



5G

aliance



MINISTERSTVO
PRŮMYSLU A OBCHODU

Sítě 5G pro průmysl

Obsah

Seznam zkratek	5
1. Základní vlastnosti sítí 5G pro použití v různých oblastech průmyslu	6
2. Uplatnění sítí 5G v průmyslové praxi	7
2.1. Příklady sítí 5G pro využití v průmyslové praxi	9
2.2. Zapojení univerzit v rámci kampusových sítí 5G	9
3. Rádiové spektrum pro sítě 5G průmyslové aplikace	10
4. Aktuální přehled programů podpory rozvoje sítí 5G v průmyslu	12
5. Bezpečnost provozu sítí 5G	14

Seznam zkratek

Sítě 4G/5G

sítě 4./5. generace

ITU-R

International Telecommunication Union – Radiocommunication,
Mezinárodní telekomunikační unie – Radiokomunikační sektor

eMBB

enhanced Mobile BroadBand, pokročilé mobilní vysokorychlostní síť

mMTC

massive Machine Type Communication, masivní komunikace mezi stroji/zařízeními

URLLC

Ultra-Reliable and Low Latency Communications, vysoce spolehlivé komunikace s nízkou latencí

NB IoT

Narrowband Internet of Things, standard pro úzkopásmovou komunikaci internetu věcí

IIoT

Industrial Internet of Things, průmyslový internet věcí

C-RAN

Cloud Radio Access Network, cloudové radiové přístupové síť

MEC

Multi-Access Edge Computing, výpočetní prostředky na hraně mobilní sítě s vícenásobným přístupem

KPI

Key Performance Indicator, klíčový ukazatel výkonnosti

LTE Cat-M

Long Term Evolution, Category M, standard pro pokročilou komunikaci mezi stroji/zařízeními

UHD

Ultra High Definition, ultra vysoké rozlišení (obrazu)

SZÚ

Státní zdravotní ústav

1.

Základní vlastnosti sítí 5G pro použití v různých oblastech průmyslu

V současné době budované sítě 5G rozšiřují možnosti sítí 4G ne tak z hlediska přenosových rychlostí (až 20 Gb/s ve směru downlink a 10 Gb/s ve směru uplink), ale zejména z hlediska podpory širokého spektra nových aplikací díky výrazně nižšímu zpoždění při komunikaci (pod 1 ms), vyšší spolehlivosti komunikace (minimálně 99,999%) a výrazně vyššímu počtu zařízení, která mohou v síti komunikovat (více než milion zařízení na km²) ITU – R M.2410-0 2017.

Pro podporu širokého spektra stávajících i nových aplikací jsou definovány tři nové typy scénářů využití sítí 5G.

Prvním scénářem je rozšířená širokopásmová a vysokorychlostní komunikace (enhanced Mobile BroadBand, eMBB). Tento scénář navazuje na sítě 4G, kdy rozšiřuje jejich možnosti, zejména v oblasti transferu velkých objemů dat s velmi vysokou přenosovou rychlostí.

Druhý scénář otevírá prostor pro komunikaci velkého počtu strojů a zařízení (massive Machine Type Communication, mMTC). Pro dosažení diametrálně odlišných požadavků na komunikační parametry byly proto definovány dvě technologie pro přenos mMTC dat. Konkrétně se jedná o Narrowband IoT (NB-IoT) a LTE Cat-M. Tento typ komunikace byl podporován již ve 4G, ale pouze pro relativně malé počty zařízení. Síť 5G podporují komunikaci mnohem většího počtu zařízení (cca 10x více než ve 4G) a zároveň zvyšují energetikou efektivitu takovéto komunikace. Tento scénář je určen zejména pro občasný přenos malého objemu dat nenáročných na zpoždění.



Třetím scénářem je komunikace s vysokou spolehlivostí a velmi nízkým zpožděním (Ultra-Reliable and Low Latency Communications, URLLC). Díky přibližně 10x nižšímu zpoždění a 10x vyšší spolehlivosti komunikace oproti 4G je tento scénář vhodný pro nové aplikace mobilních sítí v průmyslu, zemědělství, dopravě, zdravotnictví a všude tam, kde je nutná okamžitá odezva v reálném čase.

Tyto tři nové scénáře použití sítí 5G jsou umožněny díky využití širšího frekvenčního pásma, nových a rozšířených funkcionalit pro přenos dat (způsob řízení přenosu dat a přístupu k rádiovým prostředkům, zpracování dat včetně modulace a kódování, atd.) a díky nové flexibilní a energeticky efektivní architektuře sítě podporující snadné a rychlé nasazení nových služeb a aplikací za pomoci virtualizace jednotlivých síťových funkcí a integrace cloudů ve formě cloudové rádiové přístupové sítě (C-RAN) a výpočetních prostředků na hraně mobilní sítě (Multi-Access Edge Computing, MEC).

Aby bylo možné tyto nové, a z hlediska požadavků na komunikaci velmi rozdílné, scénáře provozovat v rámci jedné mobilní sítě, tak 5G podporuje tzv. network slicing. Slicing umožňuje v rámci jedné fyzické infrastruktury sítě vytvářet virtuální pod-sítě (slicy) s izolovanými prostředky pro komunikaci a její řízení, nastavenými podle požadavků konkrétního typu služby a aplikace. V rámci jedné sítě může být vytvořena například pod-síť poskytující vysokou přenosovou rychlost pro přenos dat uživatelů a zároveň jiná pod-síť pro komunikaci robotů s velmi nízkým zpožděním. Na jedné fyzické infrastruktuře mobilní sítě může být tedy bezpečně a spolehlivě zajištěno široké spektrum různých typů služeb s naprosto odlišnými požadavky. Tento princip potvrzuje směřování 5G jako heterogenního systému, který lze provozovat ve stylu "network as a service".

2.

Uplatnění sítí 5G v průmyslové praxi

Sítě 5G v současnosti nabývají na významu i z pohledu soukromých, tzv. privátních či kampusových sítí. Privátní síť 5G je uzavřená soukromá mobilní síť, která pokrývá pouze určitou oblast, jako např. průmyslový areál podniku nebo pouze jednotlivé budovy a koridor mezi nimi. Síť je přizpůsobena individuálním potřebám a požadavkům uživatelů zejména z pohledu síťové kapacity a bezpečnosti. V rámci sítě soukromých kampusů má její vlastník úplnou kontrolu nad všemi aspekty sítě jako stanovení priorit, přidělování kapacity vybraným typům služeb či modifikace bezpečnostních zásad, což uživateli přináší potřebnou flexibilitu pro provoz vlastní infrastruktury s požadovanými KPI (Key Performance Indicator).

Privátní sítě 5G nalézají v současnosti uplatnění i v průmyslové oblasti, přičemž organizacím či podnikům poskytují zejména konkurenční výhodu v podobě moderní přenosové technologie pro aplikace spojené s Průmyslem 4.0. Další nespornou výhodou sítí 5G při jejich využívání v průmyslové praxi je díky velmi nízké latenci a schopnosti přenést velké objemy dat umožnění přesunout výpočetní výkon dále od výrobních prostorů do „čistých“ IT serverových místností. Není tedy zapotřebí kupovat často velmi nákladné HW prostředky odolné proti zhoršenému prostředí průmyslové, případně zemědělské výroby. Sdílení výpočetního výkonu širokou škálou autonomně pracujících technologických zařízení vede ke snížení nákladů (nákup HW i SW).

Při aplikacích algoritmů **umělé inteligence** a strojového učení je nutné datové pokrytí nejen všech výrobních, ale i logistických systémů a procesů. 5G sítě se stávají lokálním komunikačním prostředím umožňujícím vytvoření komplexního datového obrazu veškerých procesů (digitální dvojče procesů).

Z hlediska teorie efektivního řízení firmy je tento datový obraz nezbytný. Díky němu mohou být procesy neustále optimalizovány na základě měnících se podmínek ve třech základních dimenzích – logické, prostorové i časové.

Autonomní, mobilní a kolaborativní robotika

Sítě 5G umožňují mimo jiné využití například v autonomních robotických pracovištích, jejichž výsledný produkt je opět roboticky testován, často s možností využití aplikací strojového vidění pro vzdálenou online vizuální kontrolu. Dále se úspěšně využívají i při optimalizaci vnitrofiremní, ale v budoucnosti i mezifiremní přepravy pomocí kolaborativních mobilních robotů. S využitím předností sítí 5G také počítá tzv. precizní zemědělství, ať už v oblasti řízení polních autonomních mobilních robotů, ale také monitoringu velkého množství veličin na rozsáhlých územích s cílem optimalizace pěstebních zásahů.

Virtuální a rozšířená realita a prediktivní údržba

V rámci projektu “5G Factory of the Future”, realizovaného ve Velké Británii byly vytvořeny distribuované a sdílené hybridní virtuální prostory. Pomocí rozšířené a smíšené reality je digitální obraz přiváděn přímo k pracovníkům v místě použití prostřednictvím sítí 5G a komunikačních zařízení, jako jsou bezdrátové ruční tablety a osobní náhlavní soupravy. Tato technologie umožňuje pracovníkům vzdáleně provádět činnosti údržby.

Úspěšné nasazení technologie přináší významné snížení cestovních nákladů (až o 65 %) a doby údržby (15 %) vyplývající z online spolupráce v reálném čase a snadnějšího školení a podpory údržby.

Energetika

Jedním z klíčových odvětví, u kterého se očekává, že bude těžit ze služeb 5G, je sektor energetiky a veřejných služeb.

Při instalaci prvků inteligentního měření elektřiny (např. V České republice musí distribuční společnosti do roku 2027 nainstalovat tyto elektroměry u všech odběratelů s roční spotřebou vyšší než 6 MWh) umožňujících nejen vzdálené sledování spotřeby, ale i její aktivní řízení, se již dnes pro dálkovou komunikaci využívají technologie 5G pro průmyslový internet věcí (IIoT). Podobné uplatnění těchto technologií lze předpokládat i v rámci podnikového managementu spotřebovávaných energií a dalších médií v rozsáhlejších průmyslových areálech a aglomeracích, a to včetně řízení výroby elektřiny v tzv. “vnořených” nebo lokálních decentralizovaných zdrojích.

Masivní využívání sítí 5G v oblasti energií a dalších médií (např. voda, teplo, stlačený vzduch) se očekává při vzdálené správě a řízení technologických zařízení instalovaných v sítích zajišťujících jejich distribuci. Počty pasivních i aktivních prvků v těchto, často velmi rozsáhlých, a mnohdy i těžko dostupných sítích neustále rostou. V neposlední řadě je také nutno předpokládat rozvoj aplikací pro vzdálenou asistenci u servisních zásahů a odstraňování poruch a havárií v terénu, při kterých je zasahujícímu pracovníkovi poskytována s využitím rozšířené reality vzdálená asistence specialistou z pracoviště mimo místo zásahu.

2.1.

Příklady sítí 5G pro využití v průmyslové praxi

Vůbec první privátní síť 5G pro průmyslové účely v České republice je implementována do logistického prostředí společnosti KVADOS, a.s., která celosvětově dodává softwarová řešení pro oblast digitalizace podnikových procesů a automatizace se zaměřením na intralogistiku. Síť 5G zde umožňuje využívání nových technologií a scénářů při nasazení inteligentních autonomních robotů, které vyžadují spolehlivé a výkonné mobilní připojení.

Společnost Škoda Auto a.s. ve spolupráci s operátorem Vodafone Česká republika dokončila instalaci privátní sítě 5G pro vysokorychlostní bezdrátové datové přenosy v rámci výrobních prostor. Jedná se o využití 5G StandAlone, tj., skutečně samostatně fungující sítě 5G jak na rádiové části, tak v rámci hlavního systému neboli v jádru sítě (core), pro monitorování pohybu vyráběných vozidel, jejich autonomního převozu v rámci areálu a také nahrávání řídicího software do automobilů.

Mezi nejznámější instalace v zahraničí patří 5G-Industry Campus Europe RWTH Aachen v Německu, kde se zkoumají a testují nové aplikace pro 5G v produkčním prostředí v reálných podmínkách či Innovation Cluster 5G v Berlíně. Spoustu dalších instalací pro potřeby nejen Průmyslu 4.0 lze samozřejmě najít i v ostatních zemích. Společnost Siemens představila na letošním veletrhu v Hannoveru vlastní řešení využití privátní sítě 5G v průmyslové praxi. Ta umožňuje přenášet data v reálném čase v případě průmyslových aplikací. Integrace zařízení do soukromých sítí 5G umožňuje využití nejmodernějších aplikací, jako jsou mobilní roboty ve výrobě nebo autonomní vozíky v logistice.

2.2.

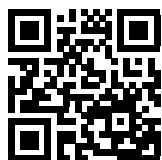
Zapojení univerzit v rámci kampusových sítí 5G

Vůbec první kampusovou síť v ČR spustil T-Mobile v roce 2020 v kampusu VŠB-Technické univerzity v Ostravě. Uplatnění nalézá zejména v Technologické laboratoři při Centru pokročilých inovačních technologií. Testbed „Smart Factory“ je digitální továrna s výrobní linkou s prvky Industry 4.0 kombinující fyzickou linku s mobilními roboty či částečně pásovými dopravníky.

Vysoké učení technické v Brně disponuje unikátní laboratoří UniLab, kdy je ve spolupráci s Vodafone možné využít technologie 5G NSA a 5G-IoT (NB-IoT a LTE Cat-M). V Brně je dále ve spolupráci s T-Mobile vybudován testbed v prostorách středoevropského technologického institutu (CEITEC), kde je instalována technologie 5G SA.

Další instalace následovaly např. pro Český institut informatiky, robotiky a kybernetiky ČVUT v Praze, pro Českou zemědělskou univerzitu nebo pro Technickou univerzitu v Liberci. Paralelně ke kampuso-

vým sítím je od roku 2015 na fakultě elektrotechnické ČVUT v Praze budována experimentální výzkumná infrastruktura založená na softwarově definované mobilní síti a otevřeném softwaru, což umožňuje nejen ověřit vhodnost aktuálních 5G sítí pro danou aplikaci, ale zároveň je možné určit limity pro budoucí rozvoj aplikací nebo testovat nové funkcionality a konfigurace mobilní sítě pro libovolné aplikace.



VŠB Ostrava



ČTVUT Praha



VUT Brno

3.

Rádiové spektrum pro sítě 5G průmyslové aplikace

Pro provoz sítí 5G je potřebné rádiové spektrum, které spravuje na národní úrovni Český telekomunikační úřad (ČTÚ). ČTÚ stanoví určení jednotlivých částí rádiového spektra pro konkrétní využití a jeho základní podmínky v rámci tzv. Plánu využití rádiového spektra, resp. jeho příloh pro jednotlivá pásma, více zde: Plán využití rádiového spektra Český telekomunikační úřad (ctu.cz). S orientací v problematice podmínek využití rádiového spektra, a to i pro využití v průmyslových aplikacích, mohou zájemcům pomoci i detašovaná regionální pracoviště ČTÚ.

Zájemci z řad průmyslových podniků (ale i vědy a výzkumu) mohou spolupracovat na vybudování 5G infrastruktury pro své potřeby s mobilními operátory, kteří jsou držiteli příslušných rádiových kmitočtů (např. z poslední aukce 5G). Mohou ovšem také rádiové kmitočty získat pro výhradní používání sami napřímo nebo po dohodě s jiným držitelem rádiového spektra (po jeho souhlasu). Také lze v současnosti využít i povinných nabídek pronájmu vybraných rádiových kmitočtů z pásma 3400-3800 MHz na základě závazku převzatých v aukci 5G. Poslední možností pak je využití rádiových kmitočtů z tzv. nelicencovaných pásmech.

Základní podmínky

Národním správcem spektra je Český telekomunikační Úřad (ČTÚ). Jeho primárním úkolem je zajistit efektivní a účelné využívání rádiového spektra. V té souvislosti podporuje i technologické inovace jak z hlediska nasazování nových přenosových prostředků/sítí, tak i nabídky nových služeb a aplikací.

Obecně dále platí, že rádiové kmitočty lze v podmínkách České republiky využívat buď:

- a. na základě **Individuálního oprávnění**, tj. správním rozhodnutím ČTÚ individuálně uděleného oprávnění s konkrétními podmínkami). Podmínky pro podání žádosti o individuální oprávnění, a její náležitosti, jsou stanoveny zde: oop-21-07-2022-12.pdf (ctu.cz).

- b. podle **Všeobecného oprávnění**, tj. bez potřeby získání samostatného rozhodnutí, a při dodržení ČTÚ veřejně vyhlášených podmínek (technických a provozních).

Z pohledu dále uvedených kmitočtových pásem v režimu „pevné služby“ (tj. pevné instalace) je pro bezlicenční využití rozhodujícím především Všeobecné oprávnění č. VO-R/12 (v aktuálním znění zde: Všeobecné oprávnění VO-R/12 (ctu.cz)).

Spektrum (kmitočty) pro průmyslové 5G aplikace

Specificky na podporu využití rádiových kmitočtů při realizaci řešení založených na technologii 5G v průmyslu jsou aktuálně k dispozici v režimu tzv. pevné služby (pevné instalace) především kmitočty ve vyšších pásmech. Typicky jde o pásma 5,8 GHz, 26 GHz, 60 GHz. Zejména v pásmu 26 GHz, kde ČTÚ již v roce 2020 otevřel ucelený úsek o velikosti 1 GHz spektra pro experimentální účely, je možné úspěšně aplikace 5G v průmyslovém odvětví rozvinout. Od 1. ledna 2023 navíc dojde k úpravě poplatkové politiky (Nařízení vlády č. 154/2005 Sb., v platném znění), a to by mimo jiné mělo zajistit i vyšší atraktivitu tohoto pásma pro běžné dlouhodobé využití.

V režimu tzv. pohyblivé služby jsou to pak především ta kmitočtová pásma která byla dosud přidělena prostřednictvím aukcí kmitočtů pro mobilní sítě, a to v dohodě s držitelem takového spektra (mobilní operátorem).

Jedním ze zřejmě aktuálně nejvíce zvažovaným pro průmyslové 5G aplikace je kmitočtové pásmo 3400-3800 MHz. Pásmo je v současné době již přiděleno na základě aukcí z let 2017 a 2020 konkrétním operátorům (O2, T-Mobile, Vodafone, PODA, Nordic Telekom a Increate). To ale neznamená, že by toto spektrum nebylo dosažitelné pro zájemce z řad průmyslových subjektů, právě naopak.

- a. Lze využít spolupráci s některým z držitelů práv k rádiovým kmitočtům v tomto pásmu, a na základě komerční dohody řešit výstavbu a zajištění potřebné síťové rádiové infrastruktury dodavatelsky.
- b. Je také možné po dohodě s mobilním operátorem (a s jeho souhlasem) získat individuální oprávnění na využití rádiových kmitočtů přímo.

Povinná nabídka pronájmu spektra v pásmu 3400-3800 MHz

Na modelu přímého získání oprávnění k využívání rádiových kmitočtů je založena i možnost, resp. právo využití závazků dvou operátorů subjektů (O2 a Increate) z 5G aukce. Tyto dvě společnosti totiž převzaly závazek poskytnout až celý rozsah svého spektra v pásmech 3400-3480 MHz (Increate) a 3640-3700 MHz (O2) pro lokální průmyslové využití v uzavřené průmyslovém areálu zájemcům z řad průmyslových podniků. K tomu účelu obě společnosti na přelomu srpna a září 2021 zveřejnily na svých webových stránkách i otevřenou nabídku pronájmu rádiových kmitočtů pro průmyslové využití v podobě konkrétního návrhu smlouvy.

Základní podmínkou pro využití předmětných kmitočtů v pásmu 3400-3800 MHz v držení obou společností je uzavření právě takové společné smlouvy. Poté daný operátor poskytne souhlas průmyslovému subjektu s podáním jeho žádosti o individuální oprávnění k využití předmětných rádiových kmitočtů k ČTÚ. Žádost je k ČTÚ potřeba podat nejen v podobě, kterou předepisuje opatření obecné povahy č. OOP/21/07.2022-12 (zde: oop-21-07-2022-12.pdf (ctu.cz)), ale i s doložením uvedeného souhlasu. ČTÚ následně udělí individuální oprávnění přímo průmyslovému subjektu.

Další (budoucí) možnosti využití rádiového spektra v průmyslu

Z hlediska střednědobého výhledu patří mezi kmitočtová pásma s potenciálem budoucího využití i pro lokální průmyslové aplikace 5G především pásma 3800-4200 MHz a 42 GHz. Obě jsou v současné době předmětem expertních studií z hlediska přípravy evropské harmonizace podmínek jejich využití. Proto jejich využití (mimo případy experimentálního využití) by tak dnes nebylo v podmínkách České republiky možné. O jejich zpřístupnění stejně jako o dalších informacích ve vztahu k možnostem využití rádiového spektra, včetně souvisejících podmínek, **ČTÚ informuje průběžně na svých webových stránkách (<https://www.ctu.cz>)**.



ČTÚ

Závěrem je třeba ještě upozornit, že samotné budování infrastruktury využívající rádiové kmitočty v rámci uzavřených (neveřejných) sítí, tj. např. pro vlastní aplikační využití v průmyslu, ale i vědě či výzkumu, **není podnikáním v elektronických komunikacích**. Proto není třeba takovou činnost jako podnikání v elektronických komunikacích ČTÚ oznamovat. To ale neplatí, pokud by na takové neveřejné (průmyslové) sítě byly za úhradu poskytovány služby elektronických komunikací (byť neveřejné, tj. i jen omezené, resp. uzavřené skupině uživatelů).

4.

Aktuální přehled programů podpory rozvoje sítí 5G v průmyslu

Ministerstvo průmyslu a obchodu připravilo řadu programů podpory rozvoje sítí 5G v České republice. Stěžejním dokumentem pro přípravu těchto programů byla vládou schválená strategie „Implementace a rozvoj sítí 5G v České republice – Cesta k digitální ekonomice“ (https://www.mpo.cz/cz/e-komunikace-a-posta/elektronicke-komunikace/koncepce-a-strategie/narodni-plan-rozvoje-siti-nga/implementace-a-rozvoj-siti-5g-v-ceske-republice-_cesta-k-digitalni-ekonomice--252026/). V oblasti vědy, výzkumu a inovací je aktuálně nejvýznamnějším programem podporující 5G projekty program TREND. Jedná se o program průmyslového výzkumu a experimentálního vývoje a v současné době je připravována 8. veřejná soutěž zaměřená na podporu 5G projektů. Její základní parametry jsou uvedeny v tabulce na straně 13.

Bližší informace k této soutěži jsou uvedeny na webových stránkách Technologické agentury ČR. (www.tacr.cz). Celková alokace společně s 5G projekty ze 7. veřejné soutěže činí 300 mil. Kč a je finančně kryta z Národního plánu obnovy v rámci komponenty 1.3 s názvem **Digitální vysokokapacitní sítě a její investice “Vědeckovýzkumné činnosti související s rozvojem sítí a služeb 5G”**.

Další připravovanou výzvou k podávání žádostí o podporu 5G projektů v oblasti Průmyslu 4.0 je výzva vycházející z Národního plánu obnovy resp. z její komponenty 1.4.1.6 s názvem

Uchazeči ve veřejné soutěži	
Podnik	ANO – hlavní uchazeč ne další uchazeč
Výzkumné organizace	ANO – pouze jako další účastník
Termíny a lhůty	
Datum vyhlášení veřejné soutěže	5. 10. 2022
Soutěžní lhůta	6. 10. – 23. 11. 2022 (48 dní)
Vyhlášení výsledků veřejné soutěže	31. 5. 2023
Zahájení řešení nejdříve od	1. 6. 2023
Zahájení řešení nejpozději od	srpen 2023
Min. délka projektu	12 měsíců
Max. délka projektu	31 měsíců
Nejzazší termín ukončení projektu	31. 12. 2025
Specifické parametry	

Demonstrativní projekty rozvoje aplikací pro města a průmyslové oblasti (např. 5G), která je zaměřena na vývoj aplikací využívajících sítě 5G a jejich uvedení do provozu. Plánovaná alokace pro průmyslové 5G aplikace činí 400 mil. Kč a vyhlášení výzvy k podávání žádostí je směřováno na 1Q 2023. Bližší informace budou publikovány na webových stránkách 5G aliance (www.5galiance.cz).



5G aliance

Vedle výzev specificky připravených na 5G je možné využít k podávání 5G projektů i obecněji zaměřené programy podpory digitální transformace firem.

5.

Bezpečnost provozu sítí 5G

Národní úřad pro kybernetickou a informační bezpečnost ve svém materiálu "BEZPEČNOST A RIZIKA VE VAZBĚ NA SÍŤ 5G" uvádí: Síť 5G nepřináší nové fundamentální slabiny, a naopak díky vyšší míře decentralizace mohou posilovat bezpečnostní prvky proti vnějšímu napadení.

Technické specifikace 5G standardů již obsahují některé bezpečnostní prvky komponent sítí 5G, které byly navrženy již v samotném počátku vývoje těchto standardů. Tyto bezpečnostní prvky se vyskytují jak v rádiové komunikaci, tak i v jádru sítě 5G. V souladu s vysokými nároky na bezpečnost sítí 5G jsou tyto bezpečnostní prvky implementovány i ve vyšších komunikačních vrstvách. Funkce základní sítě 5G podporují nejmodernější bezpečnostní protokoly.

Mezi koncovými zařízeními a základnovou stanicí byla nově zavedena ochrana integrity uživatelské roviny a společně s funkcí šifrování jsou tyto bezpečnostní prvky v 5G standardech povinné. Obvyklé bezdrátové průmyslové komunikační sítě postavené na technologii WiFi takto rozsáhlými bezpečnostními prvky nedisponují včetně rozdílné ochrany přenosových radiových kanálů.

Otázky vlivu sítí 5G na životní prostředí, resp. oblast ochrany zdraví a bezpečnosti práce upravuje obecně Nařízení vlády č. 291/2015 o ochraně zdraví před neionizujícím zářením a specificky pro oblast sítí 5G Informace Národní referenční laboratoře SZÚ č. 20/2019 s názvem "Rizika expozice člověka elektromagnetickému poli v telekomunikační síti páté generace".

Simulace úrovně expozičních limitů vlivem instalace nových základových stanic se provádí v rámci projektových prací pomocí speciálního softwarového vybavení a ověření jejich skutečné úrovně následně i terénním měřením po uvedení základových stanic do provozu. Lze konstatovat, že doposud prováděné simulace, ale i měření na již provozovaných zařízeních prokazují řádově nižší úroveň elektromagnetického záření, než předepisují expoziční limity v evropských nebo českých legislativních normách.

