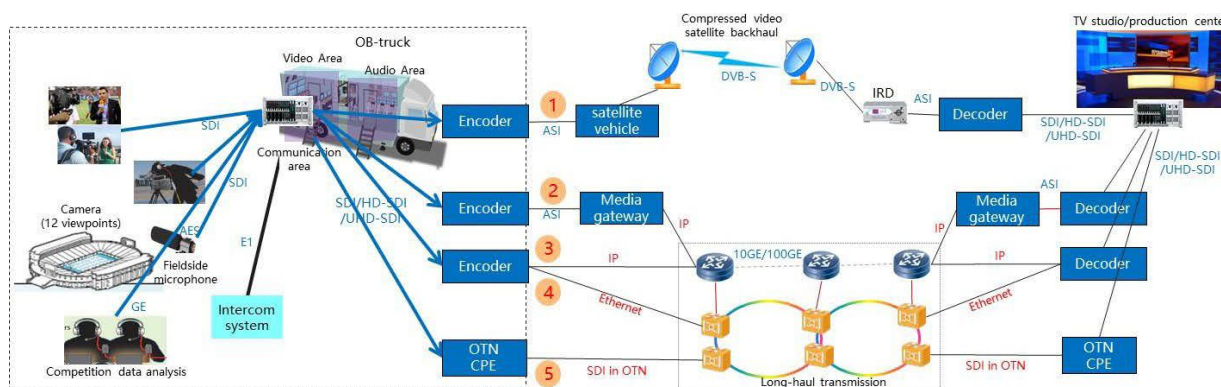
7.6.2.1 Áttekintés

A nagyszabású események élő közvetítése a stadionokban történő helyszíni gyártástól a távoli és a felhőalapú gyártás felé halad. Az élő videót összegyűjtik, és az IBC-be (Nemzetközi Műsorszolgáltató Központ) vagy a távoli stúdióba küldik a gyártáshoz, nincs szükség helyszíni televíziós járművekre. A produkciós és műsorszóró személyzet egy produkciós központban jobb körülmények között készíthet műsorokat. Az előnyök az alacsony költségek, a könnyű gyártás és a jobb gyártási és sugárzási hatások.

A médiahálózat nagy sávszélességet, kiszámítható és alacsony késleltetést, valamint nagy órajelpontosságot igényel a szállítóhálózattól.

- Hálózati sávszélesség: Az olyan új szolgáltatások, mint a 6G-SDI (Serial Digital Interface) és a 12G-SDI 100 Gbit/s-nál nagyobb sávszélességet igényelnek.
- Szolgáltatás késleltetése: A több eszköz, az IP-továbbítás és a jel tömörítése a szállítóhálózaton kiszámíthatatlan és nagy késleltetést okoz az E2E szolgáltatások esetében. Ez a hatás az élő televíziózás esetében elég nyilvánvaló.
- Átviteli minőség: A magas átviteli minőség, a jelvesztés elkerülése és a jó felhasználói élmény biztosítása érdekében nagy pontosságú órajelre van szükség.

A 78. ábra a médiavideo-gyűjtési és -szállítási architektúra áttekintését mutatja.

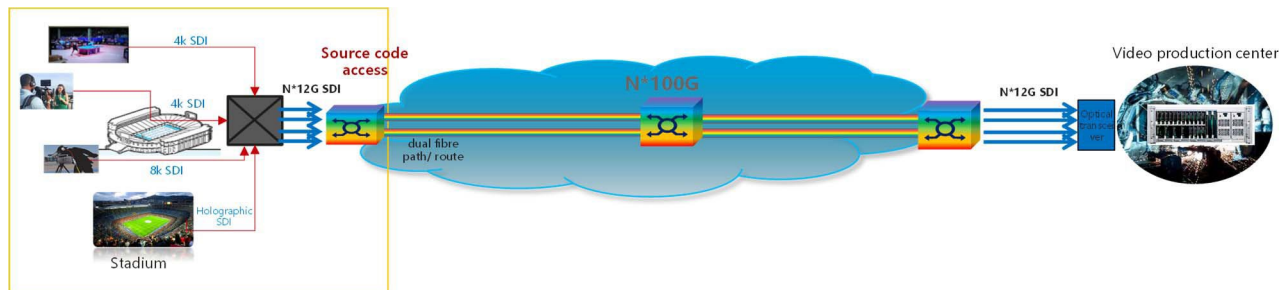


78. ábra: Médiavideo-gyűjtési és -szállítási architektúra

A 78. ábrán a médiavideo-gyűjtő és -szállító hálózat magában foglalja a műholdas backhaul hálózatot, az IP/Ethernet backhaul hálózatot és az OTN/DWDM backhaul hálózatot. A 78. ábrán öt lehetőség látható.

- 1. lehetőség: A videojelet (SDI/HD-SDI/UHD-SDI) tömörítik és egy kódolóval ASI (aszinkron soros interfész) jelekké alakítják. Ezt követően az ASI jelet a műholdas hálózaton keresztül visszavezetik. Használhat mikrohullámú, vagy összekapcsolt 4G és 5G vezeték nélküli hálózatot is.
- 2. lehetőség: A kódolt ASI jelet először a médiaátjáró IP-csomagokká alakítja, majd IP-hálózaton keresztül továbbítja. Kezdetben bérelt vonalat használtak a stadionok gyűjtéséhez és előállításához.
- 3. lehetőség: A videojelet egy kódoló közvetlenül IP-csomagokká kódolja. A kódolás során opcionálisan könnyű tömörítést lehet alkalmazni. A kódolt IP-jelet IP-hálózaton keresztül továbbítják.
- 4. lehetőség: A kódolt IP-csomagokat Ethernet-en keresztül szállítják. Az Ethernet jelet átláthatóan OTN/DWDM-en keresztül továbbítják.
- 5. lehetőség: A videojelet közvetlenül, átláthatóan továbbítják az OTN/DWDM-en keresztül. Ez megkíméli a kódoló és dekódoló eszközöket, és alacsonyabb késleltetéssel jár.

A 4K/8K átvitel támogatásához nagyobb teljesítmény- és minőségi követelményekre van szükség a szállítóhálózaton. A jelenlegi hálózat nem rendelkezik elegendő sávszélességgel, kiszámíthatatlan és nagy késleltetéssel, hosszú kódolási idővel és csomagvesztéssel. Az UHD végső élményének biztosítása érdekében az OTN/DWDM-en keresztüli videojelek a legjobb megoldás. Ez biztosítja a nagy sávszélességet (pl. $N \times 100$ Gbps), az alacsony késleltetésű, kodekmentes eszközökhöz szükséges egykapus átvitelt, a nulla csomagvesztéssel és a 99,999 %-os megbízhatóságot. A megbízhatóság növelhető a 79. ábrán látható kettős szálas útvonalak/útvonalak használatával.



79. ábra: Médiavideók gyűjtése és továbbítása OTN/DWDM-en keresztül

MEGJEGYZÉS: Az ábrákon szereplő szálak különböző szálak útvonalát/útvonalait feltételezik.

7.6.2.2 Motiváció

A 4K/8K ultra nagyfelbontású médiavideók fejlesztésének fő előnyei és mozgatórugói a következők:

- A felhasználói élmény javítása. A 4K és HDR funkciók forradalmi javulást biztosítanak a felhasználói élményben.
- A 4K technológiákat jelenleg a tartalom-, a hálózati és az eszközipar valósítja meg. E három fél erőfeszítései elősegítik az iparág általános fejlődését.
- Az UHD kereskedelmi bevezetésének felgyorsítása. Az UHD-videóipar a legtöbb országban gyors fejlődési szakaszba lépett. A videógyűjtést és a szállítási hálózatokat korszerűsíteni kell.

7.7 Felhasználási eset #21: Edge/Cloud-alapú vizuális ellenőrzés automatikus minőségértékeléshez a gyártás során

7.7.1 Felhasználási kontextus

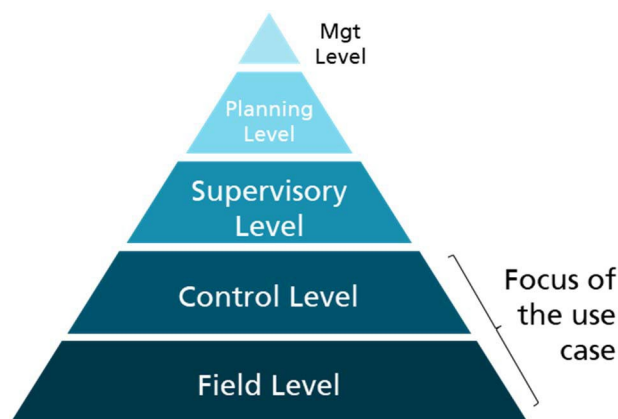
A mesterséges intelligencia (AI) alkalmazása jelentősen javította a gyártósorok és a minőségirányítási rendszerek hatékonyságát. A mesterséges intelligencia nagy teljesítményű képességeinek, a valós idejű videostreaming rendszereknek és a nagy sebességű, alacsony késleltetésű távközlési hálózatok lehetővé teszik a különböző ipari automatizálási funkciókat. Ez a felhasználási eset a gyári üzemcsarnokban végzett távoli minőségellenőrzésre és az elosztott termelési helyszínek központi minőségellenőrzési irányítására összpontosít, a perem/felhő számítási csomópontok használatával. A modern elosztott/szövetségi tanulási keretrendszerek lehetővé teszik az elosztott gépi tanulást különböző, földrajzi helyeken. A központosított tanulási megközelítésekkel ellentétben, ahol az adatoknak egyetlen helyen kell rendelkezésre állniuk, a föderált tanulás lokalizált gépi tanulási modellképzést alkalmaz. Ezeket a helyi modelleket ezután egy globális modell létrehozására használják. Ez a megközelítés egyszerre tehermentesíti a vállalati kommunikációs infrastruktúrákat és növeli az adatbiztonságot. Ennek oka, hogy a termelési helyszínekről nem szükséges többé nagy mennyiségű érzékeny adatot egy központi adatfeldolgozó létesítménybe szállítani.

A privát felhők egyre fontosabbá válnak a valós idejű, biztonságos, robusztus és alacsony késleltetésű kommunikáció szempontjából a termelőüzemekben. Ezt a megközelítést a nagyobb gyártóvállalatok használják arra, hogy privát/saját tulajdonú, valós idejű kommunikációs és adatfeldolgozási infrastruktúrát valósítsanak meg a termelési létesítményeik számára. A kvv-k a magas beruházási költségek miatt nem engedhetik meg maguknak az ilyen infrastruktúrákat. Ezért a valós idejű kommunikációs hálózaton keresztül összekapcsolt nyilvános peremfelhő új és gazdaságilag vonzó lehetőségeket kínál, különösen a kvv-k számára. Az elosztott, városi termelési helyszínek valós idejű támogatásához valós idejű, alacsony késleltetésű, optikai szélessávú infrastruktúrára van szükség, amely lehetővé teszi a rendkívül innovatív új megközelítéseket, és felszabadítja a peremfelhők hozzáadott értékét.

Ez a felhasználási eset a széleken/felhőalapú vizuális ellenőrzésre vonatkozik a gyártási környezetekben, AI-alapú videóelemzéssel. Ipari minőségű videokamerák figyelik a gyártott tárgyakat a gyártósorokba ágyazott vizuális ellenőrző állomásokon. Ezeket a videofolyamokat valós időben továbbítják egy adatközpontba, és AI-alapú videóanalitikai felhő/felhő szolgáltatások segítségével feldolgozzák a gyártott alkatrészek minőségi mérőszámainak kiértékelése érdekében. E mérőszámok alapján automatikus minőségellenőrzési intézkedések születnek a gyárban, például a hibás alkatrészek kezelésére szolgáló robotszereplők vezérlése.

A 80. ábra az automatizálási piramist mutatja, amely áttekintést nyújt az ipari termelés hierarchikus szintjeiről. A legalsó szint, a terepszint, a gyári üzemcsarnokban található fizikai gyártóberendezéseket, például motorokat, működtetőket, videokamerákat és egyéb érzékelőket tartalmaz. A terepi szint összekapcsolhatósága heterogén, különböző terepi buszrendszereken alapul. A második szint, a vezérlési szint az érzékelő és felügyeleti információkat kapja a terepszint eszközeitől. Ezen információk alapján döntéseket hoznak, és vezérlőjeleket generálnak a terepszint eszközei számára, például programozható logikai vezérlők (PLC) használatával. A felügyeleti szint tartalmazza a felügyeleti vezérlő és adatgyűjtő (SCADA) rendszereket, amelyek az emberi gépi interfészekon (HMI) keresztül vizualizálást és folyamatvezérlést biztosítanak. A tervezési szint a gyártás-végrehajtási rendszereket (MES) alkalmazza a gyár teljes gyártási folyamatának nyomon követésére az alapanyag-ellátási logisztikától a végtermékekig. Az irányítási szint a teljes vállalati erőforrás-tervezési (ERP) folyamatok adminisztrációját írja le.

Ez a felhasználási eset az automatizálási piramis két alsó szintjére (mezőszint és vezérlési szint) összpontosít, amint az a 80. ábrán látható. Az ipari termelés a virtualizált vezérlési funkciók, például a virtuális PLC-k (vPLC-k) felé mozdul el, amelyek edge/felhő környezetben futnak.



80. ábra: A felhasználási eset fókuszja az ipari automatizálási piramis kontextusában

7.7.2 A felhasználási eset leírása

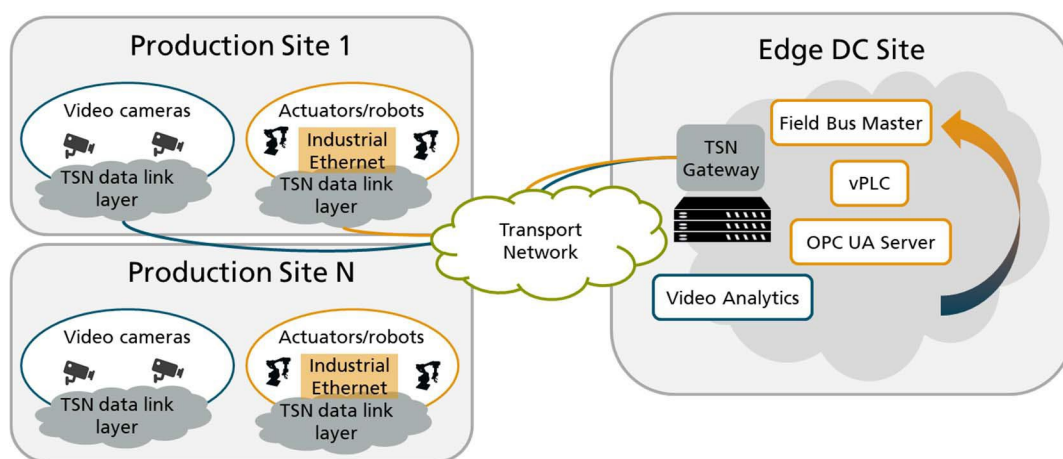
7.7.2.1 Áttekintés

7.7.2.1.1 Általános

A feldolgozóipar szívesen alkalmazza az új ipar 4.0 koncepciókat. Ez a digitális gyár irányába mutató tendenciát jelent, ahol számos funkció, például a vezérlési logika, edge/felhő környezetben fut. A gyári üzemben lévő berendezéseknek, például a kameráknak (vagy más érzékelőknek) és a robotoknak valós időben kell kommunikálniuk az élekkel/felhővel. Az előnyök sokrétűek. A vezérlési funkciók virtualizálása csökkenti a költséges és gyakran saját fejlesztésű megoldások szükségességét a helyi PLC-k számára az üzemi területen, ahol a hűtés, az energiafogyasztás, a hely és a környezeti hatások kritikus kérdések. A virtuális vezérlőfunkciók vPLC-ként futnak egy szabványos eszközökből álló perem-/felhő-infrastruktúrán.

a polcra beszerezhető informatikai berendezések. Ez lényegében megszünteti a dedikált hardveres PLC-k szükségességét az üzemben, és lehetővé teszi a kommunikációt számos vPLC között.

Ez a felhasználási eset a kameraalapú látásellenőrzést vizsgálja, ahol a videóelemzési funkciók és a vezérlési logika az élékbe/felhőbe kerül. A felhasználási eset sematikus áttekintése a 81. ábrán látható. Egy gyártósor látásellenőrző állomásán elhelyezett ipari videokamerák figyelik a gyártott alkatrészeket. Videófolyamukat valós időben továbbítják egy adatközpontba, amely informatikai erőforrásokat biztosít a videóelemzéshez szükséges edge/Cloud szolgáltatások futtatásához. A terepi szintű berendezések vezérlése és a velük való kommunikáció ipari Ethernet protokollokat használ. A videoanalitikai szolgáltatás eredményei alapján a vPLC-k a gyártósoron lévő működtetőket/robotokat vezérlik a megfelelő intézkedések megtétele érdekében. Kritikus mérőszám a minimálisan elérhető ciklusidő, amelyet az az idő határoz meg, amely ahhoz szükséges, hogy a vPLC az összes vezérlőjelet elküldje a kijelölt célpontoknak, és megkapja az összes visszajelzést. A tipikus látásellenőrzési alkalmazások legfeljebb 5-10 ms ciklusidőt igényelnek, míg egyes nagyon időkritikus látásellenőrzési forgatókönyveknél 2 ms vagy annál is kevesebb ciklusidőre van szükség.



81. ábra: Az él-felhő alapú vizuális ellenőrzés vázlatos áttekintése az automatikus minőségértékeléshez a gyártásban

Ebben a felhasználási esetben egy vagy több termelési telephely, valamint a számítási és tárolási erőforrások telephelye (a továbbiakban edge DC telephely) fontos. A termelési helyszínek lehetnek különböző gyárépületek ugyanazon az egyetemen belül vagy földrajzilag elosztott helyszínek. Az Edge DC lehet helyben (On-Premise Edge) vagy helyben (Off-Premise Edge).

pl. kolokációs szolgáltatók megosztott helyiségeiben (Colocation Edge) vagy egy CSP által üzemeltetett (Public Edge). A telephelyek közötti adatkommunikációt egy szállítóhálózat biztosítja. A termelési és az edge DC-helyszínek elhelyezkedésétől függően városi vagy regionális forgatókönyvek alkalmazhatók a helyszínek közötti távolságok tekintetében. A 13. táblázat összefoglalja a különböző forgatókönyvek maximális távolságait. A felhasználási eset szigorú késleltetési követelményei és a ciklusidő-korlátok miatt a körkörös szállítási hálózati késleltetésnek 1 ms-nál kisebbnek kell lennie. Így a központi elosztóközpontok, amelyek több száz kilométerre lehetnek a gyártási helyszínektől, nem tartoznak e felhasználási eset alkalmazási körébe.

13. táblázat: Tipikus távolságok a gyártóhely és a peremadatközpontok között

Helyszíni Edge	Colocation/Public Edge	
	Városi	Regionális
<10 km	<50 km	<80 km

7.7.2.1.2 Videokamerák

Az ipari alkalmazásokhoz használt videokamerák jelenleg 1 megapixelnél nagyobb felbontást biztosítanak, és támogatják a GiGE Vision[®] [i.4] és/vagy USB3 Vision[™] [i.5] interfészeket. Ezek a szabványok lehetővé teszik a többkamerás rendszerek pontos szinkronizálását és/vagy valós idejű működését, pl. 3D-s látás esetén. A kamerák időszinkronizálására ezek a szabványok az IEEE 1588 precíz időprotokollt (PTP) [i.6] használják. Az interfészek biztosítják a kamerák áramellátását is, pl. PoE-alapúan a GiGE Vision[®] esetében. A GiGE Vision[®] Control Protocol (GVCP) megbízható adatkapcsolatokat hoz létre a User Datagram Protocol (UDP) segítségével a kamerák és a számítási erőforrás között. A GiGE Vision[®] Stream Protocol (GVSP) az UDP protokollt határozza meg a videó streaminghez, és tartalmazza az elvesztett csomagok újraküldésének lehetőségét a képkockavesztések elkerülése érdekében [i.4]. A tipikus korszerű kamerák képesek az interfészek teljes sávszélességét kihasználni, azaz 1 Gb/s-ot a GiGE Vision[®] és 5 Gb/s-ot az USB3 Vision[™] esetében. A kamerák száma látásvizsgáló állomásonként egytől négyig terjed, hogy a vizsgált alkatrészeket különböző szögekből le lehessen fedni. Ez azt jelenti, hogy a látásvizsgáló állomásonként az upstream összesített adatátviteli sebesség 1 Gb/s és 20 Gb/s között mozog. Az adatátviteli sebességek aszimmetrikusak, mivel a lefelé irányuló vezérlőjelek adatátviteli sebessége viszonylag elhanyagolható.

7.7.2.1.3 Videóelemzés és számítási erőforrásigény

Az Edge DC-nél a kamera videófolyamokat a mesterséges intelligenciával támogatott, gépi tanuláson (ML) alapuló videóelemző megoldások dolgozzák fel. Az ML-modellek képzése és következtetése különböző követelményeket támaszt a rendelkezésre álló számítási, tárolási és hálózati erőforrásokkal szemben. A felügyelt ML-modellek képzése jellemzően offline módon történik. Vannak azonban olyan esetek is, amikor szükség lehet arra, hogy az ML-modell dinamikusan alkalmazkodjon a videóadatokban található új mintákhoz. Ez olyan algoritmusokat tesz szükségessé, amelyek valós idejű (online) vagy közel valós idejű modellek képzését kezelik. Ezeket az algoritmusokat más alkalmazásokban, például ajánlórendszerekben használják. A mesterséges intelligencia manuális és félautomata annotálásához a felügyelt tanulásban a videófolyamokat rögzítik, és a rögzített képkockák egy részhalmozát használják a képzéshez szükséges címkézett adathalmazok létrehozásához. Ezeknek az adathalmazoknak az adatvédelme rendkívül fontos a vállalkozások számára, mivel értékes információkat tartalmaznak a termelési folyamatokról. A képzés egy speciális esete, amely figyelembe veszi ezeket az adatvédelmi kérdéseket, az elosztott/szövetségi tanulási paradigma. Az elosztott/szövetségi tanulás lehetővé teszi a több, földrajzilag elosztott termelési helyszínnel rendelkező vállalatok számára, hogy globális ML-modelleket képezzenek anélkül, hogy az adatokat a helyszínek között szállítani kellene. Ez az ML-modellek vállalatközi együttműködésen alapuló képzését is elősegítheti, miközben garantálja az adatok védelmét és minimalizálja a központi elosztó központokba történő adatkommunikációt.

Az ML-modellek következtetése általában online történik. A videoanalitikai feldolgozási láncot a lehető legkisebb késleltetés és a lehető legnagyobb megbízhatóság érdekében kell optimalizálni. A veszteségmentes és időben történő videóképkocka-szállítás biztosítja a hibás gyártási alkatrészek helyes azonosítását. Ezért a hálózatnak valós időben kell továbbítani a videofolyamokat a kamerától a perem DC helyén lévő feldolgozó egységhez. Bár a legmodernebb GPU-k több videofolyam párhuzamos feldolgozására képesek, kompromisszumot kell kötni a feldolgozott videofolyamok száma és az ML-modellek összetettsége között a képkockavesztés valószínűségével. Az időkritikus feladatokat ezért jellemzően túlbiztosítják, pl. kameránként 1 GPU-t vagy 50 %-os átlagos terhelést. Ehhez képest a vezérlőszoftver-csomag számítási erőforrásai szerények.

7.7.2.1.4 Ipari Ethernet a TSN-en keresztül Megközelítés

Ez egy sajátos megközelítés, amely nem zárja ki más szabványok alkalmazását, amelyek egyenértékű funkciókat biztosíthatnak.

Ehhez a felhasználási esethez izokronikus kommunikációra, alacsony késleltetésre és determinisztikus adatcserére van szükség a kamerák, az adatközpont és a működtetők/robotok között. Az IEEE 802.1 TSN munkacsoportja [i.7] által kidolgozott TSN szabványok által leírt időérzékeny hálózat (Time Sensitive Networking, TSN) az adatkapcsolati réteg technológiájának tekinthető ebben a felhasználási esetben. A TSN különösen az időérzékeny alkalmazások időzítésére és szinkronizálására vonatkozó szabványt [i.8] és az ipari automatizálás profiljait [i.9] biztosítja. A TSN előnye továbbá, hogy a különböző forgalomtípusok egymás mellett létezhetnek, miközben a valós idejű forgalom időzítési követelményei mindenkor teljesülnek.

Számos valós idejű ipari Ethernet protokoll létezik, mint például a ProfiNET[®] [i.11], EtherNet/IP[™], EtherCAT[®], Sercos[®] III és Ethernet POWERLINK[™]. Folyamatban vannak a TSN-hez való integrációra irányuló tevékenységek. Például a ProfiNET[®] a TSN-en keresztül 10 Mb/s-ról 10 Gb/s-ra skálázható [i.11], miközben a forgalmi prioritások megmaradnak.

A ProfiNET[®] over TSN a következő TSN jellemzőket használja [i.11]:

- Időszinkronizálás (IEEE 802.1AS [i.8]).
- Expresszforgalom közbeiktatása (IEEE 802.3br [i.33]).
- Keret replikáció és megszüntetés a megbízhatóság érdekében (IEEE 802.1CB [i.34]).
- Fejlesztések a menetrend szerinti forgalomhoz (IEEE 802.1Qbv [i.35]).
- Keret-elővásárlás (IEEE 802.1Qbu [i.36]).
- Állomás- és médiakapcsolat-vezérlésű kapcsolatfelismerés (IEEE 802.1AB [i.37]).

E tulajdonságok és a folyamatban lévő közös szabványosítási tevékenységek (különösen az [i.9] és [i.11]) széles körű elfogadása alapján a TSN az ipari automatizálási alkalmazások de facto szabványává válik. Ezért a TSN-t támogatnia kell a termelési helyszíneket és a felhőalapú felhőalapú peremhelyszíneket összekötő szállítóhálózatnak. Ez azonban nem zárja ki más lehetséges jövőbeli szabványokat, amelyek fejlődhetnek és biztosíthatják a szükséges funkciókat.

7.7.2.1.5 Automatizálási vezérlő réteg

Az automatizálási vezérlési réteg az OPC UA (Open Platform Communications Unified Architecture) [i.12] szabványosított információcserét biztosít az ipari kommunikációban, például a gépek közötti, valamint az informatika (IT) és az üzemeltetési technológia (OT) közötti kommunikációban. Az OPC UA szerver a videoanalitikai szolgáltatással és a virtuális programozható logikai vezérlőkkel (vPLC) való kommunikációra szolgál, például az IEC 61131-3 [i.13] szerint. A vPLC vezérlőjelek kommunikációja a vezérlési szint és a terepi szintű berendezések között potenciálisan az ipari Ethernet TSN-en keresztül, az OPC UA-val együtt használja. Ezt az OPC UA for ProfiNET[®] [i.14] kísérő specifikációja írja le.

7.7.2.2 Motiváció

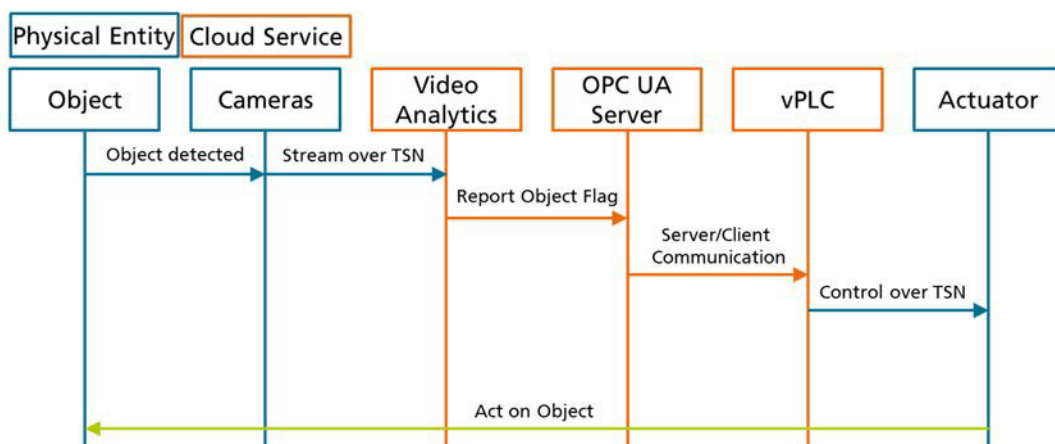
Ez a felhasználási eset az ipar 4.0 hatékony megvalósításának irányába mutató tendenciát mutatja be. A széleken/felhőben alkalmazott megközelítés hatékonyabb és költséghatékonyabb az AI-alapú analitikának köszönhetően. A gyártási helyszínt az adatközponttal összekötő F5G-hálózatnak jelentős adatátviteli sebességet kell biztosítania az upstream irányban a néhány száz méternél nagyobb távolságokon (lásd a 13. táblázatot), ami kizárhatja a rézalapú megoldásokat.

7.7.2.3 Előfeltétel

E felhasználási eset megvalósításához a következő előfeltételeknek kell teljesülniük:

- Egy adatközpont (pl. helyben vagy telephelyen működő perem vagy kolokációs perem), amely a videóelemzés és a virtualizált vezérlőfunkciók (vPLC) futtatásához perem/felhőkörnyezetet biztosít.
- Valós idejű kommunikáció a gyári üzemben lévő berendezések és az adatközpont között, ahol a perem/felhő környezet fut.

7.7.2.4 A cselekvések operatív folyamata



82. ábra: A széleken/felhőben végzett vizuális ellenőrzés működési folyamata

- 1) A gyártósoron a tárgyat a vizuális ellenőrző állomás részét képező kamerák érzékelik.
- 2) A videofolyamok valós időben kerülnek továbbításra, például TSN-adatkapcsolaton keresztül az edge DC helyszínére, ahol az edge/felhőszolgáltatások futnak.
- 3) A videoanalitikai perem/felhőszolgáltatás elvégzi az objektum minőségének AI-alapú osztályozását, és jelentést tesz egy OPC UA-kiszolgálónak.
- 4) Amennyiben nem megfelelő minőséget észleltek, az OPC UA szerver aktiválja a vPLC-t, hogy megtegye a szükséges lépéseket, és például TSN-en keresztül elküldje a szükséges vezérlőjeleket a gyártósoron lévő fizikai működtetőnek a gyári üzemszarnokban.
- 5) A működtető a szükséges előírt műveleteket hajtja végre a tárgyon, és ezzel lezárja a szabályozási kört.

7.8 22. felhasználási eset: Automatizált irányított járművek (AGV) Edge/Cloud-alapú vezérlése

7.8.1 Felhasználási kontextus

Az ipari kommunikáció egyik felhasználási területe a mobil robotika, például az automatizált irányított járművek (AGV). A digitális termelési létesítmények támogatni fogják a kis tételméretek költségghatékony gyártása által lehetővé tett, igény szerinti termék testreszabást. Az AGV-k, azaz a kisméretű mobil szállítórobotok nélkülözhetetlenek az anyagok és a gyártási alkatrészek elosztásához a gyáron belül, valamint az ipari campus különböző épületei között. A részben strukturált környezetben, például gyárakban történő navigáció azonban nagy számítási teljesítményt igényel, ami az akkumulátoros AGV-k esetében kihívást jelent. Ezért vonzó megoldás a navigációs és vezérlő algoritmusok kiszervezése a felhőbe/felhőbe. Ugyanakkor a felhőalapú navigáció lehetővé teszi a rögzített térképek cseréjét több robot és AGV között. Ez azt jelenti, hogy az útvonaltervezés során figyelembe tudják venni az aktuális akadályokat, például egy karbantartási munkák miatt elzárt folyosót.

7.8.2 A felhasználási eset leírása

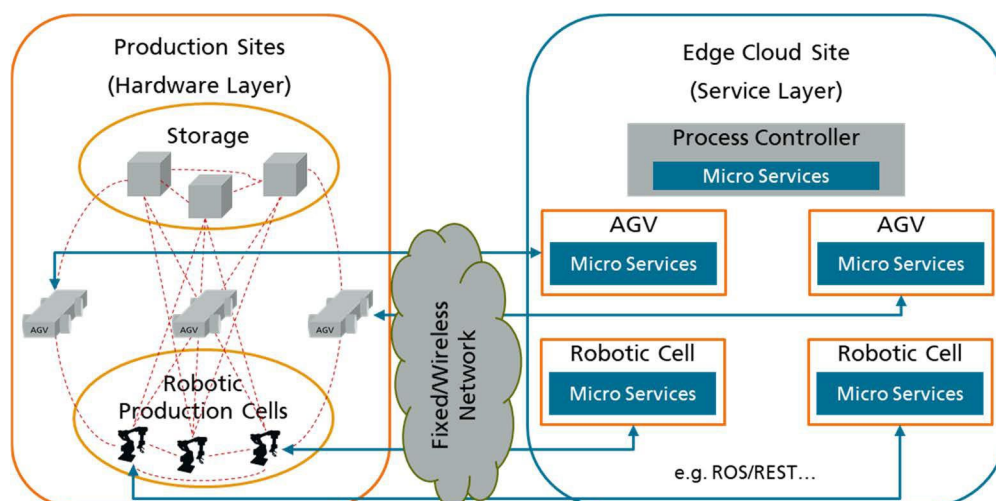
7.8.2.1 Áttekintés

7.8.2.1.1 Általános

Az AGV-k egyre fontosabb szerepet fognak játszani a jövőben a gyárakban, mint a gyáron belüli logisztika munkaeszközei. A megbízható és biztonságos navigációhoz komplex környezetben azonban nagy számítási teljesítményre van szükség (lásd a megjegyzést). Az AGV-ket továbbá integrálni kell a rugalmas termelési folyamatokba, amelyek támogatják a szükség szerinti testreszabást, és így a termelési folyamatok és következőképpen az ellátási vonalak gyors átkonfigurálását. Az AGV-k navigációja, vezetésvezérlő rendszere és egyéb szolgáltatásai az edge Cloudba kerülnek. Ezáltal az AGV-ken nincs szükség költséges és energiaigényes számítási erőforrásokra, és meghosszabbodik az akkumulátorok élettartama. A felhőtechnológiára való áttérés lehetővé teszi, hogy az AGV-k vezérlő és irányító rendszere mikroszolgáltatás-orientált vezérlési folyamatokkal lépjen kapcsolatba.

MEGJEGYZÉS: A navigációhoz általában 16 processzormag, 32 GB RAM és 200 GB HD szükséges AGV-nként. Az olyan kiegészítő szolgáltatásokhoz, mint a tárgyak felismerése és lokalizációja, további GPU szükséges.

A 83. ábra áttekintést nyújt erről a felhasználási esetről. Az AGV-k végzik az áruk, anyagok és egyéb tárgyak szállítását a robotizált termelési cellákba és a robotizált termelési cellák között. Az AGV-k és a robotcellák egyedi mikroszolgáltatásokat nyújtanak, amelyeket egy peremfelhőben hozszolnak. Ezek a mikroszolgáltatások különböző folyamatvezérlőkkel rugalmasan összekapcsolhatók komplex termelési folyamatokba. Különösen az AGV-k navigációját végzi a peremfelhőben egy irányító vezérlőrendszer. A végponttól végpontig tartó körutazás késleltetésének az AGV – szélső adatközpont – AGV között kevesebbnek kell lennie, mint 30 ms, beleértve a feldolgozást is. A vezérlő üzenetek adatátviteli sebessége AGV-nként körülbelül 400 kbit/s, míg a videó átvitele az AGV-től a felhőbe 10 Mbit/s vagy annál nagyobb sebességet igényelhet.



83. ábra: Az AGV széleken/felhőalapú vezérlésének áttekintése

Az AGV-k vezeték nélküli hálózaton keresztül kommunikálnak egymással, míg a robotizált gyártócellák vezetékes hálózaton keresztül kapcsolódnak egymáshoz, amely speciális követelményeket támaszt (lásd a 7.7. szakaszt). A vezeték nélküli hozzáférési pontokat vezetékes hálózat köti össze. A rögzített hálózati követelmények levezetése érdekében meg kell vitatni a vezeték nélküli hálózati lehetőségeket erre a felhasználási esetre.

7.8.2.1.2 Vezeték nélküli hálózati lehetőségek

Az AGV-knek megbízható vezeték nélküli hálózatra van szükségük a zökkenőmentes mobilitásuk támogatásához. Számos szabványügyi testület az AGV-eket vagy általában a mobil robotokat az ipari forgatókönyvek fontos felhasználási eseteként határozta meg. Az IETF például elindított egy RAW (Reliable and Available Wireless) munkacsoportot, amely a 3. réteg szempontjaival foglalkozik, és olyan alkalmazásokat támogat, amelyeknek nagy megbízhatóságra és rendelkezésre állásra van szükségük a különböző vezeték nélküli hálózati technológiák, például a Wi-Fi® és az 5G esetében [i.16]. Egyik felhasználási esetük az ipari alkalmazások vezeték nélküli kapcsolataira összpontosít [i.18]. A berendezés- és folyamatirányítási szolgáltatásokra, valamint a mobil robotikai szolgáltatásokra vonatkozó követelményeket az [i.18] foglalja össze.

Az alábbiakban három vezeték nélküli hálózati lehetőséget tárgyalunk röviden.

1) 5G egyetemi hálózatok

Az 5G hálózatok esetében mind a 3GPP, mind az 5G ACIA a mobil robotok általános felhasználási esetén belül az AGV-eket is figyelembe veszi [i.19], illetve [i.20]. Az 5G ACIA a mobil robotokat és az AGV-eket puha valós idejű felhasználási esetnek minősíti, ami azt jelenti, hogy "a ciklusidő és a késleltetés mérsékelten kritikus, azaz körülbelül egy másodperc" [i.20]. A 3GPP részletesebben foglalkozik a mobil robotok (beleértve az AGV-eket is) felhasználási esetével. Különösen három különböző kommunikációs esetet azonosít [i.19].

- Kommunikáció a mobil robot és a vezérlőrendszer között.
- Kommunikáció mobil robotok között.
- Kommunikáció a mobil robotok és a perifériás létesítmények között.

Az a) és a c) esetek a legfontosabbak a felhasználási eset szempontjából, mivel a vezérlőrendszer és a perifériás létesítmények (például a robotizált gyártócellák) vezérlőrendszerei a peremfelhőben találhatóak. Az alábbi táblázat összefoglalja az 5G hálózatra vonatkozó, az [i.19]-ben meghatározott követelményeket.

14. táblázat: Az 5G hálózatra vonatkozó követelmények az [i.19]-ben meghatározottak szerint.

Paraméter	Érték
Ciklikus adatkommunikációs szolgáltatási ciklusidő	10 - 50 ms
Jitter	< a ciklusidő 50 %-a
Adatátviteli sebesség mobil robotonként	> 10 Mbit/s (csak videó streaming esetén)
A kommunikációs szolgáltatás elérhetősége	> 99,9999 %
Mobil robotok maximális száma	100

2) Wi-Fi® hozzáférés

Egy másik lehetőség az ipari szintű vezeték nélküli hálózatok számára a Wi-Fi® jelenlegi és a következő generációi, nevezetesen a Wi-Fi® 6 (IEEE 802.11ax) és a Wi-Fi® 7 (IEEE 802.11be).

- A Wi-Fi® 6 már több olyan funkciót is megvalósított, amelyek fontosak az ipari telepítési forgatókönyvek szempontjából. Például a Target Wake Time (TWT) funkció lehetővé teszi az akkumulátoros AGV-k hosszabb üzemidejét, és egyúttal a kommunikációs csatornához való tervezett hozzáférést [i.21].
- A Wi-Fi® 7 várhatóan támogatni fogja a korlátozott késleltetésű és TSN funkciókat [i.22].

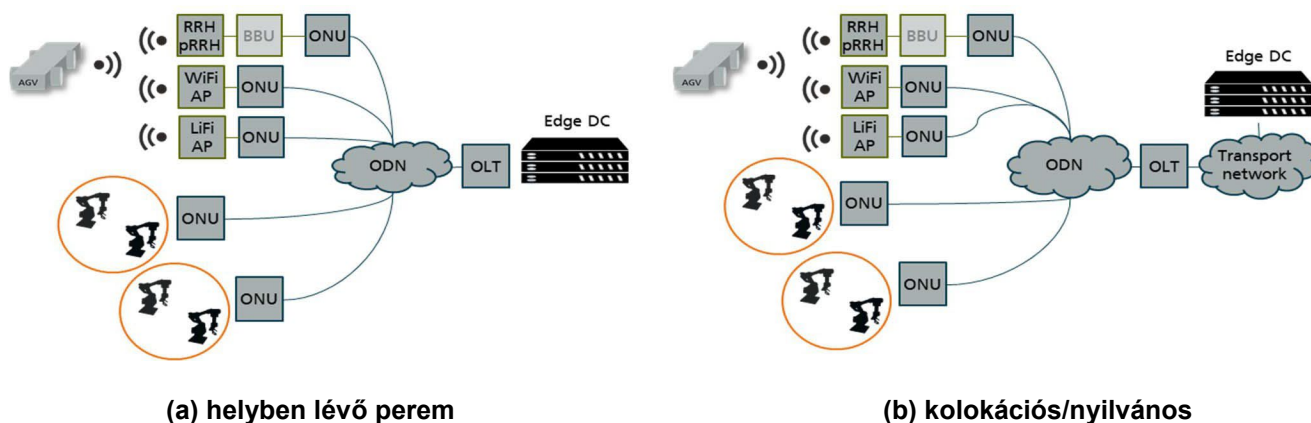
3) LiFi hozzáférés

A harmadik lehetőség a LiFi, azaz az optikai vezeték nélküli kommunikáció, amelyet az ipari vezeték nélküli hálózatok követelményeinek kielégítésére javasoltak [i.23]. Ez különösen az AGV-ről további pontos pozicionálási információkat szolgáltat az irányító-irányító rendszer számára. Az IEEE 802.11bb az ipari vezeték nélküli hálózatokat használati modellként határozta meg. A LiFi kommunikációs követelményeit a 15. táblázat foglalja össze [i.24]. A LiFi teljesítménye azonban attól függ, hogy az AGV és legalább egy LiFi hozzáférési pont között van-e látótávolsági (LoS) csatorna. Egy olyan környezetben, ahol sok a mozgás, például egy gyárban, ahol a LoS-csatornák blokkolva lehetnek, nehéz lehet megbízható kommunikációt elérni az AGV-vel. A LiFi fejlődő technológiának számít, és ez a probléma a jövőben megoldódhat.

15. táblázat: LiFi kommunikációs követelmények ipari vezeték nélküli használati modell az [i.24] szerint

Paraméter	Érték
Távolság a LiFi hozzáférési ponttól	< 20 m
Átviteli teljesítmény	10 Mbit/s - 1 Gbit/s
Késleltetés	< 1 ms

7.8.2.1.3 Telepítési forgatókönyvek



perem 84. ábra: Lehetséges telepítési forgatókönyvek

A 84. ábra két példaértékű, passzív optikai hálózatokon (PON) alapuló telepítési forgatókönyvet mutat be erre a felhasználási esetre, megkülönböztetve a 84. a) ábrán a helyben lévő és a 84. b) ábrán a kolokációs/nyilvános peremet. A két forgatókönyvre vonatkozó tipikus távolságok a 13. táblázatban (7.7.2.2.1.1. pont) találhatóak. A helyhez kötött perem esetében a PON-nak mint ügyfélhelyiségek hálózatának (CPN) nagy üzemi területek esetén akár 10 km-es távolságokat is át kell hidalnia. A kolokációs/nyilvános szélső forgatókönyvben a PON CPN csatlakozik a szállítóhálózathoz, hogy áthidalja a szélső adatközpontoktól akár 50 km-es (városi) vagy 80 km-es (regionális) távolságokat. Ez utóbbi forgatókönyv a több termelési telephellyel rendelkező vállalatokra is vonatkozik, ahol ezeknek a telephelyeknek csak egy részhalmaza lehet adatközponttal felszerelve.

7.8.2.2 Motiváció

A felhasználási eset egy olyan alkalmazási példát mutat be, amely az Ipar 4.0 szempontjából releváns. Az AGV-k egyre fontosabb szerepet fognak játszani a jövő gyáraiban. Az AGV-k vezérlőrendszerének a felhőbe való áthelyezése agilissabbá teszi őket, és lehetővé teszi számukra, hogy hatékonyan lépjenek kapcsolatba a gyártási folyamatokkal.

Ahhoz, hogy ez a felhasználási eset megvalósítható legyen, az F5G hálózat kiépítésétől függ. Kiváló minőségű kapcsolatra van szükség az ipari vezeték nélküli hálózat hozzáférési pontjai (amelyeket az AGV-k kommunikációra használnak), a peremadatközpont és a robotizált gyártócellák (amelyeket általában vezetékes kommunikációs hálózat köt össze) között.

7.8.2.3 Előfeltétel

A következő előfeltételek vonatkoznak erre a felhasználási esetre:

- Szükség van egy kiépített vezeték nélküli hálózatra (pl. 5G, Wi-Fi® vagy LiFi), amely alapvető ipari vezeték nélküli kapcsolatot és az AGV felhasználási eset támogatásához szükséges specifikációkat biztosít.
- Szükség van egy adatközpontra (pl. helyben vagy telephelyen), amely az AGV vezérlőrendszerek működtetéséhez felhőt/felhőt biztosít.
- Valós idejű hálózatra van szükség a gyárban lévő berendezések és az adatközpont között.

7.9 Felhasználási eset #23: Az orvosi képalkotás felhőösítése

7.9.1 Felhasználási kontextus

Az orvosi képalkotás felhősítése olyan rendszereket használ, mint a képarchiváló és kommunikációs rendszer (PACS) vagy a radiológiai információs rendszer (RIS). Az optimális élmény biztosítása érdekében a képalkotó rendszernek nagy sávszélességre, alacsony késleltetésre, alacsony csomagvesztési arányra, magas biztonságra, nagy megbízhatóságra és rugalmas ütemezési képességekre van szüksége. Ez a felhasználási eset a felhőalapú orvosi képalkotó rendszer kulcsfontosságú összetevőit és szolgáltatási adatáramlásait írja le.

A PACS egy orvosi képalkotási technológia, amely tárolást és kényelmes hozzáférést biztosít a több orvosi képalkotó berendezésből származó képekhez. Az elektronikus képeket és jelentéseket digitálisan továbbítják a PACS-en keresztül. A PACS-képek tárolásának, továbbításának és kezelésének univerzális formátuma a DICOM (Digital Imaging and Communications in Medicine) szabvány.

A PACS négy fő összetevőből áll:

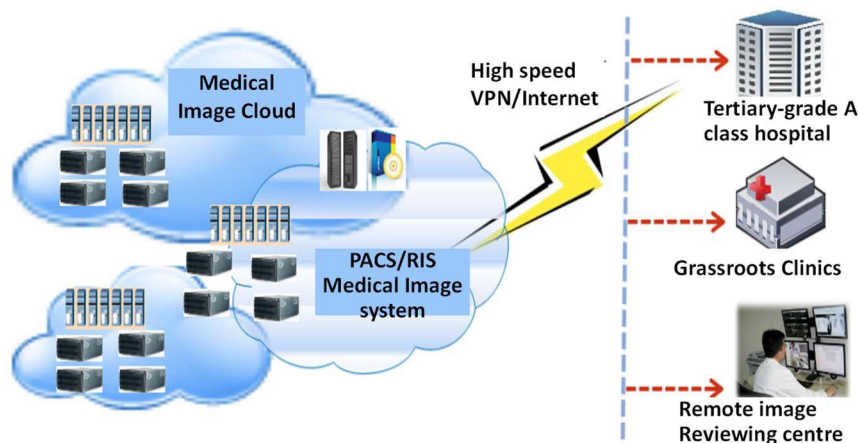
- A képalkotó berendezések, mint például a röntgenfilm, a komputertomográfia (CT) és a mágneses erőforrás képalkotó (MRI).
- Biztonságos hálózat a beteginformációk továbbítására.
- Munkaállomások a képek értelmezéséhez és felülvizsgálatához.
- Archivum a képek és jelentések tárolására és visszakeresésére.

7.9.2 A felhasználási eset leírása

7.9.2.1 Áttekintés

7.9.2.1.1 Általános

Az orvosi képek felhőbe történő migrálása lehetővé teszi a távoli hozzáférést és az egészségügyi intézmények számára a teljes körű PACS-szolgáltatásokat. Lehetővé teszi továbbá a mesterséges intelligencia alapú képfeldolgozáshoz szükséges erőforrások megosztását. A 85. ábra magas szintű áttekintést nyújt.

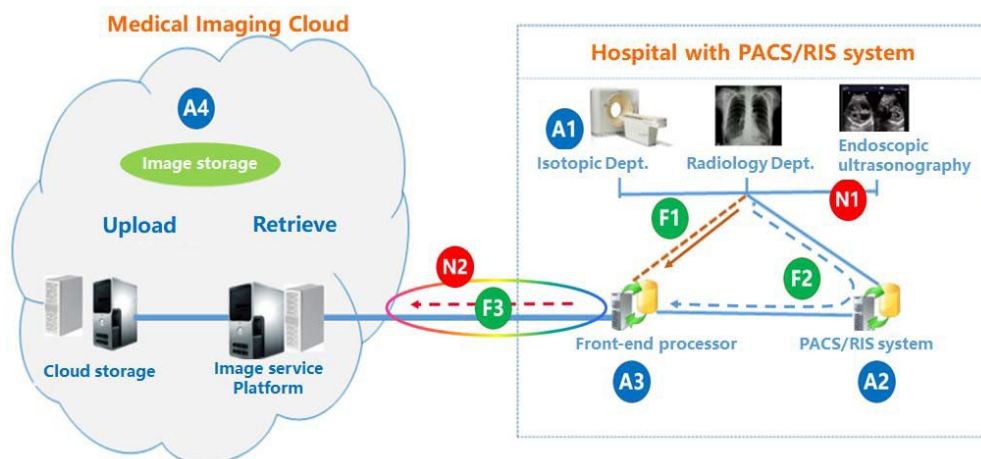


85. ábra: Orvosi képek migrálása a felhőbe

Ez a migráció alkalmazások széles körét biztosítja, például az orvosi képadatok tárolását, a képek visszakeresését az orvosok asztali és mobil termináljain keresztül, a diagnózis és a kezelés segítését, valamint az egészségügyi intézmények számára képzési anyagokat.

7.9.2.1.2 Főbb összetevők és adatáramlások

A 86. ábra a felhőalapú orvosi képalkotásban részt vevő kulcsfontosságú komponenseket (A1-A4), hálózatokat (N1-N2) és a fő adatáramlásokat (F1-F3) szemlélteti. A különböző képalkotási típusok különböző méretű képi adatokat generálnak. A beteg képi adatai akár 2 G bájtt méretűek is lehetnek.



86. ábra: A felhőalapú orvosi képközpont fő összetevői, hálózatai és adatáramlásai

1) Kulcsfontosságú összetevők

A következők a felhőalapú orvosi képközpont kulcsfontosságú összetevői:

- A1- Képterminál: Képadatokat generál DICOM vagy nem DICOM formátumban. A nem DICOM formátumot a front-end processzor konvertálja DICOM formátumra, mielőtt feltöltené az orvosi képközpont felhőbe.
- A2- Orvosi képközpont rendszer: Ez egy olyan informatikai rendszer, amely az orvosi képi adatokat helyben, a kórházban tárolja.

MEGJEGYZÉS: A nagy megbízhatóságú, alacsony késleltetésű, biztonságos és megbízható felhőalapú rendszer esetén az orvosi képközpont rendszer helyettesíthető a felhőszolgáltatásokhoz való közvetlen hozzáféréssel.

- A3- Image Cloud front-end processzor: Feldolgozza a helyi képadatokat a képfelhőbe való feltöltés előtt. A front-end processzor elsősorban a következő funkciókat látja el:
 - Képtávitel és biztonsági mentés
 - Ideiglenes helyi PACS biztosítása a kórház számára, ha a Cloud PACS hálózat meghibásodik.
 - Nem szabványos DICOM képkonverzió
- A4- Orvosi képközpont felhő: Ez egy olyan adatközpont, ahol számítási és tárolási szervereket telepítenek a felhőalapú tárolási és keresési szolgáltatások nyújtása érdekében.

2) Hálózatok

A következőkben a felhőalapú orvosi képközpontban részt vevő hálózatok szerepelnek:

- N1 hálózat: ² és a kórházon belüli kommunikációs szolgáltatást biztosítja.
- N2 hálózat: Ez a kórházi felhősítő hálózat, amely összeköti a képfelhő front-end processzort és a képfelhőt. Az N2 hálózat vagy a kórház saját tulajdonában van, vagy egy hálózatüzemeltető biztosítja.

3) Főbb adatfolyamok

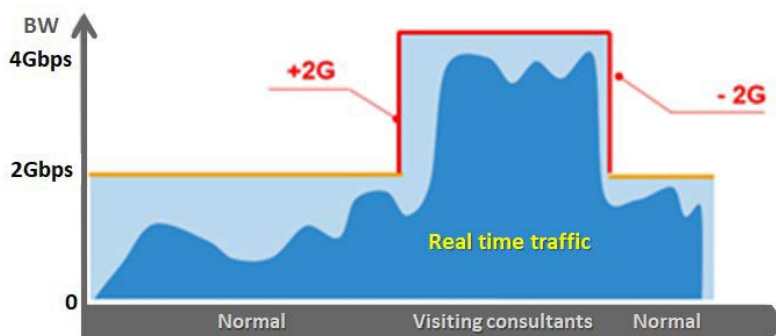
- A következők a fő adatáramlások a felhőalapú orvosi képközpontban: F1 adatáramlás: A helyi orvosi képtároló rendszerekkel nem rendelkező kórházak esetében a képterminálok által generált adatáramlás közvetlenül a kórházakban telepített front-end processzorokhoz kerül.
- F2 adatáramlás: A helyi orvosi képtároló rendszerrel rendelkező kórházak esetében a képterminál által generált adatáramlást először a helyi orvosi képtároló rendszerben tárolják. Ezután az adatokat elküldik a kórházban telepített front-end processzornak.
- F3 adatáramlás: Miután a helyi képadatokat a kórházban lévő front-end processzor feldolgozta, a képadatokat feltöltik a kórházon kívül telepített orvosi képközpont felhőbe.

7.9.2.1.3 Adatbiztonság

A PACS által nyújtott biztonság mellett az adat- és kommunikációs biztonságot is figyelembe kell venni. A kórházi campus kommunikációs rendszere LAN-alapú, és figyelembe kell venni a belső kapcsolat adatbiztonságát. Az elülső processzor és az adatközpont közötti kapcsolatnak szintén szüksége lehet adatszintű vagy kapcsolatszintű biztonságra.

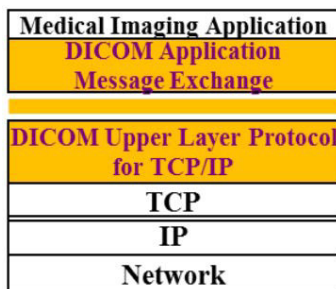
7.9.2.1.4 Rugalmas sávszélesség-kiosztás

A kórházban rendszeresen látogatnak nem rezidens szakorvosok. Ezek a szakorvosok rendszeresen járnak kórházzól kórházra. Ezek a helyszíni látogatások a látogatásuk idejére megnövelhetik a Cloud szolgáltatás iránti igényt. Ez szükségessé teszi a sávszélesség átmeneti növelését a betegek képi adatainak további felhőalapú adathozzáférése miatt. Erre a többlet sávszélességre csak a látogatás idejére van szükség, és a kórházi informatikai költségek alacsonyan tartása érdekében a rendelkezésre álló sávszélességnek a látogatás végeztével vissza kell térnie a normál szintre. Ezt a technikát "sávszélességi naptárnak" is nevezhetjük, lásd a 87. ábrát. Ez azt jelenti, hogy a hálózati szolgáltatónak vagy üzemeltetőnek támogatnia kell a rugalmas sávszélesség-kiosztást a kórház igényeinek megfelelően.



87. ábra: Sávszélességi naptár a felhőhöz való orvosi képek eléréséhez

A DICOM egy TCP/IP-alapú alkalmazási protokoll, így a hálózati kapcsolat minősége, különösen a csomagvesztési arány és a késleltetés akadályozza az orvosi képadatok átvitelének hatékonyságát. A DICOM protokoll stack a 88. ábrán látható.



88. ábra: DICOM protokoll stack

A digitalizált orvosi képek nagy pontosságot igényelnek, és meg kell felelniük a diagnosztikai szintű képminőségi követelményeknek. Az orvosi képek minőségének biztosítása érdekében ajánlott, hogy a képadatokat ne tömörítsék az átvitel és a tárolás során. Ezért a hálózati sávszélesség és a tárolási követelmények magasak. Az orvosi képek osztályozása, jellemzői és a tapasztalati értékelési kritériumok a 16. táblázatban láthatók.

16. táblázat: Orvosi képek osztályozási táblázata

Kép típusa	Képi jellemzők	Képművelet	Tapasztalatértékelési kritériumok
CR/DR	<ul style="list-style-type: none"> • 16 MB fájlként • Általában 2 képfájl páciensenként • A kép szűrkesége rendkívül részletes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kép olvasása • 2D képfeldolgozás 	<ul style="list-style-type: none"> • Képolvasás: egyetlen kép másodsztintú megtekintése/egyetlen kép másodsztintú megnyitása; első videoképernyő megjelenítési ideje; kezdeti képfájl gyorsítótár ideje és kép gyorsítótárának sebessége. • 2D képfeldolgozás: művelet válaszidő és képkocka befagyasztás • A szürkeárnyalat meghatározása szabad szemmel nem határozható meg. Az első képernyőidő nem érintett.
CT	<ul style="list-style-type: none"> • 512 KB fájlként • Minden egyes beteg több száz vagy 1 000 képfájlt tartalmaz, • 100 MB és 1 GB közötti képméret. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kép olvasása • 2D képfeldolgozás • 3D kép utófeldolgozás 	<ul style="list-style-type: none"> • Képolvasás: egyetlen kép másodsztintú megtekintése/egyetlen kép másodsztintú megnyitása; első videoképernyő megjelenítési ideje; kezdeti képfájl gyorsítótár ideje és kép gyorsítótárának sebessége. • 2D képfeldolgozás: művelet válaszidő és képkocka befagyasztás • 3D kép utófeldolgozás: a művelet válaszideje, valamint az, hogy a képkocka befagyása vagy az egér elsodródása bekövetkezik-e, amikor az egeret mozgásban.
MRI	<ul style="list-style-type: none"> • 512 KB fájlként • Minden egyes beteg több száz vagy 1 000 képfájlt tartalmaz, • A kép mérete körülbelül 100 MB és 1 GB között van. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kép olvasása • 2D képfeldolgozás • 3D kép utófeldolgozás 	<ul style="list-style-type: none"> • Képolvasás: egyetlen kép másodsztintú megtekintése/egyetlen kép másodsztintú megnyitása; Első videoképernyő megjelenítési ideje; Kezdeti képfájl gyorsítótár ideje és kép gyorsítótárának sebessége. • 2D képfeldolgozás: művelet válaszidő és képkocka befagyasztás • 3D kép utófeldolgozás: a művelet válaszideje, valamint a képkocka befagyása vagy az egér elsodródása az egér mozgása közben történik.

DSA	<ul style="list-style-type: none">• Egyetlen nagy fájl, legfeljebb 10 GB• Egy képfájl több szekvenciát tartalmaz.• Minden egyes szekvencia támogatja az animáció lejátszását és a képkockánkénti megtekintést.	<ul style="list-style-type: none">• Képkockánként történő megtekintés• Animációs játék	<ul style="list-style-type: none">• Képkockánkénti képnézegetés: másodsztintű videónézés és az első videókijelzés befejezési ideje; a képfájlok kezdeti gyorsítótár-ideje; a kép gyorsítótár-áttörési aránya.• Animáció lejátszása: nem történik képkockafagyás.
-----	--	---	---

Kép típusa	Képi jellemzők	Képművelet	Tapasztalatértékelési kritériumok
PET-CT	<ul style="list-style-type: none"> Egyetlen fájl mérete hasonló a CT képfájllhoz, 512 KB Az egy betegre jutó képfájlok száma nagy, A kép teljes mérete nagyobb, mint 2 GB. 	<ul style="list-style-type: none"> Kép olvasása 2D képfeldolgozás 3D kép utófeldolgozás képfúziós utófeldolgozás 	<ul style="list-style-type: none"> Képolvasás: egyszeri képnézési idő; az első képernyő kezdeti betöltési ideje; a képfájlok gyorsítótárának ideje; a kép gyorsítótárának sebessége. 2D képfeldolgozás: művelet válaszidő és képkocka befagyasztás 3D kép utófeldolgozás: A kezdeti betöltési idő, a művelet válaszideje és az egérmozgás nem változik. A képfúzió utólagos feldolgozása: kezdeti betöltési idő, a művelet válaszideje, valamint az, hogy az egér mozgása közben előfordul-e a képkocka befagyása és az egér elsodródása. Videolejátszás: a videó meg van-e fagyva.

Egy bizonyos méretű orvosi képadat esetén a hálózati sávszélesség közvetlenül befolyásolja a képadatok felhőbe és felhőből történő átvitelének hatékonyságát. A hálózat romlása, például a hálózati csomagvesztés és a nagyobb hálózati késleltetés késlelteti a képátvitelt, meghosszabbítja az átviteli időt, és csökkenti a képfeldolgozás élményét a felhőbe és a felhőből.

A képkalkoló osztály méretétől és a kórházban dolgozó egészségügyi személyzet számától függően a kórház méretétől függően változik a kórház által feldolgozható betegek száma. A 17. táblázat felsorol néhány javasolt hálózati sávszélességet a különböző méretű kórházak számára a képkalkoló felhő eléréséhez.

táblázat: A különböző nagyságrendű kórházak hálózati sávszélességei

Kórház mérete	Napi járóbetegek/betegek	Kép és képolvasó terminál a kórházban	Hálózati sávszélesség a képhez tárolás a felhőbe/Mbit/s
Nagy kórház	20 000	2 000	15 840
Közepes méretű kórház	7 000	800	6 336
Kis kórház	1 000	100	792

7.9.2.2 Motiváció

Az orvosi képfelhő orvosi képkalkotási szolgáltatásokat nyújt. Az orvosi képkalkotási szolgáltatás fő jellemzői az adatgyűjtés, a konverzió, az integráció, a tárolás, a biztonsági mentés, az archiválás, az ellenőrzés és a hozzáférés-szabályozás.

Az orvosi képfelhő szolgáltatásokat nyújt távkonzultációhoz, képkalkoló diagnosztikához, képkalkolóhoz, mobil képkalkolóhoz/konzultációhoz és nagy adatelemzési szolgáltatásokhoz. Ezek a szolgáltatások lehetővé teszik az egészségügyi személyzet számára az orvosi adatok gyors lekérdezését és keresését, javítva ezzel munkájuk és a tudományos kutatás hatékonyságát.

Az orvosi képfelhő biztosítja az AI-alapú képelemzéshez szükséges erőforrásokat.

7.9.2.3 Előfeltételek

- 1) Az egészségügyi intézmények informatikai alkalmazási rendszereit a felhőben telepítették, és különböző végfelhasználók számára biztosítanak hozzáférési csatornákat.
- 2) Az egészségügyi intézmények, az egészségügyi képfelhő és a végfelhasználók közötti hálózat működik és elérhető.

- 3) Az irányítási és ellenőrzési rendszert a kapcsolódó eszközök kezelésére telepítették.

A fent említett előfeltételek teljesülése után az orvosi képzőkötés felhóalapú hozzáférésű magánvonalas szolgáltatások gyorsan, például napokon belül rendelkezésre bocsáthatók.

7.10 Felhasználási eset #24: F5G az intelligens bányák számára

7.10.1 Felhasználási kontextus

A hagyományos bányatermelés Ethernet-kapcsolókat használ a kommunikációs hálózatok biztosításához olyan szolgáltatásokhoz, mint például a videótovábbítás, a távvezérlés, a biztonsági felügyelet és a személyzet helymeghatározási adatainak továbbítása a földalatti bányákban. Ez a hálózat jellemzően több aggregációs kapcsolót használ gyűrűs topológiában, több kaszkádolt

100 M/Gigabites kapcsolók. Ez biztosítja az összes végberendezés

csatlakoztatását. A jelenlegi bányatermelő hálózatok a következő

hiányosságokkal rendelkeznek:

- 1) Az aggregációs kapcsolókat általában robbanásbiztos dobozokban telepítik. Egyes bányabiztonsági előírások szerint (pl. a szénbányák szabályozásában) a robbanásbiztos dobozok nem telepíthetők magas gázkoncentrációjú, teljesen gépesített alagutakban, következésképpen a hálózati szolgáltatások nem állnak rendelkezésre. Azokon a területeken, ahol a robbanásbiztos dobozok engedélyezettek, a környező gázkoncentráció növekedésekor azok kikapcsolásra kerülnek. Ez hálózati fennakadásokat okoz. A robbanásbiztos doboz nagy és nehéz, telepítése és telepítése pedig nehézkes és költséges.
- 2) A többszintű, kaszkádolt gigabites/100 M hozzáférési kapcsolók nagy sáv szélességű konvergenciaarányal rendelkeznek, ami nem felel meg az intelligens aknáknak növekvő sáv szélességi követelményeinek. Ezenkívül a hálózati torlódások és a nem determinisztikus késések egyre problémásabbá válnak. Ezek a hozzáférési kapcsolók általában nem felügyeltek, ami megnehezíti a hálózati hibák távoli felügyeletét és diagnosztizálását.
- 3) Ha az aggregációs vagy hozzáférési switchek meghibásodnak, a kaszkádolt hozzáférési switchláncban a szolgáltatás is megszakad. A hozzáférési kapcsolók általában nem támogatják a kétutas optikai szál redundanciavédelmet.
- 4) A fúrás alatti optikai szálhálózatok kiépítését nagyszámú, magas hőmérsékleten végzett szálösszekötési művelet biztosítja, és ez biztonsági kockázatot jelent az esetleges balesetek szempontjából.
- 5) A földalatti optikai szál hálózat összetett. Ha az optikai szál hálózat meghibásodik, az üzemeltetési és karbantartási személyzetnek a föld alá kell mennie, hogy megkeresse a hibát. Ezért az optikai szál hálózat üzemeltetési és karbantartási hatékonysága alacsony.

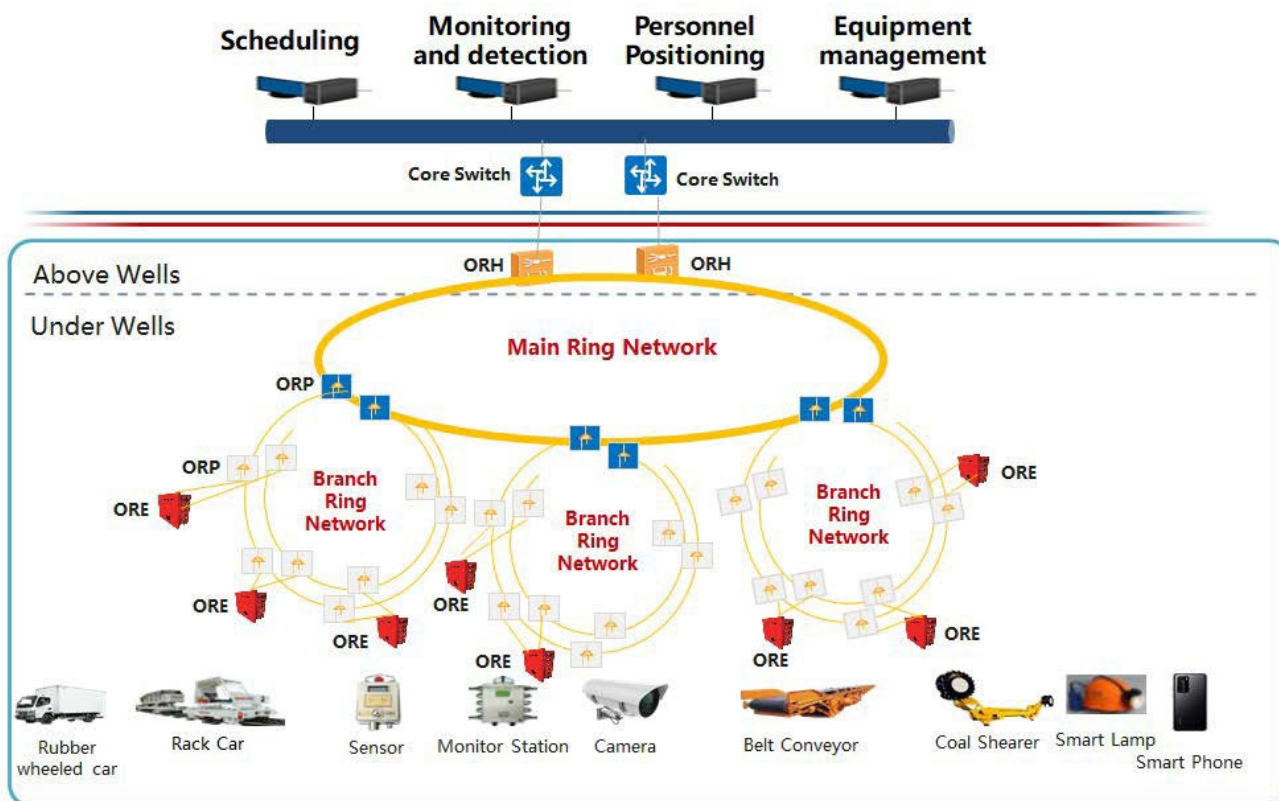
E hiányosságok megoldása érdekében néhány bányászati vállalat elkezdte telepíteni a PON technológián alapuló F5G ipari optikai gyűrűs hálózati megoldásokat. Az F5G PON telepítése egyszerűsítheti a bányahálózat topológiáját azáltal, hogy jelentősen csökkenti az aktív hálózati csomópontok számát, és potenciálisan növeli a biztonságot. Ez a hálózat nagy megbízhatóságot, alacsony késleltetést és egyszerű karbantartást biztosít. Az F5G támogatni fogja az intelligens folyamatok felgyorsítását a bányatermelésben.

7.10.2 A bányaiipari felhasználási eset leírása

7.10.2.1 Áttekintés

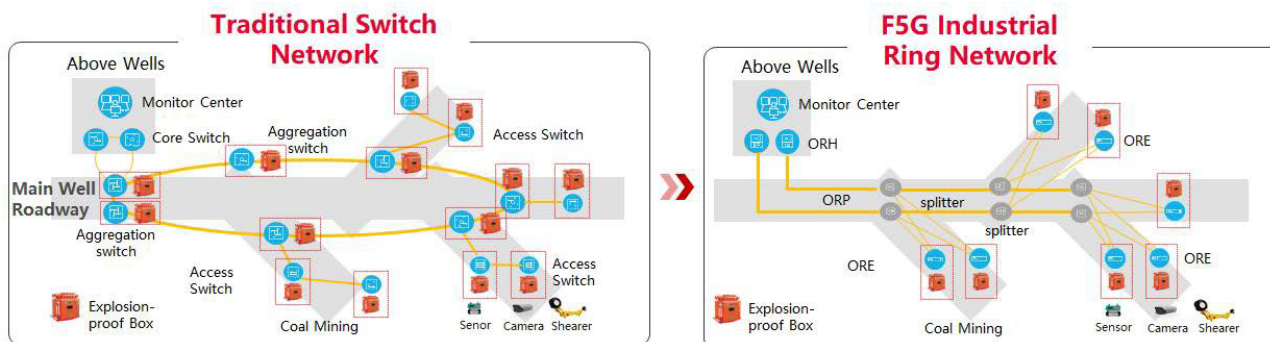
A bányaiipari hálózatok különleges követelményeinek kielégítése érdekében a bányaiipari ODN rendszerint gyűrűs hálózati topológiát alkalmaz a hálózat megbízhatóságának javítása érdekében. Ezt a fajta hálózatot ipari optikai gyűrűnek (IOR) nevezik. A bányahálózat általában három részből áll, amint az a 89. ábrán látható:

- Optikai gyűrűs fej (ORH) berendezés.
- Optikai gyűrűs végberendezés (ORE).
- Optikai gyűrűs passzív (ORP) hálózat.



89. ábra: F5G IOR (ipari optikai gyűrű) hálózati

A 90. ábrán látható, hogy az F5G ipari optikai gyűrűs hálózatban az ORP és az ORE helyettesíti a hagyományos megoldás aggregációs és hozzáférési kapcsolóit. Az ORH a magkapcsolóhoz csatlakozik (ez a kapcsolat csak a 89. ábrán látható). Az ORH és az ORE támogatja az Ethernet vagy IP címzési sémákat. A felhasználói oldal (ORE) Ethernet-interfészeket és Wi-Fi[®], míg a hálózati oldal (ORH) Ethernet-interfészeket biztosít.



90. ábra: F5G ipari gyűrűs hálózat és hagyományos kapcsolóhálózat

Az F5G IOR-hálózatnak a következő követelményeknek kell megfelelnie a bányatermelő hálózatok esetében:

- 1) Elektromos biztonság: A passzív optikai hálózati architektúra alapján az aggregációs kapcsolókat ORP-berendezésekkel helyettesítik. Az ORP-nek antisztatikus és lángálló anyagokból kell készülnie, amelyek megfelelnek a bányabiztonsági előírásoknak. A hagyományos hálózati megoldásokkal összehasonlítva az ORP megtakarítja a következő eszközök használatát: robbanásbiztos berendezések és robbanásbiztos dobozok. Az ORE robbanásbiztos és gyújtószikramentes áramköri kialakítást alkalmazhat (a gyújtószikramentes áramkör azt jelenti, hogy maga az áramkör nem termel szikrákat). A gyújtószikramentes ORE magas gázkoncentrációjú területeken, például a bányák teljesen gépesített bányászati interfészein és a fejtési interfészein alkalmazható, hatékonyan csökkentve a föld alatti szikrák kockázatát.
- 2) Nagy hálózati megbízhatóság: Az F5G IOR-hálózat minden egyes ORE-je két független ORP-hez kapcsolódik. Mindegyik ORP közvetlenül kapcsolódik a kutak feletti, kettős optikai szálak redundáns védelemmel ellátott ORH-hoz. Ez a fajta hálózati topológia rendkívül ellenálló a többpontos hibákkal szemben, és a hálózati hiba öngyógyulási ideje kevesebb mint 30 ms, ami megfelel a bányai par követelményeinek.

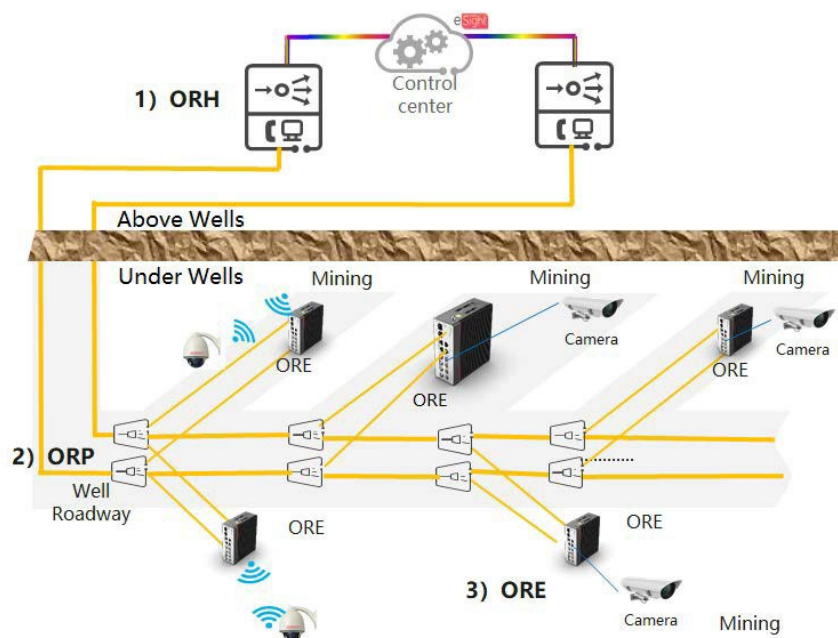
- 3) Építési biztonság: Az F5G IOR-hálózat a kút alatti szálfűvódás nagy kockázatának elkerülése érdekében az F5G IOR-hálózat a következő megoldásokat alkalmazhatja előre csatlakoztatott optikai alkatrészek, amelyeket a gyárban gyártanak. Ez lehetővé teszi az optikai szálak helyszíni "plug and play" üzembe helyezését, javítva a föld alatti optikai szálak telepítésének biztonságát és hatékonyságát.
- 4) Karbantartási biztonság: Az F5G IOR-hálózat PON központosított kezelési architektúrát használ. Az ORE működési állapota és a forgalmi statisztikák valós időben nyomon követhetők a hálózati irányítási rendszerrel. Ez javíthatja a földalatti hálózat karbantartási hatékonyságát. Az F5G intelligens optikai száldiagnosztikai technológiája támogatja az üvegszálak hibájának percekben belüli távoli lokalizálását a kútban. Ez javítja a kút alatti száljavítás hatékonyságát.
- 5) Nagy sávszélességű/magas minőségű hálózat: Az F5G IOR hálózat 10G PON technológiát használ, és képes magasabb PON sebességre fejlődni. Az ORE legalább 10 gigabites hozzáférési uplinket támogat (a fejlett PON esetében), amely megfelel a bányai nagy sávszélességű hálózatra és hosszú távú fejlődésre vonatkozó követelményeinek. Az ORE-k az ORH-khoz üvegszálon keresztül kapcsolódnak, így a hálózati késleltetés kevesebb mint 5 ms.

Az F5G ipari optikai gyűrűs hálózat három tipikus alkalmazási forgatókönyve van a földalatti bánya környezetében: videofelügyeleti hálózat, termelésirányító hálózat és biztonsági monitorhálózat.

1) Videofelügyeleti hálózati forgatókönyv

A videómegfigyelést széles körben alkalmazzák a földalatti bányák munkahelyein. A bányák intelligens építésének folyamatos fejlődésével a videofelügyelet jelentősége növekszik. A földalatti bányákban a videótovábbítást igénylő fő helyszínek közé tartoznak: a szalagszállító (fej, közép és farok), az anyagleadási pont, az anyagátvételi pont, az energiaelosztó helyiségek és pontok, a szivattyúterem, a vízvezető pont és a gázvezető fűrőudvar (elől, középen és hátul), a bánya homlokzatára szerelt videó, a bányagépek fedélzeti videója, az ellenőrző berendezések, például a robotok fedélzeti videója, a föld alatti telephelyek fontos területeinek intelligens felismerése és egyéb alkalmazási forgatókönyvek.

Az F5G IOR megbízható átviteli hálózatot biztosíthat a videofelügyeleti szolgáltatások számára, amint azt a 91. ábra mutatja. Az ORE rendelkezhet beépített Wi-Fi® AP-kkel a Wi-Fi® kamerák adatátviteléhez.



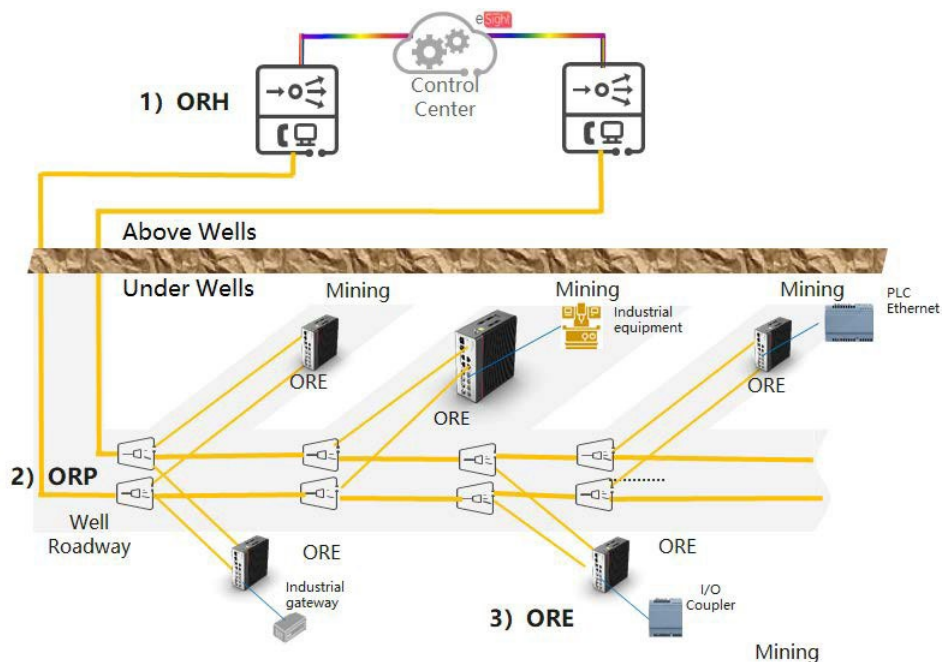
91. ábra: F5G IOR videó felügyeleti

2) Termelésirányítási hálózati forgatókönyv

Számos földalatti terület van, mint például a bánya homlokzata (anyagnyíró, hidraulikus támasz és útfejtő), az alállomás, a vízszivattyúház, a szalagszállító stb., amelyek felügyeletet és ellenőrzést igényelnek. Mindegyiknek megbízható hálózaton keresztül kell csatlakoznia a távoli, központi vezérlőrendszerhez.

Az F5G IOR megbízható átviteli hálózatot tud biztosítani a termelésirányítási rendszer számára. A 92. ábra a termelésirányítási hálózathoz való hozzáférési végberendezést mutatja. Az ORE-nek támogatnia kell a GE (Gigabit Ethernet) interfészt, az ipari RS232/RS485 interfészt és egy ipari vezérlő átjárót vagy vezérlő dokkolóállomást. Ezen túlmenően az ORE-nek nyílt erőforrásokat kell biztosítania a harmadik féltől származó APP testreszabott fejlesztésének támogatásához az ipari átjárók funkcióinak megvalósításához.

A gyártásirányító hálózatnak alacsony késleltetési időt, alacsony csomagjittert, alacsony csomagvesztési arányt és nagy sávszélességet kell biztosítania. Ezek elengedhetetlenek az ipari protokollok (például az EtherNet/IP™ vagy a ProfiNET®) megfelelő átviteléhez. Ezért az F5G IOR-nak támogatnia kell a QoS-t a teljes gyártásirányítási hálózatban.



92. ábra: F5G IOR termelésirányító

3) Biztonsági monitor hálózati forgatókönyv

A bányabiztonsági felügyeleti rendszer elsősorban a metánkoncentráció, szén-monoxid-koncentráció, szén-dioxid-koncentráció, oxigénkoncentráció, hidrogén-szulfid-koncentráció, bányapor-koncentráció, szélsébség, szélnyomás, páratartalom, hőmérséklet, áramellátás állapota, csappantyú állapota, légcsatorna állapota megfigyelésére szolgál. A rendszernek a metán határérték feletti hangot, fényjelzést, áramkimaradást és a metánszételjesítmény-zárlatvezérlést is elő kell állítania. Ezenkívül az F5G IOR-nak biztosítania kell a biztonsági felügyeleti hálózat függetlenségét más hálózati erőforrásoktól. Ezt az F5G hálózati szelelteléssel lehet elérni.

Számos bányászati iparág profitálhat az ilyen típusú megoldásból. Bizonyos szempontok csak bizonyos esetekben lehetnek relevánsak, mint például a szénbányászati szabályozás.

7.10.2.2 Motiváció

A 10G PON technológiát világszerte széles körben használják számos távközlési felhasználó számára. Előnye, hogy kiforrott technológia, egyszerű topológiával, nagy megbízhatósággal és erős gazdasági előnyökkel rendelkezik. Ezek az előnyök teszik a 10G PON technológiát az ipari termelési hálózatok (például az intelligens gyártás és az intelligens bányák) kiépítéséhez előnyös választássá.

A 10G PON technológia az F5G IOR hálózati architektúrával kombinálva hatékonyan javíthatja a földalatti hálózat elektromos, termelési, építési és karbantartási biztonságát, miközben nagy sávszélességű és alacsony késleltetésű hálózati szolgáltatásokat nyújt.

A 10G PON hálózat a hálózati szelelteléssel kombinálva a földalatti videoátvitel, a távvezérlés, a biztonsági felügyelet, a személyzet helymeghatározása és egyéb szolgáltatások követelményeinek kielégítésére használható. Ezek a szolgáltatások egymástól függetlenül működhetnek, javíthatják a termelés hatékonyságát és minőségét, csökkenthetik a költségeket, és javíthatják a termelésirányítási és intelligenciaszintet.

7.10.2.3 Előfeltétel

Az F5G ipari optikai gyűrűs hálózati megoldások alkalmazásának számos előfeltétele a bányákban:

- 1) Az F5G ipari optikai gyűrűs hálózati berendezések megfeleltek a bányabiztonsági tanúsításon.
- 2) Az ORP telepítése.

7.11 Felhasználási eset #25: Továbbfejlesztett optikai szállítói hálózat az adatközpontok összekapcsolásához

7.11.1 Felhasználási kontextus

A felhőszolgáltatásokat általában több, egymással összekapcsolt adatközpont (DC) támogatja. Ezeknek a központoknak adatközpont-összeköttetésre (DCI) van szükségük, amely szigorú követelményeket támaszt a kapacitás, a késleltetés, a megbízhatóság és a rugalmas ütemezés tekintetében. Ez a felhasználási eset a fejlett optikai hálózat DCI-khez való alkalmazását és képességeit ismerteti.



93. ábra: A DCI egyszerű nézete

7.11.2 A felhasználási eset leírása

7.11.2.1 Áttekintés

7.11.2.1.1 Általános

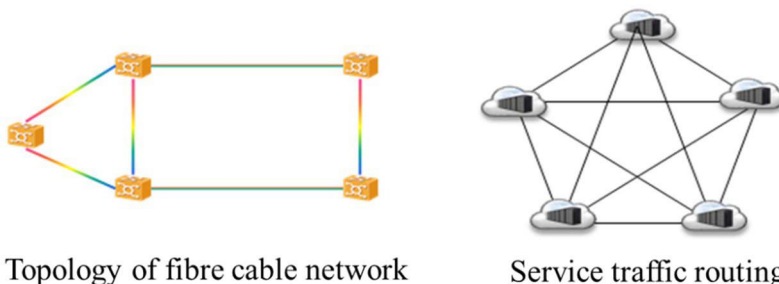
A felhőinfrastruktúra a következő fogalmakból áll:

- 1) Adatközpont (DC): Az adatközpont olyan fizikai létesítmény, amely több, egymással összekapcsolt szerverállásból (szerverfarm) áll, és a felhőszolgáltatásokhoz szükséges számítási, tárolási és kommunikációs feladatokat látja el. Az infrastruktúra mint szolgáltatás mind nyilvános, mind magánfelhőkben telepíthető, ahol a virtuális szerverek és más virtuális erőforrások igény szerint és önkiszolgálással állnak a felhasználók rendelkezésére.
- 2) Szállítási pont (PoD): A PoD egy Layer 2 hálózaton található, amelyet a virtuális erőforrás-állományok (beleértve a számítási, tárolási és hálózati erőforrásokat) megkülönböztetésére használnak. Egy PoD csak egy DC-ben található, azonban egy DC több PoD-vel is rendelkezhet. A PoD-k közötti DC-n belüli kapcsolat nem tartozik ennek a használati esetnek a tárgykörébe.
- 3) Elérhetőségi zóna (AZ): Több különálló adatközpontból áll, amelyek redundáns és különálló áramellátással, hálózattal és összeköttetéssel rendelkeznek, hogy magas rendelkezésre állású, hibátűrő és skálázható felhőszolgáltatásokat nyújtsanak. A nyilvános felhő egy régiójában jellemzően 2~5 AZ található. Az AZ-ok közötti kapcsolatok a városon belüli vagy szomszédos városi központok közötti kapcsolatokat jelentik, amelyek 100 km-en belül vannak egymástól.
- 4) Régió: A régió egy földrajzi terület a felhőinfrastruktúrában belül, amely több adatközpontot tartalmaz. A nyilvános felhőinfrastruktúrában egy régió több tartományt vagy akár több országot is lefedhet. Egy magánfelhő-infrastruktúrában egy régió csak egy vagy néhány, egymástól rövid távolságra (pl. több tíz kilométerre) lévő központot foglalhat magában. A régiók közötti kapcsolatok a 100 km-nél nagyobb távolságra lévő nagy régiók közötti kapcsolatokra vonatkoznak.

7.11.2.1.2 AZ DCI

Az AZ összekapcsolás egyik tipikus forgatókönyve a városon belüli DC-k, amelyek a városon belüli DCI-hálózaton keresztül kommunikálnak egymással a magas rendelkezésre állási követelmények teljesítése érdekében. Az alacsony késleltetést igénylő aktív-aktív és virtuális gép (VM) migrációs szolgáltatásokat a városon belüli DCI-hálózat biztosítja. A városon belüli DCI-hálózat támogatja a nyilvános és/vagy a privát felhőszolgáltatásokat, például a video-, játék-, asztali felhő- és internetkávézó-felhőszolgáltatásokat. Az alacsony késleltetés biztosítása érdekében a városon belüli DCI-hálózatot ugyanabban a városban vagy szomszédos városokban telepítik. A távolság jellemzően 100 km-nél kisebb, és valószínűbb, hogy 50 km-nél kisebb. Egy városban több nagy DC is lehet.

Ideális esetben a DC-eket Layer 3 switchek vagy útválasztók kötik össze, teljes hálós összeköttetéssel. Az optikai szálak erőforrásainak korlátai miatt azonban a fizikai topológia lehet gyűrű vagy lánc is.



94. ábra: Ideális útválasztó kapcsolódás a fizikai szál topológiához képest

Az aktív-aktív, szinkronizációs, VM-migrációs műveletek, katasztrófa-helyreállítási és biztonsági mentési szolgáltatások a városon belüli elosztóközpontok között több tíz terabájt/másodperc átviteli kapacitást igényelnek. Az elégtelen optikai szál erőforrások és az új szálak telepítésével járó magas költségek miatt az egyszálás átviteli kapacitást növelni kell.

A DC-k közötti szolgáltatás válaszideje és tárolási teljesítménye szorosan összefügg a késleltetéssel, az alacsonyabb késleltetés nagyobb teljesítményt eredményez. A szomszédos DC-knek a lehető legközelebb kell elhelyezkedniük egymáshoz, és a feldolgozási késleltetési időnek a lehető legalacsonyabbnak kell lennie. A 18. táblázat ismerteti a késleltetés hatását az olvasási/írási teljesítményre egy aktív-aktív tárolórendszerben.

18. táblázat: A késleltetés hatása az olvasási/írási teljesítményre a RAC aktív-aktív tároló esetében

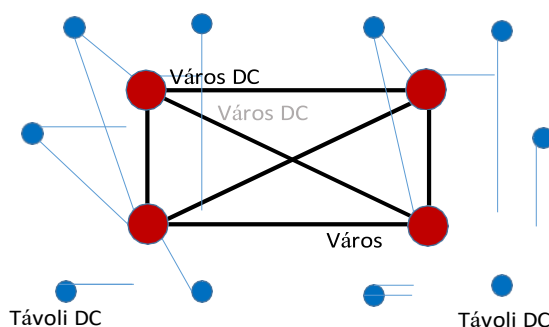
DC-k közötti távolság	Az I/O késleltetési korlátozása	Maximális olvasási/írási teljesítmény
Helyi < 500 m	0,4 ms	100 %
25 km	0,8 ms	90 %
50 km	1 ms	55 %
100 km	1,5 ms	53 %

7.11.2.1.3 DCI régió

Egy régió általában egy nagyvárosi területen belüli városok csoportját foglalja magában. A DC-k között nagy mennyiségű adat cserélődik a régiók között.

Az alacsony költségű vidéki régióban található távoli elosztóközpont távoli katasztrófa-helyreállítást és biztonsági mentést biztosíthat, például egy nagyvárosi elosztóközpont adatainak biztonsági mentését. Egyes szolgáltatások, például a kereskedelmi szolgáltatások esetében nincsenek szigorú késleltetési követelmények.

Az interakció hatékonyságának és a szolgáltatás élményének javítása érdekében azonban a késleltetési időnek továbbra is a lehető legalacsonyabbnak kell lennie. A 95. ábra a távoli DC-k és a nagyvárosi DC-klaszter közötti szolgáltatásáramlást mutatja.



95. ábra: Szolgáltatásáramlás a távoli DC-k és a nagyvárosi DC-klaszter között

Mivel a gerinchálózati optikai szál hálózatot nehéz kiépíteni, minden egyes fizikai telephelyen körülbelül három-négy optikai szál iránya van. Nem mindig lehetséges a teljes hálózat összeköttetés megvalósítása az összes DC közötti közvetlen optikai szál összeköttetéssel, így előfordulhat, hogy egy optikai szálnak több cél DC számára kell szolgáltatásokat továbbítania.

A DC-k közötti átviteli távolság több száz kilométertől több ezer kilométerig terjed. A rövid átviteli távolsággal rendelkező szolgáltatások esetében az optikai réteg átszervezését használják az átviteli rendszeren belüli kapcsolócsomópontok számának csökkentésére. A nagy átviteli távolságokkal rendelkező szolgáltatások esetében az elektromos réteg átszervezését használják az átviteli távolság növelésére és a hullámhosszkonfliktusok csökkentésére.

A nagyvárosok közötti DCI átviteli kapacitás meghaladhatja a 20 Tbit/s-ot, és a távoli DC-k és a nagyvárosokban lévő DC-k közötti átviteli kapacitás elérheti a több száz Gbit/s-ot. Mindkét esetben a hálózati kapacitás és az egyszál-as átviteli kapacitás magas.

A régiók közötti átviteli távolság nagy, jellemzően több mint 1 000 km, így a gerinchálózati optikai szálak javítása hosszú időt vehet igénybe, ha meghibásodás történik. Egyszerre több optikai szálon is előfordulhat szolgáltatási zavar.

A virtualizált számítások különböző forgalmi mintákkal rendelkeznek, és a felhőinfrastruktúrának a napszakoktól függően különböző feladatokat kell végrehajtania (például biztonsági mentések, nagy mennyiségű adatszinkronizálás, a munkaterhelések ütemezett migrációja a frissítéshez stb.). Ez azt jelenti, hogy a hálózati szolgáltatásoknak rugalmasan kell alkalmazkodniuk a forgalmi igények változásaihoz.

7.11.2.1.4 Összefoglalt DCI-szükségletek

A DC-k közötti nagysebességű összekapcsolási követelmények teljes körű optikai összeköttetésre van szükség a DC-k közötti nagysebességű összekapcsolási követelmények teljesítéséhez. A DCI-re az olyan szolgáltatási követelmények teljesítéséhez van szükség, mint például:

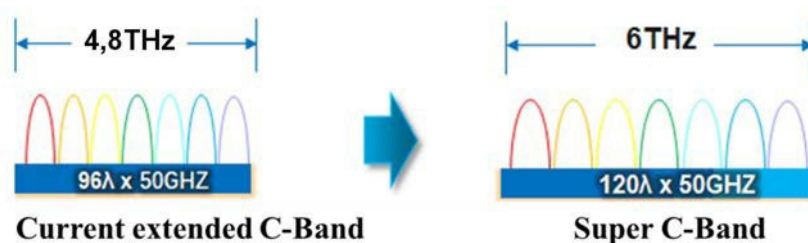
- **Aktív-aktív működés:** Az aktív-aktív működéshez legalább két adatközpontra van szükség. Mindegyik DC a következő feladatokat látja el a másik aktív helyét. Ez azt jelenti, hogy az alkalmazás akkor is elérhető marad, ha a hálózat egyes részei vagy a szerverek váratlanul meghibásodnak.
- **Távoli tárolás:** A távoli adattárolás megbízható, biztonságos, redundáns, csatlakoztathatóságot és helyet biztosít a fontos adatok tárolásához.
- **VM (virtuális gép) migráció:** A VM-migráció egy futó virtuális gép vagy alkalmazás különböző fizikai gépek közötti áthelyezésének folyamata az ügyfél vagy az alkalmazás leválasztása nélkül. A virtuális gép memóriája, tárolása és hálózati csatlakoztathatósága az eredeti vendéggépről a célgépre kerül át.
- **Katasztrófa utáni helyreállítás és biztonsági mentés:** A katasztrófa utáni helyreállítás az alkalmazásokhoz, adatokhoz és erőforrásokhoz való hozzáférés gyors helyreállításának terve és folyamata egy váratlan kiesés után. A biztonsági mentés az adatokról egy további másolat készítésének folyamata.

Ezek a szolgáltatások nagy kapacitású és alacsony késleltetésű kommunikációt, valamint a magas megbízhatósági követelmények teljesítése érdekében jobb rendelkezésre állást igényelnek.

7.11.2.1.5 Javasolt optikai hálózatfejlesztések

Az előzőekben leírtak alapján az optikai átviteli hálózatot úgy kell fejleszteni, hogy a következő DCI-képességeket biztosítsa:

- 1) Magasabb egyhullámú adatátviteli sebesség: A városon belüli DCI egy hullámhosszú adatátviteli sebességének 400 Gb/s és 800 Gb/s között kell lennie, hogy megfeleljen az ultranagy kapacitásigényeknek.
- 2) Ultra-hosszú távú átviteli távolság: A régiók közötti DCI esetében 1 500 km-nél nagyobb átlátható optikai átviteli távolságokat kívánnak megvalósítani, hogy megszüntessék az optikai-elektromos-optikai átalakítással járó késleltetést, energiafogyasztást és költségeket.
- 3) Nagy egyszálú átviteli kapacitás: Az egyszálú átviteli kapacitás elérheti a 48 Tbit/s-ot a következő esetekben városon belüli DCI. A nagy egyszálú átviteli kapacitás eléréséhez a spektrum bővítését kell figyelembe venni. A 96. ábra egy példát mutat arra, hogy hogyan lehet nagy egyszálú átviteli kapacitást elérni a 6 Hz-es spektrális sáv szélességű szuper-C-sáv, amely 25 %-kal nagyobb, mint a 4,8 Hz-es spektrális sáv szélességű kiterjesztett C-sáv. A megengedett 50 GHz-es sűrű hullámhossz-megosztásos multiplexelési (DWDM) csatornák száma 96-ról 120-ra nő.



96. ábra: Spektrumbővítés a szuper C-sáv és a kibővített C-sáv figyelembevételével

- 4) Optikai réteg hullámhossz-szintű ápolás: A nagy szolgáltatási csomópontoknak támogatniuk kell több optikai irány egyidejű ápolását nagy kapacitással. Az OXC (Optical Cross-Connect) az optikai réteg hullámhosszának elektromos rétegű kapcsolás nélküli ápolásának támogatására használható, hatékonyan csökkentve a késleltetést, az elektromos rétegű kapcsolási költségeket és az energiafogyasztást. A fejlett OXC-technikák alkalmazhatók az integrációs sűrűség javítására és a "nulla" kézi szál összeköttetések elérésére, hogy helyet takarítsanak meg a telephelyen és csökkentsék az üzemeltetési költségeket.
- 5) Alacsony késleltetés és jitter: Az optikai szálú átviteli késleltetés csökkenthető, ha lehetőség szerint optikai rétegek kapcsolást alkalmazunk az elektromos rétegek helyett. A feldolgozási késleltetést és a jittert úgy kell kezelni, hogy az alacsony, kiszámítható és mérhető legyen.
- 6) Nagy megbízhatóság: A felhőszolgáltatásokhoz elengedhetetlen a nagy megbízhatóságú DCI támogatása. A fejlett optikai transzport hálózati védelem és az automatikus helyreállítási technológiák segítségével a szolgáltatások még akkor is megfelelően működnek, ha a DCI-hálózatban többszörös szál szakadás következik be.
- 7) Nagyfokú rugalmasság: Mivel a forgalmi minták és mátrixok a munkaterheléstől és az üzemeltetési feladattól függően sokat változhatnak, a sáv szélesség és a forgalom változását rugalmasan kell elosztani.

7.11.2.2 Motiváció

A DC-k közötti összes optikai összeköttetés a következő előnyökkel rendelkezik az olyan technológiák alkalmazásával, mint a rendkívül nagy egyszálú átviteli kapacitás, az ultrahosszú távú átvitel, az OXC-alapú hullámhossz-szintű átszervezés és a védelem helyreállítása.

- Alacsony költségek: A nagy sebességű vonalak hatékonyan csökkentik a bitenkénti költségeket. A spektrumbővítési technológiák javítják az egyszálú átviteli kapacitást, és csökkentik az optikai szálakba és a kiegészítő létesítményekbe történő beruházásokat. Az OXC-alapú hullámhossz-szintű ápolás csökkenti az elektromos réteg ápolási költségeit a köztes csomópontokban.
- Alacsony késleltetés és jitter: Az optikai réteg közvetlenül kapcsolódik, és az átvitelhez a legrövidebb útvonalat választja ki. Ezenkívül a WDM-hálózat alacsony késleltetést és jittert tesz lehetővé, így megfelel a DCI szigorú késleltetési és jitterkövetelményeinek.

- Nagy megbízhatóság: Több optikai és elektromos rétegű védelmi, átirányítási és helyreállítási mechanizmusokat használnak a szolgáltatások nagy megbízhatóságának elérése érdekében, ami viszont javítja a DC-k közötti szolgáltatások megbízhatósági szintjét és növeli a rendelkezésre állást.

7.11.2.3 Előfeltételek

Ha ezek az előbbi feltételek teljesülnek, a központok közötti szolgáltatások gyorsan, például napokon belül rendelkezésre bocsáthatók.

- Az optikai keresztkapcsoló, a grooming eszközök és az OTN/WDM eszközök előre telepítve vannak a DC-ben.
- A DC-k között optikai rétegű kapcsolatok állnak rendelkezésre.
- Az irányítási és ellenőrzési rendszert a kapcsolódó eszközök kezelésére telepítették.

7.11.2.4 A cselekvések operatív folyamata

A DC-k közötti optikai összekapcsolási szolgáltatások nyújtásának folyamatai a következők.

- 1) A DCI-hálózati szolgáltató az optikai réteg hálózatának tervezését az optikai szálak rendelkezésre állása és állapota alapján végzi el.
- 2) A DCI-hálózati szolgáltató az optikai réteg védelmét és az elektromos réteg védelmét az üvegszálak hibaaránya és a DCC-k közötti szolgáltatás megbízhatósági követelmények alapján tervezi meg és biztosítja.
- 3) Az irányítási és ellenőrzési rendszer igény szerint különböző SLA-követelményekkel rendelkező szolgáltatásokat nyújt.

7.12 Felhasználási eset #26: Továbbfejlesztett pont-pont optikai hozzáférés

7.12.1 Felhasználási kontextus

Az optikai hozzáférési hálózatok vagy pont-többpontos (TDMA PON-on alapuló) vagy pont-pont interfészeket használnak. Mindezek az interfészek támogathatók az optikai vonali terminál (OLT) polcán dedikált kártyákkal és portokkal. Ennek a felhasználási esetnek a középpontjában az OLT felfelé irányuló pont-pont (P2P) kapcsolata áll az aggregációs szélső csomóponthoz, valamint az ügyfelekhez, például a vállalatokhoz és a mobil antennákhoz való hozzáférési kapcsolat. A meglévő OLT P2P-piac a mobil háttérű (a cellahelyi átjáróhoz kapcsolódó OLT) és az üzleti (az üzleti átjáróhoz kapcsolódó OLT) összeköttetésekre összpontosít. Egy másik ígéretes piac lehet az OLT-n keresztül megvalósuló mobil fronthaul (digitális egység (DU) a rádióegységgel (RU) összekötve). A P2P-interfészek bitrátájának és teljesítményének csökkenésével a meglévő interfészeket korszerűsíteni és lecserélni kell.

7.12.2 A felhasználási eset leírása

7.12.1.1 Áttekintés

7.12.2.1.1 Általános

A P2P adó-vevő modulok különböző típusait használják ma a csatlakoztatható formátumokhoz (például SFP, SFP+, SFP28, XFP és QSFP, QSFP+, QSFP14, QSFP28, CFP, CFP2 stb.). Minden adó-vevőhöz egyedi interfész név és portszám tartozik. Az utolsó mérföldes szálal összeköttetési hálózatot (az antennák eléréséhez szükséges fix hozzáférési hálózat) illetően a BiDi (kétirányú - egy szál egymódusú) adó-vevő az előnyben részesített szálal megközelítés. A BiDi adó-vevő egyszerűsíti a működést, csökkenti a költségeket, csökkenti a szálal kábel méreteit és potenciálisan csökkenti az útvonal késleltetési aszimmetriáját. Az ügyfél telephelyén lévő adó-vevő és az OLT közötti átjárhatóságot garantálni kell, hogy a több szállítót magában foglaló ellátási lánc.

7.12.2.1.2 Felügyelet

Figyelembe kell venni a szállítóeszközzel és a kapcsolódó berendezésekkel kapcsolatos működési kiadásokat. A felügyelet célja a szállítási rendszerek működési kiadásainak csökkentése a tökeköltségek jelentős növelése nélkül, a lehető legtöbb tesztelési és diagnosztikai képesség beépítésével. Természetesen ezt úgy kell elérni, hogy a szolgáltatás rendelkezésre álló sávszélessége ne csökkenjen. Ezért a tesztelésnek és a diagnosztikának nem szabad a szolgáltatást befolyásolnia. Jelenleg minden adó-vevő vagy optikai interfész tartalmazza az RSSI-t (Received Signal Strength Indication) az optikai vonal felügyeletéhez. A hálózatfelügyeleti algoritmusok teljesítményének növeléséhez szükség van e mérőszám felbontására, pontosságára, megismételhetőségére és válaszidejére.

Az üzemeltető kulcsfontosságú követelménye, hogy megbízhatóan meg tudja különböztetni az optikai közeg és a berendezés elektromos hibáit, és meg tudja határozni, hogy a hibák az optikai közeghez vagy az elektronikához kapcsolódnak-e. A hibára való következtetés általában a Dying Gasp riasztás jelenlétéből (pl. áramellátási vagy berendezéshiba) vagy hiányából (pl. szálhiba) vonható le.

A felügyelet néhány kulcsfontosságú pontját, beleértve a javasolt fejlesztéseket is, az alábbiakban foglaljuk össze:

- Az optikai közeg felügyelete/ellenőrzése: az optikai közeg állapotának a szállítórendszerrel független felügyelete és igény szerinti ellenőrzése fontos az optikai közeg hibáinak a szállítórendszer hibáitól való megkülönböztetése érdekében. Kívánatos, hogy ez a felügyelet és ellenőrzés attól függetlenül rendelkezésre álljon, hogy a szállítóberendezés (pl. egy antennahely) üzemben van-e, vagy egyáltalán csatlakoztatva van-e hozzá. Többféle megvalósítás is szóba jöhet:
 - Az ITU-T G.697 [i.15] ajánlásban javasolt optikai felügyeleti megoldás az optikai szállítás minőségét befolyásoló rendellenességek, hibák, romlás és hibák észlelésére.
 - Az optikai időtartománybeli reflektométer (OTDR) használata, amely hatékony eszköz az ilyen hibák diagnosztizálására az optikai közegben.
 - A teljesítménymérő és a fényforrás is használható a felügyeleti folyamat segítésére.

Számos demarkációs eszközzel kapcsolatban folynak kutatások az optikai közeg felügyeletének és ellenőrzésének további javítása érdekében.
- A közlekedési rendszer számára előnyös lenne, ha képes lenne automatikusan és önállóan felismerni és lokalizálni az optikai közeg hibáit (optikai közeg szegmensek: patch panel a csomópont vagy antenna helyén, optikai kábel a csatornában vagy az oszlopokon stb.)
- Végponttól végpontig tartó teljesítményfelügyelet egészen az Ethernet rétegig: a végponttól végpontig tartó teljesítményfelügyelet lehetővé teszi az üzemeltetők számára, hogy diagnosztizálják és meghatározzák, hol eshetett le a forgalom vagy hol csökkent a forgalom. A magasabb rétegű eszközöknek, például az Ethernet-teljesítményfigyelésnek támogatniuk kell a be- és kilépő forgalomáramlás nyomon követését és ellenőrzését a közlekedési hálózati elemekben.
- Proaktív versus reaktív javítás: a felügyeleti és ellenőrzési rendszerekkel ellátott közlekedési rendszerek lehetővé teszik az üzemeltetők számára, hogy proaktív vagy reaktív hibajavítást alkalmazzanak. Természetesen az üzemeltetőkön múlik, hogyan használják a szállítási állapotjelentéseket.

Az optikai szállítás felügyeletének kulcsfontosságú teljesítménymutatói egy absztrakciós rétegen keresztül elérhetővé tehetők a hálózatszervező számára.

7.12.2.1.3 Pont-pont kapcsolat elérhetősége

Figyelembe kell venni azt a tényt, hogy az OLT egy központi irodában van elhelyezve. E központi iroda lefedettségét az optikai elosztóhálózat (ODN) határozza meg. Az ODN tipikus maximális elérési értékei a következők:

- Nagy sűrűségű terület esetén kb. 10 km.
- Közepes sűrűségű terület esetén 20 km.
- Alacsony sűrűségű terület esetén 60 km.

7.12.2.1.4 Optikai infrastruktúra üzemeltetése

A "csere típusú" hálózati üzemeltetési megközelítés alapján a P2P optikai hozzáférési művelet két optikai infrastruktúra-üzemeltetésre osztható:

1) Dedikált üvegszál

A dedikált üvegszálás forgatókönyv két másik alkategóriára is felosztható: kettős vagy egyszálás összeköttetések:

- Kettős szálás összeköttetés: A kettős szálás adó-vevő készülékek az IEEE 802.1 [i.7] és az MSA előírásokon alapulnak. Az F5G kezdeményezhetné a felügyelet javítását a haldoklás általánosításával és az optikai digitális diagnosztikai értékek pontosságával (a hatékony adatbányászati diagnosztika érdekében). Az F5G energiatakarékosági mechanizmust is javasolhatna a hullámhosszok számának és/vagy a vonali sebességnek a csökkentésével a több hullámhosszú logikai kapcsolat esetében.
- Egy szálás összeköttetés (kétirányú): A kétirányú adó-vevő készülékek az IEEE 802.1 [i.7] és az ITU-T SG15 Q2 specifikációkon alapulnak. Az F5G az 50 Gbit/s-nál nagyobb sebességre vonatkozó specifikációt vezetheti. Jelenleg a 100 Gbit/s és a magasabb vonali sebességet nem az optikai hozzáférési piac hajtja, hanem az OLT uplinkek és a F5505-ek igényei. O-RAN fronthaul felhasználási esetek. Jelenleg a kétirányú megoldást nem javasolják. Az F5G a hálózati üzemeltetés jövőjét a kétirányú 100 Gbit/s-os és ennél nagyobb vonalsebességű műszaki megoldások javaslata révén mozdíthatja elő. A legtöbb 100 Gbit/s-os interfész fix, több hullámhosszon alapul (jellemzően 4 hullámhosszon folyamanként), az F5G kétirányú megoldást javasolhatna két fél-duplex sávval. Az aktív hullámhosszokon alapuló energiatakarékosági mechanizmus is megvitatható lenne (az adó és a vevő kikapcsolása).

2) Megosztott üvegszál

P2P-üzemeltetés esetén a megoldás, amely lehetővé teszi egy vagy két szál megosztását több logikai P2P-kapcsolat számára, a hullámhossz-multiplexelés (WDM) alkalmazása. Jelenleg a 100 Gbit/s vagy magasabb sebességű technológiák több hullámhosszt használnak egy logikai kapcsolathoz. A WDM megosztott szálakkal kapcsolatos forgatókönyv két alkategóriára is felosztható: fix hullámhossz-kiosztás (más néven passzív WDM) és rugalmas hullámhossz-kiosztás (más néven aktív WDM).

- A rögzített hullámhossz-kiosztás több hullámhossz-spektrum kiosztásán alapul: CWDM, DWDM és MWDM. A passzív optikai multiplexereket és de-multiplexereket már alkalmazzák az optikai infrastruktúrában. A meglévő passzív hullámhossz-multiplexerekben figyelembe kell venni a 100 Gbit/s-ra és a logikai kapcsolatonkénti magasabb vonalsebességre való áttérést. Az F5G a passzív WDM hozzáférési hálózatok működésének jövőjét a következő témák kezelésével mozdíthatja elő:
 - a) Hullámhossz-kiosztás 100 Gbit/s vagy magasabb vonalsebességhez logikai kapcsolatonként, folyamanként egy vagy több hullámhossz-kiosztási csatornán keresztül.
 - b) Kétirányú vagy két szálás WDM adó-vevő és passzív optikai multiplexer portok.
 - c) Felügyelet és optikai digitális diagnosztikai értékek.
 - d) Működő optikai hatótávolság és csillapítási osztályok.
 - e) Energiatakarékosági mechanizmus az aktív hullámhosszú csatornák számának és a vonalsebességnek a csökkentésével.
 - f) Mások.
- A rugalmas hullámhossz-kiosztást vagy transzponderrel (tipikusan OLT-kártyákkal), vagy dugaszolható adó-vevőegységekbe ágyazva, jellemzően automatikus hullámhossz-kiosztással lehet megvalósítani. Számos MSA és szabványosítási csoport tesz javaslatot az ilyen hullámhossz-kezelés megvalósítására. Az automatikus hangolású hullámhossz-kiosztás egyszerűsíti a készletgazdálkodást. Minden egyes hullámhosszcsatorna hangolása egy beágyazott vezérlőcsatornán keresztül történik. Ennek a vezérlőcsatornának interoperábilisnak kell lennie, hogy megkönnyítse a hálózat üzemeltetését. Az F5G az aktív (automatikus) WDM-hozzáférési hálózatok működésének jövőjét azáltal mozdíthatja elő, hogy a következő kérdésekkel foglalkozik:
 - a) Hullámhossz-kiosztás 100 Gbit/s vagy magasabb vonalsebességhez logikai kapcsolatonként, folyamanként egy vagy több hullámhosszú, rugalmas kiosztású csatornákon keresztül.

- b) Kétirányú vagy két szálal hullámhosszra hangolható adó-vevő és passzív optikai multiplexer portok.
- c) Felügyelet, optikai digitális diagnosztikai értékek.
- d) A hullámhossz-kezelés átjárhatósága.
- e) Működő optikai spektrum, hatótávolság és csillapítási osztályok.

- f) Energiatakarékossági mechanizmus az aktív hullámhosszú csatornák számának és a vonalsebességnek a csökkentésével.
- g) Más.

7.12.2.2 Motiváció

Az optikai szálak technológiát széles körben használják a hozzáférési hálózatban nemcsak a lakossági ügyfelek, hanem más ügyfelek számára is. A továbbfejlesztett P2P optikai hozzáférés használatának motivációját a mobil xHaul, a vállalati és az OLT uplink (backhaul) az aggregációs szélső csomópontok piacára történő felhasználása motiválja. Az optikai szálak infrastruktúra széles körű kiépítésével az optikai technológia kötelező az összes ügyféltípus kiszolgálásához.

Mindezen motivációk miatt a továbbfejlesztett optikai P2P technikai témái a következőkben foglalhatók össze:

- A 100 Gbit/s vagy magasabb vonalsebesség támogatása hullámhosszpáronként, szükség esetén hullámhosszkezeléssel.
- Az egy vagy több P2P-kapcsolat megvalósításához szükséges szálak számának megtakarítása.
- A hálózatfelügyeleti algoritmusoknak megfelelő optikai vonalfelügyeleti paraméterek.
- A P2P adminisztráció és felügyelet a PON által meghatározottakhoz hasonlóan, az OMCI és a pPLOAM alapján.

7.13 Felhasználási eset #27: Vidéki forgatókönyvek

7.13.1 Felhasználási kontextus

A PON technológiát már évek óta használják a hozzáférési hálózatok fő megoldásaként olyan előnyei miatt, mint a nagy teljesítmény, a nagyobb megbízhatóság és az alacsony költségek. A PON-használat növekedésével a hozzáférési hálózatokban előnyössé vált, hogy az OLT-eket néhány más megoldáshoz backhaulként használják. Ez a felhasználási eset röviden bemutatja a PON vidéki területekre történő kiterjesztésének forgatókönyveit, a telepítési forgatókönyvtől függően különböző helyszíneken, fix vezeték nélküli kapcsolat (FWL) segítségével.

A vidéki kábeltelepítés magasabb költséggel járhat azokban az esetekben, ahol kis számú elosztott ügyfél van, ahol kormányzati szolgáltatási kötelezettség van érvényben, vagy ahol a kábelek telepítése nehéz földrajzi helyzetű területeken történik. Ilyen esetekben az internetszolgáltatók kombinált PON és FWL megoldásokat alkalmazhatnak. A PON + FWL megoldások esetében a követelmények és az ügyfélkör függvényében különböző forgatókönyvek léteznek a telepítésre.

Az FWL-technológiák teljesítménye a forgatókönyvtől (pl. látótávolság), a távolságtól, a frekvenciától, az engedélyezett vagy engedély nélküli spektrumtól, illetve az alkalmazott rádiótechnológiától függően változik. Ez a felhasználási eset pont-pont vagy pont-többpont FWL-t feltételez, de nem feltételez semmilyen konkrét FWL-technológiát.

7.13.2 A felhasználási eset leírása

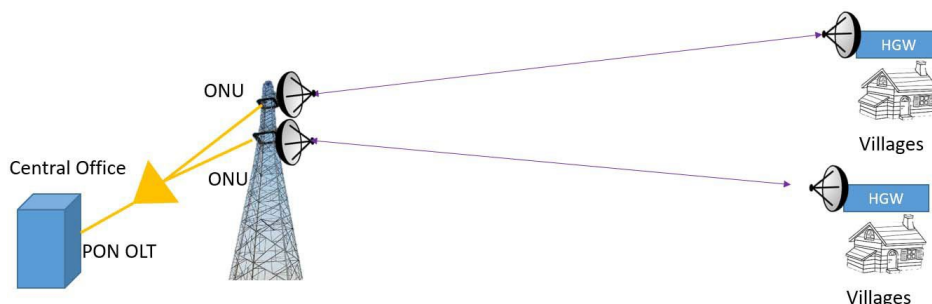
7.13.2.1 A P2P (Point to Point) megoldások áttekintése

7.13.2.1.1 Általános

A P2P megoldásokban minden egyes FWL-adóhoz egy FWL-vevő tartozik. A PON-rendszerek SFP ONU-kkal telepíthetők, ahol az FWL-adók találhatóak. Kis méretük miatt, és mivel nincs szükségük további tápegységre, az SFP ONU-k alkalmasak a PON + FWL megoldáshoz.

Az ügyféloldalon különböző megoldások léteznek az ügyfelek számától vagy az internetszolgáltató kötelezettségétől függően.

7.13.2.1.2 PON P2P FWL HGW (0-10 ügyfél)

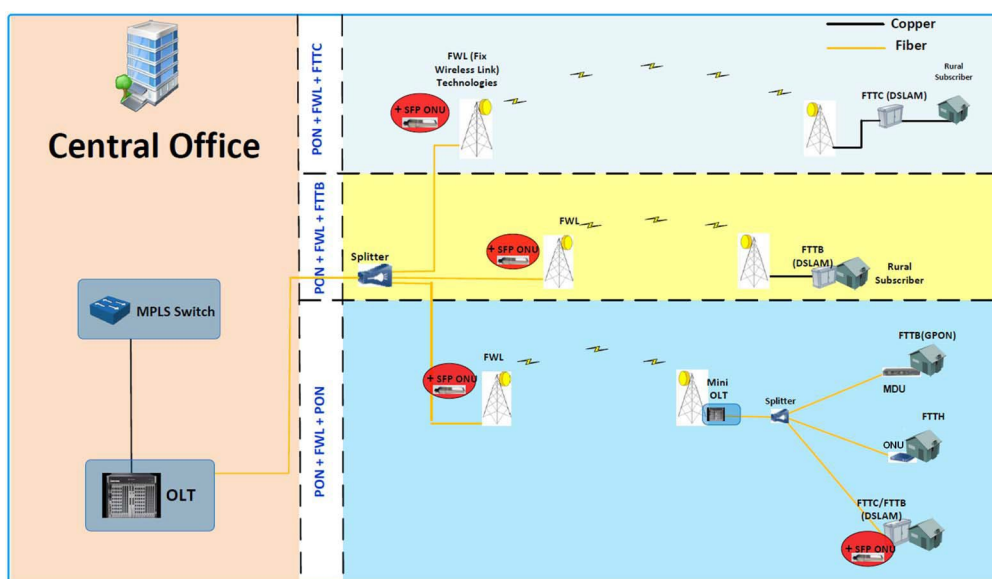


97. ábra: P2P vezeték nélküli HGW

A PON P2P FWL HGW megoldás vidéki helyszíneken alkalmazható, ahol az elosztott ügyfelek száma 0 és 0 között van. Minden ügyfélnek egy HGW lesz a végberendezése. Abban az esetben, ha FWL technológiaként a Wi-Fi®-t használják, a HGW Wi-Fi® vevőkészüléként működhet, és nincs szükség további Wi-Fi® vevőkészülékre.

7.13.2.1.3 Vezeték nélküli P2P forgatókönyvek

A következő forgatókönyvekben az ügyfeleket egy hálózat köti össze, és a forgatókönyvtől függően különböző technológiák alkalmazhatók.



98. ábra: A vezeték nélküli P2P forgatókönyvek áttekintése

PON - P2P - FTTC (10-100 ügyfél): A PON-P2P-FTTC megoldás olyan vidéki helyszíneken alkalmazható, amelyek 10 és 100 közötti elosztott ügyféllel rendelkeznek. Az FWL-vevő után egy FTTC DSLAM-ot használnak az ügyfél számára történő szolgáltatásnyújtáshoz.

PON - P2P - FTTB (5 - 100 ügyfél): PON-P2P-FTTB megoldás alkalmazható olyan vidéki helyszíneken, ahol 5 és 100 közötti ügyfél van egy épületben. Az FWL-vevő után FTTB DSLAM-ot használnak az ügyfelek számára történő szolgáltatásnyújtáshoz.

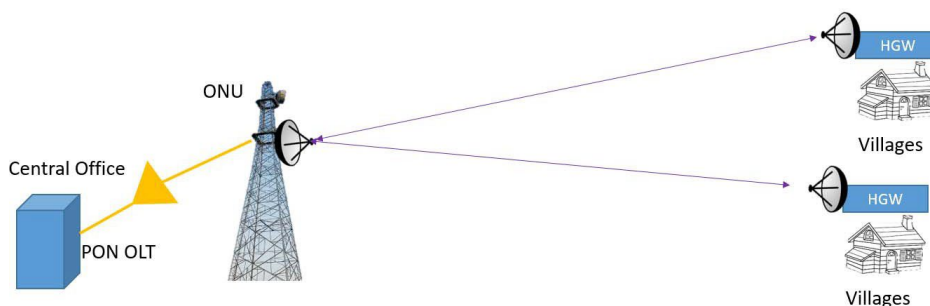
PON - P2P - PON (>100 ügyfél): PON-P2P-PON megoldás alkalmazható vidéki helyszíneken, amelyek több mint 100 ügyféllel rendelkeznek. Ebben a megoldásban egy Mini OLT használható, amely 1-2 résszel rendelkezik. Ehhez a megoldáshoz a vidéki területnek alkalmasnak kell lennie az OLT és az ONU/MDU/SFP ONU közötti üvegszál kiépítésére.

7.13.2.2 A P2MP (Point to Multi Point) megoldások áttekintése

7.13.2.2.1 Általános

A P2MP FWL megoldásokban csak egy FWL adó van az összes FWL vevőhöz. A PON-rendszerek SFP ONU-kkal telepíthetők, ahol az FWL-adó található. Kis méretük miatt, és mivel nincs szükségük további tápegységre, az SFP ONU-k alkalmasak a PON + FWL megoldáshoz. A P2MP megoldások esetében a sávszélesség alacsonyabb és a késleltetés jobb lehet, mint a P2P megoldásnál. Az ügyféloldalon különböző megoldások léteznek az ügyfelek számától vagy az internetszolgáltató kötelezettségétől függően.

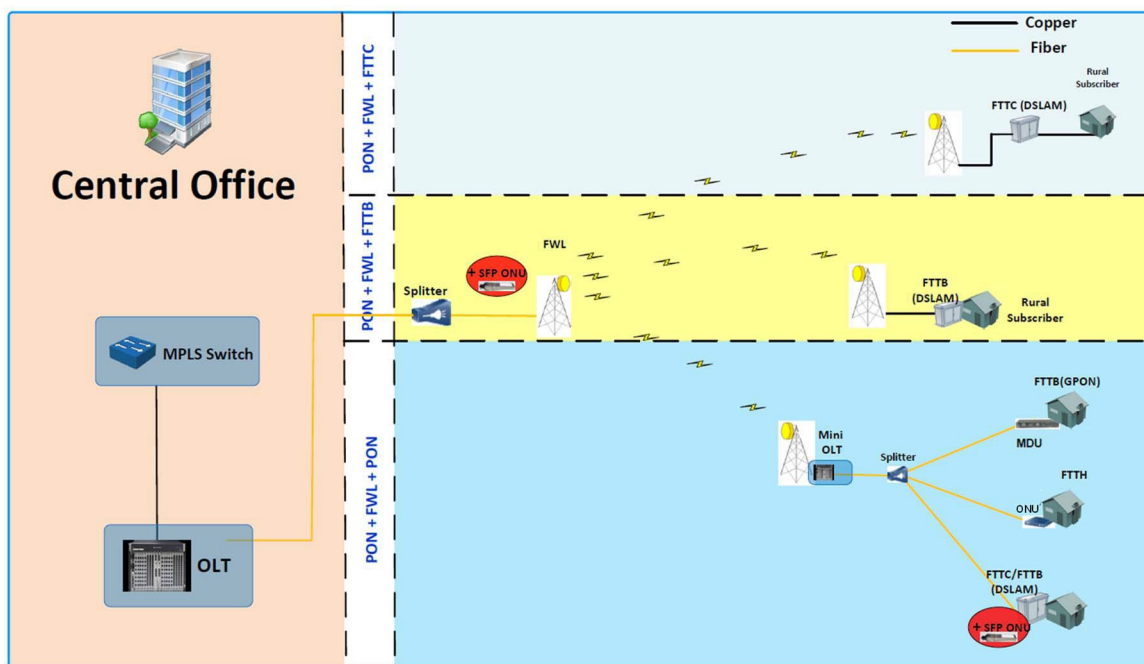
7.13.2.2.2 PON P2MP FWL HGW (0-10 ügyfél)



99. ábra: P2MP vezeték nélküli HGW forgatókönyv

A PON P2MP FWL HGW megoldás vidéki helyszíneken alkalmazható, ahol 0 és 10 ügyfél között van. Minden ügyfélnek egy FWL HGW lesz a végberendezése. Ebben az esetben a Wi-Fi® HGW-eket Wi-Fi® vevőként használják, és nincs szükség további Wi-Fi® vevőre.

7.13.2.2.3 Vezeték nélküli P2MP forgatókönyvek



100. ábra: P2MP vezeték nélküli forgatókönyvek áttekintése

PON - P2MP - FTTC (10-100 ügyfél): PON-P2MP-FTTC megoldás alkalmazható vidéki helyszíneken, ahol 10 és 100 közötti elosztott ügyfél van. Az FWL vételi pont után FTTC DSLAM-okat használnak az ügyfél számára nyújtott szolgáltatások biztosítására.

PON - P2MP - FTTB (5 - 100 ügyfél): PON-P2MP-FTTB megoldás alkalmazható olyan vidéki helyszíneken, ahol 5 és 100 közötti ügyfél van egy épületben. Az FWL vételi pont után FTTB DSLAM-ot használnak az ügyfelek kiszolgálására.

PON - P2MP - PON (>100 ügyfél): PON-P2MP-PON megoldás alkalmazható vidéki helyszíneken, amelyek több mint 100 ügyféllel rendelkeznek. Ebben a megoldásban az 1-2 résszel rendelkező Mini OLT-k használhatók. Ehhez a megoldáshoz a vidéki területnek alkalmasnak kell lennie az OLT és az ONU/MDU/SFP ONU közötti üvegszál kiépítésére.

7.13.2.3 A szolgáltatások áttekintése

Mivel a PON + FWL megoldásokat vidéki területeken fogják használni, elsősorban lakossági szolgáltatásokra lesz szükség. Az FWL technológiája a sávszélességi igényeknek megfelelően választható. Az FWL-technológiák sávszélessége több tényezőtől függ, többek között a távolságtól és a spektrumtól.

A vidéki térségben nyújtott szolgáltatások típusai a következők:

- VoIP: A Voice over IP szolgáltatás gyakran kormányzati szabályozási követelmény.
- HSI: A nagysebességű internet (HSI) szolgáltatások PON + FWL megoldásokkal nyújthatók. A sebességek és tarifák a PON + FWL megoldás sávszélessége szerint határozhatók meg.
- IPTV: PON +FWL megoldások révén technikailag nyújtható IPTV-szolgáltatás. Az IPTV-szolgáltatások nagy sávszélességigénye miatt azonban ez nem kötelező.

7.13.2.4 Motiváció

Az internetszolgáltatók a PON és az FWL kombinációját a következő okok miatt használhatják megoldásként a vidéki helyszíneken:

Azokban az esetekben, amikor kisszámú ügyfél van, vagy amikor kormányzati szolgáltatási kötelezettség van, és a kábelezés költségei túl magasak.

Abban az esetben, ha a nehéz földrajzi helyzetek miatt nehéz a kábelek telepítése, az internetszolgáltatók kombinált PON és FWL megoldásokat használhatnak.

7.14 Felhasználási eset #28: Nagy sebességű passzív P2MP hálózati forgalom-összevonás

7.14.1 Felhasználási kontextus

Bármilyen típusú aggregációs hálózatban, mint például OLT backhaul, mobil xHaul vagy vállalati hozzáférés, több távoli csomópontot (RN) kell kétirányúan összekapcsolni egy központi csomóponttal. A forgalom lényegében pontról pontra és több pontról pontra történik, ezért a P2MP technológia előnyös. Az optikai hálózatokban a hálózati forgalom aggregálása hagyományosan pont-pont (P2P) topológia, amint azt a 101. ábra mutatja.

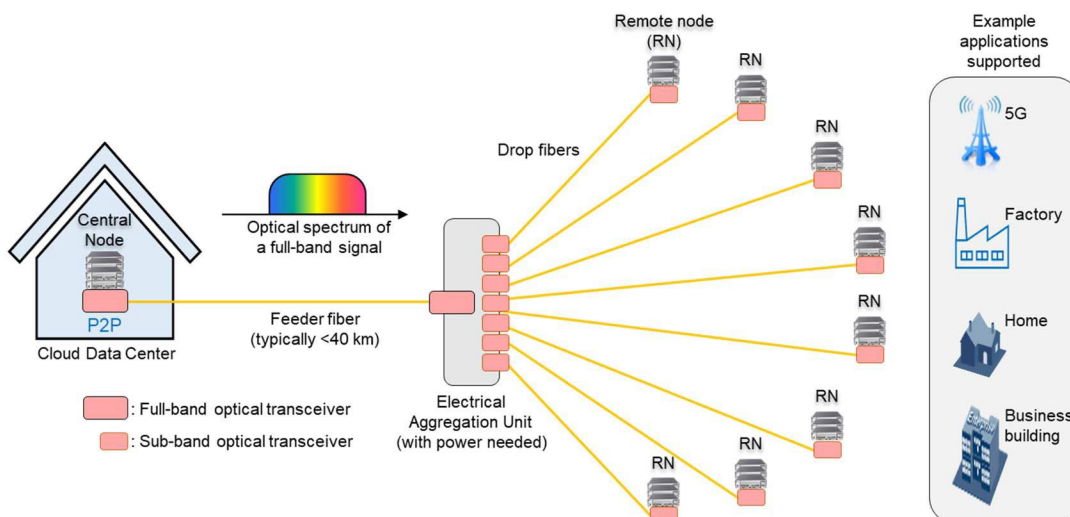
Egy példa egy ilyen topológiára: egy 5G közepes távolsági hálózat N elosztott egység (DU) csomópontot köt össze a megfelelő központi egység (CU) csomóponttal P2P optikai kapcsolatok és egy elektromos aggregációs egység (EAU) segítségével. Ez a topológia 2N optikai adó-vevőt igényel az EAU és az N DU-csomópont közötti N kapcsolathoz, valamint 2 teljes sávú adó-vevőt az EAU és a CU-csomópont közötti kapcsolathoz. Ezenkívül az EAU-nak további tápegységre és egy készülékházra van szüksége. Ezért kívánatos az aggregációs hálózat költséghatékonyságának és energiahatékonyságának javítása. A nagy sebességű passzív P2MP (Point-to-MultiPoint) hálózati forgalomaggregációban egy központi csomópont passzív optikai elosztón keresztül több távoli csomóponthoz kapcsolódik. Ez egy ígéretes megközelítés a forgalomaggregáció költséghatékony és energiahatékony megvalósítására, amint azt a 102. ábra mutatja.

A frekvenciamegosztásos többszörös hozzáférés (FDMA) rugalmasan feloszthatja a távoli csomópontok felé irányuló és onnan érkező hálózati forgalmat [i.25] és [i.26]. Üzemeltetési szempontból a forgalom rugalmas felosztása a távoli csomópontok erőforrásigényétől függően fontos a meglévő erőforrások hatékony felhasználása szempontjából. Ezenkívül a kapacitás könnyű, a teljes aggregációs hálózat megváltoztatása nélküli bővíthetősége fontos a meglévő beruházások kihasználása szempontjából. Ezért a rendszer kapacitásának növelése egyetlen interfész megváltoztatásával vonzó a jövőbiztos aggregációs hálózati technológia szempontjából.

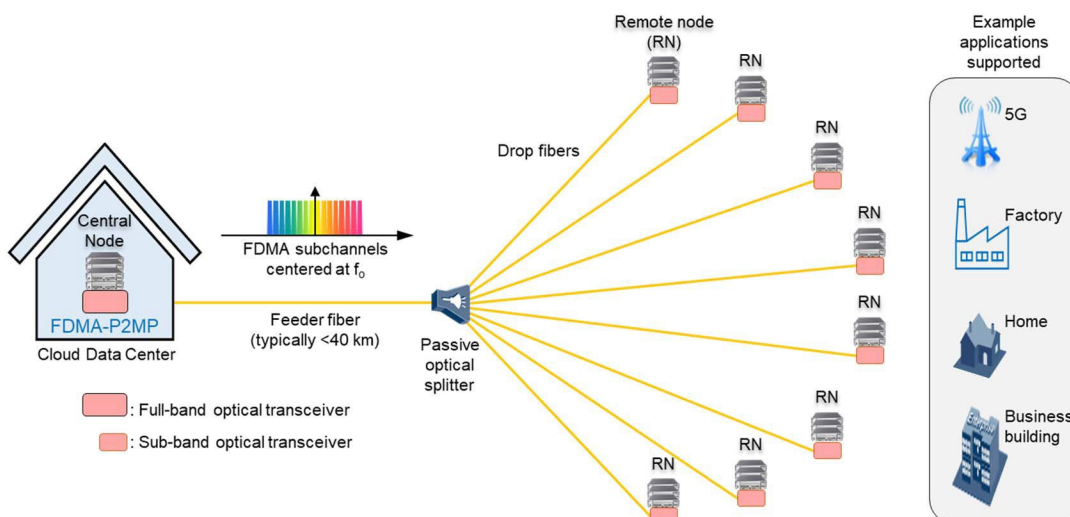
7.14.2 A felhasználási eset leírása

7.14.2.1 Áttekintés

A lefelé irányuló irányban a központi csomópont nagy sávzélességű, több vivőből álló jelet továbbít a távoli csomópontok felé, míg minden távoli csomópont e vivők egy részalmazát fogadja. A felfelé irányuló irányban a központi csomópont egy nagy sávzélességű többhordozós jelet kap, amely modulált vivőket tartalmaz több távoli csomóponttól, amelyek mindegyike csak e vivők egy részalmazát továbbítja. A 101. és 102. ábrán látható hálózati példa esetében nyolc RN van. Feltételezve, hogy az interfész bitsebessége RN-nként 25 Gb/s mindkét irányban (lefelé vagy felfelé), tizenhat 25 Gb/s-os kapcsolatra van szükség, ami összesen 400 Gb/s-os kétirányú adatátviteli sebességet eredményez.



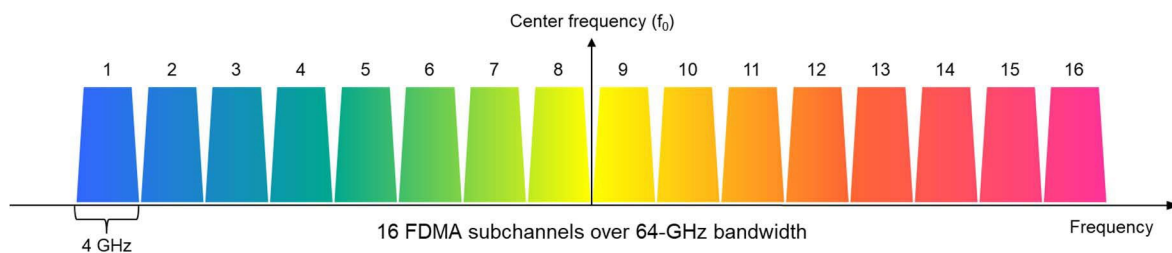
101. ábra: Hagyományos P2P optikai kapcsolatok több távoli csomópont (RN) és a hozzájuk tartozó központi csomópont között



102. ábra: FDMA-alapú passzív P2MP optikai kapcsolatok több távoli csomópont (RN) és a hozzájuk tartozó központi között.

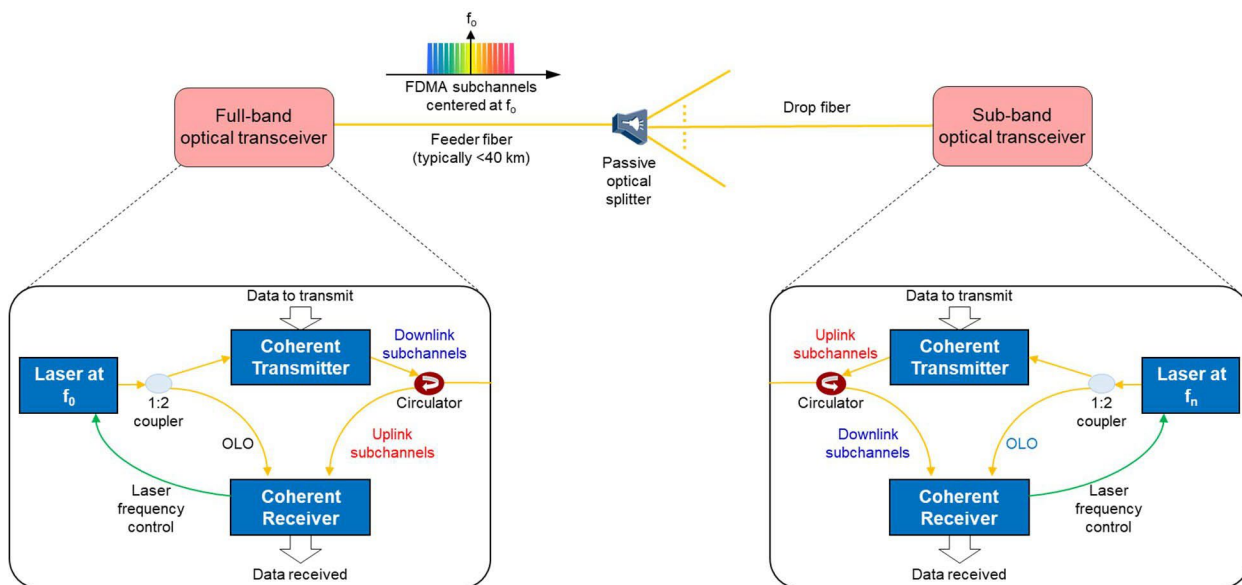
A 400 Gb/s-os teljes FDMA-adatsebesség eléréséhez 64 GHz-es optikai sávzélességet használnak tizenhat, 4 GHz távolságban elhelyezett alcsatorna továbbítására, amint azt a 103. ábra mutatja. Nyquist spektrális alakítást feltételezve 0,1 roll-off faktorial, minden egyes alcsatorna 3,6 Gbaud sebességgel modulálható és 28,8 Gb/s nyers adatátviteli sebességet tud szállítani polarizáció-megosztáson keresztül.

Multiplexelt (PDM) 16QAM. A ~15%-os előreirányított hibajavítás (FEC) költségét leszámítva az egyes alcsatornák hasznos adatátviteli sebessége elérheti a 25 Gb/s-ot, ami FDMA-csatornánként 400 Gb/s összesített hasznos adatátviteli sebességet eredményez.



103. ábra: Egy 400 Gb/s-os FDMA-csatorna optikai spektruma, amely tizenhat, egymástól 4 GHz távolságra lévő, egyenként 25 Gb/s-os hasznos adatátviteli sebességű alcsatornából áll.

A központi csomópontban egy koherens, teljes sávú adó-vevő használható az összes lefelé irányuló (felfelé irányuló) alcsatornák a csatlakoztatott RN-ek felé (onnan), amint az a 104. ábrán látható. Minden RN-nél egy koherens al-sávú adó-vevő használható az alcsatornák egy részhalmazának vételére a lefelé irányuló irányban, és az alcsatornák egy szomszédos részhalmazának továbbítására a felfelé irányuló irányban, szintén a 104. ábrán látható módon. Minden koherens adó-vevőben egy közös lézert használnak optikai helyi oszcillátorként (OLO) és adó lézerként [i.27], és egy cirkulátor használatával lehetővé válik a kétirányú átvitel egyetlen szálon keresztül. Egy lefelé irányuló alcsatorna vételkor az OLO-t pontosan rögzítik a lefelé irányuló alcsatorna középfrekvenciájához képest előre meghatározott frekvenciaeltérésre. Így ugyanaz a lézer egy koherens I/Q modulátorral modulálható egy olyan felfelé irányuló alcsatorna létrehozására, amelynek középfrekvenciája a fogadott lefelé irányuló alcsatornához van rögzítve egy tervezett frekvenciaeltolással. Például, ha a tervezett lefelé irányuló alcsatorna és a felfelé irányuló alcsatorna egy RN alcsatornája egymás mellett van, az alsávú adó-vevő lézerfrekvenciája e két alcsatorna közepén állítható be. Ezáltal az al-sávú adó-vevő rádiófrekvenciás sáv szélesség-igénye a lehető legkisebbre csökken. az alcsatorna sáv szélessége, amely a 103. ábrán látható esetben 4 GHz.



104. ábra: Kétirányú átvitelt támogató koherens teljes sávú és al-sávú adó-vevő készülékek, amelyeknél a lefelé irányuló jelet f_0 -nál, a felfelé irányuló jelet pedig f_n -nél központosítják.

Az is megvalósítható, hogy az al-sávú adó-vevő több alcsatornát tudjon sugározni és fogadni az RF-sáv szélesség növelésével. Ha például az al-sávú adó-vevő RF-sáv szélességét 16 GHz-re növelik, 4 szomszédos lefelé irányuló alcsatorna fogadható, és további 4 szomszédos felfelé irányuló alcsatorna továbbítható, irányonként 100 Gb/s hasznos adatátviteli sebességgel. Ez azt jelzi, hogy az alsávú adó-vevő rugalmasan alkalmazható a hozzáférési csomópontok különböző adatátviteli sebességigényeinek kielégítésére.

Az egyszerű kétirányú átvitel helyett két szál is használható a kétirányú átvitel támogatására. Ebben az esetben a koherens adó-vevőben használt cirkulátor elhagyható. Az egyirányú átvittel mindkét szálon az erbiomadagolású szál erősítők (EDFA-k) könnyen használhatók az aggregációs hálózat hatótávolságának kiterjesztésére (pl. 200 km-re vagy annál nagyobb távolságra). A két szálon keresztüli kétirányú átvittel a hálózati forgalom aggregálásához a gyűrűs topológia is támogatható.

7.14.2.2 Motiváció

A nagysebességű passzív P2MP hálózati forgalomaggregáció felhasználási esete rendkívül költséghatékony és energiahatékony eszközt kínál a forgalomaggregáció megvalósítására. A koherens FDMA-alapú P2MP-megközelítés a következő előnyöket kínálja:

- Nagy kapacitás: nagy kapacitású forgalom aggregációjának támogatása (pl. 400 Gb/s FDMA csatornánként) több hozzáférési csomópontból egy magcsomópontba.
- Nagy hatótávolság: a koherens detektálás diszperzió-kompenzációs képessége miatt nagy távolságokra (pl. 400 km-nél nagyobb távolságra) történő átvitel támogatása diszperziós hátrány nélkül.
- Rugalmas sáv szélesség-kiosztás: rugalmas és dinamikus sáv szélesség-kiosztás támogatása a downstream és upstream forgalmi igényeknek megfelelően.
- Nagyfokú skálázhatóság és fejleszthetőség: lehetővé teszi az aggregált rendszer kapacitásának növelését csak a magcsomóponton lévő berendezések korszerűsítésével (pl. az aggregációs kapacitás 400 Gb/s-ról 800 Gb/s-ra növelésével FDMA csatornánként), és potenciálisan lehetővé teszi az egyes RN-k kapacitásának növelését szoftveresen definiált alsáv-os adó-vevő frissítésével.
- Gyűrű alapú üvegszál-as telepítésekben való felhasználhatóság: a népszerű gyűrűs topológia kihasználása a hálózati forgalom aggregálásához.
- Csökkentett CapEx: az optikai adó-vevőegységek számának 50%-os csökkentése a hagyományos P2P megközelítéshez képest, valamint az aktív elektromos aggregációs egység megszüntetése. Ezenfelül megszűnik az aktív elektromos aggregációs egységhez szükséges extra tápellátás és a berendezés helyisége.
- Csökkentett OpEx: a rendszer rugalmassága révén nagyobb fokú távoli üzemeltetést tesz lehetővé.

7.14.2.3 Előfeltétel

Erre a felhasználási esetre a következő előfeltételek vonatkoznak:

- FDMA-alapú passzív P2MP hálózati forgalom-összevonás architektúráis tervei.
- Az FDMA-csatorna partíció specifikációja az átjárható műveletekhez.
- Az egyes FDMA-csatornák vezérlése és kezelése, beleértve a DBA-t, a teljesítményszabályozást és a szoftveresen meghatározott rendszerkapacitás-növelést stb.

7.15 29. felhasználási eset: B2B szolgáltatások összehangolása xPON-hálózatokban

7.15.1 Felhasználási kontextus

Az FTTH-hálózatok xPON-technológiája az elmúlt években fejlődött, és ma már számos szolgáltató tömegesen alkalmazza. Ez az egyik pillére az európai gigabites társadalomról szóló uniós ajánlásnak, amely a B2C-piac számára hozzáférést biztosít a szélessávú szolgáltatásokhoz, és 2025-re minden európai háztartásban 1 Gb/s sebességet céloz meg.

Az európai penetrációs arány átlagosan 43 %, néhány országban 70 % fölött, máshol pedig már 90 % fölött van. A háztartásokon kívül ez a lefedettség a B2B helyszíneket, például kereskedelmi épületeket, gyárakat, vállalatokat, üzleti célú létesítményeket (pl. technológiai parkok) és közintézményeket (pl. vidámparkok, tengeri kikötők, sportstadionok) is eléri.

A kv-piac számára a kommunikációs szolgáltatások árcéljai jelentős jelentőséggel bírnak. Az xPON a sáv szélesség/ár arány miatt a kommunikációs szolgáltatások első számú választása, és egyes piacokon a teljes üvegszál-as hozzáférés 15-18 %-át teszi ki.

Az ezen a piacon az üzemeltetői megoldások általában különböző berendezéseket használó ajánlatot tesznek, bár a legtöbbször a kereskedelmi szolgáltatási csomagok kevesebb sáv szélességet használnak, mint a B2C-szolgáltatások. Ennek egyik oka a márkaépítéssel függ össze (vonzóbb egy vállalati jellegű, márkás berendezést eladni, mint egy általánosat). A másik ok a teljesítmény.

Ez a megközelítés különböző hozzáférési hálózati csatlakozási szolgáltatás-definíciókat és OSS végberendezések modellezését eredményezi. A megközelítés jól definiált szolgáltatásnyújtási munkafolyamatokat és szállítási folyamatokat eredményez, amelyek a B2C megoldásokkal összehasonlítva ugyanezen a hozzáférési hálózaton a piacra jutási időt megnövelik. Ennek egyik oka az, hogy a tömeges rendelkezésre bocsátást igénylő lakossági piac esetében az adatmodellek stabilak és jól definiáltak. Az alkalmazott lakossági berendezések teljes mértékben megfelelnek a követelményeknek, szemben a B2B CPE-kkel, amelyek nem felelnek meg teljes mértékben a követelményeknek.

7.15.2 A felhasználási eset leírása

7.15.2.1 Áttekintés

Ennek a felhasználási esetnek a célja egy olyan közös hozzáférési hálózati csatlakozási szolgáltatási modell meghatározása, amely a B2B igényeket szolgálja ki, egy egységes CPE eszköz (EG, beleértve az ONU-t is) és az OLT SNI (Service Node Interface - szolgáltatási csomóponti interfész) speciálisan meghatározott B2B szolgáltatási VLAN-ok használatával.

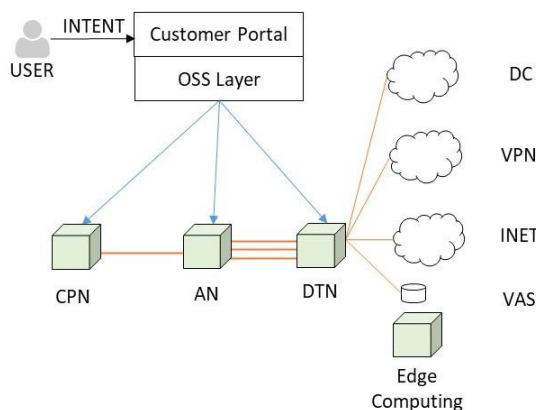
A vállalati átjáró (EG) egy L2/L3 eszköz lesz, amely a költségesökkentés érdekében egy ONU-val van integrálva, és jól bevált adatmodelleket használ a menedzsment automatizálásához. Az egységesített CPE univerzális eszközként fog működni, amely több szerepet tölt be, és különböző csatlakozási célokat szolgál.

A hálózati kapcsolati modellt az erőforrás-összehangoló északra irányuló APIja teszi elérhetővé a felsőbb OSS-rétegek számára. Az OSS-réteg felelős a CPN- és hozzáférési hálózat-irányítók szolgáltatási kérelmekről való tájékoztatásáért. A felhasználó a 104. ábrán látható módon a biztosított ügyfélkapun keresztül fejezi ki szolgáltatási szándékát. További szolgáltatásokat, például biztonsági funkciókat vagy igény szerinti sáv szélesség-változtatásokat a felhasználó ezen a digitális csatornaportálon keresztül kérhet.

Ez lehetőséget jelent a hozzáférési hálózati szolgáltatások közös készletének kihasználására és szabványosítására a tömeges telepítési forgatókönyvek esetében, mind az üzleti ügyfelek, mind a távközlési szolgáltatók számára:

- VPN-kapcsolat
- Internet-hozzáférés
- Edge Compute adatközpont közvetlen csatlakoztathatóság
- 4G/5G kis cellák közvetlen csatlakoztathatósága az 5G SA maghoz
- Érzékelő / felügyeleti eszközök Csatlakoztathatóság

A B2B piacon az ügyfelek digitális interakciója ezeken a portálokon keresztül kulcsfontosságú megkülönböztető tényező a szolgáltatók számára. Megkönnyíti az átlátható ügyfélkapcsolatokat, biztosítja a szolgáltatások ellenőrzését, és lehetőséget kínál a szolgáltató számára új, hozzáadott értékű szolgáltatási bevételi forrásokra. A portál lehet a CPE-eszközön vagy az üzemeltető szélső számítási platformjain.



105. ábra: Ügyfélportál és B2B szolgáltatási kapcsolódási folyamatok

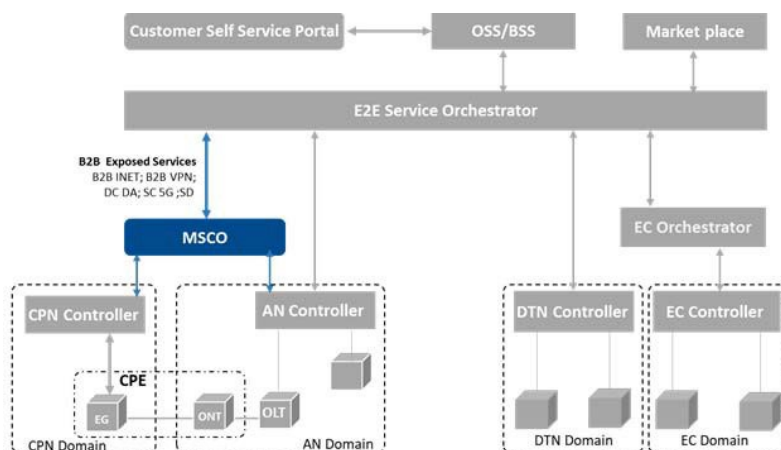
Az átfogó megoldás a következő három komponensből álló ökoszisztéma segítségével valósítható meg, amint azt a 106. ábra mutatja.

Ügyfél-önkiszolgáló portál: olyan digitális felület, amely a felhasználó azon szándékára vonatkozik, hogy a hálózati szerződés paramétereinek módosítását kérje. Ezek a paraméterek kapcsolódhatnak olyan általános QoS-funkciókhoz,

mint a sávszélesség, a kapcsolat szolgáltatási osztálya, az útválasztási protokoll, vagy a LAN IP-tartomány vagy VLAN-ok hozzáadása/változtatása.

Enterprise Gateway: Az L2/L3 eszköz, amely képes kezelni az üzlet-specifikus csatlakozási szolgáltatások biztosítását. Kapcsolódhat további eszközfunkciókhoz, mint például a Wi-Fi®, a mobil rádió vagy egy IoT protokoll stack, amely a CPE eszközben kombinálható. Fizikailag a CPE-be van integrálva.

Multi-Service Connectivity Orchestrator (MSCO): ez az ökoszisztéma szoftveres része. Ez egy hálózati szolgáltatás-orchestrátor, amely képes a B2B szolgáltatásokat "Network as a Service"-ként (hálózat mint szolgáltatás) a magasabb rétegek számára elérhetővé tenni. Biztosítja továbbá több CPE és szerepkörök kezelését, egyesítve az ONU és az EG funkciók szolgáltatásmeghatározását. Egy példa erre egy VPN-hozzáférési szolgáltatás, amely egy OLT SNI-ben végződik, amely a PE-hez csatlakozik. Egy másik példa egy olyan csatlakozási szolgáltatás, amely egy adott OLT SNI-ben végződik, amely az L3 útválasztásért felelős szolgáltatás VPN-hez csatlakozik, egészen az 5G SA Core UPF funkcióig.



106. ábra: B2B Enhanced connectivity architektúra

A tipikus forgatókönyvek a következők:

- B2B és B2C szolgáltatáscsomagok ugyanabban az OLT-ben.
- Kezelt kapcsolati jellemzők, mint például a sávszélesség és a szolgáltatási osztály (CoS).
- Értéknövelt szolgáltatások (VAS) nyújtása az üzemeltetők szélső számítási adatközpontjában lévő instanciált funkciók szolgáltatásláncolásával.
- Kis cellák tömeges telepítése az xPON hozzáférési hálózatok segítségével.
- Nyilvános videomegfigyelés FTTH-lefedettséggel rendelkező sűrű területeken.

7.15.2.2 Motiváció

- Alacsonyabb OSS integrációs költségek a B2B csatlakozási szolgáltatások közös készletének meghatározásával, a CPN és a hozzáférési hálózatok kombinálásával.
- Az ügyféleszközök költségeinek csökkentése moduláris CPE használatával, több B2B szolgáltatás tömeges bevezetése az xPON-on keresztül.
- Az emberi hibák csökkentése és a nulla érintéses üzembe helyezés elérése egy központi vezérlő segítségével.
- Csökkenti a helyszíni beavatkozási költségeket és egyszerűsíti az ügyfélhelyiségek hálózatának üzemeltetését az ONU és az EG egyetlen CPE-eszközben történő kombinálásával.
- Teljes körű felhasználói irányítás és digitális csatorna VAS biztosítása egy ügyfél önkiszolgáló portálon keresztül.

7.15.2.3 Előfeltétel

A CPE-nek meg kell felelnie az MSCO, a CPN és a hozzáférési hálózati ellenőrök által használt szabványos adatmodelleknek, és teljes mértékben támogatnia kell azokat.

7.15.2.4 A cselekvések operatív folyamata

Az ügyfél a megrendelést az Ügyfél Önkiszolgáló Portálon keresztül adja le.

Az E2E Service Orchestrator a megrendelést több Resource Facing Service (RFS) szolgáltatásra bontja. Egy vagy több RFS használja a Multi-Service Connectivity Orchestrator által közzétett szolgáltatásokat.

A Multi-Service Connectivity Orchestrator leképezi az orchestrációs erőforrás szolgáltatási paraméterek sorrendjét a CPN vezérlőn keresztül az EG konfigurációhoz szükséges API-hívásokba (pl. IP-cím, útválasztási protokoll, alakítási sebesség, CoS, VXLAN ID, LAN IP-tartomány, aktív/proxy DHCP stb.) és az OLT/ONU-hoz az Access Network vezérlőn keresztül (pl. SNI VLAN, Customer VLAN, Uplink sebesség, Downlink sebesség stb.).

7.16 Felhasználási eset #30: Igény szerinti sávszélesség

7.16.1 Felhasználási kontextus

A jelenlegi helyhez kötött szélessávú szolgáltatások esetében az előfizetők számára kiosztott sávszélesség jellemzően statikus. Számos előfizetői szolgáltatás, például játékfrissítések, videóletöltések vagy időszakos adatmentések azonban változó sávszélességet igényelnek. Ha az előfizetők számára lehetővé tesszük, hogy korlátozott ideig (órák, percek, másodpercek vagy akár milliszekundumok) ideiglenes sávszélesség-növelést kérjenek, az jelentősen javíthatja a szolgáltatási élményt. Ez segíthet optimalizálni a hálózati sávszélesség kihasználtságát. Az előfizető igény szerinti sávszélesség-változtatási kérelmének engedélyezésekor a végponttól végpontig tartó sávszélesség rendelkezésre állását figyelembe vesszük.

7.16.2 A felhasználási eset leírása

7.16.2.1 Áttekintés

A helyhez kötött szélessávú szolgáltatások esetében a hálózattervezés olyan, hogy nagyon valószínűtlen, hogy a hálózati sávszélesség teljes mértékben ki legyen használva és telített legyen.

Jelenleg a legtöbb szélessávú szolgáltatás az idő nagy részében statikus sávszélességet használ. A végfelhasználók számára előnyös lenne, ha a sávszélesség egy előre meghatározott időre és/vagy időtartamra ideiglenesen megnövekedne. Ilyen szolgáltatások például a következők:

- **Online játék:** játék közben a felhasználónak körülbelül 25-50 Mbps-ra van szüksége. Egy tipikus játékfrissítés mérete 50 GB nagyságrendű, ami 50 Mbps sebesség mellett körülbelül 2 órát vesz igénybe.
- **Rendszeres adatmentések:** a differenciális mentések viszonylag kis sávszélességűek, de egy teljes mentés könnyen több nagyságrenddel nagyobb lehet.
- **Prémium videostreaming szolgáltatás:** a normál méretű (pl. 2K HD) videókat támogató előfizetéssel rendelkező felhasználóknak érdeke lehet, hogy időnként több sávszélességet használjanak a 4K/8K UHD videók streamelésére.
- **Újságok letöltése:** a digitális újságok mérete jelentős lehet. A szokásos szélessávú szolgáltatások sávszélessége alapján egy teljes digitális újság letöltése több percet vesz igénybe. Az igény szerinti sávszélesség jelentősen megnövelheti a letöltési időt egy ideiglenes, néhány másodperces sebességnövekedéssel.
- **Előre felvett videotartalom letöltése:** számos platform lehetővé teszi a videotartalom letöltését offline megtekintéshez. Mivel a tartalom nagy lehet, és gyakran a felhasználók rövidebb letöltési időt szeretnének, ezért a sávszélesség igény szerint megfelelő megoldás.

Az ilyen típusú szolgáltatások felhasználói valószínűleg nem fogják tartósan frissíteni meglévő előfizetésüket, mert a sávszélesség pillanatnyi, szórványos jelleggel növekszik. Az üzleti modelltől függően azonban érdekelheti őket a sávszélesség átmeneti növelése, ha a mögöttes hálózat ezt lehetővé teszi.

A felhasználó két fő módon kérheti a sávszélesség növelését:

- **Manuálisan:** a felhasználó ideiglenes növelést kér, például egy szolgáltatói alkalmazásban egy gombra kattintva.

- **Automatikusan:** a felhasználó határozza meg (pl. egy szolgáltatói alkalmazáson keresztül), hogy mely alkalmazások igénylik az F5G-hálózattól (általában az F5G hálózatkezelő rendszer által) a sávszélesség növelését. Lehetnek megállapodások a konkrét napszakokra és egyéb, itt nem részletezett szempontokra vonatkozóan. A hálózat például észlelheti, hogy a felhasználó sávszélességét egy rögzített bitráta-profil korlátozza, miközben rendelkezésre állnak olyan erőforrások, amelyek átmenetileg további sávszélességet biztosítanak.

A távközlési szolgáltató kétféle módon kínálhat átmeneti sávszélesség-növekedést előfizetőinek:

- **Spontán:** az előfizetőnek azonnal szüksége van a sávszélesség növelésére, például egy 4K-s videó letöltéséhez. Az, hogy a kérés teljesíthető-e, a hálózat aktuális terhelésétől és a kívánt sávszélesség-növelés időtartamától függ.
- **Időzített:** az előfizetőnek a sávszélesség növelésére valamikor a belátható jövőben van szüksége, például egy játékfrissítés letöltéséhez, ami akár egyik napról a másikra is megtörténhet. A szolgáltatáskezelő platform ellenőrizheti a rendelkezésre álló kapacitást, és ütemezheti a frissítést, amikor az a legmegfelelőbb.

MEGJEGYZÉS: Ebben a felhasználási esetben a szolgáltatási jellemző csak a sávszélességet veszi figyelembe, azonban az egyéb jellemzők, mint például a garantált szolgáltatás igény szerint stb. további tanulmányozásra szorulnak.

7.16.2.2 Motiváció

Az igény szerinti sávszélesség több előnnyel is jár, például:

- A hálózatüzemeltetők optimalizálhatják a rendelkezésre álló erőforrásaikat.
- A hálózatüzemeltetők/szolgáltatók új üzleti ajánlatokat dolgozhatnak ki a végfelhasználók számára.
- A végfelhasználók számára javulhat a felhasználói élmény minősége.

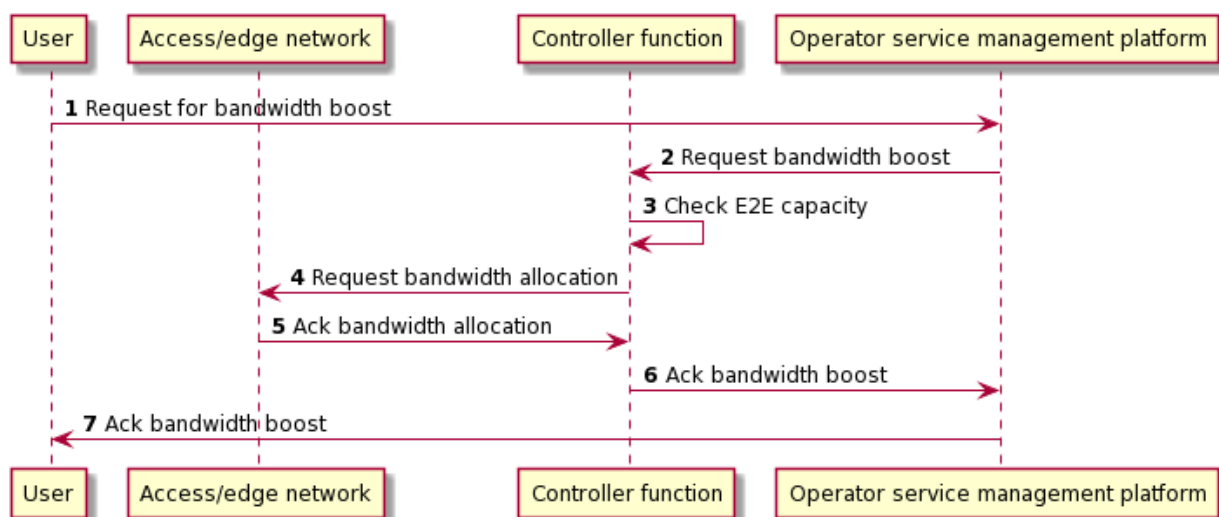
7.16.2.3 Előfeltételek

A következő előfeltételeknek kell teljesülniük:

- Az előfizető vagy az alkalmazás kérheti a sávszélesség ideiglenes növelését.
- A hálózatkezelő rendszer rendelkezik azzal a funkcióval, hogy felmérje, van-e elegendő kapacitás a hálózaton a sávszélesség-változtatás végrehajtásához.
- Létezik egy szolgáltatáskezelő platform, amely biztosítja a hálózaton belüli igény szerinti sávszélesség-kiosztást.

7.16.2.4 A cselekvések operatív folyamata

A 107. ábra egy példát mutat a sávszélesség igény szerinti működési folyamatára. Ebben a konkrét példában a felhasználó kéri, hogy ideiglenesen több sávszélességet használjon a hálózaton. Hangsúlyozni kell, hogy sok más lehetséges működési folyamat is létezik, amelyek az üzleti ajánlattól vagy a megvalósítástól függhetnek.



107. ábra: Példa a sávszélesség igény szerinti működési áramlására ügyfélvezérelt kérés esetén

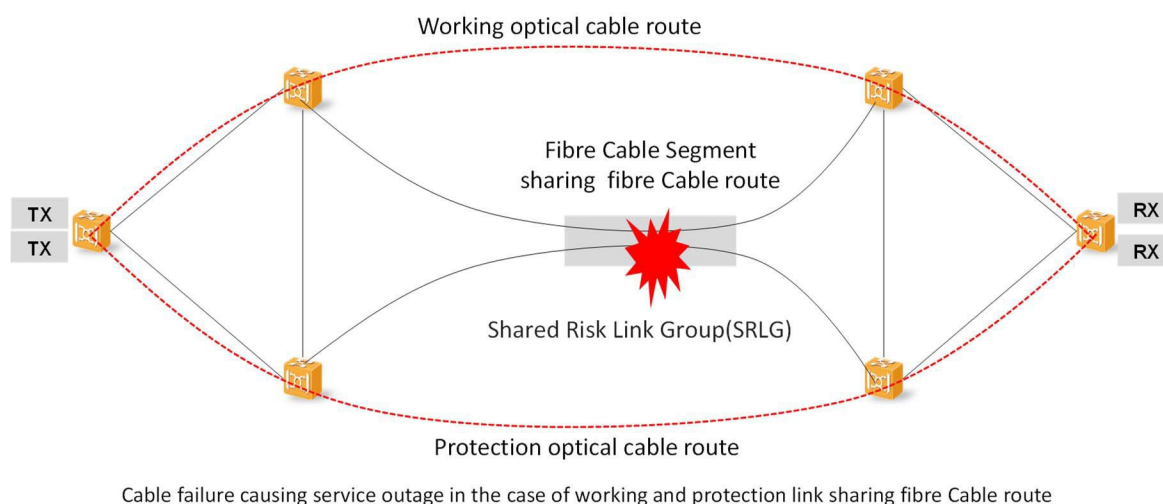
- 1) A felhasználó a sávszélesség ideiglenes növelésére irányuló kérelmet küld az üzemeltető szolgáltatáskezelő platformjának. A kérés tartalmazza legalább a kívánt bitsebességet. Opcionálisan a kérés tartalmazhatja:
 - Egy konkrét kezdő időpont: vagy az aktuális időpont (a felhasználó azonnal le akar tölteni valamit), vagy valamikor a jövőben (a felhasználó este 10-kor szeretne megnézni egy filmet).
 - Egy konkrét befejezési időpont: ez vagy a szolgáltatás tervezett befejezési időpontja (mint a film vége), vagy egy határidő, mielőtt valamit be kell fejezni (például a biztonsági mentéseket, amelyeket éjjel előtt be kell fejezni).
- 2) A hitelesítési és engedélyezési műveletek követően az üzemeltetői szolgáltatáskezelő platform a sávszélesség-növelési paramétereket tartalmazó kérést küld a vezérlő funkciónak.
- 3) A vezérlőfunkció ellenőrzi, hogy az E2E hálózati kapacitás elegendő-e a kért erősítéshez.
- 4) A vezérlő funkció különböző opciókkal kérést intéz az Access/edge hálózatokhoz (ez az Access és Aggregation Network az Aggregation Edge Node-ig):
 - Egy konkrét kezdési időpont, beleértve a mostantól és az időtartamot.
 - Ha a sávszélesség a jövőben rendelkezésre áll (a vezérlőfunkció ellenőrzi, hogy mikor osztható ki az extra sávszélesség).
- 5) Az Access/edge hálózat ideiglenes sávszélességi profilt alkalmaz, és ezt visszaigazolja a vezérlő funkciónak.
- 6) A vezérlő funkció visszaigazolja a szolgáltatáskezelő platformnak a lökést.
- 7) A szolgáltatáskezelő platform a sávszélesség növelését a felhasználó számára olyan információkkal ismeri el, mint az időtartam és az árképzés.

7.17 31. felhasználási eset: Intelligens optikai kábelkezelés

7.17.1 Felhasználási kontextus

Az optikai kábelek nem intelligens erőforrások, mivel csak passzív alkatrészekből állnak. A kábel útvonalvezetését, a hibák felderítését és a minőségellenőrzést általában kézzel végzik. Ennek eredményeképpen az optikai kábelhálózatok kezelésének hatékonysága alacsony. Az optikai kábelhálózat-menedzsment pontossága és konzisztenciája az emberi beavatkozás miatt nem teljesen pontos, és a hibák észlelése reaktív és lassú. Például a szolgáltatásnyújtás során két, különböző fizikai kábelútvonalakhoz tartozó optikai kábelt lehet egy szolgáltatáshoz rendelni. Az egyiket munkakapcsolatnak, a másikat pedig védelmi kapcsolatnak minősítik. Előfordulhat azonban, hogy mindkettőt tévedésből ugyanahhoz a kábelútvonalhoz rendelik, amint azt a 108. ábra szemlélteti, ami gyakorlatilag a szolgáltatás tartékolásának hiányát eredményezi. Abban az esetben, ha a kábelt elvágják, mind a munka-, mind a védelmi útvonal egyszerre szakadhat meg, ami szolgáltatáskiesést okozhat. Ezt a kollokált kábelútvonal-problémát manuálisan észlelik, ami alacsony hatékonyságot jelent.

Ahhoz, hogy egy F5G hálózat garantálni tudja a szolgáltatás rendelkezésre állását, intelligens optikai kábelhálózat-menedzsmentre van szükség. Pontosan azonosítja az optikai szálak azonos kábel- és azonos csatornaadatait, és proaktívan segítséget nyújt a hibaelhárításban és folyamatos minőségellenőrzést biztosít.



Cable failure causing service outage in the case of working and protection link sharing fibre Cable route

108. ábra: Kábelhiba okozta szolgáltatáskiesés, ha a munka- és a védőkapcsolat osztozik a szálak kábel

7.17.2 A felhasználási eset leírása

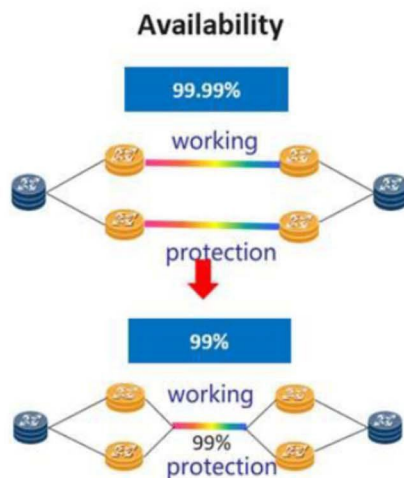
7.17.2.1 Áttekintés

7.17.2.1.1 Általános

Néhány gyakorlati probléma, amelyet nem lehet figyelmen kívül hagyni a jelenlegi optikai kábelhálózat-kezelési rendszerben:

- 1) Az optikai kábelek útvonalára vonatkozó információkat manuálisan kezelik és karbantartják, ami megnehezíti a pontosság biztosítását. A megosztott kábelútvonal-információkkal rendelkező szolgáltatás nem teljesen megbízható (pl. egy adott szolgáltatás munka- és védőkapcsolata ugyanabban a kábelben, ugyanabban az árokban vagy ugyanabban a csatornában van elhelyezve). Ennek eredményeképpen a szolgáltatás rendelkezésre állása nem garantálható, és a szolgáltatásoknál fennáll a szolgáltatáskiesés kockázata.

- Manual Input: Fibre Co-Cable
- Manual Shared Risk Link Group(SRLG) update after fibre reroute



109. ábra: A rendelkezésre állás romlása a megosztott kábelek miatt

- 2) Az optikai kábelek útvonalai jelenleg nem kapcsolódnak a GIS (földrajzi információs rendszer) információihoz: így az optikai kábelek hibái nem lokalizálhatók pontosan.

Jelenleg, ha egy hiba egy adott optikai csomóponttól néhány kilométeren belül (szálhosszban) jelentkezik, az azonosítható (optikai idődimenziós reflektométer (ODTR) használatával), de a kiépített optikai kábel útvonala és a szolgáltatási hurkok miatt a kábelhiba földrajzi helyét nem lehet levezetni a szálhosszból. Ezért a javítócsapatnak kézzel kell megkeresnie a tényleges hibát.

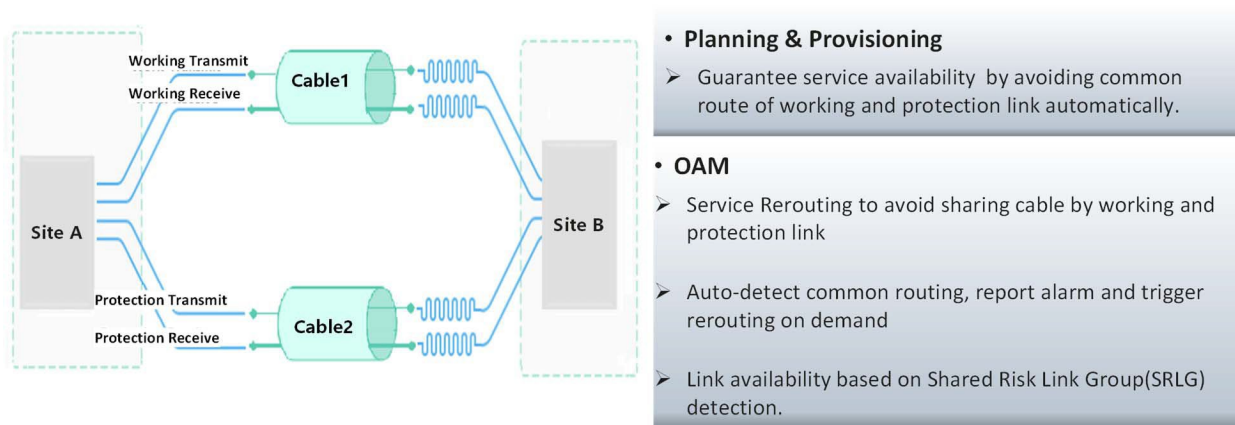
- 3) Az optikai kábel minőségét manuálisan ellenőrzik: Ezért az optikai kábel romlását nem lehet előre jelezni és időben észlelni, ami a hiba bekövetkezése utáni reaktív karbantartáshoz vezet, ami a szokásos válasz.

Összefoglalva, a jelenlegi optikai kábelkezelés pontossága és hibaelhárítási hatékonysága alacsony, ami növeli a szolgáltatás működésének kockázatát, és jelentős hatással lehet a szolgáltatás rendelkezésre állására.

Vegyünk például a WDM-rendszereket, amelyek több terabit/s forgalmi adatot képesek továbbítani. Egy ilyen rendszer esetében az optikai kábelkezelés pontossága rendkívül fontos. A WDM-rendszereket támogató optikai szál kábelek esetében a közös útvonal automatikus azonosítása (azonos kábelben, azonos árokban vagy azonos csatornában történő elhelyezés) kritikus fontosságú. GIS-alapú optikai kábelmenedzsmentet és szálminőség-ellenőrzést alkalmaz. Az állapotjelzés hatékonyan garantálhatja a szolgáltatás rendelkezésre állását, és javíthatja az üzemeltetés és karbantartás hatékonyságát.

7.17.2.1.2 A legfontosabb pontok, amelyekkel foglalkozni kell

- 1) A megosztott útvonal automatikus azonosítása: A szolgáltatás nyújtása és átirányítása során a munka- és a védelmi útvonalat automatikusan és fizikailag el kell választani egymástól. A szolgáltatás rendelkezésre állását a tényleges megosztott útvonalra vonatkozó információk alapján kell pontosan értékelni. A megosztott útvonal állapota a munka- és a védelmi útvonal között automatikusan felismerhető. A korai riasztási mechanizmus szükség szerinti optimalizálást és automatikus szétválasztás-meghatározást indíthat el.



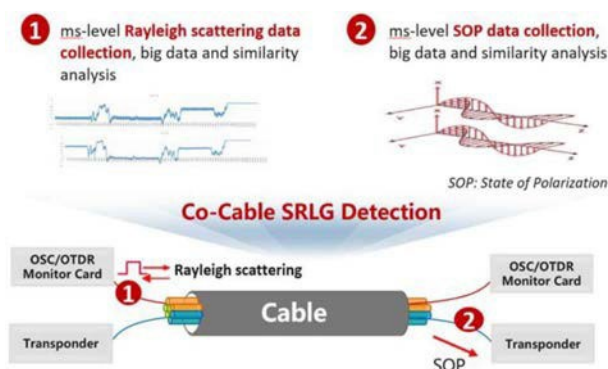
110. ábra: Példa duplikált optikai útvonalának megkettőzésére

- 2) GIS-alapú optikai kábelkezelés: Az optikai kábel útvonalainak GIS-információi kézzel rögzíthetők vagy automatikusan felfedezhetők. Használhat például AI + proaktív perturbációt (rezgéseltetés a kábelre), amely lehetővé teszi az azonos útvonalon osztozó üvegszálak kábelök automatikus korrelációját. A 110. ábra a GIS-információkon alapuló optikai kábeltopológiára mutat példát, amely percek alatt támogatja a hibák utcaszintű lokalizálását.

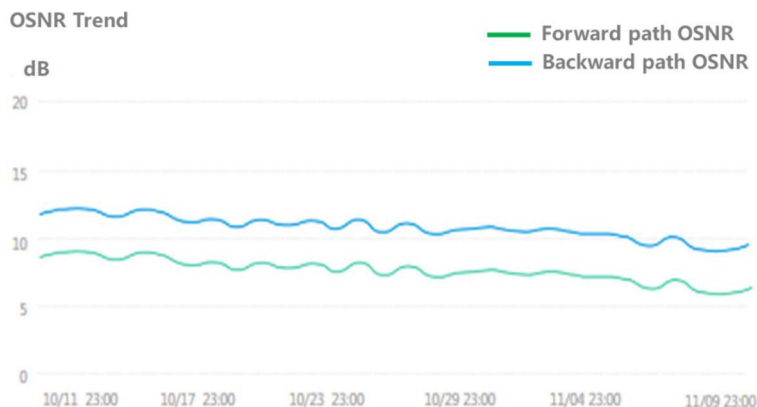


111. ábra: GIS-alapú optikai kábel topológia kezelése (példa)

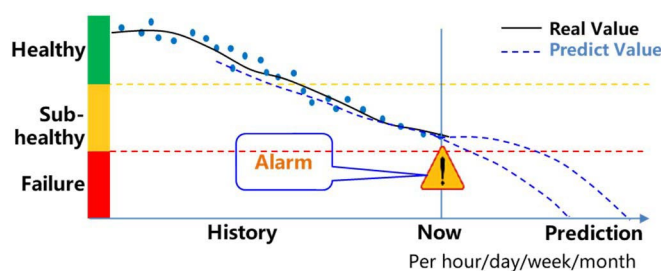
- 3) Valós idejű szálminőség-felügyelet és egészségi állapot-előrejelzés: valós időben gyűjti az optikai teljesítményt, kiszámítja a szálak csillapítását és folyamatosan felügyeli a szálak minőségét. Leromló szál esetén előre figyelmeztet a lehetséges meghibásodásra (lehetővé téve a forgalom más szálra való áterelését), a hiba idejének előrejelzésével, amely a szál romlásának tendenciájából (pl. óra/nap/hét/hónap) származik. Ez lehetővé teszi a proaktív üzemeltetési és karbantartási tevékenységet azáltal, hogy a kábelhiba bekövetkezése előtt a kábel karbantartását kezdeményezi, és így megakadályozza a szolgáltatás kiesését.



112. ábra: A Co-Cable megosztott kockázati összekötő csoport (SRLG)



113. ábra: Online valós idejű optikai csatorna teljesítménye



114. ábra: Optikai szálak degradációjának

7.17.2.2 Motiváció

- A megosztott útvonalú optikai szálak automatikus azonosítása garantálja a szolgáltatás nagyobb rendelkezésre állását.
- Az optikai kábel összekapcsolása a GIS-információkkal javítja az OAM hatékonyságát és pontosságát, támogatja a kábelhibák percek alatti lokalizálását.
- Az optikai szálak minőségének nyomon követése és a romlás előrejelzése, támogatja a proaktív karbantartást és csökkenti a szolgáltatáskieséseket.

7.17.2.3 Előfeltétel

- Telepítse az intelligens optikai kábelhálózat-kezelő APP-t az NMS-be.
- Adja meg az optikai kábelútvonalak térinformatikai adatait (vagy automatikusan érzékelje a térinformatikai adatokat).

7.17.2.4 A cselekvések operatív folyamata

- 1) Az üzemeltető telepíti az intelligens optikai kábelhálózat-kezelő APP-t az NMS-ben.
- 2) Az üzemeltető létrehozza a megfelelő SRLG-t (Shared Risk Link Group).
- 3) Az üzemeltetőnek be kell adnia az optikai kábelhálózat GIS-információit, és az NMS társítja az optikai kábelt a GIS-információkkal, és általános optikai kábelhálózati topológiát hoz létre.
- 4) Az NMS a szolgáltatás nyújtása során automatikusan újraosztja a szolgáltatást, hogy elkerülje a munkaútvonal és a védelmi útvonal ütköztetését ugyanazon a kábelen, árokban vagy csatornában.

7.18 Felhasználási eset #32: AI-alapú PON optikai útvonal diagnosztika

7.18.1 Felhasználási kontextus

A hagyományos optikai útvonal hibajavítási folyamat a PON-ban alacsony hatékonysággal és alacsony pontossággal rendelkezik. Ennek oka a pontatlan ODN-adatok és a nem hatékony szárellátás. Ezért a hozzáférési hálózat menedzsment hatékonyságának javítása érdekében továbbfejlesztett ODN-adatgyűjtési mechanizmusra, gyors diagnosztikára és javításra van szükség.

A hagyományos módszerek, mint például az OTDR (optikai időtartománybeli reflektométer), további hardvert és rendszerfrissítést igényelnek, és nem alkalmazhatók a meglévő rendszerekre. Ez a felhasználási eset a mesterséges intelligencia alapú PON optikai útvonal-diagnosztikára összpontosít, amely a meglévő rendszereken működik.

7.18.2 A felhasználási eset leírása

7.18.2.1 Áttekintés

7.18.2.1.1 Aktuális kérdés

A PON optikai útvonal hibája az egyik fő hibaforrás az Access Networksben. Jelenleg a PON optikai útvonal diagnosztikája az EMS riasztásra és a kézi hibaelhárításra támaszkodik, ami a helyszíni ellenőrzés miatt nem hatékony és költséges. Ezenkívül a hiba helyét manuálisan kell elemezni a riasztások, az ODN-elosztó információi és az ONU-információk alapján. Ha az üzemeltető irányítási rendszerében lévő ODN-erőforrásinformációk pontatlanok, a valós ODN-topológia kézi elemzéssel nem határozható meg pontosan. Ez megnöveli a hibaelhárítás nehézségeit, és tovább vezet a munkautasítások helytelen kiadásához. Ezért a jelenlegi helyzetben a hibafeldolgozási idő hosszú, a felhasználói elégedettség csökken a hosszú szolgáltatásmegszakítás miatt.

7.18.2.1.2 Az AI-alapú PON optikai útvonal diagnózis előnyei

Az összegyűjtött optikai útvonal hibainformációkat egy mesterséges intelligencia platform képzésére használják. Az AI platform megtanulja a hibajellemzőket, és pontosan modellezi az ODN-adatokat a PON optikai útvonaladatokkal.

Pontosan azonosítani tudja a PON optikai útvonal hibájának gyökerét, és gyorsan megtalálja a hibát. Az optikai útvonal teljesítményének romlása nyomon követhető és a teljesítményromlás azonosítható, mielőtt a szolgáltatás megszakadása ténylegesen bekövetkezne.

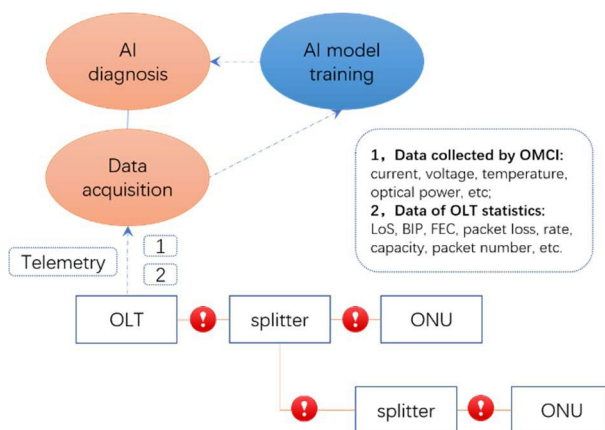
A kapcsolódó munkamegrendelési rendszer automatikusan előre elküldi a megrendeléseket az optikai útvonal hibáinak javítására, hogy megelőzze az ügyfélszolgálat megszakadását. Ily módon az optikai útvonal hibajavításának hatékonysága nyilvánvalóan javul. A PON optikai útvonal hibájának diagnosztizálása a 115. ábrán látható.

7.18.2.1.3 Végrehajtás

A PON optikai útvonal hibájának intelligens diagnózisa az optikai útvonal adatgyűjtésére támaszkodik. Az AI-platform és az OLT közötti adatátvitel telemetriás technológiát használhat, amely rendkívül hatékony. Az AI platform végzi a hibadiagnózist.

Az optikai útvonal adatgyűjtése magában foglalja (lásd a 115. ábrát):

- 1) ONU-statisztikák: optikai modul típusa, áram, feszültség, hőmérséklet, vételi és indítási teljesítmény;
- 2) OLT statisztikák: FEC (Forward Error Correction) korrigált és nem korrigálható hibák, csomagvesztés, átviteli/vételi sebesség, adó/vevő kapacitás, átviteli/vételi csomagok száma;
- 3) Riasztási adatok: optikai útvonal riasztás stb.



115. ábra: PON optikai útvonal diagnosztika

Az AI platform folyamatosan figyeli és elemzi a hozzáférési hálózat optikai útvonalának állapotát az összegyűjtött adatok, például a csomagvesztés és az optikai teljesítmény stb. segítségével, és kiad egy optikai útvonal állapotát ábrázoló diagramot.

Az optikai útvonal hibás eredményei, mint például a gyenge fény, gyakori villanáshiba, optikai útvonal-megszakítás stb. pontosan azonosíthatók olyan modellekkel, mint például a hibafa modell.

A mesterséges intelligencia modellképzés (főként az offline képzés, amely nagyobb pontossággal rendelkezik, mint az online képzés, amely érzékeny a hibásan azonosított riasztásokra) felelős a frissített hibafa modellek biztosításáért.

Az optikai útvonal hibáinak néhány oka a következő:

- 1) PON kártya hiba.
- 2) OLT optikai modul hiba.
- 3) Feeder optikai szál hiba, elosztó optikai szál hiba, csepp optikai szál hiba.
- 4) ONU hiba stb. pontosan lokalizálható olyan algoritmusok segítségével, mint például a korrelációs klaszterező algoritmus.

A hiba diagnosztizált helyzete, az online felhasználók száma stb. alapján a hiba hatása és prioritása pontosan és intelligensen értékelhető. A kapcsolódó munkamegbízási rendszer automatikusan riasztásokat és megbízásokat küld, amelyek támogatják a hatékony üzemeltetői karbantartást.

7.18.2.2 Motiváció

- Az optikai útvonal hibájának intelligens és időben történő elemzése, amely lehetővé teszi az automatikus szolgáltatásnyújtást.
- Valós idejű kijelzést biztosít az optikai útvonal állapotáról.
- Támogatja az optikai útvonal hibáinak proaktív hibaelhárítását, és javítja a hibaelhárítás hatékonyságát.

7.18.2.3 Előfeltételek

- Adatgyűjtő modul áll rendelkezésre.
- Az OLT támogatja a telemetriai technikákat.
- A hálózat mesterséges intelligencia diagnosztikai platformmal rendelkezik, beleértve a hibafa modell képzését is.
- A mesterséges intelligencia képzési adatok elérhetősége.
- Az üzemeltető megadja a hozzáférési hálózati elemek, például az ONU, az OLT és az ODN helyét.

7.18.2.4 ODN telepítési műveletfolyamat

- 1) Az üzemeltető adatgyűjtési funkciót és mesterséges intelligencia diagnosztikai funkciót használ.
- 2) A mesterséges intelligenciával támogatott irányítási rendszer összegyűjti az optikai útvonal hibáit, a hibainformációkat az AI rendszer képzésére használja, és megtanulja a hibajellemzőket.
- 3) A mesterséges intelligenciával kiegészített irányítási rendszer automatikusan jelenti az optikai útvonal hiba riasztási információit, és karbantartási munkamegbízásokat ad ki.
- 4) A mesterséges intelligenciával kiegészített irányítási rendszer közel valós időben jeleníti meg az optikai útvonal állapotát.

Történelem

Dokumentumok története		
V1.1.1	június 2022	Kiadvány