



HÁLÓZATI RENDSZEREK
ÉS SZOLGÁLTATÁSOK
TANSZÉK

BMEVIHIMA00 Hálózati technológiák integrációja

Vezetékes technológiák

Összefoglaló előadás a források egyéni
feldolgozásához

Jakab Tivadar
jakab@hit.bme.hu

Budapest,
2018.02.16.

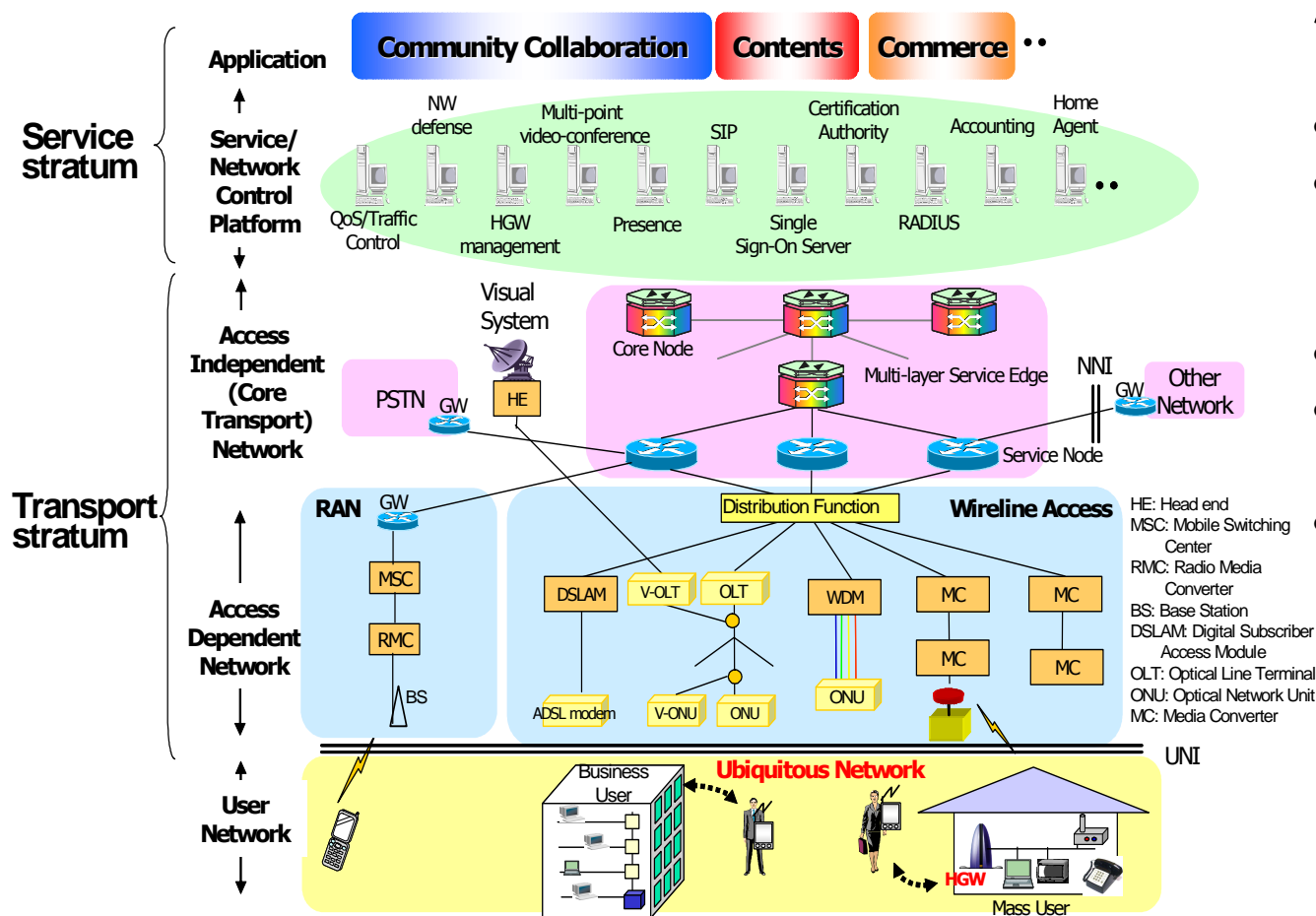


- Távközlés – üzlet
- Általános hálózatjellemzők
- Korábbi meghatározó trendek
- Néhány kulcsprobléma, megoldási változatok
- Új lehetőségek és követelmények

- Hosszabb távon a beruházás, jövedelmezőség, megtérülés, növekedés logikája határozza meg
- Hálózatok, szolgáltatások élettartam költsége (life time cost) = beruházás (CapEx) + üzemeltetés (OpEx)
- Méretgazdaságosság – multiplexálás
- Üzleti modellek
 - a hálózati szolgáltatások vásárlóira (előfizetők) alapozott – az üzleti szolgáltatásokra igaz, a lakosságikra csak erős fenntartásokkal (verseny, a tartalom az igazi üzlet és nem a hálózat)
 - az előfizető „termék” – a mindinkább célzott reklám a meghatározó bevétel forrása (alkalmazás- és tartalomszolgáltatók számára jól működik, a hálózati szolgáltatók csak közvetítői szerepben)
- A változások irányai
 - telefon , fax, pc, tv, okostelefon, autó, szenzorok és vezérlők, viselhető eszközök
 - egyedi készülékek, otthoni és irodai hálózatok, teljes munkafolyamatok és gyártási folyamatok, szállítási folyamatok

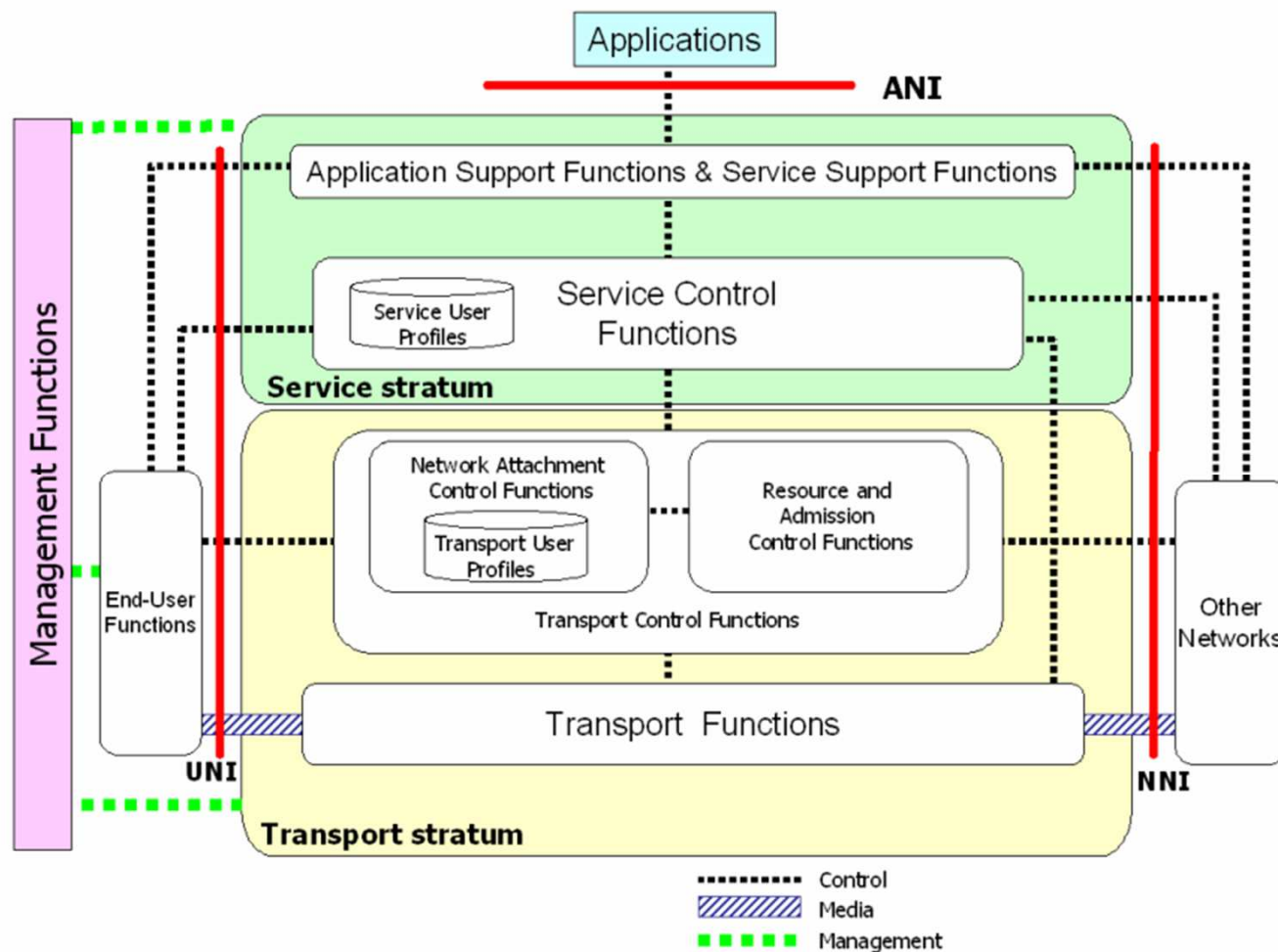
- **Funkcionális tagolódás, jellemzők, tipikus technológiák, architektúrák**
 - dominánsan IP alapú szolgáltatási platform (kivéve a hagyományos mobil és vezetékes beszéd)
 - Maghálózat (core):
 - nagykapacitású, nagytávolságú összeköttetések, kitüntetett hálózati helyek (tartalom, szolgáltatás, peeing) elérése
 - IP-WDM, direkt routolt IP hálózat (nincs kapcsolt L2), IP/MPLS, redundanciák a szolgáltatásfolytonosság (hibatűrés) érdekében
 - Aggregációs hálózat (aggregation, distribution)
 - felhasználói csatlakoztatási pontok maghálózathoz kapcsolása
 - szolgáltatói kategóriájú Ethernet optikai hordozón, redundanciák a szolgáltatásfolytonosság (hibatűrés) érdekében
 - Hozzáférési hálózat (access)
 - felhasználói végberendezés/hálózat nyilvános csatlakoztatása
 - nagyszámú, különböző kategóriájú felhasználó
 - vezetékes csatlakoztatás: sodrott érpár (DSL) kábel (DOCSIS), optika (PON), hibrid (réz és optika) – az áthidalt távolság és biztosítható sávszélesség fordítottan arányos
 - mobil hálózati csatlakoztatás (4G, 5G)

- Növekvő felhasználószám, növekvő forgalom
- A hálózatok, technológiák és architekturális megoldások skálázhatósága a meghatározó (fokozatos változtatásokkal legyenek képesek a növekedés hatását kezelni) követelmény
- Hozzáférési hálózat: az alkalmazott technológia által áthidalható távolság és biztosítható sáv szélesség növekedése (ADS, ADSL2, ADSL2+, VDSL, DOCSIS 1, 2, 3, PON, EPON, GPON)
- Maghálózat:
 - csomóponti (pl. route switch), hálózati (Ethernet-link) és fizikai transzport (WDM összeköttetés, csatorna, berendezés, áthidalt távolság) elemek kapacitásnövekedése
- IP architektúra, aggregáció a routing során: CIDR, IP/MPLS
- Szolgáltatói kategóriájú Ethernet működése, szolgáltatásai



Az NGN fő jellemzői:

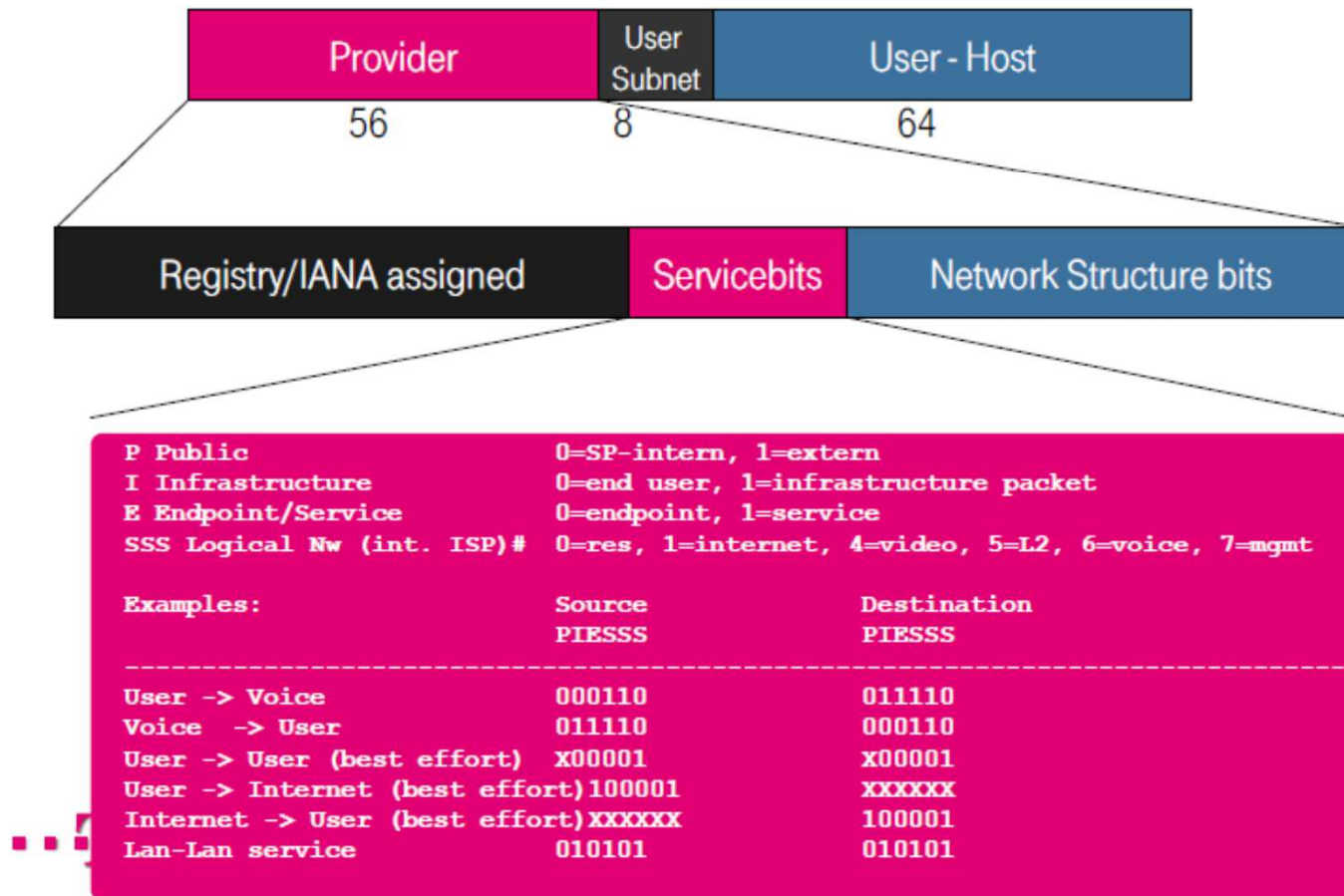
- egységes gerinchálózat,
- három hálózati réteg: transzport, vezérlés és szolgáltatás,
- csomag alapú transzport,
- nyílt, szabványos IF-ek a rétegek között,
- sokféle szolgáltatás és alkalmazás támogatása



UNI User Network Interface; **NNI** Network Network Interface; **ANI** Application Network Interface

- A valós idejű kommunikáció (beszéd, videó) minősége függ a hálózati szolgáltatás aktuális jellemzőitől (csomagvesztés, késleltetés, késleltetés-ingadozás)
- Az új alkalmazási területek egy része kritikus követelményeket támaszt (pl. Ipar 4.0 - késleltetés)
- QoS képes hálózatra van szükség, ennek elvi eszközkészlete:
 - csomagok megkülönböztetése, jelölése (osztályozás alkalmazás, szolgáltatás, célcím, stb. alapján) – a hálózat határán
 - kiszorgálandó forgalom korlátozása a rendelkezésre álló erőforráskészlet figyelembevételével (Call Admission Control, erőforrás-lefoglalás) –a hálózat határán
 - csomagok szétválasztása, eltérő kiszorgálása (sorok, ütemezés) – minden kapcsolódban
 - feltételfüggő explicit utak (IP/MPLS TE): forgalom a megfelelő erőforrásokon
 - KPI-k (Key Performance Index) definiálása, monitorozása
 - Operátor által felügyelt vagy automatikusan menedzselte beavatkozások (off-line / on-line TE)
- Megvalósítási változatai
 - Overprovisioning
 - forgalmak megkülönböztetése nélkül
 - minden fogalom kiszorgálása a legszigorúbb előírások alapján (ez elvileg olyan paraméterhalmazt is jelenthet, ami csak részenként van az előírások között)
 - Erőforrás-szeparálás (link vagy hálózati szinten)
 - a forgalmak szolgáltatási osztályok szerinti szétválasztásán alapul, a szétválasztás eszköze a routing
 - erőforrás-hatékonyság, gazdaságos méret
 - QoS képes hálózat
 - QoS és BE forgalmak aránya
 - IntServ, DiffServ
 - Diffserv-aware IP/MPLS TE
 - constraint based path computation, explicit routing, admission control
 - Különböző modellek és stratégiák a sáv szélesség menedzselésére
- Új architektúra: egyszerű, reguláris topológia, IPv6 címekbe kódolt szolgáltatási osztályok alapján (DT Terastream) – szétválasztás alkalmazás szinten, kiszorgálás routing alapján

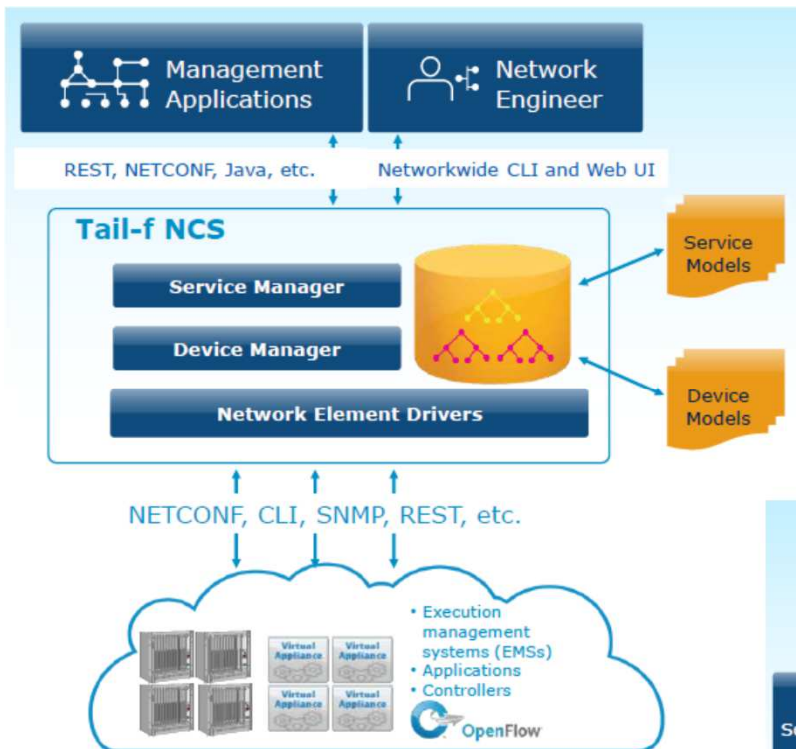
SERVICE DIFFERENTIATION BASED ON ADDRESSES USING IPv6 ADDRESS SPACE AS LABELS



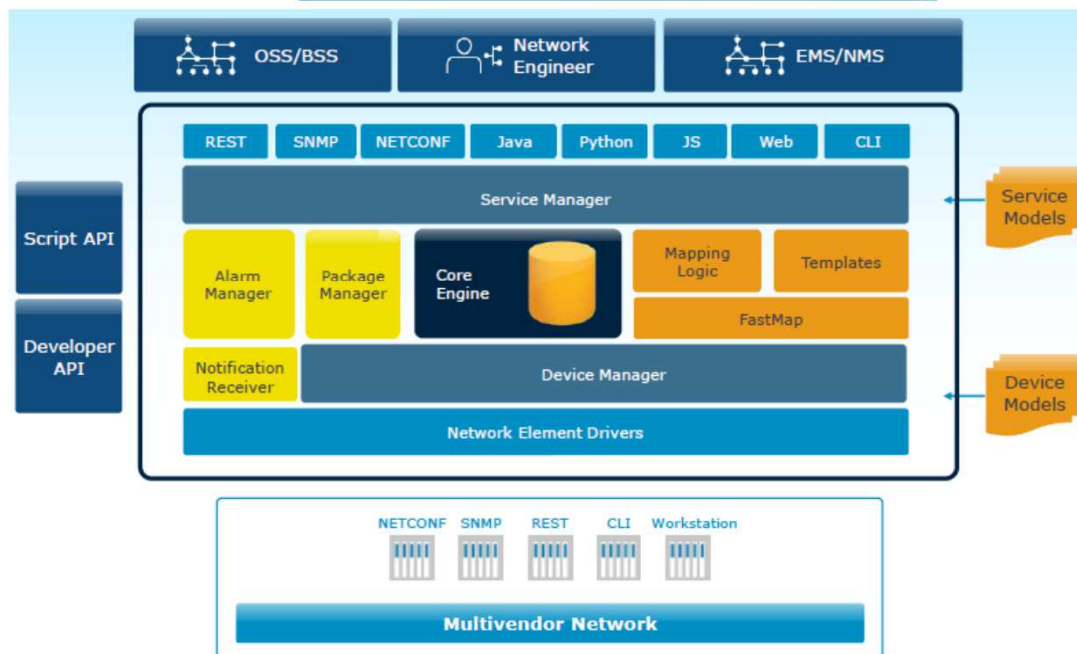
- Egyre komplexebb lakossági szolgáltatások, alkalmazások (pl. Connected Home, Smart Home,) az otthoni hálózaton keresztül
- IPv4 (DHCP, NAT), tűzfal – az E2E kapcsolat megszakítása
- Új architektúra: virtualizált szolgáltatások, Service Chaining (egy példa: IPv6, virtualizált CPE, DT TeraStream)

- Egyre növekvő komplexitású hálózat (elemszám, működés)
- Újabb és újabb alkalmazási területek, szolgáltatások
- A hálózati szolgáltatók számára alapvető üzleti szempont az új szolgáltatások gyors kifejlesztése, konfigurálása és az üzemeltetési költségek csökkentése
- Ennek alapja a konfigurációk egységesítése, modell alapúvá tétele és ezekre alapozottan konfigurációmenedzsment automatizálása
- Virtualizált környezetben a szolgáltatáskonfiguráció része a megfelelő routing, ennek hatékony eszköze lehet a Segment Routing

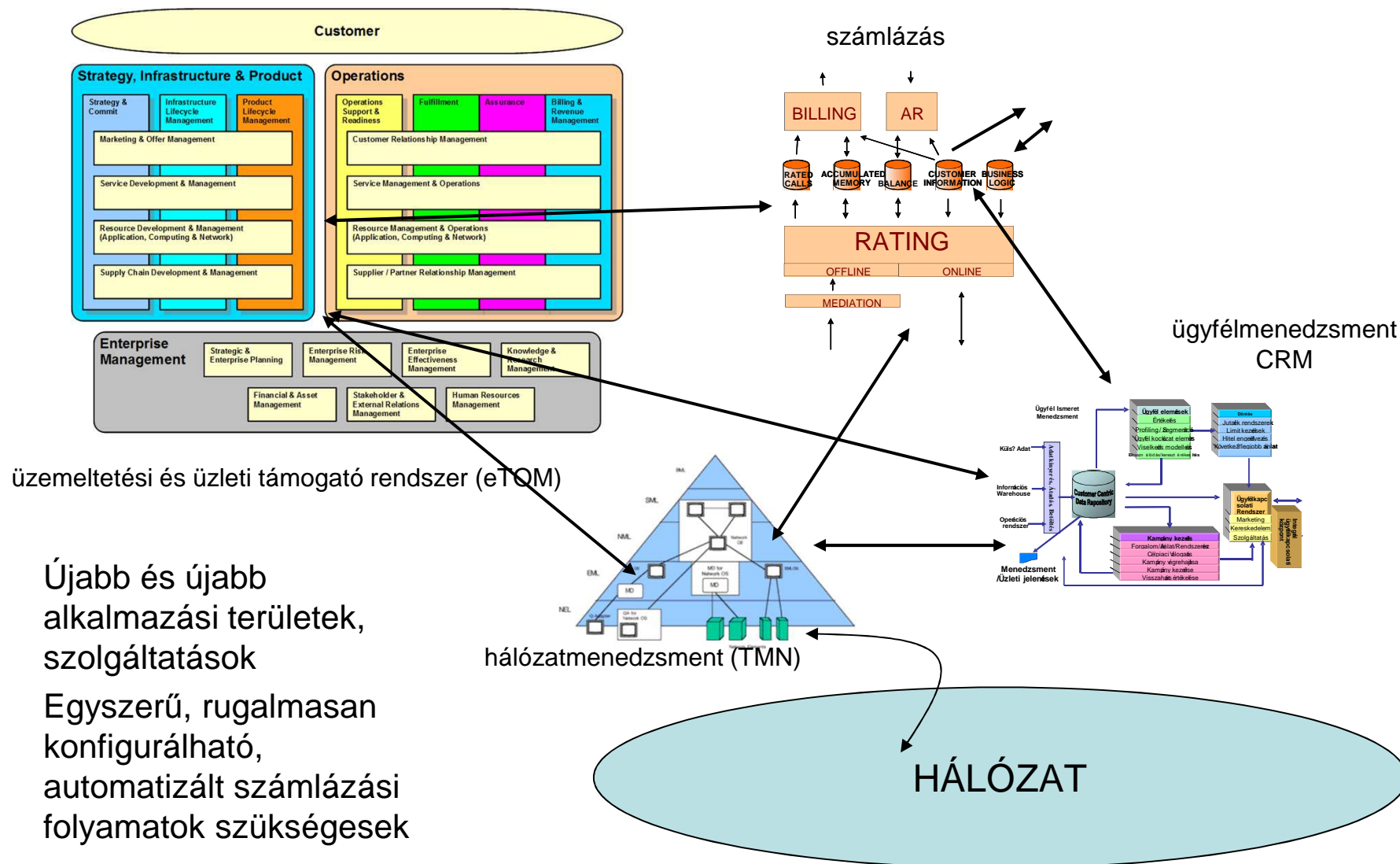
NÉHÁNY KULCSPROBLÉMA, MEGOLDÁSI VÁLTOZATOK 3 ÜZEMELTETÉS AUTOMATIZÁLÁSA



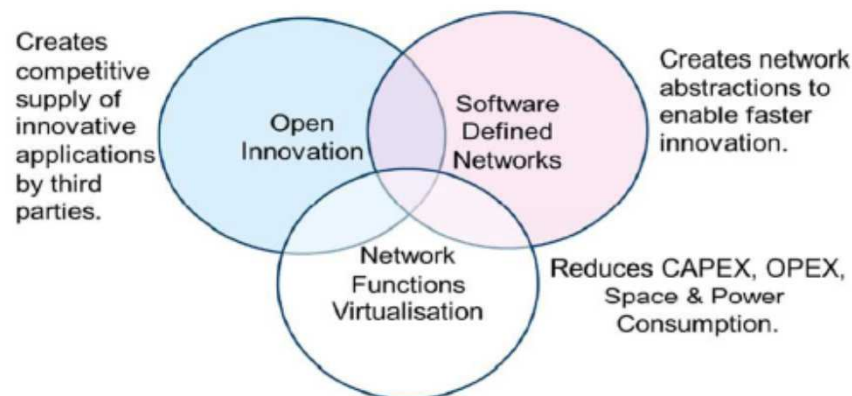
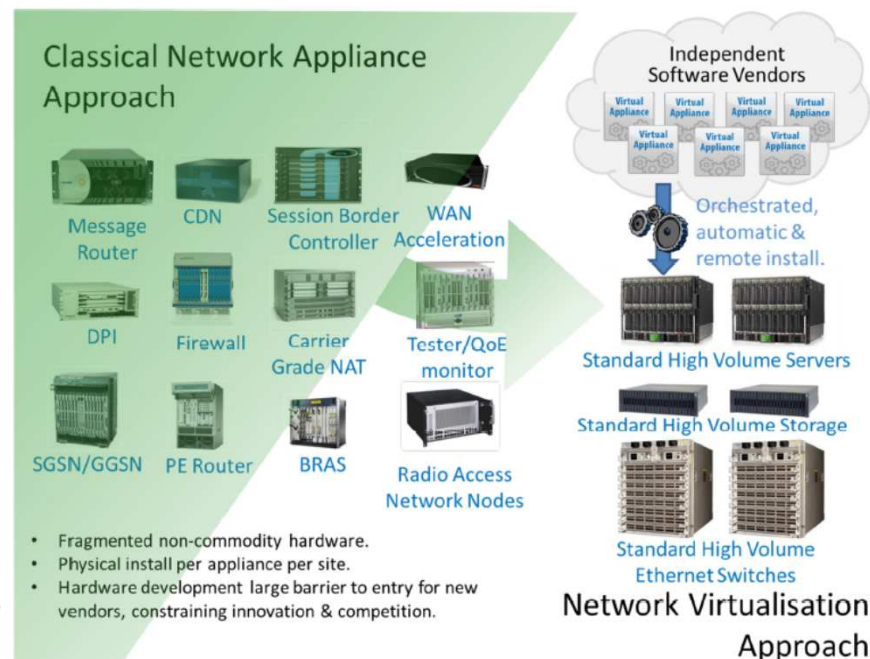
- Logically centralized network services
- Data models for data structures
- Structure representations of:
 - Service instances
 - Network configuration and state
- Mapping service operations to network configuration changes
- Transactional integrity
- Multiprotocol support
- Multivendor support



NÉHÁNY KULCSPROBLÉMA, MEGOLDÁSI VÁLTOZATOK 4 SZÁMLÁZÁS



- A hálózati szolgáltatások és az azokhoz kapcsolódó további szolgáltatások felgyorsult innovációs folyamatai a célhardver alapú megoldások korlátait feszegetik
- Hasonlóan ahhoz, ahogyan a dinamikusan és automatizálhatóan konfigurálható számítási felhők támogatják az alkalmazások fejlesztését, a virtualizált funkciókra épülő hálózatok rugalmasan és automatizálhatóan alakíthatók a változó forgalmi és szolgáltatási igényeknek megfelelően
- A hálózati funkciók virtualizálásának várható előnyei:
 - Csökkenő eszközöltségek és energiafogyasztás
 - Az innovációs ciklusok (szolgáltatás- és alkalmazásfejlesztés) felgyorsítása
 - Rugalmasabb és hatékonyabb erőforrás menedzsment (különböző alkalmazások azonos platformon)
 - Jobb skálázhatóság (szolgáltatások, alkalmazások Kapacitásának gyors bővíthetősége)
- A virtualizált hálózati funkciók bevezetésének feltétele a szoftver alapú hálózatok alkalmazása
- Az NFV és SDN együttesen megalapozhatja a programozható hálózatok elterjedését



- **IP/MPLS – Segment Routing**

- Motiváció1: a forgalomvezérlés (Traffic Engineering) a szolgáltatási követelmények (QoS) teljesítésének meghatározó eszköze, az online és off line IP/MPLS TE alkalmazásával kapcsolatos korlátok, nehézségek leküzdésének hatékony eszköze lehet az IP/MPLS kiterjesztésének tekinthető Segment Routing
- Motiváció2: az NFV-SDN alapú hálózatokban az orchestration a routingra alapozott (az adott forgalmat el kell juttatni azokra a hálózati helyekre, ahol kiszolgálásához szükséges virtualizált szolgáltatások megvalósulnak), az IP/MPLS kiterjesztésének tekinthető Segment Routing ennek hatékony eszköze lehet
- Feldolgozási szempont: az IP/MPLS, az IP/MPLS TE és a Segment Routing működési alapjainak áttekintése (az SR IPv6 vonatkozásai 2.b.i-ben kihagyhatók – IPv6 Forwarding rész – Routing Extension Header vonatkozások, de 2.b.ii feldolgozása szükséges)
- Alapkövetelmény: a Segment Routing koncepcionális vonatkozásainak feldolgozása (milyen elven működik, milyen funkciói vannak, mire szolgálnak) 2.b.i és 2.b.ii alapján – az IP/MPLS csak az ehhez szükséges mélységben

- **Optikai hálózatos alapok**

- Optikai hálózatos alapismeretek áttekintése, hiánypótlás a továbbiak megértéhez (2.c.i)
- Alapkövetelmény: akinek nincsenek optikai hálózatos alapismeretei, annak 2.c.i. feldolgozása

- **Egy integrált IPv6 szolgáltatói hálózati architektúra virtualizált funkciókkal:
DT Terastream**
 - Egy gyakorlatban is megvalósuló újszerű architektúra, a nyilvános szolgáltatói hálózatok aktuális korlátainak és problémáinak megértéséhez, valamint néhány lehetséges jövőbeni megoldás áttekintéséhez
 - Feldolgozási szempont: a virtualizálás és az üzemeltetés automatizálásának motivációi és megoldásai
 - Alapkövetelmény: a PNO-k (Public Network Operators - ~ nyilvános hálózati szolgáltatók) meghatározó hálózati problémáinak áttekintése, a TeraStream nyújtotta, ezekre szolgáló megoldások feldolgozása, a virtualizált hálózati funkciók szerepe a TeraStream architektúrában (ehhez 1.d.iii egyben tekinti át az architektúra lényeges vonatkozásait, 1.d.i és 1.d.ii pedig két részben, ahol az IPv6 címtartományba kódolt szolgáltatási vonatkozásokról folyó diskurzus miatt is érdekes)