

WiMAX

(Worldwide Interoperability for Microwave Access)

проф. д-р инж. Венета Алексиева

ОСНОВНИ МОМЕНТИ

- Същност
- История
- Архитектура
- Протоколен стек
- QoS
- Хоризонтален хендовер

СЪЩНОСТ

- Технологията дава възможност да се изгради високоскоростна безжична мрежа, която служи за предоставяне на разнообразни широколентови услуги като:
 - достъп до интернет,
 - фиксирана телефонна услуга,
 - пренос на глас и данни,
 - връзка между офиси,
 - факс,
 - градски и междуградски виртуални частни мрежи,
 - видеоинформация,
 - мултимедийни приложения
 - и други.
- Технологията дава реална възможност на операторите да преодолеят зависимостта от инфраструктурата на традиционния оператор и да се предложат широколентови услуги на крайните потребители със собствена безжична мрежа.
- WiMAX предоставя симетрична услуга с гарантиран капацитет.
- При WiMAX не е необходима пряка видимост от клиентското устройство до базова станция, каквато е наложителна за Wi-Fi системите.
- WiMAX е най-ефективната 4G технология по отношение на консумация на енергия измежду LTE и HSPA+.

История

- WiMAX Forum е създадена през юни 2001
- 2008г. WiMAX се внедрява в света за първи път от американската компания Sprint.
- От октомври 2007г. радиокомуникационния сектор на международния телекомуникационен съюз (ITU-R) решава да включи WiMAX технологията в IMT-2000 стандартите. Това дава възможност на собствениците на спектъра да ползват WiMAX оборудване във всяка страна, която признава IMT-2000.
- НТС обявява първия WiMAX мобилен телефон -Max 4G, на 12 ноември 2008 г. Устройството е достъпно само за определени пазари в Русия - мрежата Yota.
- НТС и Sprint Nextel пусна втория WiMAX мобилен телефон, EVO 4G на 23 Март 2010 г. по време на конференцията CTIA в Лас Вегас. Устройството, предоставено на 4 юни 2010 г., поддържа и EV-DO (3G), и WiMAX (4G), както и едновременно даннови и гласови сесии.
- 2010 г., има 592 WiMAX (фиксиращи и мобилни) мрежи, разположени в над 148 страни, които обхващат повече от 621 милиона абонати.
- До февруари 2011 г., WiMAX има покритие на над 823 милиона абонати.
- Актуализацията от 2011 г. осигурява до 1 Gbit/s за стационарни станции.
- На 6 ноември 2015г. Sprint обявява, че се отказва изцяло от WiMAX и преминава към LTE, защото производителите на крайни устройства като Verizon и AT&T се фокусират върху LTE устройства.
- В глобален аспект технологията е завладяла повече от половината световен пазар на 4G технологии.

Характеристики

	WiMAX
Стандарт	802.16
Приложение	Broadband wireless access
Теоретично покритие	До 50 км, радиус на клетката около 10 км
Честотна лента	2-11GHz/10-66GHz <ul style="list-style-type: none"> • нелицензираните 5 GHz: 5.25 -5.85GHz, като в 5.725 – 5.850 GHz е позволена по-висока изходна мощност от 4 W • лицензираните 3.5 GHz: 3.4 - 3.6 GHz са за Broadband Wireless Access • лицензираните 2.5 GHz: 2.5 -2.6 GHz са за САЩ, Мексико, Бразилия
Широчина на канала	Динамична 1.25-20MHz
OFDM	256-OFDM
Duplex	full
Max throughput	75Mbps, до 50 потребителя със скорост T1
Сигурност	Протокол AES
MAC	Grant/request
Mesh	802.16d/j

Предимства / Недостатъци

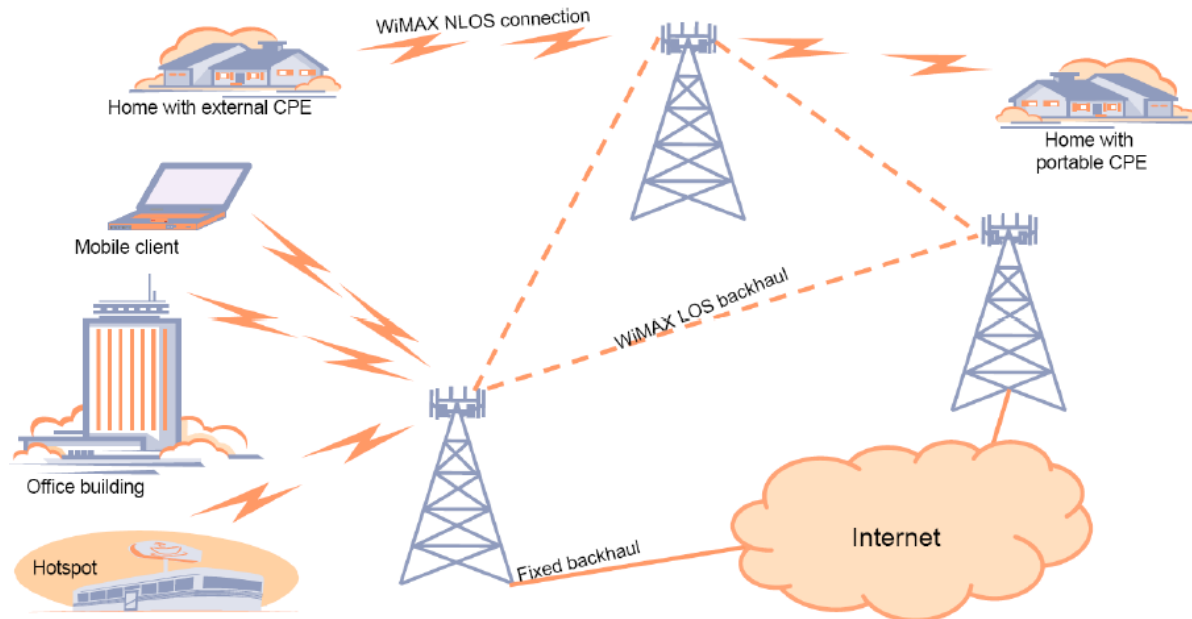
Предимства:

- спектралната ефективност - комбинирането на SOFDMA с интелигентни антенни технологии, т.к. се прилага многократната употреба и интелигентните топологии като MIMO-AAS в сравнение с методите за CDMA/WCDMA.
- Максимално разстояние от 30 км. Колкото е по-голямо разстоянието, скоростта на връзката е по бавна, но все пак е по-бърза и с по-голям обхват от WiFi.
- Използва лицензионен честотен диапазон за разлика от Wi-Fi, където има много смущения.
- Има гарантирани канали за глас и факс, т.е. има QoS.
- 3G осигурява много по-ниска пропускателна способност и по-малък капацитет и скорост за крайния потребител от WiMAX.

Недостатъци:

- WiMAX може да работи при по-високи скорости на предаване или по-големи разстояния, но не и двете.
- Работата при максимален обхват от 50 км увеличава грешките при предаване.
- Намаляване на обхвата (под 1 км) позволява на устройството да работи при по-високи скорости на предаване.
- Производителността може да се влоши в случай на много активни потребители в един сектор.
- Малка честотна лента отпусната от Комисия за регулиране на съобщенията на различните оператори.
- При мобилния WiMAX хендовърът (преминаването между базовите станции) се губи и клиентите губят свързаност.
- Времеите закъснения при WiMAX и появата на „джитер“ са проблем при телефония и факс.
- WiMAX Forum няма много сертифицирани устройства на 3.5 GHz.

Архитектура



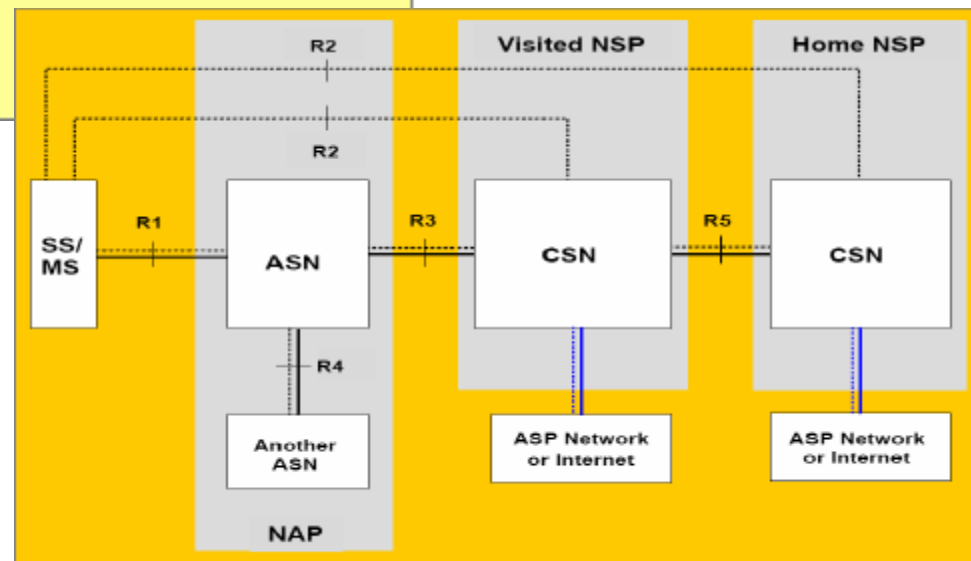
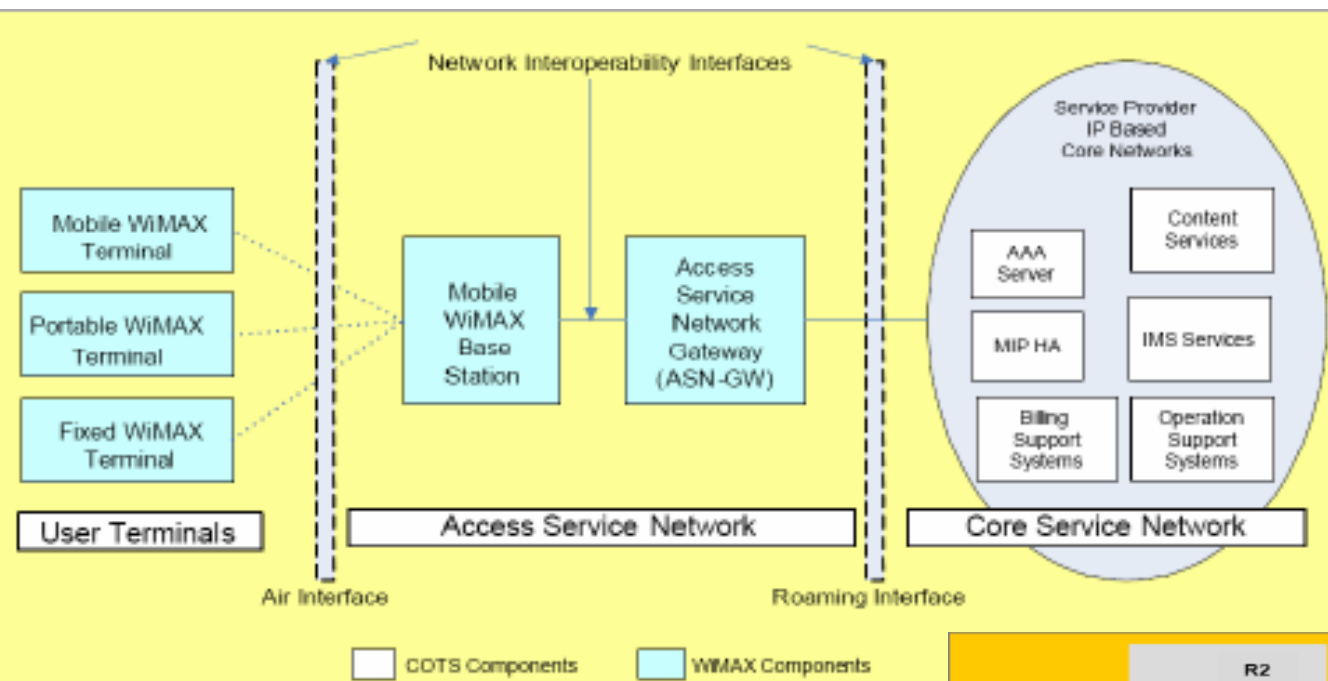
- Подходящ и за фиксиран и за мобилен достъп
- Достъпът е подобен като към AP при WiFi
- Елементи:
 - **WiMAX Base Station (BS):** - външна електроника , разположена на WiMAX кула, която покрива 10км радиус (теоретично 50км)
 - **WiMAX receiver (Subscriber Station-SS)** – Абонат/потребител/клиент с антена и приемно устройство или PCMCIA карта в лаптоп или компютър.

КОМПОНЕНТИ

WiMAX Forum предоставя списък на сертифицирани устройства:

- **абонатни станции (SS-Subscriber Stations):**
 - слушалки (подобни на клетъчни смартфони);
 - компютърни периферни устройства (PC карти или USB донгъли);
 - вградени устройства в лаптопи, които сега са на разположение за Wi-Fi
- **Gateways** – произвеждат се от Vecima Networks, Alvarion, Airspan, ZyXEL, Huawei и Motorola
 - **Външни**
 - Външният гейтуей приблизително е с размерите на лаптоп и монтирането му е подобно на това на жилищен комуникационен сателит.
 - интегриран Wi-Fi access point
 - Ethernet портове, за да се свързват директно към компютър, рутер, принтер или DVR на локална кабелна мрежа;
 - една или две аналогови телефонни розетки за свързване на стационарен телефон, за да се използва VoIP.
 - **Вътрешни**
 - Вътрешният гейтуей е удобен, но заради радиочестотните загуби може да се наложи абонатът да бъде значително по-близо до WiMAX базовата станция, отколкото с професионално монтиран външен гейтуей.
- **Външен модем (донгъл)** - свързан към настолен компютър или лаптоп. Имат многопосочни антени. Тези устройства са най-използвани в области с добро покритие.
- **Мобилни телефони**

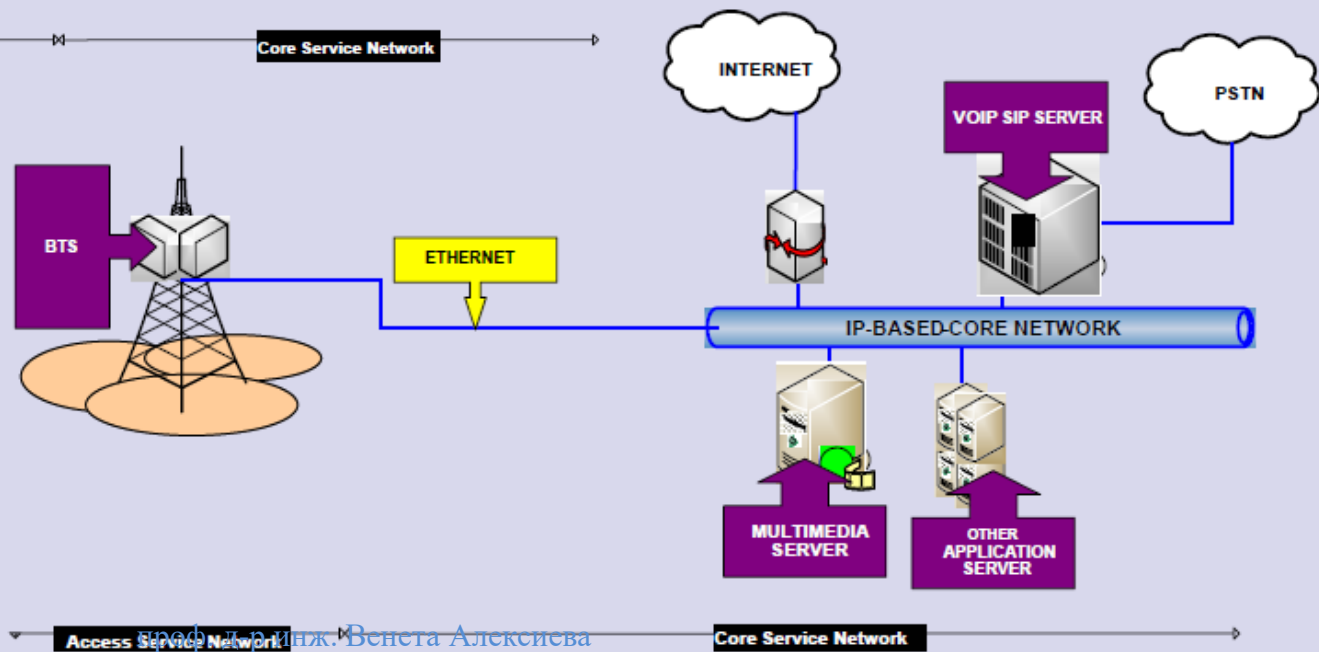
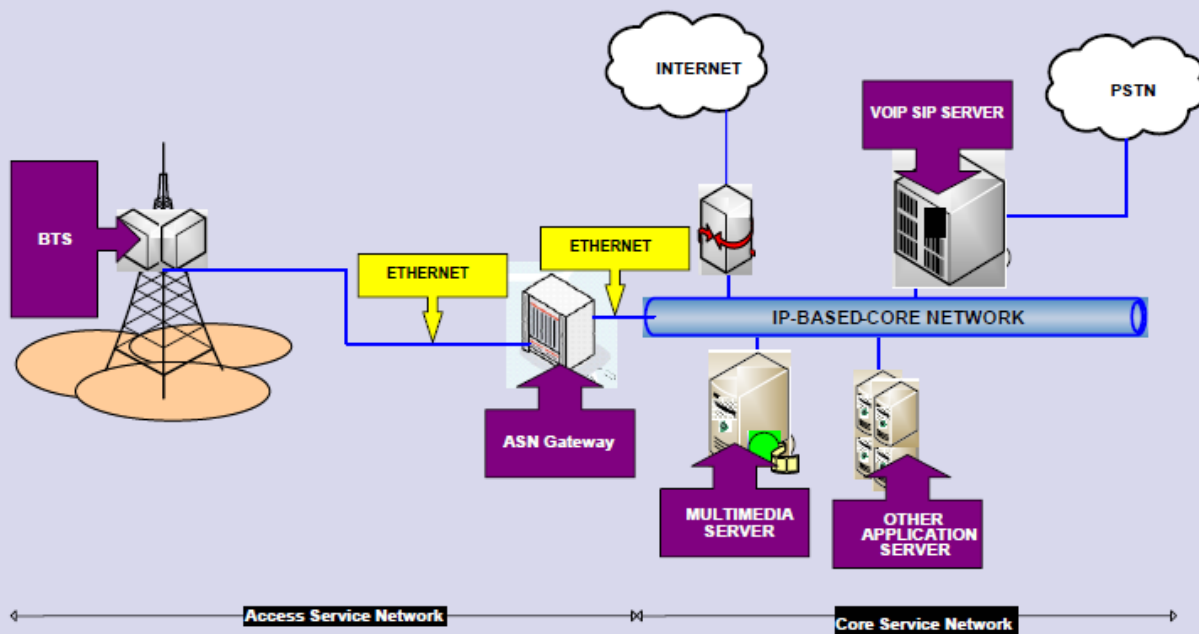
WiMAX архитектура



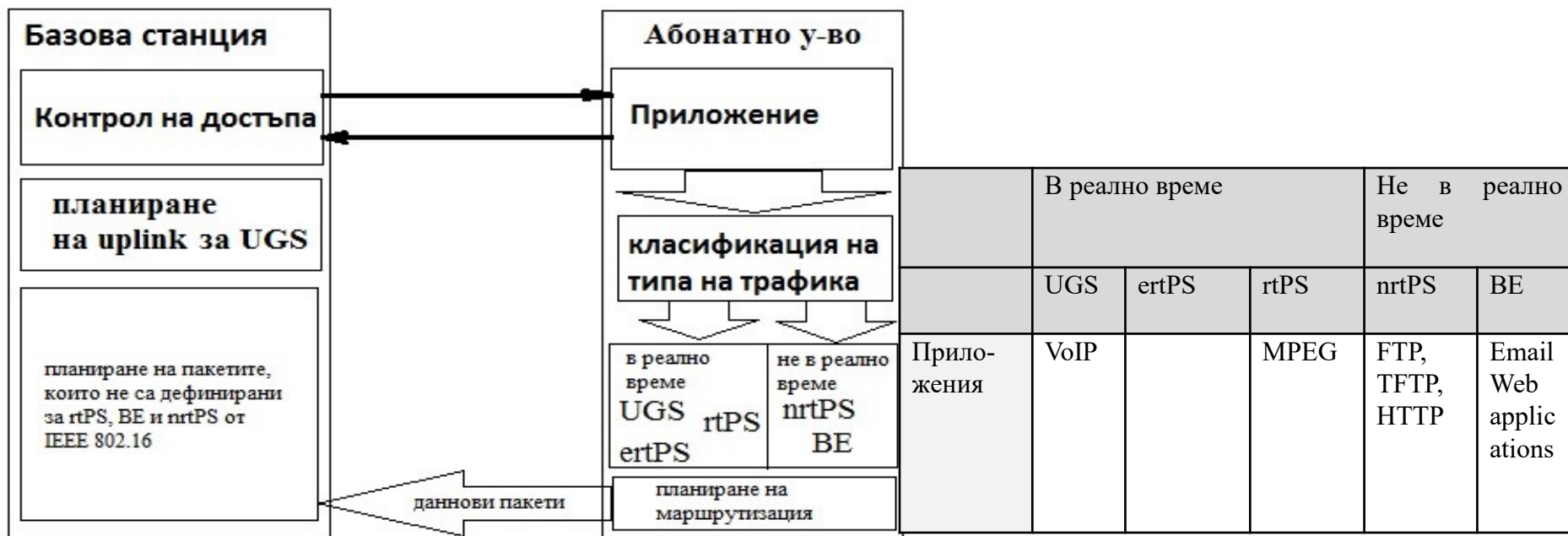
WiMAX Network Reference Model

WiMAX 16e/16d архитектура

- 16e (вляво)
- 16d (долу)



WiMAX архитектура



- в реално време- Unsolicited Grant Service (UGS), extended real-time PollingService (ertPS), real-time Polling Service (rtPS)
- не в реално време - non-real-time Polling Service (nrtPS) и best effort (BE).

Принцип на работа

WiMax осигурява 2 услуги:

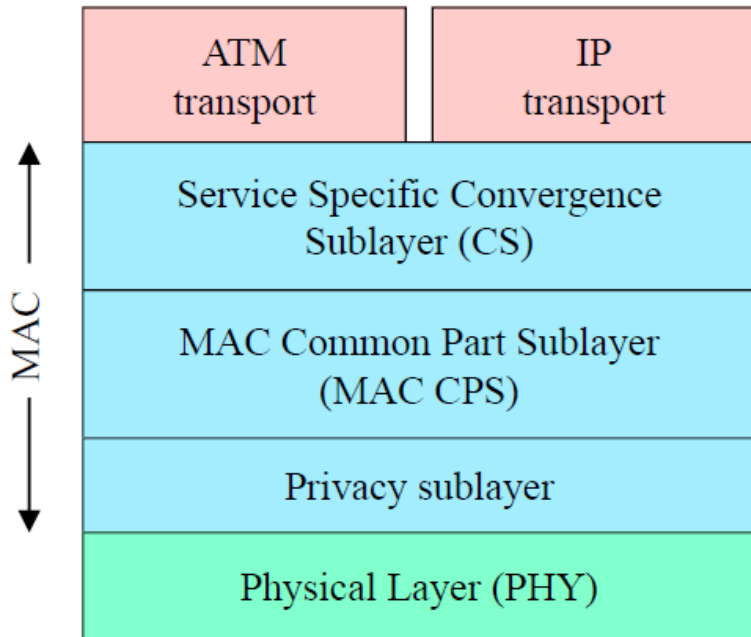
- Non-Line-of-sight (Non-LOS) – когато антена на компютъра се свързва с базовата станция
 - Използва долния честотен обхват – 2 - 11 GHz
 - На по-малки разстояния
- Line-of-sight (LOS) – когато фиксирана антена (например на покрива) се свързва с базовата станция
 - До 50км
 - По-стабилна връзка
 - Изпраща повече данни с по-малко грешки
 - Използва горния честотен обхват- 10- 66 GHz.

WiMax Uplink / downlink

- Wireless устройствата предават и получават едновременно, но имплементирането на филтър за duplex увеличава цената
- Това е и причината IEEE 802.11 WLAN технологиите да работят с CSMA/CA вместо CSMA/CD
- IEEE 802.16 предлага:
 - TDD (Time Division Duplexing) – няма проблем за full duplex
 - FDD (Frequency Division Duplexing) – предлага работа в semi-duplex при клиента.

Протоколен стек

- 802.16 дефинира MAC и PHY слой.
- MAC слоя се дели на 3 подслоя:
 - CS- CS адаптира ATM и IP пакети към MAC CPS. Добавя хедър. CS мапва данните в подходящата връзка по Connection Identifier (CID) и асоциираното QoS.
 - MAC CPS осигурява достъп до системата, разпределяне на Bandwidth, контрол на връзките (за всяка връзка е индивидуално и динамично)
 - privacy sublayer – автентикация, управление на ключовете и криптиране
- PHY слоя за 2-11 GHz предлага:
 - Wireless MAN-Sca
 - Wireless MAN-OFDM
 - Wireless MAN-OFDMA



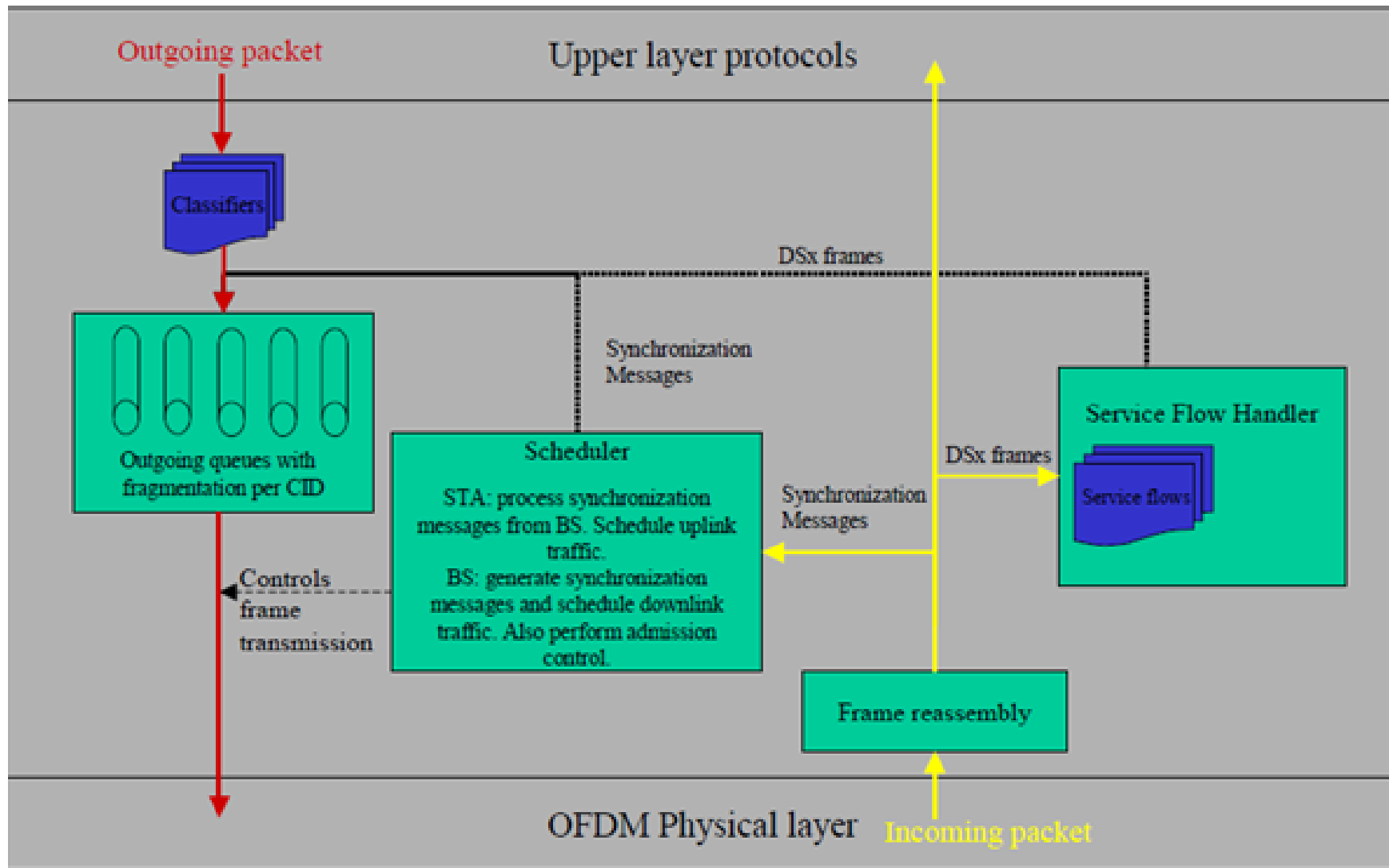
Физически слой

- Оригиналната версия на стандарта, на който е базиран WiMAX (IEEE 802.16), определя физически слой, работещ в диапазона от 10-66 GHz с фиксирано ортогонално честотно-разделено мултиплексиране (OFDM)
- 802.16-2004 добавя спецификации за диапазона от 2 до 11 GHz.
- 802.16e-2005 използва мащабируем ортогонален честотно-разделен множествен достъп(OFDMA). Предлага многоантенна поддръжка през MIMO. Това носи потенциални ползи по отношение на:
 - обхвата,
 - самостоятелната инсталация,
 - консумация на енергия,
 - повторно използване на дадена честота
 - ефективност на трафика.

МАС слой

- Използва алгоритъм за планиране, за който абонатната станция трябва да се конкурира само веднъж за първоначално влизане в мрежата.
- След като влизането в мрежата е позволено, абонатната станция получава слотове за достъп от базовата станция. Времевият слот може да удължи уговорката, но тя остава прикрепена към абонатната станция, което означава, че други абонати не могат да я използват.
- Алгоритъмът е стабилен при претоварване и презаписване.
- Алгоритъмът за планиране може да увеличи ефективността на трафика.
- Позволява на базовата станция да контролира качеството на услугата (Quality of Service – QoS) с параметри, които балансират времевия интервал на задачите измежду нуждите на приложенията на абонатната станция.

Обработка на пакети

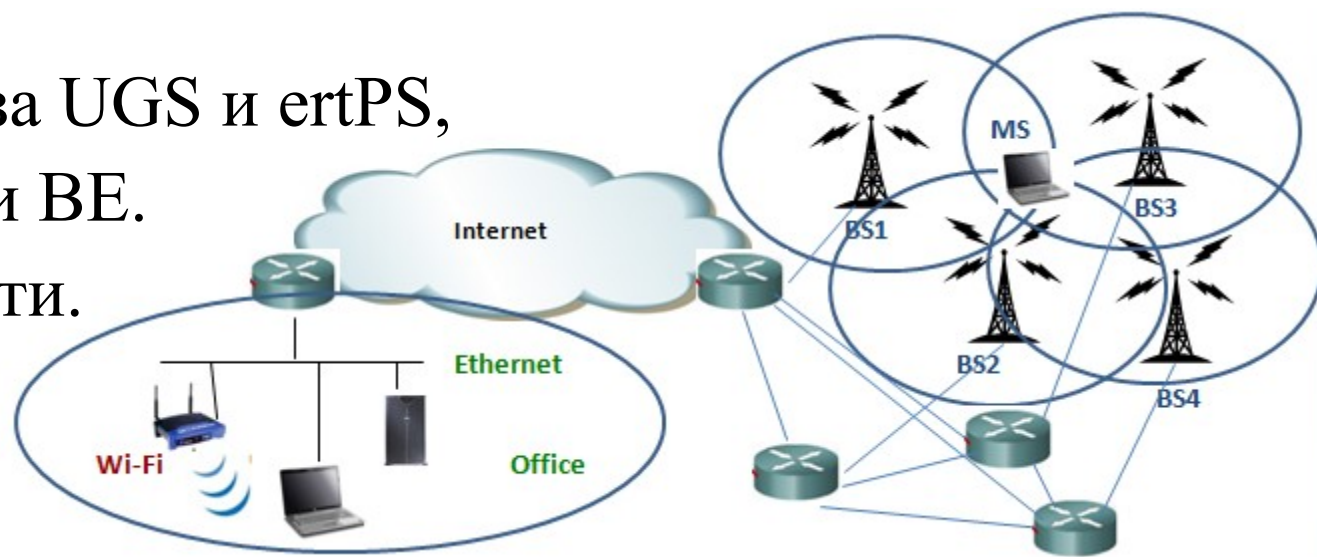


QoS при WiMAX

- В стандарта IEEE802.16m-2011 се посочват 8 нива на приоритет за трафика – от 0 до 7, като по-голямото число показва по-висок приоритет. По подразбиране за всеки пакет приоритетът е 0.
- Стандартът определя и нива 0-255 за избор при сканиране на устройство, на което ще се задели честотна лента за обслужването му от базовата станция.
- WiMAX предлага пет класа услуги в отговор на различните изисквания на потребителите по отношение на гарантиране на QoS :
 - Три от тях са за услуги в реално време: Unsolicited Grant Service (UGS), extended real-time Polling Service (ertPS), real-time Polling Service (rtPS).
 - Другите два класа услуги са: non-real-time Polling Service (nrtPS), Best Effort (BE)
- Чрез тези класове се задава приоритет на заявките за услугите, чиито пакети ще бъдат предавани по връзката.
- Съществуват различни подходи за диференциране на трафика, но повечето от тях не отговарят на изискванията на стандарта, т. к. в OFDM базирана система трябва да бъдат обработени до 400 кадъра в секунда.

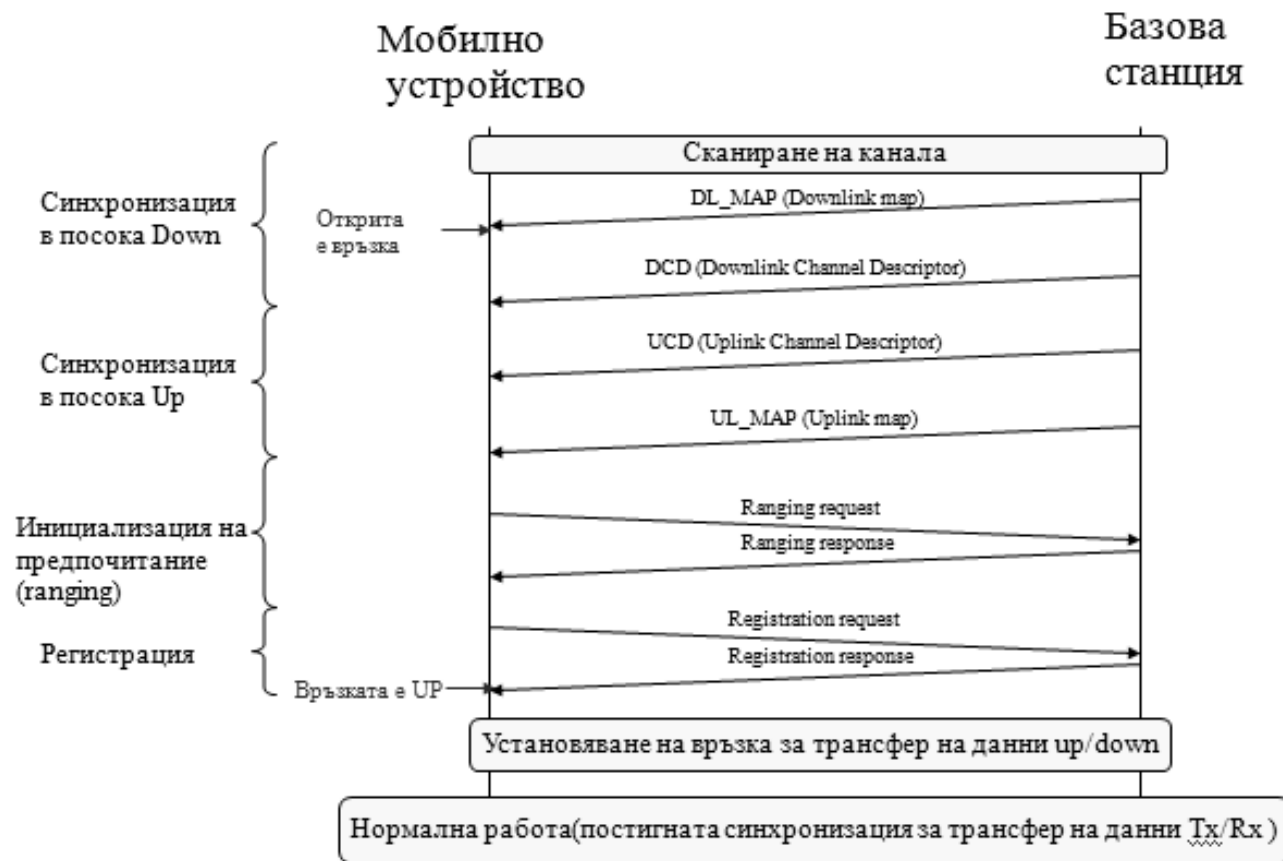
QoS параметри за WiMAX

- пропускателна способност,
- закъснение,
- jitter - важно за UGS и ertPS, но не и за nrtPS и BE.
- загуба на пакети.

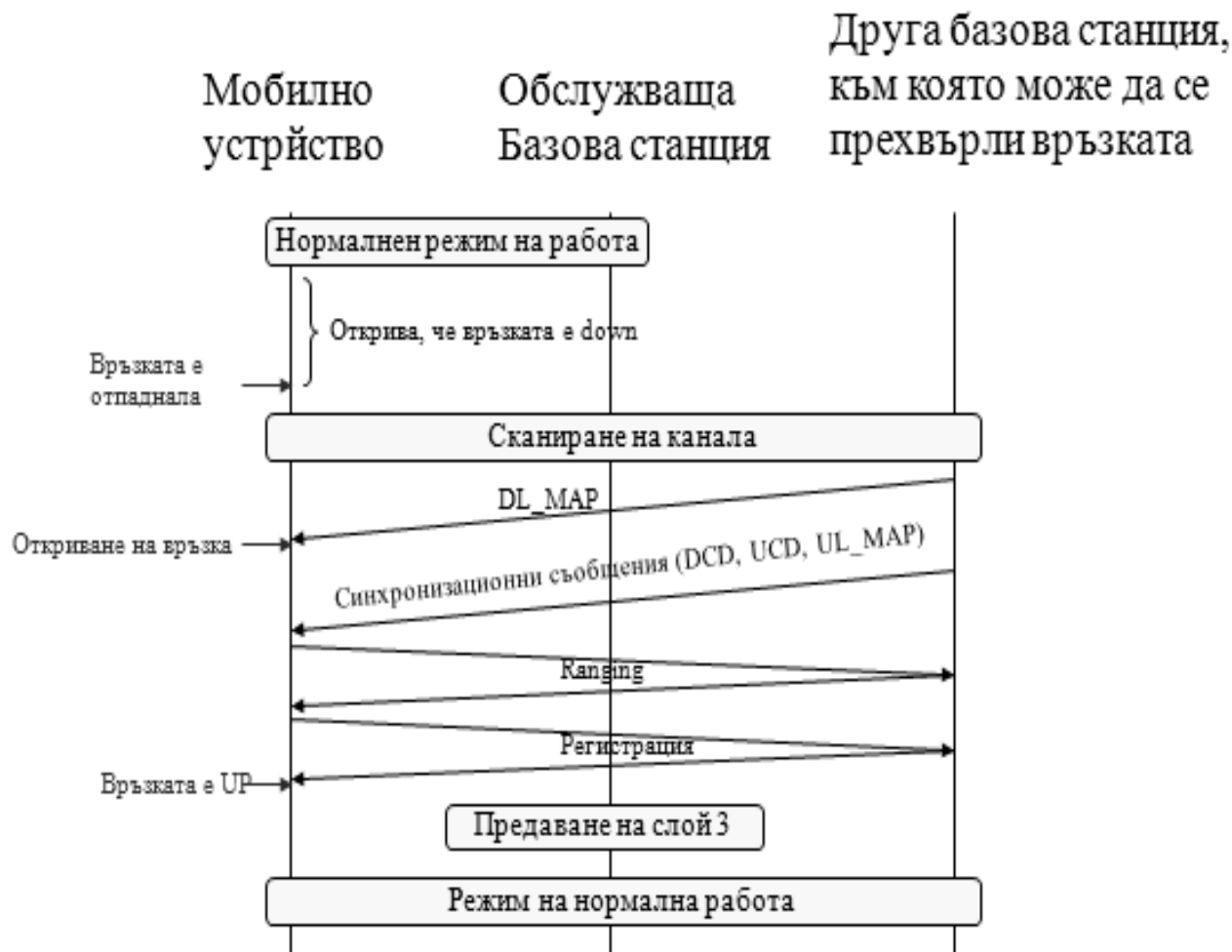


Трафикът във възходяща посока на базовата станция взема предвид всички QoS параметри и е много важна част от управлението на ресурсите в WiMAX, т.к. е по-сложно планирането на този трафик, отколкото планирането на трафика в низходяща посока.

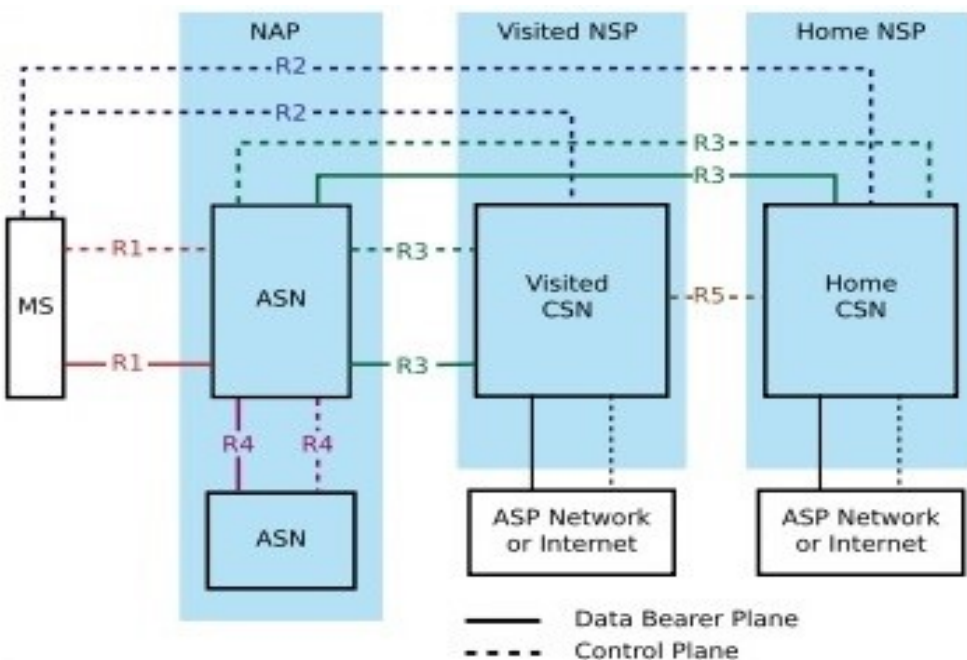
Създаване на връзка към Базова станция при WiMAX



Хоризонтален хендовер в WiMAX мрежа- обмяна на съобщения

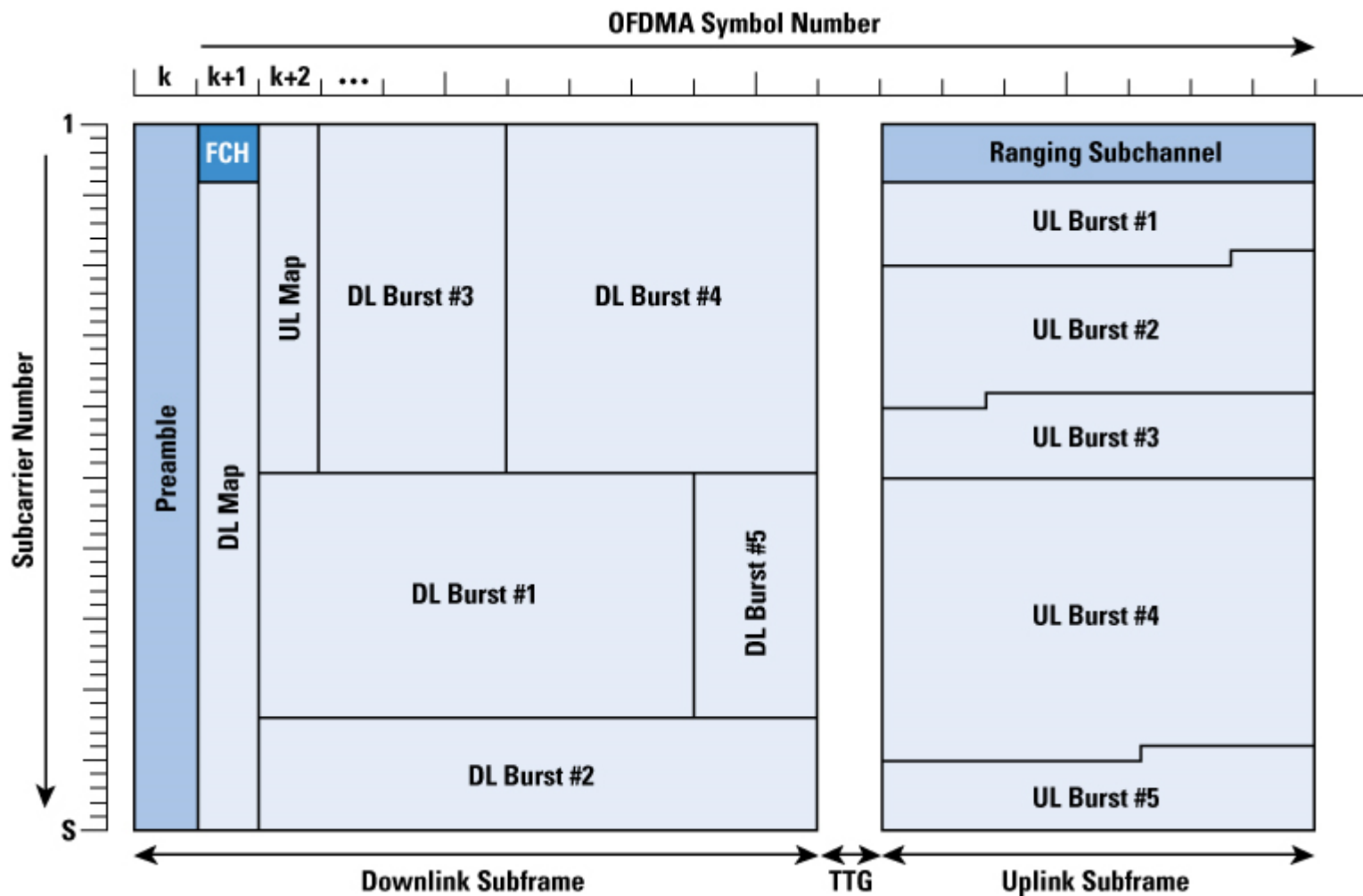


Функционална архитектура WiMAX-IP



- SS/MS: абонатната станция/мобилна станция (the Subscriber Station/Mobile Station);
- ASN: the Access Service Network;
- BS: (Base Station) базова станция, част от ASN;
- ASN-GW: the ASN Gateway, част от ASN;
- CSN: the Connectivity Service Network
- HA: Home Agent, често от CSN;
- AAA: Authentication, Authorization and Accounting Server, част от CSN;
- NAP: a Network Access Provider;
- NSP: a Network Service Provider.

OFDM и OFDMA



Въпроси ?

Благодаря за вниманието !

За справка

- K. Ramadas, R. Jain, WiMAX System Evaluation Methodology v2.1, WiMAX Forum, July 2008.
- <http://www.cisco.com/c/en/us/about/press/internet-protocol-journal/back-issues/table-contents-40/112-wimax.html>
- A.Estepa, R.Estepa, J.Vozmediano, “A new Approach for VoIP Traffic Characterization”, IEEE Communication Letters, vol.8, Issue 10, pp.644-646, 2004.
- Document IMT-ADV/1-E, Background on IMT-Advanced, ITU Radiocommunication Study Groups, ps. 3, 7 March 2008.
- Draft of IEEE P802.16.3 Architecture and Requirements for Mobile Broadband Network Performance Measurements, https://mentor.ieee.org/802.16/documents?is_group=03R0, 05.08.2014
- Flash Networks Optimization, <http://www.flashnetworks.com/Analytics>
- K. Ramadas , R. Jain , WiMAX System Evaluation Methodology v2.1, WiMAX Forum, July 2008.
- NIST, <http://www.antd.nist.gov/seamlessandsecure/download.html>
- NS-2, <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
- P.Neves, S.Sargento, F.Fontes, T.Bohnert, J. Monteiro, „Quality of Service Differentiation in WiMAX Networks”, International Conference on Telecommunications 2008, pp1-5, 2008.
- P802.16.3 Architecture and Requirements for Mobile Broadband Network Performance Measurements, https://mentor.ieee.org/802.16/documents?is_group=03R0, last update 24.07.2015