

Analýza pásma 400 MHz z hlediska budoucího využití v pohyblivé radiokomunikační službě

Připraveno pro Ministerstvo
průmyslu a obchodu

15. 11. 2024



**Národní
plán
obnovy**



Obsah

Definice pojmů a zkratky	5
Manažerské shrnutí	8
Management summary.....	10
1 Úvod.....	12
1.1 Cíle studie.....	12
1.2 Historie využití pásma 400 MHz.....	12
1.2.1 Historie využití v České republice	12
1.2.2 Historie využití ve světě	13
2 Harmonizace, technologie, aplikace.....	15
2.1 Přehled harmonizačních dokumentů	15
2.2 Technologie v pásmu 400 MHz	17
2.2.1 Úzkopásmové technologie.....	17
2.2.2 Širokopásmové technologie.....	17
2.3 K čemu je pásmo 400 MHz.....	19
2.3.1 PMR/PAMR sítě.....	19
2.3.2 Mission-critical komunikace	21
2.3.3 Sektory využívající PMR/PAMR v pásmu 400 MHz	23
2.3.4 Výhody a nevýhody pásma 400 MHz	25
2.4 Dostupnost zařízení.....	27
3 Přehled využití pásma 400 MHz.....	28
3.1 Přehled využití pásma ve vybraných evropských zemích.....	28
3.2 Ostatní regiony.....	36
3.2.1 Amerika	37
3.2.2 Asie	37
3.2.3 Afrika	38
4 Případové studie.....	39
4.1 Německo – 450 Connect	39
4.2 Nizozemí – Utility Connect.....	41
4.3 Irsko – ESB Networks.....	42
4.4 Saudská Arábie – Aramco Digital	44
4.5 Zjištění o skutečném využívání rádiových systémů v Rakousku, Německu, Polsku a Slovensku	47
5 Potenciál pásma 400 MHz v České republice	48
5.1 Využití pásma	48
5.2 Poptávka po kmitočtovém pásmu	53
6 Scénáře budoucího využití pásma 400 MHz	55

6.1	Shrnutí východisek.....	55
6.2	Scénáře budoucího využití kmitočtů.....	57
6.2.1	Zachování stávajícího stavu	57
6.2.2	Uvolnění pásma 410 MHz pro úzkopásmové systémy.....	57
6.2.3	Zúžení úseku pásma 410 MHz vyhrazeného pro širokopásmovou síť	58
6.2.4	Zrušení nebo zúžení vyhrazeného úseku pro širokopásmovou síť v pásmu 450 MHz.....	58
6.3	Přeshraniční koordinace a implikace pro jednotlivé scénáře	58
7	<i>Regulační aspekty budoucího využití pásma 400 MHz</i>	61
7.1	Současný regulační rámec	61
7.2	Potřeba legislativních úprav.....	61
8	Závěr	63

Definice pojmů a zkratky

Definice základních pojmů je důležitým odrazovým můstkem pro další části studie i pro praktické implikace.¹

Seznam definic

IoT (internet věcí): Internet věcí je systém jednoznačně identifikovaných zařízení, která sbírají data, jež jsou dále přenášena přes internet, analyzována a vyhodnocována a na základě kterých může být realizována akce v rámci systému nebo mimo něj. Tento systém má jasně daný účel, kterým je typicky zvyšování efektivity procesů, výkonnosti, informovanosti apod.

Mission-critical komunikace: Komunikační systémy, jejichž selhání by mělo závažné dopady na bezpečnost nebo provoz organizace

Pásmo 400 MHz: Část pásma zahrnující oba úseky 410-430 MHz a 450-470 MHz

Pásmo 410 MHz: Úsek pásma 410-430 MHz

Pásmo 450 MHz: Úsek pásma 450-470 MHz

Smart Grids: Inteligentní elektrické sítě umožňující efektivní distribuci elektřiny a integraci obnovitelných zdrojů

Smart Metering: Technologie umožňující dálkové odečty spotřeby energií v reálném čase

Širokopásmové sítě: Systémy poskytující větší šířku pásma než úzkopásmové systémy, zahrnující technologie jako CDMA a LTE

Úzkopásmové sítě: Komunikační systémy typicky využívající šířku kanálu do 25 kHz, například dPMR, TETRA, DMR

¹ Poznámka: české vs. anglické pojmy. Tak jako v mnoha odborných oblastech, také v oblasti PMR, IoT, 4G/5G sítí a navazujících řešeních existuje řada pojmů, pro které není ukotvený vhodný český ekvivalent. Z principu budou také nově přicházející pojmy v angličtině. Stejně jako většina odborné literatury. Někdy je proto nezbytné použít původní anglický pojem, případně použít anglický i český ekvivalent. Dalším důvodem pro použití anglických pojmů je možnost uživatele vyhledávat k tématu další informace. Pod původním anglickým termínem je to přímočaré, při použití neukotveného českého ekvivalentu by to mohlo být problematické.

Seznam zkratek

3GPP – 3rd Generation Partnership Project (standardizační organizace pro mobilní technologie)

4G – Čtvrtá generace mobilních sítí – technologický standard mobilní komunikace LTE, je součástí rodiny technologií IMT

5G – Pátá generace mobilních sítí, nástupce LTE, zaměřená na rychlejší přenosy dat, nízkou latenci a masivní připojení zařízení

5G NR – 5G New Radio (standard pro pátou generaci mobilních sítí zahrnující nová frekvenční pásma a technologická vylepšení)

AMM – Advanced Metering Management (pokročilé systémy měření a řízení spotřeby energie)

BB-PPDR – Broadband Public Protection and Disaster Relief (širokopásmová komunikace bezpečnostních a záchranných složek)

CDMA – Code Division Multiple Access (dnes již zastaralá technologie mobilní komunikace, nahrazovaná standardem LTE)

CEPT – European Conference of Postal and Telecommunications Administrations (Evropská konference správ pošt a telekomunikací)

DMO – Direct Mode Operation

DMR – Digital Mobile Radio (úzkopásmová digitální mobilní rádiová technologie)

ECC – Electronic Communications Committee (Výbor pro elektronické komunikace CEPT)

EUTC – European Utility Telecom Council (organizace zastupující zájmy utilit v oblasti telekomunikací)

IMT – International Mobile Telecommunications (standard ITU pro mobilní systémy – zahrnuje i 4G a 5G)

ITU – International Telecommunication Union (Mezinárodní telekomunikační unie)

LTE – Long Term Evolution (technologie pro mobilní sítě čtvrté generace).

LTE-M – Long Term Evolution for Machines (LTE technologie přizpůsobená pro IoT a M2M aplikace)

M2M – Machine-to-Machine (automatická komunikace mezi zařízeními bez lidského zásahu)

NB-IoT – Narrowband Internet of Things (technologický standard zaměřený na IoT komunikaci)

NMT – Nordic Mobile Telephony (mobilní standard první generace)

PAMR – Public Access Mobile Radio (systém pro mobilní rádiovou analogickou k PMR, služby jsou ale nabízeny uživatelům operátorem PAMR sítě)

PMR – Private Mobile Radio (systém pro privátní mobilní rádiovou komunikaci, typicky vlastněný a provozovaný uživatelem, používaný například v průmyslu nebo dopravě)

PPDR – Public Protection and Disaster Relief (komunikace bezpečnostních a záchranných složek)

PVRS – Plán využití rádiového spektra

SCADA – Supervision, Control, and Data Acquisition (dozor, řízení a sběr dat)

TEDS – TETRA Enhanced Data Services (rozšíření TETRA standardu umožňující vyšší rychlosti datového přenosu)

TETRA – Terrestrial Trunked Radio (úzkopásmová digitální mobilní rádiová technologie)

ZoEK – Zákon o elektronických komunikacích

Manažerské shrnutí

Cílem studie je zmapovat, zejména v evropském kontextu, aktuální využití pásma 410-430 MHz a 450-470 MHz a trend nasazování širokopásmových sítí v těchto pásmech a popsat scénáře možného budoucího využití těchto pásem v České republice. Studie by měla sloužit jako podklad pro strategické rozhodování o budoucím využití pásma 400 MHz v České republice.

Rádiové spektrum v pásmu 400 MHz je díky vlastnostem šíření a dostupnosti technologií intenzivně využíváno, podoba tohoto využití nicméně není v zemích Evropské unie jednotná. Úseky pásma 400 MHz jsou intenzivně využívány úzkopásmovými sítěmi PMR/PAMR, v některých zemích však docházelo a dochází k nasazování širokopásmových technologií (CDMA nebo LTE) v pásmech 410-430 MHz a 450-470 MHz. Monitorováním zahraničních signálů bylo zjištěno, že je skutečné využívání širokopásmových technologií velmi nízké, v některých sousedních zemích nebylo detekováno žádné.

Trend spouštění širokopásmových sítí v pásmu 400 MHz je dán překotným nasazováním informačních a komunikačních technologií ve všech sektorech ekonomiky (např. Smart Grids, Smart Metering, Průmysl 4.0), což zvyšuje poptávku po mission-critical M2M (Machine-to-Machine) komunikaci.

Studie přináší přehled technologií, dostupných pro pásmo 400 MHz. Jde jednak o úzkopásmové technologie pro tradiční úzkopásmové systémy, jako jsou TETRA, DMR nebo dPMR. V některých případech dochází však také k nasazování privátních širokopásmových 4G sítí.

Pokračující všudypřítomné zavádění ICT však zásadně mění trh PMR/PAMR. Zejména v energetickém sektoru vzniká vysoká poptávka po aplikacích typu M2M, zejména kvůli postupující decentralizaci energetické soustavy, zavádění obnovitelných zdrojů energie do distribučních sítí a regulatorním povinnostem v oblasti chytrých sítí a měření. Kromě vysoké spolehlivosti a nízká latence tak v energetickém sektoru vznikla také poptávka po připojení k velkému množství zařízení. Standardizované IMT technologie přizpůsobené potřebám PMR/PAMR mohou reagovat na vyvíjející se poptávku, zejména po robustní Machine-to-Machine (M2M) a IoT komunikaci. Širokopásmová komunikace je již běžně využívána (WiFi, LTE a nově 5G) v harmonizovaných pásmech 700 MHz a vyšších. V rámci 3GPP proběhla standardizace 4G jako pro pásmo 410 MHz tak pro pásmo 450 MHz. Zároveň probíhá standardizace pro 5G, což zajistí dlouhodobou využitelnost investic do 4G sítí a možnost jejich budoucího upgradu na 5G. Došlo také k harmonizaci na úrovni CEPT. Neproběhla však harmonizace využívání spektra na úrovni EU, která by byla obdobou harmonizace vyšších pásem. Podle zprávy EU – RSC ze dne 3.7.2024 se takováto harmonizace ani neočekává.

Studie také zmapovala využití pásma 400 MHz ve 28 evropských zemích. Není překvapením, že celoevropsky je pásmo využíváno k provozu tradičních PMR/PAMR sítí. Ve 22 zemích však již také došlo k vyhrazení úseku pásma pro provoz širokopásmových sítí, ve většině z nich technologicky neutrálně s možností nasazení IMT technologie, v některých je stále využití omezeno na dříve využívané CDMA sítě. CDMA byla technologií třetí generace (provoz této generace technologií byl v ČR již dávno ukončen).

V řadě zemí pak již došlo ke spuštění LTE sítí nebo jsou ve výstavbě v návaznosti na udělené licence v posledních letech. Ve Skandinávii jsou LTE sítě stále používány pro službu přístupu k internetu v odlehlých oblastech, ve zbytku Evropy je ale zřejmý trend k využívání těchto sítí pro potřeby utilit nebo BB-PPDR (Public Protection and Disaster Relief) komunikace. Pokud jde o sítě pro potřeby energetiky a utilit, v poslední době byly uděleny licence pro tento účel v Irsku, Německu a Nizozemí, kde jsou

spouštěny budovány privátní LTE sítě pro mission-critical komunikaci. Pásmo pro BB-PPDR je vyhrazeno například ve Slovinsku a Španělsku.

V České republice bylo pásmo 400 MHz využíváno jak úzkopásmovými, tak širokopásmovými pohyblivými sítěmi. Širokopásmové veřejné sítě ve standardu CDMA, které poskytovaly fixní a mobilní přístup k internetu však ukončily provoz pro nezájem ze strany zákazníků o službu, která nebyla ekonomicky a ani kvalitou a rozsahem mobilním sítím 4G konkurenceschopná. Operátoři nebyli schopni nalézt životaschopný ekonomický model provozu širokopásmové technologie LTE, a proto své přiděly i svá oprávnění vrátili. Úseky v pásmech 410 MHz a 450 MHz, určené pro provoz širokopásmových sítí jsou od roku 2021 nevyužity. Oproti tomu v některých oblastech čelí ČTÚ nedostatku kmitočtů pro úzkopásmové sítě (např. pro rádiové sítě standardu TETRA v oblasti Prahy).

Analýza pásma 400 MHz potvrzuje jeho význam jako strategického zdroje pro současné i budoucí potřeby v oblasti kritických komunikací. Ze strany trhu je stále patrný příklon k úzkopásmovým digitálním systémům (zejména DMR a TETRA), které byly pro tento účel designovány a jejichž sítě jsou stále nově budovány a rozšiřovány.

S ohledem na aktuální intenzitu využití PMR kanálů a zřejmý globální trend přechodu k širokopásmovým IMT sítím (zejména v pásmu 450 MHz) zaměřeným zejména na mission-critical aplikace v energetice a průmyslu bude hlavním předmětem strategického přezkum zřejmě pásmo 410 MHz. V případě vertikál – energetiky – k přechodu na širokopásmové systémy již v ČR došlo. Moderní elektroměry jsou zcela běžně osazovány modulem LTE využívajícím služby mobilních operátorů v pásmech nad 700 MHz, přičemž o nižší pásma nebyl projev zájem.

Konkurentem pro širokopásmové sítě v pásmu 400 MHz jsou ostatní širokopásmové technologie (zejména veřejné mobilní sítě). Širokopásmové služby v pásmu 400 MHz, vzhledem k menší dostupné šířce pásma, budou dosahovat hošších parametrů (zejména dosahovaná rychlost), budou provozovány na menším území (horší pokrytí, nepokryté státní hranice), mají omezenou nabídku dostupných zařízení. Jejich nasazení je rovněž ekonomicky náročné. Rozsah kmitočtů v pásmu 400 MHz pro využití širokopásmovými technologiemi je velmi omezený a bez možnosti dalšího rozšiřování, což limituje jak počet zákazníků, tak kvalitu poskytované služby.

Před přijetím zásadního rozhodnutí o budoucím využití pásma 400 MHz by proto měla proběhnout široká veřejná konzultace se stávajícími i potenciálními uživateli pásma, zejména z oblastí utilit, dopravy, veřejné správy a dalších sektorů.

Management summary

The study aims to show the current use of the 410-430 MHz and 450-470 MHz frequency bands and the trend of broadband network deployment in these bands, particularly in the European context. It also describes possible scenarios for the future use of these bands in the Czech Republic. The study is intended to serve as a basis for strategic decision-making regarding the future use of the 400 MHz band in the country.

The 400 MHz band is intensively used due to its propagation characteristics and the availability of suitable technologies. Specific usage patterns of this band vary between EU Member States. Parts of the 400 MHz band are heavily used by narrowband PMR/PAMR networks. However, broadband technologies such as CDMA or LTE have been or are being deployed in the 410-430 MHz and 450-470 MHz bands in some countries. Monitoring of cross-border signals has revealed that the actual use of broadband technologies is very low, with no detections in some neighbouring countries.

The trend towards the deployment of broadband networks in 400 MHz band is driven by the rapid adoption of information and communication technologies (ICT) in all sectors of the economy (e.g. smart grids, smart metering, Industry 4.0), leading to increased demand for mission-critical machine-to-machine (M2M) communications.

The study provides an overview of the technologies available for the 400 MHz band, including narrowband solutions such as TETRA, DMR and dPMR, which are widely used in traditional PMR/PAMR systems. However, private broadband 4G networks are also being deployed.

The ubiquitous introduction of ICT is transforming the PMR/PAMR market. This shift is particularly evident in the energy sector, where the increasing decentralisation of the power grid, the integration of renewable energy sources and regulatory requirements for smart grids and metering have created a strong demand for M2M applications. In addition to reliability and low latency, there is a need to connect a large number of devices. Standardised IMT technologies tailored to PMR/PAMR requirements are well suited to meet this evolving demand, especially for robust M2M and IoT communications. Broadband communication is already being widely used (WiFi, LTE, 5G) in harmonized bands (700 MHz and above).

The 3GPP standardisation body has standardised 4G technologies for both the 410 MHz and 450 MHz bands, and ongoing 5G standardisation ensures the long-term viability of investments in 4G networks, with an option for future upgrades to 5G. The use of 400 MHz band by broadband systems has been harmonized at CEPT level. However, harmonization of spectrum usage at the EU level, comparable to the harmonization of higher bands, is not anticipated. According to the EU – RSC report dated July 3, 2024, such harmonization is not expected.

The study also examines the use of the 400 MHz band in 28 European countries. Unsurprisingly, the band is widely used for traditional PMR/PAMR networks. However, parts of the band have been allocated for broadband networks in 22 countries, mostly in a technology-neutral way that allows for IMT deployment. In some cases, these allocations only allow legacy CDMA networks (no longer in use in the Czech Republic) to operate.

Broadband LTE networks have been launched or are being deployed in many countries following recent spectrum licence awards. In Scandinavia, LTE networks in this band continue to provide internet access in remote areas, while elsewhere in Europe there is a clear trend towards using these networks for utility

or BB-PPDR (Broadband Public Protection and Disaster Relief) communications. Recent licence awards in Ireland, Germany and the Netherlands highlight the use of this band for private LTE networks dedicated to mission-critical communications in the energy and utility sectors. Meanwhile, countries such as Slovenia and Spain have reserved spectrum for BB-PPDR use.

In the Czech Republic, the 400 MHz band has historically been used for both narrowband and broadband mobile networks. However, public CDMA broadband networks which provided fixed and mobile internet access ceased to operate due to a lack of customer interest in a service that was neither economically viable nor competitive with 4G mobile networks in terms of quality and coverage. Operators were unable to establish a sustainable economic model for operating broadband LTE technology and thus returned their allocations and licenses. The 410 MHz and 450 MHz bands allocated for broadband use have been unused since 2021. In contrast, the Czech Telecommunications Office (ČTÚ) faces a shortage of spectrum in some areas for narrowband networks, such as TETRA radio systems in Prague.

The analysis confirms the strategic importance of the 400 MHz band for current and future critical communications needs. Spectrum users continue to favour narrowband digital systems (primarily DMR and TETRA), which are specifically designed for such purposes, and their networks are still being newly developed and expanded.

Given the intensity of PMR channels usage and the global trend towards broadband IMT networks (particularly in the 450 MHz band) tailored for mission-critical applications in energy and industry, the 410 MHz band is likely to become the focus of the strategic review. In the case of verticals like energy, in some cases a transition to broadband systems has already occurred in the Czech Republic. Modern electricity meters are commonly equipped with LTE modules utilizing mobile operators' services in bands above 700 MHz, with no interest shown in the lower bands.

Broadband networks in the 400 MHz band face competition from other broadband technologies, particularly public mobile networks. Broadband services in the 400 MHz band, due to the limited available bandwidth, will exhibit inferior parameters (notably lower data speeds), operate over smaller areas (poorer coverage and uncovered border areas), have a limited range of available devices, and are economically challenging to deploy. The frequency range in the 400 MHz band available for broadband technologies is very restricted, with no possibility of further expansion, which limits both the number of customers and the quality of services provided.

A broad public consultation should take place before any major decisions are taken on the future use of the 400 MHz band. This process should involve current and potential users of the band, in particular in sectors such as utilities, transport, public administration and other key industries.

1 Úvod

1.1 Cíle studie

Rádiové spektrum v pásmu 400 MHz je díky vlastnostem šíření a dostupnosti technologií intenzivně využíváno, podoba tohoto využití nicméně není v zemích Evropské unie jednotná. Úseky pásma 400 MHz jsou intenzivně využívány úzkopásmovými sítěmi PMR/PAMR, v některých zemích však docházelo a dochází k nasazování širokopásmových technologií (CDMA nebo LTE) v pásmech 410-430 MHz a 450-470 MHz.

Trend spouštění širokopásmových PMR sítí je dán překotným nasazováním informačních a komunikačních technologií ve všech sektorech ekonomiky (např. Smart Grids, Smart Metering, Průmysl 4.0), což zvyšuje poptávku po mission-critical M2M komunikaci. Zavádění širokopásmových služeb se však orientuje spíše (v některých zemích včetně ČR výhradně) na využívání služeb mobilních operátorů v harmonizovaných pásmech nad 700 MHz.

V České republice bylo pásmo 400 MHz využíváno jak úzkopásmovými, tak širokopásmovými pohyblivými sítěmi. Úseky v pásmech 410 MHz a 450 MHz, určené pro provoz širokopásmových sítí jsou však v současnosti nevyužity. Zůstaly ladem po dřívějších operátorech, kteří o ně ztratili zájem. Oproti tomu v některých oblastech čelí ČTÚ nedostatku kmitočtů pro úzkopásmové sítě (např. pro rádiové sítě standardu TETRA v oblasti Prahy).

Cílem studie je zmapovat, zejména v evropském kontextu, aktuální využití pásma 410-430 MHz a 450-470 MHz a trend nasazování úzkopásmových i širokopásmových sítí v těchto pásmech a popsat scénáře možného budoucího využití těchto pásem v České republice. Studie by měla sloužit jako podklad pro strategické rozhodování o budoucím využití pásma 400 MHz v České republice.

1.2 Historie využití pásma 400 MHz

1.2.1 Historie využití v České republice

Historicky bylo pásmo 400 MHz využíváno úzkopásmovými pohyblivými sítěmi a pevnými spoji. Pásmo 450 MHz bylo od počátku 90. let minulého století využíváno pro provoz analogové mobilní sítě ve standardu NMT společností Eurotel. S nástupem GSM sítí v druhé polovině devadesátých let se provoz NMT sítě stal obsoletním. V roce 2004 spustila společnost Eurotel na kmitočtech, původně učených pro NMT síť, síť založenou na technologii CDMA a určenou pro poskytování služeb připojení k internetu. Ve své době šlo o konkurenceschopnou alternativu k ostatním způsobům připojení k internetu. Společnost pro provoz sítě využívala kmitočty v pásmu 451,3-455,74 MHz.

V roce 2007 pak spustila svou síť ve standardu CDMA také společnost Mobilkom. Použila kmitočty v pásmu 410 MHz a postupně rozšiřovala své oprávnění k využívání rádiových kmitočtů, které vycházelo z přidělu o šířce 0,5 MHz, až na úsek 410-414,25 MHz. Společnost poskytovala mobilní i fixní hlasové a datové služby a v době spuštění služeb se prezentovala se na trhu jako 4. mobilní operátor. Tento projekt nebyl příliš úspěšný. Skončil vyhlášením úpadku společnosti MobilKom dne 15.12.2011 a následně dvakrát změnil majitele.

S rozvojem ostatních pevných a mobilních technologií začaly služby poskytované v CDMA sítích narážet na limity konkurenceschopnosti (dosažitelné přenosové rychlosti, potřeba speciálních koncových zařízení pro standard CDMA apod.). Obě společnosti (v té době již jako O2 a Nordic Telecom) proto deklarovaly zájem na přechod na technologii LTE a zaměření se na mission-critical sektory, jako jsou utility, bezpečnost a podobně.

V roce 2016 došlo změnou PVRS k technologické neutralizaci pásem 410 a 450 MHz a tím k umožnění nasazení LTE technologie. Provoz LTE sítí však nepřekročil rámec testovacího a pilotního provozu a obě společnosti se v roce 2021 svých práv k využití kmitočtů v pásmech 410 a 450 MHz vzdaly. Od té doby jsou úseky pásma 400 MHz určené k využití celoplošnými širokopásmovými mobilními sítěmi nevyužity.

1.2.2 Historie využití ve světě

Pásmo 400 MHz je široce využíváno úzkopásmovými PMR/PAMR systémy. V pásmu 450 MHz, v návaznosti na předchozí přidělení pro NMT mobilní sítě byly v některých zemích spuštěny širokopásmové sítě ve standardu CDMA. V nultých letech došlo také ke spuštění CDMA sítí v některých zemích v pásmu 410 MHz (např. ČR, Polsko, Srbsko). Pouze v ČR však došlo ke spuštění v obou pásmech.

S nástupem technologie LTE vznikl také zájem o její využití v pásmu 450 MHz. První zemí, která vydala licenci pro LTE sítě v pásmu 450 MHz byla v roce 2012 Brazílie, a to dokonce ještě před dokončením LTE standardizace pro toto pásmo. První LTE450 síť ale spustil v roce 2014 finský operátor Ukkoverkot. Vzhledem k tomu, jak se zvyšoval zájem o možné nasazení širokopásmových sítí pro kritickou komunikaci (utility, PPDR apod.) začalo se jako o kandidátské pásmo pro LTE sítě uvažovat také o pásmu 410 MHz. V mnoha zemích je totiž pásmo 450 MHz velmi intenzivně využíváno úzkopásmovými PMR/PAMR systémy a jeho uvolnění pro širokopásmové sítě není ve středně ani dlouhodobém horizontu proveditelné. Snahy o standardizaci LTE v pásmu 410 MHz pak vyvrcholily v roce 2019 evropskou harmonizací na úrovni CEPT a následnou standardizací na úrovni 3GPP.

Stav standardizace ilustruje následující tabulka:

410	412.5	415	417.5	420	422.5	425	427.5	450	452.5	455	457.5	460	462.5	465	467.5
Band 88		↑		Band 88		↓			Band 31		↑		Band 31		↓
Band 87		↑		Band 87		↓		Band 72		↑		Band 72		↓	
								Band 73		↓		Band 73		↓	

Není bez zajímavosti, že již probíhají snahy o standardizaci 4G/5G v pásmu 380 MHz.

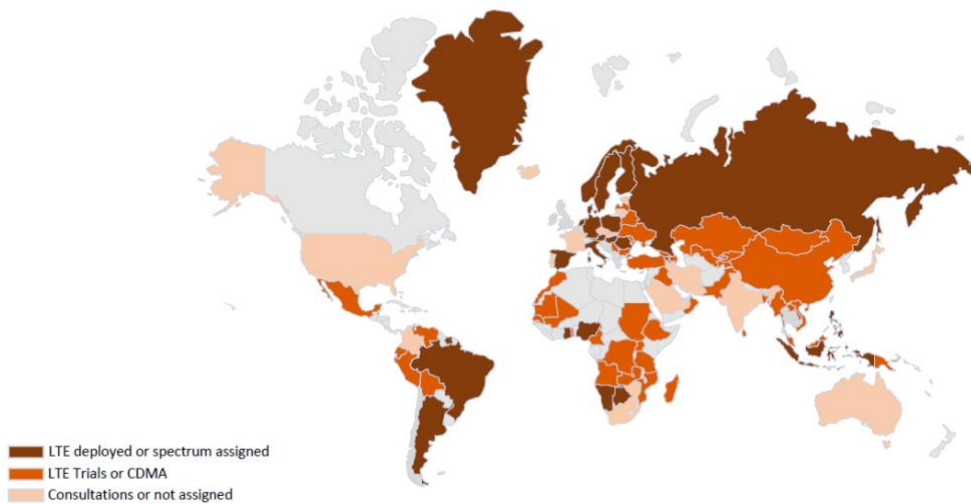
Dle posledních dostupných údajů organizace 450 Alliance² v pásmech 410 a 450 MHz ze širokopásmových technologií stále dominuje technologie CDMA. 450 Alliance evidovala 26 LTE sítí s komerčním provozem a 4 testovací projekty. V posledních letech došlo v Evropě k vydání řady licencí pro provoz LTE sítí v pásmech 450 a 410 MHz. Hlavními uživateli jsou provozovatelé sítí ze sektoru utilit (energetiky), v některých zemích je pásmo určené pro PPDR. Detailně se situací v Evropě zabýváme v dalších kapitolách. V řadě zemích jsou stále používány zastaralé technologie 3. generace (CDMA) v jiných dochází k nasazování a modernějších technologií z rodiny IMT.

Rozvoj sítí v pásmu 410 MHz je oproti pásmu 450 MHz podstatně méně významný. To je jednak způsobeno historií NMT sítí v pásmu 450 MHz a poměrně široké migrace na technologii CDMA, k čemuž

² <https://450alliance.org/wp-content/uploads/2024/01/450Alliance-Annual-Global-Update-2023-ver-P.pdf>

v pásmu 410 MHz nedošlo. Dále pak hraje roli několikaleté zpoždění standardizace pro 4G technologie. Rozdíl je patrný z následujících přehledových mapek 450 Alliance:

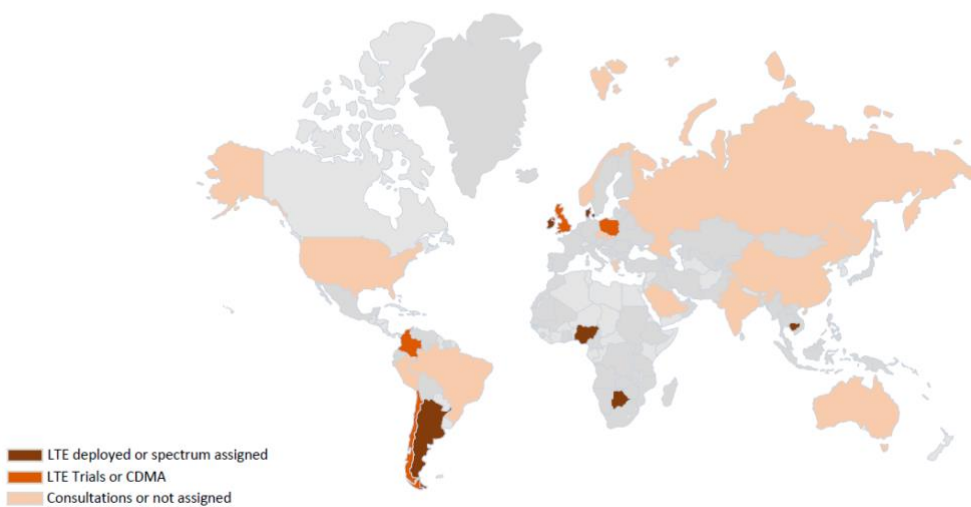
450 Markets Worldwide as of Q4 2022



The above map is subject to change

19

410 Markets Worldwide as of Q4 2022



The above map is subject to change

20

2 Harmonizace, technologie, aplikace

2.1 Přehled harmonizačních dokumentů

ITU

Základním harmonizačním dokumentem je **Radiokomunikační řád ITU**. Z něj pro ČR vyplývá přidělení kmitočtů v pásmech 410-430 MHz a 450-470 MHz pro následující služby:

410-430 MHz

- PEVNÁ
- POHYBLIVÁ kromě letecké pohyblivé
- KOSMICKÉHO VÝZKUMU (410-420)
- Radiolokační (420-430)

450-470 MHz

- PEVNÁ
- POHYBLIVÁ
- Družicová meteorologická (460-470)

Důležitá je poznámka 5.286AA radiokomunikačního řádu, která předvídá implementaci IMT (International Mobile Telecommunications) technologií v pásmu 450-470 MHz.

Ustanovení Radiokomunikačního řádu jsou náležitě zohledněna v národní kmitočtové tabulce³ a plánu využití kmitočtového spektra (PVRS).

CEPT

Na evropské úrovni jsou zásadní harmonizační dokumenty připravené na půdě Evropské konference správ pošt a telekomunikací (CEPT):

- **ECC Decision (16)02** – Harmonised technical conditions and frequency bands for the implementation of Broadband Public Protection and Disaster Relief (BB-PPDR)

³ Vyhláška č. 105/2010 Sb.

- **ECC Decision (19)02** – Land mobile systems in the frequency ranges 68-87.5 MHz, 146-174 MHz, 406.1-410 MHz, 410-430 MHz, 440-450 MHz and 450-470 MHz
- **Doporučení T/R 25-08** – Planning criteria and cross-border coordination of frequencies for land mobile systems in the range 29.7-470 MHz

ECC Decision (19)02 stanoví technické požadavky pro úzkopásmové systémy využívající šířku pásma 6,25 kHz až 25 kHz, dále pro systémy s užitou šířkou pásma 50 kHz až 200 kHz a rovněž pro širokopásmové systémy s šířkou pásma 1,25 MHz (odpovídá technologii CDMA) a 1,4 MHz, 3 MHz a 5 MHz (odpovídá LTE). ECC Decision 19(02) poprvé definovalo 3 možné frekvenční rozsahy 2x5 MHz pro širokopásmové systémy v pásmu 410 MHz. Standardizovaný band v rámci 3GPP byl přijat pro dva z nich (viz dále).

ECC Decision 16(02) bylo novelizováno v roce 2019 v souvislosti s přijetím ECC Decision 19(02) a shodně s ním stanoví doporučené spektrální rozsahy pro BB-PPDR sítě v pásmu 400 MHz.

Doporučení T/R 25-08 stanoví pravidla pro přeshraniční koordinaci kmitočtů v pásmu 400 MHz.

3GPP

Z hlediska nasazení IMT technologií (4G a 5G) v pásmu 400 MHz je klíčová standardizace technologie pro toto pásmo.

Standard 3GPP definuje pro LTE v pásmu 400 MHz následující obsahuje následující pásma (bandy):

Band	Uplink	Downlink
31	452,5-457,5 MHz	462,5-467,5 MHz
72	451-456 MHz	461-466 MHz
73 (není využíván)	450-455 MHz	460-465 MHz
87	410-415 MHz	420-425 MHz
88	412-417 MHz	422-427 MHz

V rámci 3GPP Release 18 jsou standardizovány korespondující 5G bandy n31 a n72, probíhají práce na standardizaci bandů n87 a n 88, které by měly být součástí Releasu 19.

2.2 Technologie v pásmu 400 MHz

2.2.1 Úzkopásmové technologie

Do této kategorie řadíme především komunikační systémy s šířkou kanálu do 25 kHz. Využívané šířky kanálu jsou 6,25 kHz, 12,5 kHz nebo 25 kHz.

Tyto systémy zahrnují analogové systémy a digitální systémy jako TETRA, DMR nebo dPMR a jsou masivně využívány pro PMR.

Podporují hlasové služby, včetně skupinové komunikace a „push-to-talk“ (PTT) a v omezené míře datové služby (např. textové zprávy, SDS – short data service nebo IP datové přenosy).

Bývá podporován také DMO (direct mode operation), který umožňuje komunikaci uživatelských stanic mezi sebou, například když se nacházejí mimo dosah základnové stanice.

Moderní digitální PMR systémy také podporují mission-critical M2M (Machine-to-Machine) služby, jako jsou SCADA (Supervision, Control, and Data Acquisition) systémy, chytré distribuční sítě (např. pro elektřinu, plyn a vodu), přenos dat ze senzorů a chytrých měřičů apod.

Z digitálních systémů v ČR převládají systémy TETRA⁴, které využívají kanál s šířkou 25 kHz a DMR⁵, které využívají kanál s šířkou 12,5 kHz.

Vedle úzkopásmových systémů byly vyvinuty a standardizovány wideband systémy s šířkou kanálu do 150 kHz. Za zmínku stojí především systém TETRA TEDS (TETRA Enhanced Data Service).

TETRA TEDS využívá kanály s šířkou 25, 50, 100 nebo 150 kHz. V závislosti na použité šířce kanálu a podmínkách šíření se uvádí přenosové rychlosti v rozmezí **10-500 kbit/s**.

2.2.2 Širokopásmové technologie

CDMA

Technologie CDMA využívala šířku kanálu 1,25 MHz. Dnes ji můžeme považovat za obsoletní. Standard ETSI není nadále rozvíjen a stávající sítě postupně migrují na technologie z rodiny IMT.

⁴ <https://tcca.info/tetra/home/>

⁵ <https://www.dmrassociation.org/dmr-standards.html>

LTE

Technologie LTE byla v pásmu 400 MHz standardizována na úrovni 3GPP a ETSI jak pro pásmo 410, tak 450 MHz. Sítě na technologii LTE bývají také označovány jako 4G sítě. Patří do rodiny technologií IMT⁶.

Širokopásmové systémy LTE pro PMR/PAMR jsou flexibilní ve svém využití. Mohou poskytovat hlasové a datové služby, aplikace s nízkou latencí, vysokou úroveň zabezpečení, prioritizaci a kvalitu služeb (QoS) anebo přenosové rychlosti v řádu megabitů za sekundu. Jsou vhodné také pro masivní M2M a IoT komunikaci, s možností připojení stovek tisíc až milionů zařízení. Standard 4G také zahrnuje řadu funkcionalit pro mission-critical komunikaci.

LTE systémy v pásmu 400 MHz je možné využít s šířkou pásma 1,4 MHz, 3 MHz a 5 MHz.

Maximální přenosové rychlosti ⁷:

1,4 MHz	9 Mbit/s
3 MHz	22 Mbit/s
5 MHz	37 Mbit/s

Rozdíl v kapacitách jednotlivých nosných frekvencí také ilustruje následující tabulka britského regulátora Ofcom⁸:

Table A7.4: Number of video streams that could be supported by a base station sector

Capacity scenario for concurrent video streams	Lower service data rate requirement assumptions for each bandwidth scenario			Higher service data rate requirement assumptions for each bandwidth scenario		
	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz	1.4 MHz	3 MHz	5 MHz
Uplink capacity (Mbps)	4.7	10.1	16.8	4.7	10.1	16.8
High capacity areas No. concurrent video streams	11	25	42	4	10	16
Central case results No. concurrent video streams	1	3	5	0	1	2

⁶ IMT – International Mobile Telecommunications – je seznam požadavků (standard) vyvinutý ITU, zahrnující množinu systémů IMT-2000, IMT-Advanced (4G) a IMT-2020 (5G).

⁷ 64QAM, 2x2 MIMO

⁸ <https://www.ofcom.org.uk/siteassets/resources/documents/consultations/category-1-10-weeks/263558-call-for-input-potential-spectrum-bands-to-support-utilities-sector-transformation/associated-documents/utilities-cfi-june-2023.pdf?v=329843>

Pro scénář „Lower service“ počítal Ofcom s datovým tokem 400 kbit/s, pro scénář „Higher service“ s datovým tokem 1 Mbit/s.

Řádka „Central case results“ pak ilustruje scénář se zařízením na hraně buňky (tj. s velmi špatnými rádiovými podmínkami), pro který Ofcom pracuje s velmi konzervativním předpokladem spektrální efektivity 0,4 bps/Hz.

LTE standard také zahrnuje technologie specificky zaměřené na M2M a IoT komunikaci.

NB-IoT (Narrowband IoT)

NB-IoT je technologie pro nízkoenergetické širokopásmové sítě standardizovaná 3GPP v rámci Release 13. Byla navržena speciálně pro IoT aplikace. Funguje v rámci stávajícího spektra LTE.

NB-IoT využívá šířku kanálu **200 kHz**, přenosové rychlosti jsou **do 250 kbit/s**. Technologie se zaměřuje na nízkou spotřebou energie, což umožňuje IoT zařízením fungovat dlouhodobě (až 10 let) na jednu baterii.

LTE-M (Long Term Evolution for Machines)

LTE-M je technologie vyvinutá v rámci 3GPP specificky pro M2M/IoT aplikace, které vyžadují větší šířku pásma a mobilitu než NB-IoT. Využívá šířku kanálu **1,4 MHz**, podporuje vyšší datové rychlosti (až **1 Mbps**), mobilitu a přechody mezi buňkami.

5G

Na úrovni 3GPP byly v rámci Release 18 standardizovány 5G bandy n31 a n72. Také byl přijat standard pro 5G NR⁹ kanál o šířce 3 MHz¹⁰ (doposud počítal standard 5G NR s nejmenší šířkou kanálu 5 MHz).

To umožní budoucí nasazení 5G technologií i v situacích, kdy není v pásmu 400 MHz k dispozici celý úsek 2x5 MHz. Existence 5G standardu také dává provozovatelům a uživatelům LTE sítí jistotu jejich dlouhodobé životnosti a možnosti přechodu (upgradu) z 4G na 5G v budoucnu.

2.3 K čemu je pásmo 400 MHz

2.3.1 PMR/PAMR síť

Pásmo 400 MHz je naprosto zásadní pro provoz PMR (Private Mobile Radio) a PAMR (Public Access Mobile Radio).

⁹ 5th Generation New Radio

¹⁰ <https://www.ericsson.com/en/blog/2024/2/narrowband-spectrum-for-mission-critical-networks>

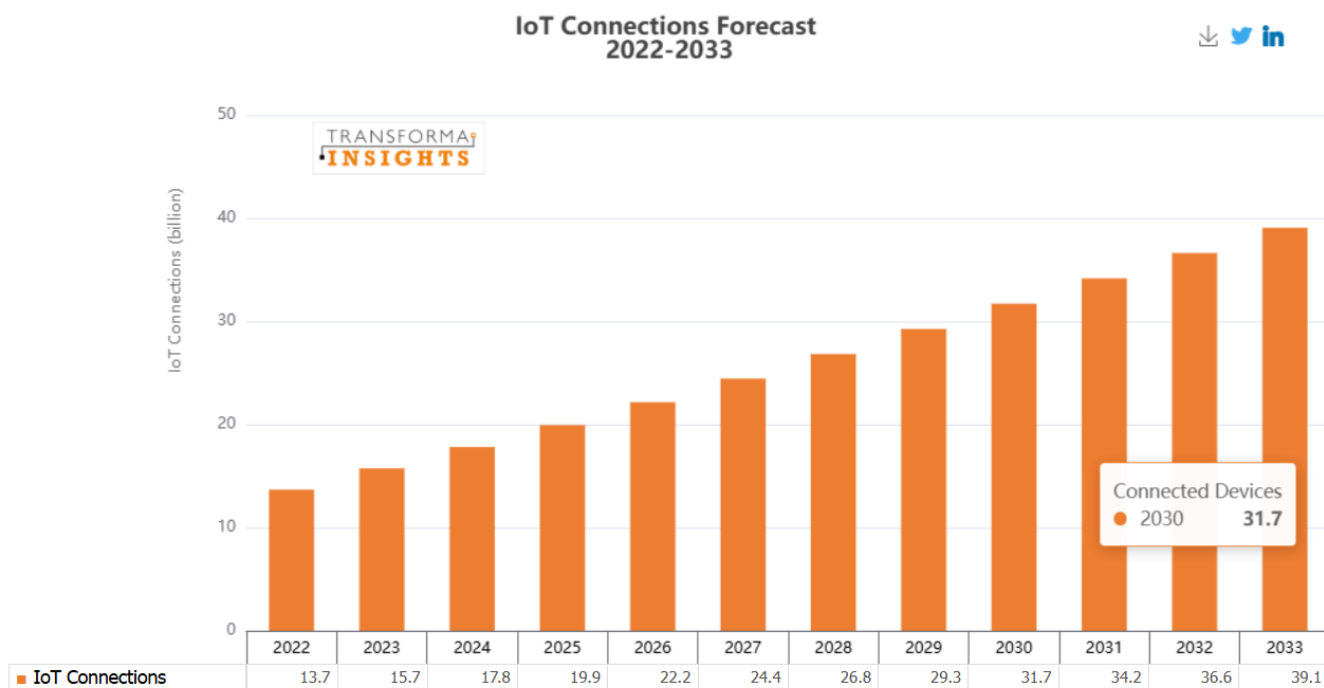
PMR sítě jsou privátní, využívané pro profesionální, mission-critical a business critical komunikaci, skupinovou komunikaci, bývají designovány na míru potřebám uživatele. PMR sítě mohou být vlastněny a provozovány samotnými uživateli. Účelem PMR sítě je zajištění komunikace a podpora aktivit provozovatele/uživatele sítě.

PAMR sítě – veřejně přístupné mobilní rádio – je typ služby nabízené operátorem skupinám obchodních uživatelů prostřednictvím rozsáhlé sítě. Tyto sítě jsou provozovány za účelem poskytování profesionálních nebo mission-critical komunikačních služeb srovnatelných se sítěmi PMR. PAMR operátoři poskytují takové služby na komerční bázi pro profesionální využití. Tyto sítě mohou těžit z úspor z rozsahu.

Trh PMR/PAMR je charakterizován službami s šířkou kanálu 6,25/12,5/25 kHz (kritické hlasové aplikace) a související technologie jsou stále vyžadovány a široce využívány.

Druhým trendem k využívání PMR/PAMR jsou systémy s kanálovými šířkami 200 kHz, 1,4 MHz, 3 MHz a 5 MHz. Očekává se nasazení milionů zařízení. Tento trend souvisí se zaváděním informačních a komunikačních technologií (ICT) do mnoha sektorů, které vyžadují datově orientované služby PMR/PAMR. S ohledem na ekonomiku provozu i technologickou náročnost jsou však pro tyto služby využívány zejména sítě mobilních operátorů.

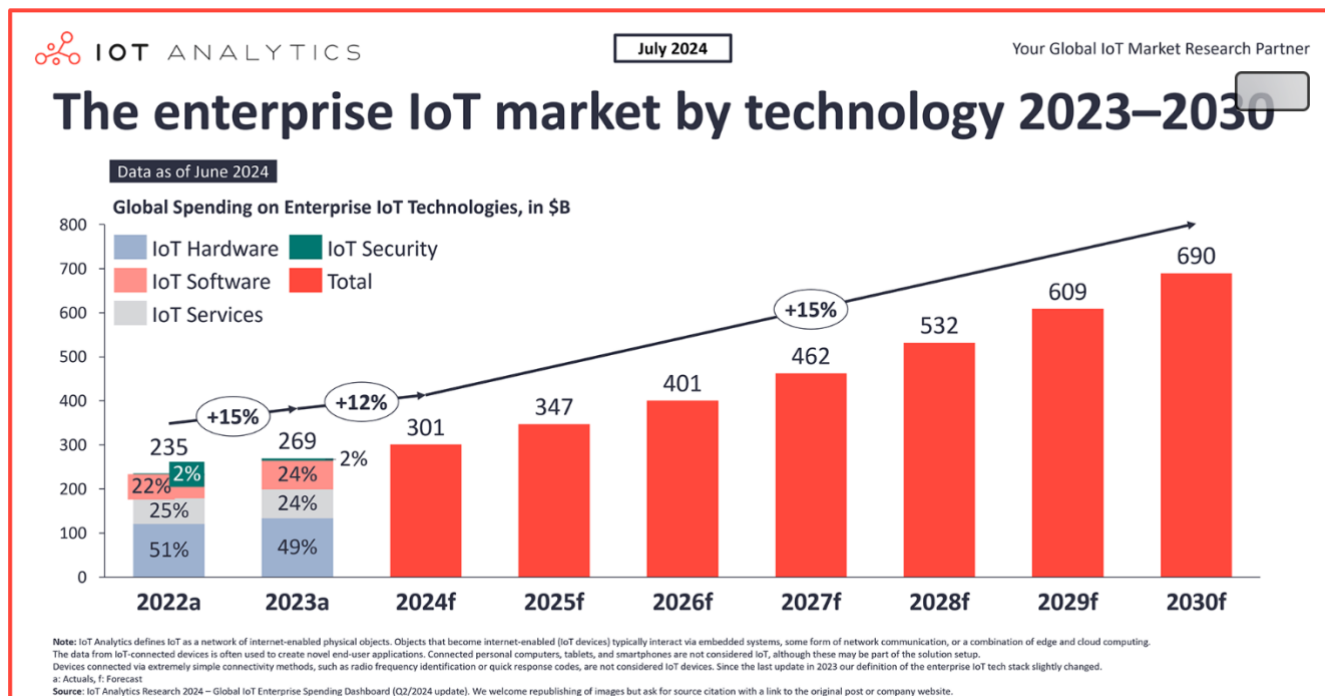
Množství IoT zařízení rapidně roste. Dle předpovědi společnosti Transforma Insights vzroste globální počet IoT zařízení do roku 2033 na více než 39 miliard¹¹.



Zdroj: Transforma Insights

¹¹ <https://transformainsights.com/research/forecast/highlights>

Společnost IoT Analytics pak předpovídá do roku 2030 15% meziroční růst trhu podnikového IoT¹².



Zdroj: IoT Analytics

2.3.2 Mission-critical komunikace

PMR a **PAMR** systémy jsou potřebné pro uživatele, kteří vyžadují vysokou dostupnost a odolnost systémů pro provozní a jiné kritické komunikace. Dle kritičnosti komunikace se často používají kategorie mission-critical business-critical komunikace, které lze definovat takto:

- **Mission-critical:** Jeden nebo více komunikačních systémů, jejichž selhání by mělo velmi vážný dopad na celkový provoz nebo efektivitu organizace.
- **Business-critical:** Komunikace, která je často potřebná a která podporuje provoz nebo jiné činnosti s přidanou hodnotou, které mají významný příznivý dopad na celou organizaci.

Požadavky na mission-critical PMR/PAMR sítě¹³:

- Velmi vysoká dostupnost pokrytí ve vymezené oblasti služeb, v některých případech i v odlehlých a neobydlených oblastech;

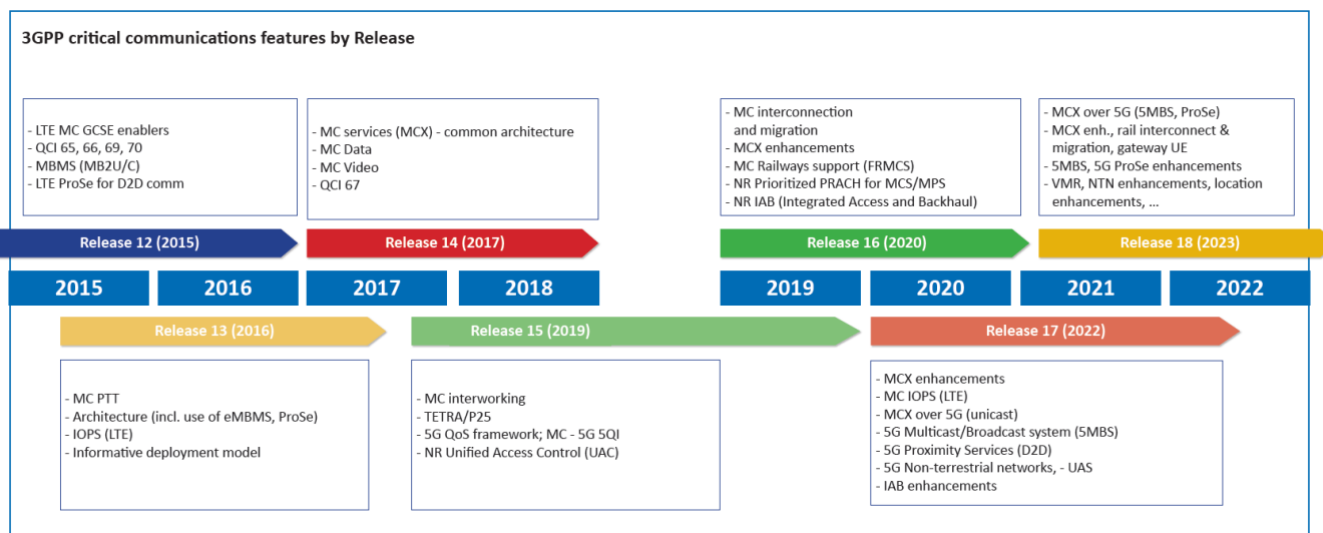
¹² <https://iot-analytics.com/iot-market-size/>

¹³ ECC Report 292

- Často je navržena tak, aby splňovala přesné technické požadavky, nikoliv kvůli ekonomickému zisku;
- Schopnost odolného provozu M2M (RM2M – resilient M2M);
- Okamžitý a zaručený přístup ke kanálu;
- Až 99,999% (např. ochrana přenosového vedení a SCADA) dostupnost spojení a redundance spojení. Při přerušení primární trasy je nezbytné, aby redundantní trasa fungovala okamžitě a správně;
- Systém a přenášená data mají vysokou úroveň zabezpečení a integrity sítě, včetně: žádného připojení k externím a/nebo veřejným komunikačním systémům, jako jsou veřejné mobilní sítě a veřejný internet;
- Sít' je zabezpečena tak, aby byl zajištěn spolehlivý provoz v náročných podmínkách prostředí, včetně elektromagnetických poruch;
- Až 96 hodin záložního napájení;
- Možnost velmi nízké latence mezi koncovými stanicemi, např. 10 ms pro ochranné obvody s extrémně vysokým napětím;
- Vysoké požadavky ohledně kolísání latence a synchronizace;
- Dlouhá životnost a podpora, např. 10 až 20 let.

Mission-critical a business-critical aplikace v PMR/PAMR systémech typicky vyžadují vyšší dostupnost a spolehlivost než běžná komunikace PMR/PAMR.

Pro mission critical PMR/PAMR sítě jsou typické funkcionality nedostupné ve veřejných mobilních sítích (PTT, skupinová komunikace, prioritizace komunikace atd.). Na základě požadavků uživatelů mission-critical komunikace (zejména organizace TCCA), jsou v rámci 3GPP vyvíjeny a standardizovány mission-critical funkcionality, které umožňují použití IMT sítí analogicky k tradičním úzkopásmovým PMR systémům.



Zdroj: TCCA

2.3.3 Sektory využívající PMR/PAMR v pásmu 400 MHz

PMR/PAMR sítě jsou využívány v širokém spektru uživatelů. Typickými uživateli jsou:

- **Průmyslový sektor**
- **Dopravní sektor** (včetně letišť a železnic)
- **Vládní sektor** (bezpečnostní složky, ambasády)
- **Záchrané služby** (ambulace, pohotovostní zásahy)
- **Energetika a utility** (hlasová komunikace mezi pracovníky, dálkové měření a ovládání)
- **Finanční sektor** (hlasová komunikace ostrahy při přepravě peněz)
- **Zemědělství a lesnictví** (úzkopásmový signál dGPS)
- **Maloobchodní sektor** (hlasová komunikace ostrahy nákupních center)

Digitalizace ekonomiky zvyšuje potřebu M2M a IoT komunikace, přičemž tento trend ovlivňuje různé sektory různou rychlostí. V Evropě i celosvětově jsou v popředí zájmu o nasazení širokopásmových PMR/PAMR sektory utilit a zejména energetický sektor, který potřebuje kapacitní a škálovatelnou bezdrátovou síť pro své komunikační potřeby, jako je řízení a monitoring chytrých sítí. Pro méně kritické služby (jako např. Smart Metering) je charakteristické využívání bezlicenčního WiFi a v případě náročnějších služeb využívání služeb mobilních operátorů.

Požadavky energetického sektoru

V energetickém sektoru vzniká vysoká poptávka po aplikacích typu M2M, zejména kvůli:

- Restrukturalizaci energetického sektoru z centralizovaných elektráren na decentralizovaná řešení
- Integraci obnovitelných zdrojů energie do distribučních sítí
- Povinnostem v oblasti chytrých sítí a měření

Základní požadavky na komunikační systémy:

- Velmi vysoká spolehlivost a nízká latence
- Připojení k velkému množství zařízení

Kromě hlasové komunikace, která je důležitá, jsou pro komunikační systémy utilit důležité také datové požadavky kladené různými aplikacemi, a to jak stávajícími, tak budoucími, které se významně liší od typického modelu veřejných mobilních sítí:

- Typické přenosové rychlosti jsou mnohem nižší než rychlosti pro spotřebitelský internet a pohybují se v rozmezí 2,4 kbps až 10 Mbps
- Zvýšená odolnost, která umožňuje telekomunikačním sítím fungovat po delší dobu i bez napájení z energetické sítě

- Geografické pokrytí, které zahrnuje méně obydlené oblasti, kde se obvykle nachází infrastruktura utilit
- Náročné požadavky na dostupnost, latenci, jitter a synchronizaci
- Vysoká (nadstandardní) úroveň zabezpečení
- Dlouhodobý profil řešení a produktů, který odpovídá delším investičním cyklům, které společnosti (a regulátoři) v tomto segmentu vyžadují

Typické komunikační potřeby energetických společností:

Teleprotection Systems – slouží k izolaci částí sítě při detekci poruchy, aby se zabránilo jejímu šíření k dalším spotřebitelům připojeným k propojenému systému.

SCADA Systémy (Supervision Control and Data Acquisition) – slouží k monitorování a sběru dat pro vizualizaci daného procesu a jeho řízení. Zajišťují vysokou úroveň informací pro operátora systému, informují v reálném čase o všech důležitých událostech v inteligentních elektronických zařízeních (IED) rozmístěných v rámci sítě.

Dálkové chytré měření (Smart Metering) – je implementován na místech spotřeby, rozvodnách a okrajích elektrické sítě. Chytré měřiče poskytují elektrická měření (spotřeba energie, napětí, výkon atd.) v pravidelných intervalech pro monitorování spotřeby, kvality dodávky elektřiny a řízení poptávky.

Automatizace distribuce – dálkové ovládání zařízení elektrické sítě pomocí vestavěných funkcí monitorování a řízení. Slouží k automatické rekonfiguraci sítě bez zásahu operátora, a reportingu automatizovaných akcí do řídicího pracoviště.

Dynamic asset management – neustálé sledování stavu a zatížení zařízení pro optimalizaci kapacit a eliminaci potřeby posilování sítí. Měření v reálném čase může aktivně předcházet poruchám a přerušením dodávek zákazníkům.

Mobilní hlasová komunikace – komunikace mezi řídicím pracovištěm a pracovníky v terénu. Slouží pro rutinní aktivity i bezpečnost a obnovení systémů při mimořádných událostech.

Video monitoring – slouží k zabezpečení vzdálených lokalit a monitorování zařízení. Používá se v rozvodnách, řídicích pracovištích a dalších strategických lokalitách. Zajišťuje bezpečnost systému a provozní ochranu prostředků v síti. Videozáznamy mohou být ukládány místně) a mohou být automaticky přenášeny do řídicího pracoviště v případě technických incidentů v rozvodnách nebo při detekci vandalismu.

Potřeby na kmitočtové zdroje pro sektor utilit (energetiky) definovala organizace European Utility Telecom Council (EUTC)¹⁴.

EUTC navrhuje vyhrazení kmitočtového úseku alespoň v objemu 2x3 MHz v pásmu 400 MHz pro utility¹⁵. Pásmo 400 MHz je vhodné zejména z důvodů optimálního geografického pokrytí dosahovaného v tomto

¹⁴ <https://eutc.org/>

¹⁵ <https://eutc.org/media/2021/07/EUTC-Spectrum-Position-Paper.pdf>

pásmu a podpory standardizovanými technologiemi. EUTC označuje pásmo 400 MHz za tzv. „anchor band“ a navrhuje i vyhrazení dalších doplňkových pásem pro utility.

EUTC Spectrum Proposal	
<i>Within Europe, multiple small allocations within harmonised bands:</i>	
LESS INTENSE APPLICATIONS	
<ul style="list-style-type: none">• VHF spectrum (50-200 MHz) for resilient voice comms & distribution automation for rural and remote areas. [2 x 1 MHz]	
ANCHOR BAND	
<ul style="list-style-type: none">• UHF spectrum (400 MHz bands) for SCADA, automation, smart grids and smart meters. [2 x 3 MHz]	
MORE DENSE APPLICATIONS	
<ul style="list-style-type: none">• Lightly regulated or licence-exempt shared spectrum for smart meters and mesh networks. (870-876 MHz)• L-band region (1500 MHz) for more data intensive smart grid, security and point-to-multipoint applications. [10 MHz]	
FOUNDATION BANDS	
<ul style="list-style-type: none">• Public microwave bands (1500 MHz – 58 GHz) for access to utilities' core fibre networks/strategic resilient back-haul.• Public satellite bands to complement terrestrial services for particular applications.	

Zdroj: EUTC¹⁶

2.3.4 Výhody a nevýhody pásma 400 MHz

Jak uvádí i EUTC, hlavními výhodami pásma 400 MHz pro sektor utilit a jiných uživatelů využívajících mission-critical komunikaci je dostupnost standardizovaných technologií a vlastnosti šíření signálu v tomto pásmu (velké pokrytí signálem).

Nižší frekvence vede k většímu pokrytí a tím i snížení počtu BTS. To přináší zásadní výhodu pro mission-critical sítě, které mají vyšší požadavky na odolnost a spolehlivost (záložní napájení, redundantní páteřní připojení apod.), na druhé straně počítají s omezeným počtem uživatelů/účastníků. Použití nižší frekvence tedy vede ke snížení potřebných nákladů na vybudování a provoz sítě.

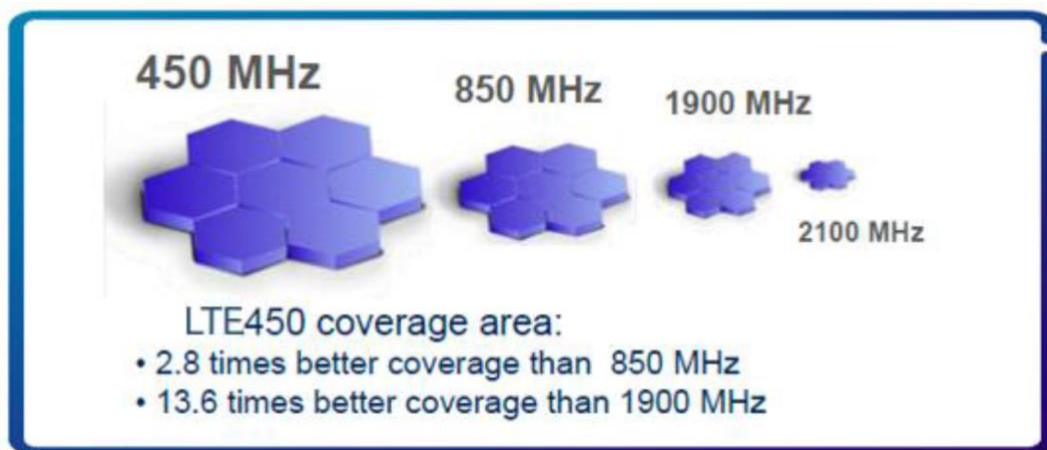
Snížení počtu BTS však automaticky vede k výrazně větším rozdílům v kvalitě pokrytí území (zastínění v členitém terénu). V pokrytí vznikají „bílá místa“, kde služba není dostupná vůbec nebo jen velmi

¹⁶ <https://eutc.org/media/2021/07/2021-03-EUTC-Response-to-Draft-RSPG-Opinion-on-a-Additional-Spectrum-Needs.pdf>

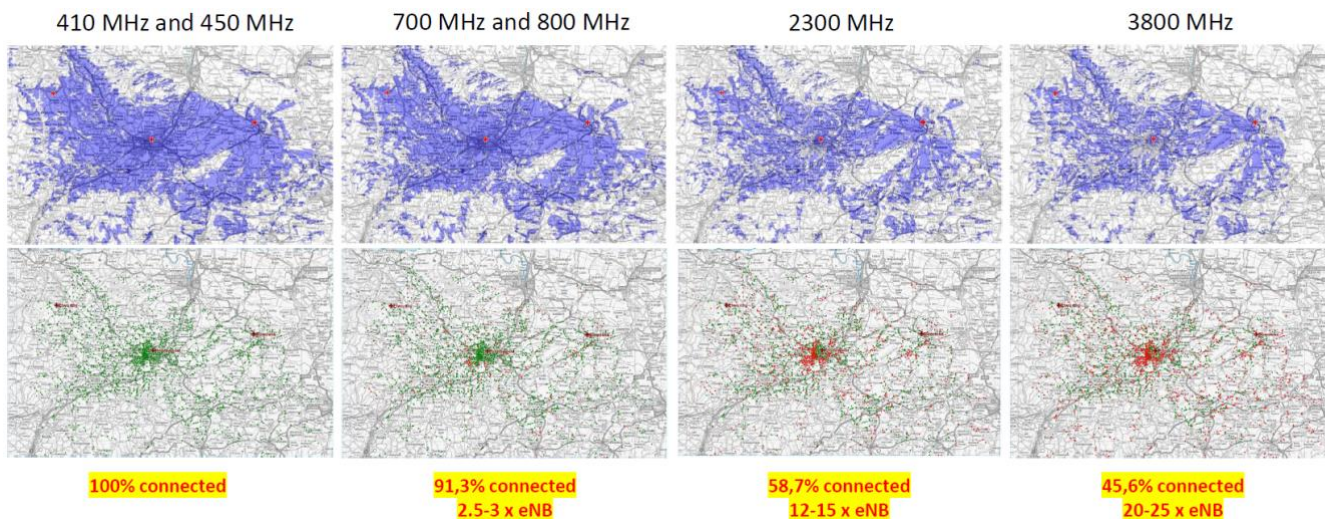
nekvalitní. Nezbytné vybudování dokrývačů a použití náhradních řešení cenu komunikace zvyšuje a výsledný efekt úspory nákladů může být právě opačný.

Významným nedostatkem je také nemožnost poskytovat služby 400 MHz na celém území státu, neboť, dle vyjádření ČTÚ, s ohledem na mezinárodní kmitočtové dohody není možné pokrýt signálem oblast v blízkosti státní hranice a nemožnost provozování terminálů v blízkosti hranice.

Lepší pokrytí a propagace signálu je výhodná také proto, že pracovníci provozovatelů kritické infrastruktury nebo bezpečnostních složek se často pohybují v odlehlých oblastech. V případě M2M aplikací je výhodou lepší prostupnost signálu uvnitř budov. Některá zařízení (typicky chytré měřiče) bývají často například ve sklepních prostorech, kam by signál na vyšších kmitočtech nedosáhl. Umisťování rádiových terminálů v podzemních prostorách je však obecně projevem špatné technické praxe a je nežádoucí. Moderní měřiče (např. elektroměry FVE) jsou vždy osazeny s přístupem z veřejné komunikace (např. v pilířku u silnice). Pro síť mission-critical je umisťování pod úroveň země nebo i nízko nad zemí rizikové, jak např. vyplývá z dopadů nedávných povodní, které území ČR zasáhly.



Rozdíl pokrytí v různých kmitočtových pásmech. Zdroj: 450 Alliance



Porovnání pokrytí a počtu základnových stanic. Zdroj: Western Power Distribution UK (NGED)

2.4 Dostupnost zařízení

Pokud jde o úzkopásmové systémy, PMR/PAMR sektor je konkurenční s více než 20 celosvětově působícími dodavateli, kteří primárně poskytují standardizovaná, ale zároveň na míru přizpůsobená řešení pro různé požadavky PMR uživatelů.¹⁷

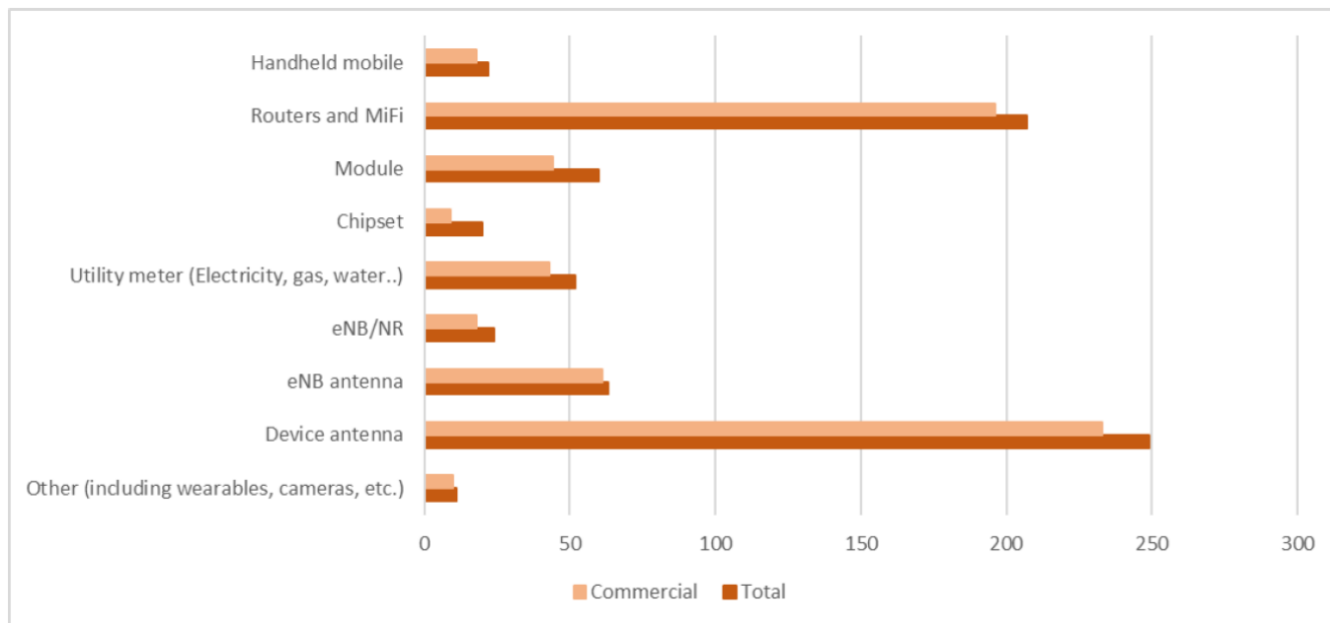
Pokud jde o zařízení pro LTE sítě v pásmu 400 MHz, v návaznosti na 3GPP standardizaci a postupným budováním LTE sítí v poslední dekádě, se ekosystém výrobců a zařízení postupně rozvíjí. Dostupnost zařízení je však, v porovnání s pásmem 700 MHz a vyššími, která jsou běžně užívána veřejnými mobilními sítěmi, omezená (pásmo 450 MHz), resp. velmi omezená (pásmo 410 MHz).

Dle údajů 450 Alliance¹⁸ jsou v segmentu koncových zařízení nejaktivnější dodavatelé Advantech, Andra, Baeris, Cavli wireless, Cisco, Cybertel, Cyrus, Digi, Etic Telecom, Garderos, GE, Hitachi Energy, Huawei, INSYS, Intelliport, Meazon, Nokia, Quectel, Robustel, RugGear, Sierra Wireless, SIMCOM, Telit, Unitac, Westermo, WMSystems a ZTE.

Na poli chipsetů jsou aktivní významní globální hráči Qualcomm a GCT. Qualcomm v září oznámil první zařízení podporující standard 5G v pásmu 450 MHz.

Na poli síťových prvků jsou aktivní Airbus, Anktion, Airspan, Ericsson, Huawei, Nokia a ZTE (maco eNBs), Anktion a Ubiiik (small cells) a Ericsson, Huawei, Nokia, ZTE a Druid Software (jádro).

Počet zařízení dostupných pro pásmo LTE v pásmu 400 MHz ukazuje následující tabulka. Dle údajů 450 Alliance všechna zařízení podporují pásmo 450 MHz a zhruba 25 % obě pásma 410 a 450 MHz.



Dostupná LTE zařízení v pásmu 400 MHz. Zdroj 450 Alliance

¹⁷ ECC Report 292

¹⁸ <https://450alliance.org/wp-content/uploads/2024/08/450Alliance-annual-equipment-update-2024-P-rev.pdf>

3 Přehled využití pásma 400 MHz

Ve spolupráci s ČTÚ jsme požádali evropské regulační úřady o informace týkající se využití pásma 400 MHz v evropských zemích. Odpovědi v různé míře detailu jsme obdrželi ze 17 zemí. Získané informace a další informace z otevřených zdrojů shrnujeme v této kapitole se zaměřením na situaci v Evropě a dále také na některé další země, ve kterých proběhl relevantní vývoj z hlediska zaměření této studie.

V obecnosti lze říct, že pásma 410 a 450 MHz – pokud nebyla přidělena pro využití širokopásmovými systémy – jsou v Evropě typicky využívána úzkopásmovými systémy s šířkou kanálu 6,25 kHz, 12,5 kHz a 25 kHz. Totéž platí pro části pásma, které nejsou vyhrazeny pro širokopásmové systémy v zemích, kde k takovému vyhrazení došlo. K vyhrazení části pásma pro širokopásmové systémy došlo ve většině zkoumaných zemí.

3.1 Přehled využití pásma ve vybraných evropských zemích

Německo

Pásmo 410–430 MHz: Podle kmitočtového plánu je pásmo 410–430 MHz určeno především pro privátní mobilní rádiovou komunikaci (PMR) a privátní trunkové mobilní rádiové služby (PTMR). PTMR představuje mobilní rádiovou službu v buňkovém systému pro hlasovou nebo datovou komunikaci.

Následující úseky spektra v tomto pásmu jsou také určeny pro:

- 410–411 MHz a 420–421 MHz: dále určeny pro jednokanálové pevné spoje;
- 419–420 MHz a 429–430 MHz: částečně určeny pro veřejnou železniční dopravu a další uživatele;
- 410–420 MHz: využíváno pro vojenské radiolokační aplikace;
- 419,99375 MHz a 420,0000 MHz: pro provoz v přímém režimu (DMO) v sítích PMR/PTMR.

Spektrum pro PTMR je přidělováno na základě žádosti pro konkrétní lokality a s konkrétními rádiovými parametry. Pro každou stanici je vyžadováno individuální oprávnění. Individuální oprávnění jsou udělována pro každou frekvenci PTMR, aby bylo zajištěno efektivní využití spektra a minimalizace rádiového rušení. Žadatelé o oprávnění musí prokázat potřebnou odbornost, finanční zdroje a spolehlivost.

Aplikace PTMR v pásmu 410-430 MHz jsou používány pro komunikaci ve firmách a pro řízení provozních procesů s důrazem na vysokou dostupnost a bezpečnost. Uživatelé jsou zejména z energetického, chemického a průmyslového sektoru (dále letiště, přístavy, dopravní podniky atd.)

BNetzA předpokládá pokračující využití pásma pro úzkopásmové PMR/PTMR systémy.

Pásmo 450–470 MHz: Podle kmitočtového plánu jsou pásma 450–455,74 MHz a 460–465,74 MHz určena pro širokopásmové sítě („MFCN 450 MHz“).

V roce 2021 bylo spektrum v úseku 451–455,74 MHz / 461–465,75 MHz přiděleno společnosti 450connect GmbH. Příklad je platný do 31. prosince 2040 a je primárně určen pro aplikace kritické infrastruktury. Cílem MFCN 450 MHz je vytvořit odolnou komunikaci pro kritickou infrastrukturu. BNetzA tak reagoval na energetickou transformaci, která je provázána procesem rostoucí decentralizace a digitalizace distribuce elektrické energie. Počítá se také s využitím v odvětvích plynárenství, vodárenství nebo veřejné dopravy, které se rovněž spoléhají na odolné hlasové a datové komunikace.

Navíc jsou dílčí pásma 450–451 MHz a 460–461 MHz a spektrum nad MFCN 450 MHz určeny především pro lokální PMR aplikace, a tři frekvence (465,96–465,98 MHz, 466,0625–466,0875 MHz a 466,22–466,24 MHz) jsou přiděleny na celostátní úrovni pro pagingové služby (technologie POGSAG pro jednosměrnou komunikaci od základnových stanic k přijímačům, využívající šířky kanálů 20 kHz a 25 kHz). Spektrum je rovněž využíváno pro železniční aplikace, námořní mobilní služby a PMR alarmy.

Rakousko

Pásmo 410–430 MHz: Pásmo je využíváno pro pevnou a mobilní službu. Pevnými spoje využívají šířku kanálu 12,5 kHz nebo 25 kHz. Pro fixní spoje nejsou povolena nová přidělení, pouze rozšíření stávajících sítí. Mobilní služba využívá úzkopásmové systémy s šířkou kanálu 6,25 kHz (pouze v úseku 414–416 / 424–426 MHz), 12,5 kHz a 25 kHz.

Pásmo 450–470 MHz: Úsek pásma 451,3-455,74 / 461,3-455,74 MHz (2x4,44 MHz) je určen pro využití širokopásmovými sítěmi. Pásmo bylo původně přiděleno v roce 2006 společností T-Mobile (2x1,6 MHz) a Green Networks (2x2,84 MHz).

V současnosti drží licenci v pro celý úsek společnost ArgoNET GmbH, která provozuje regionální LTE sítě, které obsluhují zákazníky v oblasti energetiky (např. Energie Steiermark, utilit, průmyslu a municipalit.

V přilehlých úsecích je umožněno užívat úzkopásmové pevné spoje a mobilní systémy. V úseku 450-457,5 / 460-467,5 MHz však nejsou možná žádná nová přidělení a stávající povolení lze prodloužit nejdéle do konce roku 2026.

Polsko

Pásmo 410–430 MHz: Úsek 410,0–412,0 / 420,0–422,0 MHz (2x2 MHz) je vyhrazen pro účely státu. V úseku 412,0–412,5 / 422,0–422,5 MHz (2x0,5 MHz) je stanoveno ochranné pásmo zajišťující ochranu rádiových komunikačních systémů pracujících v pásmech 410,0–412,0 / 420,0–422,0 MHz.

Úsek 412,5–415,0 / 422,5–425,0 MHz (2x2,5 MHz) je vyhrazen pro širokopásmové digitální systémy s kanály o šířce 200 kHz, 1,25 MHz nebo 1,4 MHz. Držitel licence – společnost Polkomtel – je povinen pokrýt službami alespoň 95 % území Polska a nabízet hlasové služby včetně dispečerských služeb, uzavřených uživatelských skupin, dynamického sestavování skupin, prioritizace hovorů, přenosu dat apod. Licence je platná do konce roku 2035.

Úsek 415,0–420,0 / 425,0–430,0 MHz (2×5 MHz) je vyhrazen pro úzkopásmové radiové systémy s šířkou kanálu 12,5 kHz a 25 kHz. Užití systémů využívající kanály o šířce 12,5 kHz je možné pouze v úseku 416,2–420 / 426,2–430 MHz.

Z úzkopásmových systémů jsou využívány převážně analogové systémy, TETRA a DMF (Tier II). Sítě ve standardu TETRA jsou určeny pro energetický sektor. Úzkopásmové systémy také využívají soukromí podnikatelé, municipality a veřejná doprava.

Polkomtel využívá jak technologii CDMA, tak LTE. CDMA systémy jsou využívány pro mobilní dispečerské a telemetrii. Technologie 4G (LTE) je převážně používána pro bezdrátový přístup k internetu ve venkovských (odlehklých) oblastech s horším pokrytím mobilními sítěmi.

Pásmo 450–470 MHz: Úsek 450,0–452,5 / 460,0–462,5 MHz (2×2,5 MHz) je vyhrazen pro účely státu.

Úsek **452,5–457,5 / 462,5–467,5 MHz (2×5 MHz)** je vyhrazen pro širokopásmové digitální systémy s kanály o šířce 200 kHz, 1,25 MHz, 1,4 MHz, 3 MHz nebo 5 MHz. Držitel licence je povinen používat frekvence výhradně pro poskytování hlasových a datových komunikačních služeb pro řízení sítí pro přenos nebo distribuci plynného, kapalného paliva nebo elektřiny.

Licenci drží od roku 2018 společnost PGE Systemy (ICT dcera skupiny Polska Grupa Energetyczna). PGE Systemy oznámila, že vybuduje privátní síť LTE-450 pro energetický průmysl. V prosinci 2023 podepsala společnost PGE Systemy smlouvu s firmou Nokia na dodávku síťových komponent.¹⁹

Úsek 457,5–460,0 / 467,5–470,0 MHz (2×2,5 MHz) je vyhrazen pro úzkopásmové radiové systémy s kanály o šířce 12,5 kHz. Převažují analogové a DMR systémy.

Z úzkopásmových systémů jsou využívány převážně analogové systémy a DMF (Tier II) a jsou využívány analogicky jako v pásmu 410–430 MHz. LTE síť PGE Systemy bude určena pouze pro energetický sektor.

S ohledem na intenzivní využití obou pásem polský regulátor neplánuje změny v určení kmitočtových pásem. Polský regulátor rovněž vyjádřil zájem o podpis nové dohody týkající se využívání pozemních systémů elektronických komunikací ve frekvenčním pásmu 450 MHz v příhraničních oblastech.

Slovensko

Pásmo 410–430 MHz: Pásmo je určené pro civilní pohyblivou službu (s výjimkou letecké pohyblivé služby). Jsou povoleny úzkopásmové systémy s šířkou pásma 12,5 kHz a 25 kHz. Kanály je možné spojovat. V pásmu jsou převážně provozovány PMR sítě ve standardu TETRA.

Pásmo 450–470 MHz: Pásmo je určené pro civilní pohyblivou službu – PMR.

¹⁹ <https://www.nokia.com/customer-success/pge-chooses-nokia-to-deploy-a-country-wide-critical-backhaul-network-by-utilizing-ipmpls-technology-for-power-grid-companies/>

Úsek 451-456 / 461-466 MHz (2x5 MHz) je v kmitočtovém plánu určen pro širokopásmové systémy s šířkou kanálu 1,4 MHz, 3 MHz a 5 MHz. Slovenský regulátor plánuje v budoucnu pásmo přidělit pro síť LTE. V současnosti probíhá migrace uživatelů úzkopásmových systémů z tohoto úseku.

Zbylé úseky jsou určeny pro úzkopásmové systémy s šířkou kanálu 12,5 kHz. V úseku 455,75-457,37 / 465,75-467,37 MHz jsou povoleny systémy s šířkou kanálu 20 kHz. V úseku 457,39-458,47 / 467,39-468,47 MHz jsou povoleny systémy s šířkou kanálu 25 kHz.

Belgie

Obě pásma jsou využívány pro úzkopásmové PMR sítě-

Pásmo 410–430 MHz: šířka kanálu 6,25 kHz, 12,5 kHz, 25 kHz. Převažují technologie Tetra, DMR nebo NXDN. Využití je převážně pro velké sítě (operátoři, velké podniky, veřejná doprava).

Pásmo 450–470 MHz: 6,25 kHz, 12,5 kHz. Převažují DMR, NXDN, analogové systémy. Využití je převážně pro menší privátní sítě, veřejnou dopravu, krátkodobé využití (sportovní a kulturní akce, stavebnictví – věžové jeřáby apod.).

Bulharsko

Většina spektra v obou pásmech 410–430 MHz a 450–470 MHz je přidělena pro úzkopásmové PMR/PAMR sítě s šířkou kanálu 12,5 kHz nebo 25 kHz.

Úsek 417,45–417,85 MHz / 427,45–427,85 MHz je vyhrazen pro PMR/PAMR sítě s šířkou kanálu 50 kHz, 100 kHz, 150 kHz a 200 kHz

Úseky 411–414 MHz / 421–424 MHz a 452,7–457,4 MHz / 462,7–467,4 MHz jsou určeny pro širokopásmové PMR/PAMR sítě a technologie CDMA

Hlavními uživateli jsou komerční organizace, doprava, bezpečnostní a záchranné složky apod.

Dánsko

Úsek 453–457,5 / 463–467,5 MHz je určen pro širokopásmovou síť. Licenci drží společnost Cibicom Mobility, která na jejím základě poskytuje LTE služby.

Chorvatsko

V obou částech pásma jsou využívány PMR aplikace s šířkou pásma 12,5 kHz a 25 kHz.

Převažují analogové systémy, TETRA a DMR. Hlavními uživateli jsou sektory utilit a dopravy.

Pásmo 450 MHz je silně vytíženo. Přesto regulátor plánuje refarming pásma a uvolnění úseku pro širokopásmové systémy.

Finsko

Pásmo 410–430 MHz: Pásmo je využito úzkopásmovými PMR sítěmi a pevnými spoji. Šířky kanálů jsou od 6,25 kHz do 200 kHz. Detailní přidělení jednotlivých úseků je zřejmé z frekvenčního plánu

Pásmo 450–470 MHz: Úsek 452.425–456.925 / 462.425–466.925 MHz je vyhrazen pro širokopásmové sítě. V pevninské části Finska drží licenci společnost Digiset – dcera operátore Elisa. V provincii Åland pak Ålands Telekommunikation. Finsko vyhodnocuje možnost rozšířit úsek na 2x5 MHz, aktuálně je využívána 1,4 MHz + 3 MHz nosná. Pro ostatní úseky platí analogicky situace v pásmu 410 MHz.

Převažuje využití digitálním PMR systémy – DMR, dPMR, TETRA. Hlavními uživateli jsou komerční subjekty.

Itálie

Pásmo 410–430 MHz: je pod správou Ministerstva obrany a určeno pro PPDR.

Pásmo 450–470 MHz: je určeno pro civilní využití. Je využíváno úzkopásmovými PMR sítěmi s šířkou kanálu 6,25-150 kHz.

Irsko

Pásmo 410–430 MHz: Úsek 410–414 / 420–424 MHz je určen pro širokopásmové systémy. Licenci drží od roku 2019 provozovatel irské elektrické distribuční sítě ESB Networks. Budovaná LTE síť bude sloužit pro potřeby chytré energetické sítě. Zbytek pásma je využit úzkopásmovými analogovými systémy.

Pásmo 450–470 MHz: Pásmo je využíváno úzkopásmovými systémy s šířkou kanálu 12,5 kHz a 25 kHz.

Mezi úzkopásmovými technologiemi převažují analogové systémy, TETRA a DMR.

Irský regulátor zvažuje²¹ možnost uvolnění úseku 414-417 / 424-427 MHz pro BB-PPDR

Za zmínku stojí, že v Irsku, stejně jako ve Velké Británii, je v pásmu 450-470 MHz použito „obrácené kanálování“ v porovnání s kontinentální Evropou, tzn. úsek 450-460 MHz je použit pro downlink a úsek 460-470 MHz pro uplink. Proto je nasazení IMT systémů v tomto pásmu problematické a pásmo 410 MHz je pro Irsko z hlediska nasazení širokopásmových systémů preferovanou volbou.

²⁰ https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/Radio_Frequency_Regulation_4AE2024M.pdf

²¹ <https://www.comreg.ie/media/2020/10/ComReg-2098.pdf>

Maďarsko

Pásmo 410–430 MHz: Úsek 410-417 / 420-427 MHz je vyhrazen pro necivilní použití. **Úsek 410-415 / 420–425 MHz (Band 87) je vyhrazen pro BB-PPDR.**

Pásmo 450–470 MHz: Úsek 451–457,38 / 461–467,38 MHz je určen pro širokopásmové systémy. V Maďarsku existuje celostátní síť LTE (5 MHz). Primárně byla navržena na podporu vládních cílů (např. eGovernment, veřejné služby). Licence vypršela dne 30. dubna 2024. Dosavadní držitel MVM Net žádost o obnovení licence stáhl z komerčních důvodů.

Dle rozhodnutí vlády z ledna 2024 bude síť LTE450 od 1. května 2024 primárně využívána pro vojenské účely, přičemž přechodně bude sloužit některým vládním účelům.

Ostatní úseky pásem 410 a 450 MHz jsou využívány velkým množstvím úzkopásmových lokálních a regionálních PMR/PAMR sítí. Převažuje využití veřejnými službami, průmyslem, veřejnou dopravou atd. Maďarský regulátor očekává trvalou vysokou poptávku po úzkopásmových systémech.

Malta

Pásmo 410–430 MHz: Je určeno primárně pro PMR systémy s šířkou kanálu 12,5 kHz a 25 kHz.

Pásmo 450–470 MHz: Je určeno primárně pro PMR systémy s šířkou kanálu 12,5 kHz. Úsek 452,5-457,5 / 462,5-467,5 MHz je vyhrazen pro BB-PPDR.

Z úzkopásmových systémů převažují analogové systémy a DMR. Hlavními uživateli jsou podniky a bezpečnostní a záchranné složky.

Zájem trhu o tradiční aplikace PMR klesá, což lze přičíst tomu, že uživatelé využívají služby poskytované operátory MFCN sítí (Mobile/Fixed Communications Networks), kteří nabízejí celostátní pokrytí 4G a 5G sítí. Maltský regulátor neviduje zájem o využití rádiového spektra pro privátní 4G/5G sítě. V případě zájmu je připraven přechod na 4G/5G podpořit.

Nizozemí

Úsek 451,76875–453,26875 / 461,76875–463,26875 MHz (2x3 MHz) je určen pro širokopásmovou síť pro účely utilit. Licenci do roku 2050 drží Utility Connect. Do roku bude využívat souběžně CDMA a LTE, od roku 2035 se plánuje transformace celého úseku na LTE síť.

Norsko

Obě pásma jsou využívána úzkopásmovými systémy s šířkou kanálu do 25 kHz. Převažující využití je pro PMR a PPDR síť.

Úsek 452,5-457,5 / 462,5-467,5 MHz je vyhrazen pro širokopásmovou síť. Držitelem licence je operátor ICE Communication Norge, který na přidělených frekvencích provozuje veřejnou komunikační LTE síť. Licence je platná do konce roku 2039.

Norský regulátor nyní nezvažuje změny v určení kmitočtových pásem.

Portugalsko

Pásmo 410–430 MHz: Je z části vyhrazeno pro vojenské účely, část používají pevné spoje a PMR sítě s šířkou kanálu 12,5 a 25 kHz. Převažují analogové systémy a TETRA. Pásmo je primárně využíváno záchrannými složkami a energetickými společnostmi.

Pásmo 450–470 MHz: Je z části vyhrazeno pro vojenské účely, část používají pevné spoje a PMR sítě a SRD. PMR sítě pracují s šířkou kanálu 12,5 kHz. Převažují analogové systémy DMR a dPMR. V úseku 453-457 / 463-467 MHz probíhal experimentální provoz CDMA, ale byl ukončen.

V návaznosti na trend zavádění privátních 4G/5G sítí v pásmu 400 MHz portugalský regulátor zvažuje možnosti pro budoucí využití tohoto pásma. Konzultace se zainteresovanými stranami však musí teprve proběhnout.

Řecko

V roce 2022 byla udělena operátorovi Cosmote (OTE Group) licence na 2x2 MHz v úseku 413,75-415,75 / 423,75-425,75 MHz. Cosmote plánuje spustit LTE síť zaměřenou na IoT pro podniky.

Slovinsko

V obou pásmech došlo k vyhrazení 2x5 MHz spektra pro širokopásmové sítě (Band 87 a Band 72). Přidělení pásma uživatelům se předpokládá v letech 2025-2026. Slovinsko plánuje využít Band 87 pro „business-critical“ komunikaci (myšleny utility) a Band 72 pro „mission-critical“ komunikaci (myšleno BB-PPDR).

Úzkopásmové systémy jsou migrovány do úseků 417-420 / 427-430 MHz a 457,5-460 / 467,5-470 MHz.

Srbsko

Pásmo 410–430 MHz: V současné době je v úseku 411,875–418,125 / 421,875–428,125 MHz stále provozována CDMA síť pro poskytování univerzální služby.

Pásmo 450–470 MHz: Pásmo je využíváno PMR systémy s šířkou pásma 25 kHz (analogové systémy) a 12,5 kHz (digitální systémy). PMR systémy jsou převážně využívány taxislužbami, bezpečnostními službami, sektorem energetiky a užitím, průmyslem, železniční dopravou apod.

Úseky pásma odpovídající LTE bandům 87, 88, 72 a 31 jsou ve frekvenčním plánu²² vyhrazeny pro prioritní využití BB-PPDR. O konkrétní podobě BB-PPDR sítě bude pravděpodobně teprve rozhodnuto.

²²

https://www.ratel.rs/uploads/documents/empire_plugin/Uredba%20o%20utvrdivanju%20Plana%20namene%20radiofrekvencijskih%20opseg_a.pdf

Španělsko

Pásmo 410–430 MHz: Pásmo je určené pro pevné spoje a PMR. Úsek 410–415,3 / 420–425,3 MHz je určen pro digitální trunkové systémy (TETRA apod.) s šířkou kanálu 25 kHz.

Zbytek pásma je určen pro systémy s šířkou pásma 12,5 kHz (výjimečně 25 kHz).

Pásmo 450–470 MHz: Úsek 452-457,5 / 462-467,5 MHz je vyhrazen pro BB-PPRD. Zbytek pásma je určen pro úzkopásmové systémy s šířkou kanálu 12,5 kHz.

Švédsko

Úsek 452,5–457,5 / 462,5–467,5 MHz je vyhrazen pro širokopásmové služby. Licenci platnou do roku 2044 drží operátor Net1 (Teracom Mobil) a nabízí na jejím základě LTE služby.

Švýcarsko

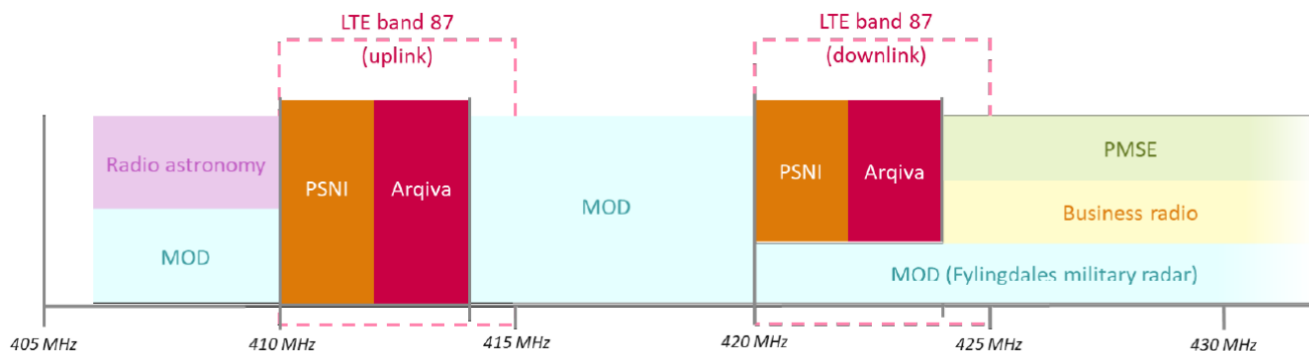
Pásmo 410–430 MHz: Úsek 410–418 / 420–428 MHz je vyhrazeno pro úzkopásmové PMR systémy s šířkou kanálu 12,5 kHz a 25 kHz. 2 x 2 MHz je rezervováno pro necivilní aplikace. Převažuje využití pro PPDR, dopravu a vojenské účely.

Pásmo 450–470 MHz: Je určeno pro digitální a analogové lokální a regionální PMR sítě s šířkou kanálu 12,5 kHz. Převažuje využití pro PPDR, provozovatele kritické infrastruktury, záchranné složky, dopravu, energetiku, veřejné služby, dočasná využití, atd.

Pásmo 400 MHz je ve Švýcarsku intenzivně využíváno mnoha subjekty. Z toho důvodu švýcarský regulátor neuvažuje o změnách v učení kmitočtových pásem.

Velká Británie

Pásmo 410–430 MHz: Pásmo je využíváno analogovými a digitálními (TETRA, DMR) úzkopásmovými systémy. Část pásma je vyhrazena pro ministerstvo obrany. Převažující využití: obrana, civilní PMR, PMSE.



Využití pásma 410 MHz v UK. Zdroj: Ofcom

Pásmo 450–470 MHz: Je využito úzkopásmovými analogovými a digitálními (TETRA, DMR) systémy. Převažující využití: civilní PMR, telemetrie, SRD, záchranné složky atd.

Situace v pásmu 450 MHz v UK je specifická kvůli „obrácenému kanálování“ (viz Irsko), což činí uvolnění pásma pro broadbandovou síť velmi problematickým. Pásmo 450 MHz je v UK dle ECC Reportu 292 nejvytíženější v Evropě.

V roce 2023 vedl Ofcom veřejnou konzultaci „Call for Input: Potential spectrum bands to support utilities sector transformation²³“, ve které se zabýval i pásmy 410 a 450 MHz. Dle sdělení Ofcomu respondenti upřednostňovali pásma 410 a 700 MHz v Severním Irsku a 700 MHz ve Velké Británii (kde ovšem pásmo 410 MHz nebylo předmětem konzultace).

Další země

Spektrum v pásmu 400 MHz je vyhrazeno pro širokopásmové sítě dále v Rumunsku (Band 31, BB-PPDR), Litvě (Band 31), Lotyšsku (Band 31), Estonsku (Band 31), Moldávii (Band 72+31). Pravděpodobně i v Rusku.

3.2 Ostatní regiony

Globálně v pásmech 410 a 450 MHz dle údajů 450 Alliance z června 2024 existuje 75 broadbandových sítí, z toho 26 ve standardu LTE. Většina sítí je stále provozována ve standardu CDMA a Evropa je v čele pokud jde o technologickou neutralizaci licencí a transformaci z CDMA na LTE.

Region	CDMA+LTE	Z toho LTE	Konzultace	Nevyužívané
Afrika	22	5	3	1
Amerika	9	3	2	1
Asie a Oceánie	18	3	6	4
Evropa	26	15	4	9
Celkem	75	26	15	15

Zdroj: 450 Alliance

Nicméně i v mimoevropských regionech dochází k vývoji – mírnému rozvoji LTE ekosystému v pásmu 400 MHz.

²³ <https://www.ofcom.org.uk/spectrum/innovative-use-of-spectrum/potential-spectrum-bands-to-support-utilities/>

3.2.1 Amerika

Brazílie

V Brazílii je možno nasadit technologii LTE jak v pásmu 450 MHz (Band 31), tak v pásmu 410 MHz (Band 87).

Brazílie byla první zemí, která udělila v roce 2012 licence pro LTE 450 sítě čtyřem operátorům pro účely poskytování přístupu k internetu v odlehlých oblastech. V návaznosti na tyto přiděly byl standardizován LTE band 31. Operátoři Vivo (Telefónica), Oi a TIM Brasil však v roce 2022 o licence přišli z důvodu nedostatečného využívání kmitočtů. O pásmo mají velký zájem utility, stejně jako o pásmo 410 MHz. Licenci pro privátní LTE 450 let na 15 let získala např. společnost energetická společnost Neoenergia²⁴

V únoru 2024 došlo k novelizaci brazilského frekvenčního plánu, který stanoví, že pásmo 410-415 / 420-425 MHz (Band 87) je prioritně určeno pro použití systémy podniků poskytujících elektrickou energii, plyn a vodohospodářské služby (prakticky došlo k vyhrazení pro utility). V tomto pásmu řada společností z tohoto sektoru provádí testy s cílem získat dedikované licence.

Argentina

V Argentině je pro LTE určen jak Band 31, tak band 87. Historicky byla obě pásma použita pro sítě CDMA. Operátor Alvis jako první přechází na LTE.

Další země

- **USA:** Energetické společnosti hledají příležitosti k získání vlastního spektra, aby byly nezávislé na třetích stranách a měly kontrolu nad konektivitou. Vyhodnocovány jsou možnosti v pásmech 410 MHz a 380 MHz.
- **Mexiko:** Společnost Telmex drží licenci na pásmo 450 MHz, která je aktuálně provozována na CDMA, a zvažuje přechod na LTE.Asie
- **Surinam:** V pásmu 450 MHz je nasazena síť pro služby IoT.

3.2.2 Asie

Saudská Arábie

V červnu 2024 získala licenci na 2x5 MHz (band 72) společnost Aramco Digital. Jedná se o největší impuls pro další rozvoj IMT ekosystému v pásmu 400 MHz v letošním roce. Aramco Digital má vybudovat celostátní průmyslovou síť a plánuje i nasazení 5G technologií. V reakci na to již významný výrobce chipsetů Qualcomm oznámil první procesory s podporou 5G v pásmu 450 MHz²⁵

Saudský regulátor (CST) má také v úmyslu v budoucnu provést refarming pásma 410 MHz a přidělit ho obdobně jako pásmo 450. CST doufá a předpokládá, že spuštění širokopásmové sítě v pásmu 450 MHz

²⁴ <https://www.neoenergia.com/en/w/neoenergia-frecuencia-mhz-brasil>

²⁵ <https://www.qualcomm.com/news/releases/2024/09/qualcomm-and-aramco-digital-announce-world-s-first-processors-wi>

v mnoha případech povede k postupné migraci uživatelů z jejich vlastních systémů v pásmu 410 MHz na síť v pásmu 450 MHz.

Další země

- Bahrain udělil licenci pro LTE Band 87 společnosti EWA specificky pro využití pro utility. Licenci na Band 87 udělila rovněž Kambodža.
- Licence v pásmu 450 MHz jsou uděleny v Číně, Indonésii, Malajsii, Singapuru, Arménii, na Filipínách, Srí Lance a dalších.

3.2.3 Afrika

- **Botswana:** Byla udělena licenci na Band 87
- V řadě zemí probíhá transformace na LTE v pásmu 450 (Angola, Nigérie, Namibie atd.)
- Jižní Afrika plánuje udělit licenci na Band 31²⁶.

²⁶ <https://www.icasa.org.za/uploads/files/Notice-regarding-the-Final-Radio-Frequency-Assignment-Plan-for-the-IMT450.pdf>

4 Případové studie

4.1 Německo – 450 Connect

450connect je společnost vlastněná více než 70 energetickými a vodohospodářskými podniky.



Mezi hlavní akcionáře patří Alliander, E.ON, 450 MHz Beteiligung GmbH (konsorcium regionálních energetických společností) a Versorger-Allianz 450 (do níž patří mnoho městských podniků, dodavatelů energie, vodohospodářských firem a dceřiná společnost EnBW – Netze BW).

Historie

2013: Podniky a asociace energetického průmyslu vyjádřily potřebu využívat pásmo 450 MHz a ve spolupráci s tehdejším držitelem licence testovaly technologie v tomto pásmu.

2016: Společnost Alliander AG převzala držitele licence, přejmenovala jej na 450connect a zahájila spolupráci s regionálními energetickými společnostmi na budování regionálních sítí 450 MHz ve standardu CDMA.

2020: Vznikl joint venture 450connect se stejnými podíly mezi Alliander, E.ON, regionálními energetickými společnostmi a Versorger-Allianz 450.

2021: V červenci 2021 získal celostátní licenci na 2x4,74 MHz platnou do roku 2040.

2025: Plánované dokončení vybudování celostátní sítě LTE-450.

Akcionáři 450connect



Alliander: Poskytovatel digitálních řešení pro mission-critical komunikaci. Poskytuje služby v oblastech plánování, instalace a správy infrastruktur v energetice, dopravě, pro municipality apod.

E.ON: Mezinárodní energetická společnost.

450 MHz Beteiligung GmbH: Konsorcium regionálních energetických společností, které od roku 2016 ve spolupráci s 450connect buduje a provozuje regionální síť 450 MHz.

Versorger-Allianz 450: Společnost Versorger-Allianz 450 Beteiligungs GmbH & Co. KG byla založena v roce 2020 jako nástupce sdružení Versorger Allianz 450, která spojovala více než 200 národních podniků v oblasti energetiky, vodohospodářství a odpadového hospodářství. Zastupuje zájmy především municipalit.

LTE síť v pásmu 450 MHz

Síť je určena pro provozovatele kritické infrastruktury, zejména v oblasti energetiky a vodohospodářství. Díky svým fyzikálním vlastnostem šíření umožňuje pásmo 450 MHz nákladově efektivní pokrytí rozsáhlých oblastí pomocí relativně malého počtu základnových stanic.

Jako výhody technologie LTE 450 450connect uvádí:

- Výborné pokrytí oblastí i budov
- Vysokou dostupnost systému díky záložnímu napájení
- Prioritizaci aplikací
- Standardizovanou mobilní technologii a dlouhodobou dostupnost technologie
- Vysokou míru bezpečnosti díky dedikované síťové infrastruktuře

Síť využívá kombinaci 1,4 MHz a 3 MHz nosné frekvence. Je také možné nasazení 5 MHz nosné s omezením některých resource bloků.

Pro uživatele je důležitá odolnost sítě, kdy pro případ black-outu je vyžadována záloha na 72 hodin.

Use case

Síť je určena pro provozovatele transportních a distribučních soustav v energetice a uživatele v dalších odvětvích.

V energetickém sektoru je využívána jak pro M2M komunikaci (od monitorování a řízení sítě, přes připojení výrobních i spotřebitelských zařízení, až po odečty chytrých měřicích systémů) a také hlasovou komunikace pro týmy údržby jak v běžném provozu, tak v krizových situacích, jako jsou rozsáhlé výpadky elektřiny.

S rostoucím počtem výrobních zařízení, jako jsou fotovoltaické elektrárny, a rostoucím počtem spotřebitelských zařízení, jako jsou nabíjecí infrastruktura a tepelná čerpadla v nízkonapěťové síti, je stále důležitější monitorování a ovládání distribučních stanic (např. dálkově odečitatelné indikátory zkratu pro rychlou lokalizaci poruch a obnovení dodávky, nebo dálkové spínání vypínačů a jističů).

Pokud jde o smart metering a řízení spotřebitelských zařízení, v Německu jsou chytré měřicí systémy povinné pro spotřebitele s odběrem 6 000–100 000 kWh/rok. Stejně tak musí být regulovatelná spotřební zařízení a výrobní zařízení (7–100 kW) vybavena chytrými měřicími systémy a ovládána přes řídicí boxy. Chytré měřicí systémy bývají často instalovány ve sklepích nebo na těžko přístupných místech – v tomto případě je pásmo 450 MHz výhodné díky lepší propagaci uvnitř budov i celkového pokrytí v terénu. Systém 450connect navíc umožňuje prioritizaci kritických spínacích příkazů, což usnadňuje řízení

rostoucího počtu výrobních zařízení a spolehlivou regulaci výkonu spotřebičů, jako jsou tepelná čerpadla a nabíjecí stanice.

Hlasové služby jsou určeny jak pro běžnou, tak krizovou komunikaci. Výhodou dedikované mission-critical sítě v mimořádných situacích, je dostupnost hlasové komunikace i když jsou veřejné komunikační sítě nedostupné. Terénní týmy mohou komunikovat nejen mezi sebou, ale také s dispečinkem, nadřazeným provozovatelem sítě, dalšími provozovateli kritické infrastruktury nebo krizovými štáby. Síť 450connect podporuje:

- Telefonii
- Komunikaci v uzavřených uživatelských skupinách, včetně mezi podniky
- Prioritizaci hlasové komunikace
- Skupinovou komunikaci Push-To-Talk (PTT)
- Chat s možností sdílení fotografií
- Dispečerské funkce
- Integraci do pobočkových ústředen

V oblasti vodohospodářství se síť jak pro řízení zásobování vodou, tak monitoring kvality vody. Jde např. o digitálně ovladatelná zařízení, která umožní zásahy do vodohospodářství v reálném čase a odečet měřících přístrojů.

Pro infrastrukturu, jako jsou vodojemy, čerpací stanice a uzávěry, nebo měřící zařízení a senzory, které se často nacházejí na odlehlých místech, je opět výhodou výborná propagace signálu v pásmu 450 MHz.

4.2 Nizozemí – Utility Connect

Utility Connect provozuje síť CDMA síť v pásmu 450 MHz pro potřeby energetického sektoru. V dubnu roku 2024 získal licenci na 2x3 MHz platnou do roku 2050.



V části pásma, ve které je provozována CDMA síť je povinen provozovat nadále CDMA technologii až do roku 2035, poté bude možný přechod na technologii LTE. V druhé (nově přidělené) části pásma bude nasazena technologie LTE s nosnou 1,4 MHz.

Akcionáři

Akcionáři jsou skupina Alliander, jejíž součástí je provozovatel distribuční soustavy Liander, a provozovatel distribuční soustavy Stedin. Liander a Stedin jsou také hlavními uživateli sítě.

Využití sítě

Síť je určena pro řízení sítě a smart metering. V současnosti je v CDMA síti připojeno více než 3 miliony chytrých elektroměrů. To je také důvodem pro pokračování provozu CDMA sítě až do roku 2035. V plánu je zapojení až deseti milionů chytrých elektroměrů.

Oproti Německu, které vyžaduje energetickou zálohu a nezávislost na dodávkách energie na dobu 72 hodin, síť Utility Connect má energetickou zálohu jen na dobu 8 hodin (stále jde však o vyšší hodnotu, než která je běžná ve veřejných mobilních sítích).

Síť je určena pro smart metering, řízení a monitorování energetické sítě (Smart Grid) a v limitované míře pro hlasové služby.

Síť využívají dva ze tří hlavních provozovatelů distribuční sítě (DSO) – Liander a Stedin. Třetí významný hráč – Enexis – zatím nemá o zapojení do projektu a využití sítě zájem. Síť také využívá malý DSO Westland Infra.

Síť nemá být vyhrazena pouze pro potřeby energetického sektoru. Zájem o využití projevuje Ministerstvo infrastruktury a vodohospodářství pro využití v severním moři, řízení dopravy a ve vodárenském sektoru.

Je také možné, že do projektu se zapojí nizozemský provozovatel přenosové soustavy (TSO) TenneT.

4.3 Irsko – ESB Networks

ESB Networks Ltd (ESBN), regulovaná dceřiná společnost v rámci ESB Group, je licencovaným provozovatelem distribuční elektrické sítě v Irské republice. ESBN je zodpovědná za výstavbu, provoz, údržbu a rozvoj elektrické sítě a za obsluhu všech zákazníků připojených k elektrické síti v Irsku.



ESBN získala licenci na 2x4 MHz v pásmu 410 MHz v roce 2019 na období 15 let.

Proces vedoucí k přidělení pásma

Přidělení pásma předcházelo konzultační proces vedený irským regulátorem ComReg, zahájený v roce 2017²⁷, ve kterém ComReg prozkoumal možné způsoby využití pásma 400 MHz a způsoby jeho přidělení. Pro tento účel ComReg zadala analýzu společnostem DotEcon a Plum Consulting s cílem identifikovat potenciální způsoby využití, odhadnout potřebné množství spektra a posoudit technické požadavky.

Plum Consulting analyzoval²⁸ čtyři hlavní kategorie potenciálního využití pásma 400 MHz:

- Privátní mobilní rádiová komunikace (PMR).
- Ochrana veřejnosti a pomoc při katastrofách (PPDR).
- Chytré měřiče (Smart Meters).
- Chytré sítě (Smart Grids).

U každého využití Plum posoudil:

- Dostupné technologie a jejich budoucí možnosti.
- Minimální požadavky na spektrální bloky.
- Dostupnost alternativních frekvenčních pásem nebo řešení.

Plum Consulting identifikoval následující technické požadavky:

- Nízké až střední datové rychlosti, obvykle 9,6 kbit/s až přibližně 64 kbit/s, s možností dosáhnout několika Mbit/s v případě potřeby videa pro monitorování klíčových prvků.

²⁷ <https://www.comreg.ie/industry/radio-spectrum/spectrum-awards/400mhz-band-spectrum/>

²⁸ https://www.comreg.ie/media/dlm_uploads/2018/10/ComReg-1892b.pdf

- Sítě jsou plánovány k nasazení na významně dlouhou dobu (např. 10 až 20 let).
- Nízké hodnoty jitteru (kolísání latence) a synchronní požadavky.
- Zvýšená odolnost – například požadavek na záložní napájení bateriemi, které výrazně přesahuje možnosti poskytované veřejnými mobilními sítěmi.
- Okamžitý a garantovaný přístup ke kanálu.
- Rozsáhlé geografické pokrytí (včetně méně osídlených oblastí, aby bylo zajištěno 100% pokrytí sítě utilit).
- Přísné požadavky na latenci.
- Vysoká úroveň zabezpečení.

ComReg zkoumal dvě alternativy pro zajištění výše identifikovaných potřeb chytré sítě (Smart Grid):

- stávající telemetrické systémy, nebo
- stávající mobilní sítě.

ComReg posoudila každou z těchto alternativ a obě možnosti zamítla z následujících důvodů:

Počet vzdálených venkovských spojení se podle předpovědí zvýší desetkrát až dvanáctkrát, a stávající telemetrické systémy pravděpodobně nebudou mít dostatečnou kapacitu, aby podpořily tak výrazný nárůst.

I když určité aspekty chytré sítě (Smart Grid) by mohly být podporovány prostřednictvím veřejné mobilní sítě, ComReg identifikoval silné důvody pro vybudování dedikované sítě:

- Mobilní sítě nemusí být schopné splnit požadavky na dostupnost a spolehlivost – mohou selhat, když selže hlavní napájení, což je právě okamžik, kdy jsou chytré sítě nejvíce potřeba.
- Mobilní sítě nemusí mít pokrytí v oblastech, kde se nacházejí prvky chytré sítě, jako jsou vzdálené rozvodny nebo větrné farmy, a operátoři mohou mít jen malou motivaci takové pokrytí poskytovat.
- Navzdory novým konceptům, jako je snetwork slicing, mohou mít mobilní sítě nedostatečnou kapacitu nebo nemusí mít jasný obchodní model, který by umožňoval odpovídající prioritu komunikaci chytré sítě.
- Výhody použití komerčních sítí jsou u chytrých sítí menší než u PPDR, protože chytré sítě nepotřebují zařízení, která těží ze značných úspor z rozsahu na komerčních trzích.

Plum zjistil, že pro PMR jsou dostupná alternativní frekvenční pásma, která by mohla splnit tyto potřeby. Naproti tomu pro Smart Grid nebyla dostupná žádná vhodná pásma pod 1 GHz, které je považováno za zásadní pro připojení k rozvodnám, obnovitelným zdrojům energie apod. a pro dosažení potřebného pokrytí v odlehlých venkovských oblastech.

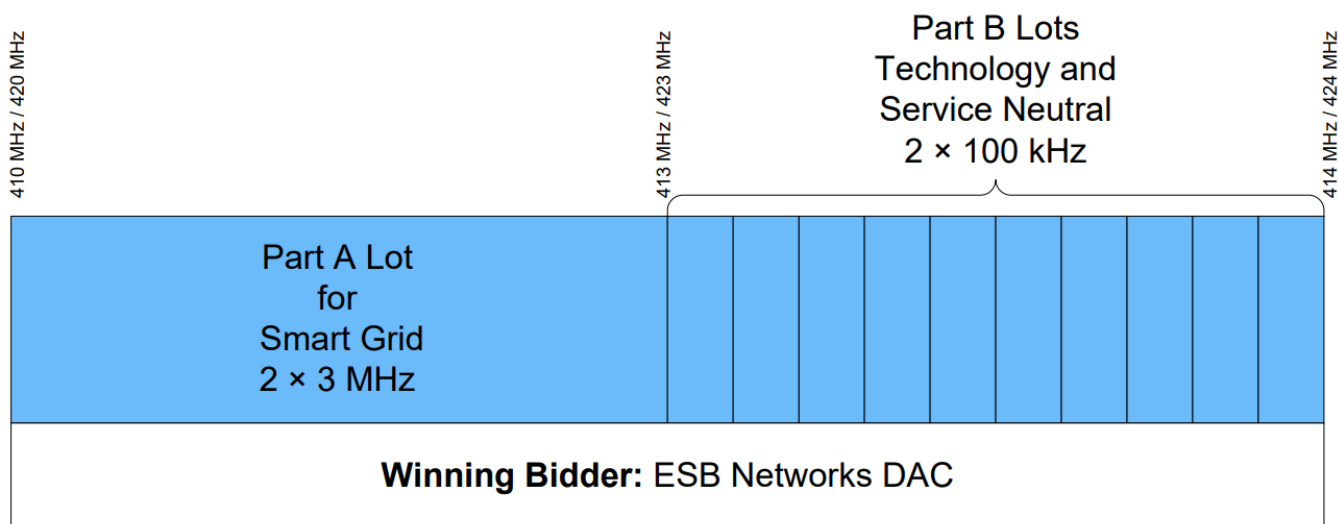
ComReg převzal závěr, že žádné vhodné alternativní spektrum pro Smart Grids není k dispozici a rovněž byl toho názoru, že chytré sítě jsou klíčovou součástí vládního úsilí o snižování emisí a zajištění bezpečnosti a udržitelnosti energetického systému.

Variety využití pásma

ComReg zvažoval tři regulační možnosti:

- Udělit všechna práva na užívání pásma 400 MHz na technologicky a aplikačně neutrálním základě.
- Omezit všechna práva na užívání pásma pro účely Smart Grids.
- Omezit část práv na užívání pásma pro Smart Grids a zbytek udělit na technologicky a aplikačně neutrálním základě.

ComReg se rozhodl pro poslední možnost, která zahrnovala přidělení 2x3 MHz spektra pro Smart Grids a zbytek spektra (2x1 MHz) na neutrálním základě (včetně např. PMR). Rozdělení na aukční bloky je patrné z následujícího diagramu:



Zdroj: Comreg²⁹

Využití sítě ESN

Distribuční elektrická síť ESN zahrnuje všechny distribuční stanice, nadzemní vedení, sloupy a podzemní kabely, které zajišťují dodávky elektřiny více než 2 milionům domácností, komerčních a průmyslových zákazníků po celé zemi.

V roce 2023 ESN oznámila³⁰ spolupráci se společnostmi Sigma Wireless Communications a Nokia na výstavbě své LTE sítě. ESN plánuje dokončení výstavby sítě v roce 2026.

Síť bude určena k řízení a monitoringu chytré distribuční sítě. Nasazení chytrého řízení sítě se předpokládá až a úrovni a nízkého napětí. Dále bude využita pro smart metering v komerčním sektoru, výhledově se počítá i s nasazením pro smart metering domácností.

4.4 Saudská Arábie – Aramco Digital

V červnu roku 2024 byla udělena licence na 2x5 MHz spektra (Band 72) v pásmu 450 MHz společnosti Aramco Digital. Plánovaná síť je zaměřena mnohem šířeji na využití v různých odvětvích průmyslu, než pouze na utility nebo provozovatele kritické infrastruktury.



²⁹ <https://www.comreg.ie/publication/results-of-the-400-mhz-band-spectrum-award>

³⁰ <https://esb.ie/media-centre-news/press-releases/article/2023/05/19/esb-networks-completes-process-for-development-of-private-mobile-network>

Cílem regulátora (CST) pro udělení licence³¹ je podpořit digitální transformaci průmyslových uživatelů v Saúdské Arábii a umožnit těmto uživatelům, vedle využití pro mission-critical komunikaci, využívat pokročilé aplikace průmyslového internetu věcí (IIoT). CST usiluje o vytvoření celonárodní, vysoce odolné a bezpečné specializované sítě pro aplikace spojené s průmyslem 4.0, energetikou, utilitami a dalšími kritickými infrastrukturami.

Hlavní cíle přidělení kmitočtů byly:

- Přidělit licenci na pásmo 450 MHz pro nasazení celonárodní sítě, která bude poskytovat výše uvedené služby.
- Umožnit nasazení národních sdílených PMR sítí (business radio), které přinesou zlepšené technologie a služby širokému spektru uživatelů.
- Snížit nebo eliminovat přetížení pásma 400 MHz, prostřednictvím efektivnějších sdílených systémů.
- Zajistit komunikační potřeby všech uživatelů, od důležitých národních uživatelů, jako jsou ropné a těžební společnosti, až po menší lokální uživatele.
- Zajistit přiměřené ceny za poskytované služby.

Od přidělení kmitočtů pro IMT síť v pásmu 450 MHz si CST dále slibuje:

- Dostatečné a přijatelné pokrytí a služby pro velké uživatelské skupiny, včetně ropných společností, výrobních podniků a dalších národně významných organizací, které dříve provozovaly vlastní privátní sítě.
- Dostatečné zajištění služeb pro menší skupiny uživatelů, kteří jednotlivě představují pouze malou část příjmů ve srovnání s většími uživateli.
- Poskytování služeb jak velkým, tak malým uživatelům za přiměřené náklady, které nebudou bránit jejich digitální transformaci.

Je zřejmé, že se jedná o významný státní projekt s velkým potenciálem dále podpořit rozvoj IMT ekosystému v pásmu 400 MHz. V září toho roku byla oznámena spolupráce Aramco Digital a společnosti Qualcomm (viz kap. 3.2.2).

Vize Aramco Digital ohledně připravované sítě a služeb je zřejmá z následujících obrázků:

³¹ <https://www.cst.gov.sa/ar/services/spectrum/Documents/450MHzradio.pdf>

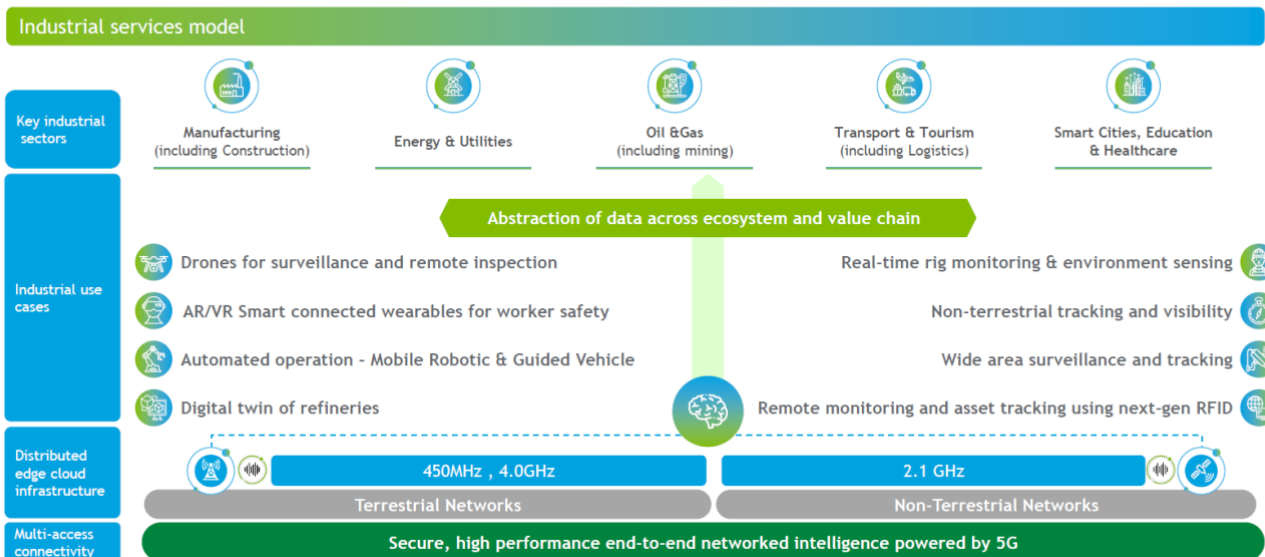
Regulation Directive for Industrial Network on 450MHz



هيئة الاتصالات والفضاء والتقنية
Communications, Space & Technology Commission

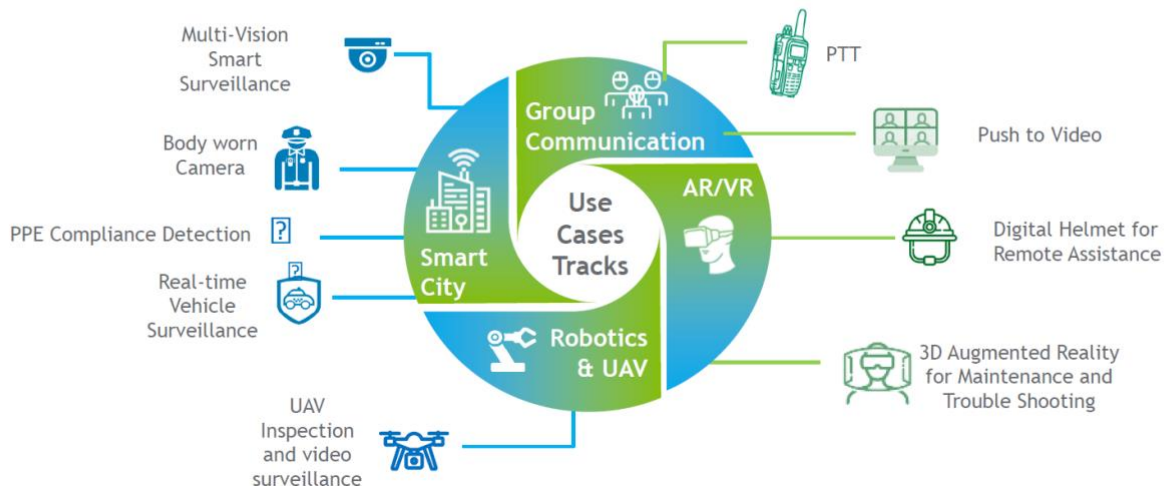


Strategic Plan for Industrial Network



Industrial Applications PoC

Verity of Industrial Applications on the bands 450 MHz, and 4.0 GHz



Zdroj: Aramco Digital

4.5 Zjištění o skutečném využívání rádiových systémů v Rakousku, Německu, Polsku a Slovensku

Český telekomunikační úřad v září 2024 provedl monitoring rádiového spektra s cílem ověřit skutečné využívání pásma 400 MHz v sousedních zemích.

Po analýze zjištěných skutečností konstatoval, že v zájmovém kmitočtovém pásmu 420 – 424,25MHz a 461,3 – 465,74MHz jsou širokopásmové systémy používány pouze v Polsku a Německu, a to pravděpodobně celoplošný systém LTE-M na kmitočtu 423,7MHz se zabranou šířkou pásma cca 1,1MHz v Polsku a v Německu pak 2 blíže nespecifikované širokopásmové provozy se zabranou šířkou pásma rovněž 1,1MHz na kmitočtech 461,7MHz a 463,35MHz.

Kromě uvedeného Polska a Německa nebyl v okolních státech (Slovensko a Rakousko) ani samotné České republice žádný širokopásmový provoz v dotčených pásmech zaznamenán.

Možnost využití WB systémů je komplikována i skutečností, že disponibilní úseky spektra v pásmu 450 MHz, které byly původně využity pro technologii NMT, jsou v jednotlivých státech různě široké i různě umístěné, což prakticky znemožňuje koordinaci, která je nezbytná pro zajištění pokrytí v příhraničních oblastech.

5 Potenciál pásma 400 MHz v České republice

5.1 Využití pásma

Pásmo 410-430 MHz a 450-470 MHz je v současnosti v ČR využíváno pro provoz úzkopásmových systémů, v některých oblastech velmi intenzivně a rozvoj moderních digitálních úzkopásmových technologií je v některých oblastech České republiky nedostatkem kmitočtů limitován. Úseky pásma určené pro širokopásmové sítě jsou v současnosti nevyužity.

Pásmo vyhrazené pro úzkopásmové systémy je prakticky vyčerpáno v Praze, kde je v současné době, dle vyjádření ČTÚ, zcela zablokovan rozvoj rádiových sítí technologie TETRA. ČTÚ je v současné době v situaci, kdy nemůže vyhovět doručeným žádostem o přidělení nových rádiových kmitočtů v pásmu 410-430 MHz na území Prahy a blízkého okolí. Dotčeny jsou tím i rádiové sítě některých významných uživatelů.

Převažujícími technologiemi jsou analogové systémy, které stále převládají, ale je zřejmý trend přechodu uživatelů k digitálním technologiím, nejvýznamněji k technologii DMR (v ČR převládá derivát MOTORBO od společnosti Motorola). Z digitálních technologií jsou používány převážně technologie TETRA a DMR.

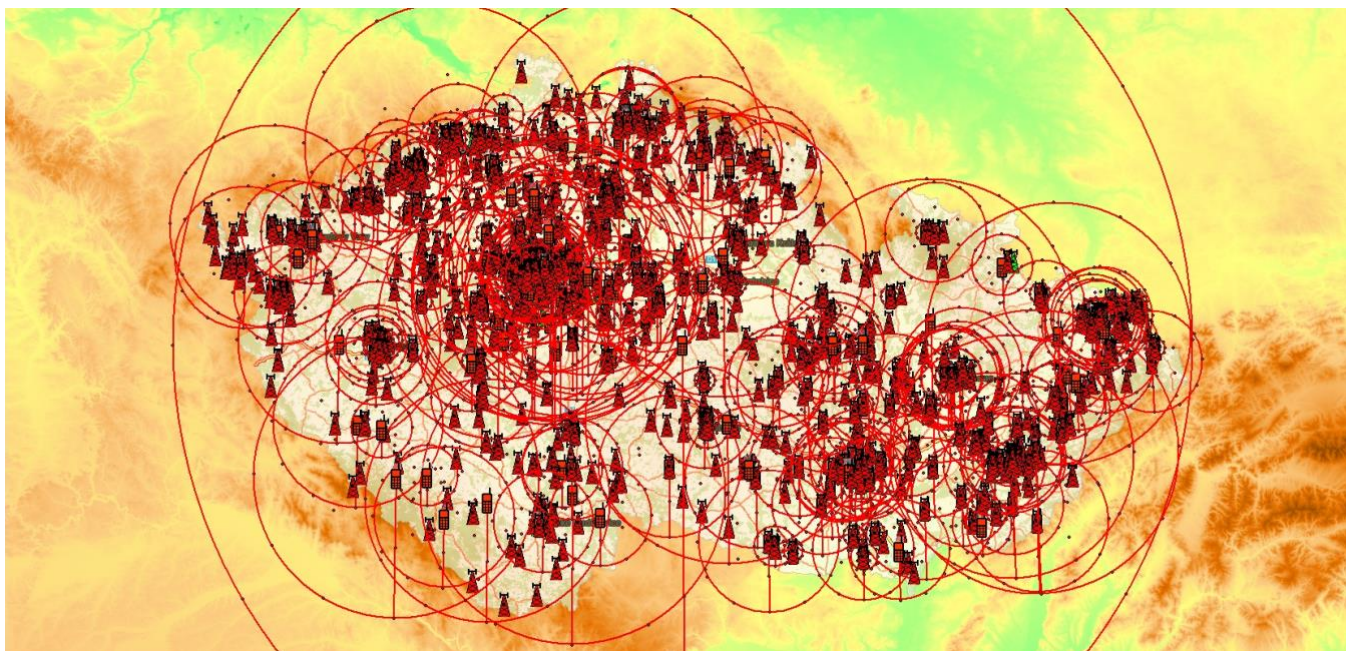
Využití pásma 400 MHz na území ČR

Regionální využití 410-430 MHz



Zdroj: ČTÚ

Regionální využití 450-470 MHz



Zdroj: ČTÚ

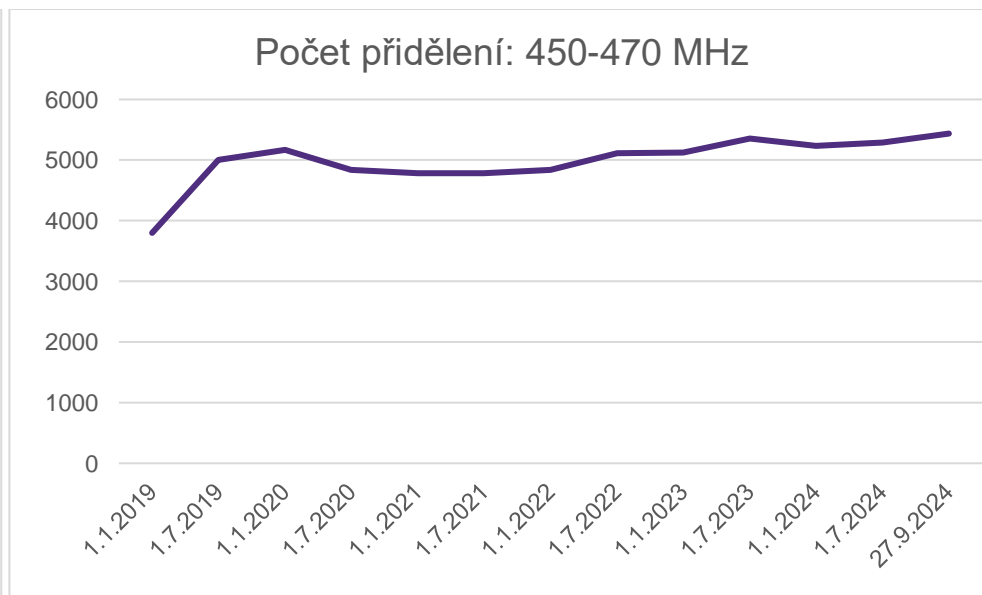
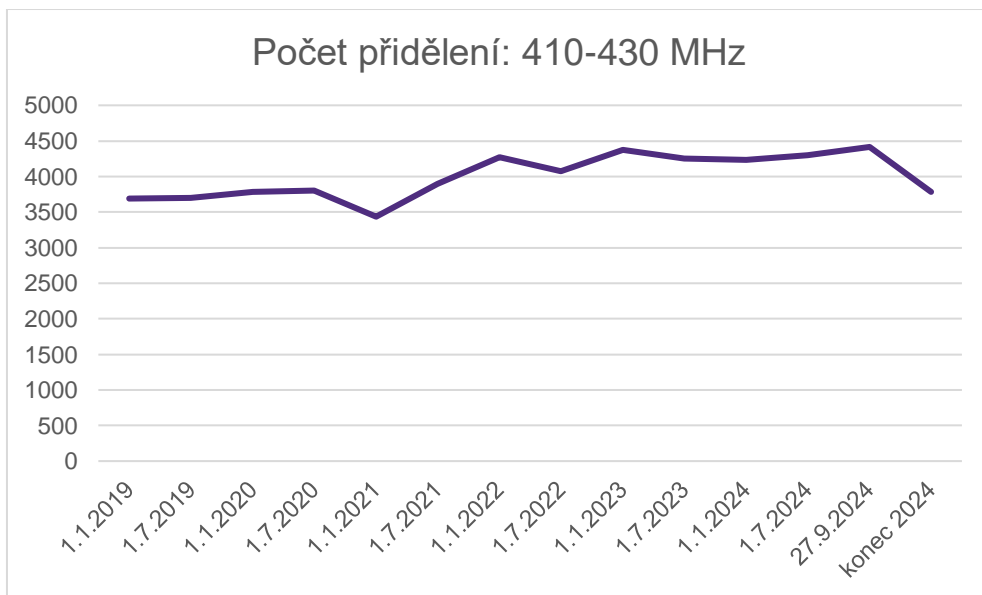
Zejména v Praze jsou volné kanály pro úzkopásmové systémy v pásmu prakticky vyčerpány. V pásmu 410 MHz je fakticky přiděleno více kanálů, než stanovuje PVRS, systémy TETRA nelze převést do jiného pásma. V pásmu 450 MHz je využito 129 kanálů z 165 dostupných. Je však třeba nutno počítat s požadavky na krátkodobá oprávnění (min. 16 kanálů pro jednu velkou akci). Dle vyjádření ČTÚ jsou „nouzově“ krátkodobě využívány i nevyužívané kmitočty určené dle PVRS pro širokopásmové sítě.

Dalšími oblastmi s intenzivním využitím obou pásem je oblast Brněnska a Ostravska. V těchto oblastech je situace zatím, dle vyjádření ČTÚ, řešitelná.

Vývoj počtu oprávnění pro úzkopásmové systémy v pásmu 400 MHz

Z hlediska vývoje oprávnění v čase je zřejmý setrvalý mírný nárůst počtu oprávnění pro úzkopásmové systémy. V ČR se neprojevuje trend poklesu zájmu o využití úzkopásmových PMR v pásmu 400 MHz (např. z důvodu přechodu do MFCN sítí), který reportovali někteří zahraniční regulátoři. Mírný pokles v pásmu 410 MHz je dán ukončením oprávnění jednoho z významných uživatelů, jak je však patrné z tabulek níže, v Praze a Brně nemá tento fakt prakticky žádný vliv.

Celkový počet přidělení pro úzkopásmové systémy v pásmu 410- 430 a 450-470 MHz



Zdroj: ČTÚ (očistěno o krátkodobá oprávnění a zjevné duplicity)

Počet přidělení v pásmu 410-430 MHz

data ke dni	Praha město		Praha a okolí		Praha + stř. Čechy		Sokolovsko + KV		Mostecko		Liberecko		Brno		Ostrava město		Ostrava + sev. Morava		Celkem ČR	
	celkem	TETRA	celkem	TETRA	celkem	TETRA	celkem	TETRA	celkem	TETRA	celkem	TETRA	celkem	TETRA	celkem	TETRA	celkem	TETRA		DMR
1.1.2019	790	676	907	706	966	706	41	0	183	34	50	6	308	134	99	0	495	16	3690	53
1.7.2019	794	680	909	710	968	710	39	0	183	34	50	6	308	134	95	0	507	16	3698	57
1.1.2020	898	788	1017	822	1076	822	39	0	183	42	40	0	308	134	89	0	499	16	3782	57
1.7.2020	912	796	1011	830	1096	830	39	0	199	24	40	0	308	134	89	0	499	16	3798	57
1.1.2021	920	796	1027	830	1066	830	39	0	137	44	40	0	174	134	85	0	461	16	3435	69
1.7.2021	924	800	1089	866	1172	886	39	0	155	44	40	0	174	134	85	0	497	16	3897	73
1.1.2022	924	800	1085	866	1188	906	47	8	173	72	56	16	168	134	83	8	583	126	4271	89
1.7.2022	796	672	987	768	1094	812	47	8	173	72	56	16	168	134	70	8	566	126	4076	79
1.1.2023	850	722	1041	818	1148	862	47	8	189	88	52	16	175	134	70	8	564	126	4377	274
1.7.2023	812	684	993	780	1099	824	47	8	189	88	52	16	179	134	76	8	572	126	4255	225
1.1.2024	812	684	990	780	1088	824	47	8	183	88	52	16	175	134	76	8	572	126	4230	270
1.7.2024	812	684	990	780	1103	824	47	8	165	88	52	16	175	134	76	8	571	126	4301	297
27.9.2024	836	708	1016	804	1129	848	47	8	165	88	52	16	187	134	76	8	573	126	4415	311
konec 2024*	832	704	980	768	1053	772	39	0	137	60	46	0	187	134	68	0	471	24	3785	311

Zdroj: ČTÚ (očistišeno o krátkodobá oprávnění a zjevné duplicity)

* Výhled

Počet přidělení v pásmu 450-470 MHz

data ke dni	Praha město	Praha a okolí	Praha + stř. Čechy	Sokolovsko + KV	Mostecko	Liberecko	Brno	Ostrava město	Ostrava + sev. Morava	Celkem ČR	
											DMR
1.1.2019	507	677	825	37	175	132	303	167	360	3799	624
1.7.2019	689	965	1144	37	300	139	389	185	387	5001	855
1.1.2020	683	963	1142	37	300	139	389	255	546	5166	1094
1.7.2020	729	1015	1196	36	289	139	182	185	402	4836	1029
1.1.2021	697	983	1162	30	297	152	172	161	374	4787	1078
1.7.2021	711	997	1175	30	289	140	178	161	386	4786	1109
1.1.2022	734	1029	1207	30	279	148	178	160	385	4842	1140
1.7.2022	745	1051	1229	28	267	142	178	160	390	5111	1453
1.1.2023	735	1041	1221	39	328	142	182	156	396	5128	1526
1.7.2023	809	1155	1336	39	308	147	178	150	203	5360	1780
1.1.2024	743	1039	1220	39	328	147	156	150	390	5239	1812
1.7.2024	731	1079	1289	43	298	143	156	150	390	5290	1806
27.9.2024	751	1099	1309	43	298	147	146	150	386	5437	1924

Zdroj: ČTÚ (očistěno o krátkodobá oprávnění a zjevné duplicity)

5.2 Poptávka po kmitočtovém pásmu

Úzkopásmové systémy

Jak je patrné z vývoje počtu oprávnění pro PMR systémy v pásmu 400 MHz v posledních letech, trend poptávka po využití těchto komunikačních systémů je stabilní s mírným nárůstem.

V pásmu 410 MHz jsou typickými uživateli pásma městské úřady, dopravní podniky, bezpečnostní agentury, operátoři, energetické společnosti, utility (vodárenství, kanalizace, teplárny), Horská služba a velké průmyslové podniky. Celkový počet držitelů oprávnění je 142.

V pásmu 450 MHz jsou typickými uživateli městské úřady (městské policie), složky státu, dopravní podniky, bezpečnostní agentury, skladové areály, obchodní centra, průmysl, energetické společnosti apod. Celkový počet držitelů oprávnění je 263.

Z oslovených uživatelů z oblasti kritické infrastruktury a bezpečnostních složek deklarovali zájem na dlouhodobém pokračování používání úzkopásmových PMR sítí v obou pásmech v horizontu nejméně po dobu 10 a více let. Někteří deklarovali plány na další rozšiřování počtu základnových stanic ve svých sítích v příštích letech. Jeden významný uživatel deklaroval zájem na dlouhodobém využívání provozu v pásmu 400 MHz, s tím že momentálně není schopen odhadnout, jak dlouho bude tento provoz pokračovat.

Širokopásmové systémy

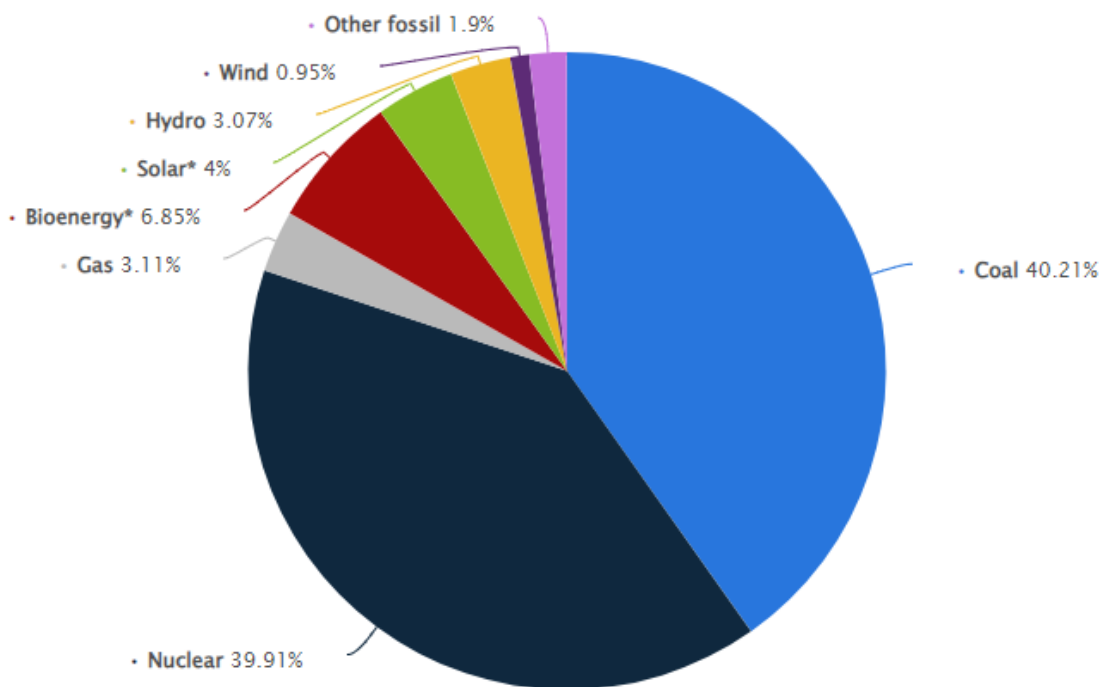
Úseky v pásmech 410 MHz a 450 MHz, určené dle PVRS pro provoz širokopásmových sítí, jsou od roku 2021 nevyužívány. Dle vyjádření ČTÚ, nebyl úřad od té doby osloven žádným zájemcem o nasazení a využití širokopásmové technologie v těchto pásmech.

Oslovili jsme zástupce z oblasti energetiky a kritické komunikace státu, kteří o pásmo v minulosti jevíli zájem. V tuto chvíli nedeklarovali okamžitou nebo krátkodobou potřebu (a zájem) na využití těchto pásem širokopásmovými službami, nevyloučili však zájem o pásmo 400 MHz ve středně až dlouhodobém horizontu.

Pokud jde o bezpečnostní složky státu, trvá zájem o zajištění širokopásmové datové komunikace a možnost dedikované BB-PPDR sítě – například jako součást hybridního komunikačního řešení kombinujícího privátní a veřejné sítě – může být v budoucnu zajímavou alternativou. Důležitým faktorem je široká dostupnost uživatelských zařízení. Dedikovaná PPDR síť představuje s ohledem na omezený počet uživatelů, celoplošné pokrytí a okamžitou značnou provozní/požadovanou kapacitu (odvíjí se od počtu zasahujících složek PPDR), která však je vždy časově omezená, ekonomicky velmi nákladné řešení.

Z hlediska distribuce elektrické energie je v ČR kladen důraz na optické připojení. Oslovená společnost má optikou připojeny všechny rozvodny VVN a řadu dalších prvků v distribuční síti. Radiovou komunikaci v tuto chvíli zvažuje jen jako záložní M2M komunikační kanál a pro hlasovou komunikaci. Pokud jde o M2M komunikaci v síti, soustředí se na úroveň VVN a VN. Pro AMM (Advanced Metering Management) se počítá s veřejnou mobilní sítí.

Toto je v poměrném kontrastu s pozicí provozovatelů distribučních soustav v jiných zemích, může to však být dáno povahou energetického mixu v ČR, kdy stále zcela převládají velké zdroje.



© Statista 2024

[Show source](#)

[Additional Information](#)

Energetický mix v ČR. Zdroj: Statista

Oproti tomu v zemích s výrazným podílem obnovitelných zdrojů a vyšší mírou decentralizace energetické sítě je z pohledu nákladů využití bezdrátové technologie nutností a z toho plyne tlak energetik na přidělení dedikovaného pásma pro mission-critical IMT síť. Např. v Německu činila výroba z obnovitelných zdrojů v roce 2023 téměř 60 %.

6 Scénáře budoucího využití pásma 400 MHz

6.1 Shrnutí východisek

Pro definici možných scénářů využití pásma do budoucna můžeme předchozí kapitoly shrnout stručně do následujících východisek:

- V ČR je vybudována hustá a velmi kvalitní síť operátorů mobilních telefonů. Důvodem je poměrně vysoká a rovnoměrná hustota osídlení, která vyžaduje pokrytí s dostatečnou přenosovou kapacitou, potřebnou pro zajištění dostupnosti služby pro všechny účastníky.
- Používány jsou moderní technologie, ČR je v tomto ohledu před řadou západních zemí, které ještě v některých případech provozují zastaralé sítě 3. generace (CDMA, UMTS), které byly v ČR již vyřazeny z provozu.
- ČR má v Evropě zřejmě největší zkušenosti s provozováním širokopásmových systémů v pásmu 400 MHz, neboť zde byly skutečně provozovány v obou pásmech veřejně dostupné sítě.
- Komunikační potřeby utilit jsou ve velké míře zajištěny optickým kabelem.
- V ČR neexistuje dostatečně významný subjekt, který by využíval intenzivně širokopásmový systém na celém území státu (např. distribuci elektřiny zajišťují ČEZ, EG.D a PRE každý na svém území).
- Stávající úzkopásmové PMR sítě budou, dle vyjádření ČTÚ, do budoucna postačující pro komunikační potřeby řady provozovatelů kritické infrastruktury nebo pro mission-critical a business-critical M2M/IOT. To se týká zejména sektoru energetiky a utilit. Širokopásmová komunikace probíhá po optickém kabelu a prostřednictvím sítí mobilních operátorů.
- Je zřejmý trend vyhrazování úseku pro IMT sítě v pásmu 400 MHz a budování BB-PPDR sítí ve standardu LTE pro potřeby utilit, PPDR nebo průmyslu.
- V řadě států je pásmo 400 MHz využíváno velmi intenzivně a tyto státy proto neuvolňují pásmo pro širokopásmové sítě.
- V ČR jsou dostatečně široké úseky k dispozici a je možné je přidělit bez složitého a nákladného předchozího refarmingu.
- Úseky pásma vyhrazené pro úzkopásmové sítě jsou intenzivně využívány zejména v městských a průmyslových oblastech. V Praze a okolí je dostupné kmitočtové pásmo přetížené.
- Využití úzkopásmových PMR sítí je v čase stabilní s mírným nárůstem a zájem uživatelů na jejich využívání lze předpokládat nejméně pro další dekádu.
- Od roku 2021 neregistrujeme konkrétní zájemce o nasazení a provozování 4G/5G sítí v pásmu 400 MHz.

Je třeba vzít v úvahu, že případné zrušení vyhrazení některého z úseků pro celoplošnou širokopásmovou síť a přidělení pásma úzkopásmovým PMR sítím, je na dlouhou dobu nevratným krokem, neboť by to znamenalo následnou potřebu refarmingu pásma a opětovné uvolnění kmitočtů v té době již obsazených úzkopásmovým PMR.

Pokud by došlo ke spuštění širokopásmové 4G/5G sítě v pásmu 400 MHz, nelze bez dalšího předpokládat významnou migraci PMR uživatelů do těchto sítí a tím snížení poptávky po úzkopásmových kanálech neboť zájemci o širokopásmové služby je již dlouho využívají a současné úzkopásmové PMR/PAMR sítě provozují právě proto, že pro tuto komunikaci nejsou širokopásmové systémy vhodné

Před přijetím dalšího rozhodnutí o využití pásma 400 MHz doporučujeme, aby ČTÚ provedl širokou veřejnou konzultaci se současnými i potenciálními uživateli pásma, zejména pokud jde o provozovatele kritické infrastruktury v oblasti energetiky a dalších síťových odvětví.

Úzkopásmové a širokopásmové technologie nemíří na stejného uživatele a ani nenabízejí stejnou službu. Nejsou proto konkurenty, ale doplňky. Nepřímo by potenciální širokopásmové síť v pásmu 400 MHz nesoutěžily jen s úzkopásmovými sítěmi, ale i se širokopásmovou komunikací obecně (WiFi, XDSL, optika, LTE a 5 G, satelit). Přímým konkurentem jsou systémy LTE/5G v pásmu 700 MHz a 800 MHz, pro která platí velmi podobné podmínky šíření vln.

	400 MHz	700 MHz	800 MHz
dostupná šířka kanálu	3 MHz	10 MHz / operátor	10 MHz / operátor
počet stanic (u 400 MHz v minulosti, 700 & 800 MHz k 31.10.2024)	cca 400 (cca 1200 sektorů) / síť	13210 celkem	18072 celkem
5G	ano	ano	LTE (v budoucnu přechod)
pokrytí v blízkosti státní hranice	ne	ano	ano
dosah komunikace	srovnatelný (pouze mírně lepší pro 400 MHz), reálně cca město velikosti Kladna	srovnatelný (pouze mírně horší pro 700 MHz), reálně cca město velikosti Kladna	srovnatelný (pouze mírně horší pro 800 MHz), reálně cca město velikosti Kladna
dostupnost zařízení (zejména terminály)	v úseku 450 MHz omezená, v úseku 420 MHz velmi omezená	výborná, celosvětově podporovaná technologie	výborná, celosvětově podporovaná technologie
sdílení nákladů sítě v rámci operátora / provozovatele sítě (optika, mikrovlnné spoje, elektřina, technici, marketing...)	není (v případě nezávislého uživatele)	plná (operátoři)	plná (operátoři)
sdílení nákladů zákazníky	omezená, nejspíše jeden či několik	milióny zákazníků	milióny zákazníků
datová rychlost	nižší (malá šířka kanálu)	vyšší (plnohodnotné 2 bloky)	vyšší (plnohodnotné 2 bloky)

pokrytí signálem	menší (mírně větší dosah nemůže kompenzovat hustotu sítě v pásmu 700 & 800 MHz)	velmi dobré (závazky z aukce)	velmi dobré (závazky z aukce)
dostupná kapacita	omezená - na značné části území jen 1 základnová stanice	značná - dostupnost více základnových stanic v oblasti s intenzivním provozem	značná - dostupnost více základnových stanic v oblasti s intenzivním provozem
uvedení do provozu	?	ano	ano
PPDR	?	ano - musí, závazek z aukce	ano - mohou, závazek z aukce

6.2 Scénáře budoucího využití kmitočtů

6.2.1 Zachování stávajícího stavu

Tento scénář předpokládá zachování stávajícího stavu z hlediska vyhrazení úseků v pásmech 410 a 450 MHz pro celoplošné širokopásmové sítě.

Výhodou tohoto scénáře je zachování možnosti pro budoucí nasazení moderních 4G/5G sítí v obou pásmech, tj. např. jednu síť určenou pro BB-PPDR a druhou pro mission-critical komunikaci v síťových odvětvích, jak plánuje např. Slovinsko.

Nevýhodou je jednak omezená možnost řešení přetížení pásma v úzkopásmových úsecích a praktická neexistence řešení v krátkém období. S tím také souvisí dlouhodobá nemožnost rozšířit širokopásmové úseky na 2x5 MHz a nutnost nasazení užších nosných jako 1,4 MHz a 3 MHz.

6.2.2 Uvolnění pásma 410 MHz pro úzkopásmové systémy

Tento scénář předpokládá zrušení vyhrazení úseku vyhrazeného pro širokopásmovou síť a v pásmu změnu PVRS a jeho určení pro úzkopásmové systémy.

Výhodou tohoto řešení je rychlá dostupnost volných kanálů pro úzkopásmové systémy. Také by se vytvořil dostatek prostoru pro refarming pásma 450 MHz a rozšíření vyhrazeného pásma pro širokopásmovou LTE450 síť na 2x5 MHz, což by umožnilo nasazení 5 MHz nosné a využití plného potenciálu 4G/5G technologie v tomto pásmu.

Nevýhodou je omezení počtu širokopásmových sítí v pásmu 400 MHz na jednu na dlouhou dobu. Pokud by se v budoucnu ukázala potřeba na uspokojení mission-critical komunikačních potřeb např. státu nebo provozovatelů kritické infrastruktury, muselo by se hledat alternativní řešení v jiných (vyšších) pásmech. Vzhledem k tomu, že závazky z aukce kmitočtů obsahují závazek k provozování PPDR operátory veřejných rádiových sítí, řešení existuje a je pro operátory závazné.

6.2.3 Zúžení úseku pásma 410 MHz vyhrazeného pro širokopásmovou síť

Tento scénář předpokládá zúžení vyhrazeného úseku pro širokopásmovou síť na 2x3 MHz a určení zbytku vyhrazeného pásma pro úzkopásmové systémy. To by prakticky znamenalo uvolnění 2x1,25 MHz v úseku 410-414,25 / 420-424,25 MHz a zrušení omezení vydávání nových oprávnění v úseku 414,25-415,3 / 424,25-425,3 MHz. Tato změna by však byla ve skutečnosti pouze kosmetická, neboť k uvolnění výše uvedených úseků reálně nedojde, neboť jsou intenzivně využívány. Jednalo by se spíše o přiznání skutečného stavu. Případné uvolnění 1,25 MHz by také bylo redukováno nutností zřízení ochranného pásma.

Hypoteticky by se dalo uvažovat o zúžení na 2x1,4 MHz, pokud by se během konzultací ukázal reálný scénář pro nasazení LTE-M sítě (např. pro mission-critical massive IoT), ovšem takovou alternativu spíše nepředpokládáme, protože pro obvyklé uživatele BB-PMR nebo BB-PPDR sítí je takové pásmo nedostatečné.

Výhodou scénáře je zachování možnosti do budoucna nasadit v pásmu 400 MHz dvě 4G/5G sítě, byť jednu jen s možností nasadit 3 MHz nosnou. V Evropě nicméně vidíme řadu případů, kdy bylo přiděleno užší pásmo než 2x5MHz a jsou na něm budovány 4G sítě pro utility.

Zároveň by došlo k uvolnění úzkopásmových kanálů, což by vytvořilo určitý manévrovací prostor jak pro udělování nových kanálů v přetížených oblastech, tak pro případnou migraci uživatelů z pásma 450 MHz a rozšíření vyhrazeného úseku pro 4G/5G síť na 2x5 MHz. V dlouhodobém výhledu není pravděpodobné, že dojde na uvolňování pásma z důvodu migrace uživatelů na jiné technologie, a tím i na rozšíření úseku pro 4G/5G síť v pásmu 410 MHz.

Nevýhodou tohoto scénáře je možné omezení atraktivity takto zúženého vyhrazeného úseku pro potenciální zájemce.

6.2.4 Zrušení nebo zúžení vyhrazeného úseku pro širokopásmovou síť v pásmu 450 MHz

Tento scénář uvádíme jen pro úplnost a zahrnuje všechny kombinace s případnými variantami přístupu k pásmu 410 MHz (zachování, zúžení, nebo zrušení vyhrazení pro širokopásmovou síť).

Je zřejmé že pásmo 450 je z hlediska vyhrazení pro širokopásmovou síť výhodnější (podpora výrobců, vyhrazení v sousedních zemích, převaha administrativ, které vyhradily pásmo 450 v porovnání s pásmem 410). Pokud tedy uvažujeme o zrušení či omezení vyhrazení pásma pro širokopásmové sítě v jednom z obou pásem, je jednoznačným kandidátem na takovou úpravu pásmo 410 MHz.

Zrušení vyhrazení v obou pásmech a určení pásma pro úzkopásmové PMR sítě pak považujeme v současné době za nevhodný scénář. Došlo by prakticky k více než zdvojnásobení dostupných úzkopásmových kanálů. Zároveň by si Česká republika zavřela cestu k možnosti nasadit širokopásmovou 4G/5G síť pro mission-critical komunikaci, pokud by taková poptávka v budoucnu nastala.

6.3 Přeshraniční koordinace a implikace pro jednotlivé scénáře

Pro přeshraniční koordinaci je klíčovým dokumentem mezinárodní dohoda zvaná HCM Agreement, (v současné době platná ve znění 2022 Berlín).

Pro posouzení dopadu přeshraniční koordinace na jednotlivé scénáře je potřeba vzít v úvahu koordinační mechanismus pro tři možné varianty:

- a) Koordinace úzkopásmových systémů na obou stranách hranice
- b) Koordinace širokopásmových systémů na obou stranách hranice.
- c) Koordinace úzkopásmových systémů na jedné straně hranice a širokopásmových systémů na druhé straně hranice.

V případě ad a) se postupuje na základě dohod o preferenčních kanálech.

Mezi dotčenými správami sousedících států jsou dohodnutou preferenčních frekvence (kanály). Preferenční frekvence mohou být za stanovených podmínek používány bez koordinace se sousední zemí. To znamená, že nemusí být dodržena úroveň signálu na hraniční čáře, stanovená pro nepreferenční kmitočty a systémy provozované na nepreferenčních frekvencích musí strpět rušení od služeb v sousední zemi, které používají preferenční frekvence.

V případě ad b) se postupuje dle HCM Agreement, které stanoví maximální úroveň signálu na hraniční čáře. Sítě na obou stranách hranic tak musí být designovány tak, aby byly tyto úrovně signálu dodrženy.

Je však možné se od doporučení odchýlit a uzavřít bilaterální dohodu. Sousedící operátoři se tak například mohou dohodnout na zvýšení úrovně signálu na hraniční čáře a následně požádat své telekomunikační správy, aby uzavřely příslušnou koordinační dohodu. To se děje např. v případě veřejných LTE sítí, kdy za cenu určité degradace kvality služby je dosaženo zlepšení dostupnosti sítě v blízkosti hranice.

Pro tuto variantu také platí, že dosažení a uzavření dohody je mnohem pravděpodobnější než u ostatních variant.

V případě ad c) platí, že úzkopásmové systémy mohou využívat rádiové kmitočty dle platných dohod a výsledků kmitočtových koordinací. Širokopásmové systémy však nesmí překročit intenzitu elektromagnetického pole na státní hranici, která je na úrovni šumu a neumožňuje zajistit komunikaci v blízkosti státní hranice. Případné odchylky od principu uvedeného v HCM Agreement jsou možné pouze na základě dvoj a vícestranných mezinárodních dohod.

Dopad výše popsaných koordinačních schémat na scénáře podle kapitoly 6.2 je tedy závislý na přidělení a užití pásma v sousedních zemích.

Vztah aktuálního určení kmitočtových pásem 410 a 450 MHz v ČR a sousedních zemích je následující:

	Česko	Německo	Rakousko	Polsko	Slovensko
410 MHz	B87	NB	NB	B87/NB	NB
450 MHz	B72	B72	B72	B31	B72

Určení kmitočtových pásem pro širokopásmové sítě (NB – úzkopásmové systémy, Bxx – LTE band)

Je tedy zřejmé, že v závislosti na intenzitě využití úzkopásmových systémů v okolních zemích bude situace provozovatele širokopásmové sítě v pásmu 410 MHz horší v porovnání s pásmem 450 MHz. Pokud by došlo k realokaci části nebo celého úseku vyhrazeného v pásmu 410 MHz pro širokopásmovou síť, bude situace uživatele těchto uvolněných kanálů srovnatelná s ostatními uživateli úzkopásmových systémů v pásmu 400 MHz.

7 Regulatorní aspekty budoucího využití pásma 400 MHz

7.1 Současný regulatorní rámec

Zákonný rámec využívání kmitočtového spektra je dán zákonem o elektronických komunikacích³² (ZoEK), národní kmitočtovou tabulkou³³ a plánem využití rádiového spektra³⁴.

Platné znění PVRS stanoví, že úseky 410-415,3 / 420-425,3 MHz a 450,7-456,3 / 460,7-466,3 MHz jsou určeny k poskytování veřejně dostupných služeb elektronických komunikací. To odpovídá LTE bandům 87 a 72 se zohledněním 300 kHz ochranného úseku, který PVRS ustanovuje v přilehlých úsecích k těmto LTE bandům.

V současné době dle PVRS v úsecích 410-410,5 / 420-420,5 MHz a 451,3-455,74 / 461,3-465,74 MHz počet práv k využívání kmitočtů omezen na jedno. Úřad v roce 2020 provedl přezkoumání omezení počtu práv v pásmu 410 MHz se závěrem, že „je třeba omezení počtu práv v kmitočtovém úseku 410-410,5 / 420-420,5 MHz ukončit, nový přiděl rádiových kmitočtů v tomto úseku nevydávat a umožnit tak další využívání dotčených rádiových kmitočtů bez administrativního omezení v podobě omezení počtu práv.“ V budoucí novelizaci PVRS bude tedy nutné toto zohlednit.

Ostatní úseky pásem 410-430 MHz a 450-470 MHz jsou určeny pro provoz duplexních a simplexních úzkopásmových systémů.

7.2 Potřeba legislativních úprav

V současnosti jsou kmitočty v pásmech 410 a 450 MHz určeny pro provozování sítě určené k poskytování veřejně dostupných služeb elektronických komunikací, a tak také byly CDMA sítě provozované na těchto kmitočtech využívány.

Podle § 2 odst. 3 písm. e) ZoEK se veřejně dostupnou službou elektronických komunikací rozumí služba elektronických komunikací, z jejíhož využívání není nikdo předem vyloučen.

³² Zákon č. 127/2005 Sb., Zákon o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích)

³³ Vyhláška č. 105/2010 Sb., Vyhláška o plánu přidělení kmitočtových pásem (národní kmitočtová tabulka)

³⁴ <https://ctu.gov.cz/plan-vyuziti-radioveho-spektra>

Je zcela zřejmé, že případné budoucí 4G/5G sítě v pásmu 400 MHz nebudou sloužit pro poskytování veřejně dostupných mobilních hlasových a datových služeb, neboť by byly zcela nekonkurenceschopné veřejným mobilním sítím stávajících mobilních operátorů.

Pokud by snad k zavádění širokopásmové sítě došlo, půjde s nejvyšší pravděpodobností o privátní BB-PMR nebo BB-PPDR síť, či sítě. I kdyby se v ČR realizoval podobný scénář jako v Německu (široké konsorcium utilit a municipalit) nebo Saudské Arábii (mission-critical IMT síť pro průmyslové využití), i přes pluralitu uživatelů by pravděpodobně hrozilo riziko konfliktu se zákonnou definicí veřejně dostupné služby a sítě (třeba z důvodu vysokých požadavků na odolnost a bezpečnost takové sítě).

ZoEK však v § 22 odst. 7 explicitně stanoví, že přiděl lze udělit jen podnikateli zajišťujícímu veřejnou komunikační síť nebo poskytujícímu veřejně dostupnou službu elektronických komunikací, pokud zvláštní právní předpis nestanoví jinak.

Nějaká forma omezení přístupu k těmto kmitočtům by však byla žádoucí. Ponechat kmitočty pouze v obecném režimu individuálních oprávnění by mohlo vést k (sice nepravděpodobnému) scénáři, že by si nějaký uživatel podal žádost o velmi regionálně omezené individuální oprávnění a tím zcela zablokoval vybudování celoplošné sítě, s tím spojenými negativními dopady na efektivní využití kmitočtů. ČTÚ by sice mohl v PVRS požadovat celoplošné využití kmitočtů, existence zákonného podkladu pro takový postup je ale pochybná. Stejně tak by se ČTÚ pouštěl na interpretačně nejistou půdu ve vztahu k § 16a ZoEK, který obecně stanoví princip technologické neutrality a neutrality ke službám, pokud by chtěl určit v PVRS konkrétní kategorii uživatelů (např. držitele licence dle energetického zákona) nebo účel využití sítě (např. řízení Smart Grids nebo PPDR).

Z výše uvedených důvodů považujeme za žádoucí, aby již s předstihem před změnou PVRS, jakmile bude zřejmé, jakým způsobem má být případná širokopásmová síť využita, bylo takové využití určeno příslušnou odvětvovou legislativou. Případně je možné uvažovat o změně ZoEK, která by umožnila omezení počtu práv a udělení přidělu i pro neveřejné sítě, legislativní průchodnost takového návrhu bude ale pravděpodobně více problematická než u předchozí varianty a představuje poměrně časově dlouhodobé řešení.

8 Závěr

Analýza pásma 400 MHz potvrzuje jeho význam jako strategického zdroje pro současné i budoucí potřeby v oblasti kritických komunikací či neveřejných sítí. Pásmo 400 MHz je dnes klíčové pro úzkopásmové PMR/PAMR systémy, které jsou využívány v mnoha sektorech ekonomiky a pro potřeby státu. Zároveň zůstává významná část pásma, vyhrazená pro širokopásmové technologie nevyužita, což otevírá prostor pro úvahy o jeho budoucím určení.

S ohledem na aktuální intenzitu využití PMR kanálů a zřejmý globální trend nasazování širokopásmových IMT sítí zaměřených zejména na mission-critical aplikace v energetice a průmyslu bude hlavním předmětem strategického přezkum zřejmě pásmo 410 MHz.

V České republice existuje již více než 20 let příležitost realizovat širokopásmovou síť. Nicméně od roku 2021 na trhu neexistuje nikdo, kdo by službu takové sítě nabízel a rovněž nebyla v současnosti identifikována poptávka po těchto službách.

Před přijetím zásadního rozhodnutí o budoucím využití pásma 400 MHz by proto měla proběhnout široká veřejná konzultace se stávajícími i potenciálními uživateli pásma, zejména z oblastí utilit, dopravy, veřejné správy a dalších sektorů.