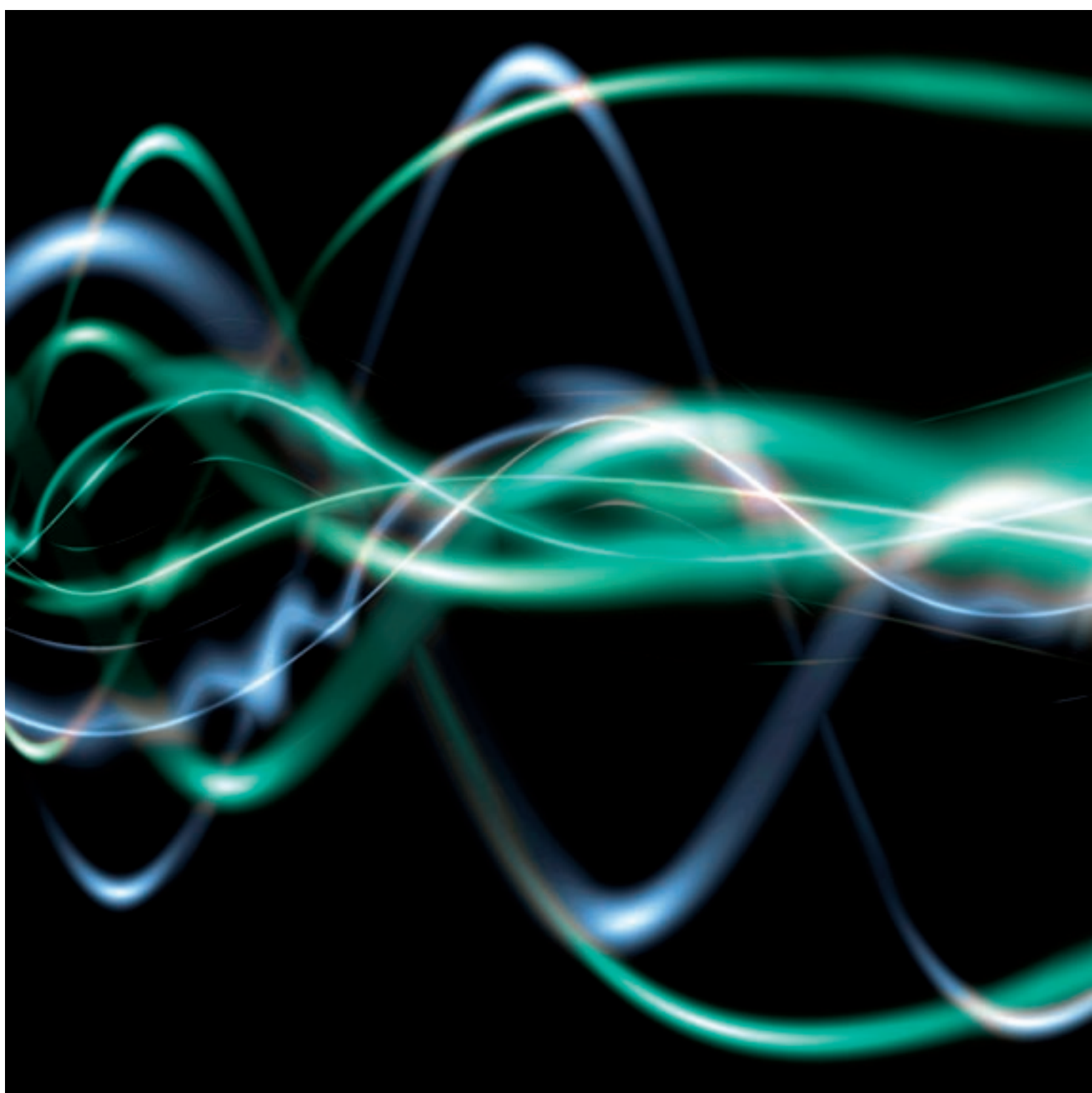


WHITE PAPER

# Standard DMR Evropského úřadu pro telekomunikační normy

pro profesionální systémy obousměrné radiové komunikace



# Úvod

V oblasti profesionálních systémů obousměrné radiové komunikace se odehrává největší vývojový skok od vynálezu tranzistoru – přechod z analogových na digitální systémy. Digitální radiokomunikace nabízí oproti analogu celou řadu výhod, např. zvýšenou zvukovou kvalitu při delším dosahu, lepší ochranu komunikace, vyspělé funkce pro řízení volání, možnost snadného propojení s datovými systémy atd.

V brzké době budeme v oblasti profesionálního využití radiokomunikace svědky všeobecného přechodu na digitální systémy. Tlak regulačních orgánů spojený s aktuálními provozními potřebami nutí výrobce i uživatele, aby na přiděleném výřezu vysokofrekvenčního spektra přenášeli stále více a více informací – jinými slovy, aby zvýšili tzv. spektrální účinnost. Kanály, na nichž se běžně přenášel v jeden okamžik vždy jen jeden hovor, se nyní dělí, takže na nich mohou běžet současně dva hovory.

Ve snaze pomoci vyřešit problémy při hromadném přechodu profesionálních uživatelů na digitální systém vyvinul Evropský ústav pro telekomunikační normy (ETSI) nový digitální standard DMR (Digital Mobile Radio), který je založen na dvouslotovém protokolu TDMA. Úspěšné telekomunikační standardy vycházející z technologie TDMA (např. GSM a TETRA) si již našly široké uplatnění na celém světě a budoucí požadavky na ještě vyšší spektrální účinnost budou zcela jistě založeny na TDMA. Dnes, stejně jako i zítra, přináší technologie TDMA výhody pružné funkčnosti, nízké ceny vybavení, delší výdrže akumulátorů, kompatibilitu s budoucími systémy a prověřené schopnosti zvýšit spektrální účinnost bez rizika zahlcení nebo rušení radiových kanálů.

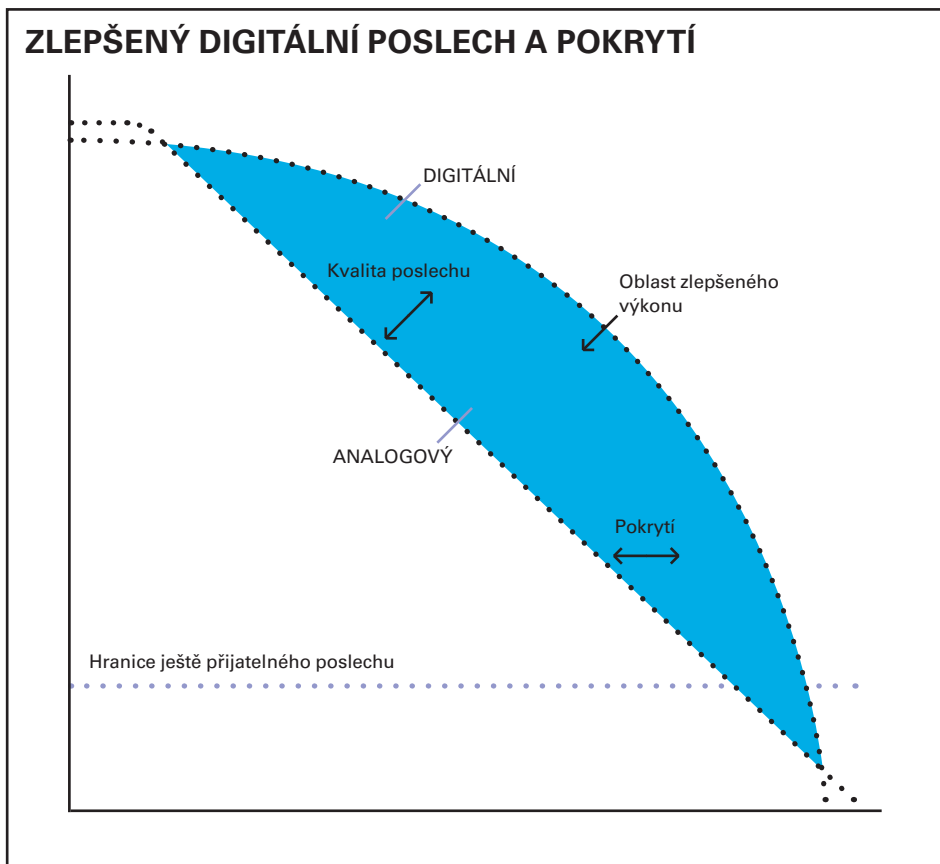
## Digitální obousměrná radiokomunikace – moderní řešení pro moderní potřeby

Analogové radiosystémy nacházejí široké využití ve všech oborech lidské činnosti a každý den prokazují svůj význam. V dnešní době ovšem možnosti inovací v této oblasti dosahují svých konečných mezí. Během více než půlstoletého experimentování a širokého používání bylo ve sféře analogových radiových systémů dosaženo v podstatě všeho, co si jen lze představit. Dospěli jsme k bodu, kdy je nutná zcela nová platforma, máme-li se dostat na novou úroveň výkonnosti a produktivity.

Celá řada organizací zjišťuje, že potřebují více, než je jim analogový systém schopen nabídnout. Jejich licencované kanály jsou možná přeplněné a oni potřebují další kapacitu, možná potřebují pružnější způsoby komunikace s interními i externími uživateli nebo vyžadují současně s hlasovou komunikací i přístup k datům, aby dokázali zlepšit svou produktivitu a schopnost reagovat. Digitální radiové systémy představují účinnou a pružnou platformu, kterou si mohou profesionální uživatelé přizpůsobit tak, aby pokryla nejen takové potřeby.

Přechod z analogové na digitální obousměrnou radiovou komunikaci pomůže v krátké době uspokojit celou řadu požadavků a zajistí vytvoření silné technické základny pro doplňování nových funkcí, reagujících na potencionální budoucí potřeby.

## ZLEPŠENÝ DIGITÁLNÍ POSLECH A POKRYTÍ



## Vyspělé funkce a pružnost

U tradičního obousměrného radiového systému FDMA zaujímá každý přenos celý jeden kanál. Na jednom kanálu může být přenášeno jedno poloduplexní volání. Jelikož DMR používá protokol TDMA, tato technická omezení pro něj neplatí. Dva časové sloty mohou přenášet dvě poloduplexní volání bez nutnosti dalšího vybavení a bez rizika omezení výkonnosti. Druhý časový slot je rovněž možné využít pro jiné účely, jako je např. „reverse-channel signalling“ (přenos dat ve zpětném kanálu). Tato funkce může sloužit pro realizaci prioritních volání, dálkové ovládání vysílající radiostanice, upřednostnění tísňových volání atd. Druhý časový slot může také sloužit k přenosu aplikačních dat, tedy např. textových zpráv či lokalizačních údajů, souběžně s voláním. Toto je velmi užitečná funkce například v dispečerských systémech, kde se pracuje jak s verbálními, tak vizuálními informacemi.

DMR rovněž umožňuje snadné úpravy v případě nových aplikací využívajících dva časové sloty – tím se maximálně zužitkuje úvodní investice do zařízení a současně se vytváří prostor pro vývoj budoucích modelů digitálních obousměrných radiostanic. V DMR je například možné dočasně spojit oba sloty při zvýšeném nároku na rychlost dat, případně využít oba sloty společně pro plně duplexní privátní volání. Časem se objeví další funkce, které jsou reakcí na praktické potřeby profesionálních uživatelů obousměrných radiových systémů. Produkty s DMR technologií přinášejí profesionálním uživatelům okamžité výhody, jako je hlasová kapacita 2:1 a zpětný přenos dat v rámci jediného kanálu, a lze je rozšiřovat o další funkce, jež se budou postupem času objevovat.

## Nižší cena vybavení

DMR vytváří „dvoukanálový“ systém pomocí jednokanálového vybavení, což o polovinu snižuje počet opakovačů a počet potřebného slučovacího zařízení. Jelikož díky tomu rovněž dochází k nižším ztrátám při slučování, zlepšuje se celkové pokrytí systému.

## DMR – nový začátek v profesionální mobilní radiové komunikaci

Standard ETSI DMR nabízí profesionálním uživatelům atraktivní výhody; vyšší spektrální účinnost a nižší nároky na vybavení znamenají významné úspory nákladů, zatímco zlepšené pokrytí, delší výdrž akumulátorů a funkce využívající zpětný kanál zvyšují výkonnost a produktivitu uživatelů.

Od zveřejnění standardu DMR v roce 2005 se výrobci začali více zaměřovat na vývoj a uvádění nových produktů pracujících na tomto standardu. Například Motorola, přední výrobce profesionálních obousměrných radiových systémů, v současné době uvádí řadu MOTOTRBO™ (další informace najdete na [www.motorola.com/mototrbo](http://www.motorola.com/mototrbo)).

DMR představuje další fázi vývoje profesionálních mobilních radiových systémů, která posiluje jejich čelní pozici v profesionální mobilní komunikaci pro náročné prostředí.

# Standardy a trhy pro digitální radiové systémy

S vývojem digitálních obousměrných radiových technologií mohou profesionální uživatelé očekávat rostoucí nabídku různých systémů, ať již založených na standardech, nebo proprietárních protokolech. Při používání systémů založených na široce akceptovaných standardech bude uživatel moci těžit ze spolehlivého provozu, kompatibility a vzájemné funkceschopnosti mezi konkurenčními výrobky různých výrobců v různých cenových hladinách.

Přestože se trhy obousměrných radiových systémů ve světě do určité míry liší, lze je zhruba rozdělit na tři základní kategorie: (1) spotřebitelé (včetně průmyslového využití radiostanic s krátkým dosahem), (2) profesionální použití / obchodní segment a (3) veřejnobebezpečnostní organizace. S určitými přesahy existují odpovídající standardy pro digitální obousměrné radiové systémy Evropského ústavu pro telekomunikační normy, které pokrývají potřeby každého z takto široce vymezených tržních segmentů.

Tržní kategorie	Příklad vertikálního trhu	Digitální radiové standardy
Veřejnobebezpečnostní organizace	Tísňové služby PAMR	ETSI: TETRA (Trunking)
	Veřejná doprava	
	Letiště a přístavy Místní	
Profesionální použití / obchodní segment	Doprava Důlní společnosti	ETSI: DMR (Conventional & Trunking)
	Petrochemie Veřejná infrastruktura	
	Výroba Taxislужba	
	Stavebnictví Půjčovny	
	Soukromé bezpečnostní agentury	
	Sklady Zemědělství	
Spotřebitelé / průmyslové využití radiostanic s krátkým dosahem	Maloobchod Ubytovací služby	ETSI: dPMR vrstva 1 (bezlícenční)

## Veřejnobebezpečnostní segment

Tuto tržní kategorii definuje potřeba vysoce spolehlivé komunikace v těch nejobtížnějších podmínkách, zabezpečení a schopnost vzájemné funkceschopnosti různých zařízení. Úřad ETSI definoval pro tuto skupinu uživatelů jednotný digitální standard Terrestrial Trunked Radio (TETRA), který využívá čtyřslotovou technologii TDMA v kanálech 25 kHz pro zvýšení spektrální účinnosti a umožnění současného několikanásobného přístupu. Protokol TETRA dovoluje různá skupinová volání na různých frekvencích, včetně volání mezi dvěma účastníky, volání mezi jedním a více účastníky či volání více účastníků s více účastníky.

## Profesionální použití / obchodní segment

Mezi segmentem veřejnobebezpečnostního využití a spotřebním trhem leží rozsáhlý trh organizací, které buď nemají dostatek prostředků, anebo nepotřebují drahou infrastrukturu odolnou proti poruchám, ovšem které i tak využijí zvýšenou kapacitu licencovaných kanálů, vyspělé funkce, široký dosah a další výhody špičkových systémů. Do tohoto sektoru patří dopravní společnosti, vzdělávací instituce, stavební firmy, průmyslová výroba, soukromé bezpečnostní agentury a obce. Právě pro tyto uživatele úřad ETSI definoval úzkopásmový digitální protokol DMR, který využívá dvouslotovou technologii TDMA v kanálech 12,5 kHz. DMR zajišťuje spektrální účinnost a podporuje vyspělé hlasové funkce a integrované datové IP služby v licencovaných pásmech pro náročnou komunikaci.

## Spotřebitelé / průmyslové využití radiostanic s krátkým dosahem

V následujících několika letech řada evropských zemí nabídne nové jednotné bezlícenční pásmo 446,1 – 446,2 MHz, pro které úřad ETSI definoval úzkopásmový digitální radiový protokol dPMR, jenž využívá technologii FDMA v kanálech 6,25 kHz. dPMR je určen pro spotřebitele a nízkovýkonové komerční systémy s maximálním účinným vyzářovaným výkonem 500 mW. Zařízení standardu dPMR s omezeným počtem kanálů a pevnými či integrovanými anténami, která nepoužívají opakovače ani telefonní propojení, jsou vhodná pro osobní a rekreační účely, použití v menších maloobchodech a dalších prostředcích, kde není nutný velký dosah nebo vyspělé funkce.

# Standard DMR

Standard DMR (ETSI TS 102 361) je určen zejména pro stávající profesionální uživatele analogových systémů v licencovaných pásmech PMR. Na následujících řádcích uvádíme některé z mnoha důvodů, proč je DMR tou správnou volbou právě pro tyto uživatele.

## Vyšší spektrální účinnost

Pro mnoho uživatelů obousměrných radiových systémů je největším přínosem digitálního radia možnost efektivnějšího využití licencovaných kanálů. Vlny v éteru jsou stále plnější a plnější a stará struktura licencovaných kanálů – jejímž původním hlavním cílem bylo sloužit mnoha vysílacím společnostem – již nevládne očekávaný nárůst vysílání a soukromého radiového provozu. DMR využívá osvědčenou metodu TDMA, zlepšující spektrální účinnost kanálu 12,5 kHz jeho rozdělením na dva stejně velké časové úseky, neboli časové sloty. Tím se zachová výhodná výkonnostní charakteristika signálu 12,5 kHz, a současně se umožní komunikace většího počtu lidí po licencovaných kanálech organizace přesně podle jejích potřeb. Dva sloty na jednom kanálu lze využít například k současnému přenosu dvou samostatných a soukromých rozhovorů, případně k přenosu rozhovoru současně s datovým přenosem nebo prioritní signalizací.

## Dostupnost spektra

DMR lze bez problémů uplatnit ve stávajících licencovaných pásmech PMR. Není nutné získávat novou licenci nebo nová pásma a nehrozí žádné nové formy rušení radiových kanálů – vyšší spektrální účinnost je tak bez problémů na dosah ruky.

## Delší výdrž akumulátorů

Jedním z největších problémů přenosných zařízení byla vždy výdrž akumulátorů. Dosud byly jen dvě možnosti, jak prodloužit dobu hovoru na jedno nabití. První je zvýšení kapacity akumulátoru – výrobci zde učinili obrovský pokrok, ovšem další zvyšování je možné jen při současném zvětšení rozměrů akumulátoru, a tedy omezení přenosnosti. Druhou možností je snížení vysílacího výkonu, který je energeticky zdaleka nejnáročnější funkcí obousměrné radiostanice. Tím se ale sníží dosah a zvýší možnost rušení z ostatních zařízení – což je v případě profesionálního využití radiových systémů nepřijatelný ústupek.

DMR ale nabízí další účinnou možnost pro prodloužení výdrže akumulátorů. Jelikož každé volání využívá pouze jeden ze dvou časových slotů, je potřeba pouze polovina kapacity vysílače. Vysílač běží polovinu doby na prázdko – tedy vždy, když je na řadě nevyužitý časový slot. Například při běžném cyklu použití 5 % vysílání, 5 % příjem a 90 % běhu na prázdko představuje doba vysílání asi zhruba 80 % celkového odběru proudu z akumulátoru radiostanice. Snížením doby skutečného vysílání o polovinu lze snížit odběr z akumulátoru až o 40 %, čili až o 40 % prodloužit dobu hovoru. Výsledkem je dramatické snížení celkové spotřeby proudu na hovor, což výrazně prodlužuje dobu použití v terénu na jedno nabití. DMR rovněž podporuje různé technologie režimu spánku a řízení spotřeby, které výdrž akumulátoru ještě dále prodlužují.

## Lepší zvuk a větší dosah

Uživatelé profesionálních obousměrných radiových systémů ke své práci nezbytně potřebují nerušenou, srozumitelnou a spolehlivou hlasovou komunikaci. Přerušené volání, chyba uživatele, zkomolená zpráva nebo vybitý akumulátor může znamenat snížení produktivity, ztrátu času a finančních prostředků, nespokojenost zákazníků či ztrátu zakázek. Vzhledem k charakteristice radiového vysílání mají analogové radiostanice celou řadu omezení, jež mají vliv na dosah a zřetelnost hlasové komunikace. V analogovém systému mají veškeré faktory prostředí rušící signál negativní vliv také na samotnou kvalitu příjmu. I když je možné degradovaný signál zesílit a retranslovat, neexistuje žádný způsob, jak dosáhnout původní kvality hlasu. Nejčastějším výsledkem degradace signálu je nárůst statických ruchů, kvůli nimž se signál stává čím dál tím více nesrozumitelný podle toho, jak se uživatel přibližuje do okrajového pole účinného dosahu radiostanice. Někdy to sice nemusí být příliš rušivé, ovšem často je konverzace rušena tak, že je v podstatě nesrozumitelná.

Naproti tomu se v DMR používají techniky opravy chyb, které dokáží navrátit hlas do téměř původní věrnosti na většině území pokrytého signálem. Ačkoli na digitální signál DMR působí stejné fyzikální vlivy jako na signál analogový, přesto lze degradovaným přenosem do místa určení doručit nedotčený digitální obsah, a to navzdory exponenciálnímu poklesu síly signálu. Digitální přijímače DMR jednoduše odmítnou cokoliv, co interpretují jako chybu. Třebaže „nečistý“ signál může v digitálním přijímači způsobovat rušení, jako je např. krátké zeslabení signálu nebo mechanické praskání, nikdy nezpůsobuje stálé poruchy, které vykazují analogové systémy v problematickém prostředí. Je-li přijímač DMR schopen rozpoznat digitální signál, umí jej dekodovat a srozumitelně reprodukovat hlas. Běžný dekodér DMR (schválený organizací DMR MoU) navíc na vysílací straně obsahuje technologii pro potlačování hluku pozadí, takže se například hluk davu nebo dopravy vůbec nepřenáší a není tedy na přijímací straně slyšet.



**MOTOROLA**

**Motorola s.r.o.**  
Praha City Center  
Klimentská 46  
110 02 Praha 1  
Česká republika

[www.motorola.com/mototrbo](http://www.motorola.com/mototrbo)

Logo Motorola a logo ve tvaru písmene M jsou zapsána u Úřadu pro patenty a obchodní známky USA. Všechny ostatní názvy produktů nebo služeb jsou majetkem příslušných registrovaných vlastníků. © Motorola, Inc. 2007.

MOTOTRBO.ETSI.DMR.WP-CZ (07/07)

Dostupnost materiálu ověřte u příslušného marketingového manažera společnosti Motorola.