STREDNÁ PRIEMYSELNÁ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ

**5g sieť**

Projekt

**Martin Miklec**

2024

Obsah

Obsah 2

Anotácia 3

1 5G Sieť 4

1.1 Fungovanie 5G sieti 5

1.2 Predošlé siete oproti 5G 6

1.3 5G a IoT 8

Zoznam použitej literatúry 10

Prílohy 13

Poznámka: Obsah formátujte tak, aby sa zmestil celý na stranu 2

Anotácia

5G technológia je tu snami už niaku tu chvílu a preto sa zameriam na jej technické schopnosti, vplyv na ludí a vývoj nových aplikácie. Projekt bude zameraný na analýzu. Tiež na porovnanie s predchádzajúcimi generáciami. Projekt bude zahŕňať diskusiu o výhodách a nevýhodách 5G. Cieľom projektu je poskytnúť komplexný prehľad ohľadom technológii 5G a jej dôležitosti z hľadiska moderného pripojenia, inovácií a posunu vpred. Končiť bude zhodnotením výziev v oblasti 5G technológie a jej vplyvu na rôzne nové možnosti v živote.

**Annotation**

5G technology has been around for a while and I will focus on its technical capabilities, impact on people and the development of new applications. The project will focus on analysis. Also, on comparison with previous generations. The project will include a discussion of the advantages and disadvantages of 5G. The aim of the project is to provide a comprehensive overview regarding 5G technology and its importance in terms of modern connectivity, innovation and moving forward. It will end with an assessment of the challenges in 5G technology and its impact on various new possibilities in life.

1. 5G Sieť

je piata generácia technológií mobilnej komunikácie a mobilná sieť, nasledujúca po 4G, spustená v roku 2019. Nadväzuje na sériu predchádzajúcich generácií, ktoré sa začali 1G v 80. rokoch 20. storočia. Približne v každom desaťročí sa objavuje nový štandard, ktorý prináša nové technické inovácie a vylepšenia. Je určený na zvýšenie rýchlosti, zníženie oneskorenia a zlepšenie flexibility bezdrôtových služieb. Na využitie výhod 5G je potrebné zariadenie schopné komunikovať v sieti 5G. ponúka vyššie rýchlosti odosielania a sťahovania, konzistentnejšie pripojenie a lepšiu kapacitu ako predchádzajúce siete. 5G je oveľa rýchlejšia a spoľahlivejšia ako v súčasnosti populárne siete 4G a má potenciál zmeniť spôsob, akým používame internet na prístup k aplikáciám, sociálnym sieťam a informáciám. Napríklad technológie, ako sú samo jazdiace autá, pokročilé herné aplikácie a živé streamovanie médií, ktoré si vyžadujú veľmi spoľahlivé a vysokorýchlostné dátové pripojenie, budú mať z pripojenia 5G veľký úžitok.[1,2,22]

S nástupom nových technológií, ako je umelá inteligencia, internet vecí (IoT), spôsobuje obrovský nárast množstva vytvorených údajov. Súčasná mobilná infraštruktúra je preťažená a vyžaduje si modernizáciu. Zároveň by 5G vďaka svojej vysokej rýchlosti, obrovskej kapacite a nízkej latencii mohlo pomôcť podporiť a rozšíriť niekoľko aplikácií, ako je riadenie dopravy pripojené do cloudu, doručovanie dronov, videochatovanie a hranie hier v konzolovej kvalite na cestách. Výhody a aplikácie 5G sú neobmedzené - od globálnych platieb a reakcie na núdzové situácie až po vzdelávanie na diaľku a mobilnú pracovnú silu.

Okrem možnosti stiahnuť si do telefónu celovečerný film v HD rozlíšení v priebehu niekoľkých sekúnd (dokonca aj z preplneného štadióna) je 5G v skutočnosti o prepojení vecí všade - spoľahlivo, bez oneskorenia - aby ľudia mohli merať, chápať a spravovať veci v reálnom čase. 5G prinesie oveľa viac než len výrazné zlepšenie sieťového pripojenia. Poskytuje nové možnosti, ktoré nám umožnia prinášať prevratné riešenia s celospoločenským dosahom. Predstavte si miliardy pripojených zariadení, ktoré zhromažďujú a zdieľajú informácie v reálnom čase s cieľom znížiť počet dopravných nehôd; alebo aplikácie na záchranu života, ktoré môžu vzlietnuť vďaka garantovanému pripojeniu bez oneskorenia; alebo výrobné linky, ktoré sú tak predvídavé, že dokážu predchádzať prerušeniam oveľa skôr, než k nim dôjde. [20]

* 1. Fungovanie 5G sieti

Technológia 5G má maximálnu rýchlosť 20 Gb/s, zatiaľ čo maximálna rýchlosť 4G je len 1 Gb/s. 5G tiež sľubuje nižšiu latenciu, čo môže zlepšiť výkon podnikových aplikácií, ako aj iných digitálnych zážitkov (napríklad online hry, videokonferencie a samo jazdiace autá). Sieť 5G tiež zjednoduší mobilitu vďaka možnosti bezproblémového otvoreného roamingu medzi mobilným a Wi-Fi prístupom. Mobilní používatelia môžu zostať pripojení, keď sa presúvajú medzi vonkajšími bezdrôtovými pripojeniami a bezdrôtovými sieťami vo vnútri budov bez zásahu používateľa alebo potreby opätovnej autentifikácie používateľov. Technológia 5G by mala zlepšiť pripojenie v nedostatočne obsluhovaných vidieckych oblastiach a v mestách, kde môže dopyt prevyšovať súčasnú kapacitu technológie 4G. Nové siete 5G budú mať tiež hustú architektúru s distribuovaným prístupom a presunú spracovanie dát bližšie k okraju a používateľom, aby umožnili rýchlejšie spracovanie dát. Technológia 5G prinesie pokrok v celej architektúre siete. Nové antény budú obsahovať technológiu známu ako masívna MIMO, ktorá umožňuje viacerým vysielačom a prijímačom prenášať viac dát súčasne. Technológia MIMO je kľúčom k zlepšeniu účinnosti spektra. Masívne MIMO využíva veľmi veľký počet servisných antén (stovky alebo tisíce), ktoré sú prevádzkované úplne konzistentným a adaptívnym spôsobom. Forma MU-MIMO (Multiple User) ponúka dvojitú výhodu: základňovú stanicu, ktorá môže komunikovať súčasne s viacerými používateľskými zariadeniami na rovnakých frekvenciách, a možnosť posielať viacero dátových tokov. Technológia 5G sa však neobmedzuje len na nové rádiové spektrum. 5G môže poskytnúť vysoké rýchlosti, nízku latenciu a obrovskú kapacitu, čím ponúka potenciál zmeniť vaše skúsenosti s mobilným zariadením a ešte oveľa viac. 5G by malo prispieť k revolúcii v priemyselných odvetviach a môže mať okamžitý vplyv na zákazníkov. 5G by mohlo pomôcť zvýšiť efektívnosť podnikov a poskytnúť spotrebiteľom prístup k väčšiemu množstvu informácií rýchlejšie ako kedykoľvek predtým. Môže pomôcť umožniť pripojenie automobilov a viesť k novým zážitkom fanúšikov na štadiónoch. Mohlo by umožniť nové skúsenosti študentov, ktoré by oživili vzdelávanie a podporili umelú inteligenciu (AI) v oblasti verejnej bezpečnosti. A môže umožniť pokročilé herné a esportové zážitky. [3, 21, 22]

Siete 5G môžu mať oveľa nižšiu latenciu, t. j. čas potrebný na prenos dátového paketu. Latencia 4G sa pohybovala v rozmedzí 60 ms (milisekúnd) až 98 ms, ale 5G sa snaží o latenciu pod 1 ms. To umožňuje prípady použitia, pri ktorých sa vyžadujú takmer okamžité reakcie, ako sú hry a ovládanie strojov v továrňach. Podobne ako 4G, aj 5G bolo vyvinuté v rámci štandardizačného orgánu 3GPP. Práca na 5G sa začala v roku 2015 a prvá špecifikácia bola zverejnená v roku 2017. V júni 2020 bola zverejnená verzia 16, ktorá sa zameriava na potreby vertikálnych odvetví, ako sú automobilový priemysel, priemyselný internet vecí a prevádzka v bezlicenčných pásmach. Tým sa podporí očakávaný rast mobilnej dátovej prevádzky, ako aj prispôsobenie NR pre prípady použitia v automobilovom priemysle, logistike, verejnej bezpečnosti, médiách a výrobe. Dynamické zdieľanie frekvenčného spektra umožňuje poskytovateľom služieb pripojenia obsluhovať zariadenia 4G a 5G na rovnakých rádiových frekvenciách. [22, 23]

Každá generácia bezdrôtového širokopásmového pripojenia je klasifikovaná na základe súboru noriem telefónnej siete, ktoré opisujú technologickú implementáciu systému. [24]

* 1. Predošlé siete oproti 5G

Okolo prebiehajúceho zavádzania novej bezdrôtovej technológie 5G sa objavilo množstvo vznešených sľubov a nemalé množstvo kontroverzií. Bez pochopenia základných faktov a princípov sa ľahko necháme uniesť týmto “humbukom“. Technológia 1G umožnila používanie hlasových hovorov, zatiaľ čo 2G zaviedla textové hovory. 3G umožnilo používateľom surfovať po internete rýchlosťou 384 Kb/s. V roku 2010 bol zavedený 4G s typickou rýchlosťou sťahovania 10 - 20 Mb/s, ale teoretickým maximom 1 gigabit za sekundu.[22,24]

V rámci tohto klasifikačného systému sa 2G vzťahuje na druhú generáciu mobilných sietí založenú na GSM - globálnom systéme pre mobilné telefóny, medzinárodnom štandarde pre mobilné telefóny. Rádiové signály používané v rámci prvej generácie alebo siete 1G boli analógové, zatiaľ čo siete 2G boli digitálne. Vďaka tomu, že siete 2G umožnili využívanie viacerých používateľov na jednom kanáli, umožnili mobilným telefónom pracovať s dátami aj hlasom.[24]

Pri diskusii o otázke 2G oproti 5G je potrebné pozrieť sa na systémy z dvoch hľadísk: z hľadiska bezdrôtovej frekvencie a výkonu ich širokopásmových/celulárnych sietí. Z hľadiska frekvencie sa 2G a 5G vzťahujú na bezdrôtové frekvencie 2,4 GHz a 5 GHz (gigahertz). Hlavné rozdiely medzi týmito dvoma frekvenciami spočívajú v rozsahu (t. j. pokrytí) a šírke pásma (t. j. rýchlosti), ktoré pásma poskytujú. Pásmo 2,4 GHz poskytuje pokrytie vo väčšom dosahu, ale dokáže prenášať údaje len nižšou rýchlosťou. Naproti tomu 5GHz pásmo poskytuje menšie pokrytie, ale prenáša údaje väčšou rýchlosťou. Pásmo 5 GHz teda poskytuje rýchlejšie prenosy dát na kratšiu vzdialenosť, zatiaľ čo pásmo 2,4 GHz ponúka pokrytie na väčšie vzdialenosti, ale môže fungovať pomalšie. Vyššie frekvencie sa rýchlejšie rozptýlia alebo zaniknú a ťažšie prenikajú cez pevné telesá. Z tohto dôvodu má 5GHz pásmo problém prejsť cez pevné prekážky, ako sú steny a podlahy. [24]

Pásmo 2,4 GHz je pritom regulačnými doménami obmedzené len na 11 kanálov, z ktorých len tri sa neprekrývajú. Pásmo 5 GHz pracuje s 23 kanálmi, ktoré sa neprekrývajú. Keďže prekrývajúce sa kanály skresľujú rádiové signály, zariadenia, ktoré ich používajú, musia často opätovne vysielať dátové pakety, čo spomaľuje ich výkon. Navyše, keď sa viacero zariadení pokúša využívať rovnaký rádiový priestor, dochádza k preplneniu. Tento problém je v prípade 5GHz pásma oveľa menej závažný vzhľadom na väčší počet neprekrývajúcich sa kanálov a skutočnosť, že ho v skutočnosti využíva menej zariadení. V prípade bunkových sietí 2G je možné dosiahnuť rýchlosť prenosu dát až 64 kb/s (kilobitov za sekundu) v pásme 30 až 200 kHz (kilohertzov). V čase uvedenia na trh to umožňovalo kvalitnejšie hlasové hovory, ako boli dostupné v rámci prvej generácie mobilných telefónov. Umožňoval aj služby, ako sú SMS. [24]

Štandard tretej generácie alebo 3G využíva ako základnú sieťovú architektúru univerzálny mobilný telekomunikačný systém (UMTS) a na zvýšenie prehľadnosti širokopásmovú bezdrôtovú sieť. Kombináciou aspektov siete 2G s novými technológiami a protokolmi poskytujú siete 3G výrazne vyššiu rýchlosť prenosu dát. Zvýšená šírka pásma a rýchlosť prenosu dát umožňujú 3G zvládnuť väčšie kapacity a táto sieť ako prvá disponovala serióznymi širokopásmovými možnosťami. Pre sieť 3G sú typické prenosové rýchlosti do 2 Mb/s, takže je vhodná na odosielanie alebo prijímanie veľkých e-mailových správ. [24]

4G je špecifikácia, ktorú stanovila Medzinárodná telekomunikačná únia (ITU) v roku 2008. Výkonnostné kritériá stanovené pre túto novú generáciu boli podstatne vyššie ako kritériá pre 3G - v skutočnosti také vysoké, že výrobcovia zariadení a poskytovatelia sietí ich neboli schopní v plnej miere splniť. Aby sa táto skutočnosť obišla a aby sa spotrebiteľom oznámilo, že to, čo je teraz k dispozícii, predstavuje krok vpred oproti predchádzajúcej generácii, vymysleli označenie LTE, čo je skratka pre "Long-Term Evolution". Ide o to, že 4G LTE predstavuje etapu postupného vývoja k ideálnemu štandardu 4G, ako ho stanovila ITU. V roku 2008 stanovila ITU minimálnu špecifikáciu pre 4G na 100 Mb/s. Pri prísnom dodržiavaní normy musí byť sieť operátora schopná sťahovať dáta rýchlosťou minimálne 100 Mb/s, aby sa kvalifikovala ako skutočná 4G. [24]

Hypoteticky sa predpokladá, že rýchlosť 5G v Mbps bude rádovo vyššia ako úroveň stanovená pred rokmi pre skutočný štandard 4G (približne 100 Mbps). 100 gigabitov za sekundu (100 GBps) je v súčasnosti teoretická rýchlosť sťahovania 5G. Skutočná pozícia je o niečo zložitejšia. 4G LTE môže v súčasnosti podporovať interaktívne multimédiá, hlas a video s maximálnou rýchlosťou do 20 Mb/s. Hoci skutočná rýchlosť 5G nie je jasná, boli pozorované rýchlosti sťahovania okolo 1 GB/s, pričom teoretické maximum pri súčasnom stave technológie je približne 10 GB/s. Pre porovnanie, 1 GBps je dostatočne rýchly na stiahnutie celovečerného filmu v HD kvalite za niekoľko sekúnd - operácia, ktorá pri 4G LTE trvá približne sedem minút. Latencia je ďalšou vlastnosťou, v ktorej 5G vykazuje výrazný náskok pred svojím predchodcom 4G LTE. Latencia je meradlom času, ktorý je potrebný na to, aby informácie odoslané zo zariadenia boli použiteľné príjemcom. Vyjadrená v milisekundách je latencia v prípade 4G nízka (zvyčajne v desiatkach a 20-tich sekundách), ale 5G ju má znížiť prakticky na nulu, pričom pre oficiálny štandard sa vyžaduje latencia 1 milisekunda. [24]

* 1. 5G a IoT

5G je prvá mobilná sieť, ktorá bola od základu navrhnutá na podporu prípadov používania internetu vecí. Pri navrhovaní 5G sa uvažovalo o viacerých prípadoch použitia, ako je asistované riadenie, doručovacie roboty, automaticky riadené vozidlá (AGV), pripojené drony a aplikácie verejnej bezpečnosti.[23]

5G tiež ponúka lepšiu schopnosť obsluhovať mnoho zariadení na rovnakom mieste, čo otvára cestu pre pripojenie čoraz väčšieho počtu zariadení internetu vecí (IoT). Prepojením vecí môžu podniky vyvíjať nové alebo zlepšovať existujúce produkty, služby a obchodné procesy. Úloha internetu vecí bude narastať, od automobilového priemyslu až po inteligentnú výrobu a verejné služby, a bude presahovať takmer všetky odvetvia. Okrem toho bude internet vecí naďalej prínosom pre spoločnosť tým, že umožní realizáciu vládnej politiky. Napríklad tým, že umožní ďalšiu kontrolu dopytu po elektrickej energii a kolísavých dodávok alebo minimalizáciu plytvania kritickými zdrojmi, ako je voda. Napriek tomu sa ukázali ako mimoriadne schopné aj pre požiadavky internetu vecí, pretože ponúkajú technické možnosti presahujúce väčšinu existujúcich prípadov použitia a majú vlastnosti mimoriadne vhodné pre internet vecí. [22, 23]

Masívne mobilné IoT sú hromadné nasadenie pre efektívne a jednoduchšie zariadenia IoT, napríklad senzory. Tieto zariadenia často odosielajú málo údajov, ale náklady, energetická účinnosť a spoľahlivé pokrytie môžu byť rozhodujúce pre relevantný prípad použitia. Technológia masívneho mobilného IoT 5G umožní nízko nákladové zariadenia s viac ako 10-ročnou životnosťou batérie a lepším pokrytím aj pod zemou a v odľahlých oblastiach. Rozšírené mobilné širokopásmové pripojenie prináša viac dát. Dnes sa často využíva na streamovanie dát. Rozšírené mobilné širokopásmové pripojenie má význam nielen pre osobnú komunikáciu, ale aj pre internet vecí. Tu sa kladie dôraz na viac dát a priepustnosť. Technológia 5G zlepšuje predvídateľnosť a bezpečnosť údajov, poskytuje rýchlu odozvu, ktorú možno využiť napríklad v autonómnych vozidlách alebo kolaboratívnych robotoch v priemysle 4.0. Tu sa kladie dôraz na rýchle rozhodovanie zariadení s využitím rýchlych a predvídateľných vlastností služieb. [23]

Výhody 5G v súlade s IoT sú vylepšené mobilné širokopásmové pripojenie, mimoriadne spoľahlivá komunikácia s nízkou latenciou, oveľa rýchlejšie dáta v mestách, mestských oblastiach a miestnych sieťach, vylepšené funkcie úspory energie pre zariadenia používané vo vnútri budov a pripojenie pre internetový vek vo vidieckych oblastiach, pretože starnúce 2G a 3G budú nahradené modernými 5G. [23]

5G aj 4G budú v dohľadnej budúcnosti k dispozícii. 2G je v komerčnej prevádzke už viac ako 30 rokov a 4G/5G bude pravdepodobne fungovať minimálne rovnako dlho. Technológia 5G bola od svojho počiatočného návrhu navrhnutá tak, aby mohla fungovať spoločne s technológiou 4G. Pre podniky to znamená, že 5G aj 4G budú k dispozícii ešte dlho. Mobilný internet vecí a dynamické zdieľanie frekvenčného spektra sú dva príklady tejto spolu existencie. Technológie mobilného IoT LTE-M a NB-IoT boli navrhnuté pre 5G, ale posunuli sa dopredu, aby fungovali v 4G. LTE-M a NB-IoT boli navrhnuté pre efektívnosť zariadení, ktoré využívajú menej dát, ako sú napríklad snímače inštalované v budovách, a sú vhodné pre zariadenia, ktoré majú skromné požiadavky na dáta, ale potrebujú dlhú výdrž batérie a komplexné pokrytie. [23]

Zoznam použitej literatúry

[1] [online] LTE and 5G Market Statistics – 8 April 2019. GSA, [cit. 2024-21-4]. dostupné na internete:<<https://gsacom.com/paper/lte-5g-market-statistics-8-april-2019/>>

[2] [online] Amazon.com, Inc., Seattle, Washington, USA[cit. 2024-4-21]. dostupné na internete: <<https://aws.amazon.com/what-is/5g/>>

[3] [online] Cisco Systems, Inc., San José, USA [cit. 2024-4-21]. dostupné na internete: <<https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/what-is-5g.html#~faqs>>

[4] [online] Petícia proti 5G na Slovensku: Prečo ju ľudia podpisujú? MojAndroid.sk, 2020-06-09, [cit. 2024-4-21]. dostupné na internete: <<https://www.mojandroid.sk/5g-peticia-dovody/>>

[5] [online] Slovensko má šancu stať sa jedným z lídrov v budovaní 5G siete. vicepremier.gov.sk, [cit. 2024-4-21] dostupné na internete: <https://mirri.gov.sk/aktuality/informatizacia/slovensko-ma-sancu-stat-sa-jednym-z-lidrov-v-budovani-5g-siete/>

[6] [online] 5G sieť na Slovensku – jej nasadzovanie, možnosti a využitie | TOUCHIT. touchit.sk, 2018-05-29, [cit. 2024-4-21]. dostupné na internete: <<https://touchit.sk/5g-siet-na-slovensku-jej-nasadzovanie-moznosti-a-vyuzitie/171501>>

[7] [online] 4ka prekvapila Slovensko: Bude prvým operátorom s 5G sieťou [online]. FonTech.sk, 2019-07-03, [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://fontech.startitup.sk/4ka-prekvapila-slovensko-bude-prvym-operatorom-s-5g-sietou/>>

[8] [online] Maxa. Top 4ka ukázala 5G: Rýchlosť 1 Gbit/s, do siete neskôr pustí aj klientov. Aktuality.sk (Bratislava: Ringier Axel Springer Slovakia), 2019-07-10. [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://zive.aktuality.sk/clanok/141247/4ka-ukazala-5g-rychlost-1-gbit-s-do-siete-pusti-aj-klientov/>>

[9] [online] Hodás. Video Konšpirátorov vystrašil modrý vrtuľník Orangeu: Myslia si, že inštaluje 5G, a tej sa boja. Operátor vysvetľuje situáciu. Aktuality.sk (Bratislava: Ringier Axel Springer Slovakia), 2020-04-23.[cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://zive.aktuality.sk/clanok/146518/konspiratorov-vystrasil-modry-vrtulnik-orangeu-myslia-si-ze-instaluje-5g-a-tej-sa-boja-operator-vysvetluje-situaciu/>>

[10] [online] Slovak Telekom spustil najväčšiu 5G sieť na Slovensku Pravda.sk, 2020-12-10, [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://ekonomika.pravda.sk/ludia/clanok/571425-slovak-telekom-spustil-najvacsiu-5g-siet-na-slovensku/>>

[11] [online] EU coordinated risk assessment of the cybersecurity of 5G networks (Report). EU, ENISA, NIS Cooperation Group, 2019/10/09, [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/news/eu-wide-coordinated-risk-assessment-5g-networks-security>>

[12] [online] ŽIVÉ.SK. Veľká správa EÚ o 5G: Aká dôležitá bude kybernetická bezpečnosť a aké sú riziká Živé.sk, 2019-10-10, [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://zive.aktuality.sk/clanok/142989/velka-sprava-eu-o-5g-aka-dolezita-bude-kyberneticka-bezpecnost-a-ake-su-rizika/>>

[13] [online] About. 5G Appeal, 2018-03-08, [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://www.5gappeal.eu/about/>>

[14] [online] Oddelenie rádiobiológie. Bratislava: Slovenská akadémia vied, [cit. 2020-05-23]. dostupné na internete: <<http://www.biomedcentrum.sav.sk/oddelenia/oddelenie-radiobiologie/>>

[15] [online] WARREN, Tom. British 5G towers are being set on fire because of coronavirus conspiracy theories. The Verge, 2020-04-04, [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://www.theverge.com/2020/4/4/21207927/5g-towers-burning-uk-coronavirus-conspiracy-theory-link>>

[16] [online] BARCA, Robert. 5G technológia nemá nič spoločné s novým koronavírusom. fakty.afp.com, 2020-04-02, [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://fakty.afp.com/5g-technologia-nema-nic-spolocne-s-novym-koronavirusom>>

[17] [online] Trangel. Bude 5G škodlivé pre ľudí? Čo si myslia odborníci a operátori. Aktuality.sk (Bratislava: Ringier Axel Springer Slovakia). [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://zive.aktuality.sk/clanok/142776/5G-skodlivost-zdravie-ziarenie/>>

[18] [online] Števo Porubský. 5G na Slovensku rástlo ako z vody! Kde všade majú operátori pokrytie? techbox.sk (Senec: TECHBOX,s.r.o.) 30.12.2023 [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://www.techbox.sk/5g-na-slovensku-rastlo-ako-z-vody-kde-vsade-maju-operatori-pokrytie>>

[19] [online] Lenka Miller. Strašiak menom 5G. uniba.sk (Bratislava: Ventúrska 11, 811 01) 22. 03. 2021 09.13 hod. [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://uniba.sk/detail-aktuality/back_to_page/spravodajsky-portal/article/strasiak-menom-5g/>>

[20] [online] Erricson spol. s r.o. 5G by Ericsson. (Štockholm: Ericsson spol. s r.o.) [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://www.ericsson.com/en/5g>>

[21] [online] Verizon Communications, What is 5G and why does it matter? (USA: New York) [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://www.verizon.com/about/our-company/5g/what-5g>>

[22] [online] European 5G Observatory, What is 5G? (Belgicko: Brusel) [cit. 2024-4-22]. dostupné na internete: <<https://5gobservatory.eu/about/what-is-5g/>>

[23] [online] Telenor ASA, What is 5G Technology and What Does 5G Mean for IoT? (Nórsko: Fornebu in Bærum) [cit. 2024-4-24]. dostupné na internete: <<https://iot.telenor.com/technologies/connectivity/5g/>>

[24] [online] Terry Brown, Previous Generation Networks Vs 5G, (Kanada: 2545 Erin Centre Blvd #1003, Mississauga, ON L5M 6Z9), 8.10.2020 [cit. 2024-4-24]. dostupné na internete: <<https://itchronicles.com/mobile/previous-generation-networks-vs-5g/>>

Prílohy