

Dinamikus optikai hálózatok felhasználói interfészei

SZEGEDI PÉTER

MATÁV PKI Távközlésfejlesztési Intézet
szegedi.peter3@ln.mata.v.hu

Reviewed

Kulcsszavak: dinamikus optikai hálózat, ASON, GMPLS, felhasználói interfész, UNI

A tradicionális, hullámhosszosztásos optikai gerinchálózatok (OTN) hatalmas, statikus transzportkapacitásokkal rendelkeznek. A rendelkezésre álló sáv szélességeknek azonban a felmerülő csomag-alapú kliensek előre nem becsülhető, dinamikus forgalmi igényeit kell kiszolgálnia. A statikus optikai hálózatokat ezért intelligens vezérlési és menedzsment funkciókkal kell kiegészíteni az ASON/GMPLS koncepció alapján. Napjainkban az IP/MPLS kliens mellett egyre jelentősebb szerepet tölt be az Ethernet. Az IP/MPLS és az Ethernet kliens valamint az ASON/GMPLS dinamikus optikai szerver réteg együttműködési kérdései (követelmények, funkciók, protokollok, interfészek) napjaink kutatási témáját képezik. A továbbiakban az ASON/GMPLS hálózatok felhasználói interfészével (UNI) foglalkozunk a különböző kliensek tükrében.

1. Bevezetés

A napjainkban jellemző újgenerációs, szélessávú, multimédiás szolgáltatási platformok konvergenciája következtében egyértelművé vált az eszköz és hálózati szintű intelligencia megjelenésének szükségessége az optikai transzport szegmensben. A csomagkapcsolt kliensek és a vonalkapcsolt szerver réteg hatékony, rugalmas és megbízható együttműködésének megvalósítása motiválta a különböző szabványosító szervezeteket és ipari fórumokat, hogy a statikus OTN hálózatokat intelligens vezérlő síkkal és az ehhez szükséges protokoll funkciókkal egészítsék ki.

Az IETF (Internet Engineering Task Force) az IP kliens optikai réteg feletti közvetlen transzportjának megvalósítási lehetőségét az általánosított MPLS protokollban látja. A GMPLS (Generalized Multiprotocol Label Switching) protokoll (IETF RFC 3471-3473) a címkekapcsolás alapvető sémáját kiterjeszti az időrés, a hullámhossz és az optikai kábel tartományokra, így a címkekapcsolt utak nem korlátozódnak tisztán az IP tartományra, de a vezérlés az IP réteg kezében marad [1].

Az ITU-T (International Telecommunications Union – Telecommunications) más megközelítést alkalmazva, a protokollok helyett inkább a hálózati architektúra definiálására helyezte a hangsúlyt az ASON (Automatically Switched Optical Network) ajánlásában. Az ASON ajánlás (G.8080/Y.1304) definiálja az optikai hálózat síkjait (adatsík, vezérlési sík, menedzsmentsík), meghatározza a különböző hálózati berendezéseket, tartományokat és a tartományok közötti együttműködéshez szükséges referenciapontokat (UNI, E-NNI, I-NNI) [2]. Az ASON architektúra a gyakorlatban a GMPLS kiterjesztett protokolljait használja, e téren tehát a két szabványosító szervezet munkája kiegészíti egymást. Az ASTN ajánlás (G.807/Y.1302) a hálózati szolgáltatások és az architektúra definiálását az általánosított PDH, SDH és OTN alapú transzport hálózatokra is kiterjeszti.

Az OIF (Optical Internetworking Forum) ipari fórum célkitűzése, hogy az IETF és az ITU-T munkájából kiindulva az ASON/GMPLS szabványok harmonizációját megteremtse, így elősegítve az intelligens vezérléssel rendelkező optikai hálózatok gyakorlati megvalósítását. Az OIF megkülönbözteti a felhasználói (IP) és a szolgáltatói (OTN) tartományokat és specifikálja a tartományok közötti jelzésprotokollokat. Az UNI (User-to-Network Interface) a felhasználói és a szolgáltatói hálózat között értelmezett, az NNI (Network-to-Network Interface) pedig két szolgáltatói tartomány között. Az UNI elrejtje az OTN hálózat részleteit a felhasználó elől, és a GMPLS szabványos protokolljait alkalmazza a jelzésátvitel megvalósításához [3].

A GMPLS, az ASON és az UNI/NNI szabványbeli ajánlások lehetővé teszik a szolgáltatók számára, hogy a gyakorlatban megtervezzék, megvalósítsák és üzemeltessék a dinamikus optikai hálózatokat és a felettük nyújtott rugalmas szolgáltatásokat. A dinamikus optikai hálózatok klienseként az IP/MPLS mellett napjainkban egyre markánsabban jelentkezik az Ethernet. Alapvetően az Ethernet kapcsolókon alapuló, de a „Martini draft” (draft-martini-ethernet-encap-mpls-02.txt) alapján MPLS vezérlő funkciókkal kiegészített Ethernet kliens és a dinamikus optikai transzport hálózatok együttműködési kérdéseivel, valamint az Ethernet szolgáltatások megvalósítási lehetőségeivel a MEF (Metro Ethernet Forum) ipari fórum foglalkozik. A MEF által definiált hálózati architektúrák és referencia pontok összhangban vannak az ITU-T és az IETF ajánlásokkal.

2. ASON/GMPLS hálózatok együttműködési modelljei

A dinamikus optikai hálózatok felhasználói interfészének követelményei és funkcionális ismertetése előtt célzerű áttekinteni a különböző szabványosító szerveze-

tek és ipari fórumok munkája során keletkezett együttműködési modelleket, hogy azonosítani tudjuk az interfészek helyét és szerepét. A szolgáltatóknak elsősorban a csomag-alapú kliens (IP/MPLS, Ethernet) és a vonalkapcsolat szerver (SDH, WDM) réteg együttes menedzselését kell megoldaniuk hálózataikban. Két alapvető modell létezik, amelyben ez a kétszintű menedzselés elképzelhető, a lefedő (overlay) és az együttműködő (peer-to-peer) modell. A két nagy szabványosító szervezet (IETF, ITU-T) a modellek értékelése tekintetében eltérnek egymástól, de a jelenlegi törekvések afelé mutatnak, hogy a lefedő modell széles körben implementálható legyen a hálózatokban.

2.1. ASON lefedő modell

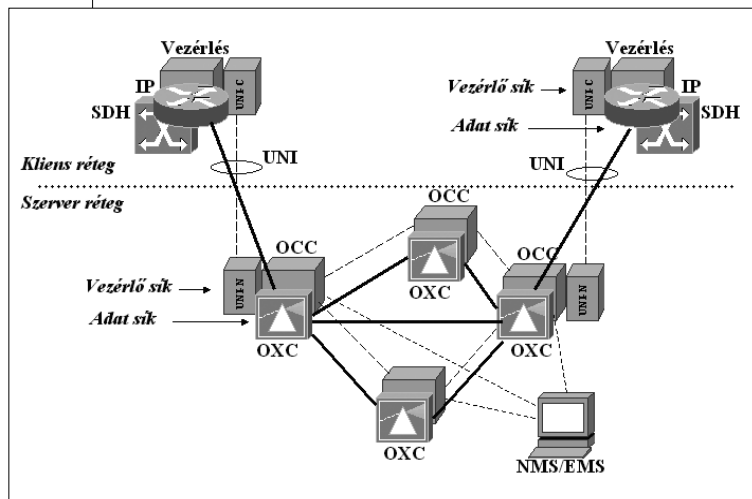
Az ITU-T által definiált ASON architektúra és az OIF UNI/NNI ajánlása egyaránt a lefedő modell koncepcióját követi. A lefedő modell jelentheti az első és legegyszerűbb lépést az intelligens optikai hálózatok megvalósítása felé. A modell alapvetően egy kliens-szerver jellegű együttműködést definiál, ahol elválik egymástól az IP és az optikai tartomány. A kliens maga az IP router a szerver pedig az optikai hálózat határcsomópontja. A lefedő modellre jellemző, hogy a kliens egy „fekete doboz” jellegű szolgáltatást kér a kiszolgáló hálózattól, mivel protokolljaik elkülönülve, függetlenül működnek. A szolgáltató optikai hálózatának topológiája rejtve marad a felhasználó előtt. A lefedő modell előnye, az egyszerű bevezethetősége és alkalmazása. A protokollok szeparáltsága lehetővé teszi az esetleges hibák egyszerű lokalizálását, valamint a hálózati rétegek önálló fejlesztését. A lefedő modell kezdeti megvalósítása során (első generációs WDM hálózatok) a statikus megoldást alkalmazták, míg újabban az OIF munkája nyomán a jelzésprotokollokat (UNI/NNI) alkalmazó lefedő modell került előtérbe [2].

A statikus lefedő modellben a pont-pont összeköttetések „manuálisan” konfigurálhatóak. Az összeköttetések létrehozását centralizált NMS/EMS (Network/Element Management System) rendszeren keresztül a hálózati operátor végzi. Az IP és az optikai réteg között nincs protokoll szintű kapcsolat (nincs UNI), a működés sémája leginkább az ATM hálózatok PVC összeköttetéseinek felépítésére hasonlít. A statikus lefedő modell hátránya, hogy rugalmatlan és lassú a nagy dinamikájú hálózatok számára, a gyors szolgáltatásnyújtás megvalósítása nehézségekbe és skálázhatósági korlátokba ütközik.

A jelzésprotokoll alapú lefedő modell kihatározza az UNI adta lehetőségeket. Az UNI interfész egy kommunikációs felületet valósít meg az optikai hálózatot határoló, optikai vezérlővel (OCC – Optical Connection Controller) ellátott OXC és az IP hálózat peremét jelentő router (vagy egyéb nem IP – pl. SDH, ATM – berendezés) között. A pont-pont kapcsolatok automatikus konfigurálása (felépítés, törlés, lekérdezés) mellett bizonyos paraméterek figyelembevételével lehetőség van különbö-

ző szolgáltatási követelmények érvényesítésére is a kapcsolatok felépítése során. Ehhez az optikai tartományban működő útvonalválasztó, jelzés és topológia felderítő protokollok implementálására van szükség.

Az 1. ábra szemlélteti az UNI alapú lefedő modellt. Az alapvető UNI funkciók közé tartozik az IP végpont elérhetőségére vonatkozó információk továbbítása (kliens IP címének regisztrálása, lekérdezése) és az optikai transzport szolgáltatás jelzésprotokoll útján történő felderítése (fényút kérés, lekérdezés, módosítás stb.). A statikus modellhez hasonlóan itt is lehetőség van egy centralizált NMS funkció segítségével a hálózat megfelelő működésének kontrollálására.



1. ábra UNI alapú lefedő modell

2.2. GMPLS együttműködő és lefedő modell

Az ITU-T és az OIF megközelítésével ellentétben az IETF a GMPLS szabvány kidolgozása során az együttműködő modellt követte. Fontos megjegyezni, hogy a GMPLS – az MPLS-el ellentétben – nem egy hálózati rétegbeli (OSI/ISO Layer 3) protokoll, hanem egy szabványosított jelzésprotokoll a szolgáltatói berendezések között.

Az együttműködő modellben minden hálózati csomópont közös útvonalválasztó protokollt futtat, az IP router és az OXC értesíti egymást az IP címekről és a hálózat állapotát leíró információkról. Az optikai tartományra kiterjesztett GMPLS protokoll alapján a hullámhossz kapcsoló routerek pusztán hullámhosszakat kapcsolnak az IP útvonalválasztó szoftver vezérlése alapján. Nincsenek elkülönített tartományok, az egész hálózat egy lapos hierarchiájú, zárt környezetet képez [1].

Míg a lefedő modell egy publikus, jól definiált UNI-t feltételez, addig az együttműködő modell egy zárt környezetben belüli, privát UNI-t értelmez, amely valójában nem is egy definiált interfészt, hanem csak egy UNI szerű funkciót jelent.

Az együttműködő modellben az IP router közvetlenül kiszolgálja a pont-pont összeköttetés kéréseket, a forrás alapú, globális linkállapot jellemzőkön alapuló útvonalválasztó algoritmusok segítségével (pl. OSPF-TE). Az összeköttetések jelzésátvitelére a végponttól végpon-

tig kiépített MPLS LSP-k vezérlésével közösen, kiterjesztett jelzésprotokollok segítségével történik (például RSVP-TE).

A legutóbbi időkig az IETF GMPLS protokollja tisztán az együttműködő modellt követte, ahol minden hálózati elem komplett információval rendelkezik a hálózat egészéről. Ez a modell szükségtelenné tette a publikus UNI és NNI interfészek implementálását a GMPLS alapú hálózatokban, hátráltatva ezzel az ASON/GMPLS együttműködési tesztek megvalósítását. Az IETF és az OIF együttműködésének köszönhetően mára a GMPLS architektúra is támogatja a lefedő modellt, a szabványosítók pedig definiálták az UNI-t a GMPLS hálózatokban is.

A lefedő modellnek megfelelő GMPLS UNI ajánlás (draft-ietf-ccamp-gmpls-overlay-05.txt) az eddigi „lapos” GMPLS hierarchiában definiál mag csomópontokat és határoló csomópontokat. A mag csomópontok egymás között továbbra is a zárt környezetnek megfelelően működnek, a határoló csomópontok viszont lefedő hálózatot képeznek a maghálózat felett. A határoló csomópontok nem tartoznak a mag csomópontok útvonalválasztási tartományába, így nem ismerik a maghálózat topológiát. A határoló és a mag csomópontok között a GMPLS UNI interfészen megvalósított jelzés szintű együttműködésre van szükség az ajánlásban definiált RSVP-TE protokollnak megfelelően. Lefedő modellben a publikus UNI interfészen nincs útvonalválasztó információ csere, míg az együttműködő modellben a privát UNI interfészen útvonalválasztó információk is cserélődnek a kliens (határoló csomópont) és a szerver (mag csomópont) között.

3. Felhasználói interfész (UNI) követelmények, funkciók

Az ASON/GMPLS dinamikus optikai hálózatok kezdeti bevezetését és együttműködési tesztelését a lefedő modell szerinti implementálás és a tartományok közötti referencia pontok (UNI, I-NNI, E-NNI) definiálása tette lehetővé. A továbbiakban az UNI interfész követelményeivel és funkcióival foglalkozunk részletesen.

Az OIF ipari fórum az UNI 1.0 Release 2. (OIF 2003. 248) ajánlásában definiálja a dinamikus optikai hálózatok felhasználói interfészét. Eszerint az UNI funkcióival szemben támasztott legfontosabb követelmények a következők [4]:

- gyors összeköttetés felépítés a kliensek között;
- különböző szintű védelmi és helyreállítási megoldások alkalmazhatósága;
- jelzésprotokollok implementálása a kapcsolat felépítéshez;
- automatikus kliens és hálózati oldali berendezés felderítés;
- automatikus szolgáltatásjellemző felderítés;
- hibadetektálás, lokalizálás, riasztás.

Az UNI 1.0 ajánlás első sorban az IP kliensre koncentrál, de nem zár ki más klienseket (pl. SDH, ATM) sem.

Az ajánlás célja, az IP kliens és az optikai hálózat közötti jelzésprotokoll definiálása az SDH alapú összeköttetések menedzseléséhez az optikai hálózat felett. Az SDH transzport mellett az OIF kezdetben tervezte az ITU.T G.709 szabványú OTH (Optical Transport Hierarchy) keretezés támogatását is, de ez jelenleg nem része az UNI 1.0 R2 ajánlásnak. Az UNI alapú lefedő modellben az optikai hálózat egy felhőnek van feltételezve, amely transzport szolgáltatásokat nyújt az UNI és az NNI referencia pontok között. Az UNI 1.0 SDH kapcsolat szintű transzport szolgáltatásokra épít és három SDH összeköttetés alapú szolgáltatást értelmel:

- *PLR (Physical Layer Regenerator) áramkör:*

A szolgáltatás minden bitet transzparensen továbbít. Nincs az eszközök között együttműködési probléma, de monitorozási lehetőség sincs.

- *STE (Section Terminating) áramkör:*

A szolgáltatás a multiplex-szakasz fejléc információit transzparensen továbbítja és csak a regenerátor-szakasz fejléc adatait végződteti az optikai hálózatban. Segítségével optikai csatorna szintű kapcsolat valószínű meg, hibalokalizálási funkcióval.

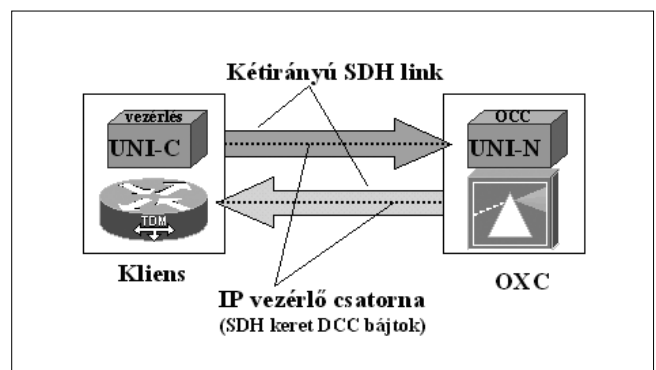
- *LTE (Line Terminating) áramkör:*

Ez a szolgáltatás a multiplex-szakasz fejlécet is végződteti az optikai hálózatban. Strukturált keretszervezésű interfészek, TDM multiplexálás és osztott védelmi megoldások alkalmazását teszi lehetővé.

Az OIF ipari fórum architektúrákkal, jelzésátvitellel és menedzsmet (OAM&P) funkciókkal foglalkozó munkacsoportjai vettek részt az UNI 1.0 ajánlás kidolgozásában. Az UNI négy alapvető jelzés funkciót értelmel: pont-pont összeköttetés létrehozását, törlését, módosítását és az állapotlekérdezést. A pont-pont összeköttetések paraméterei közül többek között lekérdezhető a keretszervezés típusa (SONET vagy SDH), a sávzélessége, a transzparenciája, a védelmi és helyreállítási mechanizmusokhoz használt prioritása, szolgáltatási szintje stb.

Lefedő modellben az UNI jelzésekkel indított kapcsolat felépítési folyamata a következő: Az IP router kér egy optikai összeköttetést a hálózattól. Az OCC-vel kiegészített OXC elvégzi a jogosultság ellenőrzést és az útvonalválasztást. Az útvonal erőforrásait lefoglaló jelzés végigfut a hálózaton. A kapcsolat sikeres felépítéséről az OXC értesíti a routert (2. ábra).

2. ábra Sávon belüli UNI üzenetváltás



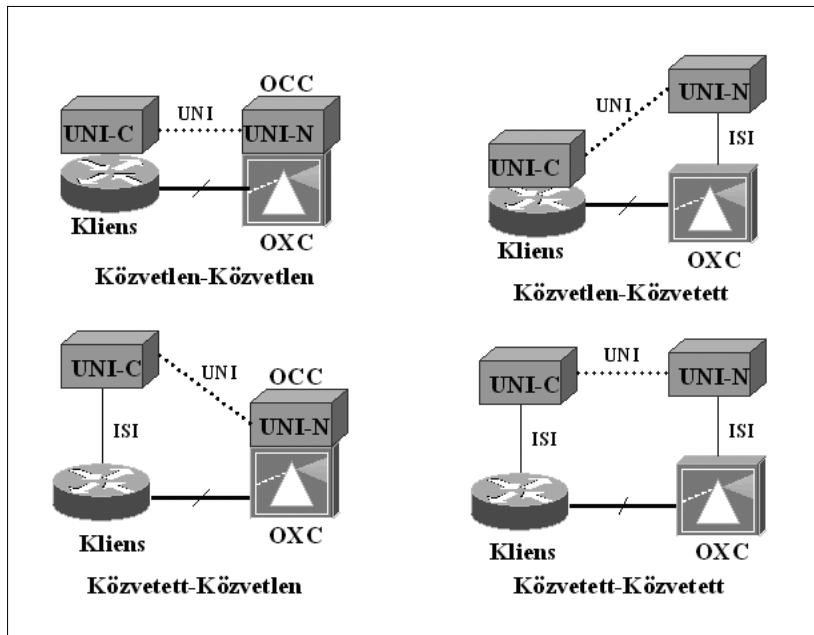
Az UNI jelzésátvitel a felhasználói interfész (UNI-C) és a hálózati interfész (UNI-N) között definiált. Az UNI 1.0 IP alapú jelzésprotokollt alkalmaz, ami lehet RSVP (Resource Reservation Protocol) vagy LDP (Label Distribution Protocol). A jelzésüzenetek az UNI vezérlési csatornán továbbíthatók a kliens és az optikai hálózat között. Sávon belüli és sávon kívüli jelzésátvitel valósítható meg. A sávon belüli jelzésátvitel az SDH multiplex-szakasz és regenerátor-szakasz fejlécének DCC (Data Communication Channel) bájtaiban megvalósított IP kommunikációt jelent. A regenerátor-szakasz fejlécében a D1, D2 és D3 bájtok 192 kb/s-os adatcsatorna, a multiplex-szakasz fejlécében a D4-12 bájtok 576 kb/s-os adatcsatorna megvalósítását teszik lehetővé. Az IP over PPP protokoll átvitelére vagy HDLC keretkezéssel vagy ISO 9577 keretkezéssel valósítható meg az SDH fejlécében. A sávon kívüli jelzésátvitel vagy dedikált SDH keretekben valósítható meg (IP over SDH architektúrában), vagy független IP konnektivitás (külön IP hálózat feletti IPsec csatorna) kiépítésével történhet. Az OIF ajánlásban definiált absztrakt (jelzésprotokoll megvalósítástól függő) üzeneteket és azok irányait a következő táblázat foglalja össze a 3. ábra.

3. ábra UNI üzenetek

Absztrakt üzenet	Forrás oldal	Végpont oldal
Kapcsolat felépítés kérés	UNI-C → UNI-N	UNI-N → UNI-C
Kapcsolat felépítés válasz	UNI-C ← UNI-N	UNI-N ← UNI-C
Kapcsolat felépítés jóváhagyás	UNI-C → UNI-N	UNI-N → UNI-C
Kapcsolat lebontás kérés	UNI-C → UNI-N	UNI-N → UNI-C
Kapcsolat lebontás válasz	UNI-C ← UNI-N	UNI-N ← UNI-C
Kapcsolat állapot lekérdezés	UNI-C → UNI-N	UNI-N → UNI-C
Kapcsolat állapot válasz	UNI-C ← UNI-N	UNI-N ← UNI-C
Riasztás	UNI-C ← UNI-N	

Az UNI-C és UNI-N közti jelzéskommunikáció megvalósításának referencia elrendezései a következő ábrán láthatóak (4. ábra). Két alapvető változat a közvetlen hozzáférés és a közvetett hozzáférés. A közvetlen hozzáférés esetén az UNI-C funkció a kliens eszköze, közvetett esetben az UNI-C egy proxy, amely egy vagy több kliens eszközhöz is tartozhat. Ugyanez a bontás a hálózati oldalon (UNI-N) is megtehető, az ábrán látható módon.

Az UNI funkciói közül a kapcsolódó eszköznek/optikai portnak az automatikus felderítése (Neighbor Discovery) valamint a hálózati szolgáltatás meghatározása (Service Discovery) közvetlen hozzáférés esetén egyaránt elérhető. Az IP vezérlési csatorna átvitelére történhet sávon belül és sávon kívül is. Közvetett (proxy) hozzáférés esetén az UNI funkció helyileg elkülönül a



4. ábra UNI referencia elrendezések

kliens illetve a hálózati eszköztől. Ekkor a kapcsolódó eszköz felderítése nem történhet automatikusan csak manuálisan. A proxy UNI a nem szabványosított ISI (Internal Signaling Interface) felületen kommunikálhat a hozzárendelt eszközzel. Az UNI-C és az UNI-N közötti jelzésátvitel típusa csak sávon kívüli lehet [4].

Az UNI 1.0 ajánlás az SDH szintű transzport szolgáltatásokon alapul. Az ajánlás kibocsátásakor azonban már tisztán körvonalazódtak az OIF további feladatai. Az UNI tekintetében ez egy funkcióban gazdagabb, UNI 2.0 ajánlás tervezet (OIF 2003.293) elkészítését jelenti, amely még nem került kibocsátásra. Az UNI 2.0 az SDH helyett Ethernet szintű szolgáltatások megvalósítását tervezi az ASON/GMPLS dinamikus optikai hálózatok felett. Az UNI 2.0 a klienseken túl már az alkalmazások területével is foglalkozik. Ez annyit jelent, hogy az UNI 1.0 funkcióit kiegészítve – ahol a kliens kérhetett optikai összeköttetést a hálózattól – az UNI 2.0 esetén a klienshálózat feletti alkalmazás közvetlenül indíthatja a kapcsolatkeresést az optikai hálózat felé. Az IP/MPLS mellett az Ethernet kliens egyre markánsabb térhódítása felgyorsíthatja az OIF UNI 2.0 ajánlásának végleges kibocsátását [5].

4. Különböző kliensek követelményei és az UNI feletti alkalmazások

Az OIF UNI 1.0 ajánlása első sorban az IP kliensre koncentrált, de nem zárja ki más kliensek együttműködését sem. Mivel az UNI 1.0 SDH kapcsolat szintű transzport szolgáltatásokat definiál, az IP kliens csomag alapú forgalmait SDH keretekben kell továbbítani. Az újgenerációs SDH funkciók (GFP, VCAT, LCAS) támogatják a csomag alapú kliensek forgalmainak hatékony és rugalmas átvitelét az SDH hierarchiában. Az Ethernet keretkezésű IP csomagok, valamint az esetleges natív SDH kliens

forgalmi is egyszerű módon továbbíthatóak az UNI 1.0 újgenerációs funkciókkal bővített SDH alapú transzport szolgáltatásai segítségével az optikai hálózat felett.

Az UNI 2.0 ajánlás már közvetlen Ethernet alapú transzport szolgáltatásokat fog definiálni, amelyek natív Ethernet illetve IP átvitelre képesek a hálózati architektúra komplexitásának, így várhatóan az üzemeltetési költségeknek a csökkentésével.

Az UNI interfészen keresztül kapcsolódó kliensekkel szemben a szolgáltatói hálózat üzemeltetője követelményeket támaszt. A legfontosabb követelmények a következők:

- Szerződésben lefektetett, megállapodás szerinti hívásengedélyezés betartása.
- Tényleges használat alapú számlázás megvalósítása.
- Peering forgalomra vonatkozó szabályok betartása.
- Az optikai transzport sík mellett a vezérlési síkon is védelmi/helyreállítási megoldásokat kell alkalmazni.
- Bármilyen hálózati képesség, amelyet az UNI-n keresztül a kliens automatikusan elér, a szolgáltató centralizált menedzsment rendszeréből is elérhető legyen.
- A szolgáltató saját hálózati eszközeinek közvetlen vezérlésére mindig legyen szabad erőforrás.
- Útvonalválasztó algoritmusok esetleges együttműködése.

A kliens és a szerver hálózat útvonalválasztó algoritmusainak együttműködési modelljeiről a 2. fejezetben már beszéltünk. A kliensek tárgyalása kapcsán itt érdemes megemlíteni, hogy a lefedő (nincs útvonalválasztó információ az UNI-n) és az együttműködő (útvonalválasztó információ megosztás az UNI-n) modellen kívül az egyesített (integrated/augmented) modellt is alkalmazzák. Ebben az esetben a kliensek elérhetőségi információi továbbítódnak az UNI-n keresztül (nem útvonalválasztó információ megosztás), de a kliens nem látja az optikai hálózat topológiáját [5].

A kliensek által igénybe vehető, UNI 1.0 feletti alkalmazások a különböző értéknövelő funkciókra alapoznak. A rugalmassági és skálázhatósági követelmény támogatására az UNI 1.0 lehetővé teszi, hogy több párhuzamos kapcsolat is kiépíthető legyen egy UNI-C-n keresztül. Ezek a nyálábolt kapcsolatok lehetővé teszik, hogy több kisebb sávzélességű kliens kapcsolat osztozzon egy transzport csatornán.

Az UNI támogatja, hogy üzem közben új csatorna legyen kiépíthető vagy lebontható az adott kliens forgalma számára (Bandwidth on Demand) anélkül, hogy az összeköttetés megszakadna. A megbízhatósági követelmények támogatására az UNI lehetővé teszi, hogy egy UNI-C több UNI-N-hez csatlakozzon (Dual Homing), így a hozzáféréseken növelhető a biztonság a gyors védelmi átkapcsolásnak köszönhetően. Végül csak megemlítjük, hogy az UNI több biztonsági, azonosítási, számlázási és egyéb értéknövelő alkalmazás elérhetőségét is támogatja [6].

5. Összegzés

Az ASON/GMPLS dinamikus optikai hálózatok felhasználói interfészének azonosítása, valamint a követelmények és funkciók ismertetése során láthattuk, hogy a kezdeti megvalósítási és tesztelési kísérleteket a lefedő modell valamint a definiált referencia pontok egyszerű implementálhatósága nagymértékben elősegítette. Az is látható, hogy az UNI 1.0 képességei az Ethernet kliens világméretű térhódításával lassan túlhaladtak lesznek. Az OIF által indított UNI 2.0 ajánlástervezet ezért igyekszik az Ethernet szolgáltatások és az alkalmazások területe felé nyitni.

A vezérlő funkciókkal ellátott, UNI/NNI interfészekkel rendelkező, intelligens optikai hálózatok rugalmasan nyújtható szolgáltatásai révén a jövőben képesek lesznek alkalmazkodni az új típusú kliensek és alkalmazások megváltozott követelményeihez.

Irodalom

- [1] Szigeti J., Tapolcai J., Rétvári G., Láposi L., Cinkler T.: „Útvonalkijelölés és forgalomelvezetés több tartományú kapcsolt optikai hálózatokban”, Híradástechnika, Volume LIX. 2004/2.
- [2] Lakatos Zsolt: „Automatikusan kapcsolt optikai hálózatok”, Híradástechnika, Volume LIX. 2004/2.
- [3] Soo-Hyun Choi: Optical Internet, ETRI Optical Internet Interworking Team, 2001.
- [4] OIF: User Network Interface (UNI) 1.0 Release 2, 2004. www.oiforum.com
- [5] Hans-Martin Foisel: User Network Interface, UNI Relation Client – Optical Transport Network, ECOC 2000.
- [6] Amy Wang: OIF UNI Applications Beyond UNI 1.0, Avici Systems

