



# Omrežno načrtovanje

---



# Vsebina

---

- *Uvod*
- *Prometna analiza*
- *Agregacijski modeli*
- *Dostopovne topologije*
- *Storitveni modeli*

# Koncept delovanja sodobnih omrežij

## ■ Trije neodvisni sloji

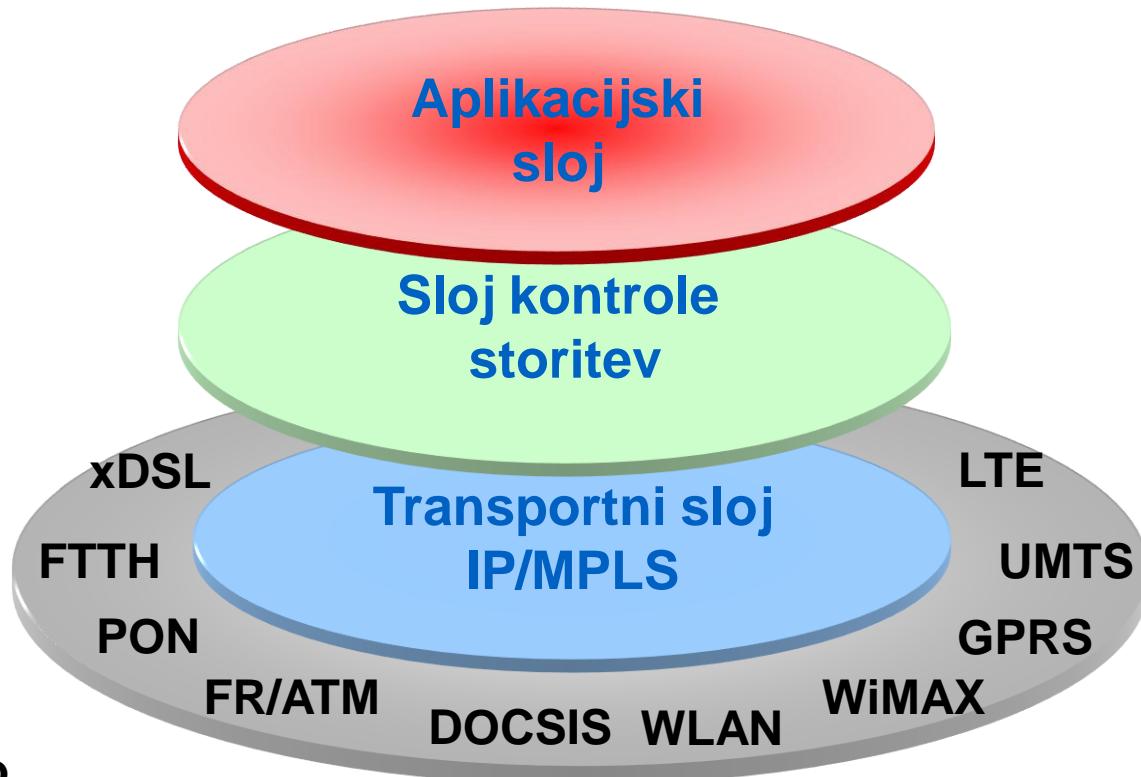
- aplikacijski sloj
- sloj kontrole storitev
- transportni sloj

## ■ Transportni sloj

- hrbtenica
- agregacija (Metro)
- dostop

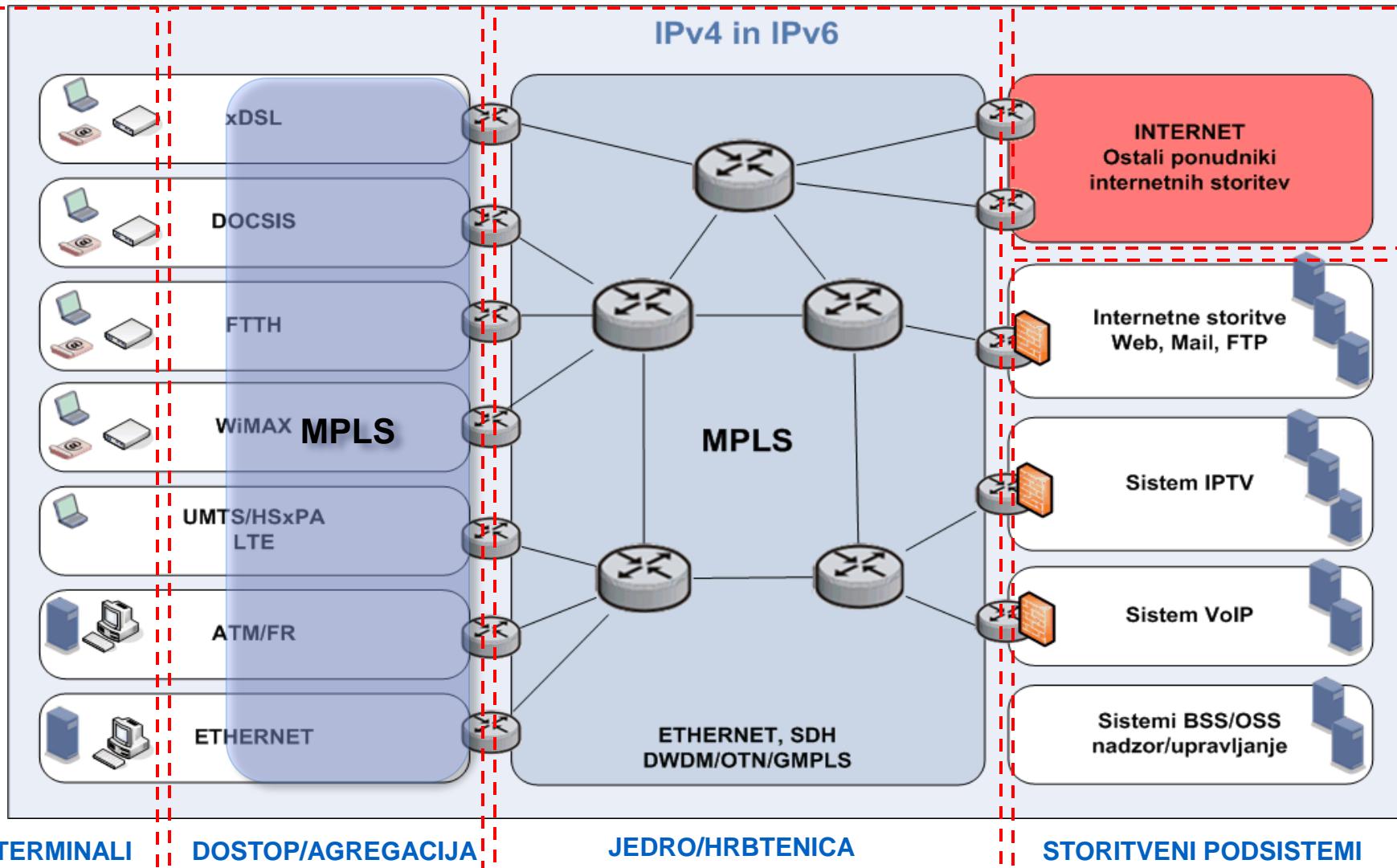
## ■ Robne naprave

- koncentracija inteligence v robnih napravah
- zagotavljajo preprosto in razširljivo agregacijsko/ hrbtenično omrežje
- trend: pozicija čim bližje uporabniku



# Transportni sloj sodobnih omrežij

## POŠLOVNI IN REZIDENČNI UPORABNIKI





# Tehnologije v hrbtenici

## ■ IP/MPLS/GMPLS

- IPv4 in IPv6 zagotavlja naslavljanje, usmerjanje in kontrolne funkcije
- MPLS/GMPLS zagotavlja posredovalne in TE funkcije

## ■ Transport in vmesniki

### ■ SDH, NG-SDH

- velika razširjenost tehnologije med operaterji
- znanje, zanesljivost, zaščitni mehanizmi, odličen OAM

### ■ Ethernet

- nizka cena vmesnika
- velike hitrosti 1 Gbit/s, 10 Gbit/s, 40 Gbit/s, 100 Gbit/s
- vse večja zanesljivost
- izpopolnjujejo se mehanizmi OAM
- PBT (PBB-TE), T-MPLS, PW (pseudowire)

### ■ sistemi xWDM



# Sodobna hrbtenična omrežja

---

- **Potrebne funkcionalnosti in mehanizmi v sodobnih hrbteničnih omrežjih**
  - navidezna zasebna omrežja (angl. VPN – Virtual Private Network)
  - zaščitni mehanizmi (angl. Protection)
  - kakovost storitev (angl. QoS – Quality of Service)
  - prometni inženiring (angl. TE – Traffic Engineering)
- **Katero tehnologijo uporabiti?**
  - Cena
  - Zmogljivost
  - Razširljivost/skalabilnost
  - Kompleksnost
  - Upravljanje
  - Standardizacija



# Tehnologije na dostopu

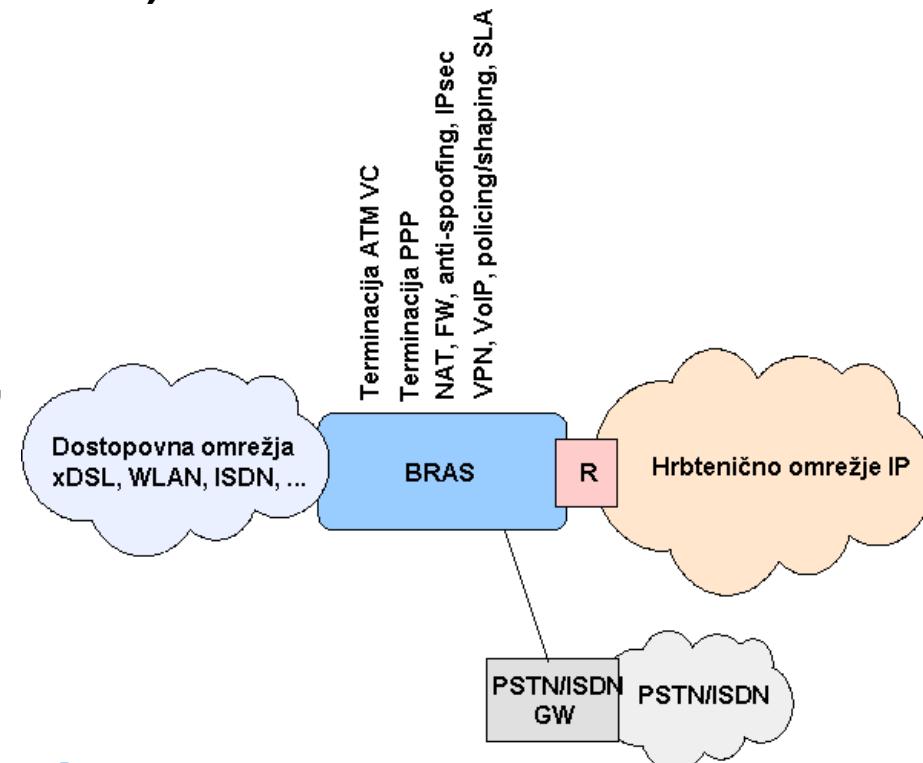
---

- Na dostopu se uporabljajo različne tehnologije, odvisno od obstoječih izhodišč operaterjev in cene
  - Fiksni dostopovni sistemi
    - xDSL, kabelska omrežja
    - FTTH, xPON
  - Brezžični dostopovni sistemi
    - WMAN (WiMAX), WLAN (WiFi)
  - Mobilni dostopovni sistemi
    - GPRS, UMTS, HSPA, LTE
- Ethernet, ki je bil do nedavnega LAN tehnologija, postaja prevladujoča tehnologija v agregaciji in hrbtenici
- ATM, ki je bila nekoč prevladujoča hrbtenična tehnologija, se danes (še) uporablja na dostopu (UMTS, xDSL)



# Rob omrežja

- Pozicija, kjer se nahajajo prehodi za izbiro storitev – BRAS, SSS, SSG, GGSN
  - terminacija povezav in različnih dostopovnih omrežij/tehnologij
  - terminacija sej PPP (PPPoE in PPPoA)
  - avtentikacija uporabnikov
  - izbira storitev
  - usmerjanje prometa
  - tuneliranje prometa L2TP
  - storitve DHCP, NAT, FW, IPsec, MPLS, VPN
  - QoS, krmiljenje prometa
- Vse vrste vmesnikov
  - Ethernet, ATM, FR, SDH
- Naprava BRAS je kompleksna in draga





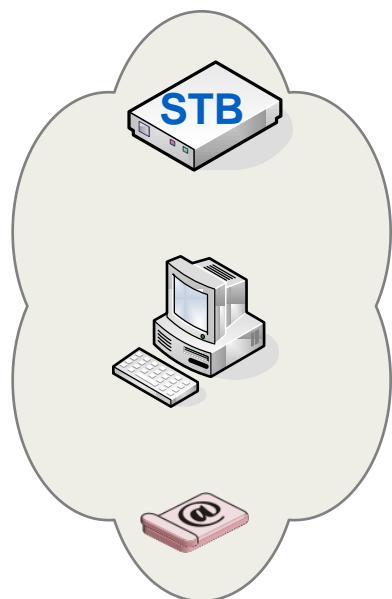
# Omrežno načrtovanje xDSL

---



# Definicija problema

Uporabnik  
3Play



Domače  
omrežje

Omrežje  
operatorja

Storitve

Internet,  
mail, ftp

NSP

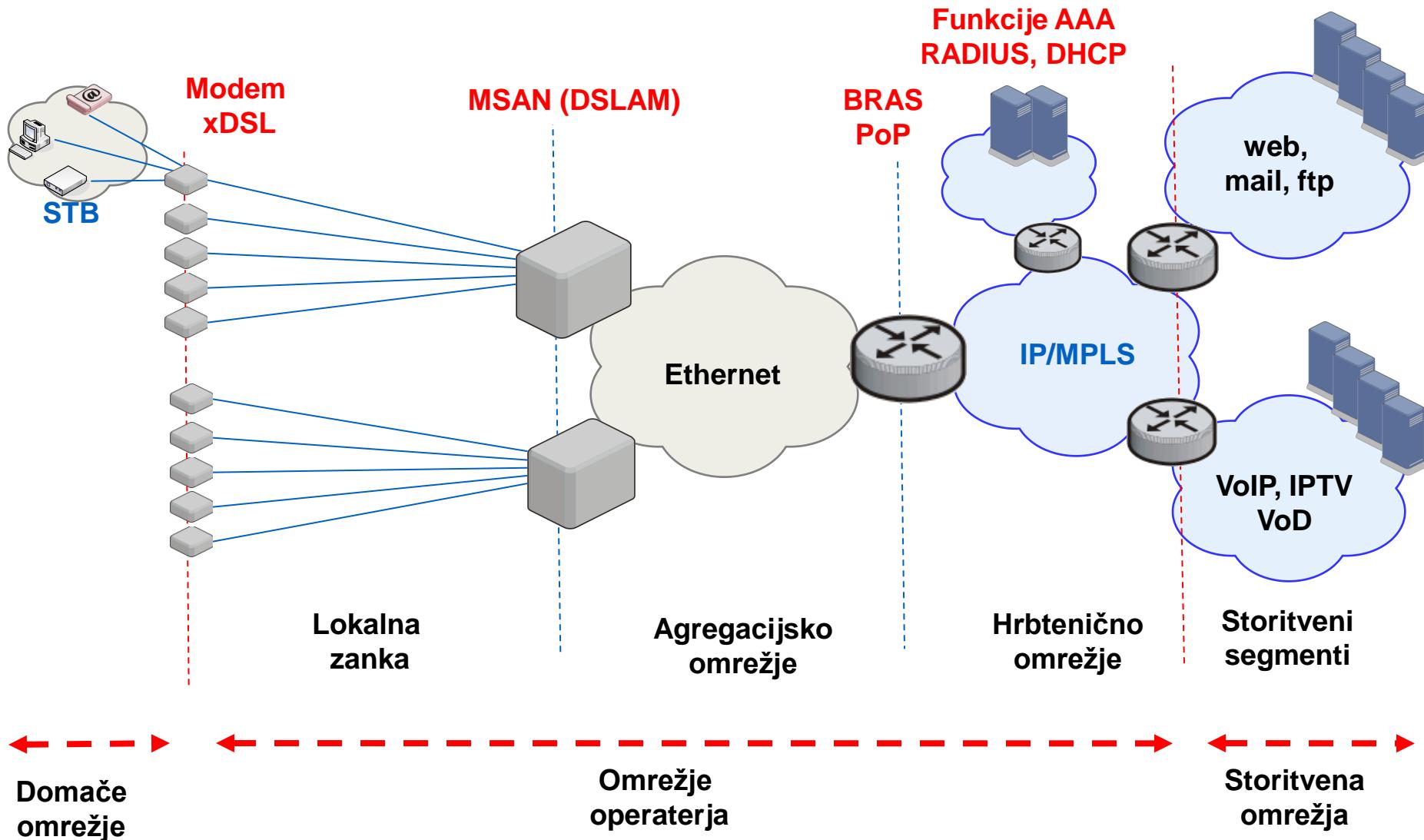
VoIP, IPTV  
VoD

ASP

Storitvena  
omrežja



# Komponente sistema xDSL



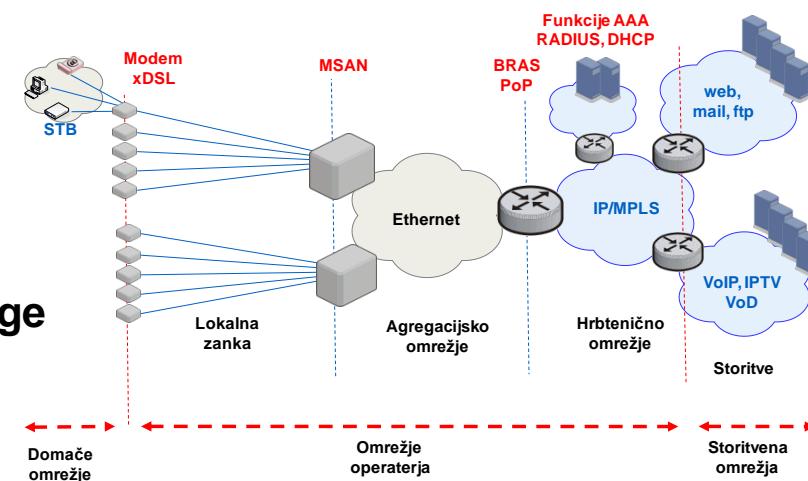
Domaće  
omrežje

Omrežje  
operatorja

Storitvena  
omrežja

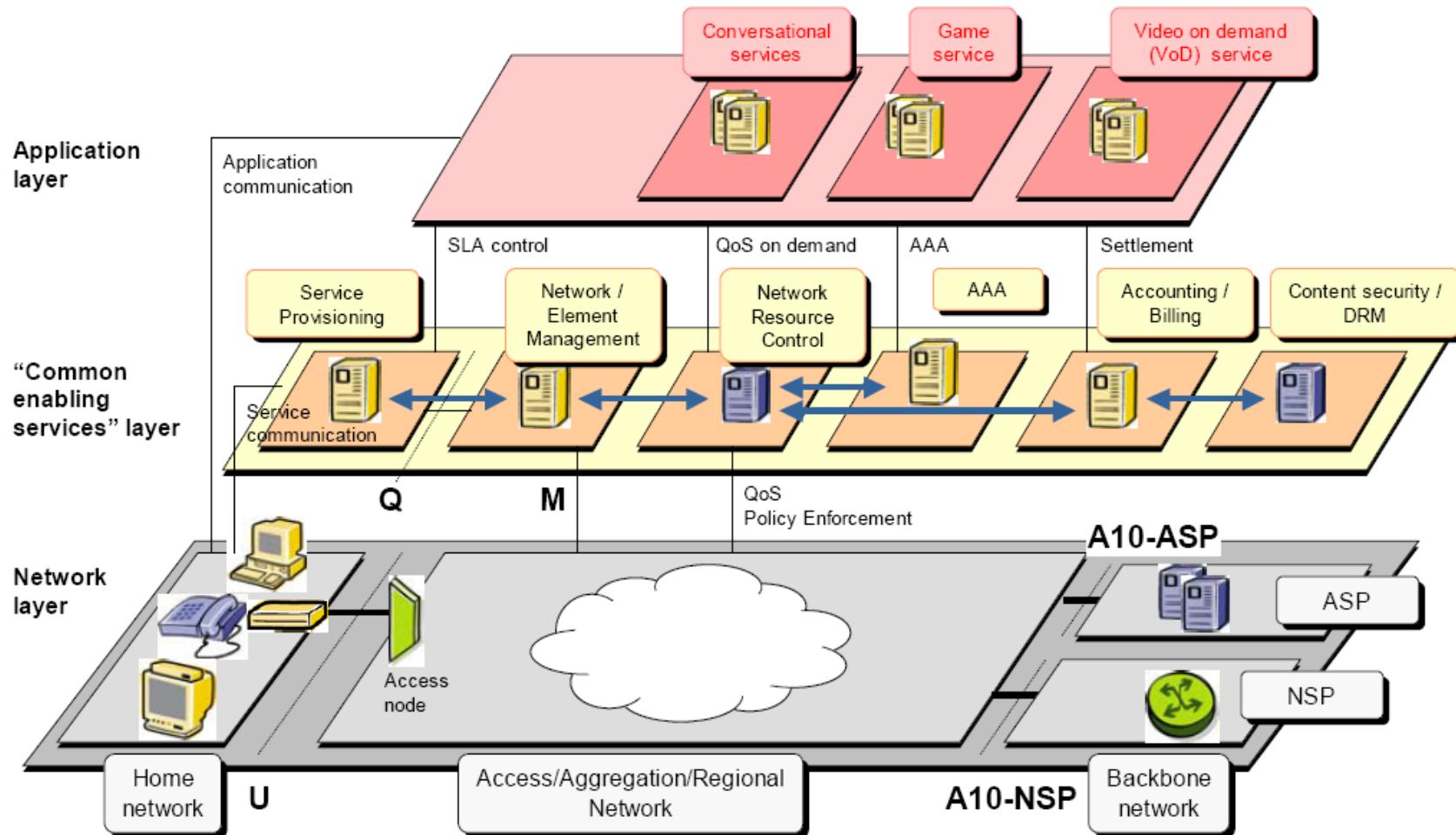
# Izhodišča pri načrtovanju 1/2

- 3Play, Multi Play – prenos vseh vrst prometa/storitev prek enotne omrežne infrastrukture
  - VoIP, internet, IPTV, video na zahtevo, VPN
- Iskanje rešitev za
  - izbor dostopovne tehnologije
    - prometna analiza
  - agregacijski model
    - ATM, Ethernet, Single Edge, Dual Edge
    - topologija omrežja (ring, mesh)
    - redundanco, veliko razpoložljivost
  - storitveni model
    - zagotavljanje funkcij AAA (PPPoE, DHCP)
    - način avtentikacije uporabnikov/naprav
    - avtomatsko nastavitev mrežnih in ostalih parametrov terminalov
    - nadzor dostopa/uporabe storitev
  - ločevanje prometnih tokov, sledljivost uporabnikov
  - zagotavljanje QoS



# Izhodišča pri načrtovanju 2/2

## ■ Standardizacija – storitvena arhitektura TR 144





# Vsebina

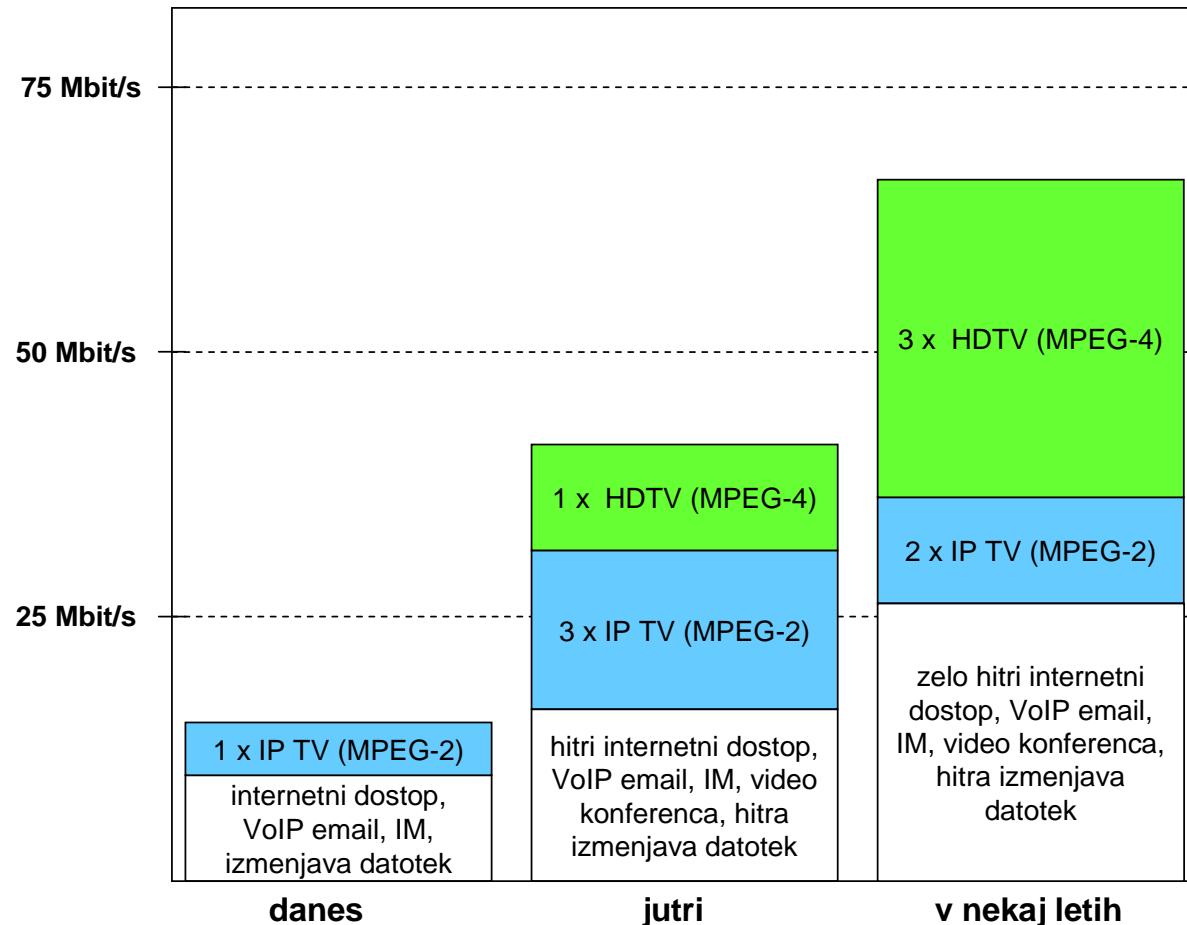
---

- *Uvod*
- ***Prometna analiza***
- *Agregacijski modeli*
- *Dostopovne topologije*
- *Storitveni modeli*



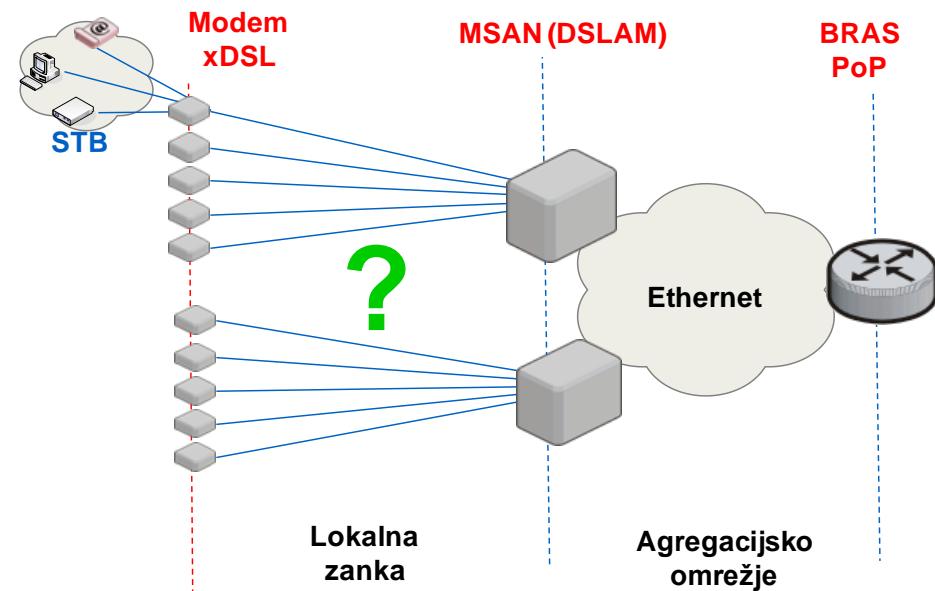
# Potrebe po pasovni širini

- Zahtevana pasovna širina na uporabnika določa uporabljeno tehnologijo v lokalni zanki



# Teoretične zmogljivosti sistemov xDSL

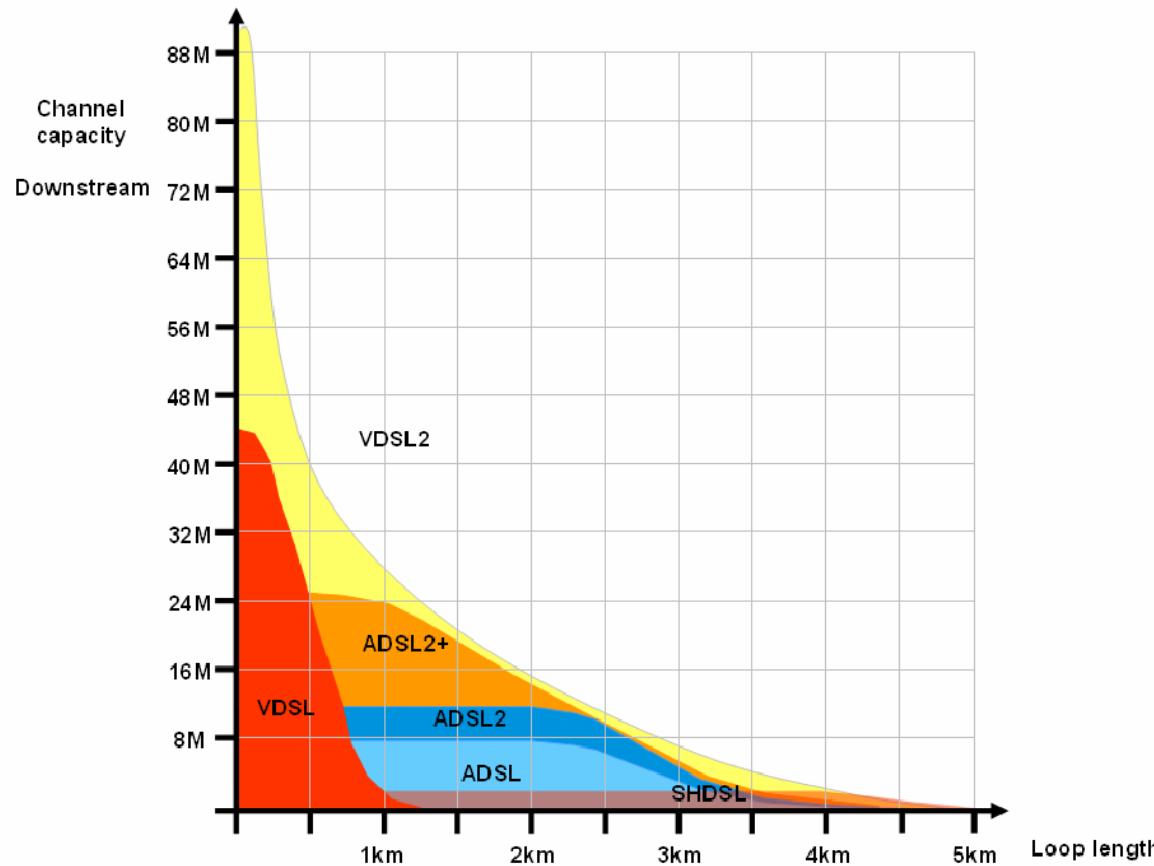
- **ADSL (ITU G.992.1 Annex B)**
  - DL 12.0 Mbit/s, UL 1.8 Mbit/s
- **ADSL2+ (ITU G.992.5 Annex M)**
  - DL 24.0 Mbit/s, UL 3.3 Mbit/s
- **VDSL**
  - DL 52 Mbit/s, UL 16 Mbit/s
- **VDSL2**
  - DL 100 Mbit/s, UL 100 Mbit/s





# Realne zmogljivosti sistemov xDSL

- Dosežena hitrost je odvisna od dolžine in kvalitete naročniške zanke





# Vsebina

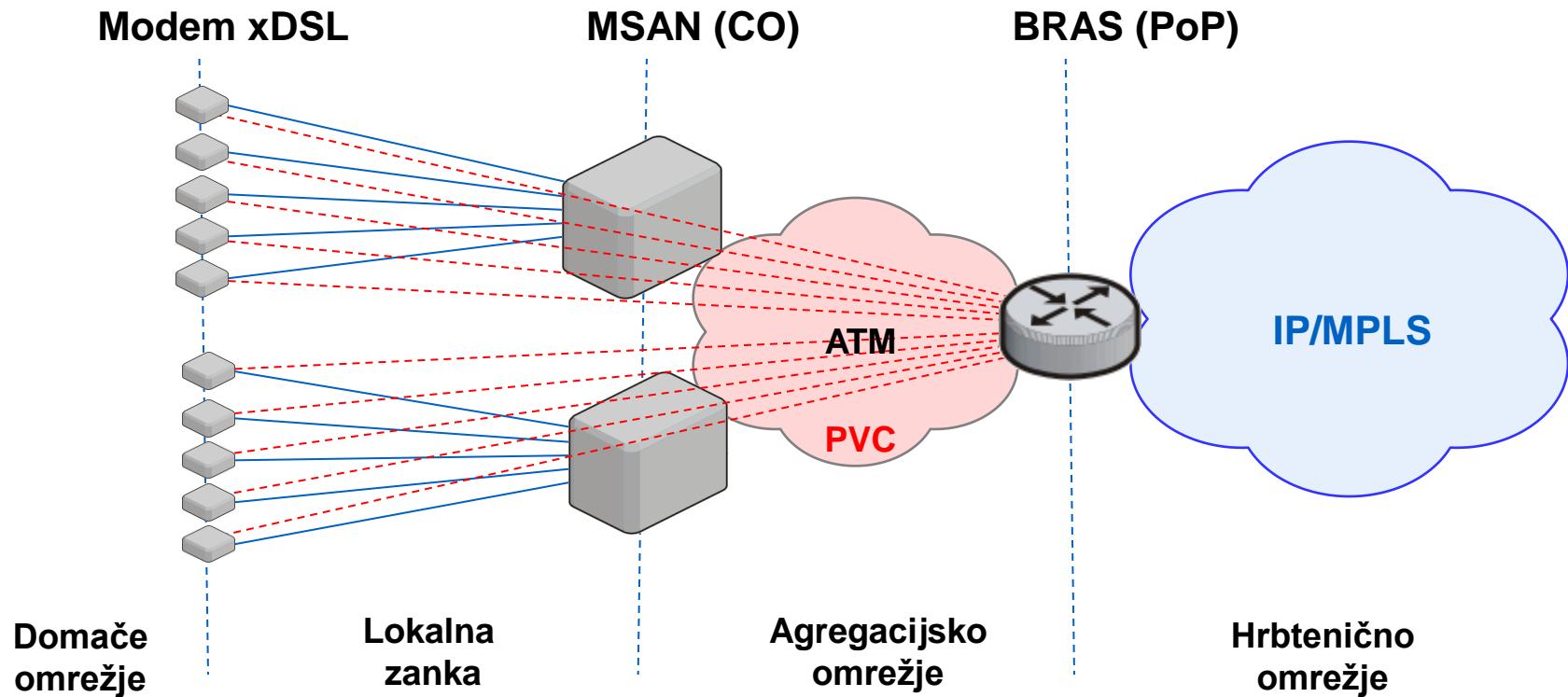
---

- *Uvod*
- *Prometna analiza*
- ***Agregacijski modeli***
- *Dostopovne topologije*
- *Storitveni modeli*

# ATM agregacijski model 1/2

- Dostopovno in agregacijsko omrežje je zgrajeno na osnovi tehnologije ATM

- v lokalni zanki: ATM prek DSL do uporabnika
- v agregaciji: povezovanje MSAN prek stikal ATM na BRAS





# ATM agregacijski model 2/2

## ■ Na strani uporabnika se nahaja

- modem ADSL, ki tipično deluje v načinu "bridging"
  - Ethernet over ATM
- obstoječa terminalna oprema je osebni računalnik
  - opcionalno televizijski komunikator (STB – Set-Top-Box) in telefon IP

## ■ Uporabnike se priključuje prek povezav PVC na BRAS

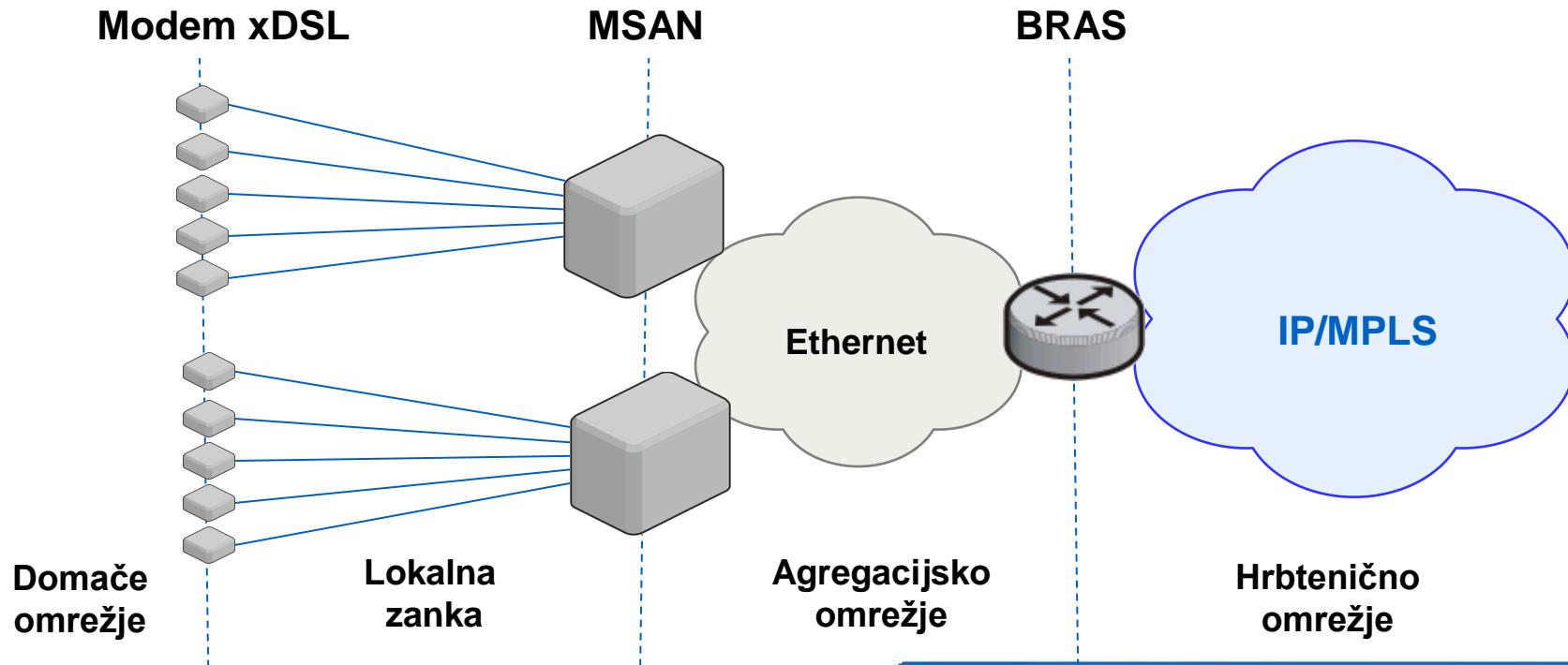
- vsakega uporabnika se poveže v svoj PVC
- vse promet (HSI, VoIP, IPTV) uporabnika se prenaša prek ene povezave PVC do BRAS
- omogoča centralen nadzor in preprosto upravljanje

## ■ Slabosti modela

- multicast se zaključuje na BRAS
  - v agregacijskem delu omrežja ni podpore za multicast prenosni način
  - v dostopovnem omrežju predstavlja multicast promet večinski delež prometa – IPTV se težko zagotovi vsem uporabnikom
- majhne prenosne hitrosti vmesnikov ATM (155 Mbit/s in 622 Mbit/s)

# Ethernet agregacijski model 1/2

- Agregacijski del omrežja temelji na tehnologiji Ethernet
  - v lokalni zanki: Ethernet/xDSL do uporabnika
  - v agregaciji: povezovanje MSAN prek Ethernet stikal na BRAS
- Naprava DSLAM izvaja funkcije Ethernet stikala
  - Ethernet MSAN: naprava L2, ki podpira funkcionalnosti bridging (802.1D), VLAN, QoS (802.1p), IGMP snooping, DHCP relay





# Ethernet agregacijski model 2/2

---

- **Agregacijsko omrežje podpira multicast prenosni način**
  - Tehnologija Ethernet že v osnovi podpira multicast prenosni način
  - IPTV se lahko zagotovi vsem uporabnikom
- **Ločevanje prometnih tokov uporabnikov**
  - VLAN na uporabnika (model 1:1 VLAN)
  - VLAN na storitev (model 1:N VLAN)
- **Del inteligence se prenese na agregacijska stikala in naprave DSLAM**
  - IGMP snooping, DHCP relay, PPPoE VSA
  - varnostne funkcije
- **Omejitve tehnologije Ethernet**
  - število vnosov v tabele MAC na Ethernet stikalih
  - število logičnih omrežij VLAN
- **Potrebno je bolj skrbno načrtovanje omrežja**



# Robno vozlišče IP – BRAS/BNG

---

## ■ BRAS

- prva L3 (IP) naprava, ki ločuje uporabnike od hrbtenice IP/MPLS
- funkcionalno najbolj bogata naprava

## ■ Zagotavlja dve ločeni funkciji

- terminacijo oz. agregacijo različnih dostopovnih tehnologij
  - Ethernet/VLAN in ATM
- funkcijo storitvenega prehoda
  - podpora sistemom AAA
    - interakcija s portalskimi strežniki (policy server, WEB)
    - terminacija sej PPP (PPPoE) in DHCP
  - izvaja QoS
    - krmiljenje in glajenje prometa, označevanje in razvrščanje
  - podpora za multicast
    - IGMP querier, PIM-SM
  - varnostne funkcije FW, ACL, NAT
  - preusmeritve in tuneliranje prometa do drugih ponudnikov storitev in aplikacij
    - podpora za L2 VPN in L3 VPN
  - podpora za SLA

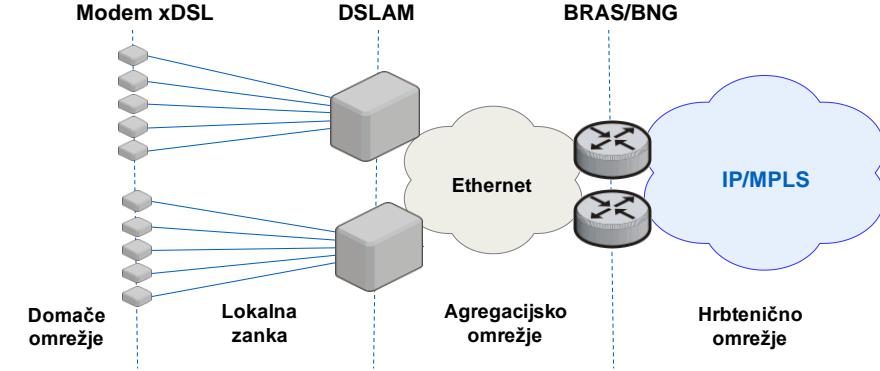
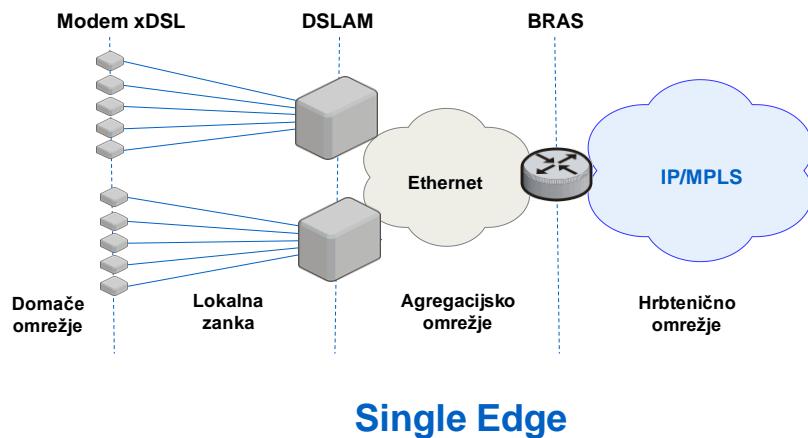
# Število in vloga robnih vozlišč IP

## Dva pristopa

- Single Edge in Dual Edge model

## Kompromis med

- nižjo ceno dostopovnega omrežja (nižji "CAPEX")
  - zagotovi se z vpeljavo več robnih vozlišč IP in decentralizacijo inteligence na več "cenejših" robnih naprav
  - večja kompleksnost upravljanja
- centraliziranim nadzorom uporabnikov (nižji "OPEX")
  - BRAS izvaja centralen nadzor nad uporabniki in storitvami
  - manjša kompleksnost upravljanja



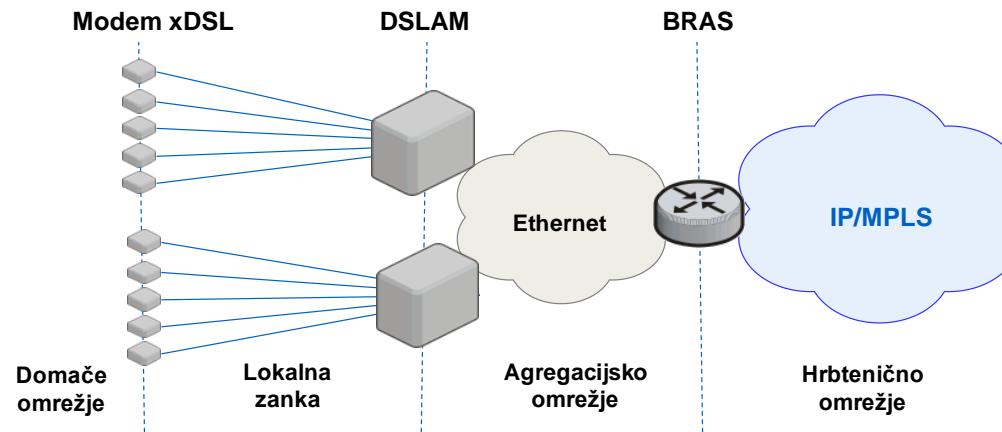
Dual Edge



# Single Edge model

## ■ Single Edge

- izhaja iz tradicionalnih implementacij xDSL (ATM agregacijski model)
  - optimiziran za zagotavljanje storitev HSI
- vse uporabniške seje se zaključujejo v centralni točki – BRAS
  - centralizirana agregacija in terminacija PPP sej
  - centralizirano dodeljevanje parametrov IP na osnovi protokola DHCP
  - centraliziran nadzor na varnostjo v omrežju
  - centralizirano upravljanje z uporabniškim prometom oziroma uporabniškim priključkom – povezava s strežnikom AAA (RADIUS)
  - centralizirana multicast funkcionalnost

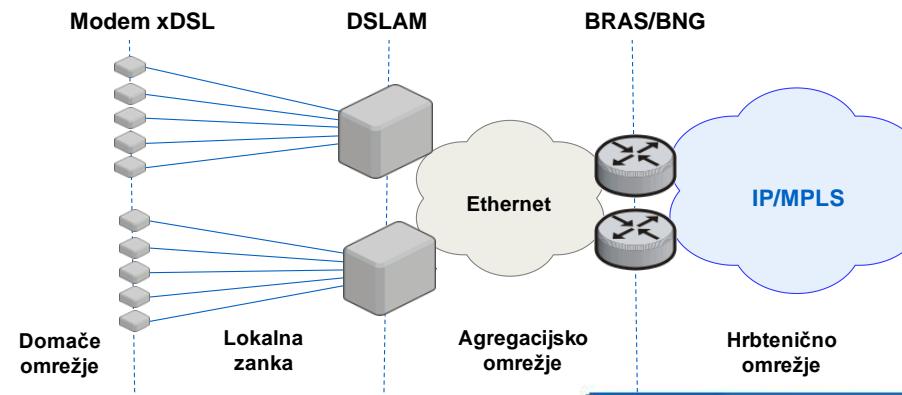




# Dual Edge model

## Dual Edge

- uporaba funkcionalno manj bogatih naprav za zagotavljanje prometno zahtevnih storitev – npr. IPTV
  - video promet, ki danes predstavlja večinski delež prometa na dostopu, se pelje mimo naprave BRAS
- slabosti pristopa
  - poveča se število naprav, ki jih je potrebno upravljati
  - v omrežju je potrebna dodatna naprava IP, ki zagotavlja funkcijo multicast usmerjevalnika
  - promet v smeri proti uporabnikom vstopa v agregacijsko omrežje prek dveh vstopnih točk
    - težje upravljanje s prometnimi tokovi in z razpoložljivo pasovno širino





# Vsebina

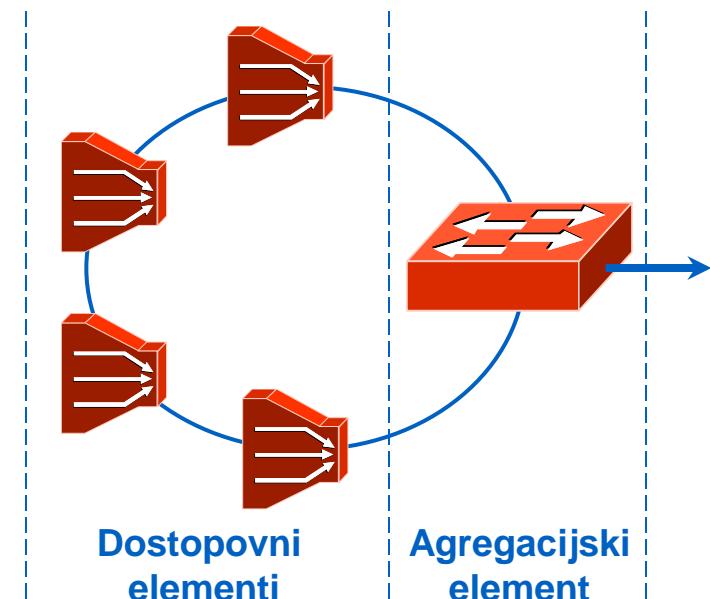
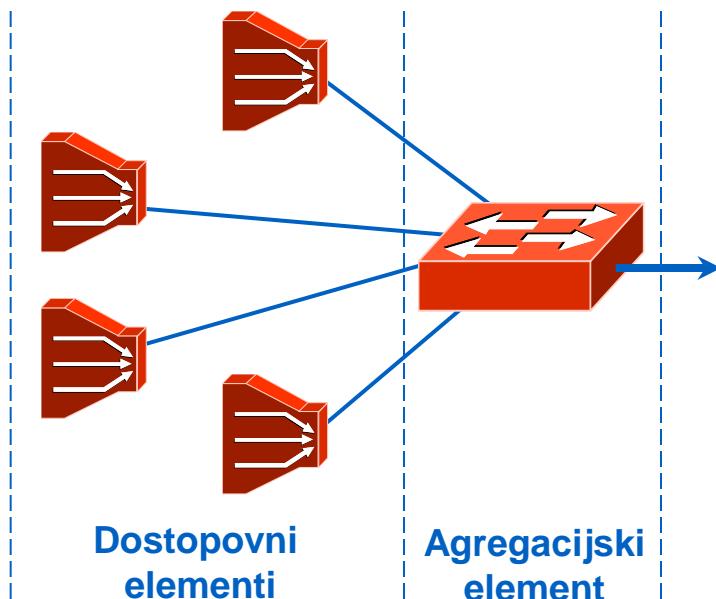
---

- *Uvod*
- *Prometna analiza*
- *Agregacijski modeli*
- ***Dostopovne topologije***
- *Storitveni modeli*



# Dostopovne topologije 1/5

- Eno nivojska agregacija
- Osnovna načina povezovanja omrežnih elementov
  - topologija zvezda
  - topologija obroč





# Dostopovne topologije 2/5

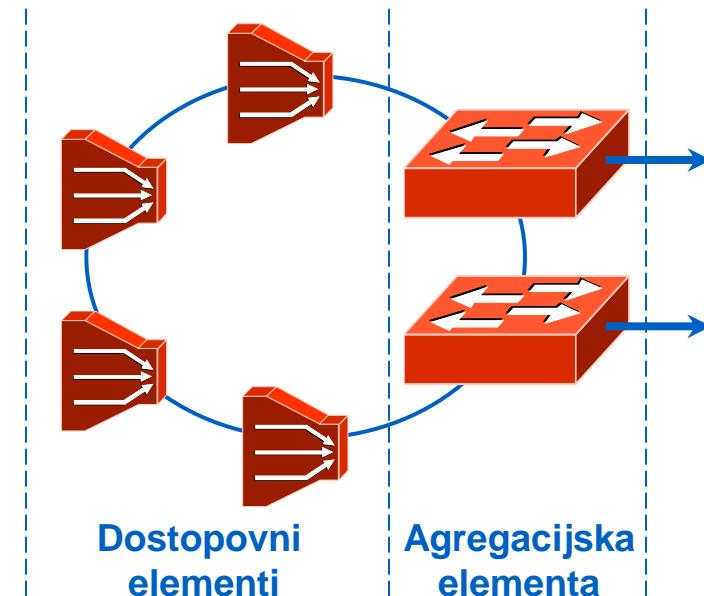
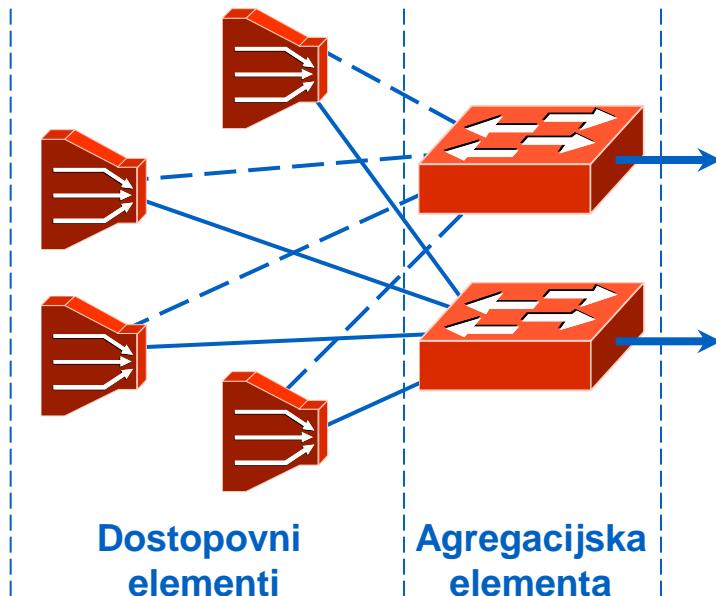
## ■ Primerjava topologije zvezda in obroč

Topologija zvezde	Topologija obroča
vsak dostopovni element ima lastno povezavo na agregacijski element (rezervirana pasovna širina)	razpoložljivo pasovno širino si delijo vsi elementi v obroču (razširljivost odvisna od večjega števila elementov)
manjše zakasnitve – dostopovni element je povezan direktno na agregacijski element	večje zakasnitve – večje število naprav prek katerih potuje promet
hitra konvergenca mehanizmov STP, RSTP, MSTP	počasnejša konvergenca mehanizmov STP, RSTP, MSTP
fizična povezava med dostopovnim in agregacijskim elementom ni zaščitena	omogoča zaščito fizične povezave ter vmesnika – redundantna pot
manjše zakasnitve pri prenosu kontrolnih sporočil IGMP	večje zakasnitve pri prenosu kontrolnih sporočil IGMP
lažja kontrola učenja naslovov MAC na agregacijskem elementu je potrebno zagotoviti večje število fizičnih vmesnikov – število potrebnih vmesnikov je enako številu dostopovnih elementov	težja kontrola učenja naslovov MAC na agregacijskem elementu sta za vsak obroč potrebna le dva fizična vmesnika
mehanizem za preprečevanje zank (STP, MSTP, RSTP) ni potreben	v omrežju je potrebna implementacija enega izmed mehanizmov za preprečevanje zank (STP, MSTP, RSTP)
	nižja cena v primeru nove implementacije



# Dostopovne topologije 3/5

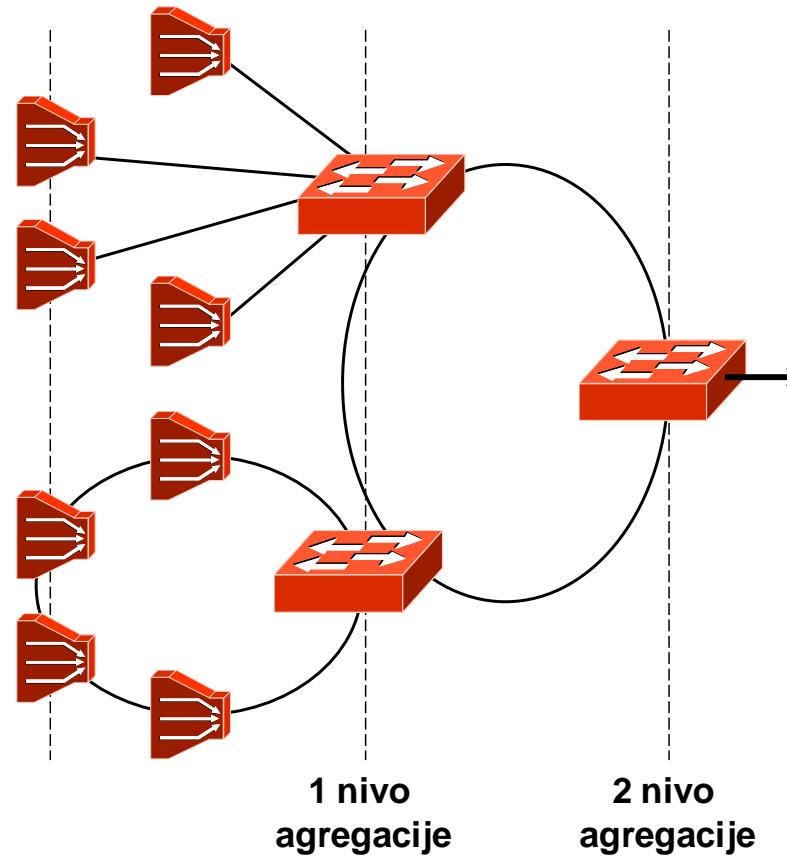
- Eno nivojska agregacija
- Zagotavljanje visoke razpoložljivosti
  - dvojno vpetje zvezde na dva agregacijska elementa
  - dvojno vpetje obroča na dva agregacijska elementa



# Dostopovne topologije 4/5

## Več nivojska agregacija

- vsaka izmed posameznih stopenj agregacije je lahko izvedena na osnovi topologije obroča ali topologije zvezde





# Dostopovne topologije 5/5

## ■ Pomanjkljivosti več nivojske agregacije

- povečanje zakasnitev zaradi večjega števila naprav prek katerih se prenaša promet
  - potencialno daljši odzivni čas aplikacij
  - Npr. zakasnitve pri prenosu kontrolnih sporočil IGMP povečujejo potreben odzivni čas za preklop med posameznimi programi TV
- v primeru redundantnih povezav je v omrežju Ethernet potrebna implementacija enega izmed mehanizmov za preprečevanje zank (STP, MSTP, RSTP)
- večje število naprav, ki jih je potrebno upravljati



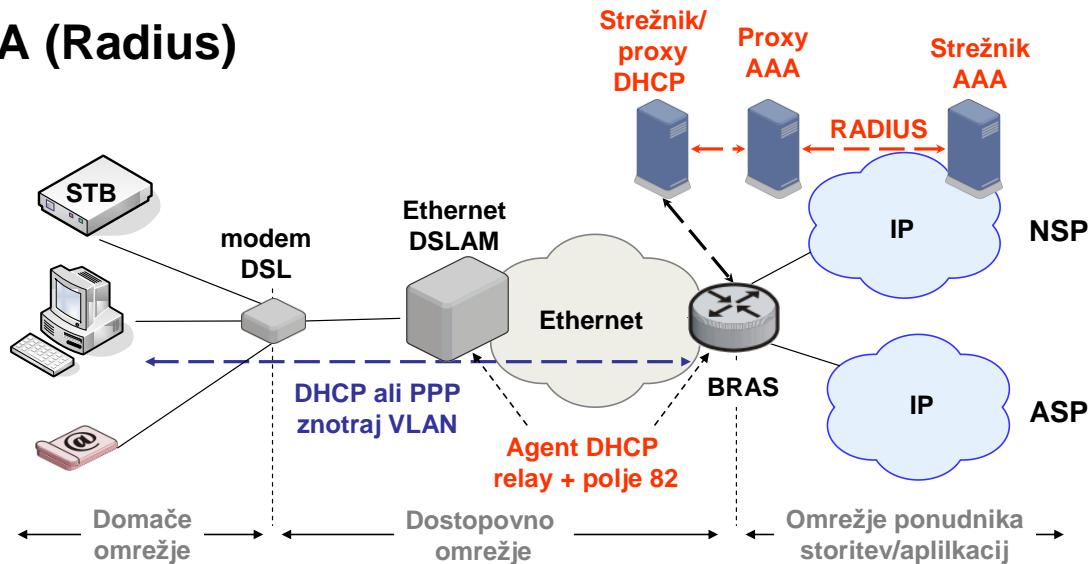
# Vsebina

---

- *Uvod*
- *Prometna analiza*
- *Agregacijski modeli*
- *Dostopovne topologije*
- ***Storitveni modeli***

# Storitveni model

- Izhodišča pri vpeljavi novih storitev
  - preprosta, varna in uporabnikom prijazna uporaba storitev
  - koncept "plug-and-play"
- Zahtevane funkcionalnosti nosilne omrežne infrastrukture
  - avtentikacija in avtorizacija uporabnikov ter terminalne opreme
  - avtomatska nastavitev inicializacijskih parametrov terminalne opreme
    - nastavitev parametrov IP
  - opcije, ki omogočajo uporabnikom dinamično izbiro storitve
  - interakcija s sistemi AAA (Radius)
- V DSL se uporabljajo
  - RADIUS
  - PPPoE
  - DHCP



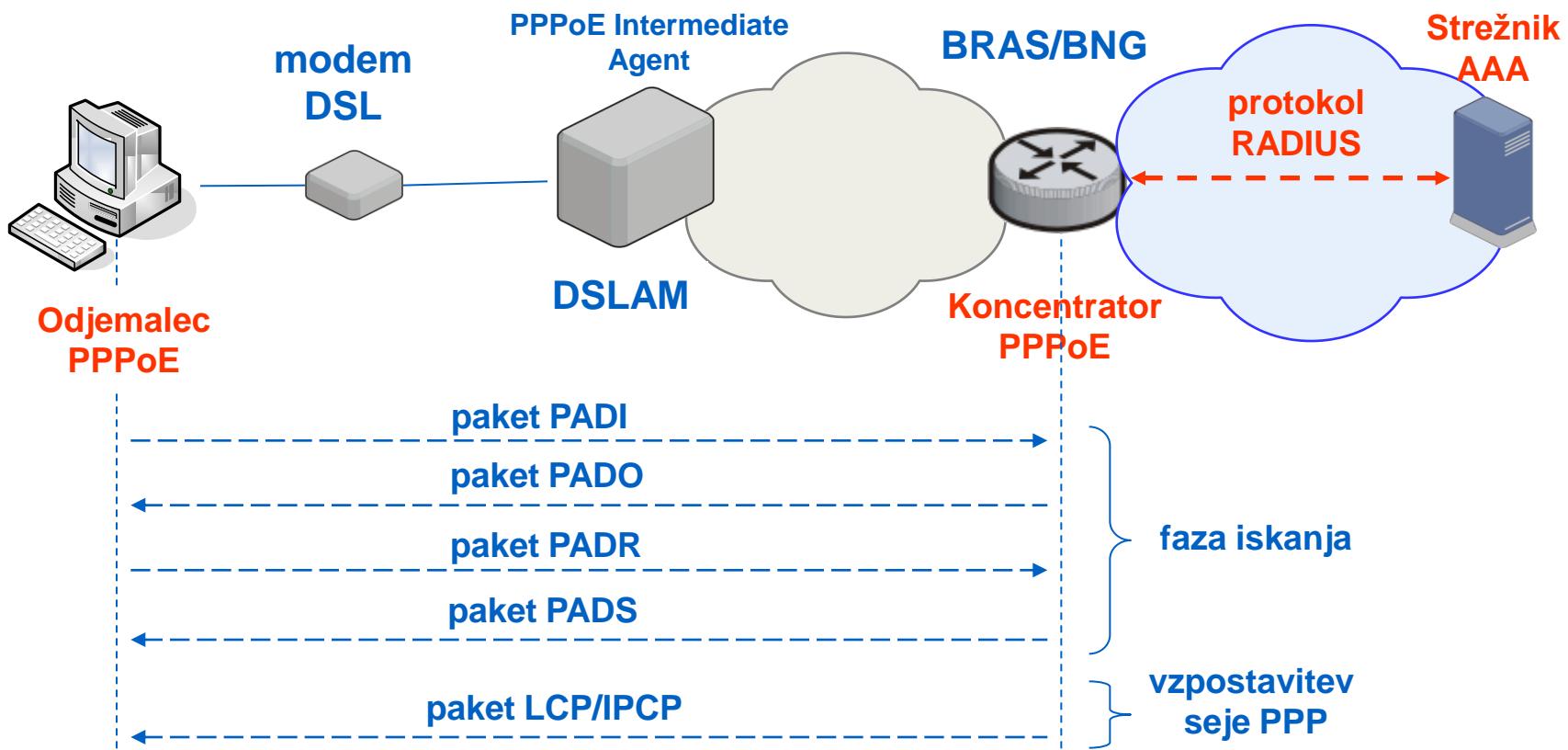


# Storitveni model – protokol PPP

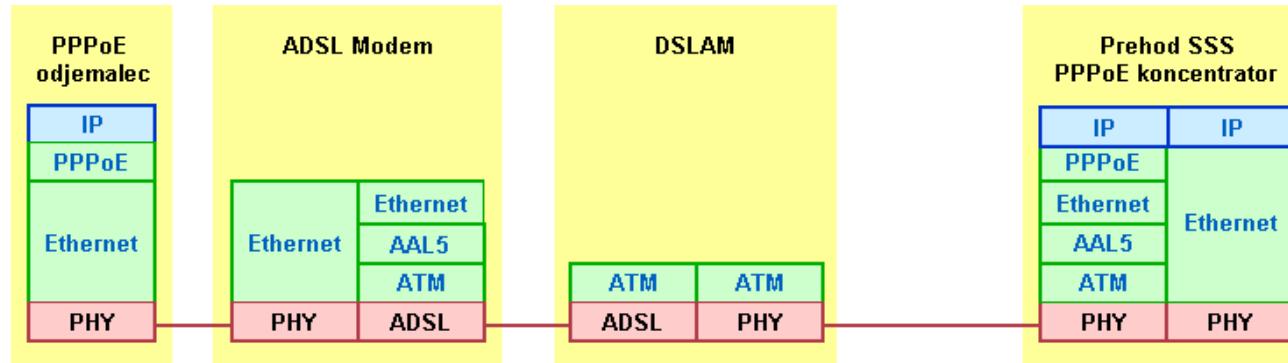
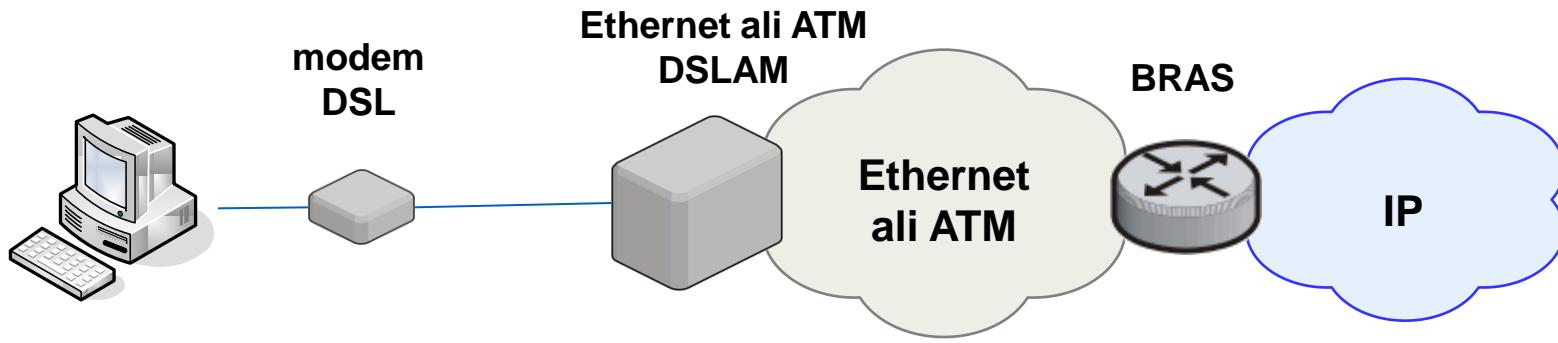
---

- Protokol, ki je bil v osnovi razvit za potrebe klicnega dostopa "dial-up" v omrežjih PSTN/ISDN
- Funkcionalnosti protokola PPP
  - mehanizem za nastavitev parametrov povezave
  - avtentikacija in avtorizacija uporabnikov
    - protokol PAP ali CHAP
  - opcije za dinamično izbiro storitev oziroma ponudnika storitev
    - protokola PAP ali CHAP ter razširitev uporabniškega imena
    - [uporabnik@podjetje.si](mailto:uporabnik@podjetje.si), [uporabnik@isp.net](mailto:uporabnik@isp.net)
  - avtomatsko dodeljevanje mrežnih parametrov terminalni opremi
    - mehanizem IPCP (IP Control Protocol)
  - v povezavi s sistemi AAA omogoča zaračunavanje storitev
- Pomanjkljivosti protokola PPP
  - ne omogoča "multicast" prenosnega načina
    - multicast promet predstavlja večinski del prometa na dostopu
  - na napravah CPE je potrebno stalno vzdrževanje sej PPP
  - problem terminacije in vzdrževanja velikega števila sej PPP na BRAS

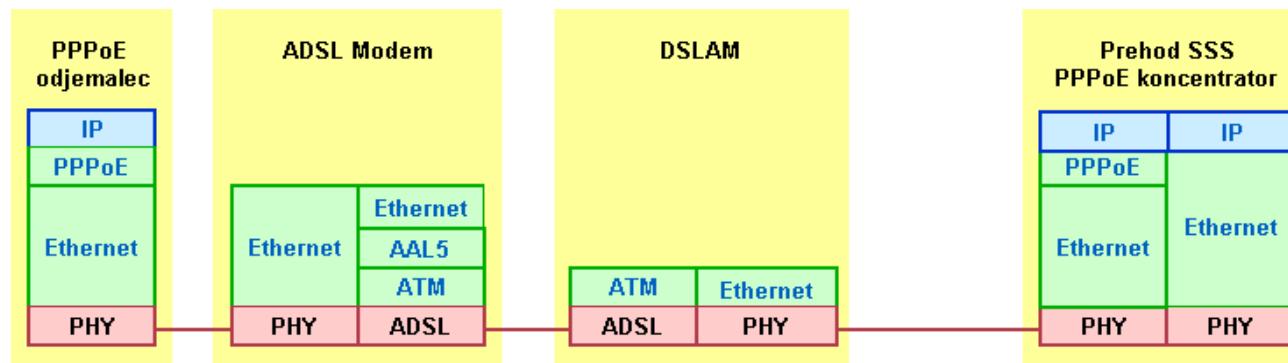
# Koncept delovanja PPPoE



# Protokolni sklad za model PPPoE



Agregacija na osnovi ATM



Agregacija na osnovi Ethernet

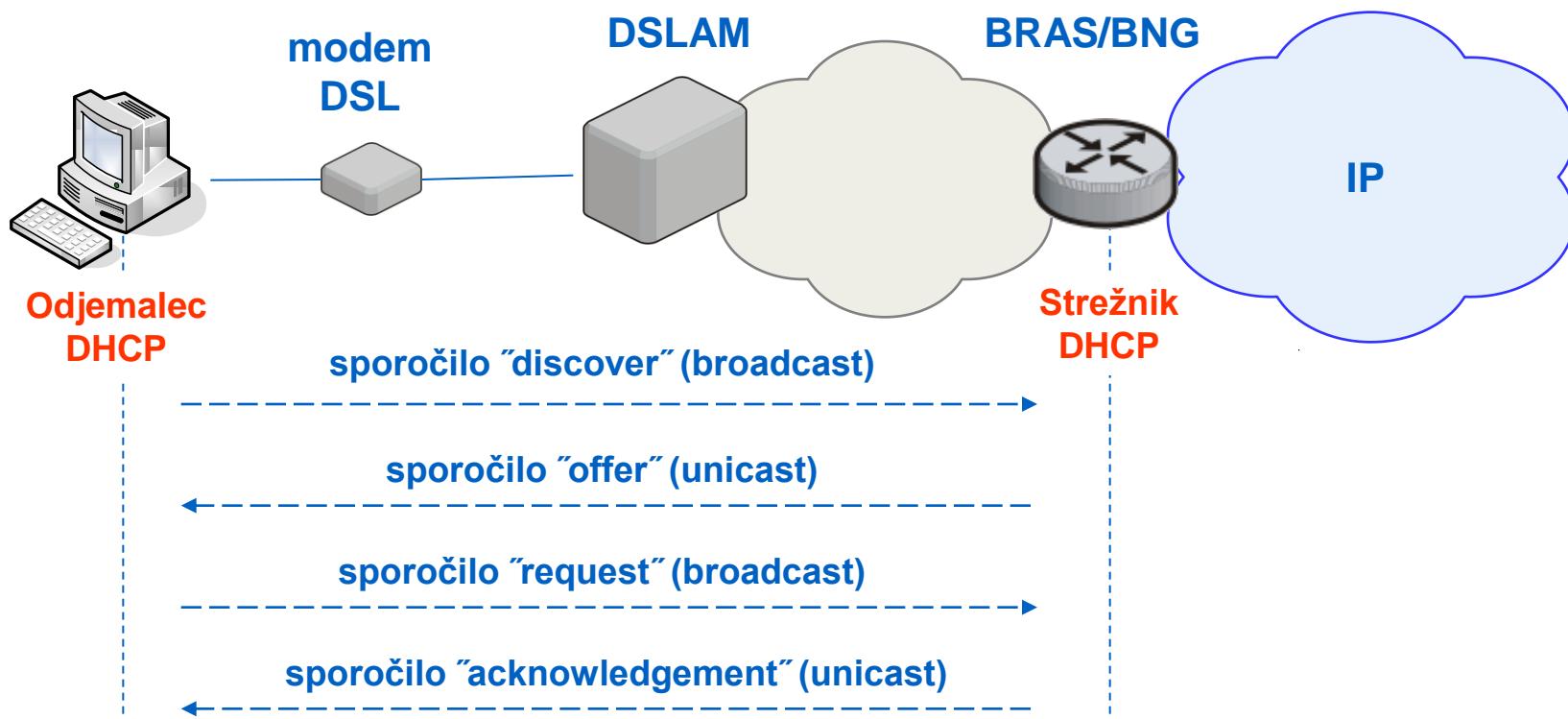


# Storitveni model – protokol DHCP

---

- Protokol, ki je bil načrtovan za delovanje v omrežjih LAN
- V osnovi omogoča le avtomatsko nastavitev terminalov brez dodatnega ovijanja uporabniškega prometa
  - ločitev kontrolne funkcije od uporabniškega prometa
  - boljša razširljivost sistema
  - omogočen je multicast prenosni način
- Za zagotavljanje dodatnih funkcionalnosti (avtentikacija uporabnikov, možnost izbire storitve, izboljšani varnostni mehanizmi) so potrebne razširitve protokola DHCP
  - dodatna opcjska polja
  - agent DHCP "relay"
  - DHCP v kombinaciji s spletnim portalom
  - DHCP v kombinaciji z mehanizmom IEEE 802.1X

# Koncept delovanja DHCP





# Razširitve protokola DHCP

## ■ Dodatna opcjska polja

- **opcjsko polje 82**
  - omogoča mapiranje poslanih zahtev DHCP s fizičnim vmesnikom ali logično povezavo uporabnika
- **opcjsko polje 77**
  - omogoča dinamično izbiro storitev in avtentifikacijo uporabnikov

## ■ Agent DHCP "relay"

- funkcija DHCP "relay" na napravah DSLAM in BRAS omogoča dodajanje informacije (opcjsko polje 82) o logičnem ali fizičnem vmesniku s katerega je bila poslana zahteva DHCP
- omogoča posredno avtentifikacijo uporabnika oziroma terminalne opreme

## ■ Avtentikacijski mehanizmi

- statično mapiranje naslovov IP in Ethernet MAC
  - možna je preprosta zloraba



# Razširitve protokola DHCP

## Opcijska polja DHCP

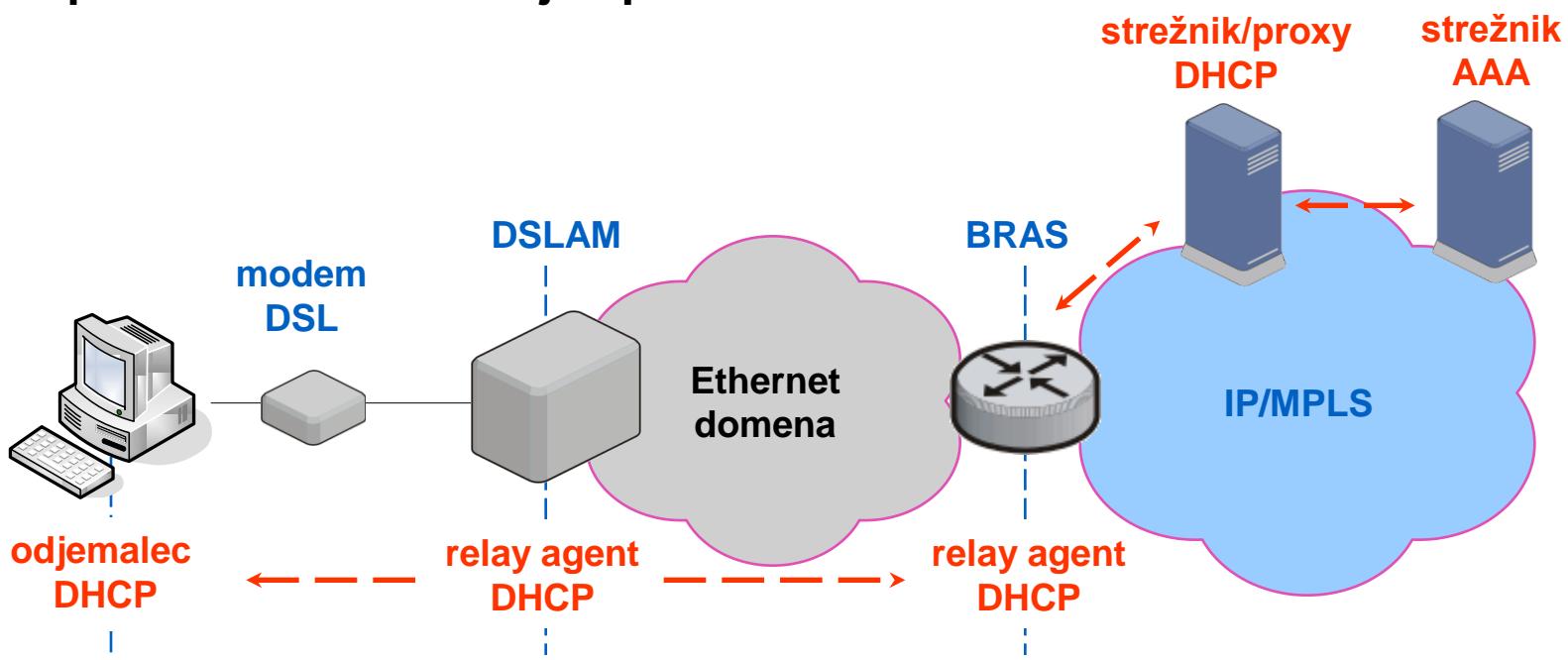
Opcijsko polje	Ime polja	Namen polja	Referenca
43	Vendor Specific Information	Parametri specifični za posameznega proizvajalca opreme.	RFC 2132
60	Vendor class identifier	Identifikator proizvajalca terminalne opreme.	RFC 2132
67	Boot File Name	Ime konfiguracijske datoteke.	RFC 2132
77	User Class Information	Avtentikacija uporabnika in dinamična izbira storitve.	RFC 3004
82	Relay Agent Information	Mapiranje poslanih zahtev DHCP s fizičnim vmesnikom ali logično povezavo.	RFC 3046
120	SIP Servers DHCP Option	Naslov strežnika SIP.	RFC 3361
128	TFTP Server IP address <sup>48</sup>	Naslov strežnika TFTP na katerem se nahaja konfiguracijska datoteka telefona IP.	
129	Call Server IP address	Naslov klicnega strežnika.	
134	Diffserv Code Point	Vrednost polja DSCP.	
150	TFTP server address	Naslov strežnika TFTP.	

<http://datatracker.ietf.org/wg/dhc/>

# Razširitve protokola DHCP

## DHCP relay

- naprava DSLAM ali BRAS doda informacije (opcjsko polje 82) o logičnem ali fizičnem vmesniku s katerega je bila poslana zahteva DHCP
- posredna avtentikacija uporabnika in terminalne opreme





# Storitveni modeli DHCP 1/2

---

- **Fiksna izbira storitev in avtentikacija uporabnika na osnovi naslova Ethernet MAC**
  - mapiranjem med naslovom Ethernet MAC in uporabnikom na strežniku DHCP oziroma sistemu AAA
    - za vsakega uporabnika in terminalno opremo je potrebno narediti vnos, ki ga povezuje s storitvami do katerih je upravičen
    - dodatni upravljaljski stroški
    - možna je preprosta zloraba
  - nivo varnosti se lahko poveča z uporabo agenta DHCP "relay" in opciskskega polja 82 na napravi DSLAM
    - vezava uporabnika in terminalne opreme na uporabniški vmesnik na napravi DSLAM
    - mobilnost uporabnika in prenosljivost terminalne opreme sta onemogočena
  - rešitev se tipično uporablja v trenutnih implementacijah storitev IPTV in VoIP



# Storitveni modeli DHCP 2/2

---

- **Dinamična izbira storitev in avtentikacija uporabnikov na osnovi spletnega portala**
  - uporabniku se omogoči dostop do spletnega portala na katerem se izvede avtentikacija in izbira storitve
    - spletni portal izvaja interakcijo med sistemi AAA in strežnikom DHCP (prehodom BRAS)
  - ob uspešno izvedeni avtentikaciji in avtorizaciji je strežnik DHCP (ozioroma naprava BRAS) obveščen o izbrani storitvi uporabnika
    - terminalni opremi se dodelijo se novi parametri IP, ki ji omogočajo dostop do izbrane storitve
  - pomanjkljivosti modela
    - omejena je na terminalno opremo, ki ima podprt spletni vmesnik
    - potreben je dodaten spletni strežnik, ki omogoča izvajanje interakcije med sistemi AAA, strežnikom DHCP oziroma napravo BRAS
    - naprava BRAS mora podpirati dodatne preusmeritvene in odjemalske funkcije, ki so v splošnem kompleksne in drage
- **Dinamična izbira storitve in avtentikacija uporabnikov z mehanizmom 802.1X**



# Primerjava modelov PPP in DHCP

---

- Storitveni model DHCP se razvija v smeri podpore ekvivalentnih funkcij, kot jih ponuja mehanizem PPP
- Ključne prednosti modela DHCP
  - podpora za multicast prenosni način
  - ločitev kontrolne funkcije od posredovalne omogoča dobro razširljivost sistema
- V trenutnih implementacijah omrežij DSL še vedno prevladuje kombinacija modelov PPP in DHCP
  - za dostop do interneta se uporablja mehanizem PPPoE
  - za zagotavljanje storitev IPTV in VoIP se uporablja mehanizem DHCP





# Prometno načrtovanje xDSL

---



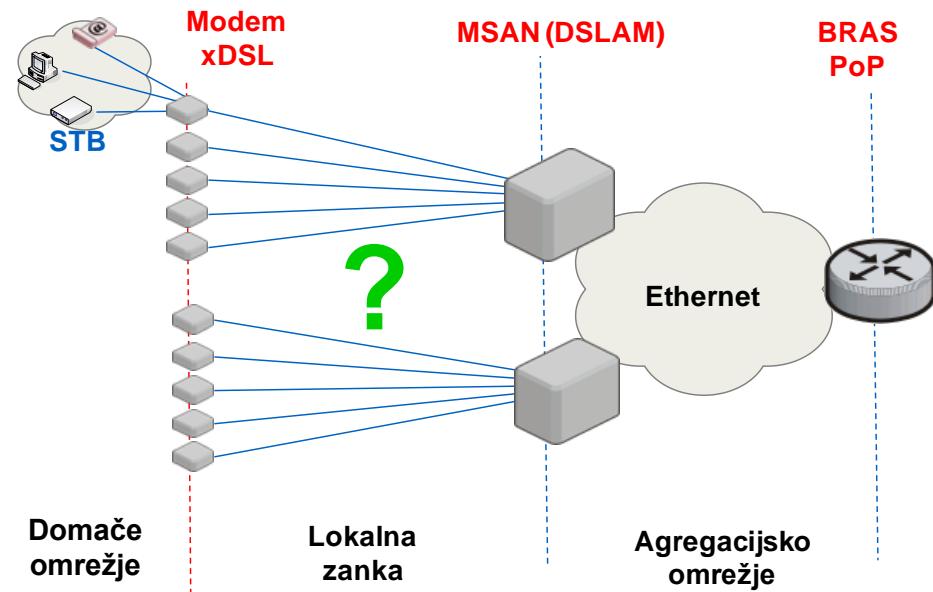
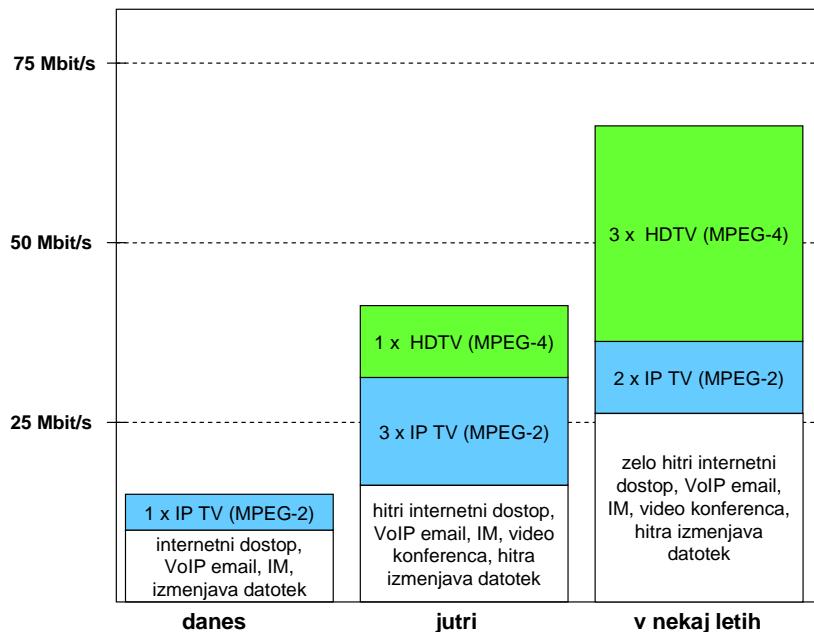
# Kazalo

---

- **Prometno načrtovanje naročniške zanke**
- **Prometno načrtovanje MSAN**
- **Izbira agregacijskega modela**
- **Izbira opreme**

# Potrebe po pasovni širini

- Zahtevana pasovna širina na uporabnika določa uporabljeno tehnologijo v lokalni zanki





# Prometna analiza za 3play naročnika

## ■ Prometna analiza za 1 naročnika

- pasovna širina – internet
  - simetrična :  $UL/DL = 2 \text{ Mbit/s}$
  - asimetrična:  $UL = 512 \text{ Kbit/s}$ ,  $DL = 2 \text{ Mbit/s}$
- pasovna širina – IP TV (1 TV Kanal, kvaliteta “SD TV”)
  - $\sim 5 \text{ Mbit/s}$  (DL) – kodek MPEG-2
  - $\sim 2 \text{ Mbit/s}$  (DL) – kodek MPEG-4
- pasovna širina – VoIP
  - promet RTP (G711) z upoštevano signalizacijo (SIP):  $UL/DL = 100\text{Kbit/s}$

Kodek	velikost paketa	Število paketov na sekundo	Velikost paketa VoIP	Potrebna pasovna širina
G.711	160 oktetov	50	200 oktetov	80 Kbit/s
G.711	240 oktetov	33	280 oktetov	74 Kbit/s
G.729A	20 oktetov	50	60 oktetov	24 Kbit/s

## ■ Pasovna širina lokalne zanke

- v smeri proti uporabniku (internet, IPTV, VoIP) =  $7.1 \text{ Mbit/s}$
- v smeri proti omrežju?



# Kazalo

---

- Prometno načrtovanje naročniške zanke
- **Prometno načrtovanje MSAN**
- Izbera agregacijskega modela
- Izbera opreme

# Prometna analiza za MSAN (DSLAM)

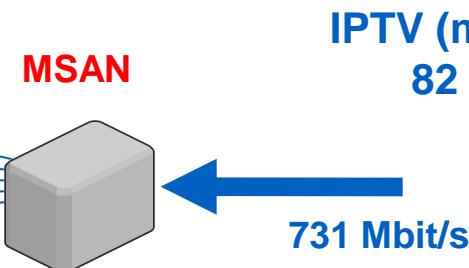
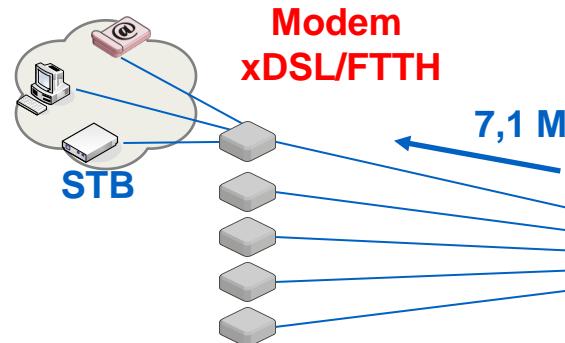
## Prometna analiza za MSAN

- na MSAN bo priključenih 600 naročnikov
- vsi naročniki bodo uporabljali: internet, VoIP, IPTV

## Skupna potrebna pasovna širina na vmesniku MSAN

- $7,1 \text{ Mbit/s/uporabnika} \times 600 \text{ uporabnikov} = 4,3 \text{ Gbit/s?}$
- upoštevamo dobitek statističnega multipleksa => 731 Mbit/s

Storitev	Enota	Povprečna pasovna širina	Koncentracija	Skupna pasovna širina
HSI	600 naročnikov	2 Mbit/s	1:10	120 Mbit/s
VoIP	600 naročnikov	100 Kbit/s	0.18 (Erlang)	11 Mbit/s
IPTV	120 TV programov	5 Mbit/s	-	600 Mbit/s



IPTV (multicast) predstavlja  
82 % vsega prometa



# Kazalo

---

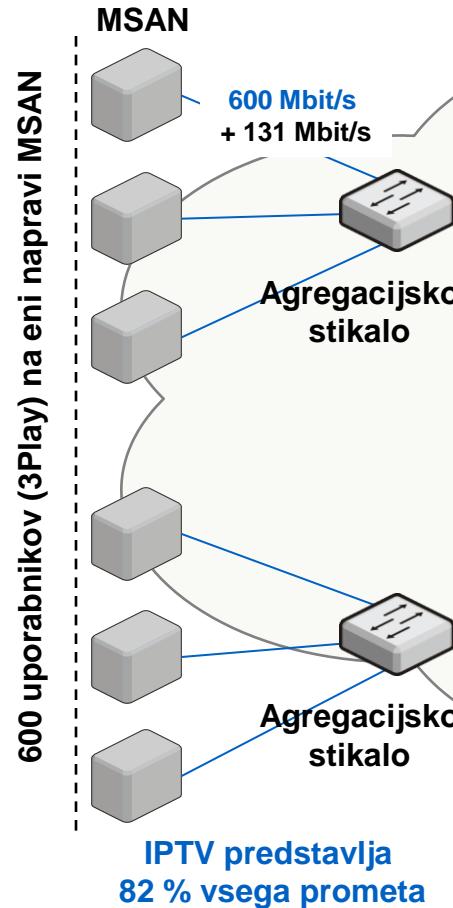
- Prometno načrtovanje naročniške zanke
- Prometno načrtovanje MSAN
- Izbira agregacijskega modela
- Izbira opreme

# Aggregacijski model – IPTV prek BRAS

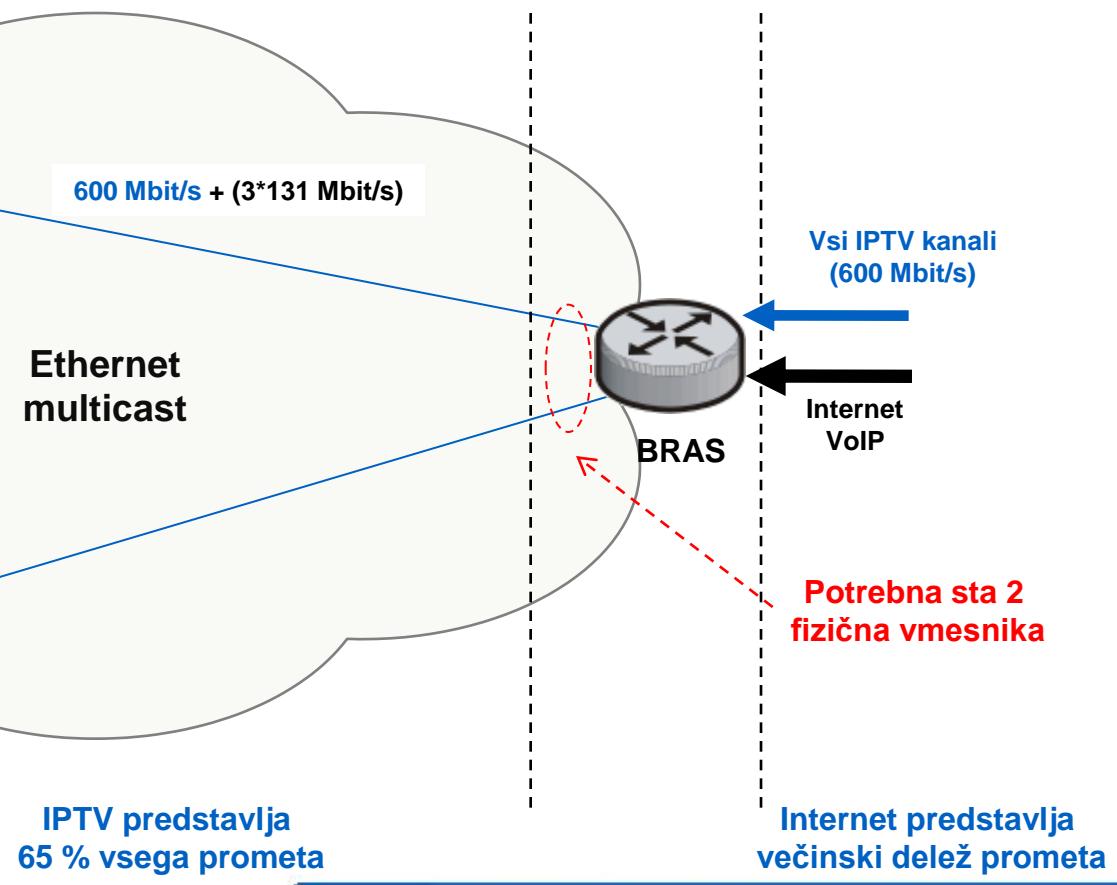
## Značilnosti rešitve

- Single Edge model, eno nivojska agregacija, topologija zvezda

Lokacija CO



Lokacija PoP

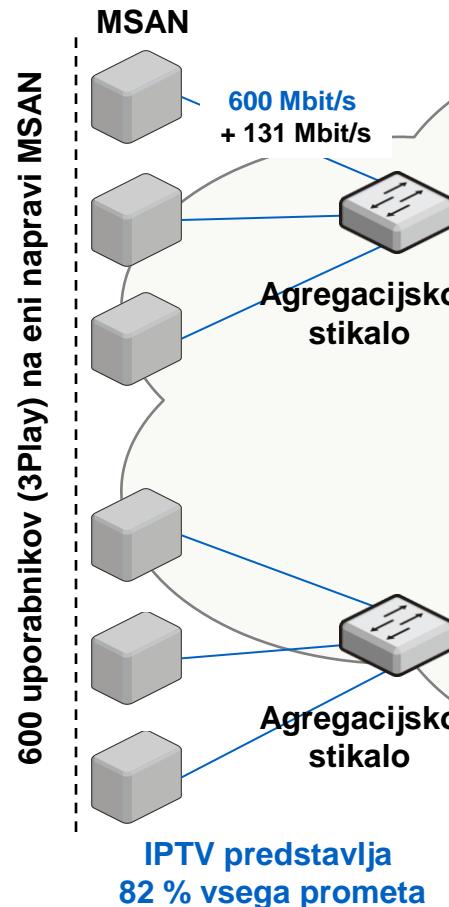


# Agregacijski model – IPTV mimo BRAS

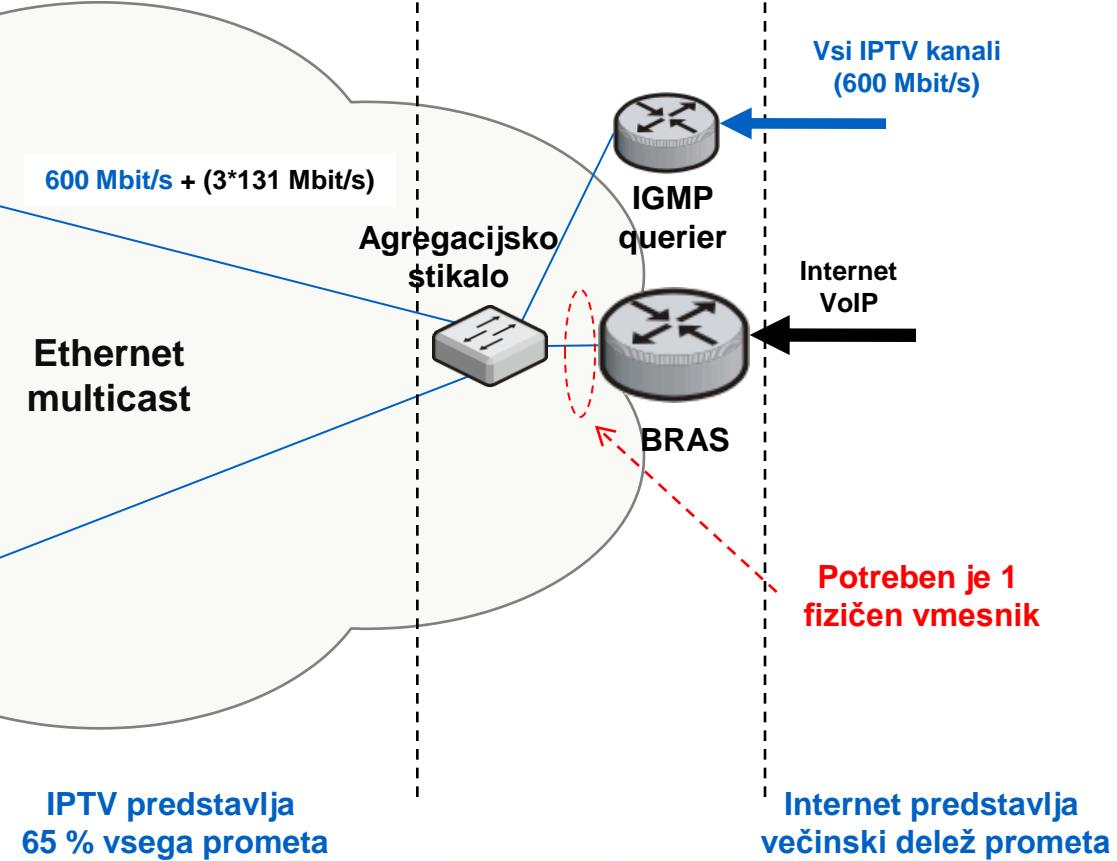
## Značilnosti rešitve

### Dual Edge model, dvo nivojska agregacija, topologija zvezda

Lokacija CO



Lokacija PoP





# Kazalo

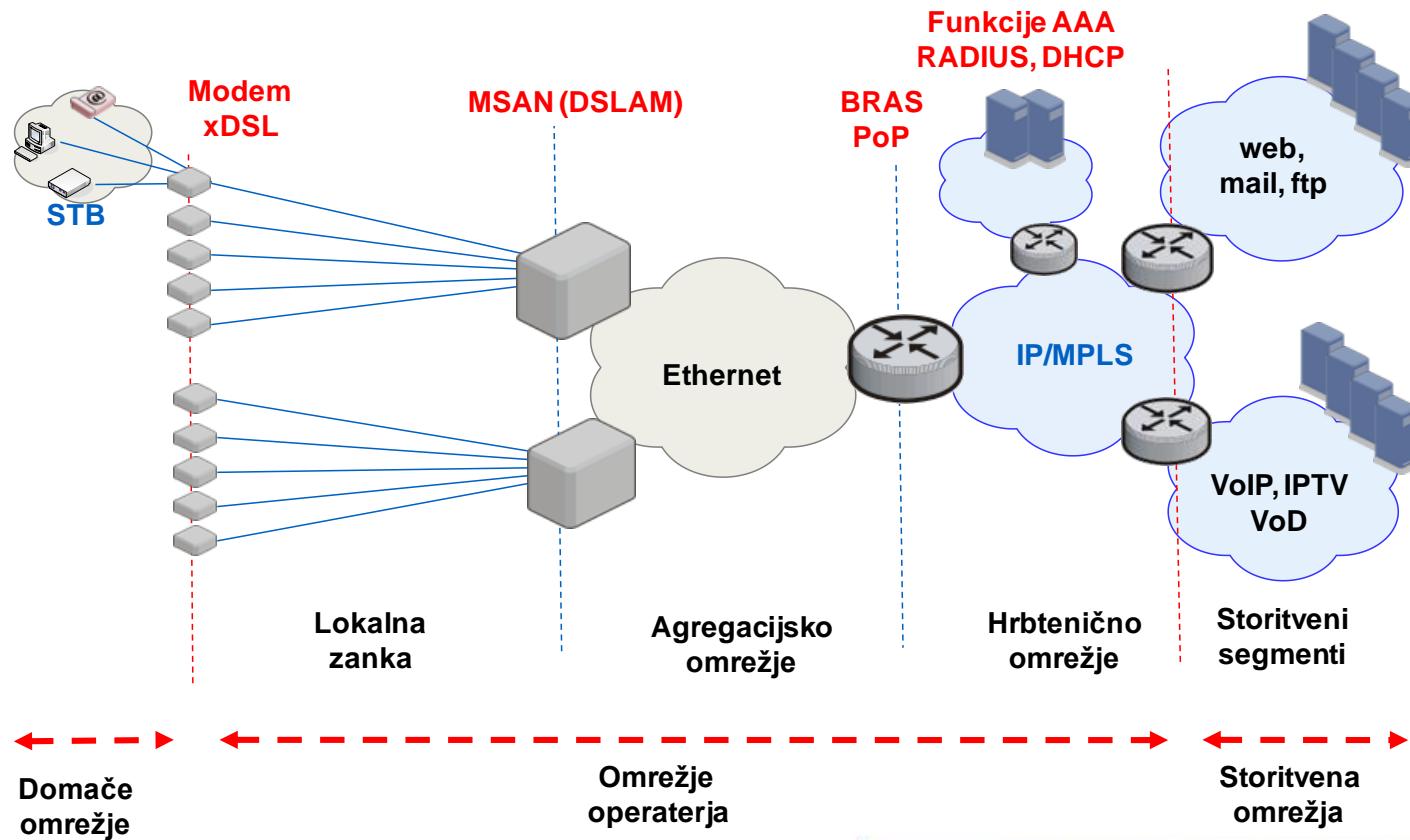
---

- Prometno načrtovanje naročniške zanke
- Prometno načrtovanje MSAN
- Izbera agregacijskega modela
- Izbera opreme

# Zmogljivosti in funkcionalnosti opreme

## Določitev potrebnih funkcionalnosti naprav

- Katere funkcije se izvajajo v HW (FPGA/ASIC)?
- Katere funkcije se lahko v SW (CPU)?





# Zmogljivosti naprav

## ■ Ethernet stikala

- kateri vmesniki (GE, 10GE, 40GE), število vmesnikov
  - hitrost Ethernet stikalne matrike – paketi na sekundo (pps)
  - število (HW) čakalnih vrst
- število vnosov v tabelo MAC
- napredne funkcionalnosti
  - IGMP Snooping, DHCP relay – število zahtev

## ■ Usmerjevalniki/BRAS

- kateri vmesniki (GE, 10G, 40GE), število vmesnikov
  - hitrost IP posredovalne matrike – paketi na sekundo (pps)
  - število (HW) čakalnih vrst
- število vnosov v usmerjevalno tabelo
- napredne funkcionalnosti
  - terminacija PPP – število sej, hitrost vzpostavljanja sej
  - IGMP querier, DHCP relay – število zahtev
  - Radius – število zahtev
  - IP session aware – število sej



# Primer izračuna zmogljivosti

- Hitrost posredovanja = X pps × 64 oktetov [Mbit/s]
- pri izračunu je upoštevana najmanjša velikost paketa IP (64 oktetov)

Platform	Process Switching		Fast/CEF Switching		EOS?
	PPS	Mbps	PPS	Mbps	
7304-NSE-150			3,500,000(PXF) 800,000(RP)	1,792 409.6	No
7304-NPE-G100			1,099,000	562.69	No
7301	79,000	40.448	1,018,000	521.22	No
7401	20,000	10.24	300,000 (Also has PXF)	153.6	30-Dec-04
7000-RP	2,500	1.28	30,000	15.36	31-Jul-97
7500-RSP2	5,000	2.56	220,000	112.64	16-Feb-03
7500-RSP4/4+	8,000	4.096	345,000	176.64	15-Dec-07
7500-RSP8	22,000	11.264	470,000	240.64	15-Dec-07
7500-RSP16	29,000	14.848	530,000	271.36	15-Dec-07
7500-VIP2/40	Punts to RSP <sup>1</sup>		60,000 – 95,000	30.7 – 48.6	30-Apr-04
7500-VIP2/50	Punts to RSP <sup>1</sup>		90,000 – 140,000	46.1 – 71.7	15-May-03
7500-VIP4/50	Punts to RSP <sup>1</sup>		90,000 – 140,000	46.1 – 71.7	15-Dec-07
7500-VIP4/80	Punts to RSP <sup>1</sup>		140,000 – 210,000	71.7 – 107.5	15-Dec-07
7500-VIP6/80	Punts to RSP <sup>1</sup>		140,000 – 219,000	71.7 – 112.1	15-Dec-07
7600-MSFC2(Sup2)	20,000 (500,000 for software-switched CEF)	10.24 (256.00)	30,000,000 for central forwarding of non-DFC traffic - 15,000,000 for central forwarding on non-DFC traffic with classic line cards <sup>2</sup>	15,360.00 or 7,680.00	1-Mar-07
7600-MSFC2A(Sup32)			15,000,000 <sup>3</sup>	7,680.00	No
7600-MSFC3(Sup720)	20,000 (500,000 for software switched CEF)	10.24 256.00	30,000,000 for central forwarding of non-DFC traffic - 15,000,000 for central forwarding on non-DFC traffic with classic line cards <sup>2</sup>	15,360.00 or 7,680.00	No

10 Mbit/s vs 15 Gbit/s!

These are testing numbers, usually with FE to FE, GigE to GigE or POS to POS, no services enabled. As you add ACL's, encryption, compression, etc - performance will decline significantly from the given numbers, unless it is a hardware-assisted platform, such as the ASR 1000, 7600 or 12000, which process QoS, ACL's, and other features in hardware (or when a hardware assist is installed, for instance an AIM-VPN in a 3745 will offload the encryption from the CPU). Every situation is different - please simulate the true environment to get applicable performance values

<http://www.cisco.com/web/partners/downloads/765/tools/quickreference/routerperformance.pdf>