

# Mobilní datová síť UMTS TDD

## Charakteristika UMTS pro data

Loni v říjnu spustil T-Mobile první síť typu UMTS v České republice. Nejedná se o klasickou síť UMTS FDD, která umožňuje kromě přenosu dat i provozování standardních hlasových služeb a videokonferencí, ale jde o čistě datovou síť. V tomto příspěvku se proto pokusíme problematiku datových sítí UMTS vysvětlit podrobněji. Název technologie UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) se postupem doby stal standardem, který definuje primární využití frekvenčních spekter v pásmu 1900–2025 MHz a (nebo) 2110–2200 MHz. Jeden kanál má přesně definovanou šířku 5 MHz. O standardizaci tohoto systému se stará skupina 3GPP (3rd Generation Partnership Project), kde jsou zastoupeni jak velcí mobilní operátoři, tak výrobci a dodavatelé infrastruktury i mobilních terminálů.

Rozlišujeme dva základní druhy UMTS podle způsobu řešení duplexního provozu. Prvním, velmi rozšířeným typem je FDD (Frequency Division Duplex), kde se pro uplink a downlink používá různých frekvenčních kanálů. Technologie UMTS FDD patří k běžně implementovaným verzím UMTS, kterou nabízejí operátoři v řadě zemí světa a pro kterou již existuje celá řada terminálů. Druhou možností je způsob označovaný TDD (Time Division Duplex), kde uplink a downlink používá jeden kanál. Oba směry přenosu se střídají v čase.

Systémy UMTS bývají označovány jako systémy třetí generace (3G). Jako první generace je označován dnes již téměř nepoužívaný analogový systém NMT (Nordic Mobile Telephony), za druhou generaci je považován dnes všeobecně dostupný systém GSM (Global System for Mobile Communications). Mezi druhou a třetí generací existuje ještě několik mezistupňů. Do kategorie 2,5G je řazen systém GSM doplněný o technologii GPRS (Global Packet Radio Service) pro paketový přenos dat, a pak zde ještě máme systém 2,75G. Síť GSM+GPRS je doplněna o technologii EDGE (Enhanced Data rates for Global Evolution), která umožňuje zvýšení přenosových rychlostí změnou modulace na rádiovém rozhraní.

## Parametry sítě

Jednou z firem, které stojí v čele nositelů pokroku v oblasti UMTS TDD, je IPWireless. Tato společnost navrhuje standardy v rámci 3GPP a následně pak pokračuje ve výrobě terminálů, základnových stanic a dalších prvků síťové infrastruktury. O tom, že se investice do tohoto systému jeví jako výhodná, svědčí i rostoucí zájem

pravila technické řešení v pásmu 1,9 GHz pro Prahu (1900,1–1905,1 MHz). Kromě toho nabídla firma IPWireless také technologii pro pásmo 872 MHz (872,0 až 875,8 MHz), které T-Mobile získal ve výběrovém řízení. Výhodou nižšího frekvenčního pásma je lepší šíření signálu. Proto bude toto pásmo použito při vykrývání geograficky členitých lokalit mimo

Prahu. Standardní frekvenční pásma UMTS, která byla definována v roce 1992 a používají se v Evropě, jsou uvedena v tabulce 1.

V roce 2000 byla uvolněna další pásma pro provoz UMTS směrem k vyšším frekvencím. Současnou situaci upřesňuje obr. 1.

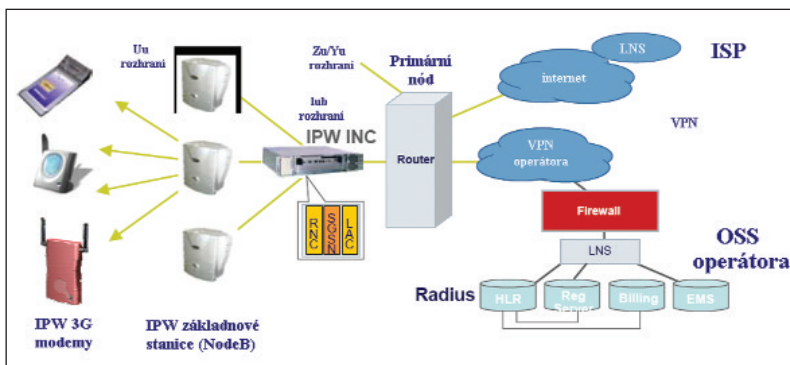
Síť UMTS TDD vychází ze standardu 3GPP Release 5. Oproti tomu dříve budované síť UMTS (např. ve Velké Británii, USA apod.) pracují ve starší normě 3GPP Release 99. Maximální sektorová rychlost činí u R5 přibližně 6 Mb/s, nicméně ta je rozdělena v rámci časového dělení na 4,75 Mb/s pro downlink a 1,1 Mb/s pro uplink. Latence se v závislosti na podmínkách pohybuje kolem 60 ms.

Výhodou řešení UMTS TDD od IPWireless je podpora QoS (Quality of Service), která umožňuje přiřazovat službám nebo uživatelům prioritu či limity v rámci sdíleného pří-

pojného bodu. Typickým způsobem použití je nabídka různě rychlých a různě limitovaných připojení za různou cenu. Takto má ostatně T-Mobile rozděleny tarify (Standard a Premium), které se kromě ceny a FUP liší i rychlostmi pro downlink a uplink. Dále lze přiřadit prioritu určitým typům dat, např. prioritizovat multimediální streamy oproti přenosu dat apod. Vlastnosti sítě UMTS TDD T-Mobilu jsou souhrnně uvedeny v tabulce 2.

Standard 3GPP UMTS TDD je navržen pro podporu jednofrekvenčních sítí ( $n=1$ ). Důvod je ten, že pásmo IMT

2000 3G obsahuje jediný kanál TDD. Aby byla technologie schopna podporovat takový režim, je nutné, aby operovala se záporným  $C/I$  (signál má menší hodnotu než šum/interference). UMTS TDD takovou podmínku splňuje při aplikaci principu rozprostřeného spektra. Všechny buňky tedy mohou využívat jen jednu frekvenci. Výhodnější je však použití více frekvencí,



Obr. 1 Architektura sítě UMTS TDD podle IPWireless

operátorů a výrobců, vyjádřený zejména jejich snahou prosazovat uváděný princip také z pozice globálního působení sdružení UMTS TDD aliance.

Technologie použitá firmou IPWireless umožňuje rychlý přenos dat uvnitř i vně budov a uživatelské terminály mohou být

Tabulka 1 Frekvenční pásma UMTS (1992)

Typ	Uplink	Downlink	Band
UMTS-FDD	1920–1980 MHz	2110–2170 MHz	60 + 60 MHz
UMTS-TDD	1900–1920 MHz	2010–2025 MHz	20 + 15 MHz

Tabulka 2 Parametry sítě UMTS TDD

rychlost stahování dat (downlink)	500–1000 kb/s
rychlost odesílání dat (uplink)	300–500 kb/s
zpoždění (latence, RTT)	50–70 ms
terminály	TDD UMTS/EDGE/GPRS PC karta nebo stolní modem s možností sdílení*
pokrytí	asi 50 % obyvatel (Q2 2006)
náhrada mimo oblast pokrytí	EDGE/GPRS
QoS	ano
různé tarify	ano

\*v současné době jsou v nabídce jen dva typy terminálů, které pracují pouze v pásmu 1,9 GHz a zvládají jen technologii UMTS TDD

i v pohybujících se objektech. Dosah buňky závisí na plánovací strategii – může být malý (např. kolem stovky metrů) v případě mikrobuňky, nebo také až 30 km podle konkrétního záměru poskytovatele.

A jak je to s UMTS TDD u nás? T-Mobile si vybral pro realizaci síťové infrastruktury technologie dodávané už zmiňovanou firmou IPWireless, která pro něj při-

a pokud je má operátor k dispozici, dochází zároveň také ke zlepšení parametrů (propustnost apod.).

Flexibilita standardu 3GPP TD-CDMA je výhodná zejména pro širokopásmový datový provoz. Nyní si uvedeme několik příkladů:

- asymetrický provoz – počet kanálů pro uplink a downlink se přizpůsobuje očekávanému požadavku na provoz; pro použití sítě k připojení k Internetu je výhodný poměr 3:1 mezi downlinkem a uplinkem (tj. 9 časových kanálů pro downlink a 3 pro uplink) a v případě potřeby symetrického provozu (např. v režimu hlasové služby) se použije poměr 1:1 (tj. 6 kanálů pro uplink i downlink); TDD umožňuje operátorovi měnit poměr kanálů, což u FDD možné není,

- sdílení kanálů – 3GPP

- TD-CDMA umožňuje použít sdílené kanály pro uplink (USCH – Uplink Shared Channel) i downlink (DSCH – Downlink Shared Channel); terminál zůstává ve stavu Cell\_FACH, ve kterém naslouchá na přístupovém kanálu FACH (Forward Access Channel) a čeká na přiřazení rádiových prostředků – terminál tedy nevykazuje žádnou aktivitu a nevyužívá žádné síťové prostředky,
- cell breathing (dýchání buňek) – u 3GPP TD-CDMA (implementace od IPWireless) k tomuto jevu (změna velikosti buňky), který negativně ovlivňuje přenosovou rychlost, nedochází.

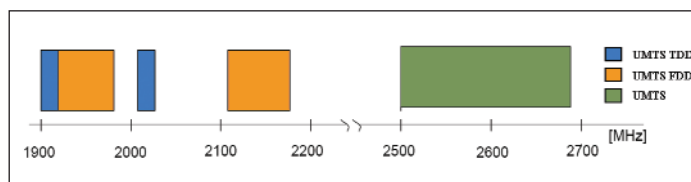
## Rádiové rozhraní

Jak už bylo řečeno, u TDD slouží jedna frekvence pro vysílání i příjem. Pro přepínání mezi jednotlivými směry se používá RF-přepínač.

U technologie UMTS TDD se jeden rámeček skládá z 15 timeslotů, doba trvání rámečku je 10 ms. Seskupením těchto rámečků pak vznikne tzv. superrámeček. Struktura timeslotů je stejná jako u UMTS FDD. Pomocí timeslotů mohou být přenášeny jak časové, tak řídicí kanály (obvykle slouží 3 timesloty pro přenos řídicích signálů, zbylých 12 timeslotů je použito pro přenos dat). Pro uplink i downlink se používá modulace QPSK a 16QAM.

Útlum signálu na rádiovém rozhraní může být u UMTS TDD určen pomocí intenzity přijímaného signálu. Základnová stanice vysílá na kontrolním kanálu hodnotu vysílacího výkonu kanálu PCCPCH (Primary Common Control Physical Channel). Terminál pak měří intenzitu signálu tohoto kanálu a na základě těchto dvou hodnot může určit optimální vysílací výkon, což vede ke snížení interference a v neposlední řadě i k šetření baterie terminálu.

Volba formátu transportu dat RA (Rate Adaptation) je pro každého uživatele jiná, jedná se o rozdílné kódování a modulace, které závisí na charakteristikách kanálu a interferenci. Účelem je zajistit co nejvyšší přenosovou rychlost. Rádiové rozhraní je statisticky sdíleno jednotlivými uživateli. Uživatelé jsou stále připojeni, ale přitom v případě, že nevysílají nebo nepřijímají data, nepoužívají žádnou síťovou kapacitu. Síť se navrhuje velice podobně jako běžná buňková síť za použití osmi-, šesti- nebo třísektorových buňek. Rádiové rozhraní TDD je kompatibilní se standardy

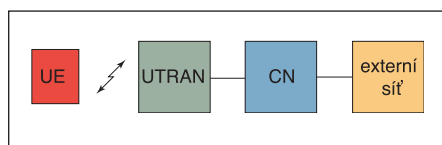


Obr. 2 Frekvenční pásma UMTS (2000)

UMTS, takže je možné zařízení umístit u základnových stanic UMTS-FDD a sdílet vybavení stanic včetně antén.

## Architektura

Obecná struktura sítě UMTS je znázorněna na obr. 2. Nyní přejdeme k popisu architektury sítě UMTS TDD podle IPWireless, která je zobrazena na obr. 3. Řešení rádiové přístupové části RAN (Radio Access Network) se skládá z integrovaného síťového kontroléru INC (Integrated Network Controller), ze základnových sta-



Obr. 3 Struktura sítě UMTS, kde UE (User Equipment) je uživatelský terminál, UTRAN-UMTS (Terrestrial Radio Access Network) je rádiová přístupová síť, CN (Core Network) je centrální část sítě

nic NodeB a z množství malých nízkovýkonových přístupových terminálů pro uživatele.

INC se skládá z kontroléru rádiové části RNC (Radio Network Controller), z prvku SGSN (Serving GPRS Support Node) a koncentrátoru LAC (LNS Access Concentrator). Kontrolér rádiové části RNC je připojen k základnovým stanicím (NodeBs) a alokuje pro ně zdroje na rádiovém rozhraní. SGSN slouží k relačnímu managementu. Koncentrátor LAC je připojen k serveru LNS (L2TP Network Server) v centrální oblasti sítě, se kterým komunikuje pomocí protokolu L2TP (Layer 2 Tunneling Protocol). IPWireless RAN může být připojena ke standardní síti IP obsahující routery, switche a RADIUS-servery, případně k jádru 3G sítě, kde jsou obsaženy síťové prvky SGSN, GGSN, HLR gateway a HLR.

## Terminály

Produktová řada firmy IPWireless je navržena pro rychlosti až 1,6 Mb/s umožňující přenos provozu IP pro přístup k Internetu a další služby. V současné době jsou v nabídce T-Mobilu dva druhy terminálů – stolní modem a PCMCIA karta.

Některé užitečné vlastnosti stolního modemu:

- možnost připojení přímo k PC přes USB,
  - možnost komunikace s PC prostřednictvím protokolu PPPoE přes ethernet,
  - možnost připojení ke gateway routeru,
  - vysílací výkon 24 dBm (+1/-3 dB),
  - integrovaná omni-anténa,
  - provoz na baterie s možností připojení k elektrické síti.
- Karta PCMCIA řídí komunikaci, definuje rozhraní, obsahuje integrovanou anténu přizpůsobenou pro vysílací výkon 24 dBm (+1/-3 dB), signalizuje připojení k síti přes síťový indikátor a RF indikátor. Lze ji napájet z PC napětím 3,3 V.

## Základnové stanice

Základnové stanice v provedení pro venkovní použití tvoří hlavní prvky standardních sektorových makrobuněk i vnitřních nebo vnějších mikrobuněk. Pokrytí závisí na síťové konfiguraci, dosah se může pohybovat od stovek metrů u mikrobuněk po přibližně 2,5 km u standardních buněk a až po 30 km u varianty pro maximální dosah.

Základnová stanice NodeB ve variantě UTRAN TD-CDMA dovoluje přístup desítek uživatelů a může být uzpůsobena jako vnější tří- nebo šestisektorová makrobuněk, případně jako mikrobuněk.

Základnové stanice jsou řízeny pomocí kontroléru INC. Pro připojení stanic k INC je možné použít tato rozhraní:

- point-to-point 100Base-T Ethernet,
- nxT1 nebo nxE1.

Základnová stanice NodeB pro vnitřní použití využívá standardní 19palcový rack a narozdíl od stanice pro venkovní použití se vyznačuje tzv. vysílací diverzitou (znamená to zvýšení odolnosti vůči chybám tím, že se identický signál vysílá pomocí dvou různých antén).

## Modul INC

Řadič INC v sobě integruje funkce pro řízení rádiové sítě, část GPRS Support Node a další funkce na vyšších vrstvách RM OSI. Umožňuje připojení přes TCP/IP na třetí vrstvu do Internetu nebo do privátní datové sítě.

Na síťové straně kontroléru se používají standardní internetové protokoly. Umožňují připojení k dalším kontrolérům INC pomocí IP-routerů, ATM-switchů apod. Všechny systémy (včetně řídicích systémů

i registru HLR – Home Location Register) komunikují přes síťové elementy pomocí standardních protokolů IP, což je výhodné z hlediska umístění a vzájemného propojení těchto systémů.

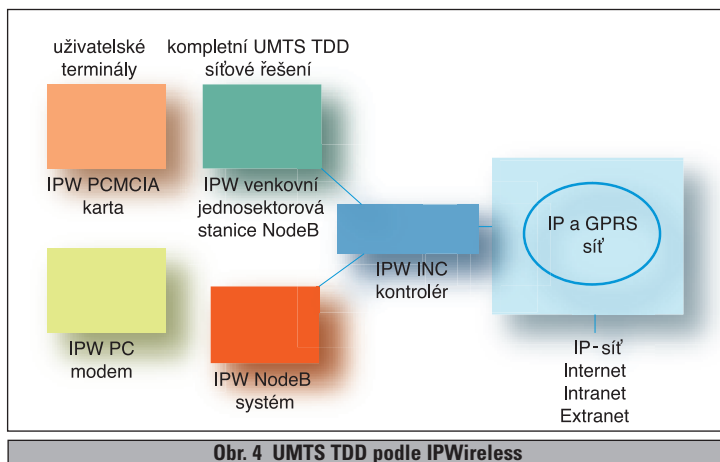
Modul INC používá speciální OS a montuje se do 19palcových racků. Pro připojení do sítě je možno použít rozhraní T1, T3, E1, E3 a 100Base-T, která se nacházejí na kartě RNI.

Na obr. 4 je blokové schéma IPWireless řešení – IP Core. Architektura IP-sítě je podobná architektuře sítě pro DSL nebo pro kabelové síť. Je uveden příklad jedné z možných variant. Server LNS zde ukončuje spojení z INC, které probíhá pomocí protokolu L2TP. Vícenásobný server LNS se může použít pro vyrovnávání zátěže nebo pro různé provozovatele ISP (Internet Service Provider). Přístupový server RADIUS se používá pro uživatelskou autentikaci do rádiové sítě a zachycování registračních informací. Server ISP RADIUS slouží k uživatelské autentikaci do sítě daného provozovatele ISP. Registrační server může zprostředkovat self-provisioning – po prvním přihlášení do sítě je uživatel automaticky přesměrován na registrační server, kde zadá své jméno a heslo.

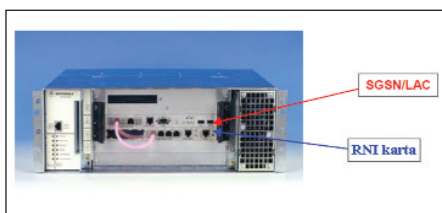
## Řízení sítě

Řízení sítě UMTS TDD je možné prostřednictvím speciálního softwaru Network Manager Software, který dodává firma

naprogramován v jazyce Java a pomocí něj lze síť řídit prakticky z jakéhokoliv počítače vybaveného MS Explorerem. Ke komunikaci se základnovými stanicemi a kontroléry používá INC software SNMP-protokol. Pomocí tohoto prostředku je operátor schopen řídit kontroléry INC, základnové stanice NodeB, systémové alarmany, rádiové rozhraní a další.



Obr. 4 UMTS TDD podle IPWireless



Obr. 5 kontrolér INC

IPWireless. Součástí tohoto software je EMS (Element Manager Software), který umožňuje operátorovi konfigurovat, kontrolovat i řídit mobilní síť. Klient EMS je

## Shrnutí

Řešení mobilní datové sítě pomocí UMTS TDD je z hlediska parametrů rozhodně zajímavé. V porovnání s UMTS FDD bez technologie HSPDA, kterou zatím stejně žádný operátor komerčně nenabízí, má UMTS TDD, pokud jde o parametry, rozhodně navrch. V současné době se reálné hodnoty blíží maximálním hodnotám pro daný tarif (u vyššího 1024/256 kb/s). Uvidíme, jak se budou přenosové rychlosti měnit se zvyšujícím se počtem uživatelů v síti.

Ing. Jiří Svoboda ml.,  
Katedra telekomunikační techniky,  
ČVUT FEL

## ODKAZY

- [1] [www.ipwireless.com](http://www.ipwireless.com)
- [2] [www.t-mobile.cz](http://www.t-mobile.cz)
- [3] [www.mobil.cz](http://www.mobil.cz)
- [4] [www.mobilmania.cz](http://www.mobilmania.cz)