

# **Prognóza trhu aplikací UWB**

**PARDUBICE 2008**

## **OBSAH:**

- 1. Úvod.**
- 2 Podmínky pro rozvoj aplikací.**
- 3 Současný stav a rozvoj.**
- 4. Závěr.**

Červenec 2008 Ing. Jan Kramosil

## 1. Úvod.

Téma aplikací využívajících modulační metody na bázi UWB ve využívaném přenosovém kanálu jsme na této konferenci poměrně zevrubně zmínili již v roce 2005. Uplynula doba tří let a postupně jsou zřetelné určité trendy, které ukazují, jaké konkrétní aplikace využívající UWB technologie se budou v nejbližším období více či méně vyvíjet.

Základní princip UWB systémů spočívá ve využití extrémně široké části kmitočtového spektra pro přenos informace, a to s minimální výkonovou spektrální hustotou. Původně se tedy předpokládalo využití výhod této koncepce při rozvoji aplikací zejména v oblastech komunikace a radiolokace.

### **Komunikační systémy:**

- Vysokorychlostní přenosové sítě a systémy (WPAN) uvnitř budov
- Vysokorychlostní přenosové sítě a systémy pro vnější prostředí s extrémně nízkými ERP
- Přenosové systémy v prostředí CATV, xDSL, PLC, LAN, atd. (UWB for wired media)
- Komunikační systémy se skrytým provozem (Low probability of detection systems)

### **Radiolokační systémy**

- Sledovací systémy s vysokou rozlišovací přesností (RF tracking and positioning applications)
- Rádiové identifikační systémy (RFID tags)
- Detektory pohybu a zabezpečovací systémy (Motion sensors and Range finders)
- Detektory a zobrazovače objektů v prostředí s neprostupnými překážkami (GPR- Ground penetrating radars, WPR-Wall penetrating radars, through wall imaging systems)
- Antikolizní radary (anti-collisions short range radars)

Pro úplnost ještě uvedme, že systémy UWB lze v zásadě rozdělit do dvou skupin. Do první skupiny lze zařadit tzv. **systémy impulsní** (Impulse Response UWB, IR – UWB). Systémy v této skupině využívají pro odlišení uživatelů buď pseudonáhodný časový posuv (TH – Time hopping) a nebo je pro odlišení uživatelů využíváno ortogonální pseudonáhodné sekvence. Tím se tyto systémy velmi podobají běžným CDMA systémům využívajícím rozprostírání spektra přímou kódovou sekvencí (DS<sub>SS</sub>), a to i z pohledu použité modulační metody nebo přidělování kanálů. Proto jsou někdy systémy v této skupině označovány jako DS – UWB.

Do druhé skupiny jsou zařazovány takzvané **systémy mnohopásmové** (Multiband UWB), označované jako MB – UWB. Výchozí ideou pro vývoj systémů MB-UWB byl předpoklad, že stejnou šířku spektra systému (min. 500 MHz) a stejných vlastností (nízká výkonová spektrální hustota, vysoká datová propustnost kanálu) lze dosáhnout nejen využitím subnanosekundových monopulsů a modulací jednoho nosného kmitočtu, ale i jiným modulačním principem. Tato úvaha vedla k využití modulačních metod na bázi OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex).

## 2. Podmínky pro rozvoj aplikací.

Zásadním impulsem pro otevření trhu s aplikacemi na bázi UWB bylo stanovení regulačních pravidel pro jejich nasazení na území USA, která vydal FCC jako oficiální dokument:

- „FCC Rules, Part 15; FCC 02-48: FCC First Report and Order“, přijatý 14. února 2002.

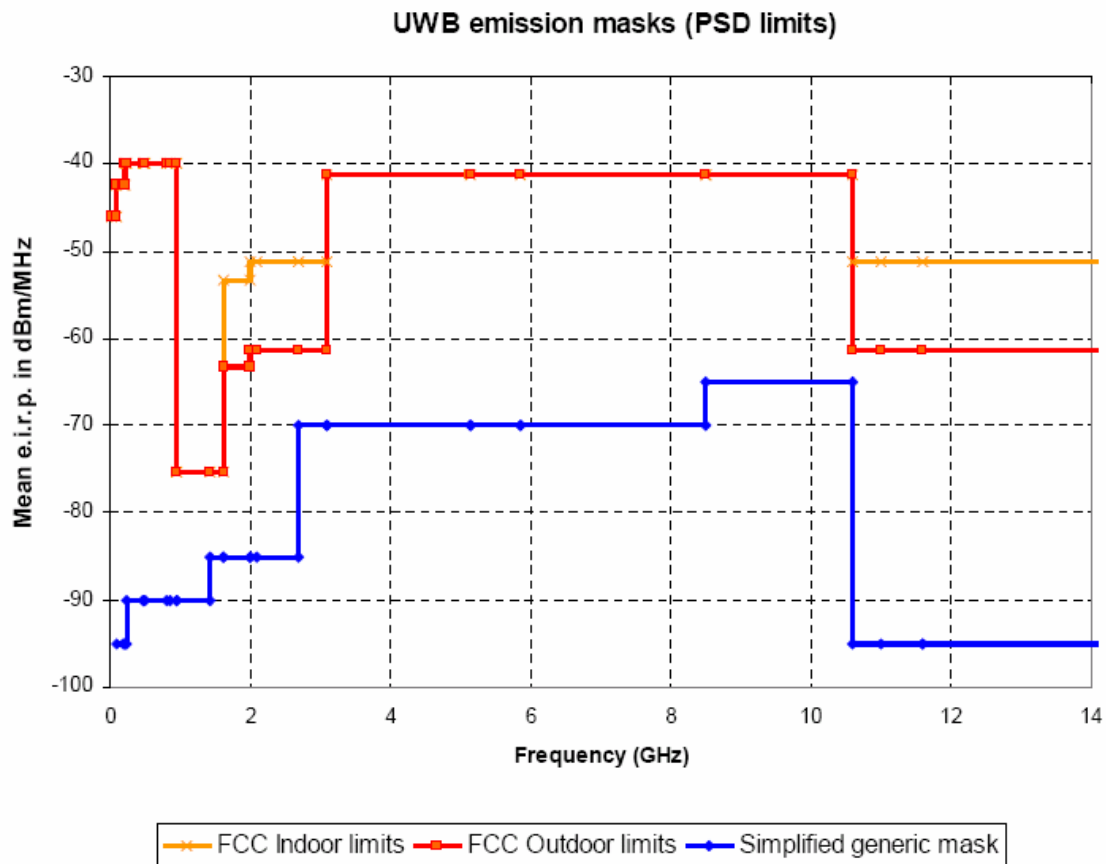
Tento dokument byl v dalších letech doplněn dalšími oficiálními dokumenty:

- FCC 03-33: FCC Memorandum Opinion and Order, přijatý 13. února 2003
- FCC Second Report and Order, přijatý 15. prosince 2004

Východiskem pro stanovení obecných pravidel pro zavedení systémů UWB v zemích CEPTu byl dokument **ECC Report – 64**, „THE PROTECTION REQUIREMENTS OF RADIOCOMMUNICATIONS SYSTEMS BELOW 10.6 GHz FROM GENERIC UWB APPLICATIONS“, předložený na zasedání ECC v Helsinkách v únoru 2005. Tento dokument ukazuje, že na rozdíl od FCC, která pro stanovení kmitočtové masky PSD vycházela zejména z omezení daných provozem zařízení GPS v rozsahu 0,96 – 1,61 GHz a zařízení UMTS v okolí 1,99 GHz, přistupuje CEPT k problematice UWB daleko komplexněji.

Výsledkem poměrně rozsáhlých studií kompatibility, které proběhly v rámci příslušných projektových týmů CEPT, byl návrh výchozí kmitočtové masky PSD, která se od modelu prezentovaného FCC zásadně liší. Obr. č. 1 ukazuje průběh zjednodušené výchozí kmitočtové masky CEPT (simplified generic mask) v porovnání s maskami FCC pro vnitřní i vnější systémy.

OBR. č. 1 Porovnání kmitočtových masek UWB (FCC a CEPT)



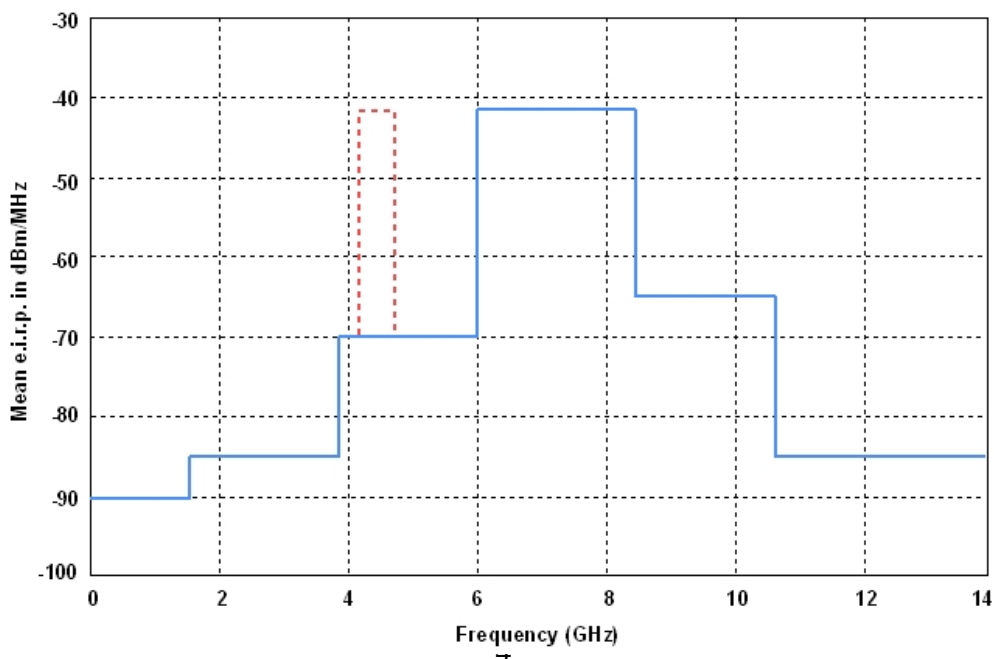
V průběhu let 2005 a 2006 pak v rámci mandátů (*Mandates to CEPT to harmonise radio spectrum use for ultra-wideband systems in the European Union*) udělených Evropskou komisí příslušným projektovým týmům CEPT pokračovaly práce na konečné podobě doporučení, na základě kterého by bylo možno využívat rádiové spektrum technologiemi UWB v evropském teritoriu. Práce byly završeny vydáním Rozhodnutí EC (DEC2007/131/EC) ze dne 21. února 2007, o umožnění využívání rádiového spektra pro zařízení využívající ultraširokopásmovou technologii harmonizovaným způsobem ve Společenství.

Součástí zmíněného rozhodnutí je i definovaná kmitočtová maska uvádějící emisní limity pro zařízení UWB, která nevyužívají vhodnou techniku vhodnou pro zmírnění možných rušení.

TAB. č. 1 Hodnoty limitů pro kmitočtovou masku UWB podle Rozhodnutí EC (DEC2007/131/EC)

Kmitočtový rozsah (GHz)	Maximální střední hustota e.i.r.p. (dBm/MHz)	Maximální špičková hustota e.i.r.p. (dBm/50MHz)
do 1,6	- 90,0	- 50,0
1,6 až 3,4	- 85,0	- 45,0
3,4 až 3,8	- 85,0	- 45,0
3,8 až 4,2	- 70,0	- 30,0
4,2 až 4,8	- 41,3 (do dne 31. prosince 2010) - 70,0 (po dni 31. prosince 2010)	0,0 (do dne 31. prosince 2010) - 30,0 (po dni 31. prosince 2010)
4,8 až 6,0	- 70,0	- 30,0
6,0 až 8,5	- 41,3	0,0
8,5 až 10,6	- 65,0	- 25,0
nad 10,6	- 85,0	- 45,0

OBR. č. 2 Kmitočtová maska UWB podle Rozhodnutí EC (DEC2007/131/EC)



OBR. č. 2 ukazuje, že konečná podoba kmitočtové masky pro UWB zařízení podle Rozhodnutí EC se od původní výchozí masky CEPT výrazně liší. Jedním z důvodů je i snaha (podporovaná poměrně silným lobby výrobců UWB chipsetů) přiblížit podmínky pro uplatnění zařízení UWB na evropském trhu podmínkám na poměrně velkém trhu USA, který byl navíc otevřen s několikaletým předstihem.

Rozhodnutí EC zjevně primárně upřednostňuje části rádiového spektra nad 6 GHz pro využití aplikacemi UWB. Nicméně podle Rozhodnutí jsou obecně přípustná i jiná omezení e.i.r.p., jsou-li využity v rámci aplikace vhodné techniky zmírňující rušení, které umožní, že zařízení dosáhnou zajištění na alespoň rovnocenné úrovni ochrany jako při použití omezení podle TAB. č. 1.

Kromě stanovení pravidel určujících způsoby nekonfliktního využívání rádiového spektra (harmonizace využívání rádiového spektra) je jako součást vytváření podmínek pro rozvoj a uplatnění aplikací na trhu důležitá i úroveň standardizace zařízení. V horizontu let 2004 – 2005 se jako klíčové pro standardizaci zařízení jeví prostředí organizace IEEE. V rámci přípravy standardu IEEE 802.15.3a byly připraveny dvě systémové koncepce UWB, a to DS-UWB jejímž propagátorem byla hlavně aliance UWB Forum a MB-UWB propagovaná aliancí WiMedia. V tehdejší době se jako pravděpodobnější jeví standardizace DS-UWB.

S postupem času se však ukázala síla a schopnosti aliance WiMedia, která dokázala v uplynulém období prosadit standardizaci zařízení pro UWB aplikace u dvou organizací pro mezinárodní standardy, a to u ECMA International a ISO. Práce na vytvoření standardu v rámci IEEE 802.15.3a byly mezitím v lednu 2007 zastaveny. Jedním z hlavních momentů, které byly příčinou dosavadních úspěchů aliance WiMedia v procesu standardizace technologie Multiband OFDM UWB, byla snaha o dosažení maximálního stupně interoperability aplikací UWB s dalšími platformami jako jsou zejména Wi-Fi a Bluetooth.

### 3. Současný stav a rozvoj.

Na základě informací dostupných v první polovině roku 2008 se zdá, že výchozí platformou pro masivní rozvoj a implementaci aplikací UWB bude oblast WPAN. V současné době jsou aplikace zaměřeny v první řadě na odstranění pokud možno veškerých metalických propojení mezi periferiemi osobních počítačů a návazně dalších zařízení spotřební elektroniky.

OBR. č. 3 Uplatnění UWB aplikací v oblasti WPAN.



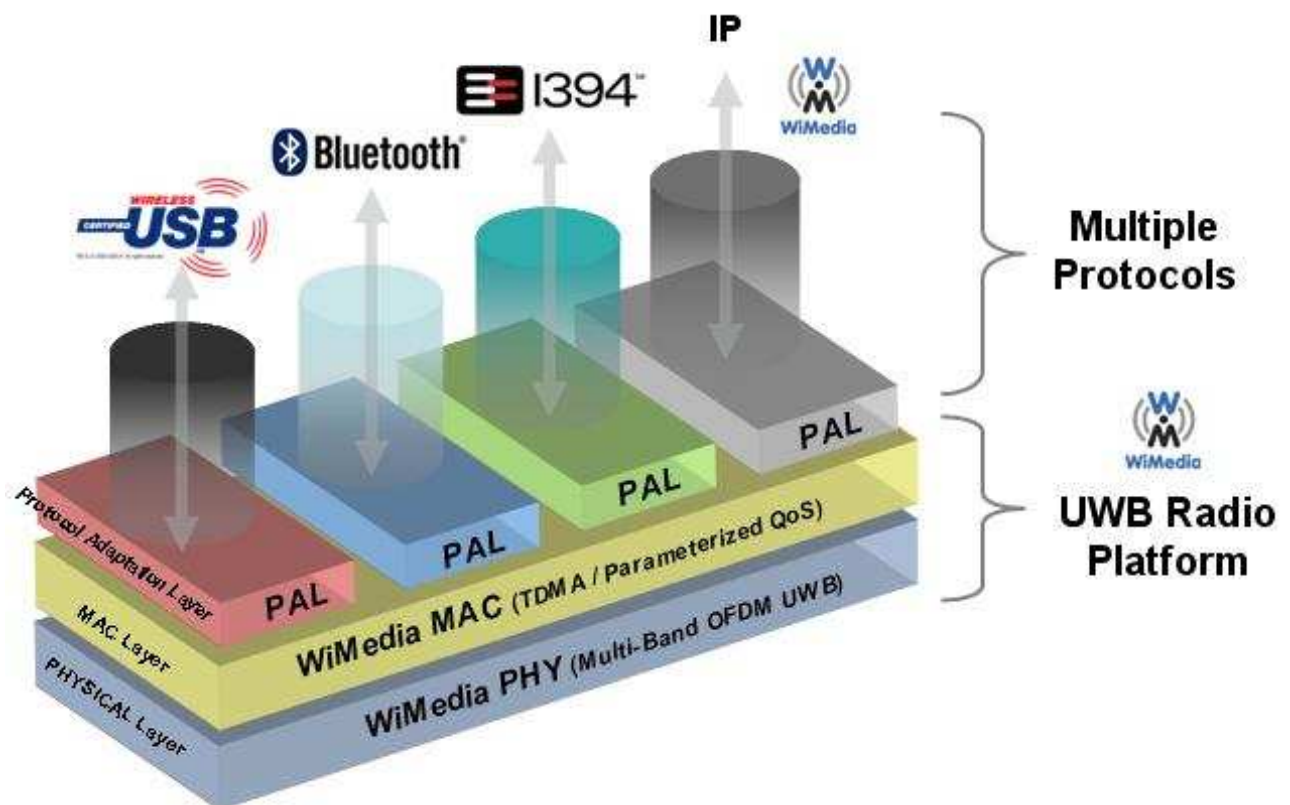
Na základě standardu Ecma 368/369 a podle konceptu prosazovaného aliancí WiMedia je pro USB aplikace v oblasti WPAN klíčové tzv. „Wireless USB“ rozhraní.

Z výrobců počítačů patří mezi první propagátory aplikací USB společnosti Dell, Lenovo a Toshiba, z výrobců USB rozhraní pak společnosti IO Gear, D-Link, Belkin

Hlavní rysy, které, jak se zdá, předurčují tento typ UWB aplikací k masovému rozšíření v blízké budoucnosti, jsou tyto:

- zajištění vysoké přenosové rychlosti v rozsahu 100Mbps – 1Gbps
- cena UWB chipsetu cca 15,-USD což je o 10 – 20 USD méně než u jiných technologií
- široká míra interoperability podle konceptu WiMedia (viz. OBR.č.4)

OBR. č. 4 Interoperabilita konceptu Wireless USB

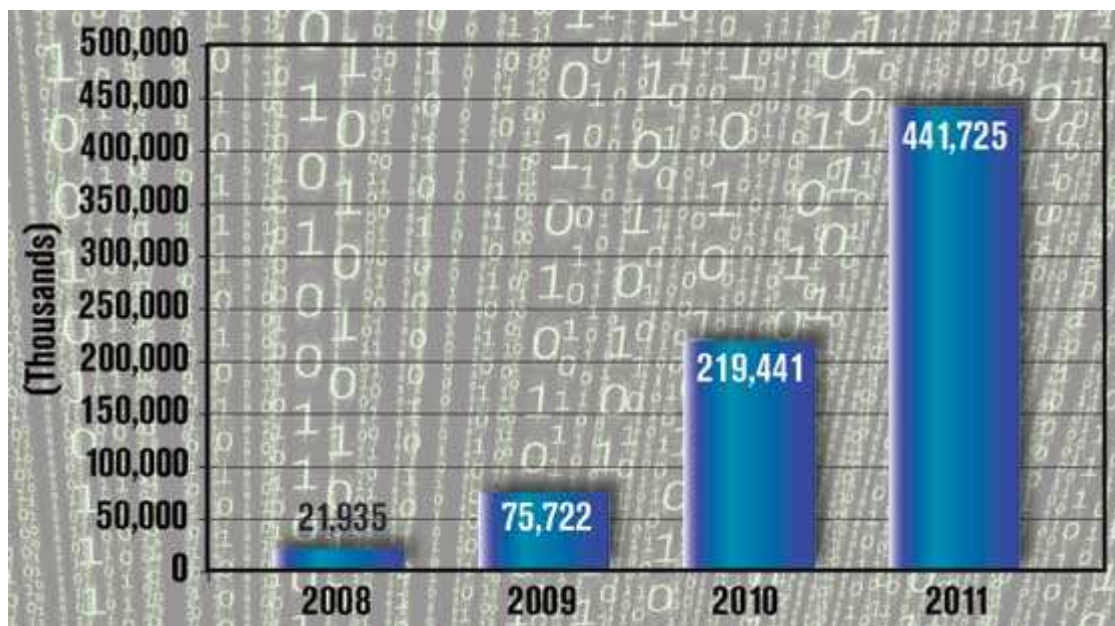


© WiMedia 2007

Podle společnosti In-Stat se předpokládá růst trhu UWB aplikací pro WPAN v dalších letech až na úroveň 441 mil. UWB produktů prodaných v roce 2011, a to z úrovně 22 mil. v roce 2008. Tento odhad je založen na předpokladu uskutečnění postupného přechodu z 2-čipového řešení na 1-čipové, což by mělo umožnit další snížení ceny potřebného chipsetu na hodnotu 4 – 5 USD.

Předpokládaný rozvoj trhu UWB aplikací podle společnosti In-Stat je zachycen na OBR. č.5.





© In-Stat 2008

Pro úplnost je nutno uvést, že další platformou, kde již dnes lze očekávat rovněž masivní rozvoj UWB aplikací, je oblast zařízení RFID (Radio-frequency Identification) a RTLS (Real Time Locating Systems). Podle studie společnosti IDTechEx lze předpokládat růst objemu trhu těchto aplikací jen ve zdravotnictví ze současných 120,9 mil USD (2008) na úroveň 2,03 mld. USD v roce 2018. Celkový trh RFID ve světě včetně zdravotnictví pak společnost uvádí pro rok 2008 v objemu 5,3 mld. USD. Růst objemu tohoto trhu do roku 2018 je pak odhadován na hodnotu 27 mld. USD.

Ve zdravotnictví má použití aplikací RTLS význam pro zaměstnance, pacienty, léčiva i zařízení nemocnic. Cílem je dosažení vyšší efektivity provozu, vyšší bezpečnosti a pohotovosti při poskytování služeb při současném snižování provozních ztrát. V rámci systémů RTLS jsou dnes při zachování potřebného stupně interoperability používány aplikace na bázi technologií WiFi, pasivních RFID a současně i aplikace UWB. Přitom právě poslední jmenované mají svoje zvláštní místo díky schopnosti lokalizace polohy sledovaného objektu s vysokou přesností, řádově na jednotky centimetrů.

#### 4. Závěr.

Z pohledu masového nasazení lze tedy zřejmě konstatovat, že roky 2008 – 2009 jsou obdobím, kdy se otvírá široký trh s aplikacemi pro komunikační systémy WPAN.

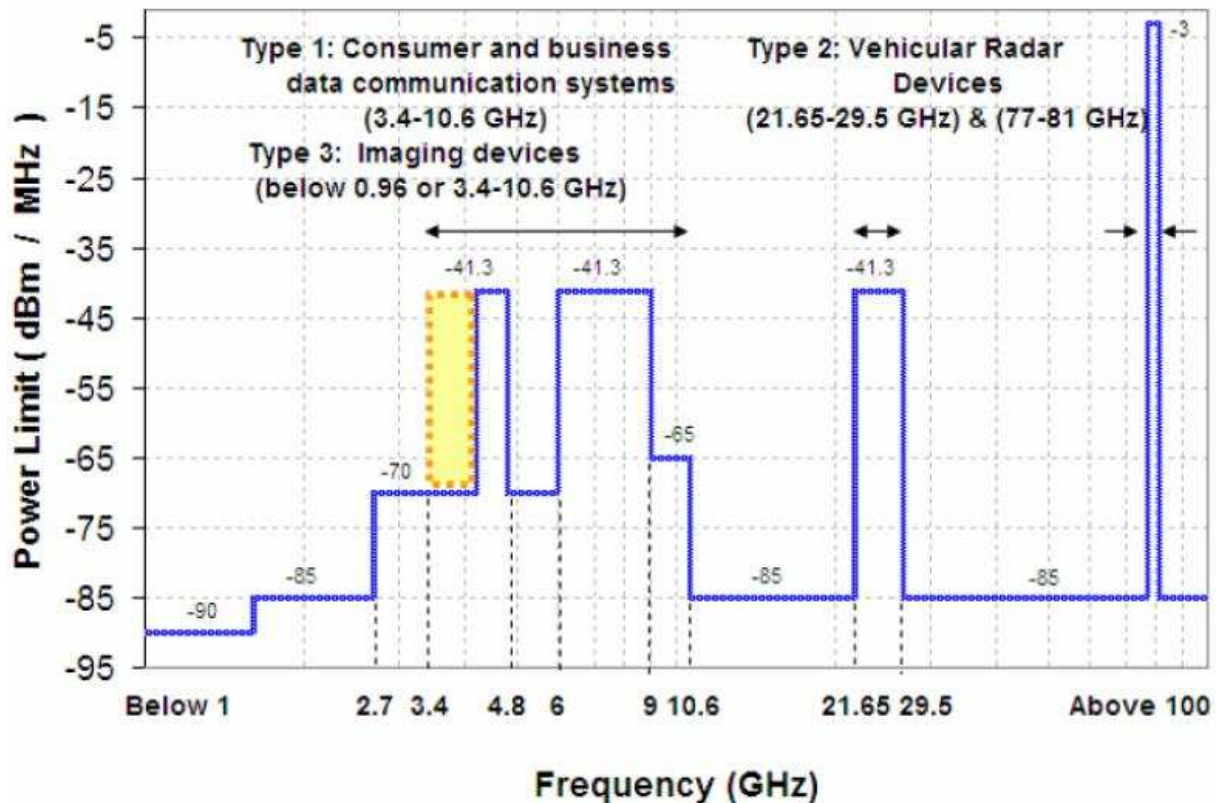
Velmi významným segmentem tohoto trhu může dále být v blízké budoucnosti například uplatnění UWB aplikací v oblasti průmyslu mobilních telefonních přístrojů. Propojení mobilního telefonu s plastickou pružnou zobrazovací jednotkou většího formátu (vývoj společnosti Philips) prostřednictvím aplikace UWB může odkrýt další atraktivní rozměr multimediální sféry.

Obtížně se za současného stavu rozvoje UWB aplikací hovoří o možném budoucím rozvoji trhu aplikací pro automobilový průmysl. Lze však s vysokou pravděpodobností očekávat, že trh UWB aplikací typu antikolizních radarů očekává obdobný vývoj jako u aplikací pro RTLS. Pokud by vývoj v oblasti standardizace v blízké budoucnosti ukázal, že UWB aplikace pro antikolizní systémy mohou při zachování potřebného stupně

interoperability splnit nároky kladené automobilovým průmyslem, lze i v této oblasti očekávat masový a dynamický rozvoj.

Pro ilustraci lze uvést i nejnovější kmitočtovou masku pro UWB aplikace, kterou zveřejnila v prosinci 2007 vládní organizace IDA v Singapuru (Infocomm Development Authority of Singapore). Masku ukazuje kromě jiného i část spektra se kterými se počítá pro nasazení UWB aplikací v automobilovém průmyslu i v Evropě.

OBR. č. 6 Kmitočtová maska UWB podle IDA



© IDA 2007

Další z oblastí, kde lze očekávat postupný růst objemu trhu, jsou UWB aplikace a systémy pro přenos informací po kabelech a metalických vodičích. V tomto případě se však zřejmě bude jednat o poněkud vzdálenější budoucnost než v případě UWB aplikací pro WPAN. Jedná se zejména o aplikace pro:

- přenos informací po kabelech v koaxiálních a hybridních (HFC) sítích CATV
- přenos po metalických vodičích silových rozvodů (varianta PLC)
- přenos po symetrických párech účastnického rozvodu telefonní sítě (varianta DSL)

Tyto aplikace (systémy) nezpůsobují vzhledem k použitému přenosovému médiumu klasické interference v kmitočtovém spektru dalších radiokomunikačních služeb, což je jejich nespornou výhodou.

Nicméně například v prostředí CATV jsou však prozatím díky současnému rozšíření technologií na bázi DVB-C, DOCSIS a dalších tyto systémy stále ve stádiu vývoje, a to navzdory nesporným výhodám jako:

- poměrně vysoká přenosová kapacita až 1,2 Gbps směrem k uživateli a 480 Mbps od uživatele
- možnost překryvného (paralelního) provozu přenosového systému UWB se stávajícím přenosovým systémem využívajícím klasické modulace v rámci jedné sítě CATV. To umožňuje extrémně nízká výkonová úroveň rozprostřeného spektra UWB potřebného pro přenos.



- možnost přímé návaznosti datového toku UWB šířeného sítí CATV na UWB komunikační systémy typu v domácnosti (WPAN) a to bez nutnosti složité konverze rozhraní.

V případě UWB aplikací pro PLC a DSL se jedná hlavně o následující výhody:

- Zcela postačující přenosová kapacita v symetrickém provozu 62 Mbps, v asymetrickém provozu 100Mbps a více v jednom směru.
- Díky extrémně nízké výkonové úrovni rozprostřeného spektra UWB potřebného pro přenos je minimalizováno vyzařování metalických vodičů do okolního prostředí.

Přes určité problémy s uváděním komerčních UWB aplikací tohoto typu do komerčního provozu lze zaznamenat v současnosti velmi slibné výstupy vývoje potřebných čipsetů. Znatelným motivem je obdobně jako u aplikací pro WPAN snaha o dosažení potřebné míry interoperability. Firma CoAir například oznámila v červnu 2008, že dokončila vývoj UWB čipsetu, který umožňuje konstrukci jednotky pro rádiovou komunikaci a současně i pro přenos po koaxiálním kabelu, a to v prostředí GbE.

Oproti předpokládanému postupnému rozvoji předchozích zmiňovaných skupin UWB aplikací lze předpokládat, že díky očekávaným a analyzovaným problémům s EMC nelze v současné době očekávat masivní rozvoj UWB aplikací pro vysokorychlostní přenosové sítě a systémy pro vnější prostředí a rovněž aplikací pro komunikační systémy se skrytým provozem.

UWB aplikace pro detektory a zobrazovače objektů v prostředí s neprostupnými překážkami (GPR- Ground penetrating radars, WPR-Wall penetrating radars, through wall imaging systems) se oproti tomu již v současné době používají a neustále zdokonalují. Nicméně v porovnání s očekávaným objemem trhu aplikací pro WPAN pravděpodobně ani v blízké budoucnosti určitě nebude možno hovořit o jejich masovém rozšíření.

Jak aktuální je v současnosti problematika UWB aplikací z pohledu vývoje standardů ETSI, ukazuje následující přehled. Je možno konstatovat, že většina z platných dosud vydaných standardů ETSI byla vydána organizací v roce 2008.

1.

**ETSI EN 302 500-1 V1.2.1 (2008-06)**

Short Range Devices (SRD) using Ultra WideBand (UWB) technology; Location Tracking equipment operating in the frequency range from 6 GHz to 8,5 GHz; Part 1: Technical characteristics and test methods

2.

**ETSI EN 302 500-2 V1.2.1 (2008-06)**

Short Range Devices using Ultra WideBand technology; Location Tracking equipment operating in the frequency range from 6 GHz to 8,5 GHz; Part 2: Harmonized EN covering essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive

3.

**ETSI EN 302 435-1 V1.2.1 (2008-04)**

Short Range Devices; Technical characteristics for SRD equipment using Ultra WideBand technology; Building Material Analysis and Classification equipment applications operating in the frequency band from 2,2 GHz to 8 GHz;

4.

**ETSI EN 302 435-2 V1.2.1 (2008-04)**

Short Range Devices; Technical characteristics for SRD equipment using Ultra WideBand technology; Building Material Analysis and Classification equipment applications operating in the frequency band from 2,2 GHz to 8 GHz;

5.

**ETSI EN 302 065 V1.1.1 (2008-02)**

Ultra WideBand technologies for communication purposes; Harmonized EN covering the essential requirements of article 3.2 of the R&TTE Directive

6.

**ETSI EN 301 489-33 V1.1.1 (2008-04)**

ElectroMagnetic Compatibility (EMC) standard for radio equipment and services;Part 33: Harmonized EN covering the essential requirements of Article 3.1 (b) of the R&TTE Directive for Ultra Wide Band communications devices

7.

**ETSI TR 102 601 V1.1.1 (2007-12)**

System reference document;Short Range Devices;Equipment for Detecting Movement using Ultra Wide Band radar sensing technology;

8.

**ETSI TR 102 495-1 V1.1.1 (2006-01)**

Short Range Devices;Technical characteristics for SRD equipment using Ultra Wide Band Sensor technology ;System Reference Document Part 1: Building material analysis and classification applications operating in the frequency band from 2,2 GHz to 8 GHz

9.

**ETSI TR 102 495-2 V1.2.1 (2007-09)**

Short Range Devices ;Technical characteristics for SRD equipment using Ultra Wide Band Sensor technology;System Reference Document;

10.

**ETSI TR 102 495-3 V1.3.1 (2008-02)**

System Reference Document;Short Range Devices;Technical Characteristics for SRD equipment using Ultra-Wideband Sensor Technology

11.

**ETSI TR 101 994-1 V1.1.1 (2004-01)**

Short Range Devices;Technical characteristics for SRD equipment using Ultra Wide Band technology Part 1: Communications applications

12.

**ETSI TR 101 994-2 V1.1.2 (2008-03)**

Short Range Devices;Technical characteristics for SRD equipment using Ultra Wide Band technology;Part 2: Ground- and Wall- Probing Radar applications

13.

**ETSI TS 102 754 V1.1.1 (2008-06)**

Short Range Devices;Technical characteristics of Detect-And-Avoid (DAA) mitigation techniques for SRD equipment using Ultra Wideband technology

UWB aplikace patří bezesporu mezi velmi slibná řešení, která v současné době sféra elektronických komunikací může nabídnout. Jejich konečné rozšíření však závisí na tržních podmínkách, které se v současné době právě rodí. Nezbyvá než čekat na budoucí skutečný vývoj penetrace těchto aplikací. S vysokou pravděpodobností však lze očekávat, že v oblasti WPAN se nejpozději v roce 2009 objeví UWB aplikace i na trhu v České republice.

## **Použité zkratky:**

CATV	Cable TV
CDMA	Coded Division Multiple Access
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications Administrations
DAA	Detect-And-Avoid
DM	Dieselhorst-Martin
DOCSIS	Data Over Cable Service Interface Specification
DSL	Digital Subscriber Line
DS-SS	Direct Sequence Spread Spectrum
DS-UWB	Direct Sequence UWB
EC	European Commission
ECC	European Communication Committee
Ecma International	průmyslová asociace pro ICT a CE standardizaci
EMC	Electromagnetic Compatibility
ERP	Effective Radiated Power
EIRP	Effective Isotropic Radiated Power
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
FCC	Federal Communication Commission
GbE	Gigabit Ethernet
Gbps	Gigabit per second
GPR	Ground Penetrating Radars
HFC	Hybrid Fibre Coax
IDA	Infocomm Development Authority
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IR-UWB	Impulse Response UWB
ISO	International Organization for Standardization
LAN	Local Area Network
Mbps	Megabit per second
MB-UWB	Multiband UWB
MAC	Medium Access Control
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing
PAL	Protocol Adaptation Layer
PHY	Physical Layer
PLC	Power Line Communication
PSD	Power Spectral Density
RF	Radio Frequency
RFID	RF Identification
RTLS	Real Time Locating Systems
R&TTE	Radio & Telecommunications Terminal Equipment
SRD	Short Range Device
TH	Time Hopping
UWB	Ultra Wide Band
WPAN	Wireless Personal Area Network
WPR	Wall Penetrating Radars

### **Literatura:**

1. ECC Report-64, „THE PROTECTION REQUIREMENTS OF RADIOCOMMUNICATIONS SYSTEMS BELOW 10.6 GHz FROM GENERIC UWB APPLICATIONS“, Helsinky, únor 2005
2. Rozhodnutí EC (DEC2007/131/EC) ze dne 21. února 2007, o umožnění využívání rádiového spektra pro zařízení využívající ultraširokopásmovou technologii harmonizovaným způsobem ve Společenství.
3. Ultra – širokopásmové systémy (UWB), Ing. Jan Kramosil, Pardubice 2005
4. Doc. IEEE 802.15 WPAN High Rate Alternative PHY TG 3a
7. Doc. IEEE 802.15 Low Rate Alternative PHY TG 4a
8. Informace aliance WiMedia, [www.wimedia.org](http://www.wimedia.org)
9. Informace společnosti In-Stat, [www.instat.com](http://www.instat.com)
10. Informace společnosti IdTechEx [www.idtechex.com](http://www.idtechex.com)
11. Vyjmenované standardy ETSI, [www.etsi.org](http://www.etsi.org)