

GeCom, s.r.o. so sídlom P. O. Hviezdoslava 1A, 071 01 Michalovce, IČO: 36 705 268.

## Úvod

Spoločnosť GECOM vydala tento dokument na základe a v zmysle § 95 Zákona č. 452/2021 Z. z. o elektronických komunikáciách (ďalej ako „ZEK“) a podľa § 20 ZEK ho zverejňuje na svojom webovom sídle [www.gecom.sk](http://www.gecom.sk). Dokument obsahuje informácie o technických špecifikáciách ponúkaných rozhraní verejných sietí (ďalej ako „TŠVRS“) v koncovom bode siete, podľa § 2, ods. 5, písm. a) ZEK, na ktorý je pripojené koncové zariadenia účastníka. Základné pojmy vo vzťahu k rozhraniam, verejným sieťam a koncovým zariadeniam sú rozpracované v dokumente Všeobecné podmienky pre poskytovanie verejne dostupných elektronických komunikačných služieb zverejnenom na webovom sídle GECOM, v inom nie je tento dokument súčasťou iných dokumentov na základe ktorých spoločnosť GECOM poskytuje svoje služby. Informácie v tomto dokumente a údaje o TŠVRS majú informatívny charakter a pre ucelený technický obraz je nutné doplnenie zo strany GECOM, a to vo vzťahu k použitému koncovému zariadeniu a jeho kompatibilita. Akékoľvek ďalšie použitie tohto dokumentu a jeho častí je možné len so súhlasom GECOM, ktorý si zároveň vyhradzuje právo na dodatočné úpravy.

## 1 Predmet

V tomto dokumente sú uvedené TŠVRS v koncovom bode siete na digitálnej prípojke dátových sietí a prístupu k pevnému internetu. Jednotlivé rozhrania spolu s popisom technológie, štandardu a teoretickej kapacity rozhrania uvádzame v Tab. 1.

Technológia	Štandard	Označenie	Kapacita	Médium
Ethernet	IEEE 802.3i	10BASE-T	10 Mbps	Medený vodič TP kategórie 3, 5
Ethernet	IEEE 802.3u	100BASE-TX	100 Mbps	Medený vodič TP kategórie 5
Ethernet	IEEE 802.3ab	1000BASE-T	1 Gbps	Medený vodič TP kategórie 5e
Ethernet	IEEE 802.3:2002	1000BASE-T	1 Gbps	Medený vodič TP kategórie 5e
PON	ITU-T G.984	GPON	2.5 / 1.2 Gbps	Optické vlákno SM (Tx 1310nm, Rx 1490nm)
Wi-Fi	802.11b	Wi-Fi 1	11 Mbps	Rádiový kanál (RK) v pásme 2412-2484 MHz
Wi-Fi	802.11a	Wi-Fi 2	54 Mbps	RK v pásme 5180-5320 MHz, 5745-5825 MHz
Wi-Fi	802.11g	Wi-Fi 3	54 Mbps	RK v pásme 2412-2484 MHz
Wi-Fi	802.11n	Wi-Fi 4	600 Mbps	RK v pásme 2412-2484 MHz, 5180-5320 MHz, 5500-5700 MHz
Wi-Fi	802.11ac	Wi-Fi 5	3,47 Gbps	RK v pásme 5180-5320 MHz, 5500-5700 MHz
WiGig	802.11ad		7 Gbps	RK v pásme 57-64 GHz

Tab. 1 Typy rozhraní

## 2 Koncový bod siete

### 2.1 Rozhrania s technológiou Ethernet

Rozhrania s technológiou Ethernet sú elektrické rozhrania tvorené metalickým 8-vodičovým vedením s ukončením jednotlivých vedení modulárnym konektorom 8P8C podľa štandardu ANSI/TIA-568. Koncový bod je v podobe ethernetovej účastníckej zásuvky alebo prívodného kábla s konektorom. Tab. 2 a Tab. 3 popisuje signály na jednotlivých vodičoch vedenia.

Vodič	Okruh	Popis okruhu
1	TD+	Transmitted Data +
2	TD-	Transmitted Data -
3	RD+	Received Data +
6	RD-	Received Data -

Tab. 2 Okruhy podľa 10BASE-T a 100BASE-TX

Vodič	Okruh	Popis okruhu
1	BI_DA+	Obojsmerný okruh A
2	BI_DA-	Obojsmerný okruh A
3	BI_DB+	Obojsmerný okruh B
4	BI_DC+	Obojsmerný okruh C
5	BI_DC-	Obojsmerný okruh C
6	BI_DB-	Obojsmerný okruh B
7	BI_DD+	Obojsmerný okruh D
8	BI_DD-	Obojsmerný okruh D

Tab. 3 Okruhy na vedení podľa 1000BASE-T

1000BASE-T je elektrické rozhranie s kapacitou 1 Gbps, ktoré sa používa na prepojenie po pevných vedeniach kategórie 5. Konkrétne sú to štyri páry netieneného symetrického kábla UTP kategórie 5 do vzdialenosti maximálne 100 m. Každý pár je využívaný striedavo pre príjem a vysielanie. 100BASE-TX s kapacitou 100 Mbps sa realizuje na kábloch UTP kategórie 5 a STP s využitím dvoch párov. 10BASE-T má kapacitu 10 Mbps a používa 2 páry kábla kategórie 3 alebo 5, vzhľadom na zastaranosť rozhrania sa s ním účastník stretne v rámci spätnej kompatibility s novšími štandardmi Ethernetu.

### 2.2 Rozhranie s technológiou PON

V prípade služby s technológiou PON sa účastník stretne s rozhraním GPON, kedy je v súkromných priestoroch účastníka (FTTH topológia) inštalovaná účastnícka zásuvka – FTTH box, 2x SC, simplex. V zásuvke je ukončené prenosové médium - optický kábel s optickým vláknom SM (podľa odporúčania ITU-T G.657) prenášajúcim signál na vlnových dĺžkach 1310 nm pre Tx a 1490 nm pre Rx. Na konci vlákna sa nachádza konektor SC/PC, SC/UPC. Prenosová rýchlosť je 1.25 Gbps pre Uplink a 2.5 Gbps pre Downlink. Maximálny splitovací pomer je 1:128 a maximálna vzdialenosť koncového zariadenia od OLT v priestoroch poskytovateľa je 20 km.

Za účastníckou zásuvkou je optickým patchcordom (obojsmerne okonektorovaný SC/PC, SC/UPC optický kábel) pripojené koncové zariadenie ONU, ktoré prevádza optický signál na elektrické rozhranie Ethernet 1000BASE-T. Celou pasívnou optickou sieťou sú prenášané ethernetové rámce enkapsulované v GEM rámcoch podľa štandardu ITU-T G.984. Dekapsulácia ethernetových rámcov z GEM rámcov prebieha v ONU.

### 2.3 Rozhrania s technológiou Wi-Fi

Prehľad TŠRVS s bezdrôtovou technológiou Wi-Fi a WiGig ponúkame v jednotlivých tabuľkách Tab. 4-12. Prenosové rýchlosti sú uvádzané v spojení s použitým kanálom, počtom priestorových streamov, moduláciou a ďalšími parametrami MCS indexu. Rozhrania Wi-Fi 1, Wi-Fi 2, Wi-Fi 3 ponúkame v rámci spätnej kompatibility v zmiešaných módoch vysielania SSID na strane vysielача pre vnútorné (Indoor) použitie. Pre frekvenčné pásmo 5 GHz Wi-Fi 4, Wi-Fi 5 na vonkajšie (Outdoor) použitie je štandard rozšírený o proprietárny protokol airMax viazaný na výrobcu bezdrôtovej technológie. Rozhranie WiGig je používané pre vonkajšie použitie a bezdrôtové stanice v topológii PtP, PtMP sú registrované na portáli [www.portal60ghz.sk](http://www.portal60ghz.sk).

Rozhranie Wi-Fi 1 (802.11b) vo frekvenčnom pásme 2412-2484 MHz

Šírka pásma kanála	20 MHz
Modulácia/rýchlosť	DSSS (1 Mbps, 2 Mbps, 5.5 Mbps, 11 Mbps) DBPSK (1 Mbps), DQPSK (2 Mbps), CCK/PBCC (5.5 Mbps, 11 Mbps)

Tab. 4

Rozhranie Wi-Fi 2 (802.11a) vo frekvenčnom pásme 5180-5320 MHz, 5745-5825 MHz

Šírka pásma kanála	20 MHz
Modulácia	OFDM (6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps) 52 subnosných modulovaných moduláciami BPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
Protichybové kódovanie	Konvolučné FEC s kódovým pomerom 1/2, 2/3, 3/4

Tab. 5

Rozhranie Wi-Fi 3 (802.11g) vo frekvenčnom pásme 2412-2484 MHz

Šírka pásma kanála	20 MHz
Modulácia/rýchlosť	DSSS (1, 2, 5.5, 11 Mbps) DBPSK (1 Mbps), DQPSK (2 Mbps), CCK/PBCC (5.5, 11 Mbps) OFDM (6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54 Mbps) BPSK (6, 9 Mbps), QPSK (12, 18 Mbps), 16-QAM (24, 36 Mbps), 64-QAM (48, 54 Mbps)
Protichybové kódovanie	Konvolučné FEC s kódovým pomerom 1/2, 2/3, 3/4

Tab. 6

Rozhranie Wi-Fi 4 (802.11n) vo frekvenčnom pásme 2412-2484 MHz, 5180-5320 MHz, 5500-5700 MHz

MCS Index	Priestorový stream	Modulácia	Kódový pomer	Prenosová rýchlosť (Mbps)			
				20 MHz kanál		40 MHz kanál	
				800 ns OI	400 ns OI	800 ns OI	400 ns OI
0	1	BPSK	1.2	6.5	7.2	13.5	15
1	1	QPSK	1.2	13	14.4	27	30
2	1	QPSK	3.4	19.5	21.7	40.5	45
3	1	16-QAM	1.2	26	28.9	54	60
4	1	16-QAM	3.4	39	43.3	81	90
5	1	64-QAM	2.3	52	57.8	108	120
6	1	64-QAM	3.4	58.5	65	121.5	135
7	1	64-QAM	5.6	65	72.2	135	150
8	2	BPSK	1.2	13	14.4	27	30
9	2	QPSK	1.2	26	28.9	54	60
10	2	QPSK	3.4	39	43.3	81	90
11	2	16-QAM	1.2	52	57.8	108	120
12	2	16-QAM	3.4	78	86.7	162	180
13	2	64-QAM	2.3	104	115.6	216	240
14	2	64-QAM	3.4	117	130	243	270
15	2	64-QAM	5.6	130	144.4	270	300
16	3	BPSK	1.2	19.5	21.7	40.5	45
17	3	QPSK	1.2	39	43.3	81	90
18	3	QPSK	3.4	58.5	65	121.5	135
19	3	16-QAM	1.2	78	86.7	162	180
20	3	16-QAM	3.4	117	130	243	270
21	3	64-QAM	2.3	156	173.3	324	360
22	3	64-QAM	3.4	175.5	195	364.5	405
23	3	64-QAM	5.6	195	216.7	405	450
24	4	BPSK	1.2	26	28.8	54	60
25	4	QPSK	1.2	52	57.6	108	120
26	4	QPSK	3.4	78	86.8	162	180
27	4	16-QAM	1.2	104	115.6	216	240
28	4	16-QAM	3.4	156	173.2	324	360
29	4	64-QAM	2.3	208	231.2	432	480
30	4	64-QAM	3.4	234	260	486	540
31	4	64-QAM	5.6	260	288.8	540	600

Tab. 7

## Rozhranie Wi-Fi 5 (802.11ac) vo frekvenčnom pásme 5180-5320 MHz, 5500-5700 MHz

MCS Index	Stream	Modulácia	Kódový pomer	Prenosová rýchlosť (Mbps)							
				20 MHz kanál		40 MHz kanál		80 MHz kanál		160 MHz kanál	
				800 ns OI	400 ns OI	800 ns OI	400 ns OI	800 ns OI	400 ns OI	800 ns OI	400 ns OI
0	1	BPSK	1.2	6.5	7.2	13.5	15	29.3	32.5	58.5	65
1	1	QPSK	1.2	13	14.4	27	30	58.5	65	117	130
2	1	QPSK	3.4	19.5	21.7	40.5	45	87.8	97.5	175.5	195
3	1	16-QAM	1.2	26	28.9	54	60	117	130	234	260
4	1	16-QAM	3.4	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
5	1	64-QAM	2.3	52	57.8	108	120	234	260	468	520
6	1	64-QAM	3.4	58.5	65	121.5	135	263.3	292.5	526.5	585
7	1	64-QAM	5.6	65	72.2	135	150	292.5	325	585	650
8	1	256-QAM	3.4	78	86.7	162	180	351	390	702	780
9	1	256-QAM	5.6	—	—	180	200	390	433.3	780	866.7
0	2	BPSK	1.2	13	14.4	27	30	58.5	65	117	130
1	2	QPSK	1.2	26	28.9	54	60	117	130	234	260
2	2	QPSK	3.4	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
3	2	16-QAM	1.2	52	57.8	108	120	234	260	468	520
4	2	16-QAM	3.4	78	86.7	162	180	351	390	702	780
5	2	64-QAM	2.3	104	115.6	216	240	468	520	936	1040
6	2	64-QAM	3.4	117	130.3	243	270	526.5	585	1053	1170
7	2	64-QAM	5.6	130	144.4	270	300	585	650	1170	1300
8	2	256-QAM	3.4	156	173.3	324	360	702	780	1404	1560
9	2	256-QAM	5.6	—	—	360	400	780	866.7	1560	1733.3
0	3	BPSK	1.2	19.5	21.7	40.5	45	87.8	97.5	175.5	195
1	3	QPSK	1.2	39	43.3	81	90	175.5	195	351	390
2	3	QPSK	3.4	58.5	65	121.5	135	263.3	292.5	526.5	585
3	3	16-QAM	1.2	78	86.7	162	180	351	390	702	780
4	3	16-QAM	3.4	117	130	243	270	526.5	585	1053	1170
5	3	64-QAM	2.3	156	173.3	324	360	702	780	1404	1560
6	3	64-QAM	3.4	175.5	195	364.5	405	—	—	1579.5	1755
7	3	64-QAM	5.6	195	216.7	405	450	877.5	975	1755	1950
8	3	256-QAM	3.4	234	260	486	540	1053	1170	2106	2340
9	3	256-QAM	5.6	260	288.9	540	600	1170	1300	2340	2600
0	4	BPSK	1.2	26	28.8	54	60	117.2	130	234	260
1	4	QPSK	1.2	52	57.6	108	120	234	260	468	520
2	4	QPSK	3.4	78	86.8	162	180	351.2	390	702	780
3	4	16-QAM	1.2	104	115.6	216	240	468	520	936	1040
4	4	16-QAM	3.4	156	173.2	324	360	702	780	1404	1560
5	4	64-QAM	2.3	208	231.2	432	480	936	1040	1872	2080
6	4	64-QAM	3.4	234	260	486	540	1053.2	1170	2106	2340
7	4	64-QAM	5.6	260	288.8	540	600	1170	1300	2340	2600
8	4	256-QAM	3.4	312	346.8	648	720	1404	1560	2808	3120
9	4	256-QAM	5.6	—	—	720	800	1560	1733.3	3120	3466.7

Rozhranie WiGig (802.11ad) vo frekvenčnom pásme 57-64 GHz

Modulácia a kódový pomer pre kontrolnú fyzickú vrstvu (Control PHY)

MCS Index	Modulácia	Kódový pomer	Prenosová rýchlosť
MCS-0	DBPSK	1.2	27.5 Mbps

Tab. 9

Modulácia a kódový pomer pre jednu nosnú (Single Carrier PHY)

MCS Index	Modulácia	NCBPS	Opakovanie	Kódový pomer	Prenosová rýchlosť (Mbps)
MCS-1	$\pi/2$ BPSK	1	2	1.2	385
MCS-2	$\pi/2$ BPSK	1	1	1.2	770
MCS-3	$\pi/2$ BPSK	1	1	5.8	962.5
MCS-4	$\pi/2$ BPSK	1	1	3.4	1155
MCS-5	$\pi/2$ BPSK	1	1	13/16	1251.25
MCS-6	$\pi/2$ QPSK	2	1	1.2	1540
MCS-7	$\pi/2$ QPSK	2	1	5.8	1925
MCS-8	$\pi/2$ QPSK	2	1	3.4	2310
MCS-9	$\pi/2$ QPSK	2	1	13/16	2502.5
MCS-10	$\pi/2$ 16QAM	4	1	1.2	3080
MCS-11	$\pi/2$ 16QAM	4	1	5.8	3850
MCS-12	$\pi/2$ 16QAM	4	1	3.4	4620

Tab. 10

Modulácia a kódový pomer pre OFDM PHY

MCS Index	Modulácia	Kódový pomer	NBPS	NCBPS	NDBPS	Prenosová rýchlosť (Mbps)
MCS-13	SQPSK	1.2	1	336	168	693.00
MCS-14	SQPSK	5.8	1	336	210	866.25
MCS-15	QPSK	1.2	2	672	336	1386.00
MCS-16	QPSK	5.8	2	672	420	1732.50
MCS-17	QPSK	3.4	2	672	504	2079.00
MCS-18	16-QAM	1.2	4	1344	672	2772.00
MCS-19	16-QAM	5.8	4	1344	840	3465.00
MCS-20	16-QAM	3.4	4	1344	1008	4158.00
MCS-21	16-QAM	13/16	4	1344	1092	4504.50
MCS-22	64-QAM	5.8	6	2016	1260	5197.50
MCS-23	64-QAM	3.4	6	2016	1512	6237.00
MCS-24	64-QAM	13/16	6	2016	1638	6756.75

Tab.11

Modulácia a kódový pomer pre jednu nosnú s nízkou spotrebou (Low Power Single carrier PHY)

MCS Index	Modulácia	Efektívny kódový pomer	Kódová schéma	NCPB	Prenosová rýchlosť (Mbps)
MCS-25	$\pi/2$ BPSK	13/28	RS(224,208)+Block code(16,8)	392	626
MCS-26	$\pi/2$ BPSK	13/21	RS(224,208)+Block code(12,8)	392	834
MCS-27	$\pi/2$ BPSK	52/63	RS(224,208)+SPC(9,8)	392	1112
MCS-28	$\pi/2$ QPSK	13/28	RS(224,208)+Block code(16,8)	392	1251
MCS-29	$\pi/2$ QPSK	13/21	RS(224,208)+Block code(12,8)	392	1668
MCS-30	$\pi/2$ QPSK	52/63	RS(224,208)+SPC(9,8)	392	2224
MCS-31	$\pi/2$ QPSK	13/14	RS(224,208)+Block code(8,8)	392	2503

Tab. 12

### 3 Skratky, poznámky

Wi-Fi	Wireless Fidelity
WiGig	Wireless Gigabit
SSID	Service Set Identifier
10BASE-T	Elektrické rozhranie 10 Mbps siete Ethernet
100BASE-TX	Elektrické rozhranie 100 Mbps siete Ethernet
1000BASE-T	Elektrické rozhranie 1000 Mbps siete Ethernet
Mbps	Megabits per second
Gbps	Gigabits per second
MHz	Megahertz
GHz	Gigahertz
Nm	nanometer
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
ITU-T	International Telecommunication Union - Telecommunication
ANSI	American National Standards Institute
TIA	Telecommunications Industry Association
TP	Twisted Pair
TD+	Transmit Data Plus
RD+	Received Data Plus
BI_DA	Bidirectional Data on Pair A
SM	Single Mode
PON	Passive Optical Network
GPON	Gigabit-capable Passive Optical Network
OLT	Optical Line Termination
ONU	Optical Network Unit
GEM	GPON Encapsulation Method
SC/PC	Standard Connector/Physical Contact
SC/UPC	Standard Connector/Ultra Physical Contact
Tx	Transmit
Rx	Receive
8P8C	8 Position 8 Contact
FTTH	Fibre to the Home
UTP	Unshielded Twisted Pair
STP	Shielded Twisted Pair
PtP	Point to Point
PtMP	Point to Multipoint
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum
CCK	Complementary Code Keying
PBCC	Packet Binary Convolutional Coding
DBPSK	Differential Binary Phase Shift Keying
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying
SQPSK	Sine-Quadrature Phase Shift Keying
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying
BPSK	Binary Phase Shift Keying
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
FEC	Forward Error Correction
QAM	Quadrature Amplitude Modulation
MCS	Modulation and Coding Scheme Index
OI	Ochranný interval
RS	Reed-Solomon coding
NCPB	Number of Coded PHY Blocks
NCBPS	Number of Coded Bits Per Subcarrier
NDBPS	Number of Data Bits Per OFDM Symbol
NBPSC	Number of Bits Per Subcarrier
PHY	Physical Layer
TŠRVS	Technická špecifikácia ponúkaných rozhraní verejných sietí
ZEK	Zákon č. 452/2021 Z. z. o elektronických komunikáciách

#### 4 Odkazy na použité technické dokumenty

- IEEE Standard for Ethernet 802.3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications, 8 March 2002
- IEEE 802.3u: 1995 Type 100BASE-T MAC parameters, physical layer, MAUs and repeater for 100 Mb/s operation
- IEEE Standard for Ethernet Amendment 802.3ab: Media Access Control Parameters, Physical Layers, and Management Parameters for 10 Gb/s Operation, Types 1000BASE-T, 1000BASE-TX, 1000BASE-T4, 1000BASE-T2, 1000BASE-T1
- IEEE 802.3: 2002, IEEE standard for information technology – Telecommunications and information exchange between systems – Local and metropolitan area networks – Specific requirements. Part 3: Carrier sense multiple access with collision detection (CSMA/CD) access method and physical layer specifications
- IEEE Std 802.11a: Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) specifications: Highspeed Physical Layer in the 5 GHz Band, 1999
- TIA-568 Commercial Building Telecommunications Cabling Standard Set, 14 September 2015
- IEEE Std 802.11-2016 (Revision of IEEE Std 802.11-2012) - IEEE Standard for Information technology— Telecommunications and information exchange between systems Local and metropolitan area networks—Specific requirements - Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications
- IEEE 802.11ac-2013 - IEEE Standard for Information technology-- Telecommunications and information exchange between systemsLocal and metropolitan area networks-- Specific requirements--Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications--Amendment 4: Enhancements for Very High Throughput for Operation in Bands below 6 GHz.
- IEEE Standard for Information technology--Telecommunications and information exchange between systems--Local and metropolitan area networks--Specific requirements-Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications Amendment 3: Enhancements for Very High Throughput in the 60 GHz BandITU-T Recommendation G.984.1: Gigabit-capable passive optical networks (GPON): General characteristics
- ITU-T Recommendation G.652: Characteristics of a single-mode optical fibre and cable
- ITU-T Recommendation G.653: Characteristics of a dispersion-shifted, single-mode optical fibre and cable
- ITU-T Recommendation G.657: Characteristics of a bending-loss insensitive single-mode optical fibre and cable