

ETSI TS 102 706 V1.3.1 (2013-07)



**Environmentálne inžinierstvo (EE);
Meracie metódy energetickej účinnosti zariadení s bezdrôtovým prístupom k sieti**

Environmental Engineering (EE);
Measurement method for energy efficiency of wireless access network equipment

Európsky inštitút pre telekomunikačné normy

European Telecommunications Standards Institute

Dôležité upozornenie pre používateľov tejto slovenskej verzie

ETSI je vlastníkom autorských práv tohto dokumentu ETSI.

V prípade nezrovnalostí medzi anglickou a slovenskou verziou platí anglická verzia tohto dokumentu ETSI.

ETSI neskontroloval preklad a nepreberá žiadnu zodpovednosť za presnosť prekladu tohto dokumentu ETSI.

Anglická verzia tohto dokumentu ETSI sa môže stiahnuť zo stránky:

<http://www.etsi.org/standards-search>

Referenčné číslo

RTS/EE-EEPS00022ed131

Kľúčové slová

energy efficiency, GSM, LTE, WCDMA

ETSI

650 Route des Lucioles
F-06921 Sophia Antipolis Cedex – France

Tel.: +33 4 92 94 42 00 Fax: +33 4 93 65 47 16

Siret N° 348 623 562 00017 - NAF 742 C
Neziskové združenie registrované
na podprefektúre de Grasse (06) N° 7803/88

Dôležité upozornenie

Jednotlivé kópie tohto dokumentu možno stiahnuť z

<http://pda.etsi.org>

Tento dokument môže byť dostupný vo viacerých elektronických verziách alebo v tlačenej forme. V prípade existujúceho alebo viditeľného rozdielu v obsahu medzi takýmito verziami je referenčnou verziou verzia v prenosnom dokumentovom formáte (Portable Document Format – PDF).

V prípade sporu je referenčným výtlačok vytlačený na tlačiarni ETSI z verzie PDF uchováanej na určenom sieťovom serveri sekretariátu ETSI.

Používatelia tohto dokumentu by mali brať do úvahy, že dokument môže byť revidovaný alebo sa môže zmeniť jeho postavenie. Informácie o postavení tohto dokumentu a ďalších dokumentov ETSI sú dostupné na

<http://portal.etsi.org/tb/status/status.asp>

Ak nájdete v tomto dokumente chyby, svoje pripomienky zašlite na

http://portal.etsi.org/chaicor/ETSI_support.asp

Oznam o autorských právach

Nijaká časť sa nesmie reprodukovat' bez písomného povolenia.
Autorské práva a z toho vyplývajúce obmedzenia sa vzťahujú na reprodukovanie všetkými druhmi médií.

© Európsky inštitút pre telekomunikačné normy 2013.
Všetky práva vyhradené.

DECT™, **PLUGTESTS™**, **UMTS™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov.
3GPP™ a **LTE™** sú obchodné značky ETSI registrované na prospech jej členov a partnerských organizácií 3GPP.
GSM® a logo GSM sú registrované obchodné značky vo vlastníctve asociácie GSM.

Obsah

Obsah	3
Práva duševného vlastníctva	5
Predhovor	5
Úvod	5
1 Predmet	6
2 Referenčné dokumenty	7
2.2 Informatívne referenčné dokumenty	8
3 Definície a skratky	9
3.1 Definície	9
3.2 Skratky	11
4 Metóda hodnotenia	15
4.1 Úrovne hodnotenia	15
4.2 Postup hodnotenia	15
5 Metóda výpočtu energetickej účinnosti	17
5.1 Spotreba energie zariadenia RBS	17
5.1.1 Referenčné konfigurácie so statickou spotrebou energie	17
5.1.2 Referenčné konfigurácie s dynamickou spotrebou energie	17
5.2 Metóda výpočtu s integrovanou RBS	17
5.2.1 Definícia spotreby energie pri statickej metóde	17
5.2.2 Definícia spotreby energie pri dynamickej metóde	18
5.3 Metóda výpočtu s distribuovanou RBS	18
5.3.1 Definícia spotreby energie s distribuovanou RBS pri statickej metóde	18
5.3.2 Definícia spotreby energie s distribuovanou RBS pri dynamickej metóde	19
5.4 Spotreba energie stanoviska RBS	19
5.5 Energetická účinnosť	23
5.5.1 Energetická účinnosť GSM	23
5.5.2 Energetická účinnosť WCDMA/LTE/WiMAX™	24
6 Metódy merania spotreby energie RBS	26
6.1 Základy merania	26
6.1.1 Všeobecne	26
6.1.2 Požiadavky na meracie a skúšobné zariadenia	27
6.1.3 Požiadavky na výkonnosť UE	28
6.2 Podmienky merania	29
6.2.1 Konfigurácia RBS	29
6.2.2 Výstupný (vysielaný) RF výkon/signál	29
6.2.3 Podmienky prostredia	30
6.2.4 Napájací zdroj	30
6.3 Postup pri statickom meraní	30
6.3.1 Metóda merania pokrytia	31
6.4 Postup pri dynamickom meraní	32
6.4.1 Rozmiestnenie UE s dynamickou skúšobnou metódou	32
6.4.2 Nastavenie priepustnosti	33
6.4.3 Chybová odolnosť pri rovnomerne rozmiestnených prostriedkoch	35
7 Správa o meraní	37
Príloha A (normatívna): Správy o meraní	38
Príloha B (normatívna): Parametre stanoviska RBS	42
Príloha C (normatívna): Definícia oblasti pokrytia	43
Príloha D (normatívna): Referenčné parametre systému GSM/EDGE	45
Príloha E (normatívna): Referenčné parametre systému WCDMA/HSDPA	48

Príloha F (normatívna): Referenčné parametre systému LTE	50
Príloha G (normatívna): Referenčné parametre systému WiMAX™	53
Príloha H (normatívna): Definícia úrovne záťaže	55
Príloha I (informatívna): Hodnotenie neistoty	58
Príloha J (informatívna): Príklady hodnotenia	60
Príloha K (informatívna): Odvodenie vzorca v článku 6.4.3	62
História	65

Práva duševného vlastníctva

Práva duševného vlastníctva, ktoré majú alebo môžu mať zásadný význam pre tento dokument, mohli byť oznámené organizácii ETSI. Informácie o týchto zásadných právach duševného vlastníctva, ak existujú, sú pre členov i nečlenov ETSI verejne dostupné a môžu ich nájsť v dokumente ETSI SR 000 314 s názvom Práva duševného vlastníctva (IPR), ktorý možno získať na sekretariáte ETSI. Najnovšie znenie je dostupné na serveri ETSI (<http://ipr.etsi.org>).

V súlade so svojou politikou v oblasti práv duševného vlastníctva ETSI nevyhľadáva ani neskúma nijaké práva duševného vlastníctva. Neposkytuje ani záruku týkajúcu sa existencie iných IPR, ktoré nie sú uvedené v dokumente ETSI SR 000 314 (alebo v jeho aktualizovaných vydaniach na serveri ETSI), ktoré majú, môžu mať, alebo môžu nadobudnúť zásadný význam pre predkladaný dokument.

Predhovor

Technickú špecifikáciu (TS) pripravila technická komisia ETSI na environmentálne inžinierstvo (EE).

Úvod

Jedným z kritických činiteľov moderných telekomunikačných systémov je energetická účinnosť. Spotreba energie prístupovou sieťou tvorí dominantnú časť spotreby energie v bezdrôtovej telekomunikačnej sieti. V tomto dokumente sa preto neuvažuje s jadrovou sieťou a služobnou sieťou. V prístupovej sieti je dominantná spotreba energie v stanoviskách uzlov rádiových základňových staníc (ďalej označovaných stanoviská RBS) a spotreba energie uzlov riadenia rádiovj siete (RNC alebo BSC) sa v tomto dokumente neberie do úvahy.

Dokument charakterizuje harmonizované metódy na vyhodnotenie energetickej účinnosti bezdrôtových prístupových sietí. Na splnenie uvedeného cieľa definuje tieto ukazovatele:

- priemerná spotreba energie zariadenia RBS v článku 5.1: priemerná spotreba energie RBS sa zakladá na meraní spotreby energie RBS pri referenčnej konfigurácii, referenčnom prostredí a pri referenčných úrovniach záťaže;
- priemerná spotreba energie stanoviška RBS v článku 5.2: úroveň spotreby energie stanoviška RBS sa vypočíta na základe spotreby energie zariadenia RBS pri referenčnej konfigurácii s použitím korekčných činiteľov pri rôznych riešeniach napájacích zdrojov, chladenia a stanoviška;
- ukazovatele výkonnosti úrovne energetickej účinnosti siete s rádiovými systémami v článku 5.3: ukazovatele úrovne výkonnosti siete sa vypočítavajú na základe úrovne referenčnej spotreby energie stanoviška RBS, ako aj na základe oblasti, ktorú pokrýva RBS pri vidieckych oblastiach, a kapacity RBS pri mestských oblastiach.

1 Predmet

Dokument definuje metódy na analyzovanie energetickej účinnosti zariadenia bezdrôtovej prístupovej siete.

Táto verzia dokumentu pokrýva nasledujúce technológie rádiového prístupu:

- GSM;
- LTE;
- WCDMA;
- WiMAX™.

Pretože spotreba energie RBS je dominantnou časťou z celkovej spotreby energie bezdrôtovej prístupovej siete, dokument obsahuje metódy, ktoré pri definovaní celkovej spotreby energie v bezdrôtových prístupových sieťach berú do úvahy iba spotrebu energie stanoviska RBS. V dynamickom meraní sa zohľadňujú aj funkcionality umiestnené v uzle RNC alebo BSC, ktoré môžu mať významný dopad na spotrebu energie uzlov základňových staníc.

Opísaná metodológia merania energetickej účinnosti obsahuje dve časti. Tieto časti sa v dokumente nazývajú statické a dynamické merania.

Výsledky, založené na „statických“ meraniach spotreby energie RBS, poskytujú údaj o spotrebe energie RBS pri statickej záťaži a neaktivovaných prvkoch rádiovkej siete. Výsledky, založené na „dynamických“ meraniach spotreby energie RBS, poskytujú údaj o spotrebe energie RBS pri dynamickej záťaži a aktivovaných prvkoch rádiovkej siete, t. j. vrátane funkcionalít umiestnených v riadiacej jednotke rádiovkej siete, napríklad BSC/RNC.

Spotreba energie v koncovom zariadení (koncového používateľa) nie je predmetom tohto dokumentu.

Predmetom dokumentu nie je definovanie cieľových hodnôt energetickej účinnosti zariadení alebo sietí.

Výsledky by sa mali použiť len na posúdenie a porovnanie energetickej účinnosti zariadení mobilnej rádiovkej siete od rôznych dodávateľov, ktoré používajú rovnaké normy na mobilné rádio a to isté frekvenčné pásmo.

Dokument nepokrýva viacnásobnú RAT. Táto verzia obsahuje len základňové stanice v rozsiahlej oblasti. Ďalšie typy RBS bude obsahovať nasledujúca verzia dokumentu.

2 Referenčné dokumenty

Odkazy sú špecifikované (určené dátumom vydania a/alebo číslom edície, alebo číslom verzie) alebo nešpecifikované. Pri špecifikovanom odkaze sa použije len citovaná verzia. Pri nešpecifikovanom odkaze sa použije najnovšia verzia referenčného dokumentu (vrátane všetkých dodatkov).

Referenčné dokumenty, ktoré nie sú verejne prístupné na predpokladanom umiestnení, sa môžu nájsť na <http://docbox.etsi.org/Reference>.

POZNÁMKA. – Aj keď v čase vydania boli všetky hyperlinky v tejto kapitole platné, ETSI nemôže garantovať ich dlhodobú platnosť.

2.1 Normatívne referenčné dokumenty

Na použitie dokumentu sú nutné tieto referenčné dokumenty.

- [1] Prázdne.
- [2] ETSI TS 125 104: "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Base Station (BS) radio transmission and reception (FDD) (3GPP TS 25.104)".
- [3] CENELEC EN 50160: "Voltage characteristics of electricity supplied by public electricity networks".
- [4] ETSI EN 300 132-2: "Environmental Engineering (EE); Power supply interface at the input to telecommunications and datacom (ICT) equipment; Part 2: Operated by -48 V direct current (dc)".
- [5] Prázdne.
- [6] Prázdne.
- [7] ETSI TS 125 141: "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); Base Station (BS) conformance testing (FDD) (3GPP TS 25.141)".
- [8] ETSI TS 125 101: "Universal Mobile Telecommunications System (UMTS); User Equipment (UE) radio transmission and reception (FDD) (3GPP TS 25.101)".
- [9] ETSI TS 136 101: "LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); User Equipment (UE) radio transmission and reception (3GPP TS 36.101)".
- [10] ETSI TS 136 211: "LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical channels and modulation (3GPP TS 36.211)".
- [11] ETSI TS 136 141 (V8.6.0): "LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) conformance testing (3GPP TS 36.141)".
- [12] ETSI TS 136 104: "LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Base Station (BS) radio transmission and reception (3GPP TS 36.104)".
- [13] IEEE 802.16e: "IEEE Standard for Local and metropolitan area networks Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems Amendment for Physical and Medium Access Control Layers for Combined Fixed and Mobile Operation in Licensed Bands".

POZNÁMKA. – Technológie a normy WiMAX™.

2.2 Informatívne referenčné dokumenty

Nasledujúce referenčné dokumenty nie sú nutné na použitie dokumentu, ale môžu používateľovi pomôcť v súvislosti s jednotlivými predmetnými oblasťami.

- [i.1] NIST Technical Note 1297: "Guidance for evaluating and expressing the uncertainty of NIST measurement results".
- [i.2] ISO/IEC Guide 98: 1995: "Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM)".
- [i.3] ETSI TS 145 005: "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Radio transmission and reception (3GPP TS 45.005)".
- [i.4] ISO/IEC 17025: "General requirements for the competence of testing and calibration laboratories".
- [i.5] ETSI TS 151 021: "Digital cellular telecommunications system (Phase 2+); Base Station System (BSS) equipment specification; Radio aspects (3GPP TS 51.021)".

3 Definície a skratky

3.1 Definície

V dokumente sa používajú termíny a definície:

úroveň aktivity (angl. **activity level**): prevádzkový model v dynamických meraniach sa delí na tri úrovne aktivity, ktoré zodpovedajú nízkej a strednej prevádzke a prevádzke v hlavnej prevádzkovej hodine

trvanie aktivity (angl. **activity time**): čas vytvárania dát zo servera do najmenej jedného UE (v scenári pri dynamickom meraní to zodpovedá času prenosu so skupinou UE s najvyšším tlmením trasy)

hlavná prevádzková hodina (angl. **busy hour**): perióda, v ktorej sa vyskytne maximum celkovej záťaže v danej dvadsaťštyrihodinovej perióde

záťaž v hlavnej prevádzkovej hodine (angl. **busy hour load**): pri statickom meraní to je najvyššia meraná úroveň konfigurácie rádiových prostriedkov a pri dynamickom meraní najvyššia úroveň aktivity

distribuovaná RBS (angl. **distributed RBS**): architektúra RBS, ktorá obsahuje vzdialené rádiové hlavy (RRH) v blízkosti anténového prvku a centrálny prvok pripájajúci RBS do sieťovej infraštruktúry

dynamické meranie (angl. **dynamic measurement**): meranie spotreby energie vykonávané pri rozličných úrovniach aktivity a tlmeniach trasy

energetická účinnosť (angl. **energy efficiency**): vzťah medzi užitočným výstupom a spotrebou energie

integrovaná RBS (angl. **integrated RBS**): architektúra RBS, v ktorej sú všetky prvky RBS vzájomne blízko umiestnené, napríklad v jednej alebo dvoch skriniach

POZNÁMKA. – Architektúra integrovanej RBS môže obsahovať zosilňovač na montáž do veže (TMA) tesne pri anténe.

IPEFR: umožňuje používateľovi nastaviť rôzne parametre, ktoré sa môžu použiť na skúšanie siete alebo alternatívne na optimalizáciu alebo ladenie siete

POZNÁMKA. – IPEFR má funkcionality klienta a servera a môže merať priepustnosť medzi dvomi koncami, jednosmerne alebo obojsmerne. Je to softvér s otvoreným zdrojovým kódom a beží na rôznych platformách, vrátane Linux, Unix a Windows. Je podporovaný Národným laboratóriom na aplikovaný sieťový výskum.

nízka záťaž (angl. **low load**): pri statickom meraní to je najnižšia meraná úroveň konfigurácie rádiových prostriedkov a pri dynamickom meraní najnižšia úroveň aktivity

stredná záťaž (angl. **medium load**): pri statickom meraní to je stredná meraná úroveň konfigurácie rádiových prostriedkov a pri dynamickom meraní stredná úroveň aktivity

spotreba energie (angl. **power consumption**): energia, ktorú spotrebuje zariadenie na dosiahnutie určenej výkonnosti aplikácie

funkcia šetrenia energie (angl. **power saving feature**): prvok, ktorý prispieva k znižovaniu spotreby energie v porovnaní s prípadom, keď sa prvok neimplementuje

rádiová základňová stanica (angl. **Radio Base Station**): sieťový prvok, ktorý obsluhuje jednu alebo viac buniek a vytvára rozhranie medzi koncovým zariadením používateľa (cez vzduchové rozhranie) a infraštruktúrou bezdrôtovej siete

jednotka riadenia skúšok RBS (angl. **RBS test control unit**): jednotka, ktorá sa môže použiť na miestne riadenie a správu RBS

korekčný činiteľ stanoviska (angl. **site correction factor**): činiteľ mierky na odstupňovanie spotreby energie zariadenia RBS pri referenčnej konfigurácii stanoviska, ktorá berie do úvahy rôzne riešenia napájacieho zdroja, rozličné riešenia chladenia a straty napájacích zdrojov

statické meranie (angl. **static measurement**): meranie spotreby energie, ktoré sa vykonáva pri odlišných konfiguráciách rádiových prostriedkov

telekomunikačná sieť (angl. **telecommunication network**): sieť, ktorá poskytuje telekomunikáciu medzi koncovými bodmi siete (NTPs)

skupina UE (angl. **UE group**): skupina UE, ktorých tlmenie trasy do RBS je rovnaké

základňové stanice rozsiahlej oblasti (angl. **Wide Area Base stations**): základňové stanice, ktoré sú charakterizované požiadavkami, odvodenými zo scenárov makrobuniek s minimálnym väzbovým tlmením rovnajúcim sa 70 dB podľa normalizácie 3GPP

bezdrôtová prístupová sieť (angl. **wireless access network**): telekomunikačná sieť, v ktorej sa prístup do siete (spojenie medzi koncovým zariadením používateľa a sieťou) implementuje bez použitia vodičov

3.2 Skratky

V dokumente sa používajú skratky:

AC	Alternating Current	striedavý prúd
AMR	Adaptive Multi Rate	adaptívna viacnásobná rýchlosť
BCCH	Broadcast Control CHannel	riadiaci kanál vysielania
BER	Bit Error Rate	bitová chybovosť
BH	Busy Hour	hlavná prevádzková hodina
BS	Base Station	základňová stanica
BSC	Base Station Controller	riadiaca jednotka základňovej stanice
BTS	Base Transceiver Station	vysielacia a prijímacia základňová stanica
BW	Bandwidth	šírka pásma
CCH	Common CHannel	spoločný kanál
CCPCH	Common Control Physical Channel	spoločný riadiaci fyzický kanál
CF	Cooling Factor	faktor chladenia
CFC	Cooling Factor for Central part	faktor chladenia centrálnej časti
CFRRH	Cooling Factor for Remote Radio Head	faktor chladenia vzdialenej rádiovéj hlavy
CPICH	Common Pilot CHannel	spoločný pilotný kanál
CS	Circuit Switched	prepínanie okruhov
DC	Direct Current	jednosmerný prúd
DL	DownLink	zostupný spoj
DPCH	Dedicated Physical CHannel	vyhradený fyzický kanál
EC	Energy for Central part	energia pre centrálnu časť
EDGE	Enhanced Data rate for GSM Evolution	zvýšené dátové rýchlosti pre rozvoj GSM
ERRH	Energy for Remote Radio Part	energia pre vzdialenú rádiovú časť
FCH	Frequency Correction Channel	kanál korekcie frekvencie
GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network	rádiová prístupová sieť GSM/EDGE
GSM	Global System for Mobile communication	globálny systém mobilných komunikácií
GUM	Guide to the expression of Uncertainty in Measurement	návod na vyjadrenie neistoty merania

HSPA	High Speed Packet Access	paketový prístup s vysokou rýchlosťou
HW	HardWare	hardvér
IPERF	See the definition part	pozri časť s definíciami
KPI	Key Performance Indicator	kľúčový indikátor výkonnosti
LTE	Long Term Evolution	dlhodobá evolúcia
MAP	Media Access Protocol	protokol prístupu k prenosovému prostrediu
MCPA	Multi Carrier Power Amplifier	výkonový zosilňovač s viacnásobnými nosnými frekvenciami
MIMO	Multiple Input Multiple Output	viacnásobný vstup, viacnásobný výstup
NA	Not Applicable	nepoužije sa
NIST	National Institute of Standards and Technology	Národný normalizačný a technologický inštitút
NTP	Network Termination Point	koncový bod siete
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplex	multiplex s ortogonálnym frekvenčným delením
PA	Power Amplifier	výkonový zosilňovač
PBCH	Packet Broadcast Control Channel	riadiaci kanál paketového vysielania
PBH	Power during Busy Hour	výkon počas hlavnej prevádzkovej hodiny
PC	Power for Central Part	výkon centrálnej časti
PCFICH	Physical Control Format Indicator CHannel	fyzický riadiaci kanál ukazovateľa formátu
PCH	Paging Channel	kanál vyzumievania
PCM	Pulse Code Modulation	impulzová kódová modulácia
PDCCH	Physical Downlink Control CHannel	fyzický riadiaci kanál zostupného spoja
PDF	Proportional Distribution Function	proporcionálna distribučná funkcia
PDSCH	Physical Downlink Shared CHannel	spoločne používaný fyzický kanál zostupného spoja
PFF	Power Feeding Factor	činiteľ napájania
PHICH	Physical Hybrid ARQ Indicator CHannel	fyzický kanál ukazovateľa hybridnej ARQ
PICH	Paging Indicator Channel	kanál ukazovateľa vyzumievania
PRB	Physical Resource Block	blok fyzických prostriedkov

PRRH	Power for Remote Radio Head	napájanie vzdialenej rádiovkej hlavy
PSF	Power Supply Factor	činiteľ napájacieho zdroja
PSFC	Power Supply correction Factor for Central part	korekčný činiteľ napájacieho zdroja pre centrálnu časť
PSFRRH	Power Supply correction Factor for Remote Radio Head	korekčný činiteľ napájacieho zdroja vzdialenej rádiovkej hlavy
RAT	Radio Access Technology	technológia rádiového prístupu
RBS	Radio Base Station	rádiová základňová stanica
RF	Radio Frequency	rádiofrekvenčný
RNC	Radio Network Controller	riadiaca jednotka rádiovkej siete
RRBS	Reference models for RBS sites	referenčné modely stanovísk RBS
RRH	Remote Radio Head	vzdialená rádiová hlava
RS	Reference Signals	referenčné signály
RSS	Root Sum of Squares	základná suma štvorcov
RX	Receiver	prijímač
SAE	System Architecture Evolution	vývoj systémovej architektúry
SCH	Synchronization Channel	synchronizačný kanál
SDH	Synchronous Digital Hierarchy	synchrónna digitálna hierarchia
SIMO	Single Input Multiple Output	jeden vstup, viacnásobný výstup
SN	Signal-to-Noise	(odstup) signálu od šumu
SW	SoftWare	softvér
TD	Time during one Duty cycle	čas v jednom pracovnom cykle
TF	Tolerance Factor	tolerančný činiteľ
TMA	Tower Mount Amplifier	zosilňovač na montáž do veže
TP	ThroughPut	priepustnosť
TRX	Transceiver	prenášač
TS	Time Slot	časový interval
TX	Transmitter	vysielač
UDP	User Data Protocol	dátový protokol používateľa

UE	User Equipment	zariadenie používateľa
UL	UpLink	vzostupný spoj
UL/DL	Uplink/Downlink	vzostupný/zostupný spoj
WCD MA	Wideband Code Division Multiple Access	širokopásmový viacnásobný prístup s kódovým delením
WiMAX™	Worldwide interoperability for Microwave Access	celosvetová interoperabilita s mikrovlnným prístupom

4 Metóda hodnotenia

4.1 Úrovne hodnotenia

Dokument definuje tri úrovne metódy hodnotenia, ktorá sa použije na vyhodnotenie energetickej účinnosti bezdrôtových prístupových sietí. Tieto tri úrovne sú:

- priemerná spotreba energie zariadenia RBS, na ktorú dokument definuje referenčnú konfiguráciu zariadenia RBS a referenčné úrovne záťaže použité pri meraní spotreby energie RBS;
- priemerná spotreba energie stanoviška RBS, ktorá sa zakladá na meranej spotrebe energie zariadenia RBS a na korekčných činiteľoch na úrovni stanoviška, definovaných v dokumente. Spotreba energie stanoviška RBS sa môže použiť na porovnanie rôznych zariadení na úrovni stanoviška;
- ukazovatele úrovne sieťovej výkonnosti, ktoré sa zakladajú na spotrebe energie stanoviška RBS ako aj na pokrytí a kapacite stanoviška. Tieto ukazovatele poskytujú prostriedky na vyhodnotenie energetickej účinnosti na úrovni siete, pričom sa do úvahy berie nielen spotreba energie na úrovni stanoviška, ale aj všetky prvky, ktoré zvyšujú pokrytie a kapacitu siete.

4.2 Postup hodnotenia

Postup hodnotenia obsahuje tieto úlohy:

- identifikovanie základných parametrov RBS (tabuľka A.1 v prílohe A);
- uvedenie konfigurácie a prevádzkovej záťaže (záťaží) merania (prílohy od D do H);
- meranie spotreby energie zariadenia RBS pri požadovaných úrovniach zaťaženia (pozri článok 6).

Výpočet KPI:

1. Výpočet priemernej spotreby energie zariadenia RBS podľa rovníc od 5.1 do 5.4 (pozri článok 5.1).
2. Uvedenie požadovaných korekčných činiteľov na úrovni stanoviška RBS (príloha B).

Pre GSM:

- 8G. Vypočítať plochu pokrytia bunkou pre 3 sektory, ako sa to urobilo vo vzorci prílohy C (C.6).
- 9G. Definovať kapacitu a spotrebu energie bunky (príloha D).
- 10G. Vypočítať KPI pre ukazovatele výkonnosti EE.

Pre WCDMA:

- 8W. Vypočítať plochu pokrytia bunkou pre 3 sektory, ako sa to urobilo vo vzorci prílohy C (C.6).
- 9W. Definovať kapacitu bunky a spotrebu energie (statická metóda príloha E, dynamická metóda príloha H).
- 10W. Vypočítať KPI pre ukazovatele výkonnosti EE.

Pre LTE:

- 8L. Vypočítať plochu pokrytia bunkou pre 3 sektory, ako sa to urobilo vo vzorci prílohy C (C.6).
- 9L. Definovať kapacitu a spotrebu energie bunky (statická metóda príloha F, dynamická metóda príloha H).
- 10L. Vypočítať KPI pre ukazovatele výkonnosti EE.

Pre WiMAX™:

- 8WM. Vypočítať plochu pokrytia bunkou pre 3 sektory, ako sa to urobilo vo vzorci prílohy C (C.6).
- 9WM. Definovať kapacitu a spotrebu energie bunky (príloha G).
- 10WM. Vypočítať KPI pre ukazovatele výkonnosti EE.

Sústrediť a sumarizovať výsledky meraní.

5 Metóda výpočtu energetickej účinnosti

5.1 Spotreba energie zariadenia RBS

Zariadenie RBS je prvok siete, ktorý obsluhuje jednu alebo viac buniek a je prepojený s mobilnou stanicou (cez vzduchové rozhranie) a infraštruktúrou bezdrôtovej siete (BSC alebo RNC), t. j. v tomto dokumente sa RBS definuje ako jedna alebo viac BTS alebo jeden uzol B ([i.3i.3] a [2]).

Príslušný prenos, napríklad prenosová funkcia s E1/T1/Gbit Ethernet alebo s inou poskytovanou kapacitou, ktorá korešponduje s kapacitou RBS, sa má počas skúšania zahrnúť do konfigurácie RBS.

Definujú sa tak statické, ako aj dynamické merania spotreby energie.

5.1.1 Referenčné konfigurácie so statickou spotrebou energie

Pri statických meraniach spotreby energie zariadenia RBS sa pri každom systéme v prílohách od D do G špecifikujú tieto položky:

- referenčná konfigurácia (konfigurácie);
- frekvenčné pásma;
- úrovne záťaže.

Funkcie šetrenia energiou, ktoré sú nezávisle implementované v RBS, t. j. nevyžadujú žiadny ďalší prvok siete (napríklad BSC, RNC) na využitie vlastností okrem aktivovania a deaktivovania, sa môžu použiť počas skúšania. Takéto prvky sa majú uviesť v správe o meraní.

5.1.2 Referenčné konfigurácie s dynamickou spotrebou energie

Pri dynamických meraniach spotreby energie zariadenia RBS sa pri každom systéme v prílohách od E do H špecifikujú tieto položky:

- referenčná konfigurácia (prílohy E a F);
- frekvenčné pásma (prílohy E a F);
- úrovne prevádzkovej záťaže (príloha H);
- prevádzkový prípad (príloha H).

Funkcie šetrenia energiou a ďalšie s rádiom a prevádzkou súvisiace prvky implementované v BSC/RNC a RBS sa môžu použiť počas skúšania. Takéto prvky sa majú uviesť v správe o meraní.

5.2 Metóda výpočtu s integrovanou RBS

5.2.1 Definícia spotreby energie pri statickej metóde

Spotreba energie integrovaného zariadenia RBS sa pri statickej metóde definuje v troch rozdielnych úrovniach záťaže takto:

- P_{BH} je spotreba energie [W] pri záťaži v hlavnej prevádzkovej hodine;

- P_{med} je spotreba energie [W] pri strednej záťaži;
- P_{low} je spotreba energie [W] pri nízkej záťaži.

V danom systéme sa definujú záťaže. Model pokrýva hlas a/alebo dáta za hodinu. Modely sú obsiahnuté v prílohách od D do G.

Priemerná spotreba energie [W] integrovaného zariadenia RBS sa v statickej metóde definuje ako:

$$P_{equipment,static} = \frac{P_{BH} \cdot t_{BH} + P_{med} \cdot t_{med} + P_{low} \cdot t_{low}}{t_{BH} + t_{med} + t_{low}},$$

kde t_{BH} , t_{med} a t_{low} [h] sú trvania rôznych prevádzkových záťaží (pozri podrobnosti v každom odlišnom prístupovom systéme v prílohách od D do G).

5.2.2 Definícia spotreby energie pri dynamickej metóde

Spotreba energie integrovaného zariadenia RBS sa pri dynamickej metóde definuje v troch rozdielnych úrovniach aktivity takto:

- P^{AL10} je spotreba energie [W] s 10 % úrovňou aktivity;
- P^{AL40} je spotreba energie [W] so 40 % úrovňou aktivity;
- P^{AL70} je spotreba energie [W] so 70 % úrovňou aktivity.

Pri danom systéme sa definujú úrovne aktivity. Modely sú uvedené v prílohe H.

5.3 Metóda výpočtu s distribuovanou RBS

5.3.1 Definícia spotreby energie s distribuovanou RBS pri statickej metóde

Spotreba energie distribuovaného zariadenia RBS sa pri statickej metóde definuje v troch rozdielnych úrovniach záťaže takto (podrobnosti o úrovniach záťaže pozri v prílohách od D do G):

- $P_{BH,C}$ a $P_{BH,RRH}$ je spotreba energie [W] centrálnej časti a vzdialených častí RBS pri záťaži v hlavnej prevádzkovej hodine;
- $P_{med,C}$ a $P_{med,RRH}$ je spotreba energie [W] centrálnej časti a vzdialených častí RBS pri strednej záťaži;
- $P_{low,C}$ a $P_{low,RRH}$ je spotreba energie [W] centrálnej časti a vzdialených častí RBS pri nízkej záťaži.

Priemerná spotreba energie [W] distribuovaného zariadenia RBS sa definuje ako:

$$P_{equipment,static} = P_{c,static} + P_{RRH,static}, \quad (5.2)$$

kde $P_{C,static}$ and $P_{RRH,static}$ [W] sú definované pri priemernej spotrebe energie v centrálnych a odľahlých častiach s použitím statickej metódy:

$$P_{c,static} = \frac{P_{BH,C} \cdot t_{BH} + P_{med,C} \cdot t_{med} + P_{low,C} \cdot t_{low}}{t_{BH} + t_{med} + t_{low}} \quad (5.3)$$

$$P_{RRH,static} = \frac{P_{BH,RRH} \cdot t_{BH} + P_{med,RRH} \cdot t_{med} + P_{low,RRH} \cdot t_{low}}{t_{BH} + t_{med} + t_{low}} \quad (5.4)$$

kde t_{BH} , t_{med} a t_{low} [h] sú trvania rôznych prevádzkových záťaží (pozri podrobnosti pri každom odlišnom prístupovom systéme v prílohách od D do G). Táto priemerná spotreba energie distribuovaného zariadenia RBS neobsahuje straty prívodu DC do vzdialených častí. Straty prívodu DC sa na druhej strane zahrnú do spotreby energie na úrovni stanoviska, definovanej v článku 5.4.

5.3.2 Definícia spotreby energie s distribuovanou RBS pri dynamickej metóde

Spotreba energie distribuovaného zariadenia RBS sa pri dynamickej metóde definuje v troch rozdielnych úrovniach aktivity (podrobnosti o úrovniach aktivity pozri v prílohe G):

- P^{AL10},C a P^{AL10},RRH sú spotreby energie [W] centrálnej časti a vzdialených častí RBS pri 10 % úrovni aktivity;
- P^{AL40},C a P^{AL40},RRH sú spotreby energie [W] centrálnej časti a vzdialených častí RBS pri 40 % úrovni aktivity;
- P^{AL70},C a P^{AL70},RRH sú spotreby energie [W] centrálnej časti a vzdialených častí RBS pri 70 % úrovni aktivity.

5.4 Spotreba energie stanoviska RBS

Obrázky od 1 do 3 uvádzajú príklady referenčných modelov stanovísk RBS. Stanovisko RBS obsahuje zariadenie RBS, ale môže obsahovať aj rôzne podporné systémy infraštruktúry a/alebo pomocné skrine. So spotrebou energie a strát podporných častí, potrebných na doplnenie k častiam stanoviska, ktoré nie sú začlenené v produkte RBS, sa bude uvažovať tak, že v týchto doplnkových častiach sa použijú referenčné hodnoty.

Do hodnoty spotreby energie stanoviska sa majú zahrnúť časti:

- zariadenie RBS a pomocné skrine, tak ako sa definuje pre produkt;
- usmerňovače;
- klimatizačná jednotka;
- straty pri distribúcii napájania; do integrovanej vnútornej a vonkajšej RBS sa majú zahrnúť všetky straty pri distribúcii napájania medzi jednotkami; pre distribuovanú základňovú stanicu sa musí použiť definovaný model (s uvažovaním navššenia spotreby energie vzdialenej rádiovkej hlavy o 5 %, podrobnosti pozri v prílohe B);
- ďalšie pomocné zariadenia a skrine.

Z referenčných modelov stanoviska sa vylúčia tieto funkcionality:

- spotreba nabíjačky batérií;
- chladenie batérií (ak sú batérie integrovanou súčasťou riešenia stanoviska RBS, meranie spotreby energie sa má vykonávať s batériami oddelenými od RBS, napríklad vypnutím vypínača batérií).

Ďalej sa definuje úroveň spotreby stanoviska RBS s cieľom možnosti porovnávať spotrebu energie rôznych RBS. Na tento účel sa použije činiteľ mierky, ktorý pomerne rozčlení spotrebu energie RBS pre referenčnú konfiguráciu stanoviska, pričom berie do úvahy:

- riešenia napájacích zdrojov; napájanie referenčného stanoviska RBS je 230 V AC;
- rôzne riešenia chladenia; teplota okolitého vzduchu referenčného stanoviska RBS pri statickom meraní je 25 °C a +40 °C a pri dynamickom meraní je +25 °C;
- straty napájania; s distribuovanou BTS sa zahrnú referenčné straty napájacieho zdroja RRH.

Priemerná spotreba energie stanoviska [W] v integrovanej RBS sa definuje takto:

$$P_{site} = PSF \cdot CF \cdot P_{equipment} ,$$

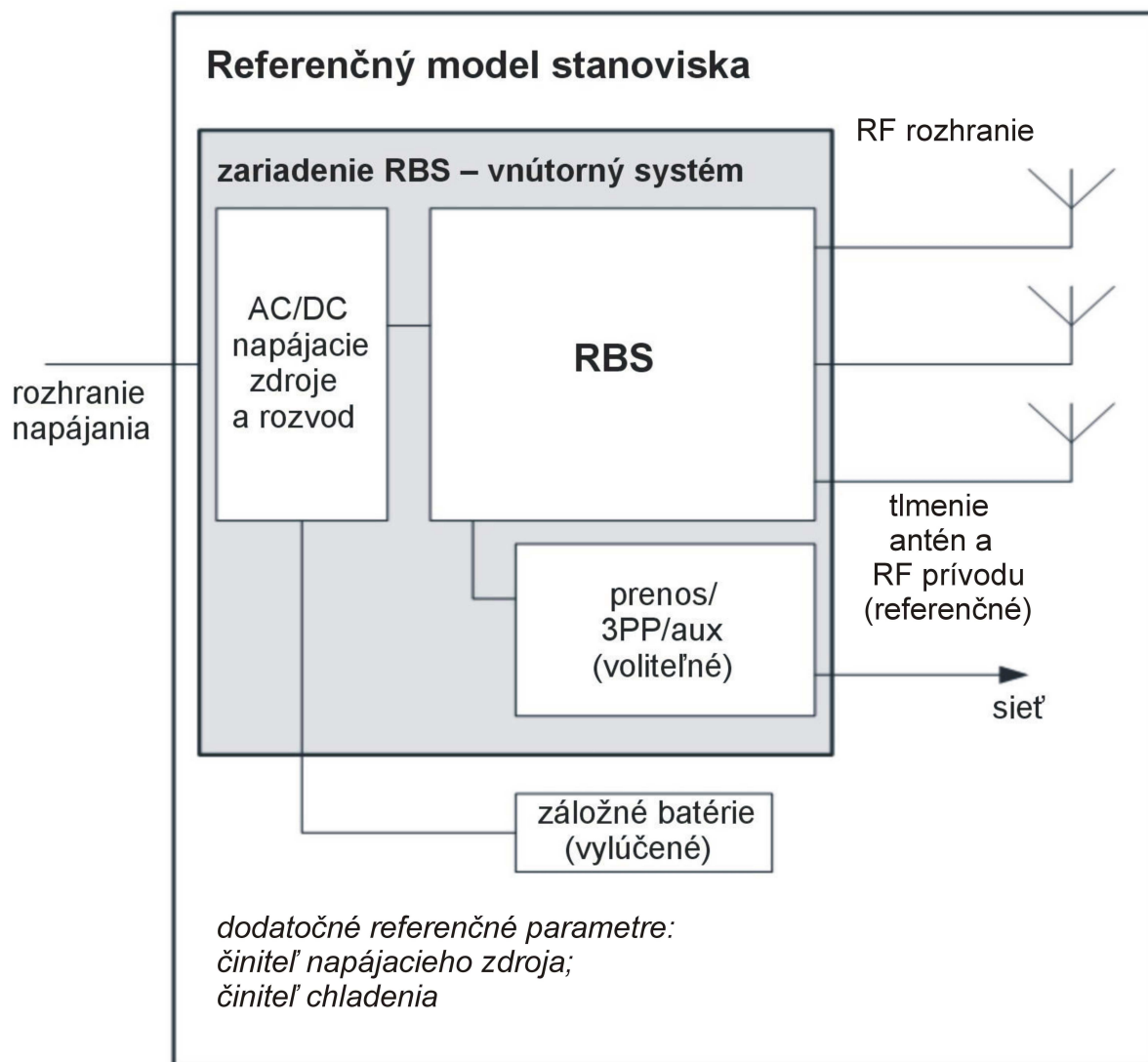
kde PSF je korekčný činiteľ [bezrozmerný] a CF je činiteľ chladenia [bezrozmerný], ktorých hodnoty sa uvádzajú v prílohe B.

Priemerná spotreba energie stanoviska [W] v distribuovanej RBS sa definuje takto:

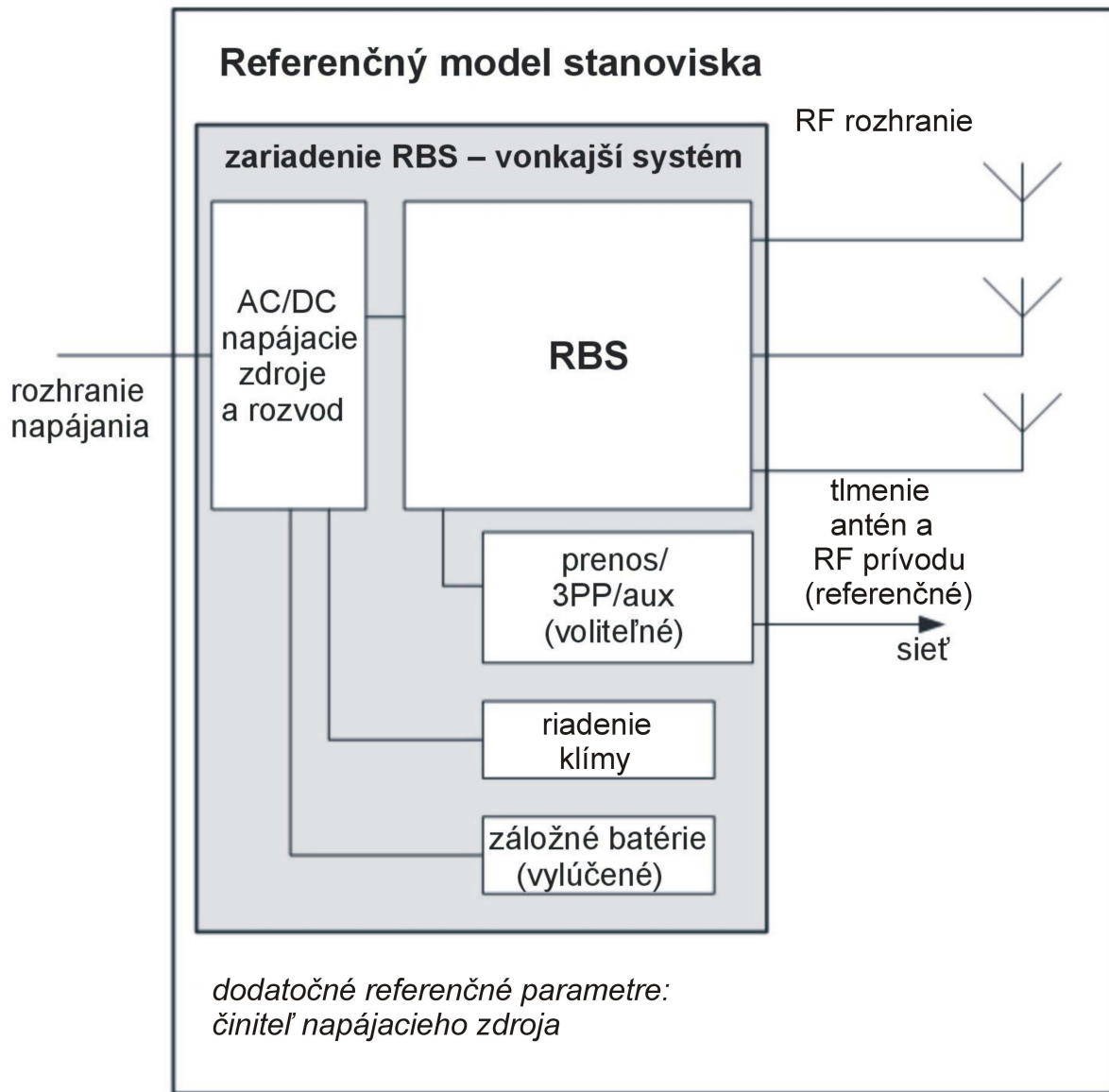
$$P_{site} = PSF_C \cdot CF_C \cdot P_C + PSF_{RRH} \cdot CF_{RRH} \cdot PFF \cdot P_{RRH} ,$$

kde PSF_C a PSF_{RRH} sú korekčné činitele napájacích zdrojov centrálnej časti a vzdialených častí, CF_C a CF_{RRH} sú činitele chladenia centrálnej časti a vzdialených častí a PFF je činiteľ napájania [bezrozmerný] vzdialených jednotiek, ako sa uvádza v prílohe B.

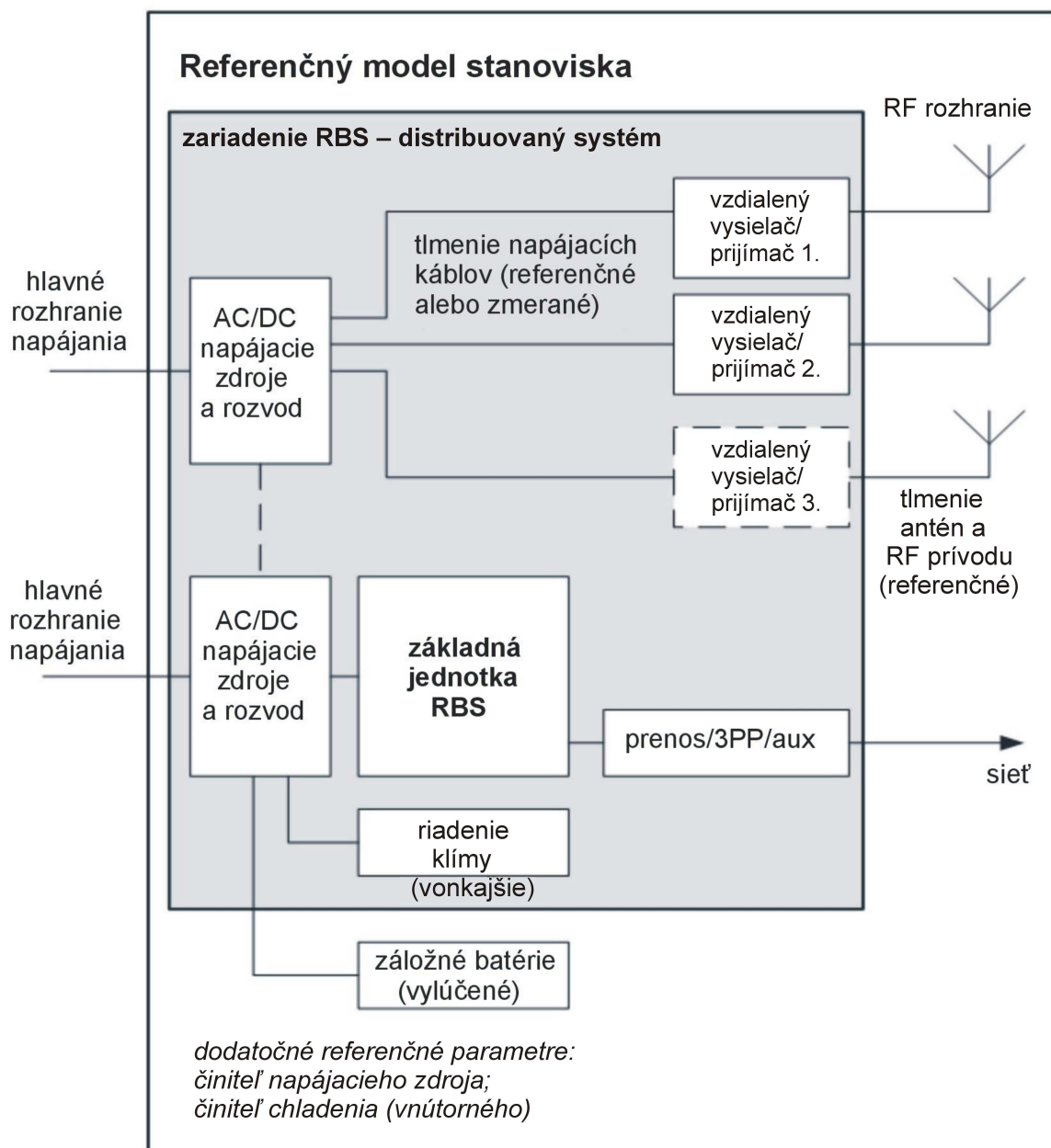
Na základe konceptov meraní, opísaných v článku 5.1, sa môže vypočítať účinnosť stanoviska ako pomer medzi výstupným výkonom, ktorý sa meria na konektore antény, a celkovou spotrebou energie stanoviska, pozri prílohu A, tabuľku A.4.



Obrázok 1 – Model stanoviska vnútornej RBS, ktorý ukazuje zariadenie RBS a podporný systém infraštruktúry



Obrázok 2 – Model stanoviska vonkajšej RBS, ktorý ukazuje zariadenie RBS a podporný systém infraštruktúry



Obrázok 3 – Model stanoviska distribuovanej RBS, ktorý ukazuje zariadenie RBS a podporný systém infraštruktúry

5.5 Energetická účinnosť

Energetická účinnosť poskytuje prostriedok na ohodnotenie energetickej účinnosti bezdrôtovej prístupovej siete na úrovni uzla RBS, pretože berie do úvahy hľadiská, zameranie nielen na spotrebu energie stanoviska RBS, ale aj prvky a vlastnosti, ktoré súvisia s kapacitou a pokrytím siete.

5.5.1 Energetická účinnosť GSM

Vo vidieckych oblastiach je dominantným činiteľom dimenzovania siete oblasť pokrytia. Požiadavka na prevádzku je typicky menšia ako maximálna kapacita RBS, a tak sa veľkosť bunky definuje modelom šírenia. Preto sa energetická účinnosť pre vidiecku oblasť definuje takýmto spôsobom, kde *KPI* vo vzorci (5.7) je oblasť, ktorú môže pokryť RBS z pohľadu rádiového pokrytia:

$$EE_{coverage} = \frac{A_{coverage}}{P_{site}}$$

$A_{coverage}$ je oblasť pokrytia RBS [km²] pre vidiecku oblasť. Táto oblasť pokrytia sa vypočíta na základe systémových hodnôt vzostupného a zostupného spoja (podrobnosti o tom, ako vypočítať systémové hodnoty a polomer bunky, pozri prílohu C). Má sa použiť medzná hodnota oblastí pokrytia vzostupného a zostupného spoja. Obe oblasti pokrytia sa počítajú v situácii nízkej prevádzkovej záťaže. Na výpočet zostupného spoja sa má použiť výkonová úroveň signálu RBS BCCH, citlivosť prijímača UE a typ prevádzky definované v prílohe D. Na výpočet vzostupného spoja sa má použiť nameraná citlivosť prijímača UE s prenosovým výkonom UE a typom prevádzky, ktoré sú definované v prílohe D.

V mestských oblastiach je určujúcim činiteľom na dimenzovanie siete kapacita RBS. Preto sa ukazovateľ výkonnosti (účastník/W) v prípade mesta definuje takto:

$$EE_{capacity} = \frac{N_{busy_hour}}{P_{site}}$$

N_{busy_hour} je počet účastníkov, založený na priemernej prevádzke v hlavnej prevádzkovej hodine vyžadovanej účastníkmi a priemernou prevádzkou RBS v hlavnej prevádzkovej hodine, ktorá je definovaná v tabuľke D.1 prílohy D.

5.5.2 Energetická účinnosť WCDMA/LTE/WiMAX™

Na výpočet ukazovateľa energetickej účinnosti v dynamickom móde pri x-tej úrovni aktivity sa priebežne vzorkuje spotreba energie RBS (v časovom intervale Δt_m : 0,5 s alebo kratšom) počas celej periódy T_D skúšobných vzoriek (perióda pracovného cyklu). Pri integrovanej RBS je $P_{i,k,equipment}^{ALx}$ nameranou hodnotou v i-tom meraní vo vzťahu ku k-tej perióde pracovného cyklu a x-tej úrovni aktivity. Skúšobné vzorky sa opakujú n-krát, kde n je celkový počet pracovných cyklov počas skúšky, tak ako sa definuje v prílohe H. Priemerná energia $E_{equipment}^{ALx}$, ktorú spotrebuje RBS počas jedného pracovného cyklu a pre x-tú úroveň aktivity, sa vyhodnotí takto:

$$E_{equipment}^{ALx} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n \left(\Delta t_m \cdot \sum_{i=1}^{T_D / \Delta t_m} P_{i,k,equipment}^{ALx} \right) \quad [J] \quad (5.9),$$

$T_D / \Delta t_m$ má byť celé číslo.

V prípade distribuovanej RBS $E_{C,equipment}$ a $E_{RRH,equipment}$ [J] sú priemerné spotreby energie centrálnej a vzdialenej časti v dynamickej metóde pre x-tú úroveň aktivity definované ako:

$$E_{RRH,equipment}^{ALx} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n \left(\Delta t_m \cdot \sum_{i=1}^{T_D / \Delta t_m} P_{RRH,i,k,equipment}^{ALx} \right) \quad [J] \quad (5.10),$$

$$E_{C,equipment}^{ALx} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n \left(\Delta t_m \cdot \sum_{i=1}^{T_D / \Delta t_m} P_{C,i,k,equipment}^{ALx} \right) \quad [J] \quad (5.11).$$

Na výpočet energetickej účinnosti stanoviska sa vloží $P_{c,site}$ a $P_{RHH,site}$ do uvedených rovníc.

Priemerný objem sieťových dát DV^{ALx} v jednej perióde pracovného cyklu a x-tej úrovni aktivity sa určí tak, ako sa uvádza v (4b):

$$DV^{ALx} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{k=1}^n \left(\sum_{j=1}^m DV_{j,k}^{ALx} \right) \quad [\text{kbit}] \quad (5.12),$$

kde m je celkový počet UE, ktoré sú pripojené k RBS a $DV_{j,k}^{ALx}$ je objem sieťových dát pre j-te UE vo vzťahu ku k-tej perióde pracovného cyklu a x-tej úrovni aktivity. Objem sieťových dát je množstvo dát, ktoré úspešne prijme UE.

Ukazovateľ účinnosti $EE_{equipment}^{ALx}$ pre x-tú úroveň aktivity sa potom vypočíta takto:

$$EE_{equipment}^{ALx} = \frac{DV^{ALx}}{E_{equipment}^{ALx}} \quad [\text{kbit/J}] \quad (5.13).$$

Merania sa vykonávajú pre všetky definované úrovne aktivity, ktoré sú uvedené v prílohe H.

Na získanie ukazovateľa celkovej účinnosti $EE_{equipment}$, sa musí pridať čistý objem dát a spotreba energie pre rôzne úrovne aktivity pri uplatnení zodpovedajúcich váhovacích činiteľov c_{ALx} . Váhovací činiteľ zväží denné rozdelenie prevádzky v priebehu dňa, pre navrhované štandardné rozdelenie pozri prílohu H. l je celkový počet úrovní aktivity. Ukazovateľ celkovej účinnosti $EE_{equipment}$ sa potom vypočíta takto:

$$EE_{equipment} = \frac{\sum_{ALx=1}^l c_{ALx} \cdot DV^{ALx}}{\sum_{ALx=1}^l c_{ALx} \cdot E_{equipment}^{ALx}} \quad [\text{kbit/J}] \quad (5.14),$$

kde $\sum_{ALx=1}^l c_{ALx} \cdot DV^{ALx}$ je celkový priemerný objem dát pri zvážení denného rozdelenia úrovní prevádzky, $\sum_{ALx=1}^l c_{ALx} \cdot E_{equipment}^{ALx}$ je celková priemerná spotreba energie pri zvážení denného rozdelenia úrovní prevádzky.

Ukazovateľ merania pokrytia

Na získanie ukazovateľa energetickej účinnosti pre $EE_{Coverage}$ sa bunkové oblasti pokryté RBS podelia celkovou spotrebou energie, ktorá sa spotrebuje na pokrytie oblasti.

$$EE_{Coverage} = \frac{A}{P_{equipment}} \quad [\text{km}^2/\text{W}] \quad (5.15),$$

kde A je oblasť pokrytia a $P_{equipment}$ je spotreba energie, tak ako vysvetľuje príloha C.

6 Metódy merania spotreby energie RBS

Kapitola opisuje metódy merania výkonnosti zariadenia, pričom sa berú do úvahy existujúce normy, ako sú uvedené v kapitole 2. Kapitola poskytuje aj podmienky, pri ktorých sa tieto merania majú vykonávať. Cieľom je mať reprodukovateľné výsledky.

6.1 Základy merania

Rozmanitosť UL:

- je štandardnou črtou vo všetkých RBS; z tohto dôvodu sa pokladá za dostatočné, keď sa skúška vykoná len na hlavnej anténe RX; RX s rozmanitosťou UL má byť aktívna počas merania bez pripojenia ku skúšobnému signálu.

Rozmanitosť DL:

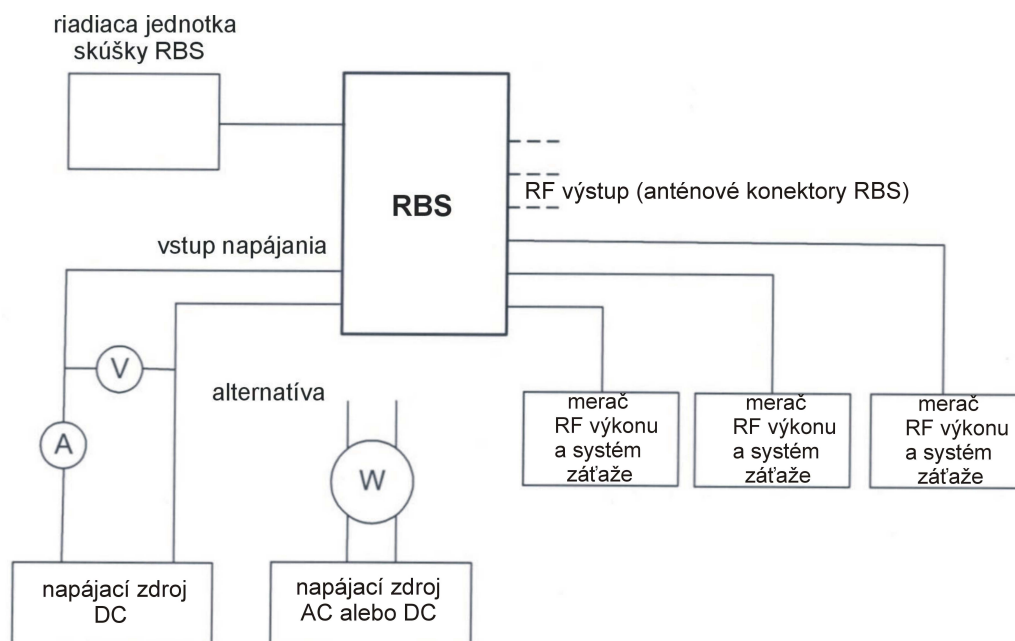
- neberie sa do úvahy v R99 a HSPA; LTE: prenosový mód 3 „priestorové multiplexovanie otvorenej slučky“ má byť podľa TS 136 211 [10] (2 x 2 DL MIMO).

Inteligentné antény:

- nastavenie systému inteligentnej antény bude definované v neskoršom vydaní.

6.1.1 Všeobecne

Metóda merania a skúšobná zostava na spotrebu energie pozostáva z dvoch častí, statického merania a dynamického merania. Pri statickom ako aj dynamickom meraní sa má RBS prevádzkovať v skúšobnom a meracom prostredí tak, ako je znázornené na obrázkoch 4 a 5.

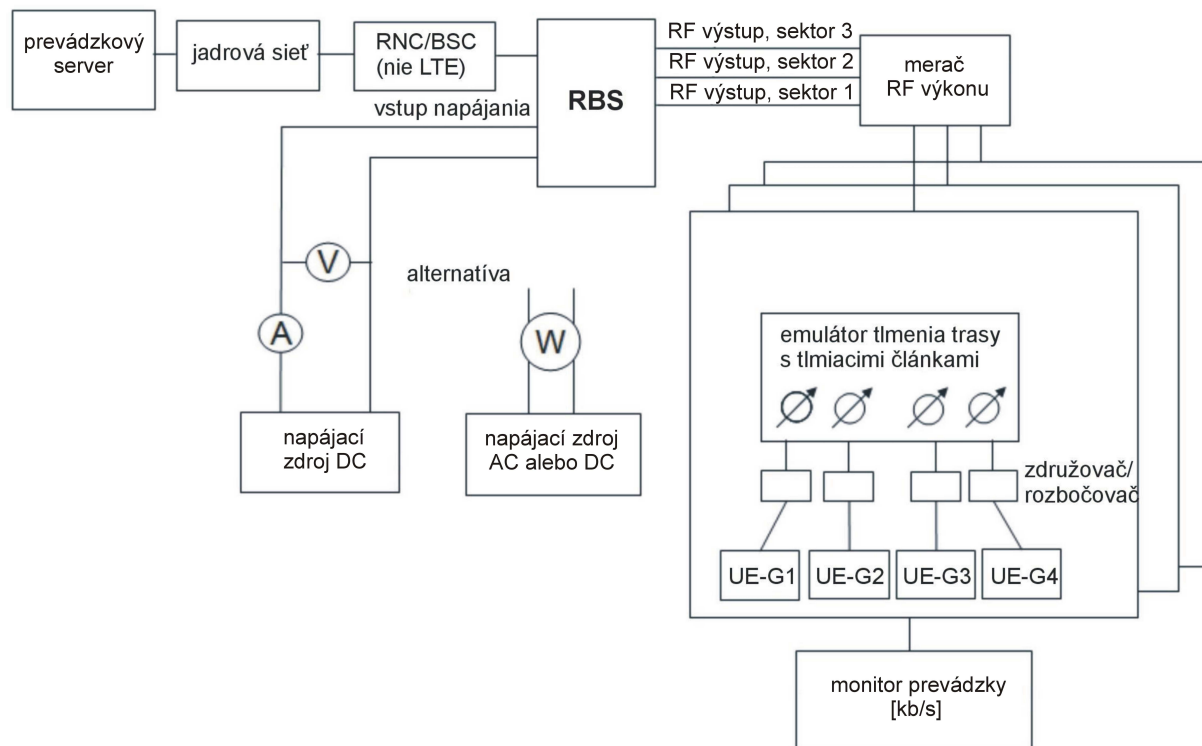


Obrázok 4 – Skúšobná zostava na statické merania (príklad troch sektorov)

Pri statickom móde sa RBS napája z DC alebo AC napájacieho zdroja a ovláda pomocou riadiacej jednotky skúšky RBS. Táto riadiaca jednotka poskytuje RBS riadiace signály a prevádzkové dáta, ktoré sa vyžadujú na výkon statických meraní. Každý RF výstupný (anténový) konektor je zakončený záťažou so schopnosťou merania výstupného RF výkonu.

Pri dynamickom móde sa RBS napája z DC alebo AC napájacieho zdroja. Samotná riadiaca jednotka je pripojená k jadrovej sieti. Chrbticovou sieťou môže byť prvok skutočnej siete alebo simulátor jadrovej siete. Na anténovom rozhraní je RBS pripojená ku všetkým sektorom pomocou koaxiálnych káblov, pozri obrázok 5.

Obrázok 5 znázorňuje skúšobnú zostavu s tromi sektormi RBS. V každom sektore sú použité štyri skupiny UE. Tieto sa pripájajú k premenlivým tlmiacim článkom na vytvorenie rôzneho tlmenia trasy.



Obrázok 5 – Skúšobná zostava na dynamické merania s UE (príklad troch sektorov)

6.1.2 Požiadavky na meracie a skúšobné zariadenia

Meranie spotreby energie sa má vykonávať meraním napätia napájacieho zdroja paralelne so skutočným efektívnym prúdom a vypočítaním zodpovedajúcej spotreby energie (použiteľné iba s DC), alebo pomocou wattmetra (použiteľné tak s AC, ako aj s DC). Meranie sa môže vykonať pomocou rozličných meracích zariadení, vrátane kliešťových meradiel výkonu alebo napájacích zdrojov so zabudovanou možnosťou merania spotreby.

Všetky meracie zariadenia sa majú kalibrovať a majú obsahovať dátové výstupné rozhranie, aby umožňovali dlhodobý záznam dát a výpočet celkovej spotreby energie za stanovený čas.

Meracie zariadenie má spĺňať tieto atribúty:

– vstup energie:

- rozlíšenie: $\leq 10 \text{ mA}$; $\leq 100 \text{ mV}$; $\leq 100 \text{ mW}$;
- DC prúd: $\pm 1,5 \%$;
- DC napätie: $\pm 1 \%$;
- wattmeter: $\pm 1 \%$;
- dosiahnuteľný vrcholový činiteľ prúdu 5 alebo viac;

- skúšobné zariadenie má mať šírku pásma najmenej 1 kHz;
- výstupný RF výkon: $\pm 0,4$ dB.

V statickom móde sa má RBS stimulovať prostredníctvom rozhrania riadiacej jednotky RBS pomocou emulácie skúšobných modelov v spojení s prevádzkovými profilmi a referenčnými parametrami udanými v prílohách od D do G.

V dynamickom móde sa má RBS prevádzkovať cez riadiace jednotky tak, ako je znázornené na obrázku 5, v spojení s prevádzkovými profilmi a referenčnými parametrami udanými v prílohách od D do G.

UE sú rozmiestnené v bunke v súlade s článkom 6.4.2.1 a môžu ich reprezentovať emulátory UE, alebo skúšobné mobilné telefóny. V oboch prípadoch sa požiadavky na výkonnosť s každou technológiou aplikujú spôsobom uvedeným v súvisiacom článku 6.1.3.

6.1.3 Požiadavky na výkonnosť UE

Dynamické skúšanie energetickej účinnosti RBS dovoľuje použiť emulátor zariadenia používateľa (UE), alebo skúšobnú zostavu s konvenčnými UE.

Energetická účinnosť RBS vo významnej miere závisí od výkonnosti UE. Na dosiahnutie porovnateľných výsledkov, má byť výkonnosť UE v súlade s nominálnou minimálnou výkonnosťou, ktorá je špecifikovaná v príslušnej norme 3GPP (napríklad TS 125 101 [8] s WCDMA).

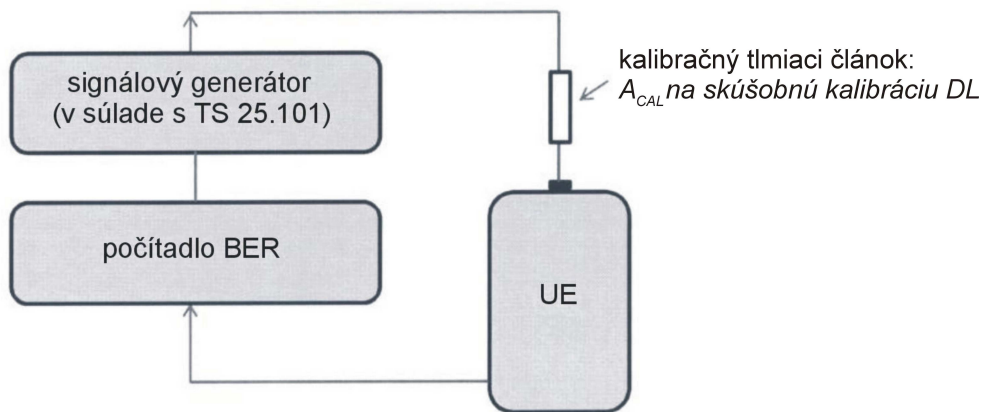
Bežné sériové UE majú typicky lepšiu výkonnosť, ako sú minimálne požiadavky, aby sa vyrovnali s výrobnými toleranciami. Na minimalizáciu vplyvu UE na výsledky skúšok sa odchýlky vo výkonnosti musia kompenzovať. Tento článok opisuje základný súbor špecifikácií UE a nápravné činnosti na kompenzáciu odchýlok výkonnosti UE so skúšobnou zostavou RBS EE.

Výsledky skúšky kapacity zostupného spoja opísané v dokumente závisia od citlivosti prijímača UE. Emulátory UE zvyčajne obsahujú prostriedky na kalibrovanie kľúčových parametrov, ako sú vysielací výkon, citlivosť prijímača atď. Nasledujúci postup má zaručiť, že všetky UE použité v skúšobnej zostave spĺňajú požadovanú minimálnu výkonnosť špecifikovanú v príslušnej norme UE.

Požiadavky UE:

1. V skúšobnom zariadení sa majú použiť UE, ktoré sú vybavené konektorom externej antény.
2. UE použité na skúšanie majú dosahovať minimálnu RF výkonnosť podľa príslušnej normy s presnosťou $\pm 0,5$ dB.
3. Majú sa použiť len UE výkonových tried 3 a 3bis, pretože výkonové triedy 1 a 2 sú špecifikované iba v pásme 1.
4. Majú sa použiť len UE s významným podielom na trhu (napríklad modely z aktuálnej prvej desiatky v predajných zoznamoch atď.).
5. Musia sa zaznamenať detaily použitých zariadení UE do protokolov zo skúšok. Tieto majú obsahovať pôvod, HW a SW verzie UE, ako aj všetky modifikácie alebo vykonané nápravné opatrenia.
6. Citlivosť RX použitých UE sa má zmerať a upraviť pred skúškou kapacity RBS. Citlivosť UE sa má zmerať pomocou skúšobnej zostavy UE, ktorá obsahuje signálový generátor a počítadlo BER, ako sa opisuje na obrázku 6. Citlivosť UE sa pomocou tlmiaceho článku na anténovom porte má obmedziť na referenčnú citlivosť špecifikovanú v tabuľke 7.2A v [8] a [9]. So všetkými UE použitými počas skúšky sa majú vykonať merania pri všetkých frekvenciách a šírkach pásma, ktoré sa použili na skúšanie účinnosti.

7. Použité korekčné činitele sa majú zdokumentovať v protokole zo skúšky.



Obrázok 6 – Kalibračná zostava UE na korekciu citlivosti UE

Ako ukazuje obrázok 6, kalibračný tmiaci článok má zostať pripojený k UE počas všetkých skúšok kapacity. V prípade, ak je v skupine UE použité iba jedno UE, môže sa namiesto tohto článku pridať požadované tlmenie k tlmeniu trasy.

6.2 Podmienky merania

6.2.1 Konfigurácia RBS

RBS sa má skúšať pri normálnych skúšobných podmienkach podľa sprievodných informácií zariadenia. RBS, konfigurácia skúšky a prevádzkový mód (základné pásmo, riadiaca a RF časť RBS, ako aj softvér a firmvér) má zodpovedať bežne zamýšľanému použitiu a má sa zaznamenať v správe zo skúšky.

V prípade viacnásobnej konfigurácie RBS sa má použiť konfigurácia s 3 sektormi.

Pri WCDMA/HSPA sa má použiť konfigurácia s jednou nosnou frekvenciou v sektore.

Spojenie so simulátorom cez rozhranie riadiacej jednotky RBS sa má realizovať pomocou elektrického alebo optického kábla, ktorý sa komerčne ponúka spoločne s použitou konfiguráciou RBS. Prídavné prvky, ktoré spotrebúvajú energiu, ako je napríklad nabíjanie batérií, sa majú vypnúť.

Na vzduchovom rozhraní sa má použiť šifrovanie zostupného spoja.

V správe o meraní sa musia uviesť prvky šetrenia energiou s použitá verzia softvéru.

Správa o meraní sa má zmieniť o konfigurácii RBS vrátane typu združovania RF signálov (združovanie siete antén, vzdušné združovanie alebo viacej nosných frekvencií).

6.2.2 Výstupný (vysielaný) RF výkon/signál

Z dôvodu odlišných nominálnych hodnôt výstupného RF výkonu rôznych modelov RBS a tolerancií ich výstupného RF výkonu v tolerančných rozsahoch definovaných v súvisiacich normách na mobilné rádio je potrebné merať skutočný výstupný RF výkon na každom RF výstupnom konektore RBS.

Počas skúšky sa má RBS zaťažovať takými výstupnými výkonmi RF, ktoré sa použijú v komerčnej prevádzke, týkajúcej sa referenčných sietí a prevádzkových profilov uvedených v prílohách od D do G.

Výkonový zosilňovač (zosilňovače) RBS má podporovať rovnaký vrcholový činiteľ (pomer špičkovej a priemernej hodnoty) a zníženie výkonu na výstupe zosilňovača, ako sa použije v komerčnom produkte.

Majú sa splniť všetky významné požiadavky na vzduchové rozhranie zo zodpovedajúcich špecifikácií 3GPP a GERAN, napríklad [2] pri WCDMA/HSPA a LTE.

6.2.3 Podmienky prostredia

Na meranie spotreby energie sa definujú podmienky prostredia, za ktorých sa musí RBS skúšať takto:

Tabuľka 1 – Podmienky prostredia RBS

Podmienka	Minimum	Maximum
barometrický tlak	86 kPa (860 mbar)	106 kPa (1 050 mbar)
relatívna vlhkosť	20 %	85 %
vibrácie	bezvýznamné	
teplota	statické: +25 °C a +40 °C dynamické: +25 °C	
presnosť teploty	±2 °C	

6.2.4 Napájací zdroj

Na meranie spotreby energie RBS sa má použiť nasledujúca hodnota prevádzkového napätia (ako neštandardné napätie napájacieho zdroja sa má použiť prevádzkové napätie s toleranciami ±2,5 %).

Nominálna hodnota a prevádzková hodnota sa má pri AC skúšať podľa [3] a pri DC skúšať podľa [4].

Frekvencia napájacieho zdroja, zodpovedajúca AC elektrickej sieti, má byť podľa [3].

6.3 Postup pri statickom meraní

Merania spotreby energie sa majú vykonávať, keď sa dosiahnu podmienky stálej teploty vnútri zariadení. Na tento účel sa má RBS umiestniť v podmienkach prostredia minimálne na dve hodiny s minimálnym časom prevádzky jedna hodina pred vykonaním meraní.

Výsledky merania sa majú zachytiť čo najskôr, keď sa zariadenie dostane do stabilných prevádzkových podmienok s vybranou záťažou.

Výstupné RF výkony, ako aj zodpovedajúce spotreby energie RBS, sa majú merať vo vzťahu k úrovniam výstupného RF výkonu, ktoré sú potrebné na splnenie požiadaviek referenčných sietí, rovnako ako prevádzkových profilov opísaných v prílohách od D do G.

RF výstupný výkonový signál a úrovne sa majú vytvárať podľa skúšobných modelov opísaných v prílohách od D do G.

Stimulácia sa má realizovať prostredníctvom rozhrania riadiacej jednotky RBS.

Skúšobné modely, ako aj systémovo závislé úrovne záťaže, sú definované v prílohách od D do G.

Referenčným bodom meraní RF výstupu je anténový konektor RBS.

Výstupný RF výkon a zodpovedajúca spotreba energie na vstupe sa má merať pri spodnom, strednom a hornom okraji príslušného rádiového pásma v prípade nízkej záťaže (aby sa získali hodnoty z frekvenčného pásma na výpočet oblasti pokrytia) a pri kanáli so strednou frekvenciou v

hlavnej prevádzkovej hodine a strednej záťaži. V správe o meraní (tabuľka A.3) sa majú pri vyhodnotení stanoviť jednotlivé hodnoty, ako aj aritmetický priemer týchto troch meraní (iba s nízkou záťažou). Aritmetický priemer sa má použiť na vyhodnotenie referenčnej spotreby energie RBS, ako aj na výpočty energetickej účinnosti na sieťovej úrovni.

Meranie sa má vykonať s každou anténou, ktorá prenáša nosné frekvencie antény zostupného spoja. Namerané hodnoty výstupného RF výkonu sa majú uviesť v správe o meraní pri každej anténe.

Spotreba energie RBS, ako aj výstupný RF výkon sa majú udávať vo watoch v súlade s presnosťou a rozlíšeniami uvedenými v článku 6.1.2.

6.3.1 Metóda merania pokrytia

Pokrytie RBS vo vidieckych oblastiach je typicky obmedzované spojením UL. Oblasť pokrytia (citlivosť RBS) je dôležitým ukazovateľom výkonnosti, najmä pre prevádzkovateľov začínajúcich na zelenej lúke, alebo ak sa zavádza nový systém. Prvotné zavedenie RBS je často určené kontrahovanými podmienkami, aby sa dosiahlo počítačové minimálne pokrytie oblasti alebo obyvateľstva.

Energetická účinnosť pokrytia (EE_{coverage}) sa meria a vypočíta pri týchto podmienkach:

- použije sa skúšobný generátor RBS (emulátor UE);
- meria sa citlivosť RBS (s jednou RX trasou, ďalšie RX trasy s rozmanitými UL majú byť aktívne, ale zakončené anténovým konektorom), ako aj spotreba energie P RBS so všetkými aktívnymi a rovnako schválenými sektormi; skúšobný generátor sa má pripojiť len k jednému sektoru.

Pri priepustnosti vzostupného spoja sa má merať citlivosť podľa špecifikácie:

- WCDMA/Rel.99: Hlasové volanie s 12,2 kb/s AMR; bitová chybovosť (BER) má byť $\leq 0,001$, ako sa definuje v TS 125 141 [7] a prílohe C;
- WCDMA/HSDPA: odosielanie cez UDP s dátovou priepustnosťou siete nie menej ako 256 kb/s.
- LTE: odosielanie cez UDP s dátovou priepustnosťou siete nie menej ako 500 kb/s.

Po splnení požiadaviek UL sa má konfigurovať priepustnosť zostupného spoja pre požiadavky:

- WCDMA/Rel.99: hlasové volanie s 12,2 kb/s AMR, bitová chybovosť (BER) má byť $\leq 0,001$, ako sa definuje v TS 125 141 [7] a prílohe C;
- WCDMA/HSDPA: odosielanie cez UDP s dátovou priepustnosťou siete nie menej ako 1280 kb/s;
- LTE: odosielanie cez UDP s dátovou priepustnosťou siete nie menej ako 2500 kb/s.

Na vzduchovom rozhraní sa má aktivovať šifrovanie.

Nastavenie merania:

1. (e)Uzol B: konfigurácia 1 + 1 + 1; 40 W menovitý výstupný výkon vysielачa alebo maximálny výstupný výkon RBS, ak sa nedosiahne 40 W; žiadna aktivovaná rozmanitosť TX v konfigurácii WCDMA/MIMO v LTE, ale jeden ukončený anténový konektor.
2. Frekvenčné pásma definované v prílohe E pri WCDMA a prílohe F pri LTE.
3. Spoločné kanály (všetky 3 sektory) definované v prílohe E pri WCDMA a v prílohe F pri LTE.
4. (e)Uzol B z komerčnej výroby, komerčný SW, počiatkové nastavenie RNC/SAE a (e)Uzla B.

Oblasť pokrytia sa vypočíta z nameraného tlmenia trasy tak, ako sa špecifikuje v prílohe C.

6.4 Postup pri dynamickom meraní

Merania spotreby energie sa majú vykonávať v strede RF pásma, keď sa dosiahnu vnútri zariadenia stabilné teplotné podmienky. Na tento účel sa má RBS umiestniť v podmienkach prostredia minimálne na dve hodiny s minimálnym časom prevádzky jedna hodina pred vykonaním meraní.

Tento článok opisuje metódu merania na dynamické meranie kapacity, vrátane rozmiestnenia UE počas merania a nastavenia priepustnosti.

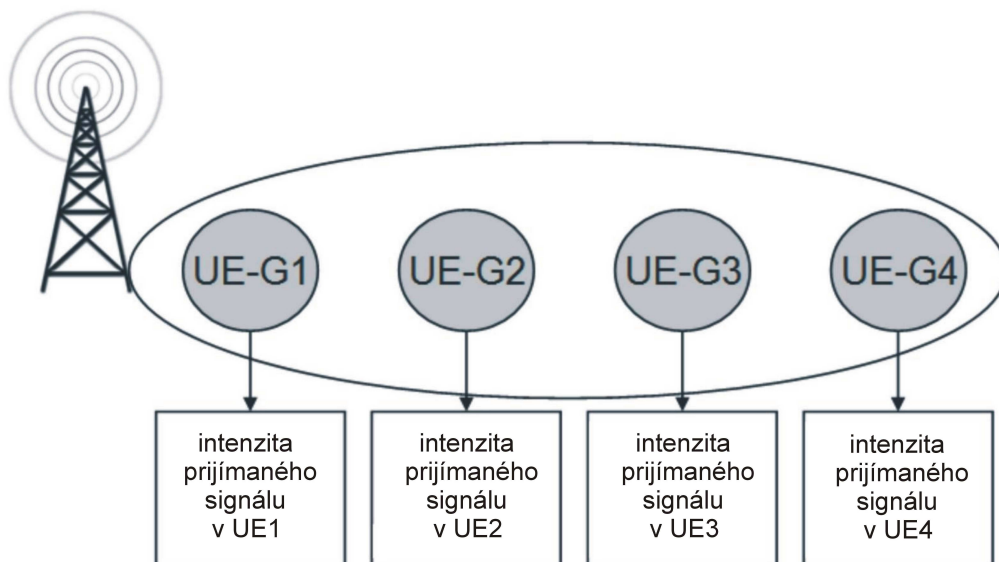
6.4.1 Rozmiestnenie UE s dynamickou skúšobnou metódou

V dynamickej skúšobnej metóde sa v každom sektore rozmiestnia 4 skupiny UE. Počet UE v každej skupine závisí od použitej rádiovkej technológie počas skúšky, pozri prílohu H. Rozmiestnenie skupín UE sa koná takým spôsobom, že skupina 1 UE má najnižšie tlmenie trasy a skupina 4 má najvyššie tlmenie trasy, pozri obrázok 7.

Každá skupina UE sa pripája k tlmiačemu článku so špecifickým tlmením, ktoré zodpovedá umiestneniu UE v bunke, aby sa dosiahla preddefinovaná intenzita prijímaného signálu uvedená v prílohe H.

Hodnoty intenzity prijímaného signálu v každom UE vo vzťahu k odlišným rádiovým prístupovým technológiám sú uvedené v prílohe H.

Viacnásobná trasa alebo iné poruchy šírenia sa neuvažujú.



Obrázok 7 – Rozmiestnenie UE v sektore

6.4.2 Nastavenie priepustnosti

Pri jednej nosnej frekvencii sa používa nasledujúci postup.

Z dôvodu odlišných podmienok prostriedkov spoja budú mať UE v rozdielnych pozíciách v sektore rôzne bitové prenosy sieťových dát.

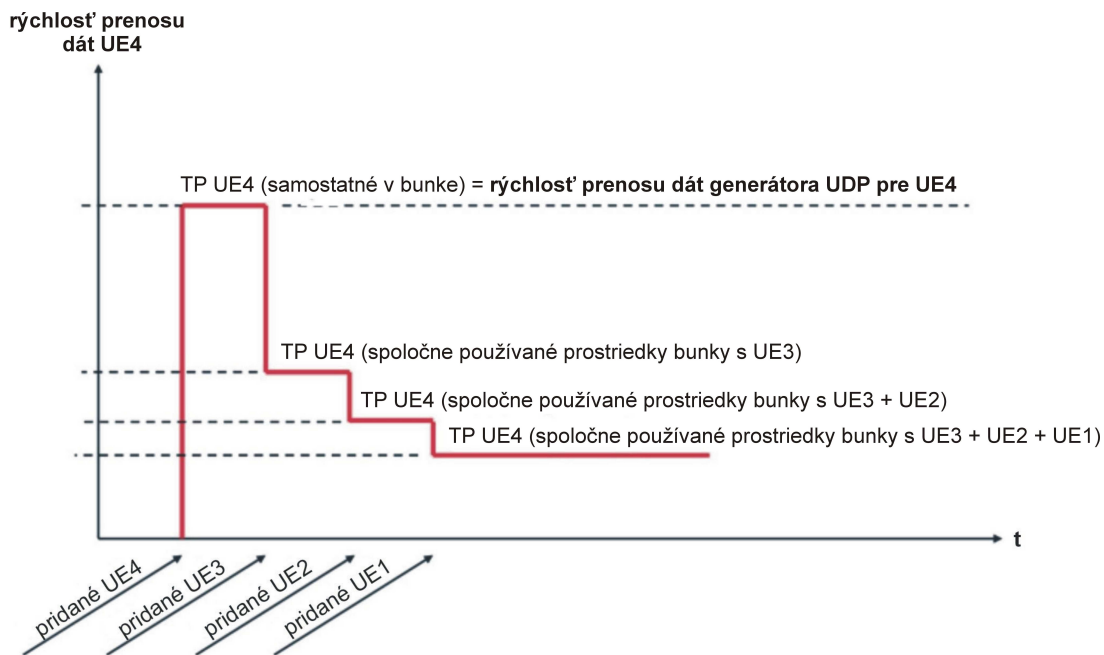
Na rovnaké váhovanie príspevkov od rôznych UE ku celkovému ukazovateľu energetickej účinnosti, majú aktívne UE spoločne rovnomerne používať kanálové prostriedky v ich súčasne aktívnom čase.

Pretože skúšobný scenár každého pracovného cyklu (T_D) (pozri prílohu H) sa má rozdeliť do 4 aktívnych fáz (T_P) (v závislosti od toho, či 4, 3, 2, alebo 1 UE prijíma prevádzku DL), má sa počas každej fázy zabezpečiť v priemere rovnomerná distribúcia prostriedkov (pozri článok 6.4.3).

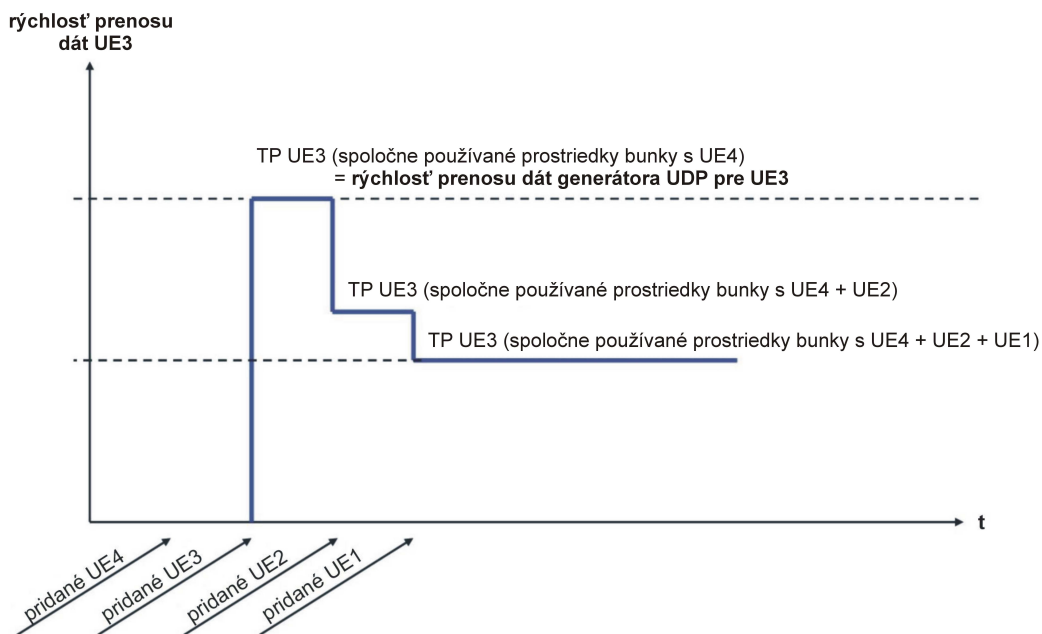
Pri každom z rôznych tlmení sa môže experimentálne určiť nastavenie bitovej rýchlosti generátorov UDP prevádzky takto (pozri obrázky od 8 do 11):

1. Začne sa s jedným pripojeným UE. Toto (napr. UE4) má najhoršie podmienky prostriedkov spoja. Bitová rýchlosť UDP sa nastaví na maximálnu hodnotu, pri ktorej je rovnaké sieťové posielanie (dátová rýchlosť vysielania generátora UDP prevádzky) a prijímacia priepustnosť (maximum sieťovej priepustnosti, prijatej v UE bez straty dát). Táto hodnota sa nazýva $TP_{max_{UE4}}$.
2. Pripojí sa ďalšie UE. Toto UE (napr. UE3) má druhé najhoršie prostriedky spoja. Predchádzajúce UE zostane/ú pripojené a poskytuje/ú svoje dáta nezmenenou dátovou rýchlosťou generátora UDP prevádzky. Vykoná sa rovnaká nastavovacia operácia s novými UE (napr. UE3), ako sa opísala s predošlými UE v kroku (1), ale teraz v konflikte so všetkými predchádzajúcimi UE. Táto hodnota sa nazýva $TP_{max_{UE3}}$.
3. Následne sa vykoná nastavovacia operácia kroku (2) s každým UE (aby sa znížilo tlmenie). Bitová rýchlosť sa tak dosiahne v konflikte so všetkými UE, ktoré sa dosiaľ nastavili. Táto hodnota sa nazýva $TP_{max_{UE2}}$ a $TP_{max_{UE1}}$ pri UE2, respektíve UE1.

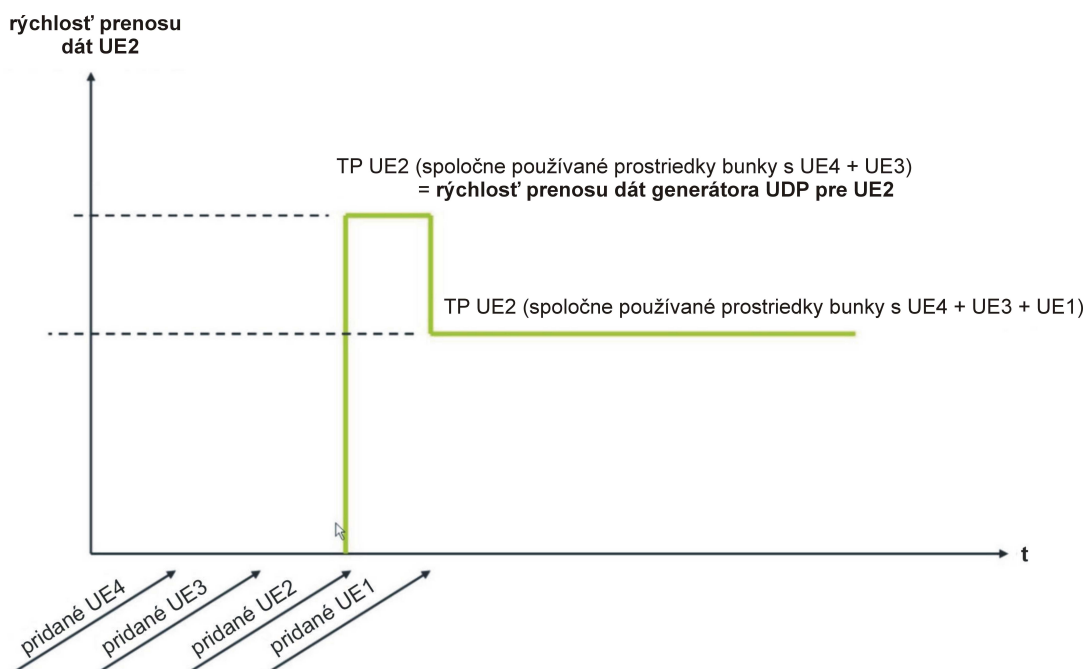
Priepustnosť UDP dát sa teraz určila a použije sa na skúšku energetickej účinnosti. Počas vykonávania skúšky sa generátor UDP dát niekoľkokrát spustí a zastaví v závislosti od úrovni aktivity, definovaných v prílohe H. Zahrnutým predpokladom nastavenia priepustnosti je, že UE1 je vždy v konflikte s ďalšími UE; UE2 vždy v konflikte s UE3 + UE4; UE3 vždy v konflikte s UE4. V každom prípade, nakonfigurovaná bitová rýchlosť zostáva so získanými hodnotami stála.



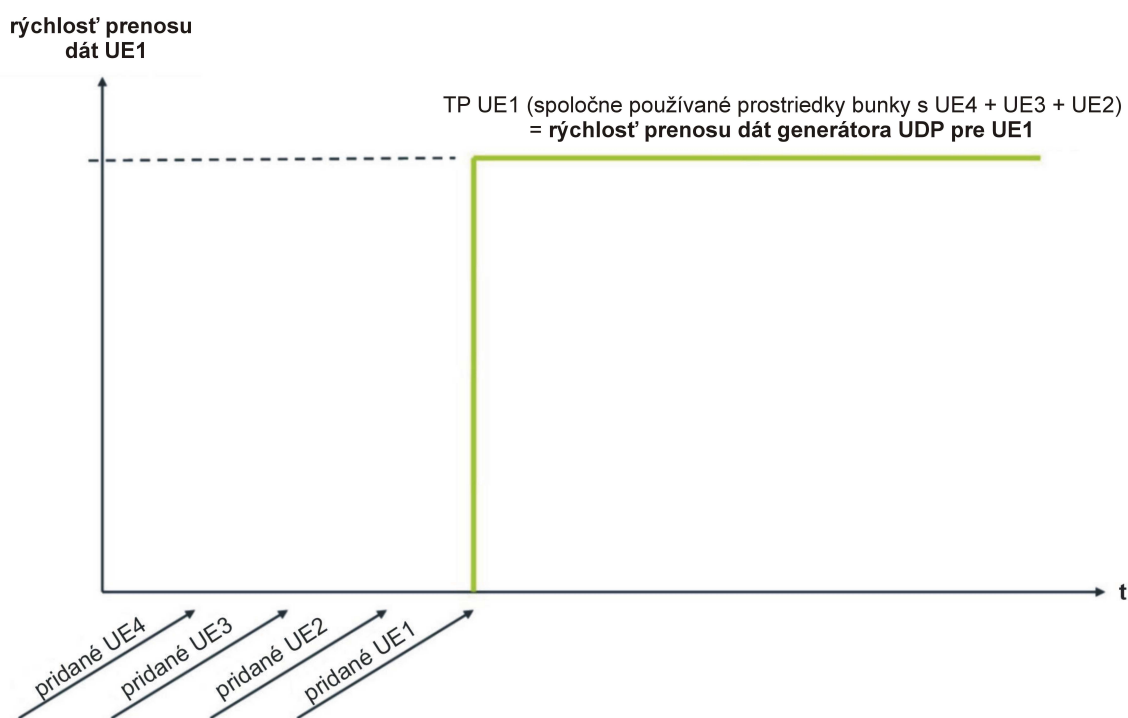
Obrázok 8 – Rýchlosť prenosu dát UDP pre UE4



Obrázok 9 – Rýchlosť prenosu dát UDP pre UE3



Obrázok 10 – Rýchlosť prenosu dát UDP pre UE2



Obrázok 11 – Rýchlosť prenosu dát UDP pre UE1

6.4.3 Chybová odolnosť pri rovnomerne rozmiestnených prostriedkoch

Množstvo akumulovaných dát pri úrovni aktivity ($\#Data_{x,UEi}$) sa môže ľahko porovnať s očakávaným minimom dát, založeným na UDP-úrovňovej priepustnosti (= zmeranej TP_{max}), vynásobenej sumarizovaným časom záznamu.

Minimum dát pri úrovni aktivity (skupina UE) je vyhodnotený objem dát, znížený tolerančným činiteľom TF pomocou vzorca 6.b (pozri prílohu K) a s bežnými hodnotami (napríklad $SF_{UE4} = 25/12$; $SF_{UE3} = 26/12$; $SF_{UE2} = 15/12$; $SF_{UE1} = 12/12$; $n = 10$; $T_D = 40$ s; $M = 4$; $TF = 0,25$, pozri prílohu K):

Vyhodnotený objem dát:

- $\#Data_{x,UE1} \geq Pmax_{UE1} \times 75 \text{ s} \times Afx;$
- $\#Data_{x,UE2} \geq TPmax_{UE2} \times 131,25 \text{ s} \times Afx;$
- $\#Data_{x,UE3} \geq TPmax_{UE3} \times 162,5 \text{ s} \times Afx;$
- $\#Data_{x,UE4} \geq TPmax_{UE4} \times 156,25 \text{ s} \times Afx.$

Zmeraná $TPmax_{UEi}$, ako aj objem akumulovaných dát $\#Dataaccu_{UEi,x}$, rovnako aj množstvo vyhodnotených dát $\#Data_{x,UEi}$ sa musí uviesť v správe o meraní (pozri prílohu A, tabuľka A.7).

7 Správa o meraní

Výsledky hodnotenia sa majú uviesť presne, zrozumiteľne, jednoznačne, objektívne a v súlade so všetkými špecifickými inštrukciami vo vyžadovanej metóde (metódach).

Zoznam referenčných parametrov, podmienok merania, výsledkov skúšky a odvodených výsledkov výpočtov, ktoré sa majú uviesť, je v prílohe A.

Ďalšie návody na správu zo skúšky sa môžu nájsť v článku 5.10 ISO/IEC 17025 [i.4].

**Príloha A (normatívna):
Správy o meraní**

Tabuľka A.1 – Všeobecné informácie o skúške

Položka	Poznámky
1. Odkaz na dokument a verzia	
2. Dátum skúšky	
3. Použitá verzia TS 102 706	
4. Miesto skúšky	
5. Názov skúšobnej organizácie a zodpovedná osoba	
6. Skúšané zariadenie	
6.1. Názvy skúšaných HW jednotiek a sériové čísla	
6.2. Verzia softvéru skúšaného zariadenia	
7. Zoznam použitých meracích zariadení vrátane typu, sériového čísla a kalibračných informácií	

Tabuľka A.2 – Referenčné parametre RBS, ktoré sa majú uviesť

Parameter	Hodnota	Jednotka
1. Konfigurácia RBS		
1.1. Počet sektorov		
1.2. Počet nosných frekvencií pre sektor		
1.2.1. Počet nosných frekvencií podporovaných RBS		
1.2.2. Počet nosných frekvencií podporovaných HW (nezávisle od toho, či sa nosné frekvencie využili pri skúške alebo nie)		
1.2.3. Počet nosných frekvencií využitých počas skúšky		
1.3. TX rozmanitosť		
1.4. RX rozmanitosť		
1.5. Typ združovania RF signálu		
1.6. Vzdialená rádiová hlava (Áno/Nie)		
2. Frekvencia		
2.1. Pásmo zostupného spoja		MHz
2.2. Pásmo vzostupného spoja		MHz
2.3. Šírka pásma kanála		MHz
3. Prostredie		
3.1. Teplotný rozsah		°C
3.2. Typ vzduchového filtra		
4. Prvky		
4.1. Prvky šetrenia energiou		
4.2. Prvky pokrytia a kapacity		

Tabuľka A.3 – Podmienky merania a výsledky, ktoré sa uvedú v statickej metóde

Parameter	Skúška pri 25 °C	Skúška pri 40 °C	Jednotka
1. Prostredie skúšky			
1.1. Teplota počas skúšky (nameraná)			°C
1.2. Tlak (nameraný)			kPa
1.3. Relatívna vlhkosť (nameraná)			
2. Frekvencia zostupného spoja použitá v skúške			
2.1. Stredná frekvencia kanála na dolnom konci			MHz
2.2. Stredná frekvencia kanála v strede			MHz
2.3. Stredná frekvencia kanála na hornom konci			MHz
3. Napájacie napätie			
3.1. Napätie DC (namerané)			V
3.2. Napätie AC (namerané, neutrálna fáza)			V
3.3. Frekvencia AC (nameraná)			Hz
4. Statická spotreba energie (nameraná)			
4.1. Závaž v hlavnej prevádzkovej hodine, kanál so strednou frekvenciou			W
4.2. Stredná záťaž, kanál so strednou frekvenciou			W
4.3. Nízka záťaž			
4.3.1. Kanál s frekvenciou na dolnom konci			W
4.3.2. Kanál so strednou frekvenciou			W
4.3.3. Kanál s frekvenciou na hornom konci			W
4.3.4. Priemerná spotreba pri nízkej záťaži			W
5. TX výstupný výkon (len pilotný signál)			
5.1. Výstupný výkon v kanáli na dolnom konci			W
5.2. Výstupný výkon v kanáli v strede			W
5.3. Výstupný výkon v kanáli na hornom konci			W
5.4. Priemerný výstupný výkon pre sektor			W
6. RX citlivosť prijímača v strednom kanáli			dBm

Tabuľka A.4 – Výsledky výpočtu, ktoré sa uvedú v statickej metóde

Parameter	Hodnota	Jednotka
1. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie integrovanej RBS pri 25 °C		W
2. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie integrovanej RBS pri 40 °C		W
3. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie distribuovanej RBS pri 25 °C		W
3.1. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie distribuovanej RBS pri 25 °C pre centrálnu časť		W
3.2. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie distribuovanej RBS pri 25 °C pre vzdialenú časť		W
4. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie distribuovanej RBS pri 40 °C		W
4.1. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie distribuovanej RBS pri 40 °C pre centrálnu časť		W
4.2. $P_{\text{equipment}}$ spotreby energie distribuovanej RBS pri 40 °C pre vzdialenú časť		W
5. Priemerná spotreba energie stanoviška pri 25 °C		W
5.1. Použitý činiteľ napájacieho zdroja		
5.2. Použitý činiteľ chladenia		
5.3. Použitý činiteľ energetického napájania pre RRH		
6. Priemerná spotreba energie stanoviška pri 40 °C		W
6.1. Použitý činiteľ napájacieho zdroja (PSF)		
6.1.1. PSF pre integrovanú RBS		
6.1.2. PSF_c pre centrálnu časť distribuovanej RBS		
6.1.3. PSF_{RRH} pre RRH časť distribuovanej RBS		
6.2. Použitý činiteľ chladenia (CF)		
6.2.1. CF pre integrovanú RBS		
6.2.2. CF_c pre centrálnu časť distribuovanej RBS		
6.2.3. CF_{RRH} pre RRH časť distribuovanej RBS		
6.3. Použitý činiteľ chladenia pre RRH		
7. Účinnosť stanoviška		
7.1. $[(\text{Výstupný výkon na anténovom konektore pri } 25 \text{ °C}) / (\text{Priemerná spotreba energie stanoviška pri } 25 \text{ °C})] \times 100$		%
7.2. $[(\text{Výstupný výkon na anténovom konektore pri } 40 \text{ °C}) / (\text{Priemerná spotreba energie stanoviška pri } 40 \text{ °C})] \times 100$		%
8. Účinnosť pokrytia (iba pre GSM systém)		

Parameter	Hodnota	Jednotka
8.1. Vypočítaná oblasť pokrytia vzostupného spoja		km ²
8.2. Vypočítaná oblasť pokrytia zostupného spoja		km ²
8.3. Ukazovateľ výkonnosti pre vidiecku oblasť		km ² /W
9. Účinnosť kapacity (iba pre GSM systém)		
9.1. Kapacita v hlavnej prevádzkovej hodine		Účastníkov
9.2. Ukazovatele výkonnosti pre mestskú oblasť		Účastníkov/W

Tabuľka A.5 – Podmienky merania a výsledky, ktoré sa uvedú v dynamickej metóde

Parameter	Skúška pri 25 °C	Skúška pri 40 °C	Jednotka
1. Prostredie skúšky			
1.1. Teplota počas skúšky (nameraná)			°C
1.2. Tlak (nameraný)			kPa
1.3. Relatívna vlhkosť (nameraná)			
2. Frekvencia zostupného spoja použitá v skúške			
2.1. Stredná frekvencia kanála na dolnom konci			MHz
2.2. Stredná frekvencia kanála v strede			MHz
2.3. Stredná frekvencia kanála na hornom konci			MHz
3. Napájacie napätie			
3.1. Napätie DC (namerané)			V
3.2. Napätie AC (namerané, neutrálna fáza)			V
3.3. Frekvencia AC (nameraná)			Hz
4. Dynamická spotreba energie (nameraná)			
4.1. Úroveň aktivity 70 %			J
4.2. Úroveň aktivity 40 %			J
4.3. Úroveň aktivity 10 %			J
5. Priemerný nameraný objem dát			
5.1. Úroveň aktivity 70 %			kbit
5.2. Úroveň aktivity 40 %			kbit
5.3. Úroveň aktivity 10 %			kbit
6. Namerané tlmenie trasy pri skúške pokrytia			dB

Tabuľka A.6 – Výsledky výpočtu, ktoré sa uvedú v dynamickej metóde

Parameter	Hodnota	Jednotka
1. Priemerná spotreba energie pri 25 °C		W
2. Priemerná spotreba energie stanoviška pri 25 °C		W
2.1. Použitý činiteľ napájacieho zdroja		
2.2. Použitý činiteľ chladenia		
2.3. Použitý činiteľ energetického napájania pre RRH		
3. Účinnosť miesta		
3.1. $[(\text{Výstupný výkon na anténovom konektore pri } 25 \text{ }^\circ\text{C}) / (\text{Priemerná spotreba energie stanoviška pri } 25 \text{ }^\circ\text{C})] \times 100$		%
4. Výpočet pokrytia		
4.1. Energetická účinnosť pokrytia		km ² /W
5. Výpočet kapacity		
5.1. Celková priepustnosť zostupného spoja počas skúšky		kbit
5.2. Energetická účinnosť kapacity		kbit/J

Tabuľka A.7 – Oznamovacia tabuľka UE pre UE v pozícii *i*

Položka	Hodnota	Poznámky	Jednotka
Umiestnenie UE			
Tlmiaci článok antény v skúške DL		<i>hodnota citlivosti a tlmiace články korekcie napájania podľa špecifikácie v sekcii požiadavky UE</i>	dB
Tlmiaci článok antény v skúške UL		<i>hodnota citlivosti a tlmiace články korekcie napájania podľa špecifikácie v sekcii požiadavky UE</i>	dB
Štandardný anténový konektor UE(i) (Áno/Nie)			
Typ UE na pozícii <i>i</i>			
Maximálna priepustnosť $TP_{max,UEi}$			kbit
Odhadnutý objem dát, $\#data_{AL1,UEi}$			kbit
Odhadnutý objem dát, $\#data_{AL2,UEi}$			kbit
Odhadnutý objem dát, $\#data_{AL3,UEi}$			kbit
Nameraný objem dát, $\#dataaccumulated_{AL1,UEi}$			kbit
Nameraný objem dát, $\#dataaccumulated_{AL2,UEi}$			kbit
Nameraný objem dát, $\#dataaccumulated_{AL3,UEi}$			kbit
Kategória		smartfón, dátová karta atď.	
Verzia HW			
ID umiestnenia		Identifikuje sektor a skupinu v skúšobnej zostave	
Výrobca			
Maximálna špecifikovaná dátová rýchlosť DL		podľa informačných údajov výrobcu	kb/s
Maximálna špecifikovaná dátová rýchlosť UL		podľa informačných údajov výrobcu	kb/s
Názov modelu			
Modifikácie		UE sa nemá modifikovať	
Pôvod		pôvod a dátum predaja	
Sériové číslo			
Verzia SW			

Príloha B (normatívna):
Parametre stanoviska RBS

Táto príloha definuje referenčné parametre stanoviska RBS, ktoré sa použijú na hodnotenie energetickej účinnosti na sieťovej úrovni.

V zariadeniach stanoviska, ktoré nie je súčasťou konfigurácie produktu, sa použijú tieto hodnoty referenčných parametrov:

- činiteľ napájacieho zdroja (PSF) v závislosti od napájania:
 - zariadenie s napájacím rozhraním AC: PSF = 1,0;
 - zariadenie s napájacím rozhraním DC: PSF = 1,1;
- činiteľ chladenia (CF) na kompenzáciu spotreby a strát v závislosti od typu chladenia na roztriedenie rôznych zariadení RBS pre vonkajšie podmienky:
 - vnútorné zariadenie RBS s chladením založeným na ovievaní čerstvým vzduchom: CF = 1,05;
 - vnútorné zariadenie RBS s klimatizáciou nastavenou na 25 °C: CF = 1,5;
 - vonkajšie zariadenie RBS: CF = 1,0;
- činiteľ energetického napájania (PFF) pre vzdialené jednotky na kompenzáciu strát napájania vzdialených jednotiek:
 - vzdialené rádiové hlavy: PFF = 1,05;
- straty napájača (vrátane prívodu, prepájačov a konektorov):
 - štandardná makrokonfigurácia stanoviska RBS: 3,0 dB;
 - v konfiguráciách TMA sú straty napájača UL (vzostupný spoj) medzi anténou a TMA 0,5 dB;
 - v RBS so vzdialenou rádiovou hlavou sú straty napájača UL/DL 0,5 dB (straty prepájača).

Príloha C (normatívna): Definícia oblasti pokrytia

Táto príloha uvádza metódu na definovanie oblasti pokrytia RBS.

Maximálne tlmenie trasy pre zostupný spoj L_{Pd} a vzostupný spoj L_{Pu} sa môže vypočítať na základe hlasových a dátových požiadaviek služieb zostupného a vzostupného spoja:

Pre zostupný spoj:

$$L_{Pd} = P_{Btx} - L_{Bcom} - L_{Bf} + G_{Ba} + G_{Ma} - L_{In} - L_{Ph} - P_{Msen} - P_{margin} \quad (C.1)$$

Pre vzostupný spoj:

$$L_{Pu} = P_{Mtx} - L_{Ph} + G_{Ma} + G_{Ba} - L_{Bf} - P_{Bsen} - P_{margin} - L_{In} \quad (C.2)$$

Model Okumura-Hata je najrozšírenejšie používaným modelom na šírenie rádiových frekvencií pri makro RBS (model vidieckej oblasti). Tlmenie trasy sa opisuje pomocou:

$$L_p = 69,55 + 26,16 \lg f - 13,82 \lg h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \lg h_b) * \lg d + C \quad (C.3)$$

$$a(h_m) = (1,1 \lg f - 0,7) h_m - (1,56 \lg f - 0,8)$$

C = 0 dB pre stredne veľké mestá a predmestské centrá s priemernou hustotou stromov

Vzorec (C.3) sa môže zapísať ako (C.4), kde A je pevné tlmenie v modeli Okumura-Hata. Tento model sa môže použiť na hrubý odhad veľkosti makrobuniek, bez rešpektovania špecifických črt terénu v oblasti. Platnosť vzorca C.4 je rovnaká ako v modeli Hata, avšak frekvenčný rozsah v tabuľke C.1 siaha až po 2,6 GHz. V závislosti od hodnoty A vzorec (C.4) dáva rôzne tlmenie trasy pri rôznych frekvenciách, uvedených v tabuľke C.1.

Hodnoty A pri rôznych frekvenciách sa môžu nájsť v tabuľke C.1.

$$L_p = A - 13,82 \lg h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \lg h_b) * \lg d \quad (C.4).$$

Tabuľka C.1 – Pevné tlmenie A v modeli šírenia Okumura-Hata

Frekvencia (MHz)	700	850	900	1700	1800	1900	2100	2600
Tlmenie A (dB)	144,0	146,2	146,8	154,1	154,7	155,3	156,5	158,9

Riešenie (C4) podľa d dáva polomer oblasti pokrytia:

$$d = 10^{\frac{L_p - A + 13,82 \lg h_b + a(h_m)}{44,9 - 6,55 \lg h_b}} \quad (C.5).$$

Oblasť pokrytia sa môže vypočítať takto:

$$Coverage_Area = \frac{9 \cdot \sqrt{3} \cdot d^2}{8} \quad (C.6).$$

Tabuľka C.2 – Parametre šírenia s tlmením trasy

Parametre	Definícia	Hodnota
A	Činiteľ pevného tlmenia	Podľa tabuľky C.1
d	Polomer bunky	Podľa vzorca C3
f	Použitá frekvencia	Podľa príloh od D do G
GBa	Anténový zisk RBS [dBi]	17,5
GMa	Anténový zisk UE [dB]	Podľa príloh od D do F
Hb	Výška antény RBS [m]	40
Hm	Výška antény UE [m]	Podľa príloh od D do F
LBcom	Straty združovača RBS [dB]	Merané podľa príloh od D do F
LBf	Straty napájača a konektorov RBS [dB]	Podľa prílohy B
L _p	Tlmenie trasy v modeli Okumara-Hata	Nameraná hodnota v dB
LPh	Straty zoskupenia	3 dB pre hlasové služby/0 dB pre dátové služby
PBsen	Citlivosť RBS [dBm]	Merané podľa príloh od D do F sa má zahrnúť aj zisk RX-Div. 3 dB
PBtx	Vysielací výkon RBS [dBm]	Merané podľa príloh od D do F
Pmargin	Medza slabnutia tieňa [dB]	6
Lin	Vnútorne straty (dB)	12
PMsen	Citlivosť UE [dBm]	Podľa príloh od D do F
PMtx	Vysielací výkon UE [dBm]	Podľa príloh od D do F

Príloha D (normatívna): Referenčné parametre systému GSM/EDGE

Referenčné konfigurácie pri GSM/EDGE:

- počet sektorov a nosných frekvencií: 222 (dve nosné frekvencie v jednom sektore, tri sektory), 444, 888;
- vstup napájania: –48 V DC, +24 V DC, 230 V AC;
- nominálny TX výkon, ktorý sa použije pre TS s prevádzkou používateľa;
- úroveň výstupného RF výkonu: použiteľný rozsah od 3 W do 100 W.

Model záťaže GSM:

Skúšobný model sa odvádza od meraní použitých v článku 6.5.2 v TS 151 021 [i.5] a definuje výstupné RF združenie tak, ako je znázornené v tabuľke D.1 a na obrázku D.1.

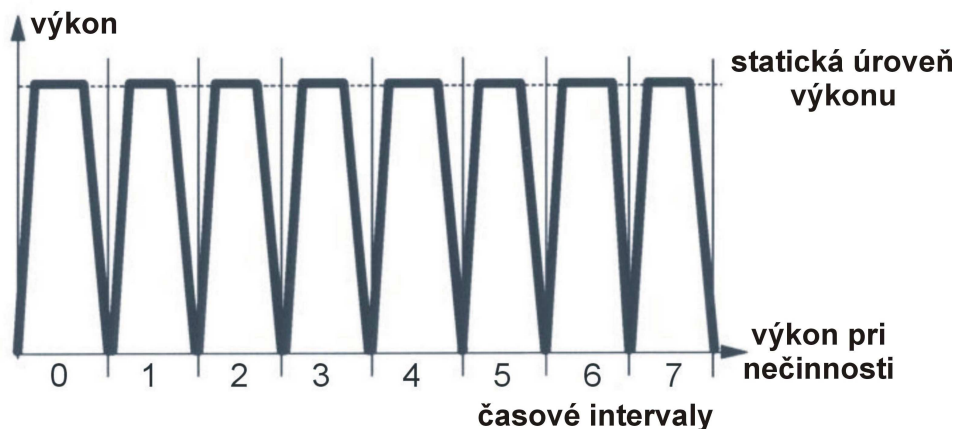
Vo výkonovom zosilňovači s viacnásobnými nosnými frekvenciami (MCPA) má byť v špecifikovanej šírke pásma rozloženie nosných frekvencií rovnomerné. Použité rozloženie nosných frekvencií a celková šírka pásma sa majú uviesť v správe o meraní.

Pravidlá umiestnenia záťaže pre:

- záťaž v hlavnej prevádzkovej hodine: aktívne časové intervaly sa rozmiestnia rovnako vo všetkých TRX vyžadovaných príslušným skúšobným postupom (222, 444, 888);
- stredná a nízka záťaž: počet aktívnych TRX sa môže optimalizovať pomocou prvkov šetrenia energiou, dostupných v BTS.

Tabuľka D.1 – Model záťaže pre GSM

	Nízka záťaž	Stredná záťaž	Záťaž v hlavnej prevádzkovej hodine
Záťaž pre 222	BCCH: Obrázok D.1 Iné TRX: nečinné	BCCH: Obrázok D.1 Iné TRX: nečinné	BCCH: Obrázok D.1 (TRX 1) Iné TRX: 2 aktívne TS pre každý sektor pri statickej úrovni výkonu. Iné TS: nečinné
Záťaž pre 444	BCCH: Obrázok D.1 Iné TRX: nečinné	BCCH: Obrázok D.1 Iné TRX: 6 aktívnych TS pre každý sektor pri statickej úrovni výkonu. Iné TS: nečinné	BCCH: Obrázok D.1 (TRX 1) Iné TRX: 12 aktívnych TS pre každý sektor pri statickej úrovni výkonu. Iné TS: nečinné
Záťaž pre 888	BCCH: Obrázok D.1 Iné TRX: nečinné	BCCH: Obrázok D.1 Iné TRX: 18 aktívnych TS pre každý sektor pri statickej úrovni výkonu. Iné TS: nečinné	BCCH: Obrázok D.1 (TRX 1) Iné TRX: 36 aktívnych TS pre každý sektor pri statickej úrovni výkonu. Iné TS: nečinné
Trvanie úrovně záťaže	6 hodín	10 hodín	8 hodín



Obrázok D.1 – Úrovně výkonu pre BCCH TRX (všetky TS aktívne)

Model pre účastníka GSM a prevádzku v hlavnej prevádzkovej hodine:

- CS hlasová prevádzka: 0,020 Erlangov/účastníka v hlavnej prevádzkovej hodine.

Tabuľka D.2 – Hlavná prevádzková hodina na stanovisku GSM

Model s priemernou prevádzkovou záťažou v hlavnej prevádzkovej hodine podľa tabuľky D.1	Prevádzka v hlavnej prevádzkovej hodine
S222	18 Erlangov (3 x 6)
S444	51 Erlangov (3 x 17)
S888	123 Erlangov (3 x 41)

Frekvenčné pásma pre GSM/EDGE:

Frekvenčné pásmo má byť v súlade so špecifikáciami zariadenia. Na meranie sa používa ako referenčná stredná frekvencia špecifikovaného pásma.

Tabuľka D.3 poskytuje príklady frekvencií pre pásma definované v TS 145 005 [i.3].

Tabuľka D.3 – Frekvenčné pásma GSM/EDGE

Pásmo	Vzostupný spoj [MHz]	Zostupný spoj [MHz]
900	od 880 do 915	od 925 do 960
1 800	od 1 710 do 1 785	od 1 805 do 1 880

Referenčný parameter na výpočet veľkosti bunky GSM:

Parameter	
Štraty združovača RBS [dB]	3 dB pre jednotlivú nosnú frekvenciu PA, 0 dB pre MCPA
Výška antény UE	1,5 m
Zisk antény UE	0 dB
Citlivosť UE	-104 dBm (statická)
Výstupný RF výkon UE	31 dBm (900 MHz) 28 dBm (1 800 MHz) (minimálne požiadavky 3GPP)

Vysielací výkon RBS zostupného spoja	TRX úroveň výkonu BCCH
Typ prevádzky zostupného spoja	Hlas
Typ prevádzky vzostupného spoja	Hlas

Príloha E (normatívna): Referenčné parametre systému WCDMA/HSDPA

Referenčné konfigurácie pre WCDMA/HSDPA majú mať:

- počet sektorov a nosných frekvencií: 111;
- kapacitu kanálu: schopnú obslúžiť prevádzku v hlavnej prevádzkovej hodine + navyše 50 %;
- úroveň výstupného RF výkonu:
 - rozsah výkonu použiteľný v triede „BS rozsiahlej oblasti“ ako sa definuje v TS 125 104 [2];
 - navrhovaný maximálny výstupný RF výkon na anténovom konektore podľa TS 125 141 [7]: 40 W pre bunku.
- vstup napájania: –48 V DC, 230 V AC.

Model statickej záťaže WCDMA/HSDPA

Skúšobný model má byť podľa TS 125 141 [7] (V8.3.0), článok 6.1.1.1, Skúšobný model 1. Ako sa uvádza v tabuľke E.1, s výstupnými výkonmi RF pod 100 % sa na vytváranie požadovanej záťaže RF má použiť len vyhradený počet kódov zo 64 (počítané od vrchu tabuľky).

S 50 % záťažou RF sa má použiť iba prvých 15 kódov, uvedených v Skúšobnom modeli 1 (výkon DPCH: 27,8 %).

S 30 % záťažou RF sa majú použiť iba prvé 3 kódy (výkon DPCH: 7,53 %).

Čo sa týka 10 % RF záťaže, má sa aktivovať len „Primárny CPICH“.

Uvedený výkon DPCH je relatívny vzhľadom na maximálny výstupný výkon na rozhraní skúšanej TX antény. CCH obsahuje P-CCPCH+SCH, Primárny CPICH, PICH a S-CCPCH (vrátane PCH (SF = 256)).

Tabuľka E.1 – Model záťaže pre WCDMA/HSDPA

	Nízka záťaž (10 %)	Stredná záťaž (30 %)	Záťaž v hlavnej prevádzkovej hodine (50 %)
RF záťaž pre 111 pre bunku	Len primárny CPICH	CCH + prvé 3 kódy	CCH + prvých 15 kódov
Trvanie úrovne záťaže	6 hodín	10 hodín	8 hodín

Nastavenie konfigurácie merania pokrytia:

- WCDMA/HSDPA podľa TS 125 141 [7], článok 6.1.1.4A Skúšobný model „5“ (P-CCPCH+SCH, primárny;
- CPICH, PICH, S-CCPCH (obsahujúci PCH (SF = 256)).

Frekvenčné pásma pre WCDMA/HSDPA

Frekvenčné pásmo má byť v súlade so špecifikáciami zariadenia. Na meranie sa používa stredná frekvencia špecifikovaného pásma.

Tabuľka E.2 poskytuje príklady frekvencií v pásmach používaných v Európe a definovaných v [2].

Tabuľka E.2 – Frekvenčné pásma WCDMA/HSPA

Pásmo	Vzostupný spoj [MHz]	Zostupný spoj [MHz]
I	od 1 920 do 1 980	od 2 110 do 2 170
VIII	od 880 do 915	od 925 do 960

Referenčný parameter na výpočet veľkosti bunky WCDMA/HSDPA

Parameter	
Straty združovača RBS [dB]	0 dB
Výška antény UE	1,5 m
Zisk antény UE	0 dB
Typ prevádzky zostupného spoja	Dáta
Typ prevádzky vzostupného spoja	Dáta

Príloha F (normatívna): Referenčné parametre systému LTE

Referenčné konfigurácie pre LTE majú mať:

- len normálnu cyklickú predvoľbu;
- počet sektorov a vysielačov:
 - 111 (1 TX, 2 RX-trasy v sektore, SIMO);
 - 111 (1 nosná frekvencia, 2 TX, 2 RX-trasy v sektore, 2 x 2 MIMO);
 - pri 10 MHz a 20 MHz.

Úroveň výstupného RF výkonu:

- rozsah výkonu použiteľný v triede „BS rozsiahlej oblasti“ tak, ako sa definuje v TS 136 104 [12];
- pri konfiguráciách 111 navrhovaný výstupný RF výkon na anténovom konektore podľa odkazu na TS 136 141 [11] (V8.6.0): 40 W na trase TX.

Vstup napájania:

- –48 V DC, 230 V AC.

Model dynamickej záťaže LTE:

Kanály sa musia konfigurovať takto:

- referenčné signály (RS) sa musia konfigurovať na zodpovedajúci nominálny výkon; všetky ostatné kanály sa majú konfigurovať a spracovávať tak, ako sa v praxi typicky prevádzkujú.

Musí sa použiť ukazovateľ riadiaceho formátu CFI1.

Model statickej záťaže LTE

Skúšobný model má byť podľa TS 136 141 [11] (V8.6.0), článok 6.1.1.1, Skúšobný model E-TM1.1, s týmito úpravami:

- **s nízkou záťažou:**
všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat' (ako TM1.1);
RE vyhradené pre PDCCH, PHICH a PDSCH sa nesmú vysielat';
- **so strednou záťažou:**
všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat' (ako TM1.1);
RE vyhradené pre PDCCH, PHICH a PDSCH sa majú obmedziť takto:
 - má sa vysielat' iba určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH; počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH sa má vypočítať osobitne pri 10 MHz šírke pásma 15 PRB a pri 20 MHz šírke pásma 30 PRB;
 - čo sa týka PDSCH, množstvo prostriedkov vysielačieho riadiaceho kanála má byť také, že výkon prvého symbolu OFDM v každom subrámcí zodpovedá približne priemernej hodnote 30 % z maximálneho menovitého výkonu bunky; toto zodpovedá pevnej vzorke PDCCH 72 vyslaných RE pri 10 MHz a 144 RE pri 20 MHz;
 - RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat';

- **so záťažou v hlavnej prevádzkovej hodine:**
všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat' (ako TM1.1).
RE vyhradené pre PDCCH, PHICH a PDSCH sa majú obmedziť takto:
 - má sa vysielat' iba určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH; osobitne sa má vypočítať počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH, pri 10 MHz šírke pásma 25 PRB a pri 20 MHz šírke pásma 50 PRB;
 - čo sa týka PDSCH, množstvo prostriedkov vysielacieho riadiaceho kanála má byť také, že výkon prvého symbolu OFDM v každom subrámcu zodpovedá približne priemernej hodnote 50 % z maximálneho menovitého výkonu bunky; toto zodpovedá pevnej vzorke PDCCH 144 vyslaných RE pri 10 MHz a 288 RE pri 20 MHz;
 - RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'.

Tabuľka F.1 – Model záťaže pre LTE

	Nízka záťaž	Stredná záťaž	Záťaž v hlavnej prevádzkovej hodine
RF záťaž pre 111 (1 TX, 2 RX-trasy v sektore, SIMO), pri 10 MHz	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PDCCH, PHICH a PDSCH sa nesmú vysielat'.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 72 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého subrámcu. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 15 PRB.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 144 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého subrámcu. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 25 PRB.
RF záťaž pre 111 (1 TX, 2 RX-trasy v sektore, SIMO), pri 20 MHz	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PDCCH, PHICH a PDSCH sa nesmú vysielat'.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 144 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého subrámcu. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 30 PRB.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 288 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého subrámcu. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 50 PRB.
RF záťaž pre 111 (1 nosná frekvencia, 2 TX, 2 RX-trasy v sektore, 2 x 2 MIMO), pri 10 MHz	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PDCCH, PHICH a PDSCH sa nesmú vysielat'.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 72 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého subrámcu. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 15 PRB.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 144 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého subrámcu. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 25 PRB.

	Nízka záťaž	Stredná záťaž	Záťaž v hlavnej prevádzkovej hodine
RF záťaž pre 111 (1 nosná frekvencia, 2 TX, 2 RX-trasy v sektore, 2 x 2 MIMO), pri 20 MHz	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PDCCH, PHICH a PDSCH sa nesmú vysielat'.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 144 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého sub rámca. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 30 PRB.	Všetky RE vyhradené pre PCFICH, referenčné a synchronizačné signály sa majú vysielat'. RE vyhradené pre PHICH sa nesmú vysielat'. Pre PDCCH sa má vysielat' 288 ďalších RE v prvom symbole OFDM každého sub rámca. Okrem toho sa má vysielat' určitý počet PRB vyhradených pre PDSCH. Počet vysielaných PRB vyhradených pre PDSCH má byť 50 PRB.
Trvanie úrovne záťaže	6 hodín	10 hodín	8 hodín

Nastavenie konfigurácie merania pokrytia:

- šírka pásma: 20 MHz alebo menej;
- referenčné signály (RS), Synchronizačné signály (SCH), riadiace kanály (PBCH, PCFICH, PHICH, PDCCH) a spoločne používaný kanál (PDSCH) sa musia konfigurovať a spracovávať rovnakým spôsobom ako pri meraniach kapacity modelu s dynamickou záťažou.

Frekvenčné pásma pre LTE

Frekvenčné pásmo má byť v súlade so špecifikáciami zariadenia. Na meranie sa používa stredná frekvencia špecifikovaného pásma.

Tabuľka F.2 poskytuje príklady frekvencií pri pásmach používaných v Európe a definovaných v Referencii k TS 136 104 [12].

Tabuľka F.2 – Frekvenčné pásma LTE

Pásmo	Vzostupný spoj [MHz]	Zostupný spoj [MHz]
I	od 1 920 do 1 980	od 2 110 do 2 170
VII	od 2 620 do 2 690	od 2 620 do 2 690
VIII	od 880 do 915	od 925 do 960

Referenčný parameter na výpočet veľkosti bunky LTE

Parameter	
Straty združovača RBS	0 dB
Výška antény UE	1,5 m
Zisk antény UE	0 dB
Typ prevádzky zostupného spoja	Dáta
Typ prevádzky vzostupného spoja	Dáta

Príloha G (normatívna): Referenčné parametre systému WiMAX™

Referenčné konfigurácie systému WiMAX™:

- počet sektorov a nosných frekvencií: 3S3C (jedna odlišná nosná frekvencia pre sektor);
- kanálová BW: 5,7 MHz alebo 10 MHz;
- úroveň výstupného RF výkonu: 2 x 35 dBm (MIMO konfigurácia) alebo 4 x 35 dBm (konfigurácia formovania lúča) pre sektor;
- vstup napájania: –48 V DC, 230 V AC.

Prevádzkový model WiMAX™

Subrámcový pomer má dopad na spotrebu energie RBS. Subrámcový pomer na meranie 29 : 18 má byť podľa špecifikácie IEEE 802.16e [13].

Tabuľka G.1 – Prevádzkový model pre WiMAX™

	Nízka záťaž	Stredná záťaž	Záťaž v hlavnej prevádzkovej hodine
Záťaž pre S111 pri 5 MHz	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP a 50 % DL dátové symboly sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP a 100 % DL dátové symboly sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.
Záťaž pre S111 pri 7 MHz	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP a 50 % DL dátové symboly sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP a 100 % DL dátové symboly sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.
Záťaž pre S111 pri 10 MHz	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP a 50 % DL dátové symboly sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.	Tri symboly vyhradené pre preambulu, FCH, MAP a 100 % DL dátové symboly sa majú vysielat' pri statickej úrovni výkonu.
Trvanie úrovne záťaže	6 hodín	10 hodín	8 hodín

Frekvenčné pásma pre WiMAX™

Frekvenčné pásmo má byť v súlade so špecifikáciami zariadenia. Na meranie sa používa stredná frekvencia špecifikovaného pásma.

Tabuľka F.2 udáva príklady frekvencií v pásmach definovaných v profile mobilného systému Fóra WiMAX™:

- tabuľka F.2 definuje RF kanály, ktoré sa vypočítajú pomocou tohto vzorca:

$$RFChannel_n = F_{start} + n \cdot \Delta F_c, \forall n \in N_{range},$$

kde:

F_{start} je počiatočná frekvencia špecifického pásma;

ΔF_c je krok strednej frekvencie;

N_{range} je rozsah hodnôt pre parameter n.

Tabuľka G.2 – Príklad definície strednej frekvencie pre WiMAX™

Názov RF profilu	BW kanála (MHz)	Krok strednej frekvencie (kHz)	F _{start} (MHz)	N _{range}	Poznámka
Prof1.B_2.3-5	5	250	2 302,5	{0 to 380}	
Prof1.B_2.3-10	10		2 305	{0 to 360}	
Prof2.B_2.305	5	250	2 307,5 and 2 347,5	{0 to 40}	
Prof2.C_2.305	10	250	2 310 and 2 350	{0 to 20}	
Prof3.A_2.496-5	5	250	2 498,5	{0 to 756}	Pre európske 2,5 GHz rozšírenie sa zvažuje 200 kHz frekvenčný krok.
Prof3.A_2.496-10	10		2 501	{0 to 736}	
Prof5.A_3.4	5	250	3 402,5	{0 to 1 580}	
Prof5L.A_3.4				{0 to 780}	
Prof5H.A_3.4				{800 to 1 580}	
Prof5.B_3.4	7	250	3 403,5	{0 to 1 572}	
Prof5L.B_3.4				{0 to 772}	
Prof5H.B_3.4				{800 to 1 572}	
Prof5.C_3.4	10	250	3 405	{0 to 1 560}	
Prof5L.C_3.4				{0 to 760}	
Prof5H.C_3.4				{800 to 1 560}	

Príloha H (normatívna): Definícia úrovne zátáže

UE sa majú pripojiť v každom sektore RBS prostredníctvom rozbočovačov a tlmiacich článkov v súlade s metódou opísanou v článku 6.4.2.1 a s celkovým tlmením trasy pre jednotlivé UE definovaným v tabuľke H.1. Úroveň výkonu pilotných kanálov (CPICH pre HSPA a RS pre LTE) v príslušných skupinách UE majú byť také, ako sa uvádza v tabuľke H.2.

Na základe tlmenia trasy definovaného v tabuľke H.1 sa môže vypočítať požadovaný výkon pilotného kanála pomocou vzorca H.1:

$$L_{UE,i} = P_{pilot\ channel,BS} - P_{pilot\ channel,UE,i} \quad (H.1),$$

kde:

$L_{UE,i}$ je celkové požadované tlmenie medzi anténovým konektorom RBS a skupinou i UE;

$P_{pilot\ channel,BS}$ sú úrovne výkonu pilotného kanála vysielané RBS;

$P_{pilot\ channel,UE,i}$ sú úrovne výkonu pilotného kanála prijímané skupinou i UE.

Tabuľka H.1 – Celkové tlmenie v rôznych skupinách UE v rozdielnych RAT

	Tlmenie trasy v skupine 1 UE [dB]	Tlmenie trasy v skupine 2 UE [dB]	Tlmenie trasy v skupine 3 UE [dB]	Tlmenie trasy v skupine 4 UE [dB]
WCDMA/HSPA	85	100	115	130
LTE	85	100	115	130

Na dosiahnutie nasledujúcich úrovní signálu pre každé UE, definovaných v tabuľke H.2, sa má vykonať pridelenie výkonu pilotného kanála.

Tabuľka H.2 – Intenzita prijímaného pilotného signálu v rôznych skupinách UE pre rozdielne RAT

Technológia	Výkon riadacieho kanála	Intenzita prijímaného signálu v skupine 1 UE [dBm]	Intenzita prijímaného signálu v skupine 2 UE [dBm]	Intenzita prijímaného signálu v skupine 3 UE [dBm]	Intenzita prijímaného signálu v skupine 4 UE [dBm]
WCDMA/HSPA	CPICH = 33 dBm	-52	-67	-82	-97
LTE	RS = 15,2 dBm	-69,8	-84,8	-99,8	-114,8

Pri skúške sa má použiť rovnaké nastavenie tlmenia trasy a intenzity prijímaného pilotného signálu, nezávisle od celkového RF výkonu základňovej stanice v rozsiahlej oblasti kategórie BS definovanej v [2] a [12]. Toto zabezpečí, že všetky skúšky kapacity sa vykonajú pri rovnakej veľkosti bunky.

Počas skúšky budú UE prijímať dáta, vytvorené pomocou IPERF alebo podobným nástrojom. Množstvo dát, posielaných do každej UE, sa definuje podľa článku 6.4.3 a posiela sa do každej UE na základe rovnice (H2) v čase prenosu $T_{t,UEi}$ a podľa tabuľky H.4.

V LTE je 1 UE v každej skupine UE.

Vo WCDMA/HSPA je 1 UE pri nosnej frekvencii v každej skupine UE.

Pracovný cyklus obsahuje časy s úroveň aktivity a s periódou ticha. Celkový počet pracovných cyklov v priebehu každej skúšky je $n = 10$.

Definujú sa tri úrovne aktivity, 10 %, 40 % a 70 %, ktoré zodpovedajú nízkej, strednej záťaži a záťaži v hlavnej prevádzkovej hodine, pozri tabuľku H.3.

Úrovne aktivity sa rozložia v čase takým spôsobom, že úroveň aktivity 10 % sa vzťahuje na 6 hodín dňa, 40 % na 10 hodín a 70 % na 8 hodín. Toto rozloženie sa váhuje činiteľom c podľa tabuľky H.3.

Na vytváranie dát sa použije UDP (User Data Protocol, datagramový protokol používateľa).

Tolerančný činiteľ TF je 0,25.

Tabuľka H.3 – Čas trvania a váhovací činiteľ v pracovnom cykle a rôznych úrovniach aktivity

	Nízka prevádzka (10 %)	Stredná prevádzka (40 %)	Prevádzka v hlavnej prevádzkovej hodine (70 %)
T, čas aktivity [s]	4	16	28
T_D, čas pracovného cyklu [s]	40	40	40
n, počet pracovných cyklov	10	10	10
Hodín počas dňa [hodín]	6	10	8
Váhovací činiteľ, c	0,25	0,42	0,33

T je čas aktivity vytvárania dát s IPERF alebo podobný nástroj počas každého pracovného cyklu. Tento čas je v sekundách.

T_D je čas každého pracovného cyklu, ktorý obsahuje vysielanie aj periódou ticha.

M je počet skupín UE v každom sektore.

$T_{t,UEi}$ je čas vysielania dát vytváraných s IPERF alebo podobný nástroj do jednotlivých skupín UE, pozri rovnicu (H.2).

$T_{s,UE1}$ je čas ticha, keď sa neprenášajú žiadne dáta od IPERF alebo podobného nástroja do každej skupiny UE počas každého pracovného cyklu, pozri rovnicu (H.3).

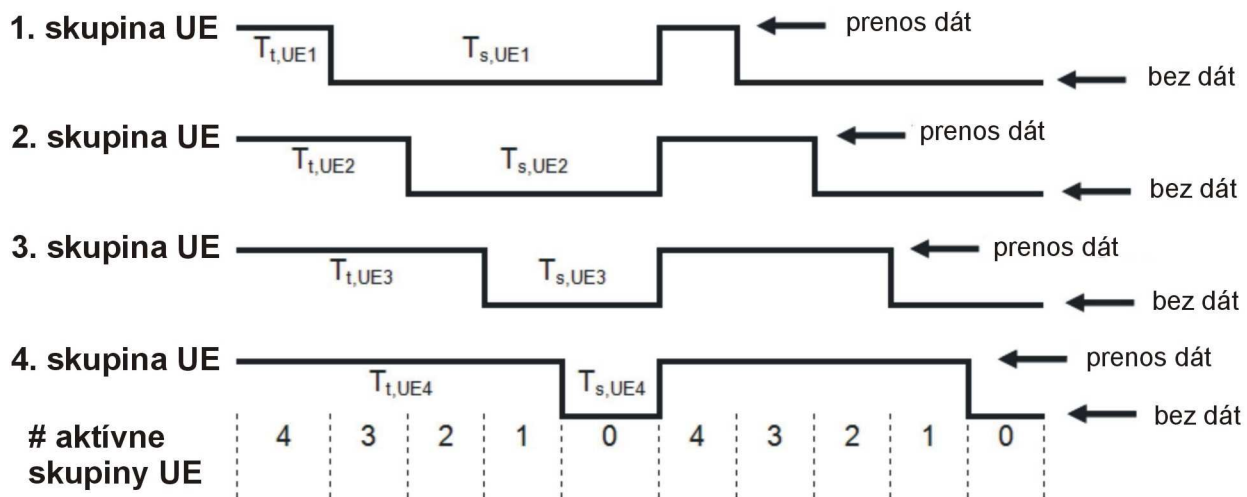
$$T_{t,UEi} = \frac{T}{M} \times i, \text{ pre } i = 1, 2, \dots, M \quad (\text{H.2})$$

$$T_{s,UEi} = T_D - T_{t,UEi} \text{ pre } i = 1, 2, \dots, M \quad (\text{H.3})$$

Tabuľka H.4 – Čas vysielania a ticha v každej skupine UE s rôznymi úrovňami aktivity

	Nízka prevádzka (10 %)		Stredná prevádzka (40 %)		Prevádzka v hlavnej prevádzkovej hodine (70 %)	
	T_t [s]	T_s [s]	T_t [s]	T_s [s]	T_t [s]	T_s [s]
Skupina 1 UE	1	39	4	36	7	33
Skupina 2 UE	2	38	8	32	14	26
Skupina 3 UE	3	37	12	28	21	19
Skupina 4 UE	4	36	16	24	28	12

Obrázok H.1 znázorňuje vzorku dátovej prevádzky v rôznych skupinách UE s rôznym časom vysielania a ticha.



Obrázok H.1 – Model dátovej prevádzky pre každú skupinu UE

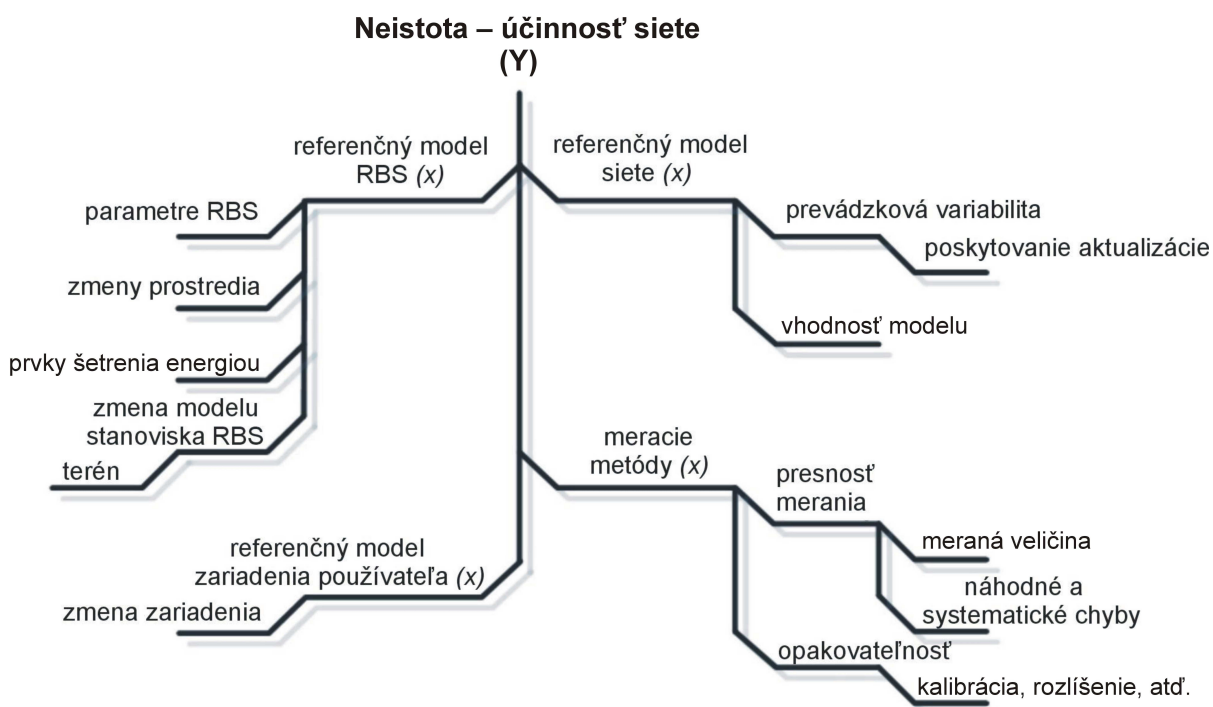
Príloha I (informatívna): Hodnotenie neistoty

Táto príloha navrhuje metódy, pomocou ktorých sa vykonáva odhad celkovej neistoty.

Údaje o účinnosti bezdrôtovej siete, ktoré sa vytvárajú pomocou metód podrobne opísaných v tomto dokumente, budú predmetom neistoty, zapríčinenej toleranciou meracích postupov alebo rozdielnosťou skutočných inštalácií oproti predpokladaným štandardným modelom. Môže sa vyhodnotiť neistota nameraných parametrov, a preto budú poskytovať porovnateľné dáta, zatiaľ čo toto z použitých modelov je subjektívne a má sa zabezpečiť citlivé odhadnutie významu.

Určenie absolútnej hodnoty neistoty účinnosti bezdrôtovej siete je za hranicami predmetu tohto dokumentu, ale predkladajú sa návody na jej posúdenie.

Vhodné parametre vstupných veličín sa môžu získať z článkov tohto dokumentu.



Obrázok I.1

Činitele neistoty sa môžu zoskupiť do dvoch kategórií podľa metódy použitej na odhad ich číselnej hodnoty:

- typ A: tie, ktoré sa vyhodnocujú štatistickými prostriedkami;
- typ B: tie, ktoré sa vyhodnocujú inými prostriedkami, zvyčajne pomocou vedeckého posúdenia s využitím dostupných informácií.

Neistota metódy merania: parameter sa môže pokladať za štandardnú neistotu typu A, ktorá sa odvádza zo známych dát a vytvára normálne rozdelenie s merateľnou štandardnou odchýlkou; zložky tohto parametra obsahujú presnosť a opakovateľnosť merania, ktoré sa môžu vyhodnotiť pomocou analýzy meracieho systému.

Referenčné zariadenie používateľa: parameter sa môže považovať za vyhodnotenie typu B, pretože predmet sa trochu mení s aktuálne použitým zariadením v dôsledku odchýlok vo výkonnosti zariadenia používateľa.

Neistota referencie siete: parameter sa môže považovať za vyhodnotenie typu B, pretože predmet sa trochu mení vplyvom nepresností prevádzkového modelu alebo vhodnosti modelu.

Neistota referenčného modelu RRBS: neistota je kombináciou typu A – RRBS parametrov a typu B – odlišnosti v prostredí a modeli stanoviska.

Rozloženie dát

Odhady hornej a dolnej medze neistoty (od a_+ do a_-) budú predmetom rozdelenia veličiny podľa dátového modelu. Normálne rozdelenie sa bude vyhodnocovať pomocou $U_j = (a_+ - a_-)/2$. Ak je dátové rozdelenie použité na vyhodnotenie modelu trojuholníkové, tak $U_j = (a_+ - a_-)/\sqrt{6}$.

Pri nedostatku akýchkoľvek iných informácií je rozumné predpokladať, že veličina leží s rovnakou pravdepodobnosťou kdekoľvek medzi hornou a spodnou medzou pravouhlého rozdelenia, a preto sa vyhodnotí pomocou:

$$U_j = (a_+ - a_-)/\sqrt{3}.$$

Kombinovaná neistota

Kombinovaná neistota systému v jej jednoduchšej forme sa môže definovať pomocou výrazu:

$$Y = a_1X_1, a_2X_2, a_3X_3, a_nX_n, \dots,$$

kde:

Y = neistota;

a_n = vstupná citlivosť;

X_n = vstupné množstvo.

Kombinácia činiteľov neistoty na odhadnutie celkovej neistoty (Y) využíva RSS (Root Sum of Squares) metódu. Príklad súhrnu neistoty sa uvádza v tabuľke I.1.

Tabuľka I.1

Zdroj neistoty		Hodnota ±%	Rozdelenie pravdepodobnosti	Deliteľ	Koeficient citlivosti a_n	Štandardná neistota $U_{j \pm\%}$	
X_1	Neistota merania	2,5	normálne	2	1	1,25	1,31
	Kalibračný činiteľ						
	Posun od poslednej kalibrácie						
	Neistota prístroja	0,5	pravouhlé	$\sqrt{3}$	1	0,29	
		0,5	normálne	2	1	0,25	
X_2	Referenčný model siete	5	pravouhlé	$\sqrt{3}$			2,89
X_3	Referenčný model RRBS	5	pravouhlé	$\sqrt{3}$	1		2,89
X_4	Referenčný model zariadenia používateľa	5	pravouhlé	$\sqrt{3}$	1		2,89
U_C (Y)	Kombinovaná štandardná neistota		normálne				5,17
U (Y)	Rozšírená neistota		normálne	2			10,34

Ak sa vyžaduje podrobnejšie posúdenie neistoty, odporúčajú sa tieto publikácie:

- NIST Technical Note 1297 [i.1];

- ISO/IEC Guide 98: 1995 [i.2].

Príloha J (informatívna): Príklady hodnotenia

Táto príloha poskytuje výsledky fiktívneho ohodnotenia systému GSM 900 MHz. Referenčné parametre systému sa uvádzajú v tabuľke J.1 a výsledky v tabuľkách J.2 a J.3.

Tabuľka J.1 – Referenčné parametre fiktívnej 900 MHz GSM RBS

Parameter	Hodnota	Jednotka
1. Konfigurácia RBS		
1.1. Počet sektorov	3	
1.2. Počet nosných frekvencií alebo TRX v sektore	2	
1.3. TX rozmanitosť	Krížovo polarizovaná anténa	
1.4. RX rozmanitosť	Dvojcestná rozmanitosť	
1.5. Typ združovania RF signálu	Vzduchové združovanie s krížovo polarizovanou anténou	
2. Frekvencia		
2.1. Pásmo zostupného spoja	od 925 do 960	MHz
2.2. Pásmo vzostupného spoja	od 880 do 915	MHz
2.3. Šírka pásma kanála	0,20	MHz
3. Prostredie		
3.1. Teplotný rozsah	od -33 do +40	°C
3.2. Typ vzduchového filtra	NA	
4. Prvky		
4.1. Prvky šetrenia energiou	žiadne	
4.2. Prvky pokrytia a kapacity	žiadne	

Tabuľka J.2 – Podmienky merania a výsledky fiktívnej 900 MHz GSM RBS

Parameter	Skúška pri 25 °C	Skúška pri 40 °C	Jednotka
1. Skúšané zariadenie			
1.1. Názvy skúšaných HW jednotiek & sériové čísla	Základné pásmo TT99, SN 1234567-A RF TT88, SN 1234567-B		
1.2. Verzia softvéru skúšaného zariadenia	SW vydanie 3.14		
2. Prostredie skúšky			
2.1. Teplota počas skúšky (nameraná)	25,3	40,2	°C
2.2. Tlak (nameraný)	102,5	102,6	kPa
2.3. Relatívna vlhkosť (nameraná)	41 %	46 %	
3. Frekvencia zostupného spoja použitá pri skúške			
3.1. Stredná frekvencia na dolnom konci kanála	925,1	925,1	MHz
3.2. Stredná frekvencia v strede kanála	942,5	942,5	MHz
3.3. Stredná frekvencia na hornom konci kanála	959,9	959,9	MHz
4. Napájacie napätie			
4.1. Napätie DC (namerané)	54,0	54,0	V
4.2. Napätie AC (namerané, neutrálna fáza)	NA	NA	V
4.3. Frekvencia AC (nameraná)	NA	NA	Hz
5. Spotreba energie (nameraná)			
5.1. Závaž v hlavnej prevádzkovej hodine, kanál so strednou frekvenciou	819	840	W
5.2. Stredná záťaž, kanál so strednou frekvenciou	681	698	W
5.3. Nízka záťaž			
5.3.1. Kanál s frekvenciou na dolnom konci	642	663	W
5.3.2. Kanál so strednou frekvenciou	640	661	W
5.3.3. Kanál s frekvenciou na hornom konci	644	665	W
5.3.4. Priemerná spotreba pri nízkej záťaži	642	663	W
6. TX výstupný výkon (iba pilotný signál)			
6.1. Výstupný výkon kanála na dolnom konci	41,7	41,7	W
6.2. Výstupný výkon stredného kanála	41,8	41,8	W
6.3. Výstupný výkon kanála na hornom konci	41,6	41,6	W

6.4. Priemerný výstupný výkon pre sektor	41,7	41,7	W
7. Citlivosť RX prijímača v strednom kanáli	-113,0	-113,0	dBm

Tabuľka J.3 – Hodnotiace výsledky fiktívnej 900 MHz GSM RBS

Parameter	Hodnota	Jednotka
1. Priemerná spotreba energie pri 25 °C	717	W
2. Priemerná spotreba energie pri 40 °C	737	W
3. Priemerná spotreba energie stanoviska pri 25 °C	7 89	W
3.1. Použitý činiteľ napájacieho zdroja	1,1 (DC napájanie)	
3.2. Použitý činiteľ chladenia	1,0 (vonkajšia RBS)	
3.3. Použitý činiteľ energetického napájania pre RRH	NA	
4. Priemerná spotreba energie stanoviska pri 40 °C	868	
4.1. Použitý činiteľ napájacieho zdroja	1,1 (DC napájanie)	
4.2. Použitý činiteľ chladenia	1,0 (vonkajšia RBS)	
4.3. Použitý činiteľ energetického napájania pre RRH	NA	
5. Vidiecka oblasť (iba pre systém GSM)		
5.1. Vypočítaná oblasť pokrytia so vzostupným spojom	106	km ²
5.2. Vypočítaná oblasť pokrytia so zostupným spojom	173	km ²
5.3. Ukazovateľ výkonnosti pre vidiecku oblasť	0,12 (=106/868)	km ² /W
6. Mestská oblasť (iba pre GSM systém)		
6.1. Kapacita v hlavnej prevádzkovej hodine	900 (= 18 Erlangov/0,020 Erlangov)	Účastníkov
6.2. Ukazovatele výkonnosti pre mestskú oblasť	1,0 (= 900/868)	Účastníkov/W

Príloha K (informatívna): Odvodenie vzorca v článku 6.4.3

Táto príloha ukazuje odvodenie vzorca, ktorý sa uvádza v článku 6.4.3.

Pre lepšie porozumenie obsahu tohto článku sa predpokladá, že každá skupina UE je tvorená iba jedným UE.

Na neuprednostňovanie UE v centre bunky s lepšou priepustnosťou v porovnaní s UE na okraji bunky sa požaduje rovnaké pridelenie prostriedkov v čase pre všetky aktívne UE, ktoré majú dostupné vstupné dáta a toto sa kontroluje nasledujúcou metódou.

Maximálna priepustnosť UE závisí od umiestnenia jednotlivého UE v bunke (tlmenie), ako aj od počtu UE s aktívnymi dátami, ktoré sa budú používať podľa rozvrhu.

Je dôležité si všimnúť, že meraná maximálna priepustnosť UE nezávisí od aktivačnej úrovne.

Nameraná maximálna priepustnosť pre UE

Jednotlivá maximálna priepustnosť UE ($TP_{max_{UE1}}$, ... $TP_{max_{UE4}}$) sa meria s rôznym počtom UE so spoločne používanými aktívnymi dátami:

- $TP_{max_{UE4}}$ sa meria s jediným UE4 v bunke;
- $TP_{max_{UE3}}$ sa meria pri spoločnom používaní prostriedkov spoločne s UE4;
- $TP_{max_{UE2}}$ sa meria pri spoločnom používaní prostriedkov spoločne s UE4 a UE3;
- $TP_{max_{UE1}}$ sa meria pri spoločnom používaní prostriedkov spoločne s UE4, UE3 a UE2.

Príloha H definuje scenáre výskytu úrovne aktivity pre UE. Z dôvodu pevného scenára sa používa 5 rôznych fáz definovaných UE, ktoré prijímajú svoje dáta počas svojich úrovní aktivity:

5 fáz, s aktívnymi dátami UE:

- fáza 1: UE1, UE2, UE3, UE4;
- fáza 2: UE2, UE3, UE4;
- fáza 3: UE3, UE4;
- fáza 4: UE4;
- fáza 5: nepoužitá (žiadne UE).

POZNÁMKA. – Fázy od 1 do 4 majú rovnaké trvanie (pozri články prílohy H na definovanie úrovne aktivity).

Vyhodnotená priemerná priepustnosť pre UE a čas prenosu

Príklad pre UE4:

$TP_{max_{UE4}}$ sa meria počas fázy 4, keď je UE4 jediné v bunke a má k dispozícii všetky fyzické prostriedky (LTE: PRB alebo PDSCH).

Počas fázy 3 musí UE4 spoločne používať svoje prostriedky s ďalším UE, takže sú tu 2 UE v bunke:

$$TP_{Ph3,UE4} = 1/2 \times TP_{Ph4,UE4} = 1/2 \times TP_{max_{UE4}} \quad (K.0).$$

Analogicky pre ďalšie fázy sa priepustnosť odhaduje takto:

1. Odhad TP v čase prenosu pre UE4, $T_{t,UE4}$:

$$TP_{Ph4,UE4} = TP_{max,UE4} \times 1/1 = TP_{max,UE4} \times 12/12;$$

$$TP_{Ph3,UE4} = TP_{max,UE4} \times 1/2 = TP_{max,UE4} \times 6/12;$$

$$TP_{Ph2,UE4} = TP_{max,UE4} \times 1/3 = TP_{max,UE4} \times 4/12;$$

$$TP_{Ph1,UE4} = TP_{max,UE4} \times 1/4 = TP_{max,UE4} \times 3/12;$$

$$\mathbf{TP_{t,UE4} = priemer všetkých fáz = TP_{max,UE4} \times 25/12/p_{UE4}.}$$

2. Odhad TP v čase prenosu pre UE3, $TP_{t,UE3}$:

$$TP_{Ph3,UE3} = TP_{max,UE3} \times 1/1 = TP_{max,UE3} \times 12/12;$$

$$TP_{Ph2,UE3} = TP_{max,UE3} \times 2/3 = TP_{max,UE3} \times 8/12;$$

$$TP_{Ph1,UE3} = TP_{max,UE3} \times 2/4 = TP_{max,UE3} \times 6/12;$$

$$\mathbf{TP_{t,UE3} = priemer všetkých fáz = TP_{max,UE3} \times 26/12/p_{UE3}.}$$

3. Odhad TP v čase prenosu pre UE2, $TP_{t,UE2}$:

$$TP_{Ph2,UE2} = TP_{max,UE2} \times 1/1 = TP_{max,UE2} \times 12/12;$$

$$TP_{Ph1,UE2} = TP_{max,UE2} \times 3/4 = TP_{max,UE2} \times 9/12;$$

$$\mathbf{TP_{t,UE2} = priemer všetkých fáz = TP_{max,UE2} \times 21/12/p_{UE2}.}$$

4. Odhad TP v čase prenosu pre UE1, $TP_{t,UE1}$:

$$TP_{Ph1,UE1} = TP_{max,UE1};$$

$$\mathbf{TP_{t,UE1} = priemer všetkých fáz = TP_{max,UE1}/p_{UE1}.}$$

Všeobecne:

$$TP_{t,UEi} = TP_{max,UEi} \times SF_{UEi} / p_{UEi} \quad (K.1),$$

kde:

- $TP_{t,UEi}$ – priemerná priepustnosť počas aktívneho okna skupiny i UE;
- $TP_{max,UEi}$ – nameraná maximálna priepustnosť pre skupinu i UE;
- SF_{UEi} – činiteľ, závislý od scenára pre skupinu i UE, vypracovaný vopred (napríklad $SF_{UE4} = 25/12$);
- p_{UEi} – počet rôznych fáz počas prenosu UE, rovnajúci sa indexu skupiny UE:
– $p_{UE1} = 1$; $p_{UE2} = 2$; $p_{UE3} = 3$; $p_{UE4} = 4$.

Nakoniec sa môže vyhodnotiť suma prijatých dát pre UE a porovnať so skutočne prijatými dátami:

- skutočne prijaté dáta sú dáta z rôznych aktivačných úrovní, ešte nevážené korekčným činiteľom prevádzkového modelu;
- množstvo (správne) prijatých dát podľa UE a podľa úrovne aktivity, $\#Data_{x,UE1}, \dots, \#Data_{x,UE4}$:
– suma (správne) prijatých dát vo všetkých pracovných cykloch podľa UE a úrovne aktivity;

- trvanie fázy sa udáva pomocou času pracovného cyklu T_D , činiteľa aktivity AF_x a počtu M skupín UE:
 - trvanie fázy = $T_D \times AF_x/M$;
- počet fáz pre skupinu UE = p_{UEi} ; udáva sa indexom skupiny UE;
- #data sa musia vypočítať na základe fázy, násobenej počtom fáz.

Zaviedol sa **tolerančný činiteľ TF** (pozri prílohu H), takže množstvo dát (#Data) môže byť menšie, ako sa vyhodnotilo na okraji príkladu $TF = 25 \%$.

Odvodenie vzorca 6.b:

- $\#Data_{x,UEi} \geq TP \times t \times (1-TF)$;
- $\#Data_{x,UEi} \geq TP_{t,UEi} \times n \times TD \times AF_x/M \times p_{UEi} \times (1-TF)$;
- $\#Data_{x,UEi} \geq TP_{maxUEi} \times SF_{UEi}/p_{UEi} \times n \times TD \times AF_x/M \times p_{UEi} \times (1-TF)$;
- $\#Data_{x,UEi} \geq TP_{maxUEi} \times SF_{UEi} \times n \times TD \times AF_x/M \times (1-TF)$;
- $\#Data_{x,UEi} \geq TP_{maxUEi} \times SF_{UEi} \times n \times T_D \times AF_x/M \times (1-TF)$ (K.2),

kde:

- $\#Data_{x,UEi}$ – prípustné, vyhodnotené množstvo dát pre skupinu UE a aktivačnú úroveň x ;
- n – počet pracovných cyklov podľa úrovne aktivity;
- T_D – trvanie pracovného cyklu;
- x – úroveň aktivity;
- AF_x – činiteľ aktivity pre úroveň aktivity x ;
- M – počet skupín UE;
- TP_{maxUEi} – nameraná maximálna priepustnosť pre skupinu i UE;
- SF_{UEi} – činiteľ závislý od scenára pre skupinu i UE, vyhodnotený skôr (napríklad $SF_{UE4} = 25/12$);
- TF – tolerančný činiteľ.

S bežnými hodnotami (napríklad $SF_{UE4} = 25/12$; $SF_{UE3} = 26/12$; $SF_{UE2} = 21/12$; $SF_{UE1} = 12/12$; $n = 10$; $TD = 40$ s; $M = 4$; $TF = 0,25$) sa množstvo dát pre UE a úroveň aktivity vyhodnotí ako:

- $\#Data_{x,UEi} \geq TP_{maxUEi} \times SF_{UEi} \times 10 \times 40 \text{ s} \times AF_x/4 \times 75 \%$;
- $\#Data_{x,UE1} \geq TP_{maxUE1} \times 75 \text{ s} \times Afx$;
- $\#Data_{x,UE2} \geq TP_{maxUE2} \times 131,25 \text{ s} \times Afx$;
- $\#Data_{x,UE3} \geq TP_{maxUE3} \times 162,5 \text{ s} \times Afx$;
- $\#Data_{x,UE4} \geq TP_{maxUE4} \times 156,25 \text{ s} \times Afx$.

Je dôležité si všimnúť, že sa tu počítal príklad a vzorec sa musí použiť s aktuálnym nastavením parametrov.

História

História dokumentu		
V1.1.1	August 2009	Vydanie
V1.2.1	Október 2011	Vydanie
V1.3.1	Júl 2013	Vydanie