

Võrkude tüüpe

- LAN (local area network) – kuni 10 km,
 - ethernet, IEEE 802.11, Token Ring, FDDI, ATM
- WAN (wide area network) – 8km+, LAN-de kogum
 - DSL, Frame Relay, ATM, SONET/SDH jne
- MAN (*metropolitan area network*) – regionaalvõrk
 - gigabit ethernet (fiiber), ATM, FDDI
- CAN (*campus area network*) – territoriaalvõrk, väiksem kui MAN

Võrkude tüüpe

- HAN (*home-area network*) – koduvõrk
- PAN (personal area network) – personaalvõrk, kuni 10m
 - USB, FireWire, Bluetooth, WiFi, IrDA
 - WPAN – *Wireless PAN*
- SAN (storage area network) – salvestusvõrk
 - SCSI jt protokollid
- BN (*backbone network*) – kiire magistraalvõrk LAN-de ühendamiseks
- GAN (global area network) – globaalvõrk, WAN-de kogum, mis katab kogu maakera

Topoloogiad

- Füüsiline topoloogia
- Loogiline topoloogia

Topoloogiad

- Siinitopoloogia (*bus topology*)
- Ringtopoloogia
- Võrktopoloogia (*mesh topology*)
- Täisvõrktopoloogia (*full mesh topology*)
- Tähttopoloogia (*star topology*)
- Laiendatud tähttopoloogia (extended star)
- Puutopoloogia – võrk on sidus kuid puuduvad dubleeritud ühendused



WAN mõisted

- CPE (*customer premises equipment*) – telefon, DSL modem, kaablimodem, kliendi telefonikeskjaam
- Kliendiseade ühendatakse teenusepakkuja (ISP) seadme külge, mida nim. keskjaamaks (*central office*)
- WAN – ühendab LAN-e üle pikkade vahemaade

WAN tehnoloogiad

- Tehnoloogiaid oluliselt rohkem kui LAN-s
 - DSL (*Digital Subscriber Line*)
 - POTS (*plain old telephone service*)
 - sissehelistamine (*dial-up*)
 - GSM (*Global System for Mobile communications*)
 - SONET (*Synchronous Optical Networking*)
 - SDH (*Synchronous Digital Hierarchy*)
 - ISDN (*Integrated Services Digital Network*)
 - DOCSIS (*Data Over Cable Service Interface Specification*)

WAN tehnoloogiad

- PPP (*Point-to-Point Protocol*)
- PPPoE (*PPP over Ethernet*)
- Frame Relay
- ATM (*Asynchronous Transfer Mode*)
- PPPoA (*PPP over ATM*)
- MPLS (*Multi Protocol Label Switching*)
- ...

DSL

- Võrgust kasutajani – allavool (*downstream*)
- Kasutajalt võrku – ülesvool (*upstream*)
- On nii sümmeetrilisi kui ebasümmeetrilisi versioone
 - ADSL (*Assymmetric Digital Subscriber Line*)
 - HDSL (*High data rate DSL*)
 - IDSL (*ISDN DSL*)
 - RADSL (*Rate-Adaptive DSL*)
 - SDSL (*Single line/Symmetric DSL*)
 - VDSL (*very high speed DSL*)

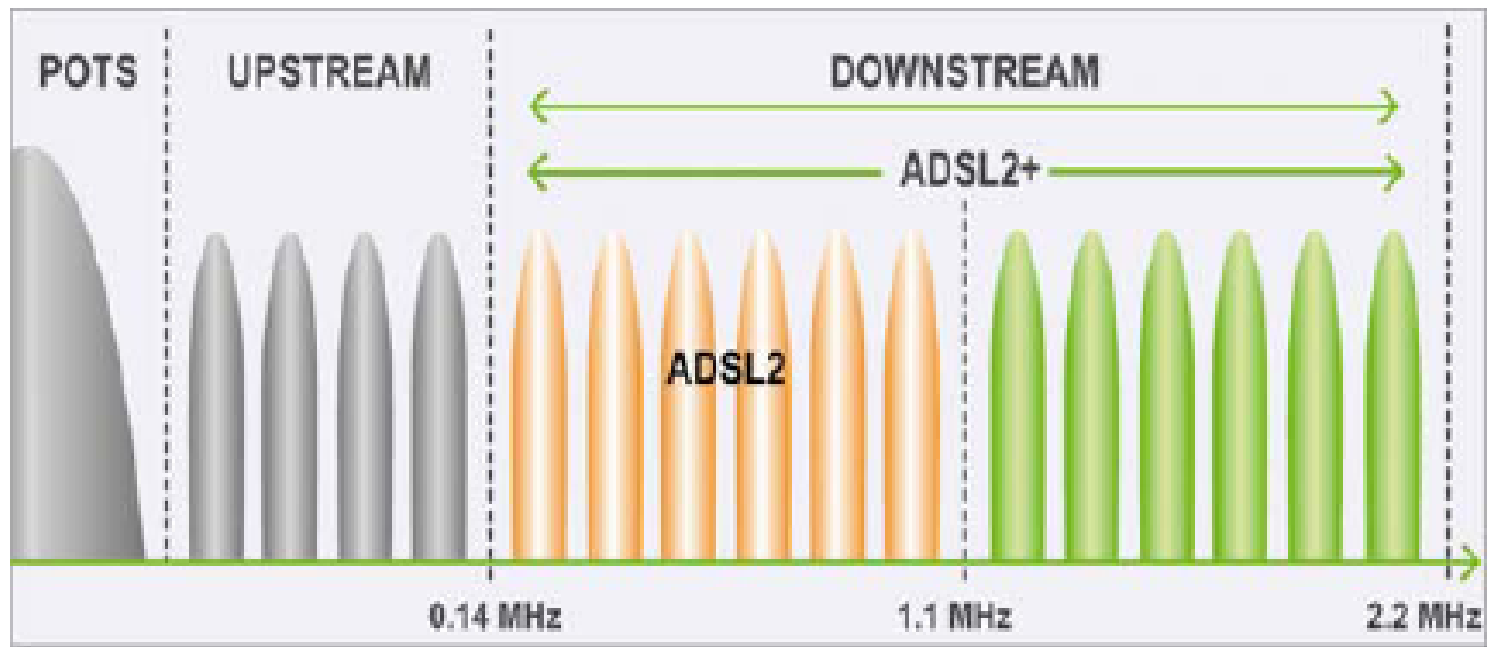
xDSL tüüp	üles-voolu Mb/s	allavoolu Mb/s	keerd-paare	maks. kaugus	modulat-siooni meetod	ITU tähis	Kinnita-tud	telefoni toetus
ADSL	0,8	8	1	5,5km	DMT, CAP	G.992.1	1999	jah
ADSL2	1	12	1	7km	DMT	G.992.3	2002	jah
ADSL2+	1	24	1	7km	DMT	G.992.5	2003	jah
SHDSL	5,6	5,6			TC-PAM	G.991.2	2003	
HDSL	2,048	1,544	2	5,5km	CAP, 2BIQ	G.991.1		ei
IDSL	0,144	0,144	1	11km	2BIQ	-		ei
SDSL	2,3	2,3	1	6,9km	2BIQ	-		ei
VDSL	15	55	1	6,9km	QUAM	G.993.1	2004	ei
VDSL2	30	55			DMT	G.993.2	2005	
VDSL2+	100	100			DMT	G.993.2	2005	

ADSL

ITU-T G992.1

- Telefoniliin on jagatud kolmeks kanaliks
 - POTS - 0-4kHz
 - ülesvoolukanal – 30-138kHz – 25 alamkanalit
 - allavoolukanal – 156kHz-1,1MHz – 224 alamkanalit
- Kasutaja poolset seadet nim ATU-R (*ADSL transiever unit, remote terminal*)
- ISP poolset seadet nim ATU-C (*ADSL transiever unit, central office*)

ADSL2, ADSL2+



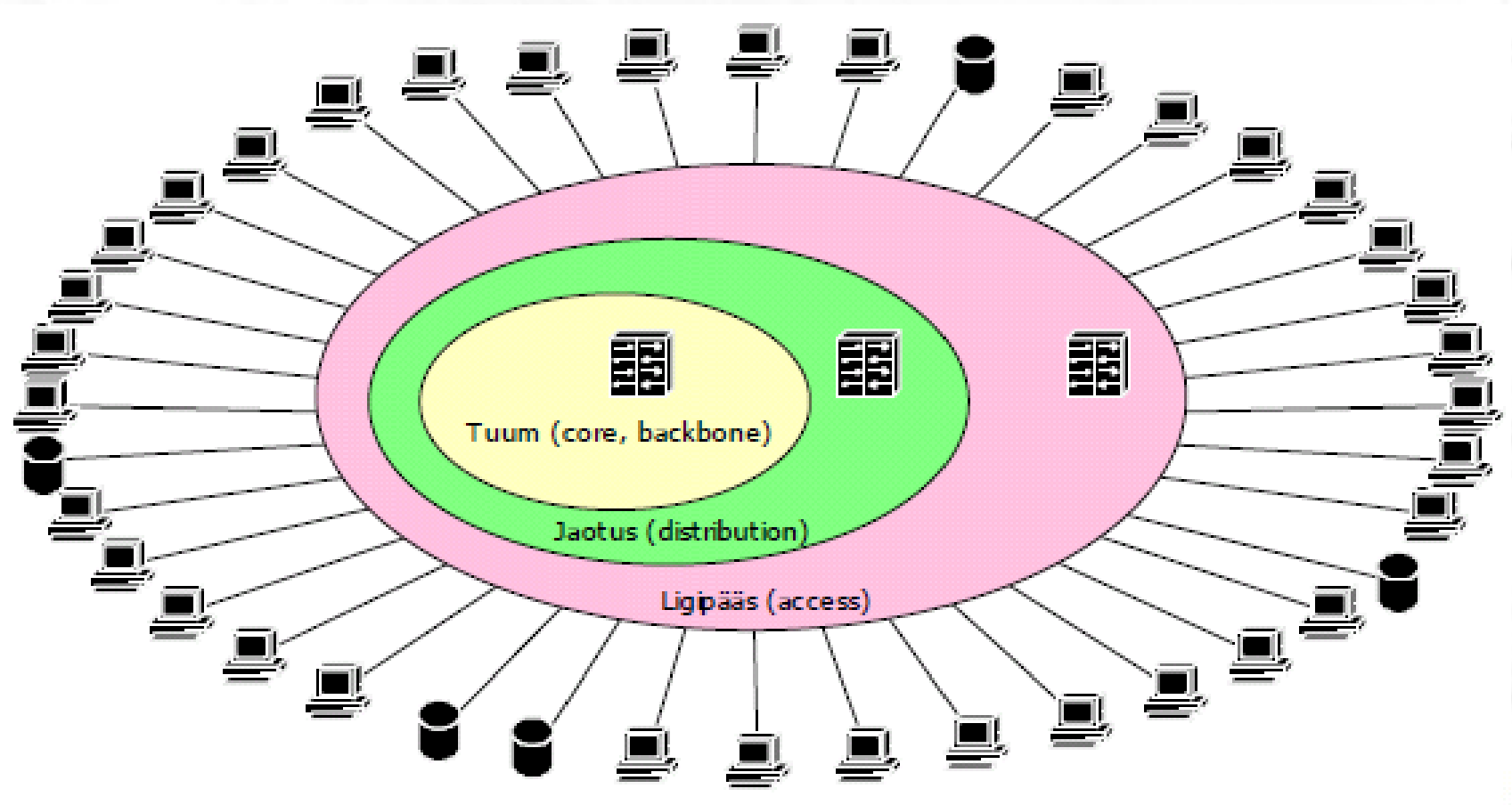
<http://en.wikipedia.org/wiki/G.992.5>

DSL Eestis

- 2016.a novembris teatas Telia AK uudistes, et vahetab Eestis kõik oma võrgu ADSL ühendused muude, kiiremate ühenduste vastu (fiiber, VDSL, raadio) 2021.a 1. jaanuariks.
- Lauatelefonid lubati juba varem üle viia VoIP-le (2017.a esimestel kuudel).



Hierarhiline võrk



Hierarhiline võrk

- magistraalvõrk
 - ühendused suuremate keskuste vahel
- baasvõrk/jaotusvõrk
 - ühendused kohalike keskusteni, kust kliendini jääb ca 1,5 km
- “viimane miil” (*“last mile”*)
 - ühendus kohalikust keskusest kliendini



PPP

Point-to-Point Protocol, RFC 1661, 2153

- Punktist-punkti sideliini kanalikihi protokoll
- Kasutatav paljude füüsilise kihi protokollidel
- Toetab mitmeid võrgukihi protokolle samaaegselt
- Koosneb kahest osast
 - LCP (*Link Control Protocol*)
 - NCP (*Network Control Protocol*)

PPP

- LCP (*Link Control Protocol*) – sideliiniga seotud ülesanded
 - Paketi suuruse limiidiga tegelemine
 - Vigaste seadistuste avastamine
 - Sideliini termineerimine
 - Sideliini funktsioneerimise jälgimine
 - LCP valikud
 - Autentimine
 - Pakkimine
 - Mitmik-sideliin (mitu sideliini, üks ühendus)
 - Tagasihelistamine
- NCP (*Network Control Protocol*) – võrguga seotud ülesanded
 - Igale protokollile oma NCP – IPCP, IPXCP jne

PPP

- Autentimine – kaks protokollit
 - PAP (*Password Authentication Protocol*) – üle sideliini saadetakse kasutajatunnus ja parool (kaheosaline käepigistus)
 - CHAP (*Challenge Handshake Authentication Protocol*) – üle sideliini saadetakse juhuslik number ning vastusena sellega räsitud parool (kolmeosaline käepigistus) – turvalisem

PPP

- Tavaliselt oli kasutusel sissehelistamisteenuse juures
- xDSL ühenduse puhul kasutatakse PPP versioone
 - PPPoE – *PPP over Ethernet*
 - PPPoA – *PPP over ATM*



Frame Relay

- Üht või mitut sideliini kasutades saab luua mitu virtuaalset ühendust (kanalit)
- Virtuaalsel ühendusel on igal sideliinil oma number
- Igale ühendusele reserveeritakse mingi ühenduskiirus (bittide arv ajaühikus)
 - CIR (*committed information rate*)
 - EIR (*excess information rate*)

Frame Relay

- Mõeldud kasutamiseks võrgu äärealadel
- Pakettkommutatatsioon, ühendusorienteeritud protokoll, luuakse virtuaalseid ühendusi, OSI kanalikihi protokoll
- FrameRelay on nagu eraldi võrk
 - võrguseadmeid nim FrameRelay kommutaatoriteks
 - võrgu ääreseadmeid nim FRAD (*Frame Relay access device / Frame Relay Assembler/Disassembler*), tavaliselt on nad marsruuterid

Frame Relay

- Kaader koosneb
 - alguse eraldaja “01111110” (1 bait)
 - Aadress (2 või 4 baiti)
 - DLCI (*data link connection identifier*) 6 või 10 bitti
 - lipud
 - Andmed (tavaliselt kuni 4096 baiti, samas standardi järgi piirangut pole)
 - Kontrollsumma (2 baiti)
- Igas FR kommutaatoris on tabel:
 - lähteliides, virtuaalse kanali nr lähteliidesel (DLCI)
 - sihtliides, virtuaalse kanali nr sihtliidesel (DLCI)

Frame Relay

- Võimaldab kasutada kaht sorti virtuaalseid ühendusi
 - PVC (*permanent virtual circuit*) – püsiv virtuaalne ühendus (rohkem kasutuses)
 - SVC (*switched virtual circuit*) – virtuaalne ühendus, mis suletakse kui seda pole mingi aja jooksul kasutatud
- Virtuaalsed ühendused kasutavad ribalaiust ainult siis kui seal liiguvad andmed

Frame Relay

- Igale lülitusele on ette nähtud ühenduskiirus
 - CIR (*committed information rate*) – garanteeritud ühenduskiirus
 - EIR (*excess information rate*) – mittegaranteeritud ühenduskiirus (kui palju võib CIR-i ületada)
 - lülituse poolt kasutatav võimalik ribalaius – CIR+EIR



ATM

Asynchronous Transfer Mode

- Ühendusorienteeritud protokoll, kasutamiseks võrgu äärealadel
- Toetus erinevatele reaalaaja- ja mitte-reaalaaja kaugühenduste vajadustele (nt telefon, videoedastus, audioedastus, kohtvõrkude ühendamine jt)
- Erinevad ühendused erineva kiirusega – ühendused kindla kiirusega

ATM

- Kaadrit nimetatakse rakuks (cell)
 - rakk on 53 baiti pikk
 - 5 baiti päis
 - 48 baiti andmeid
 - andmed (nt eth kaader jagatakse 48B tükkideks ja saadetakse mitme rakuna
- Võrguseadmeid nim ATM kommutaatoriteks
 - omavad marsruutimisinfot virtuaalsete ühenduste kohta
 - kui ühendust ei vajata, vabastatakse virtuaalne ühendus ja kustutatakse marsruutimisinfo

ATM

- Võimaldab kasutada nii PVC kui SVC tüüpi ühendusi (tavaliselt PVC)
- Mingi ühenduse alla eraldatud ajapiludes saadetakse rakke pidevalt – kui andmeid saata ei ole, saadetakse tühja sisuga rakke



MPLS

- Multiprotocol Label Switching
- Samuti “virtuaalsete linkide” tegemise protokoll
- Töötab OSI 2. ja 3. kihi vahel
- FrameRelay ja ATM-i “järglane”
- <http://datatracker.ietf.org/wg/mpls/charter/>



QoS (teenusekvaliteet)

- Tipptundidel võivad võrguseadmetes tekkida ummistused – osa liiklust visatakse minema
- QoS (*quality of service*) – kogum kvaliteedinõudeid mingile teenust pakkuvale objektile.
- Peamised parameetrid:
 - läbilaskevõime
 - viivitus (*latency*)
 - usaldusväärsus
 - viivituse varieeruvus (*jitter*)

QoS

- Teenusekvaliteedi tagamine ühele kasutajale saab tulla vaid teiste kasutajate arvelt
- Saab rakendada vaid siis kui on tekkinud järjekord (saatmisel)
- Väga raske objektiivselt mõõta kuna ei peegelda otseselt võrgu jõudlust ja käitumist
- QoS funktsiooni peavad toetama ka kõik vahepealsed võrguseadmed

QoS

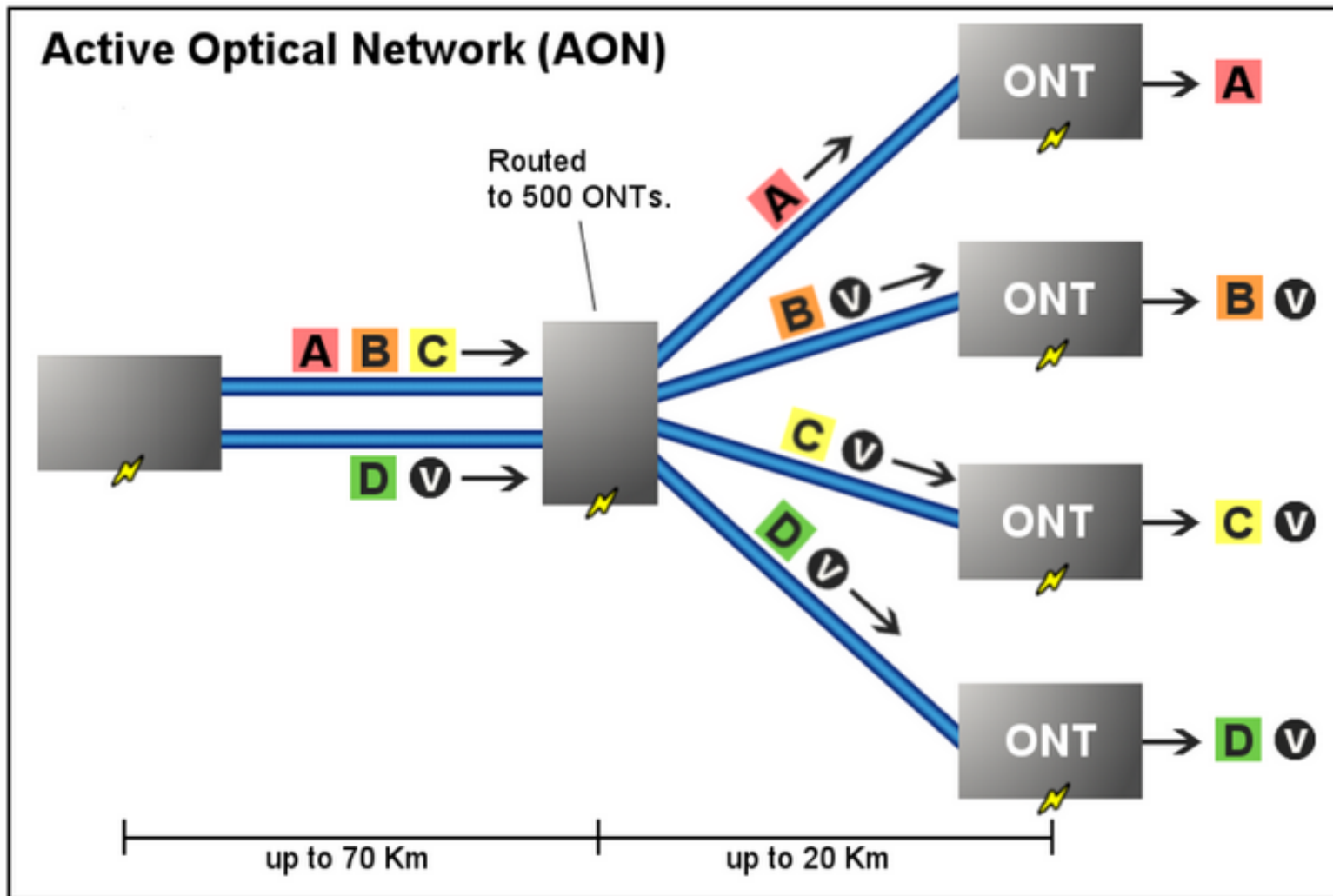
- QoS tagamiseks ei ole ühtset head lahendust
 - tavaliselt kasutatakse pakettidele prioriteetide seadmist
 - võrgukihi tasemel – IP ToS väli, DiffSRV väli
 - kanalikihi tasemel – IEEE802.1p võimaldab kaadrid määrata 8-sse erinevasse teenuseklassi (järjekorda)
 - Protokoll RSVP (*resource reservation protocol*)
 - võimaldab reserveerida teatud voo (simpleks)
 - kasutab olemasolevaid marsruutimisprotokolle
 - kui teekonna marsruuter ei toeta RSVP-d saadab ta RSVP teated lihtsalt edasi



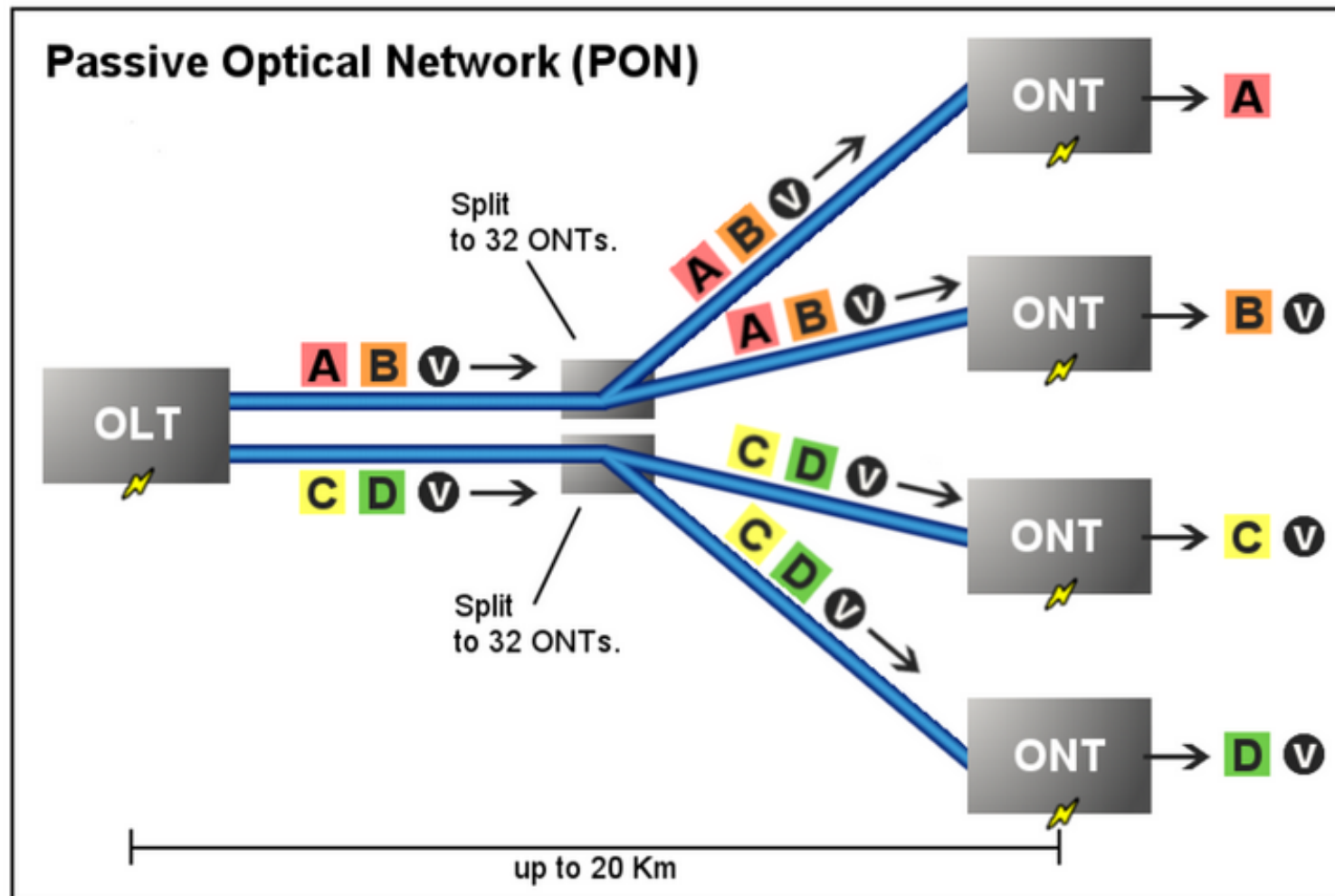
Passiivne optiline võrk (PON)

- Idee – teenusepakkuvalt tulev fiiber on jagatud mitme samas piirkonnas (nt korrusmajas) asuva kliendi vahel
- Sisse tulev fiibrikiud jagatakse passiivse jagaja (*splitter*) abil mitmeks (16,32,...256)
 - + jaotussõlm ei tarbi elektrit
 - + ... ja seega ei lähe rikki
 - (naabritega) jagatud meedium
 - üles- ja allalaadimine tavaliselt erinevate kiirustega

Aktiivne optiline võrk



Passivne optiline võrk



Key: **A** - Data or voice for a single customer. **V** - Video for multiple customers.

