

Studiu privind impactul utilizarii benzii de 900 MHz pentru furnizarea de servicii de comunicatii electronice de generatia a treia folosind sistemele UMTS asupra concurentei pe piata de comunicatii mobile

Raport Partea 1

2 martie 2011

**Numar de proiect: CON 4297
Versiune: Finala V1.2
Un Raport Catre ANCOM**

Ovum Consulting, 119 Farringdon Road, London EC1R 3DA

Telefon +44 (0) 20 7551 9000 Fax +44 (0) 20 7551 9090/1 www.ovumconsulting.com

© Ovum Consulting 2011. Reproducerea neautorizata este interzisa

Continut

1	Rezumat executiv	5
1.1	Introducere	5
1.2	Metodologie si proces.....	5
1.3	Rezumatul analizei si concluzii	6
1.4	Recomandari	7
2	Mediul de reglementare, tehnic si de piata pentru studiu	8
2.1	Introducere	8
2.2	Legislatie UE si implementarea acesteia	8
2.3	Caracteristicile benzilor de frecventa de telefonie mobila	12
2.4	Impactul benzii de frecvente asupra calitatii serviciului	14
2.5	Cresterea globala in comunicatiile mobile si in cele de date mobile.....	20
3	Evolutia pietei in Romania	22
3.1	Piata actuala de comunicatii mobile din Romania	22
3.2	Previziunile operatorilor romani	28
3.3	Disponibilitatea actuala si viitoare a spectrului	30
3.4	Impactul retelelor 2G existente.....	31
4	Modelare, scenarii si ipoteze.....	33
4.1	Privire de ansamblu asupra modelului.....	33
4.2	Scenarii alese pentru analiza	35
5	Rezultatele analizei	39
5.1	Analiza scenariilor definite in Cererea de Oferta	39
5.2	Scenariul mediu	40
5.3	Impactul amanarii datei tinta pentru acoperire imbunatatita	40
5.4	Impactul benzii de 900 MHz asupra profunzimii si calitatii acoperirii oferite de site-urile existente	41
5.5	Implicatiile extinderii acoperirii indoor peste 55%	42
5.6	Impactul cresterii viitoare a traficului.....	44
5.7	Impactul terenului muntos in zonele rurale	45
6	Concluzii si recomandari	47
6.1	Distorsiunea pietei.....	47
6.2	Analiza dezavantajului competitiv.....	48

6.3	Concluzie	50
6.4	Recomandari	50
7	Anexe	51
7.1	Rezultatele detaliate ale modelului tehnic de calcul (pe baza cerintelor din Caietul de Sarcini)	51
7.2	Note tehnice privind modelarea	59
7.3	Note asupra Modelului ITU-R si Modelului Aegis	66
7.4	Intrebari trimise operatorilor de retea de telefonie mobila	67
7.5	Model de estimare a infrastructurii de retea si a costului asociat pentru retelele mobile 3G / 4G	72

1 Rezumat executiv

1.1 Introducere

Prezentul raport face parte din Partea 1 a unui studiu al carui obiectiv este de a evalua impactul liberalizarii utilizarii benzii de frecvente de 900 MHz pentru furnizarea de servicii 3G prin intermediul sistemelor UMTS in Romania. Aceasta liberalizare a utilizarii benzii de frecvente este ceruta prin directivele UE din 2009. Celor trei operatori majori de retele mobile din Romania care au o licenta 3G le-a fost alocat spectru in banda de frecvente de 900 MHz, initial pentru servicii GSM; un al patrulea operator ce detine o licenta 3G nu are alocat deloc spectru de 900 MHz.

Spectrul de 900 MHz este avantajos pentru operatorii de retele mobile (atunci cand este comparat cu spectrul din benzile de 1800 MHz si 2100 MHz), deoarece proprietatile electro-magnetice ale frecventelor mai joase permit o acoperire geografica mai mare de la o statie de baza data, si de aici costurile de operare mai mici – un factor important in special in zonele mai putin dens populate.

Daca in urma analizei efectuate, studiul va identifica existenta unor distorsiuni concurentiale, atunci Partea 2 a studiului va evalua posibilele remedii.

Studiul a fost comandat de catre ANCOM si a fost preluat de catre Ovum Europe Ltd, impreuna cu Aegis Systems Ltd.

1.2 Metodologie si proces

Pentru a evalua impactul liberalizarii utilizarii tehnologiilor UMTS in banda de 900 MHz, studiul:

- a dezvoltat un model tehnic pentru estimarea numarului de site-uri pentru celule necesare pentru a oferi acoperire de retea cu si fara acces la spectrul 900 MHz, si costurile asociate pe o perioada de 15 ani
- a luat in considerare o serie de scenarii bazate pe Cererea de Oferta a ANCOM cu valori care permit testarea posibilelor game de rezultate si stabilirea unui scenariu mediu care sa reflecte cele mai probabile circumstante. Scenariile luate in considerare sunt sumarizate in raportul principal si sunt insotite de comentarii asupra rezultatelor. Rezultatele detaliate ale modelarii sunt prezentate in Anexe.
- a realizat analiza de piata, care a incorporat datele furnizate de catre operatori; a luat in considerare scenarii privind viitoarele alocari de spectru; a evaluat posibilele dezvoltari tehnologice si a pregatit scenarii – toate acestea permitand modelului sa reflecte conditiile viitoare pe piata din Romania.

Au fost dezvoltate concluzii pe baza acestei analize pentru a evalua daca oricare dintre operatori s-ar putea afla in dezavantaj competitiv.

Acest raport descrie cercetarea, modelarea si analiza noastra, pe baza carora au fost formulate concluziile.

Necesitatea dezvoltarii de scenarii

Costul de implementare a unui retele mobile depinde de un numar de factori, incluzand acoperirea ceruta a retelei, capacitatea pentru trafic de voce si date si spectrul radio disponibil. Atat acoperirea cat si capacitatea pot determina numarul de site-uri necesare; cantitatea totala de spectru disponibil afecteaza capacitatea de trafic a fiecarei statii de baza iar benzile de frecventa disponibile afecteaza acoperirea fiecarei statii de baza. In cazul in care este disponibil mai mult spectru atunci sunt necesare mai putine site-uri pentru capacitate; o banda de frecventa mai joasa necesita mai putine site-uri pentru acoperire. Intr-o retea mobila de banda larga, calitatea serviciului (in termeni de viteza minima de date disponibila in zona de acoperire specificata) influenteaza de asemenea numarul de site-uri. Numarul de site-uri necesare are un impact direct asupra costurilor de implementare a retelei.

Pentru a evalua daca exista o distorsiune a competitiei care rezulta din faptul ca anumiti operatori au acces la spectrul de frecvente mai joase, in timp ce altii nu au acces,, trebuie sa estimam numarul de site-uri necesare in diversel scenarii privind acoperirea si cererea de trafic. Acestea sunt detaliat specificate in Cererea de Oferta a ANCOM, si includ variatii ale extinderii asumate a ariei de acoperire (populatie si teritoriu), profunzimea acoperirii („indoor” si „outdoor”), calitatea serviciului si cresterea estimata a traficului. De asemenea trebuie sa stabilim ipoteze cu privire la termenul in care un operator ar putea incerca in mod rezonabil sa atinga un nivel dat de acoperire si calitate a serviciului, astfel incat acesta sa poata sa concureze eficient cu competitorii lui.

1.3 Rezumatul analizei si concluzii

In cazul in care operatorii care au deja acces la spectrul de 900 MHz pot implementa serviciile 3G in aceasta banda vor face acest lucru pentru a furniza acoperire „outdoor” pentru 99% din populatie si acoperire „indoor” pentru 55% din populatie, atunci al patrulea operator, RCS&RDS, va fi in dezavantaj competitiv semnificativ daca doreste sa concureze si sa atinga nivele similare de acoperire si performanta ale retelei.

Dezavantajul competitiv are mai multe componente:

- RCS&RDS ar inregistra costuri semnificativ mai mari decat cele inregistrate de ceilalti operatori, datorita caracteristicilor mai putin avantajoase ale benzii de frecvente de 2 GHz. Scenariile analizate prezinta intervale de valori ale costurilor, care pentru cele mai realiste scenarii variaza de la 213 milioane la 558 milioane €. Consideram ca in cel mai probabil si reprezentativ scenariu, scenariul din pozitia de mijloc, RCS&RDS ar trebui sa implementeze 4779 site-uri suplimentare fata de un operator GSM existent care implementeaza tehnologia 3G in banda de 900 MHz cu un cost suplimentar de 335 milioane €.
- Timpul pentru a implementa site-uri suplimentare in zonele rurale ar fi semnificativ mai mare pentru RCS&RDS datorita faptului ca acesta nu are acces la site-uri in zonele rurale pentru a upgrada reseaua de la GSM la UMTS 900. Costurile si intervalul de timp pentru achizitionarea noilor site-uri vor influenta posibilitatea operatorului de a creste rapid acoperirea populatiei. Este de notat ca Vodafone a putut sa atinga $\times$ acoperire a populatiei cu servicii UMTS in decurs de 12 luni de implementare – fapt care poate fi atins din punct de vedere economic numai prin upgradarea retelei. Un interval de 3-4 ani ar fi de asteptat pentru ca RCS&RDS sa atinga obiectivul de acoperire outdoor de 90% - daca acest obiectiv ar fi justificat prin prisma planului de afaceri al operatorului.
- RCS&RDS nu va putea sa ofere clientilor sai acces in afara zonei sale de acoperire 3G, fiindca ANCOM nu a mandatat accesul si roaming in nici o retea 2G.

- Timpul suplimentar necesar pentru a gasi, achizitiona, construi si a pune in functiune site-uri noi ar avea impact asupra capacitatii companiei de a concura in mod egal pentru noi clienti. Este de asteptat ca si costurile de atragere ale clientilor sai sa fie mai mari iar societatea ar suferi si datorita ratelor ridicate de migrare a clientilor proprii.

1.4 Recomandari

Concluzia Ovum este ca daca operatorii care detin spectru de 900 MHz pot implementa servicii 3G in aceasta banda, acest lucru ar crea un dezavantaj competitiv pentru RCS&RDS, care este restrictionata sa foloseasca spectrul de 2 GHz.

ANCOM ar trebui de aceea sa continue cu Partea 2 a studiului, al carui obiectiv este sa investigheze si sa recomande remedii si solutii pentru solutionarea distorsiunilor competitive identificate in Partea 1 a studiului.

2 Mediul de reglementare, tehnic si de piata pentru studiu

2.1 Introducere

Pentru a stabili contextul pentru acest studiu, analiza si concluziile modelarii, aceasta Sectiune a raportului pune la dispozitie:

- exemple despre cum este gestionata in alta tari UE problema liberalizarii spectrului de 900 MHz
- o scurta privire de ansamblu asupra caracteristicilor tehnice care fac din spectrul de 900 MHz o resursa atractiva pentru operatorii de retele mobile
- discutie asupra cresterii serviciilor mobile de voce si date.

Ulterior in raport:

- Sectiunea 3 ia in considerare situatia actuala a pietii din Romania si previziunile de trafic ale operatorilor. Aceasta sectiune ia in considerare, de asemenea, disponibilitatea spectrului si impactul retelelor 2G existente asupra analizei
- Sectiunea 4 ia in discutie modelul tehnic, scenariile si ipotezele folosite in analiza
- In Sectiunea 5 raportul pune la dispozitie o analiza a rezultatelor, pentru a raspunde cerintelor ANCOM
- In final, in Sectiunea 6, punem la dispozitie concluziile si recomandările noastre.

Exista mai multe anexe la raport care pun la dispozitie:

- Rezultate suplimentare ale modelului
- O descriere mult mai detaliata a modelului furnizat.
- Note de discutii care compara modelul ITU-R si modelul Aegis
- Intrebarile care au fost trimise operatorilor.

2.2 Legislatie UE si implementarea acesteia

Directiva UE GSM din 1987 (*Directiva 87/372/EEC*) a restrictionat utilizarea unei parti a benzii de frecvente de 900 MHz numai pentru tehnologiile de acces GSM si a impiedicat tehnologii wireless mai avansate, de generatie viitoare sa foloseasca aceasta banda. In noiembrie 2008 CE a propus modernizarea directivei. Schimbarea face parte din eforturile CE de a oferi mai multe posibilitati de utilizare a spectrului pentru comunicatiile wireless si de a deschide banda de spectru radio pentru dispozitive de comunicatii wireless mai avansate. Noua Directiva GSM din 2009 (*Directiva 2009/114/EC*) pune la dispozitie banda de 900 MHz pentru alte tehnologii incluzand UMTS, si a trebuit sa fie transpusa in legea nationala a tuturor celor 27 de state membre UE pana la 9 mai 2010.

Directiva 2009/114/EC recunoaste ca "Liberalizarea utilizarii benzii de 900 MHz ar putea avea ca efect distorsiuni competitive. In special, acolo unde anumitor operatori de retele mobile nu le-a fost alocat spectru in banda de 900 MHz, acestia ar putea fi in dezavantaj in ceea ce priveste costurile si eficienta in comparatie cu operatorii care vor putea sa puna la dispozitie servicii 3G in

aceasta banda". Cadrul UE de reglementare, in special Directiva 2002/20/EC permite statelor membre sa modifice si/sau sa revizuiasca drepturile de utilizare a spectrului si astfel sa aiba instrumentele necesare pentru a rezolva, daca este necesar, posibilele distorsiuni. Aceasta este tema acestui studiu.

Urmeaza cateva exemple de cum au implementat deja unele state Membre UE Directiva 2009/114/EC:

Spania

MITYC, Autoritatea Nationala Spaniola de Reglementare, a initiat consultari in iunie 2010 cu privire la reconfigurarea benzilor de 900 MHz si 1,800 MHz, si alocarea benzii de 800 MHz si a celei de 2,6GHz. Consultarile au stabilit ca implementarea *Directivei 2009/114/EC* si licitatiile de spectru pentru aceste benzi ar trebui sa inceapa in 2011.

Propunerea MITYC pentru reorganizarea benzii de 900 MHz a fost de a licita un bloc duplex de 14,8 MHz in doua blocuri de 5 MHz (din care un bloc va fi disponibil in 2011 iar un altul in 2015) si unul de 4.8MHz (disponibil in 2015), cu asteptarea ca operatorii vor incepe sa investeasca in acoperirea UMTS in 2011, crescand acoperirea cu servicii mobile de banda larga, in special in zonele rurale. In schimbul realocarii spectrului, operatorii vor trebui sa faca investitii fie in zonele rurale considerate a nu fi profitabile, fie in zonele unde in mod normal nu ar dezvolta retele in urmatorii trei ani. Ca si o conditie pentru realocarea benzii de 900 MHz, operatorii care detin in momentul de fata spectrul in aceasta banda vor trebui sa returneze un total de 4.2 MHz la MITYC pana in 2011 (Orange 1MHz, TME 2.2MHz, si Vodafone 1MHz). Pentru a compensa operatorii pentru returnarea spectrului, licentele acestora care expira in 2025 vor fi prelungite pana in 2030.

Consultarea din 2010 a propus o a doua licitatie care sa aiba loc in prima jumatate a anului 2011 care de asemenea ar trebui sa implice o returnare de spectru. Spectrul va fi disponibil numai in 2015 iar MITYC intentioneaza sa permita oricarui operator sa faca oferta in cadrul acestei licitatii.

Belgia

Dupa publicarea *Decretului Regal din 28 martie 2007*, BIPT (Autoritatea Nationala de Reglementare din Belgia) a permis operatorilor existenti sa ofere servicii 3G folosind benzile de frecventa GSM de 880 – 915 MHz si 925 – 960 MHz. In data de 26 martie 2009, BIPT a anuntat o decizie permitand celor trei operatori de retele mobile sa furnizeze servicii UMTS folosind frecvente specifice in banda de 900MHz, care deja le fusese alocata pentru serviciile GSM.

La sfarsitul anului 2009, BIPT a propus o licitatie a unei a patra licente UMTS in 2010, care ar acorda ofertantului castigator acces la spectru in benzile de 900 MHz si 1800 MHz. Totusi, BIPT isi reconsidera acum planul sau de a acorda acces la cea de a patra licenta 3G in banda de 900 MHz. In martie 2010, BIPT a anuntat ca desi planificase sa emita o noua licenta 3G, reorganizarea benzii de 900 MHz nu ar fi posibila inainte de 2015 datorita extinderii licentei GSM existente printr-o decizie judecatoareasca din iulie 2009, care a prelungit licentele Proximus si Mobistar pana in aprilie si respectiv noiembrie 2015, cu optiunea de a mai prelungi licentele pana in 2021. Operatorilor li se cere sa plateasca o taxa pentru prelungirea licentelor lor, fapt care trebuie inca decis.

Germania

Licentele pentru serviciile GSM900 au fost acordate in 1989 la doi operatori carora le-au fost de asemenea acordate licentele GSM1800 in 1992. Unui alt operator i-a fost acordata licenta GSM1800 in 1994 iar un altul si-a lansat serviciile in 1998.

In prezent, BnetzA planifica sa reconfigureze benzile de 1800MHz si 900MHz. Avand in vedere potentialul acestor benzi de frecvente, BnetzA evalueaza implicatiile acestor alocari asupra concurentei de pe piata de telefonie mobila.

Finlanda

Guvernul finlandez si-a anuntat decizia de a permite folosirea benzii de 900 MHz pentru UMTS (UMTS 900) in 2006. In noiembrie 2007, FICORA (Agentia Nationala de Reglementare din Finlanda) a emis o decizie modificand conditiile de utilizare a benzilor de frecventa de 900 MHz: frecventele radio care fusesera utilizate anterior numai pentru GSM puteau fi introduse acum pentru utilizarea 3G, iar licenta GSM respectiva ar fi valabila din 1 noiembrie 2007 pana in 31 decembrie 2015. Acest lucru a facut din Finlanda prima tara europeana care a permis folosirea concomitenta a frecventelor de 900 MHz pentru serviciile mobile 2G si 3G.

Decizia FICORA a asigurat ca trei operatori de retele mobile au resurse egale si suficiente si blocuri continue de frecvente pentru a furniza servicii mobile prin extinderea operatiunilor 3G in benzile de frecvente de 900 MHz. In noiembrie 2007, Elisa a lansat prima retea comerciala UMTS 900 din lume, urmata de DNA in octombrie 2008 si Telia Sonera in iunie 2009.

Grecia

EETT (Agentia Nationala de Reglementare din Grecia) a terminat prima runda de consultari cu privire la eliminarea restrictiilor tehnologice asupra drepturilor deja acordate pentru utilizarea benzilor de frecvente de 900 MHz si 1800 MHz.

In ianuarie 2011 EETT a anuntat ca benzile de frecvente folosite in momentul de fata pentru serviciile GSM vor fi scoase la licitatie in Q3 2011 in patru blocuri de 2x5MHz cu noi licente cu valabilitate de 15 ani. Licentele actuale detinute de Vodafone si Wind (2x10MHz in banda 900MHz) expira in septembrie 2012 iar aceste societati trebuie sa participe la o licitatie competitiva pentru a-si reinnoi drepturile de utilizare a acestor resurse.

Un alt bloc de frecvente de 2x5MHz in banda de 900 MHz ar putea fi vandut, in urma consultarii cu armata greaca.

Italia

In octombrie 2008, AGCOM (Agentia Nationala de Reglementare din Italia) a aprobat reorganizarea benzilor de 900 MHz si 1800 MHz pentru a asigura utilizarea eficienta a spectrului in viitor. Prin reorganizarea benzii de 900 MHz, AGCOM asteapta sa se elibereze un bloc de 5 MHz care poate fi alocat unui operator de retea UMTS existent pentru a-si completa reteaua, in special in zonele suburbane. Pana la incheierea acestui program propus (asteptat a fi desfasurat in etape intre 2011 si 2013), operatorii existenti care au nevoie de largime de banda mai mare trebuie sa negocieze contracte de roaming intre ei.

Regatul Unit

In februarie 2009, Ofcom (Agentia Nationala de Reglementare din Regatul Unit) si-a publicat a doua consultare cu privire la modul in care va implementa decizia la nivel european de a liberaliza spectrul punand la dispozitie benzile de 900 MHz si 1800 MHz pentru tehnologiile UMTS (3G) precum si GSM (2G). Datorita diferentelor in detinerea de spectru dintre operatori, Ofcom se temea ca liberalizarea spectrului de 900 MHz aflat in posesia titularilor, fara constrangeri, ar conduce la distorsiuni competitive si/sau ineficiente pentru aproximativ 2-4 ani, pana cand serviciile folosind spectrul de 800 MHz ar putea oferi o constrangere competitiva. Ofcom a propus ca 10 MHz care apartin Vodafone si O2 (2x2.5 MHz fiecare) utilizati in momentul de fata pentru servicii 2G ar putea fi eliberati si vanduti la licitatie pentru a fi utilizati de alti operatori. Totusi, aceste planuri au fost extrem de criticate de Vodafone si O2.

O a doua consultare (cu scopul a se adresa aceste preocupari) a sustinut ca restrictiile in utilizarea benzii de 900 MHz ar trebui eliminate, dar a propus ca o cantitate mai mica de spectru (doar 5 MHz) sa fie returnata de catre Vodafone si O2. Raportul *Digital Britain* publicat in ianuarie 2009 a subliniat importanta acestui benzi frecvente pentru a atinge ubicuitatea de banda larga pana in 2012. Solutia preferata atat de guvern cat si de Ofcom este un set de tranzactii aprobat de industrie pentru a obtine rebalansarea spectrului.

Cu toate acestea, in consilierea sa pentru guvern din octombrie 2010, Ofcom a concluzionat ca liberalizarea benzilor de frecvente de 900 MHz si 1800 MHz pentru operatorii licentati este probabil a fi in beneficiul consumatorilor si este improbabil sa rezulte intr-o distorsiune materiala a competitiei care sa ceara a fi luate masuri suplimentare¹. Aceasta recomandare s-a bazat pe viziunea Ofcom ca probabilitatea si marimea unei distorsiuni care ar rezulta au fost semnificativ reduse, in mare parte datorita fuziunii intre Orange si T-Mobile, care a creat „Everything Everywhere” (EE) – fapt care a permis eficientizarea operarii retelei si de asemenea, intr-o mai mica masura, faptul ca 3 operatori au avut un acord de utilizare partajata a retelei cu EE. Aceste eficientizari ar permite operatorilor sa-si imbunatateasca acoperirea, fapt care ar ajuta la reducerea oricarui avantaj competitiv pe care O2 sau Vodafone l-ar realiza din folosirea spectrului de 900 MHz pentru furnizarea de servicii 3G.

Danemarca

Celor patru operatori GSM din Danemarca li se cere sa plateasca anual taxe de spectru, care includ atat taxe fixe cat si variabile, stabilite de guvern. Autoritatea de reglementare ar putea de asemenea sa aleaga sa incaseze o taxa de licenta unica in loc de taxe anuale sau sa incaseze atat o taxa unica cat si un tarif anual pentru alocarea spectrului. Licentele tuturor operatorilor GSM au fost reinnoite iar licentele GSM 900 sunt valabile pana la sfarsitul lui 2019, in timp ce licentele GSM1800 sunt valabile pana la sfarsitul lui 2017.

In iunie 2009, Parlamentul danez a introdus o noua structura de tarife pentru spectrul de frecvente in Legea sa Anuala de Finante. Potrivit acestei legi, tarifele anuale pentru spectrul de frecventa aferent licentelor din grupul-1 (incluzand GSM, E-GSM, DCS 1,800, FWA, si licente pentru servicii publice mobile) cuprind o taxa fixa si una variabila. Taxa fixa a fost stabilita la 300 coroane daneze (~40 €) per licenta iar pretul variabil este calculat ca o functie de largime de banda (in MHz),

¹ <http://stakeholders.ofcom.org.uk/binaries/consultations/spectrumlib/annexes/government-advice.pdf>

tariful per MHz si zona geografica de acoperire planificata (%)². Acest tip de structura a de tarificare este adoptata pentru a emite licente neutre din punct de vedere al serviciilor si tehnologiei. Aceasta structura noua de tarife a intrat in vigoare din 1 ianuarie 2010.

In octombrie 2010 Telestyrelsen (Autoritatea Nationala de Reglementare din Danemarca) a finalizat o licitatie si a emis doua licente la nivel national pentru spectrul in benzile de 900MHz si 1800MHz catre Hi3G, nemaifiind alte oferte. Operatorii care deja detin spectru in aceste benzi - TDC, Telenor Denmark si Telia Denmark – au fost exclusi de la participarea la aceste licitatii, permitand Hi3G Access Denmark (care opereaza in banda 2100MHz) sa-si extinda frecventele detinute. Hi3G va plati pretul minim stabilit de autoritatea de reglementare: 8 milioane coroane daneze (~1,074 milioane €) pentru licenta de 900MHz si 4 milioane coroane daneze (0.537 milioane €) pentru licenta de 1800MHz.

Telestyrelsen planifica sa scoata la licitatie o alta licenta neutra din punct de vedere tehnologic pentru 2x5MHz spectru in banda de 900 MHz si o alta pentru 2x10 MHz spectru in banda de 1800MHz.

Rezumat

Exemplele de mai sus arata ca exista o gama larga de solutii puse in aplicare in alte state UE pentru a implementa *Directiva 2009/114/EC*. In fiecare caz Autoritatea Nationala de Reglementare a adoptat o abordare diferita pentru a trata distorsiunile competitive care au reiesit din liberalizarea benzii de 900 MHz.

Fiecare tara a elaborat remedii potrivit situatiei sale particulare. Nu exista nici o solutie „de referinta UE” care poate fi aplicata posibilelor distorsiuni competitive care ar putea rezulta in Romania. Orice solutii cerute in Romania vor trebui sa fie dezvoltate pentru a satisface conditiile specifice ale pietei. Acest lucru este in mod special relevant datorita faptului ca rata de crestere a pietei de servicii mobile este previzionata a fi diferita in Romania comparativ cu multe alte tari.

2.3 Caracteristicile benzilor de frecventa de telefonie mobila

Un numar de benzi de frecventa au fost alocate international pentru serviciile de telefonie mobila celulara in benzile de frecventa de la 450 MHz la peste 3 GHz. Limita inferioara este stabilita de marimea fizica a componentelor (in special antene) si nivelele crescande ale interferentei intre celulele apropiate care opereaza pe aceleasi frecvente. Limita superioara este stabilita de distanta limitata care poate fi acoperita de semnalele radio in benzile de frecvente mai inalte. In general vorbind, benzile de frecvente mai joase (in mod tipic sub 1 GHz) sunt mai potrivite pentru a furniza o arie de acoperire mai larga si o penetrare mai buna in cladiri(prin urmare acestea sunt denumite uneori ca si „benzi de acoperire”), in timp ce benzile de frecvente mai inalte sunt mai potrivite pentru a furniza o capacitate mare folosind un numar mai mare de celule mai mici (si drept urmare sunt denumite „benzi de capacitate”).

Principalele benzi de frecvente disponibile in momentul de fata in Europa includ banda GSM 900 (880-915 MHz asociata cu 925-960 MHz), banda GSM1800 (1710-1785 MHz asociata cu 1805-1880 MHz si banda UMTS 2 GHz (1920-1980 MHz pereche cu 2110-2170 MHz). Dimensiunea tipica

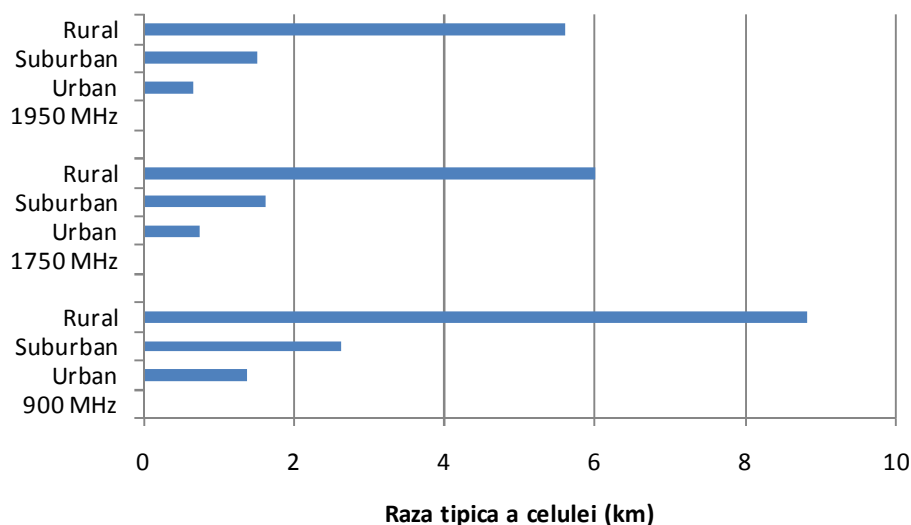
² <http://en.itst.dk/spectrum-equipment/frequency-legislation/Calculation%20of%20frequency%20charges.pdf>

a celulei in GSM 1800 si in benzile 2 GHz in orice mediu dat este substantial mai mica decat in banda GSM 900, asa cum se arata in Figura 1 de mai jos.

Diferenta este chiar mai evidenta atunci cand este exprimata ca si suprafata acoperita, cu o arie de acoperire pe celula de pana la de patru ori mai mare pentru celula in banda de 900 MHz. Acest lucru inseamna ca mult mai multe site-uri sunt necesare pentru a atinge un nivel dat de acoperire nationala in benzile de frecvente mai inalte.

Lansarea recenta din unele tari europene a serviciilor mobile de banda larga in benzile de 800 MHz si 2.6 GHz a subliniat diferenta dintre benzile pentru acoperire si cele pentru capacitate in ceea ce priveste valoarea lor relativa pentru operatori. Datorita faptului ca operatorii detin deja spectru pentru capacitate sub forma spectrului existent in banda de 2 GHz destinat 3G, spectrul de 2.6 GHz a atras in general o valoare mica de piata. Spectrul de 800 MHz, considerat esential pentru a extinde acoperirea retelelor 3G existente fara a suporta costuri excesive cu statiile de baza, a atras o valoare mult mai mare. De exemplu, in Germania unde cele doua benzi au fost recent scoase la licitatie concomitent, spectrul de 800 MHz a fost vandut la peste treizeci de ori pretul pe MHz in comparatie cu spectrul de 2.6 GHz.

Figura 1: Comparatie a razelor tipice ale celulelor in diverse benzi de frecventa (tehnologie asumata LTE, viteza de transfer a datelor in uplink de 720 kbps, o buna acoperire „outdoor”)



SURSA: AEGIS

Trebuie notat faptul ca beneficiul acoperirii imbunatite nu este restrictionat la zonele rurale; se asigura de asemenea o imbunatitire semnificativa la nivelul acoperirii in cladiri in zonele urbane si suburbane. De exemplu, acoperirea indoor disponibila in banda de 900 MHz este comparabila cu acoperirea outdoor disponibila in banda de 2 GHz, astfel incat suprapunerea frecventei mai joase pe site-urile existente 3G va avea drept rezultat imbunatatirea imediata a calitatii serviciilor pentru multi utilizatori.

Spectru de frecvente pereche versus nepereche

Majoritatea benzilor de frecvente utilizate în prezent pentru rețele publice de comunicații mobile cuprind benzi de frecvență pereche pentru a permite operarea în modul duplex cu diviziune în frecvență (FDD – Frequency Division Duplex). FDD minimizează riscul interferențelor între rețelele din zone adiacente sau care utilizează canale de frecvențe adiacente, prin transmiterea semnalelor uplink (recepția stației de bază) și downlink (emisia stației de bază) pe frecvențe separate. Frecvențe nepereche au fost alocate de asemenea pentru utilizare mobilă, permitând operarea în modul duplex cu diviziune în timp (TDD – Time Division Duplex), dar acest mod de operare este mai dificil de planificat datorită riscului crescut de interferență dintre echipamentele mobile și stațiile de bază (care trebuie să transmită și să recepționeze pe aceeași frecvență). Deși spectrul TDD a fost pus la dispoziție odată cu spectrul FDD pentru servicii 3G în 2002, acestea nu au fost utilizate comercial până în prezent. Modelarea noastră, se concentrează prin urmare exclusiv pe spectrul pereche.

2.4 Impactul benzii de frecvente asupra calitatii serviciului

Asa cum s-a menționat mai sus, în plus față de furnizarea unei acoperiri „outdoor” a unei zone mult mai largi, benzile de frecvențe mai joase furnizează de asemenea un nivel mai ridicat al semnalului în zona existentă de acoperire. Acest lucru înseamnă că este posibil să se realizeze o mai bună calitate a serviciului la o distanță dată de o stație celulară de bază cu un semnal de frecvență mai joasă decât cu cel de frecvență mai înaltă. Acest lucru s-ar putea materializa, de exemplu, printr-o mai mare viteză de date disponibilă sau o acoperire îmbunătățită în clădiri.

Acoperirea rețelei de telefonie mobilă trebuie să fie definită în raport de o calitate specifică sau „adancime” a acoperirii, precum și ca procent de populație sau zonă geografică acoperită. Trebuie de asemenea raportată la un anumit tip de serviciu, de exemplu servicii voce sau o viteză de date minimă specificată. Din punct de vedere istoric, a existat tendința de a specifica acoperirea pe baza recepției exterioare cu un dispozitiv portabil, dar pe măsura ce penetrarea mobilă a crescut, a existat o presiune crescută a pieței pentru furnizarea unei calități mai mari a semnalului în vehicule și clădiri precum și pe strada.

În termeni tehnici, calitatea acoperirii poate fi definită pe baza unui *buget al legăturii radio* (*link budget*) specificat, care definește atenuarea maximă a semnalului care este compatibilă cu un grad acceptabil al calitatii serviciului. Semnalele radio suferă atenuare de la un număr de surse, incluzând pierderile în spațiul liber, reflexiile de la obstacolele dintre emițător și receptor, și absorbțiile prin pereți, ferestre, etc. Atenuarea tinde să fie semnificativ mai mare în zonele construite datorită prezentei unei mari aglomerări de obstacole.

Un exemplu tipic de *buget al legăturii radio* este furnizat în tabelul de mai jos, pentru o rețea mobilă de date care implementează cea mai nouă tehnologie UMTS, LTE (Long Term Evolution – LTE), care este de așteptat a fi implementată în Europa în următorii 5 ani. *Bugetul legăturii radio* este bazat pe o probabilitate de disponibilitate de 95% în cadrul ariei de acoperire a celulei. De observat că acest *buget al legăturii radio* se bazează pe un serviciu de telefonie mobilă cu adevărat „de bandă largă”, cu rata minimă de 720 kbps la marginea celulei – o mai mare acoperire va fi atinsă cu rate de date mai joase sau pentru comunicarea de voce.

Acest exemplu de buget al legăturii radio ne spune că pentru a furniza serviciul la calitatea specificată, atenuarea pe calea de propagare radio dintre stația de bază și terminalul mobil nu

trebuie sa depaseasca 134 dB in „outdoor” sau 124 dB in „indoor”. Aceste pierderi pot fi traduse in dimensiuni tipice ale celulelor in diverse medii de obstacole, folosind formule empirice care au fost dezvoltate de-a lungul anilor pentru a simula efectul de inaltimei antenei si al obstacolelor locale asupra atenuarii semnalului radio. Una dintre formulele cele mai des folosite in modelarea retelelor de telefonie mobila este modelul COST-Hata³, care defineste atenuarea pe calea de propagare radio ca o functie de distanta, inaltimea antenei statiei de baza, inaltimea antenei statiei mobile si banda de frecvente in mediile urban, suburban si rural. Dimensiunile celulelor ilustrate in figura 3 de mai jos deriva din folosirea bugetului legaturii radio din figura 2 (pentru acoperire „outdoor”) si a modelului COST-Hata.

Acest exemplu de *buget al legaturii radio* este bazat pe tehnologia LTE, deoarece consideram ca aceasta tehnologie va fi implementata pe termen mediu si lung. Valoarea luata in calcul este de 134 dB bazata pe o viteza de uplink de 720 kbps. Bugetele legaturilor radio pentru UMTS (R99) si HSPA sunt ceva mai mici pentru viteze comparabile. De exemplu, *bugetul tipic al legaturii radio „outdoor”* pentru servicii voce UMTS (12,2 kbps) este asigurat pentru 144 dB⁴ iar valorile corespunzatoare pentru vitezele de 64 kbps si 384 kbps vor fi 137 dB, respectiv 129 dB. *Bugetele tipice ale legaturii radio „outdoor”* pentru HSPA sunt: 138 dB pentru 58 kbps, 131 dB pentru 410 kbps si 128,5 dB pentru 990 kbps⁵. De aceea estimam ca vitezele aproximative de date disponibile cu tehnologiile UMTS si HSPA pentru acelasi *buget al legaturii radio* (bazat pe o valoare a atenuarii maxim admisibile la marginea celulei de 134 dB) vor fi de 128 kbps si respectiv 200 kbps. Acestea sunt vitezele de uplink – *bugetul legaturii radio* de downlink este mai putin constrangator in ceea ce priveste puterea si ne asteptam ca viteze de cel putin 384 kbps sa poata fi obtinute in downlink cu acest *buget al legaturii radio*.

³ O descriere in detaliu a modelului COST-Hata poate fi gasita in raportul final pentru COST Action 231, Capitolul 4 (www.lx.it.pt/cost231/final_report.htm)

⁴ Sursa: UMTS world (www.umtsworld.com)

⁵ Sursa: “Aspecte ale Planificarii Retelei HSUPA”, Qualcomm Inc white paper 80-W1159-1Revision B, 2007

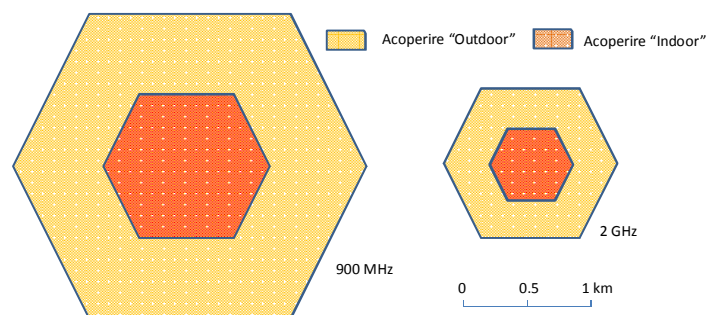
Figura 2: Exemplu de *Buget al legaturii radio* (bazat pe tehnologia LTE, presupunand cele mai scazute performante specificate pentru modulatia si schema de codare i, directie uplink, toate blocurile de resurse alocate)⁶

Viteza de date Mbps/5 MHz	0.72
Puterea emitatorului (P), dBm	23
Castigul antenei terminalului (Gt), dBi	0
Atenuarea in corp (BL), dB	3
EIRP = P+Gt-BL	20
Cifra de zgomot a receptorului, dB	3
Zgomotul termic al receptorului (-kTBF), dBm	-104
SINR, dB	-6
Sensibilitatea receptorului (S), dBm	-110
Marginea de interferenta (Mi), dB	3
Atenuarea pe feeder (Lf), dB	2
Castigul antenei statiei de baza (Gb), dB	18
Atenuarea „indoor”, dB	19
Atenuarea „outdoor”, dB	9
Atenuarea maxima pe calea de propagare radio (indoor), dB	124
Atenuarea maxima pe calea de propagare radio (outdoor), dB	134

Figura de mai jos compara dimensiunea tipica a celulei bazata pe modelul COST-Hata, pentru acoperirea indoor si outdoor intr-un mediu urban in benzile de frecvente de 900 MHz si 2 GHz.

⁶ Exemplul de *Buget al legaturii radio* LTE reiese din 3GPP/ETSI standard ETSI TS 136 101 V9.3.0 cu parametrii suplimentari de la "LTE pentru UMTS –acces radio bazat pe OFDMA si SD-FDMA", de Holma si Toskala (Wiley, 2009)

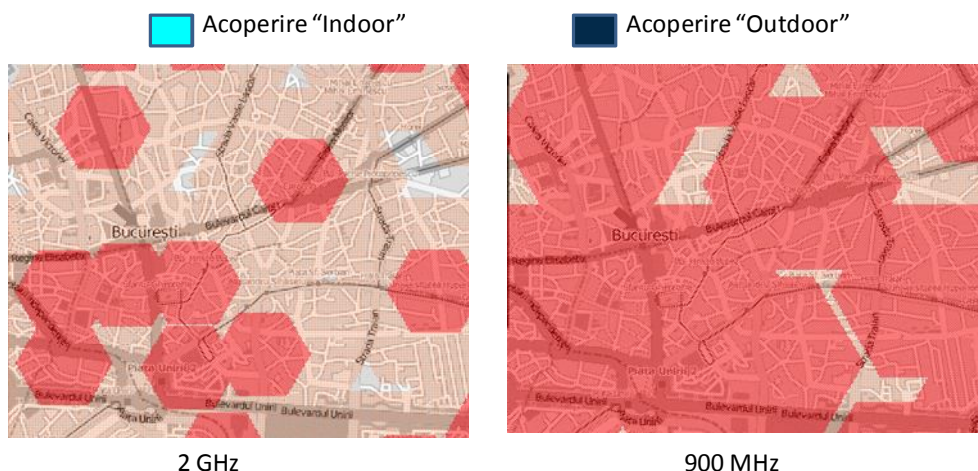
Figura 3: Comparatie intre dimensiunile tipice ale celulei urbane pentru acoperire „indoor” si „outdoor” in benzile de frecventa de 900 MHz si 2 GHz (bazata pe tehnologia LTE, presupunand o viteza de date minina disponibila in uplink de 720 kbps)



SURSA: AEGIS

Trebuie sa se observe ca aria celulei corespunzatoare acoperirii „indoor” in banda de 900 MHz este comparabila cu aceea pentru acoperire „outdoor” in banda de 2 GHz. Prin urmare utilizarea frecventelor de 900 MHz in site-urile existente in 2 GHz care au fost planificate sa furnizeze o acoperire buna outdoor sunt de natura sa furnizeze o acoperire indoor buna intr-o mare parte din aria de acoperire „outdoor”. Atingerea aceluiasi nivel de acoperire indoor folosind numai spectrul de 2 GHz ar necesita o crestere substantiala a numarului de site-uri de transmisie instalate. Acest lucru este ilustrat in figura de mai jos, care arata acoperirea estimata de la site-urile de 2 GHz intr-o zona centrala din Bucuresti, care este in momentul de fata operata de RCS&RDS, si imbunatatirea proiectata care ar rezulta din utilizarea frecventelor de 900 MHz in aceste site-uri.

Figura 4: Imbunatirea potentiala in acoperire prin implementarea de statii de baza in banda de 900 MHz in site-urile existente (bazata pe un *buget al legaturii radio* de 134 dB)



SURSA: AEGIS (DATE DESPRE SITE-URI PROVENITE DE LA ANCOM)

Estimarile de acoperire de mai sus se refera la modulatia disponibila si schema de codare cu performantele cele mai scazute din standardul tehnic LTE, ceea ce echivaleaza cu o rata de date agregata de aproximativ 720 kbps intr-un canal de 5 MHz. Bugetul legaturii in uplink este in general factorul limitativ in retelele de telefonie mobila datorita limitarilor de putere ale terminalului. LTE adapteaza modulatia si schema de codare folosite potrivit calitatii legaturii radio (bugetul legaturii radio), insemnand ca viteze de date mult mai mari pot fi atinse daca utilizatorul se apropie de statia de baza. Garantarea unei viteze de date mai mari disponibile in retea necesita, prin urmare, implementarea unor celule de dimensiuni mai mici, si iarasi banda de frecvente mai joasa are un avantaj prin faptul ca la o distanta data de la statia de baza este posibil sa fie disponibila o viteza de date mai mare decat in banda mai inalta.

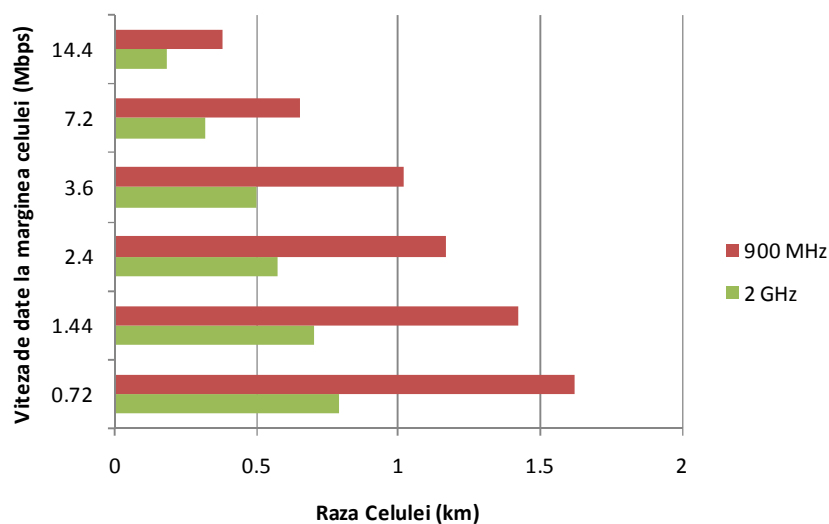
Efectul cresterii ratei de bit minime la marginea celulei (de exemplu folosind o modulatie si schema de codare mai bune) este cresterea raportului semnal/zgomot necesar rezultand o diminuare a atenuarii pe calea de propagare radio maxim admisibila, asa cum se arata in tabelul de mai jos. Tabelul cuprinde valorile specifice tehnologiei LTE, dar o reducere similara a atenuarii maxim admisibile s-ar aplica si altor tehnologii 3G.⁷

Rata de bit la marginea celulei (Mbps)	0.72	1.44	2.4	3.6	7.2	14.4
Atenuarea pe calea radio maxim admisibila (dB)	134	132	129	127	120.0	112.0

Aplicand modelul COST-Hata, din aceste valori de atenuari pe calea radio rezulta dimensiunile celulelor in benzile de 900 MHz si 2 GHz dupa cum urmeaza:

⁷ Bazat pe nivele de senzitivitate de referinta stabilite in cadrul Reuniunii Arabe Regionale ITU / BDT cu tema Sisteme Wireless 4G, Sesiunea 5: Evaluarea Performantei tehnologiei LTE, de M. Lazhar BELHOUCHE and M. Hakim EBDELLI, 27 – 29 January 2010

Figura 5: Dimensiunea estimata a celulei urbane „outdoor” ca functie de rata de bit la marginea celulei in benzile de 900 MHz si 2 GHz



SURSA: AEGIS

Din elementele de mai sus, este clar ca frecventele mai joase furnizeaza o arie de acoperire mai mare de la fiecare statie de baza, insemnand ca sunt necesare mai putine site-uri pentru a furniza nivelele cerute de acoperire si calitate a serviciului. Deoarece costul de punere in functiune si operare a statiilor de baza este relativ independent de banda de frecventa, costul suportat pentru implementarea retelei pentru a atinge un nivel dat de acoperire este mai mic daca un operator are acces la spectrul de 900 MHz decat daca un operator are acces numai la spectrul de 2 GHz. Scopul modelarii noastre este sa incercam sa cuantificam aceasta diferenta in diverse scenarii privind acoperirea, capacitatea si calitatea serviciului.

Impactul cresterii viitoare a capacitatii

Elementele prezentate mai sus subliniaza beneficiile benzilor de frecvente mai joase in termeni de acoperire. In practica, importanta acestui beneficiu depinde de nivelul viitor de trafic previzionat din retea. Daca sunt previzionate volume foarte mari de trafic, atunci pe termen mai lung dimensiunea retelei poate fi in mare masura determinata de numarul de site-uri de celule necesare pentru a suporta volumul de trafic, mai degraba decat pentru a furniza acoperire. Mai mult, daca nivelele de trafic sunt foarte mari, rezultand intr-un numar mare de site-uri aflate la distante mici, atunci frecventele mai inalte pot fi avantajoase datorita faptului ca interferentele intre site-urile adiacente tind sa fie mai mari la frecvente mai joase, conducand la o capacitate de trafic mai ridicata pentru un volum dat de spectru in benzile de frecventa mai inalte. Totusi, acest lucru nu modifica faptul ca vor fi necesare mai multe site-uri in timpul fazei initiale de implementare pentru a furniza un nivel dat de acoperire.

Modelarea noastra ne permite sa estimam numarul de site-uri suplimentare necesare potrivit diverselor scenarii asumate cu privire la acoperirea si cererea de trafic viitoare si sa estimam nivelul costurilor suplimentare pe care aceste site-uri le implica.

2.5 Cresterea globala in comunicatiile mobile si in cele de date mobile

Una dintre cele mai importante dezvoltari recente in telecomunicatii este ascensiune serviciilor mobile de banda larga si relatia cu serviciile fixe de banda larga. Serviciile de comunicatii mobile de banda larga se dezvolta ca un flux crucial de venituri pentru operatori, ale caror venituri din serviciile de voce sunt diminuate atat de competitie cat si de presiunile de reglementare (de ex. reducerea progresiva a tarifelor de terminare a apelurilor in retele mobile din UE). Serviciile de comunicatii mobile de banda larga mobila sunt complementare serviciilor de comunicatii fixe de banda larga. Deoarece serviciile de comunicatii de banda larga sunt considerate in prezent esentiale pentru viata moderna, acestea, fixe si/sau mobile, sunt privite tot mai mult ca al patrulea serviciu de utilitate, esential pentru functionarea si dezvoltarea economiilor moderne. Serviciile mobile de banda larga pot fi considerate complementare datorita faptului ca servesc o nevoie diferita – servicii de banda larga in miscare, pentru a permite accesul prin intermediul dispozitivelor inteligente si al laptop-urilor. Aceste servicii sunt de asemenea complementare accesului fix datorita faptului ca permit operatorilor si furnizorilor de servicii sa serveasca clienti pentru care furnizarea serviciilor prin retelele fixe nu ar fi profitabila din punct de vedere economic. In timp, aboamentele pentru servicii mobile de banda larga vor creste rapid in Romania, asa cum se intampla in alte tari europene. Factorul important pentru acest studiu nu este sa se furnizeze o previziune a numarului de abonati – ci sa se arate directia si rata tipica de crestere. Serviciile mobile de banda larga reprezinta o componenta esentiala in portofoliul furnizorilor de servicii mobile.

Piata mondiala a inregistrat o crestere considerabila in traficul mobil de date de-a lungul ultimilor ani, generata de smartphone-uri si dongle-urile pentru laptop-uri care permit accesul la internet, socializare in retea, descarcari de continut cu volume semnificative de continut video. Se previzioneaza ca aceasta tendinta va continua.

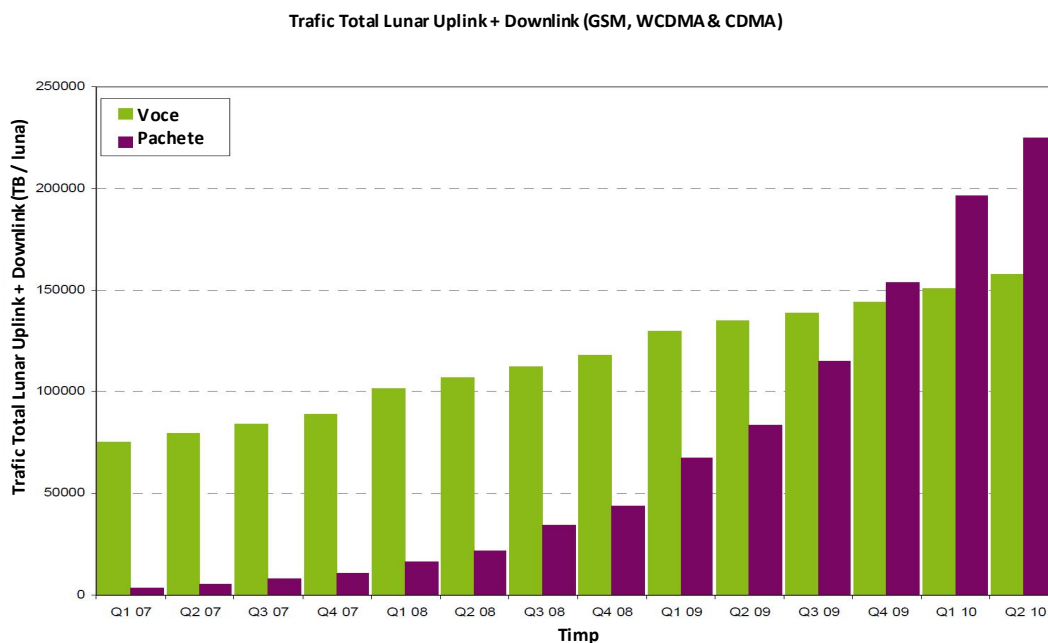
Ericsson, care are experienta practica rezultata din operarea si gestionarea retelelor mobile in multe tari, a prezentat profilul de trafic de voce si date in retelele de telefonie mobila (in lumea intreaga)⁸, asa cum este prezentat mai jos. Cisco, in Visual Networking Index⁹ a estimat cresterea regionala a traficului mobil de date in lume asa cum se arata mai jos.

Aceste date nu arata cresterea previzionata a abonatilor la servicii mobile de banda larga, sau cresterea traficului mobil de date din Romania, ci furnizeaza o baza solida pentru ipoteza ca ambele vor creste semnificativ in viitorii ani.

⁸ North American Investor Relations Forum 12 August 2010

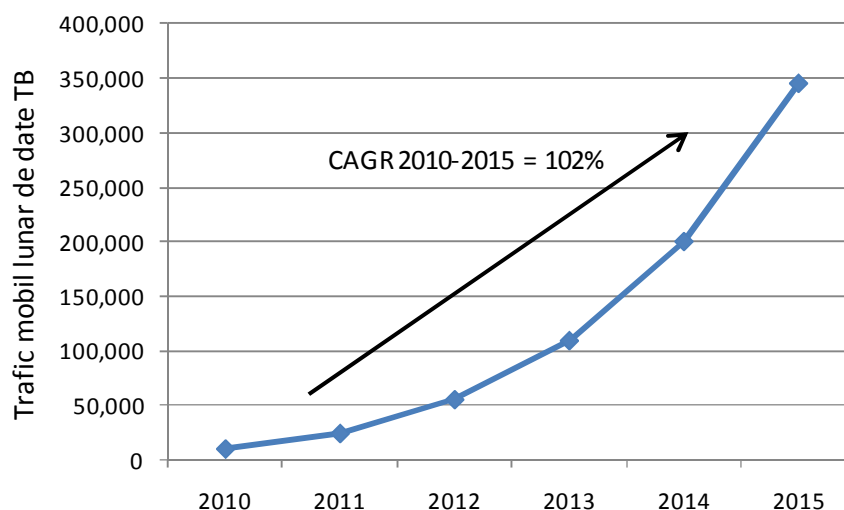
⁹ Visual Networking Index: Global Mobile Data Traffic Forecast Update, 2009-2014

Figura 6: Cresterea la nivel mondial a traficului mobil de date in banda larga



SURSA: ERICSSON NORTH AMERICAN INVESTOR RELATIONS FORUM, SAN JOSE, 12 AUGUST 2010

Figura 7: Cresterea traficului de date in Europa de Est



SURSA: PE BAZA DATELOR DE LA CISCO VNI

3 Evolutia pietei in Romania

3.1 Piata actuala de comunicatii mobile din Romania

In ultimul deceniu au avut loc un numar de schimbari pe piata de telefonie mobila din Romania. Inainte de 2007, cei patru operatori principali erau Orange (detinut de France Telecom), Vodafone, Cosmote (detinut de OTE) si Zapp Mobile (Telemobil). La sfarsitul lui 2007, un al cincilea operator DigiMobil (detinut de RCS&RDS) a intrat pe piata folosind o tehnologie W-CDMA, iar in 2009 Cosmote a achizitionat Zapp Mobile, necesitand integrarea celor doua retele, un proces care dureaza de obicei intre 2 si 4 ani.

In plus fata de acesti operatori, operatorului traditional de telefonie fixa Romtelecom i-a fost acordata o licenta de telefonie mobila in banda de frecvente 410-415/420-425 MHz in septembrie 2008. Drept urmare, Romtelecom a putut sa dezvolte si sa opereze o retea de banda larga precum si sa acorde servicii de banda larga folosind CDMA. Piata de telefonie mobila este asadar deservita de cinci operatori¹⁰ de telefonie mobila care folosesc un mix de tehnologii GSM, CDMA si W-CDMA (cei trei operatori GSM sunt Orange, Vodafone and Cosmote). In Romania nu exista operatori de retea mobila virtuala (MVNOs).

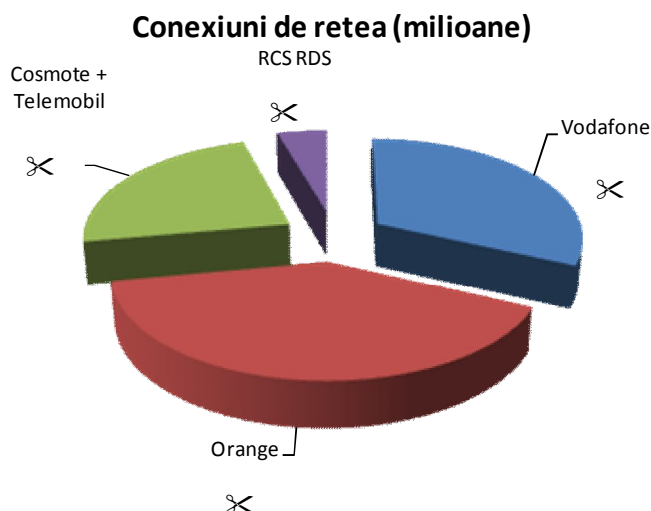
Piata de telefonie mobila din Romania are una dintre ratele cele mai mari de penetrare din Europa; in iunie 2010, numarul de conexiuni mobile in tara era de aproximativ 29.686 milioane, o penetrare de 135.8%. Dintre principalii operatori de telefonie mobila, Orange si Vodafone aveau ratele cele mai mari de penetrare (82% si respectiv 80%) urmand nu la mare distanta Cosmote 75% DigiMobil, noul intrat, are o penetrare substantial mai mica (45%)¹¹.

Cotele recente de piata ale acestor patru operatori sunt aratate in figura de mai jos.

¹⁰ Trei operatori (Cosmote, Romtelecom si Zapp) din cei cinci in total apartin aceleiasi grup de companii, OTE

¹¹ Wireless Intelligence, September 2010

Figura 8: Cotele de piata ale celor mai importanti patru operatori de telefonie mobila (2010)



SURSA: DATE FURNIZATE DE ANCOM

Toate licentele de servicii mobile din Romania au fost acordate prin concurs de oferte („concursuri de frumusetate”) si in consecinta au incluse obligatii privind acoperirea minima. Operatorilor Vodafone si Orange le-au fost acordate primele licente 3G din Romania, in banda de 2 GHz la sfarsitul lui 2004 si au lansat serviciile la mijlocul lui 2005 si respectiv 2006. DigiMobil si Zapp au castigat cele doua licente 3G ramase in banda de 2 GHz spre sfarsitul anului 2006. Achizitionarea de catre Cosmote a Zapp in 2009 a fost motivata in primul rand de dorinta Cosmote de a achizitiona o licenta 3G datorita faptului ca, la acel moment, era singurul operator important care nu era in posesia unei astfel de licente.

Lansarea celor patru servicii concurente W-CDMA 3G/HSPA, impreuna cu introducerea portabilitatii numerelor de telefonie mobila si intrarea Romtelecom pe aceasta piata, au condus la o concurenta mai mare pe piata de telefonie mobila din Romania. Asa cum s-a aratat, Romtelecom nu furnizeaza servicii de comunicatii mobile in benzile de 900 sau 2100 MHz, si a fost in cosecinta exclus din scopul acestui studiu.

Trafic

In prima jumatate a anului 2010 s-a inregistrat o crestere a traficului mobil de voce de 11.7% (pana la 25,5 miliarde minute) in comparatie cu a doua jumatate a anului 2009. In timp ce numarul de apeluri efectuate a crescut, aceasta crestere poate fi de asemenea atribuita faptului ca durata medie a unui apel a crescut cu mai mult de 6% de-a lungul acestei perioade. Mai mult, traficul mediu lunar per utilizator a crescut atat pentru traficul de voce (crestere de 12% pana la 2 ore si 51 minute) cat si traficul de SMS (crestere de 2% pana la 27 de mesaje). Majoritatea apelurilor si mesajelor SMS sunt trimise in retea in Romania, traficul in retea reprezentand 86% din traficul de voce si 93% din traficul de SMS-uri.¹²

¹² <http://www.ancom.org.ro/desktopdefault.aspx?tabid=4387>

Avem estimari de la cei patru operatori principali ale volumelor de date viitoare care variaza considerabil. Datele arata crestere pe piata din Romania, dar nu la o rata reflectata in tendinta globala asa cum s-a discutat in Sectiunea 2 din prezentul raport. Ne asteptam ca traficul de date total in ora de varf in Romania sa depaseasca traficul de voce in Romania in 2016, operatorii confruntandu-se cu cresterea cererii in retelele lor si necesitatea de crestere a capacitatii retelei pentru a atenua congestia. Operatorii romani cu retele GSM continua sa transporte traficul de voce prin aceste retele si modelarea noastra arata ca retelele 3G transporta deja mai mult trafic de date decat de voce.

Tehnologie

Toti operatorii cu exceptia Romtelecom opereaza in W-CDMA-2100. Romtelecom si Zapp (acum Cosmote) opereaza de asemenea in CDMA-410 si CDMA-450 iar Vodafone se afla in stadiul incipient de operare in W-CDMA-900. Vodafone, Orange si Cosmote au retele GSM care opereaza in benzile de 900MHz si 1800MHz.

Tabelul 1 ofera o privire de ansamblu a tehnologiilor curente de retea utilizata de fiecare operator.

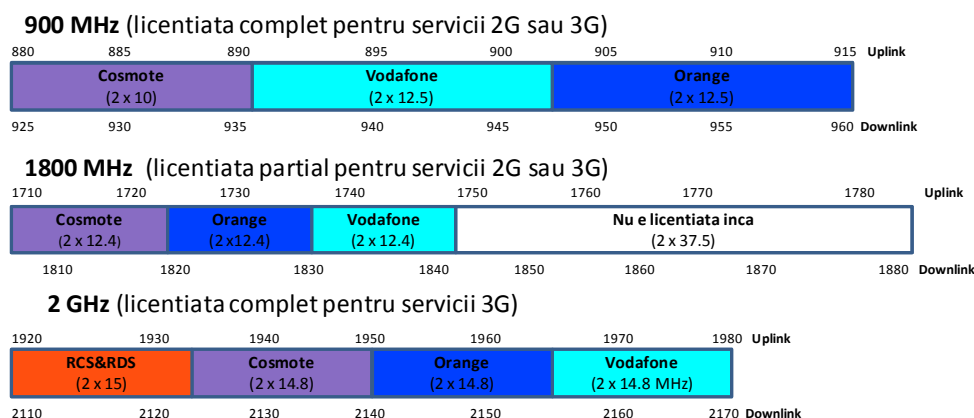
Tabelul 1: Rețele operate – date de acoperire de la operatori

	Tehnologie	Data de început	Data expirării	Statut	Acoperire geografică	Acoperirea populației
Orange Romania	GSM-900/1800	Iunie 97	2011	In Exploatare	✗	✗
Orange Romania	W-CDMA-2100	Iunie 06	2021	In Exploatare	✗	✗
Vodafone Romania	GSM-900/1800	Mar 97	2011	In Exploatare	✗	✗
Vodafone Romania	W-CDMA-2100	Apr 05	2021	In Exploatare	✗	✗
Vodafone Romania	W-CDMA-900	2010	2011	In Implementare	✗ (Nota)	✗ (date) ✗ (voce) (Nota)
Cosmote Romania	GSM-900/1800	Apr 00	2014	In Exploatare	✗	✗
Cosmote Romania	W-CDMA-2100	Apr 10	2021	In Exploatare	✗	✗
RCS&RDS DigiMobil	W-CDMA-2100	Feb 07	2021	In Exploatare	✗ (voce) ✗ (date) ✗ (HSPA)	✗ (voce) ✗ (date) ✗ (HSPA)
Zapp (Telemobil)	CDMA-450	Dec 01		In Exploatare		✗
Zapp (Telemobil)	W-CDMA-2100	Sep 08	2014	In Exploatare	✗	✗
Romtelecom	CDMA-450	Apr 09		In Exploatare		✗ (Dec 09)

SURSA: ANCOM SI OPERATORI Nota: Include acoperirea cumulativa W-CDMA 2100

Stadiul actual al benzilor de frecventa de telefonie mobila in Romania

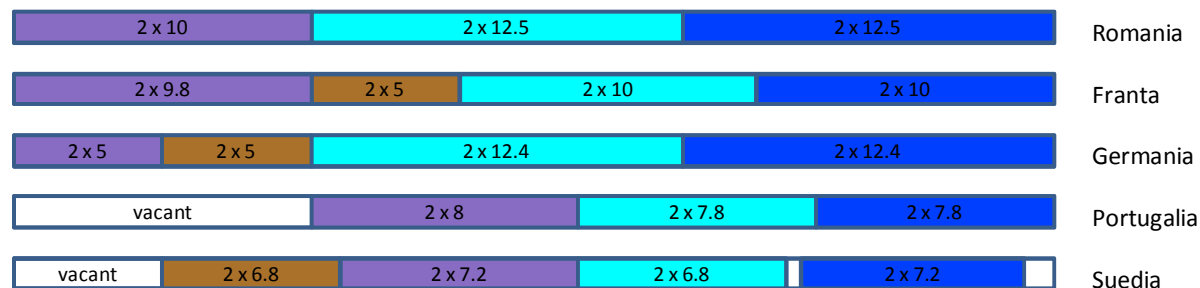
In prezent tot spectrul de 900 MHz, jumatate din spectrul de 1800 MHz si spectrul pereche de 2 GHz a fost deja licentiat. Stadiul actual al benzilor de frecventa din Romania se prezinta dupa cum urmeaza:

Figura 9: Stadiul curent al spectrului de 900 MHz, 1800 MHz si 2 GHz (pereche) in Romania


Sursa: CEPT/ECC

Comparatie cu alte tari

Este interesant de comparat repartizarea spectrului de 900 MHz intre operatori in alte tari care au licentiat patru operatori in banda, sau au spectru liber care poate fi pus la dispozitie unui al patrulea operator. Toate tarile prezentate au fost de acord sa permita utilizarea spectrului de 900 MHz pentru serviciile 3G.

Figura 10: Stadiul actual al spectrului de 900 MHz (pereche) in Romania si alte tari


SURSA: CEPT/ECC

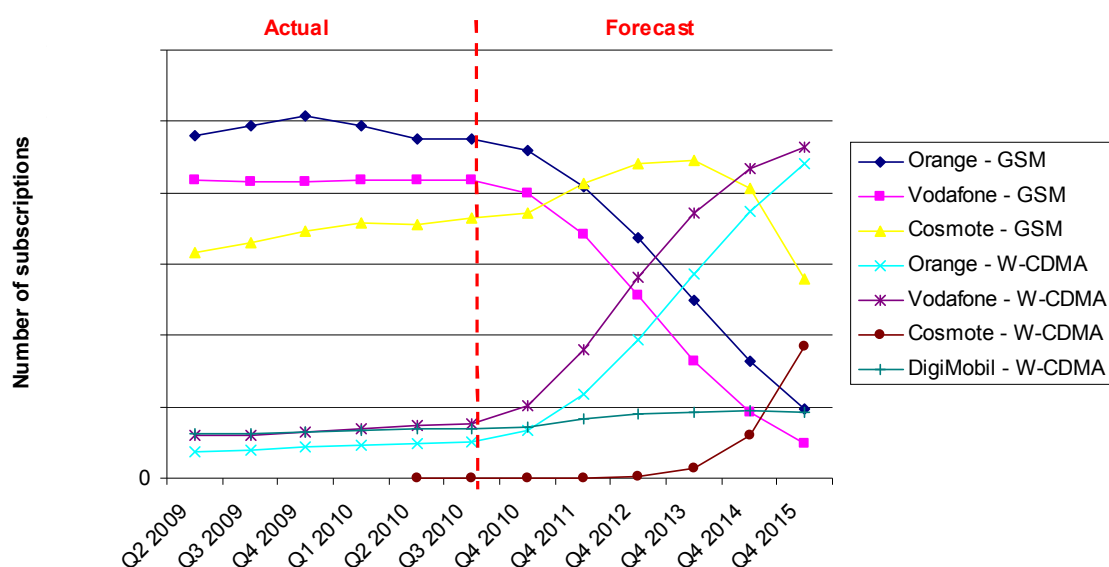
Dezvoltari recente pe piata

Orange si Vodafone detin licente cu conditii similare. Licentele lor GSM & UMTS 900 / 1800 expira la sfarsitul lui 2011. Licentele UMTS 2100 expira in 2020. Licenta GSM & UMTS 900 / 1800 a Cosmote expira in Aprilie 2014. Licenta UMTS 2100 expira in 2022, in mod similar cu licenta UMTS 2100 a RCS&RDS. Licentele GSM au fost modificate la jumatatea anului 2010 pentru a permite utilizarea benzilor de frecventa pentru servicii UMTS.

Impactul potential al acestor durate diferite ale licentelor se poate observa in figura de mai jos (Figura 11) care ofera un indiciu asupra modului in care numarul de abonamente difera intre operatori si intre tehnologiile GSM si W-CDMA. In aceasta estimare de la WCIS, numarul de abonati Orange si Vodafone care folosesc servicii GSM va scadea rapid de la sfarsitul lui 2010, cu o

crestere similara in numarul de abonati W-CDMA. In schimb se estimeaza ca abonatii Cosmote vor continua sa foloseasca reseaua GSM pana la sfarsitul lui 2013, punct in care accentul se va schimba brusc pe W-CDMA. Aceasta estimare ar trebui sa fie considerata ca si orientativa numai pentru tendintele generale ale pietii.

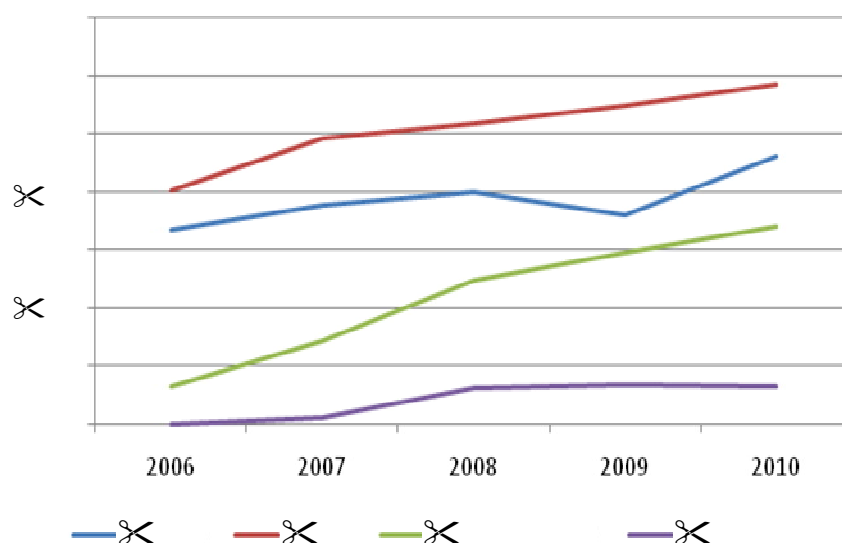
Alte dezvoltari recente pe piata de telefonie mobila includ lansarea de retele HSPA+ cu viteze de pana la 21.6Mbps (in aprilie 2010, Cosmote a anuntat lansarea comerciala a retelei HSPA+ in 11 orase, acoperind 58% din populatie), crearea unui registru al abonatilor pe fondul implementarii serviciului universal si modificarea planului national de alocare a frecventelor in conformitate cu deciziile in domeniul spectrului adoptate de Comisia Europeana in 2008.

Figura 11: Numarul de abonamente in functie de operator si tehnologie

SURSA: OVUM, ALCATUITA FOLOSIND DATE WCIS

Perspectiva pentru operatorii de telefonie mobila

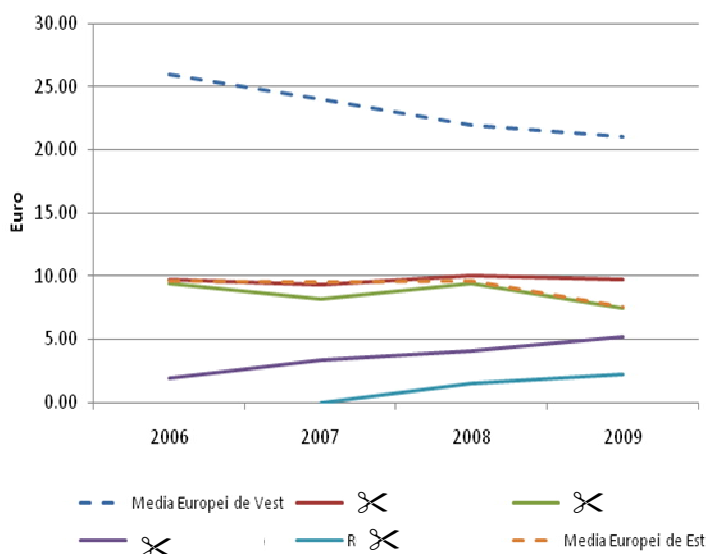
Multi dintre operatori au inregistrat crestere in timpul anului 2009, determinata in primul rand de interesul crescut pentru serviciile 3G, continutul mobil si serviciile mobile de banda larga; intr-adevar, numarul de conexiuni mobile de banda larga a crescut cu 31% de la sfarsitul lui 2009 pana la mijlocul lui 2010.¹³ Cu toate acestea cresterea in numarul total de conexiuni s-a redus in 2010 in special pentru Orange si Cosmote asa cum se arata mai jos. Rata mare de penetrare din Romania sugereaza de asemenea ca poate exista o limitare in ceea ce priveste cresterea semnificativa in viitor a numarului de conexiuni.

¹³ <http://www.ancom.org.ro/desktopdefault.aspx?tabid=4387>

Figura 12: Conexiuni totale pe operator (2006 - 2010)

SURSA: DATE ANCOM

Nivele lunare ale veniturilor medii per utilizator (Average Revenue per User – ARPU) înregistrate până în 2009 de operatorii români arată tendințe variate. Nivelul înregistrat de Vodafone a fost stabil, de aproximativ $\times$ iar în cazul Orange a variat an de an cu o medie de $\times$ în 2009; Cosmote și RCS&RDS au înregistrat creșteri constante, dar încă sunt în urma liderilor de piață.¹⁴ În general veniturile medii per utilizator (ARPU) în România sunt în linie cu cele din Europa de Est, dar sunt foarte scăzute comparativ cu cele din Europa de Vest. Aceste venituri sunt susceptibile a rămâne scăzute pe măsura ce războiul prețurilor dintre operatori continuă. Figura de mai jos ilustrează nivelele veniturilor medii pe utilizator pentru operatorii de telefonie mobilă din România în comparație cu nivele din Europa de Est și de Vest în aceeași perioadă.

¹⁴ Bazat pe datele de piață ale ANCOM

Figura 13: Nivele veniturilor lunare medii per utilizator: Romania vs Europa de Vest (2006-2009)


SURSA: DATE ANCOM SI WCIS (EUROPA DE EST SI DE VEST)

Veniturile mici din Romania si conditiile economice grele se combina pentru a da nastere la ingrijorari privind profitabilitatea viitoare a operatorilor. Iar operatorii de telefonie mobila nu sunt singurele parti care sunt ingrijorate: guvernul roman a amanat recent trecerea la televiziunea digitala cu doi ani, pana in 2015, datorita perioadei economice dificile, dar se asteapta ca printr-un nou proiect legislativ sa se revina la data initiala – 2013. De asemenea, guvernul a decis sa-si vanda pachetul sau de actiuni de 45.66% din Romtelecom intr-o incercare de a strange fondurile atat de necesare.¹⁵ Guvernul ia in considerare un IPO dar a rugat de asemenea OTE sa prezinte o oferta de preluare pentru Romtelecom pana la sfarsitului lui 2010, desi este putin probabil ca OTE va putea strange suma dorita.¹⁶

3.2 Previziunile operatorilor romani

Pe parcursul derularii acestui studiu cei patru operatori romani de retele de comunicatii mobile, subiectii acestui studiu, au fost rugati sa completeze un chestionar cu detalii variate despre retelele lor si sa faca o previziune pentru traficul de voce si date pentru perioada 2011-2015. Au fost cerute de asemenea date istorice din 2007 pana in prezent pentru a ajuta la stabilirea tendintelor de crestere a traficului. Au avut loc intalniri ulterioare cu fiecare operator pentru a clarifica raspunsurile la chestionar si pentru a ne ajuta sa intelegem piata de comunicatii mobile din Romania.

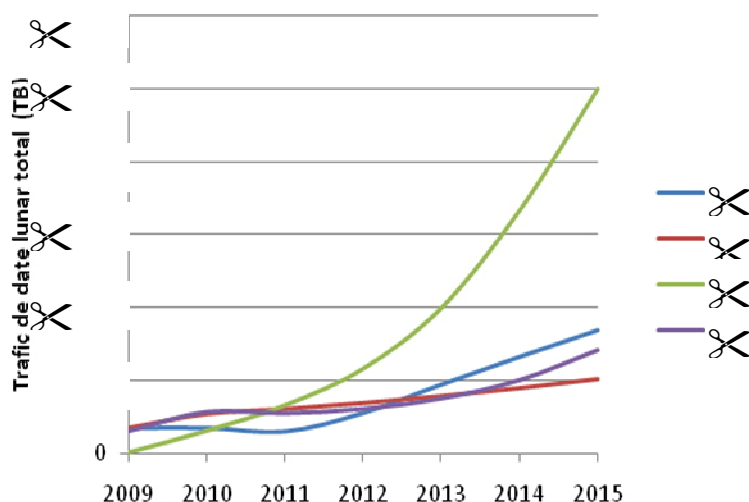
Datele furnizate de operatori au indicat o divergenta larga atat intre previziunile operatorilor privind cresterea viitoare a traficului de date cat si fata de previziunile publice disponibile cum sunt cele intocmite de Cisco si Ericsson, care au fost discutate in Sectiunea 2.

¹⁵ <http://www.screendigest.com/news/romanian-state-to-sell-its-stake-in-romtelecom/view.html>

¹⁶ Total Telecom: "Romania cere OTE o oferta de preluare Romtelecom". 26 noiembrie 2010

Acest lucru este ilustrat in graficul de mai jos, care compara previziunile privind traficul de date pana in 2015 furnizate de fiecare dintre cei patru operatori:

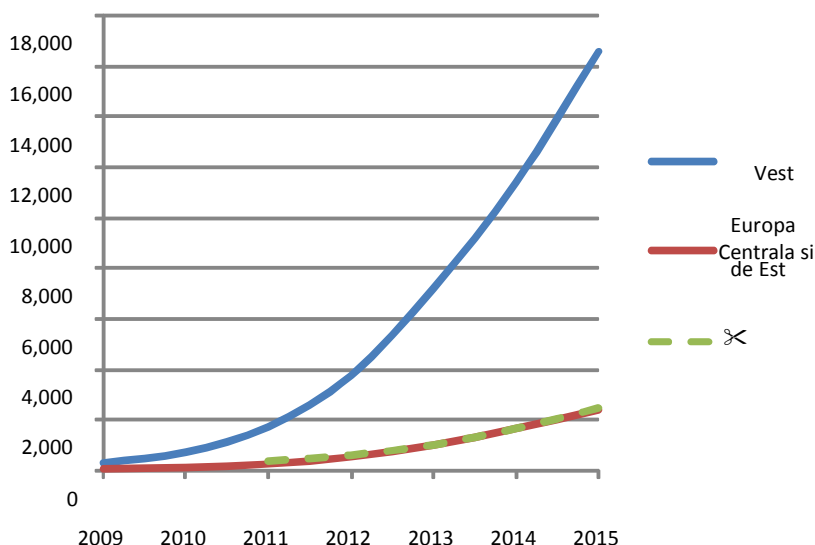
Figura 14: Comparatia previziunilor de date de telefonie mobila furnizate de cei patru operatori romani



SURSA: OPERATORI DE RETEA / AEGIS

Pentru a introduce acest lucru intr-un context international, este interesant de comparat cresterea de trafic prevazuta de Cisco pentru Europa de Vest si regiunile Europei Centrale si de Est. In fiecare caz previziunea a fost scalata pe populatie pentru a furniza o estimare nationala pentru Romania, apoi impartita la patru pentru a indica traficul mediu pe retea.

Figura 15: Previziunile Cisco pentru Europa de Vest si Europa Centrala si de Est, scalata pe populatie pentru Romania (Uplink + Downlink)



SURSA: CISCO / AEGIS

Este interesant de observat ca previziunea Cisco pentru Europa Centrala si de Est este de aceeaasi magnitudine cu cea mai optimista dintre previziunile operatorilor. Credem ca acesta este cel mai probabil scenariu de crestere a traficului in Romania. Totusi, in modelarea noastra am aplicat un numar de ipoteze diferite despre cresterea de trafic, reflectand marea divergenta a previziunilor care sunt disponibile si au fost furnizate de catre operatori.

Abonatii la serviciile mobile de banda larga sunt influentati in mare masura de costul serviciului oferit si de modul in care limitele de trafic sunt incluse in pachete de servicii. O analiza a traficului intr-o tara cu servicii HSPA+ disponibile pe scara larga arata ca in jur de 60% dintre utilizatori cumpara pachetul de servicii de baza, care limiteaza utilizarea la 500 MB pe luna. In jur de 30% din totalul utilizatorilor de date mobile folosesc mai putin de 100MB pe luna.

3.3 Disponibilitatea actuala si viitoare a spectrului

Spectrul disponibil in momentul de fata este posibil sa fie suplimentat in viitor prin spectru aditional in benzi atat peste cat si sub 1 GHz. Doua benzi de frecventa in special se asteapta sa fie eliberate in urmatoorii cativa ani, si anume benzile de 800 MHz si 2.6 GHz. Aceste benzi cuprind un total de 2x30 MHz si respectiv 2x70 MHz spectru pereche. O portiune a benzii de 2.6 GHz si partea superioara a benzii de 800 MHz sunt utilizate in prezent de MApN si urmeaza a fi eliberate cel mai tarziu in 2013. Partea inferioara a benzii nu este folosita in momentul de fata (nu exista transmisii TV analogice in aceasta parte a benzii), dar cum utilizarea mobila necesita frecvente pereche nu este fezabila implementarea de retele in aceasta parte a benzii pana cand partea superioara nu este eliberata.

Odata ce noul spectru va fi pus la dispozitia operatorilor, va exista o intarziere pana la materializarea beneficiilor acestuia, intrucat vor trebui implementate site-urile si abonatilor va

trebui sa le fie furnizate noi terminale care pot opera in noua banda de frecventa. Am luat in considerare impactul vitezei de implementare si impactul punerii spectrului de 800 MHz la dispozitie pentru servicii in 2013. Analiza arata ca in timp ce acest lucru va duce la reducerea diferentei de costuri, aceasta va continua sa fie substantiala, de exemplu in cazul scenariului cel mai probabil, diferenta de cost dintre RCS&RDS si un operator cu spectru de 900 MHz se reduce de la 335 la 247 milioane €. Ar putea de asemenea sa fie si cazul ca banda de 800 MHz sa fie folosita in primul rand pentru acces mobil de banda larga folosind USB sau dispozitive incorporate, mai degraba decat telefoane mobile conventionale. Prin urmare, noi nu consideram ca banda de 800 MHz poate fi privita ca un substitut direct pentru cea de 900 MHz pe termen scurt si mediu, desi pe termen lung, aceasta banda va fi o resursa valoroasa pentru dezvoltarea unor servicii suplimentare.

Un alt aspect se refera la banda 3.6-3.8 GHz WiMax, pentru care procesul de licitatie de la inceputul lui 2009 a esuat. In urma consultarilor ulterioare, ANCOM lucreaza acum la o noua strategie pentru aceasta banda de frecvente, ce va finalizata pana la sfarsitul anului 2011 Aceasta va fi corelata cu strategia de acordare a drepturilor de utilizare a spectrului in banda de 2.5GHz pentru acces wireless de banda larga.¹⁷

3.4 Impactul retelelor 2G existente

In momentul de fata trei din cei patru operatori de retele de comunicatii mobile din Romania au in functiune retele 2G GSM acoperind peste 99% din populatia din Romania. Multe dintre site-urile folosite pentru a furniza acoperire GSM pot fi de asemenea folosite pentru a furniza acoperire 3G – intr-adevar majoritatea site-urilor 3G in banda de 2 GHz existente ale operatorilor sunt colocate cu statiile de baza GSM existente (vezi exemplul de mai jos).

¹⁷

http://ec.europa.eu/information_society/policy/ecomm/doc/implementation_enforcement/annualreports/15threport/ro.pdf

Figura 16: Statii de baza 2G si 3G in centrul Bucurestiului (numai de la un singur operator)

SURSA: AEGIS (PE BAZA DATELOR ANCOM)

Costul pentru upgradarea unui site pentru a permite transmisiuni 3G este cu mult mai mic decat costul pentru construirea unui nou site, deoarece nu exista costuri cu achizitia siteului (site acquisition) sau costuri de constructie (construction costs) implicate. Aceste economii de cost sunt luate in considerare in modelarea noastra.

Numarul de site-uri GSM 900 detinute de fiecare operator este reprezentat mai jos:

	Urban	Suburban	Rural	Total
Cosmote 2G	✗	✗	✗	✗
Orange 2G	✗	✗	✗	✗
Vodafone 2G	✗	✗	✗	✗

Desi ar putea fi necesare site-uri suplimentare pentru a asigura un buget al legaturii radio mai restrictiv pentru serviciile in banda larga LTE (care, asa cum am notat mai devreme, reprezinta evolutia UMTS pe termen lung), site-urile GSM existente vor aduce economii semnificative atat in ceea ce priveste atat costul cat si timpul de implementare. Faptul ca Vodafone a atins deja o acoperire 3G de ✗ folosind spectrul de frecvente de 900 MHz in decurs de un an de la Decizia ANCOM nr. 168/2010 este o dovada a acestui fapt.

4 Modelare, scenarii si ipoteze

4.1 Privire de ansamblu asupra modelului

A fost dezvoltat un model in MS Excel pentru a permite estimarea numarului de statii de baza ale retelei si costurile asociate, ca o functie a diversilor parametri privind acoperirea retelei, calitatea serviciului si cererea de trafic. Site-urile si costurile sunt estimate pe o perioada de 15 ani, cu costurile exprimate ca si Valoarea Actualizata Neta (VAN) a cheltuielilor de capital si operationale (capex si opex) acumulata de-a lungul perioadei. Trebuie observat ca modelul include numai costurile retelei de acces radio (adica statii de baza) si nu ia in considerare nici un alt cost asociat constructiei sau exploatarei unei retele de telefonie mobila. De asemenea trebuie subliniat faptul ca modelul nu este destinat sa reproduca cu exactitate atribute specifice ale retelelor din Romania, precum locatia exacta sau aria de acoperire a unor statii de baza specifice. Modelul ia in considerare cantitatea de spectru detinut de fiecare retea in fiecare banda de frecventa disponibila pe perioada analizei. Acoperirea de-a lungul perioadei poate fi definita atat pentru mediul indoor cat si outdoor si este exprimata ca si procent din populatie. Calitatea serviciului poate fi definita in termenii unui *buget al legaturii radio* specific (atenuarea pe calea de propagare radio maxim admisibila) corespunzator acoperirii indoor si outdoor. Modelul presupune implementarea in timp a celei mai recente tehnologii 3G de-a lungul perioadei analizate pe care ne-am asumat-o si care este in prezent HSPA, dar care va migra catre LTE in urmatorii cativa ani. Aceasta migrare de tehnologie va rezulta intr-o imbunatatire progresiva a eficientei tipice a spectrului atinsa in retea (adica viteza datelor in biti pe secunda care poate fi gestionata de fiecare statie de baza pentru o largime de banda data a spectrului radio). Tabelul de mai jos compara eficienta spectrului in diversele tehnologii mobile:

Tehnologie	Rata de transfer	Latimea de banda a frecventei radio	Re-utilizarea Frecventelor	Eficienta
GPRS*	115 kbps	200 kHz	12	48 kbps/MHz
EDGE*	240 kbps	200 kHz	12	100 kbps/MHz
UMTS R99*	750 kbps	5 MHz	1	150 kbps/MHz
HSDPA**	1.7 Mbps	5 MHz	1	340 kbps/MHz
HSPA+ **	4.2 Mbps	5 MHz	1	840 kbps/MHz
WiMAX**	11.3 Mbps	10 MHz	1	1.13Mbps/MHz
LTE**	15 Mbps	10 MHz	1	1.5 Mbps/MHz

*sursa: "HSDPA Pentru Transfer de Date Downlink Imbunatatit", Documentatie Qualcomm, 2004

**sursa: "Servicii de Banda Larga prin Tehnologie Wireless – Povestea deschiderii web-ului mobil", prezentare de catre Prof. Michael Walker OBE FREng la conferinta Silicon South West Wireless 2.0, Regatul Unit, 2009.

In modelarea noastra am presupus ca eficienta spectrului in 2009 este de 300 kbps / MHz, crescand cu o rata anuala de 10% pana cand se atinge o limita superioara de 1.5 Mbps. Acest lucru este in concordanta cu ipoteza ca initial va exista un mix de utilizatori care intrebuinteaza terminale UMTS si HSPA care toate vor fi migrat catre HSPA pana in 2013 si ca toate vor fi migrat

catre LTE pana in 2022 – o migrare care este determinata de necesitatea eficientizarii cheltuielilor operationale (opex) precum si de performante tehnice.

Bugetul legaturii radio pe care l-am presupus implicit se bazeaza pe asteptarile viitoare pentru o retea de telefonie mobila de banda larga folosind tehnologia LTE care va putea furniza o viteza de date in ora varf de pana la 720 kbps in cadrul zonei de acoperire definite. Implementarile actuale UMTS sau HSPA au o cerinta mai putin stringenta in privinta bugetului legaturii radio (adica o zona de acoperire mai mare ar fi disponibila in comparatie cu ipoteza noastra LTE), totusi informatiile pe care le-am primit de la operatorii romani sugereaza ca dimensiunile tipice ale celulei pentru retelele lor actuale in banda de 2 GHz sunt comparabile cu dimensiunile celulei indicate de exemplul de buget al legaturii radio prezentat anterior (134 dB). Presupunem ca acest lucru este determinat de necesitatea de a asigura un grad rezonabil de acoperire indoor cu tehnologiile actuale si a asigura suport pentru evolutia viitoare a serviciilor.

Impactul Ipotezelor privind Distributia Populatiei

Modelul estimeaza numarul de site-uri necesare pentru a indeplini obiectivul de acoperire a populatiei prin conversia acoperirii populatiei intr-o acoperire a unei arii geografice echivalente, apoi impartind aceasta arie geografica acoperita la aria tipica a unei celule pentru fiecare tip de arie geografica, rezultata din bugetul legaturii radio si banda de frecventa asa cum a fost descris in sectiunile anterioare.

In practica, relatia dintre populatie si acoperire este una complexa. Acesta se datoreaza faptului ca in special in zonele rurale si suburbane unde celulele tind sa fie mai mari, acestea pot sa acopere mai multe geotipuri -de exemplu o statie de baza instalata pentru a deservi un oras mic sau un sat va furniza de asemenea acoperire unei zone mai mari in jurul unui sat chiar daca zona respectiva nu este locuita iar raportul dintre populatia deservita si aria deservita poate varia semnificativ pentru locatii individuale chiar in cadrul aceluiasi geotip. Am incercat sa rezolvam aceasta incertitudine folosind doua abordari diferite pentru estimarea distributiei populatiei.

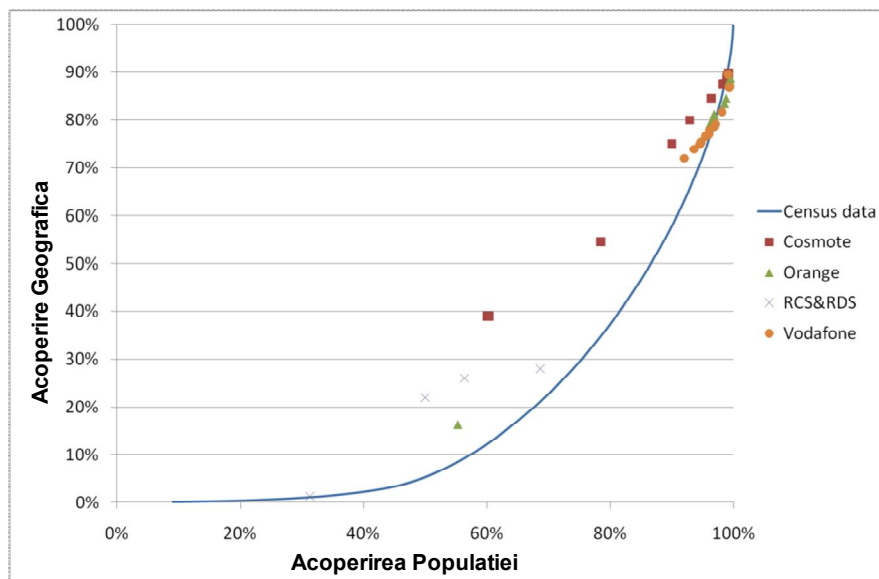
Prima abordare se bazeaza pe datele de recensamant furnizate de Institutul National de Statistica din Romania, care pune la dispozitie detalii privind populatia si suprafata pentru fiecare localitate din Romania. Presupunand ca dezvoltarea unei retele incepe in localitatile cele mai dens populate si se extinde in timp in mod progresiv la zonele cele mai putin populate, se poate intocmi un grafic aratand suprafata cumulata corespunzatoare unei populatii cumulative date. Aceasta abordare este adecvata pentru procentele foarte mici si foarte mari de acoperire, acolo unde populatia deservita de o noua statie de baza este posibil a fi intr-o zona care este fie in totalitate urbana fie in totalitate rurala, dar este mai putin adecvata pentru valorile intermediare ale procentelor de acoperire, unde fiecare statie de baza noua poate deservi un mix de utilizatori din mediul urban, suburban si rural.

O abordare alternativa este fundamnentarea acoperirii geografice asumate corespunzatoare unei acoperiri date a populatiei pe baza datelor reale furnizate de operatori in timp. Totusi, asa cum indica graficul de mai jos, exista variatii semnificative in nivele de acoperire geografica pretinse de catre cei patru operatori romani. Graficul arata de asemenea valorile corespunzatoare bazate pe datele de recensamant din Romania si confirma tendinta de subestimare a acoperirii geografice incrementale pentru valorile medii de acoperire a populatiei.

Pentru a reflecta aceasta incertitudine in distributia populatiei, modelul poate fi rulat cu doua optiuni de distributie - una bazata pe datele de recensamant si cealalta bazata pe valorile raportate de operatori prezentate mai sus („best fit”). Abordarea noastra preferata este utilizarea celei de-a doua variante deoarece aceasta asigura o reconciliere mai buna cu nivelele de acoperire

actuale ale rețelelor raportate de operatori. Modul în care a fost dedusă curbei „best fit” este descrisă în anexa ce conține descrierea modelului.

Figura 17: Comparatie acoperire populatie versus acoperire geografica, bazata pe datele de recensamant din Romania si datele trimise in timp de operatorii romani de telefonie mobila



SURSA: CEPT/ECC

4.2 Scenarii alese pentru analiza

Scenariile alese pentru analiza reflecta cerintele ANCOM din Cererea de Oferta, desi am analizat si alte scenarii pentru a evalua impactul intarzierii in atingerea tintelor de acoperire si a prezenta un scenariu „median” pe care il consideram cel mai probabil sa se intample Romania. Aceste scenarii sunt sumarizate pe scurt mai jos si sunt destinate a ilustra posibilul impact asupra marimii unei rețele de acces radio a unui operator si costurile asociate potrivit diverselor scenarii asumate de acoperire, calitate a serviciului si cerere de trafic. Impactul disponibilitatii spectrului de 800 MHz în 2013 a fost de asemenea luat în considerare, analizaându-se impactul îmbunătățirii calitatii acoperirii doar în aria de acoperire existentă a rețelei dezvoltate în banda de 2 GHz (55% din populație) și impactul creșterii acoperirii indoor peste cea specificată de ANCOM de 55%. În final am estimat impactul implementării rețelei în banda de 900 MHz asupra calitatii și adăncimii acoperirii pe baza site-urilor existente conform cu cerintele din secțiunea 1.4.2 (b) din Cererea de Oferta. Scenariile sunt descrise în detaliu mai jos. Trebuie notat că, dacă nu se specifică altfel, scenariile pornesc de la ipoteza că acoperirea outdoor a populației este de 55% la începutul perioadei și crește la 99% din populație la data tinta specificată. Deși acoperirea outdoor de 99% este mai mare decât cea de 90% specificată în Cererea de Oferta, noi credem că această cifră este mai reprezentativă pentru evoluția viitoare probabilă a rețelelor 3G din România, bazat pe experiența din alte țări Europene.

Cele șase scenarii principale modelate de noi sunt bazate pe paragraful 1.4.10 din Cererea de Oferta. Acestea sunt sumarizate mai jos, împreună cu comentariile noastre. În fiecare caz

scenariul a fost definit prin valori specifice indoor si outdoor ale bugetului legaturilor radio si o anumita ipoteza privind evolutia cererii (traficului).

Scenariul 1: Cerere mai scazuta, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoor superficiala, volume mici de date

Pentru a reflecta aceste ipoteze, am utilizat urmatoarele valori ale datelor de intrare in model:

- *Bugetul legaturii radio* outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS in directia uplink
- *Bugetul legaturii radio* indoor:127 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 10 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Orange, Vodafone sau Cosmote

Scenariul 2: Cerere mai scazuta, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoor superficiala, volume mari de date

- *Bugetul legaturii radio* outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS in directia uplink
- *Bugetul legaturii radio* indoor:127 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 10 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Scenariul 3: Cerere mai scazuta, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoor mai in profunzime, volume mici de date

- *Bugetul legaturii radio* outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS in directia uplink
- *Bugetul legaturii radio* indoor:122 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 15 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Orange, Vodafone sau Cosmote

Scenariul 4: Cerere mai mare, viteza de transfer de date mare, acoperire indoor mai in profunzime, volume mari de date

- *Bugetul legaturii radio* outdoor:129 dB, corespunzator unei viteze uplink de 384 kbps pentru UMTS sau unei viteze de 2,4 Mbps pentru LTE
- *Bugetul legaturii radio* indoor:114 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 15 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Scenariul 5: Cerere mai mare, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoormai in profunzime, volume mari de date

- *Bugetul legaturii radio* outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS in directia uplink
- *Bugetul legaturii radio* indoor:114 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 15 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Scenariul 6: Cerere mai mare, viteza mare de transfer de date, acoperire „indoor” superficiala, volume mari de date

- *Bugetul legaturii radio outdoor*: 129 dB, corespunzator unei viteze uplink de 384 kbps pentru UMTS sau unei viteze uplink de 2,4 Mbps pentru LTE
- *Bugetul legaturii radio indoor*: 119 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 10 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Am analizat de asemenea un al șaptelea scenariu, bazat pe opinia noastră asupra celui mai probabil *buget al legaturii radio* ce va fi implementat, de 134 dB, pentru acoperire outdoor, cu o marja suplimentară de 10 dB pentru acoperire indoor. Acesta corespunde bugetului legaturii radio ce va fi probabil necesar pentru serviciile viitoare LTE, a caror implementare presupunem ca va fi începută atunci când tinta superioară de acoperire va fi atinsă. Acest buget al legaturii radio implică o valoare medie a vitezei de transfer a datelor, situată în intervalul viteză mică de transfer și viteză mare de transfer din scenariile descrise mai sus.

a) Anul pentru atingerea tinte finale de acoperire (asa cum a fost definit in sectiunea 1.4.3 din Cererea de Oferta)

Cu exceptia cazurilor în care este specificat altfel, în modelarea noastră am folosit ipoteza ca tinta de acoperire ar trebui să fie atinsă în 2013. Considerăm ca aceasta este data cea mai apropiată la care cel de al patrulea operator ar putea în mod realist să atingă acoperirea tinta, perioada de timp care să permită achiziționarea și construirea numărului mare de site-uri suplimentare care ar fi necesare. De asemenea considerăm ca pentru a oferi un serviciu de telefonie mobilă care să fie pe deplin competitiv cu cei trei operatori GSM, cel de al patrulea operator trebuie să fie în măsură să ofere cel puțin servicii de voce de bază și servicii de date la viteze scăzute într-o arie de acoperire comparabilă cu cea a operatorilor GSM existenți, ca urmare va încerca să realizeze acest lucru în cel mai scurt timp posibil din punct de vedere practic și fezabil din punct de vedere financiar.

b) Rata de discount aplicata

Rata de discount (sau costul mediu ponderat al capitalului - CMPC) pentru un operator depinde de tipul afacerii precum și de factorii nazionali. Costul mediu ponderat al capitalului reglementat pentru operatorii de telefonie mobilă este stabilit de obicei la același nivel pentru toți operatorii nazionali de rețele mobile (MNOs), de ex. atunci când se stabilesc tarifele reglementate de interconectare (aceste valori fiind de obicei publice). În practică, CMPC pentru o rețea GSM poate să fie diferit de acela pentru o rețea 3G. În acest studiu considerăm rezonabil să folosim o rată de discount comună pentru toți operatorii și am presupus ca aceasta se situează în intervalul 14%-17%. Acest interval se bazează pe valori tipice din alte țări ale Europei Centrale și de Est. Noi am folosit ca dată de intrare în model o valoare de 14%.

c) Eficienta Spectrului

Dacă nu este specificat altfel, am presupus o rată medie de transfer la începutul perioadei de analiză de 0.3 bps/Hz, crescând cu o rată anuală de 10% până la o limită superioară de 1.5 Mbps. Acest lucru reflectă previziunile noastre privind migrarea graduală de la un mix de terminale UMTS și HSPA la terminale exclusiv HSPA și apoi exclusiv LTE de-a lungul perioadei de analiză. Totuși, am luat în considerare un scenariu alternativ cu o eficiență medie de 0,15

Mbps (corespunzatoare situatiei in care toti utilizatorii detin terminale UMTS) si doar 5% crestere anuala a eficientei (adica o viteza de migrare mult mai mica).

d) Descarcarea traficului si procentul traficului in downlink

In conformitate cu informatiile furnizate de operatori, am presupus ca nu vor exista date descarcate de pe retelele mobile catre WiFi. Am presupus de asemenea ca 80% din traficul mobil de date in retele va fi in directia downlink.

e) Detineri de spectru

In modelarea noastra am presupus ca operatorii au numai spectrul pe care il detin in prezent si ca numai 5MHz din spectrul detinut de fiecare va fi disponibil pentru implementarea 3G in banda de 900 MHz. Analiza noastra indica faptul ca, pentru cele mai probabile scenarii de crestere de trafic, pe termen scurt si mediu retelele vor fi limitate in ceea ce priveste acoperirea oferita pe termen scurt si mediu si, prin urmare, spectrul suplimentar va avea un impact neglijabil asupra costurilor de implementare a retelei pe perioada de extindere a acoperirii (adica pana in 2013). Disponibilitatea spectrului de 800 MHz pentru RCS&RDS in 2013 a fost de asemenea luata in considerare. In acest caz am presupus ca 10 MHz vor fi disponibili pentru operatorul care nu detine spectru de 900 MHz.

f) Multiplicator de trafic pentru a permite distributia inegala a traficului

In general am presupus ca traficul este distribuit egal in retea, totusi in practica este improbabil sa fie asa intrucat nivele disproportionat de mari de trafic pot fi inregistrate in zonele urbane, acolo unde exista o proportie mare de utilizare business. De aceea am aplicat un multiplicator suplimentar de trafic pentru urban si dens urban de 1,5 si respectiv 2.

g) Costuri de retea

In procesul de estimare a costurilor de implementare a retelei am utilizat ipoteze privind un numar de elemente de cost de capital si operationale, bazate pe informatiile furnizate de X si X (niciunul dintre ceilalti operatori nu a fost pregatit sa furnizeze date privind costurile) si validate prin sursele noastre interne de date. Aceste ipoteze privind costurile unitare sunt sumarizate mai jos:

Produs	Site-uri exclusive		Site-uri partajate		Upgradarea site-ului	
	Rural	Urban	Rural	Urban	Rural	Urban
Cost cu achizitia site-ului	2,000 €	2,000 €	2,000 €	2,000 €	-	-
Cost de constructie a site-ului	50,000 €	12,500 €	25,000 €	6,250 €	-	-
Costul cu echipamentele cu exceptia echipamentelor radio (transceivere)	18,000 €	18,000 €	18,000 €	18,000 €	18,000 €	18,000 €
Echipamente radio (tranceivere) (pe canal de 5 MHz)	2,000 €	2,000 €	2,000 €	2,000 €	2,000 €	2,000 €
Inchirierea Site-ului pe an	1,800 €	5,400 €	900 €	2,700 €	-	-
Energia electrica pe an	720 €	720 €	720 €	720 €	-	-
Intretinere	3,600 €	2,400 €	3,600 €	2,400 €	-	-

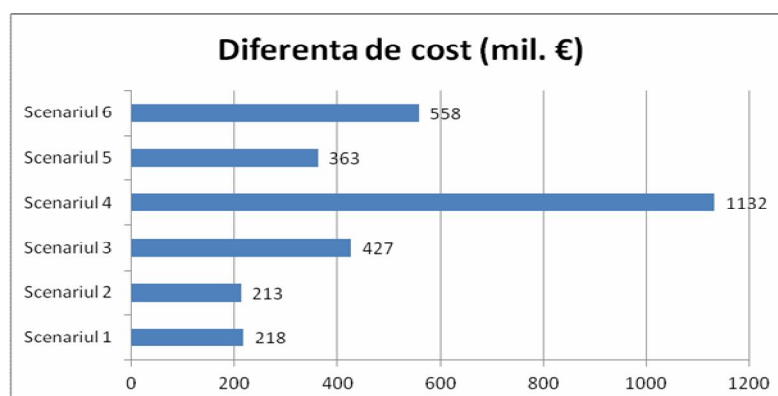
Taxa initiala de licenta si tarifele anuale aferente spectrului au fost luate de asemenea in considerare. O descriere mai detaliata a ipotezelor privind costurile este prezentata in Anexe.

5 Rezultatele analizei

Scenariile sunt descrise in Anexa acestui raport. Urmatoarele sectiuni rezuma principalele rezultate acoperind fiecare dintre parametrii scenariilor mentionate in Cererea de Oferta a ANCOM.

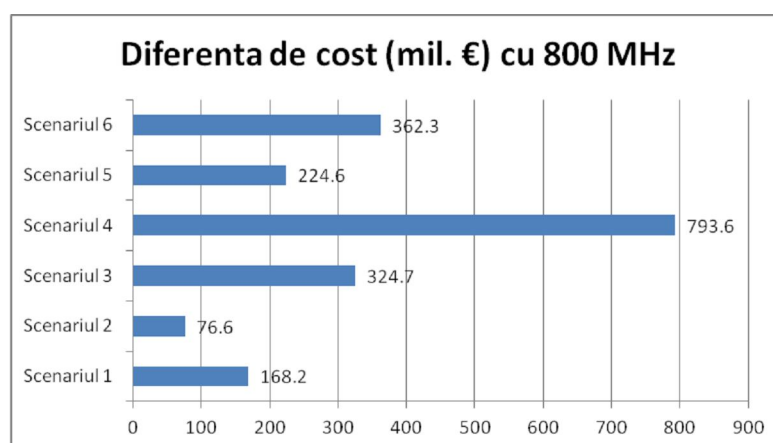
5.1 Analiza scenariilor definite in Cererea de Oferta

Scenariile 1 – 6, cu ipoteza ca anul tinta pentru atingerea tintei de acoperirii este sfarsitul anului 2013 si spectrul de 800 MHz nu este disponibil



Se poate observa ca amanarea finalizarii dezvoltarii retelei pana in 2017 reduce diferenta de cost cu 91 milioane €, dar acest lucru va supune RCS&RDS unui dezavantaj semnificativ deoarece este foarte probabil ca ceilalti operatori vor termina implementarea retelelor cu cativa ani mai devreme.

Scenariile 1 – 6, cu ipoteza ca anul tinta pentru atingerea acoperirii este sfarsitul anului 2013 si spectrul de 800 MHz este disponibil si reseaua in aceasta banda poate fi implementata in 2013



Diferenta in costurile de implementare pentru operatorii cu si fara spectru de 900 MHz este acum redusa situandu-se in intervalul 76,7 – 793,6 milioane €, totusi RCS&RDS va fi inca dezavantajat datorita disponibilitatii limitate a echipamentelor compatibile cu banda de 800 MHz pe piata din Romania in 2013. De notat ca valoarea cea mai scazuta rezultata din scenariul 2 este bazata pe

ipoteza unei retele de mare capacitate, scenariu pe care noi nu il consideram a fi foarte probabil in Romania.

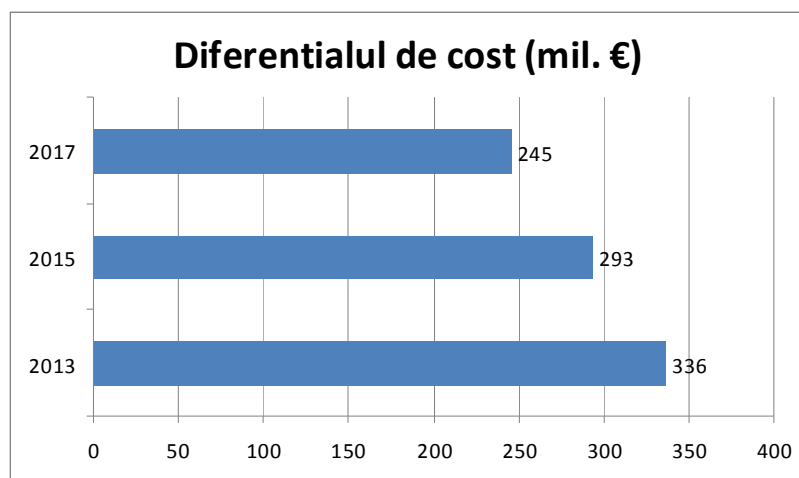
5.2 Scenariul mediu

Suplimentar fata de scenariile definite in sectiunea de mai sus, am modelat de asemenea un scenariu bazat pe un buget mediu al legaturii radio de 134 dB, corespunzator unei viteze de transfer de date de aproximativ 720 kbps cu tehnologie LTE, 400 kbps cu HSPA si 128 kbps cu UMTS. Acesta scenariu conduce la o diferenta de cost de 335 milioane € in absenta spectrului de 800 MHz (anul tinta pentru atingerea acoperirii fiind 2013), aceasta reducandu-se la 246 milioane € daca spectrul de 800 MHz este disponibil in 2013.

Rezultatele detaliate ale modelarii sunt prezentate mai jos:

5.3 Impactul amanarii datei tinta pentru acoperire imbunatatita

Diferentialul de cost dintre retele se reduce daca viteza de implementare presupusa este amanata dincolo de 2013, totusi noi consideram ca aceasta ar pune cea de-a patra retea intr-un dezavantaj considerabil intrucat este probabil ca ceilalti trei operatori sa atinga tinta de acoperire cu mult mai devreme. Impactul amanarii datei tinta pentru atingerea acoperirii pentru 2015 sau 2017 in scenariul de mai sus este detaliata mai jos:



Se poate observa ca amanarea finalizarii dezvoltarii retelei pana in 2017 reduce diferenta de cost cu 91 milioane €, dar aceasta va pune RCS&RDS intr-un dezavantaj semnificativ deoarece este probabil ca ceilalti operatori vor finaliza implementarea retelelor cu cativa ani mai devreme.

5.4 Impactul benzii de 900 MHz asupra profunzimii si calitatii acoperirii oferite de site-urile existente¹⁸

In prezent, cei trei operatori romani care opereaza retele 3G doar in banda de 2GHz au pretins nivele de acoperire a populatiei intre 30 si 40%. Analiza noastra asupra numarului de site-uri si a acoperirii pretinse pentru retelele Orange si RCS&RDS indica ca a fost folosit un buget al legaturii radio similar cu cel de 134 dB folosit in modelarea noastra (adica dimensiunile tipice ale celulelor sunt similare). Cosmote pare sa pretinda o acoperire mai mare dar cu site-uri mult mai putine, ceea ce inseamna ca acoperirea pretinsa reflecta un grad mai scazut al calitatii serviciului sau al profunzimii acoperirii decat in cazul celorlalti operatori. Valorile acoperirii pretinse si numarul de site-uri in banda de 2 GHz pentru cei patru operatori se prezinta dupa cum urmeaza:

		% acoperire (outdoor)	
	Site-uri de macrocelule (2 GHz)	Acoperire populatie (%)	Acoperire geografica (%)
Cosmote	30	30	30
Orange	30	30	30
Vodafone	30	30	30
RCS&RDS	30	30	30

Rezultatele modelarii pentru acoperirea in banda de 2 GHz indica valori apropiate de nivelele de acoperire pretinse de Orange atat pentru acoperirea populatiei cat si cea geografica. Acest lucru sugereaza ca ipotezele de distributie a populatiei folosite in model se potrivesc cu cele reflectate de reseaua Orange. Acoperirea populatiei estimata de model este de asemenea similara cu cea pretinsa de Vodafone si RCS&RDS pentru retelele lor. Folosind ca baza reseaua Orange dezvoltata in banda de 2 GHz, putem analiza imbunatirea calitatii serviciului care ar putea fi realizata prin implementarea de site-uri in banda de 900 MHz in aceasta retea.

Tabelul de mai jos compara gradul de acoperire indoor a populatiei disponibila in reseaua dezvoltata de Orange in banda de 2 GHz inainte si dupa liberalizarea spectrului de 900 MHz. Sunt luate in considerare doua nivele de acoperire indoor, un nivel mai superficial bazat pe atenuarea de penetrare a cladirii de 10dB si un nivel mai adanc bazat pe o atenuare de 20 dB.

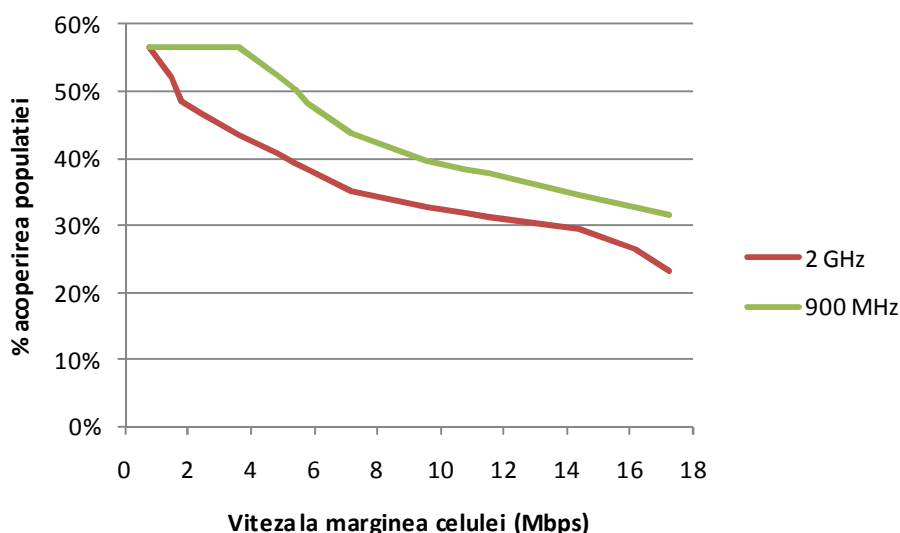
	Acoperire indoor superficiala	Acoperire indoor in profunzime
Retea numai in 2 GHz	30	30
Cu adaugarea spectrului de 900 MHz	30	30

Aceasta analiza arata ca implementarea retelei in banda de 900 MHz conduce la majorarea procentului de acoperire indoor superficiala a populatiei cu 11% si ca acoperirea indoor este acum aproape de nivelul de 30% de acoperire outdoor pretinsa de Orange. Acest lucru inseamna ca daca spectrul de 900 MHz este disponibil pentru un operator, atunci ar fi necesare relativ mai putine site-uri suplimentare pentru a extinde acoperirea indoor la 55% conform cerintei din Cererea de Oferta.

¹⁸ Re: Cererea de Oferta a ANCOM (Sectiunea 1.4.2(b))

Utilizarea frecvenței de 900 MHz la site-urile existente în banda de 2 GHz ar aduce de asemenea o îmbunătățire substanțială a ratei minime de bit în aria de acoperire. Acest lucru este ilustrat mai jos. Pentru 55% acoperire a populației, rata de bit la marginea celulei în zona de acoperire existentă a crescut de la 720 kbps la 3.6 Mbps iar aria de acoperire corespunzătoare vitezelor de date mai mari este în mod constant și substanțial mai mare atunci când este utilizată frecvența de 900 MHz. Oportunitatea de a atinge o astfel de creștere este un instrument valoros pentru a crește disponibilitatea serviciilor de bandă largă în zone care ar putea fi slab deservite de rețele de telefonie fixă și ADSL sau servicii de bandă largă pe cablu.

Figura 18: Compararea vitezei de date la marginea celulei (uplink, canal 5 MHz, LTE, toate canalele de spectru întrebuințate)

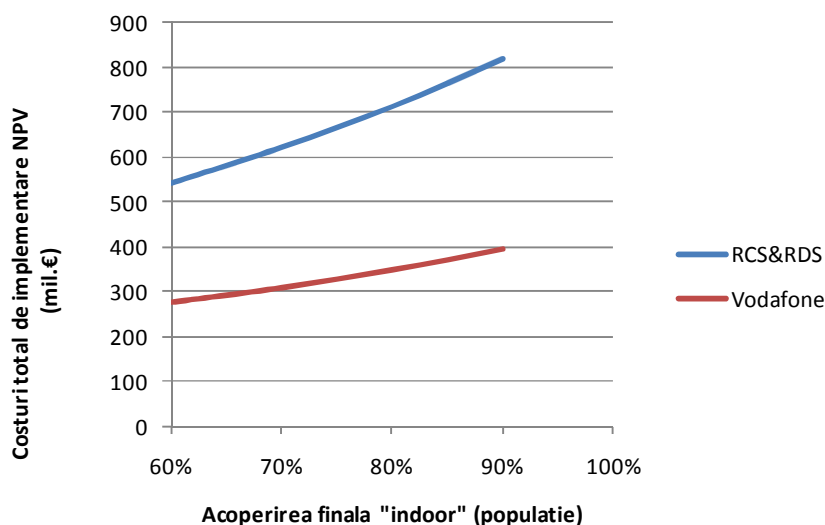


SURSA: AEGIS

5.5 Implicațiile extinderii acoperirii indoor peste 55%

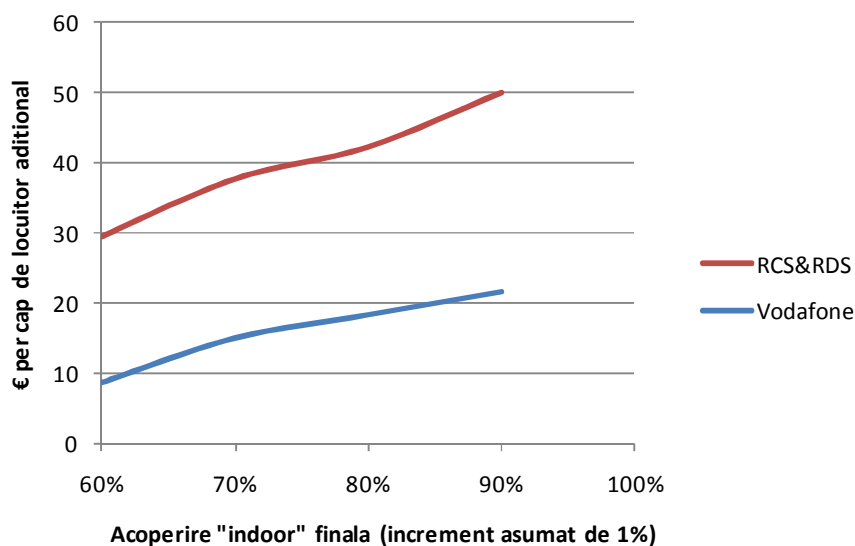
Multe zone rurale din România nu au acces la platforme de telefonie fixă în bandă largă (DSL / cablu), astfel ca infrastructura mobilă de bandă largă poate furniza singura alternativă de acces la serviciile și conținutul de bandă largă în acele zone. De aceea este posibil ca cererea pentru o calitate bună a acoperirii indoor cu viteze de date de bandă largă să depășească cu mult nivelul de acoperire de 55% din populație la care s-a făcut referire în Cererea de Ofertă. Costul pentru furnizarea unei acoperiri rurale îmbunătățite va depinde de banda de frecvență disponibilă pentru rețea așa cum se arată mai jos :

Figure 19: Cost de implementare pentru a atinge diverse niveluri de acoperire indoor in mediu rural in 2013 (bazat pe o atenuare de penetrare in cladiri de 10 dB).



Costul incremental de extindere a acoperirii, in termeni de cost per cap de locuitor additional din populatia acoperita, creste de asemenea odata cu gradul de acoperire si este mai mult decat dublu in absenta spectrului de 900 MHz:

Figura 20: Cost de implementare pe cap de locuitor additional pentru a atinge diverse nivele de acoperire rurala indoor pana in 2013 (pe baza atenuarii de penetrare a cladirii de 10 dB).

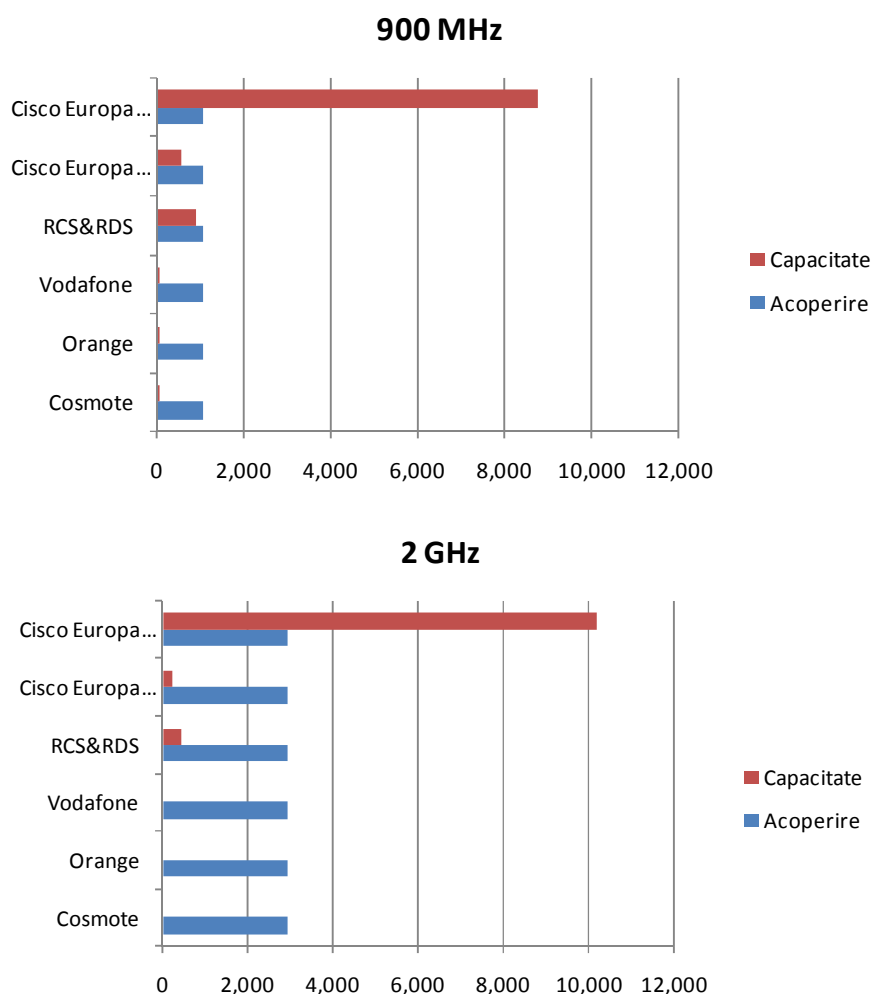


Diferenta pe cap de locuitor additional pentru o acoperire indoor de 90% este de €32. Cu patru operatori, presupunand ca fiecare are o cota egala de piata de 25%, ar implica un cost suplimentar de implementare de cel putin €128 pe client (cifrele vor fi mai mari daca penetrarea pietei locale este sub 100%).

5.6 Impactul cresterii viitoare a traficului

Asa cum a fost prezentat in sectiunile anterioare exista o variatie larga in previziunile viitoare de trafic mobil de date intre cei patru operatori de telefonie mobila din Romania. Exista de asemenea o diferenta semnificativa (aproximativ un ordin de marime) intre prognozele publice de date mobile ale Cisco pentru regiunile din Europa de Vest si Europa Centrala si de Est. Ne asteptam ca Romania, care este parte a regiunii Europei Centrale si de Est, va avea o crestere a traficului de date mobile aliniata la previziunile pentru aceasta regiune.

Figura 21: Comparatia numarului de site-uri de acoperire si de capacitate necesare in conditiile utilizarii benzilor de 900 MHz si 2 GHz, in functie de cresterea asumata a traficului



SURSA: AEGIS

Pentru a compara impactul cresterii viitoare a traficului, am rulat modelul folosind sase previziuni diferite privind cresterea traficului, corespunzatoare previziunilor celor patru operatori si previziunilor Cisco pentru Europa de Est / Centrala si Europa de Vest. In fiecare caz, previziunile au fost scalate in concordanta cu populatia din Romania si impartite la patru in ipoteza ca cei patru operatori vor atinge aceeasi cota de piata pe termen mediu si lung.

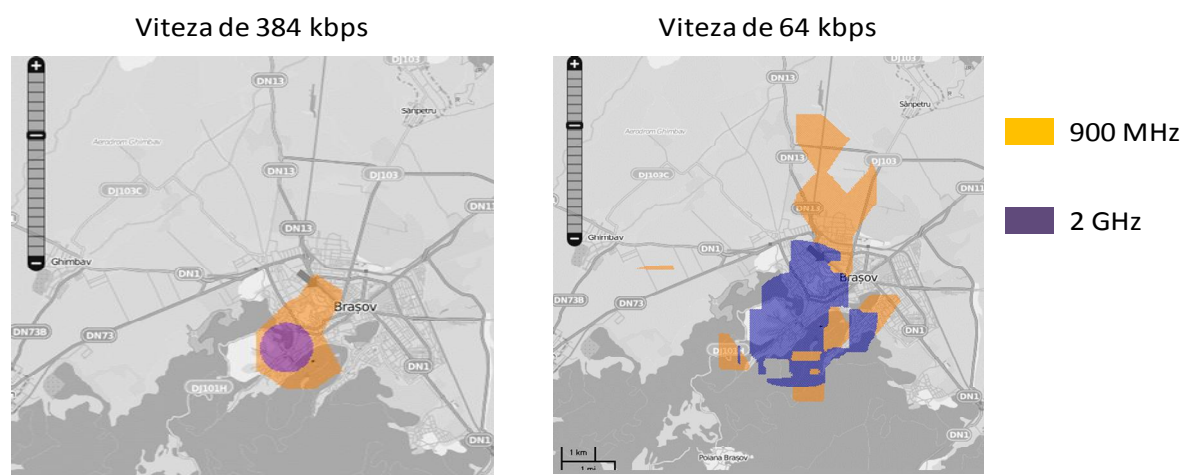
Analiza noastra arata ca daca se asuma o retea care furnizeaza o acoperire indoor de 55% si outdoor de 99%, vor fi suficiente site-uri in retea de acoperire pentru a satisface toate previziunile de crestere a traficului de date cu exceptia previziunilor Cisco pentru Europa de Vest. Daca se asuma o retea care furnizeaza numai acoperire outdoor de 99% (adica nici o cerinta pentru un nivel minim de acoperire indoor), atunci sunt necesare site-uri suplimentare asa cum se arata in figura de mai sus .

Trebuie observat faptul ca exceptand previziunile Cisco pentru Europa de Vest, analiza din graficul de mai sus arata ca site-urile de acoperire domina. Acest lucru sugereaza faptul ca costurile de acoperire vor tinde sa domine costurile de implementare a retelei de banda larga mobila pe termen scurt si mediu. De asemenea trebuie remarcat faptul ca proiectiile de mai sus sunt bazate pe portofoliile actuale de spectru ale operatorilor; daca vom introduce in model spectru suplimentar/sau atribuire viitoare de spectru si migrarea viitoare de spectru suplimentar de la 2G la 3G (in proiectiile de mai sus este luata in considerare utilizarea a doar 5 MHz in banda de 900 MHz) atunci acoperirea va fi si mai dominanta ca factor de cost. Acest lucru va tinde sa accentueze orice beneficiu care deriva din detinerea de spectru sub 1 GHz.

5.7 Impactul terenului muntos in zonele rurale

Modelul nostru utilizeaza un algoritm generic de propagare care nu tine seama in mod specific de caracteristicile locale ale reliefului; in schimb, modelul presupune o dimensiune medie a celulei bazata pe un teren rural tipic. In zonele rurale muntoase beneficiul dimesiunii mai mari a celulei in banda de 900 MHz poate sa nu fie pe deplin realizat din pricina obturarii traseului de propagare radio de catre obstacolele de teren si atunci modelul poate duce la un numar mai mare de site-uri de 900 MHz necesare in astfel de zone. Efectul este ilustrat in figura de mai jos, care arata acoperirea aproximativa previzionata de la o singura statie de baza localizata in orasul Brasov.

Figura 22: Acoperirea estimata in benzile de 900 MHz si 2 GHz pentru un site situat in Brasov



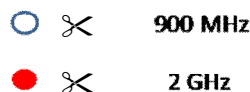
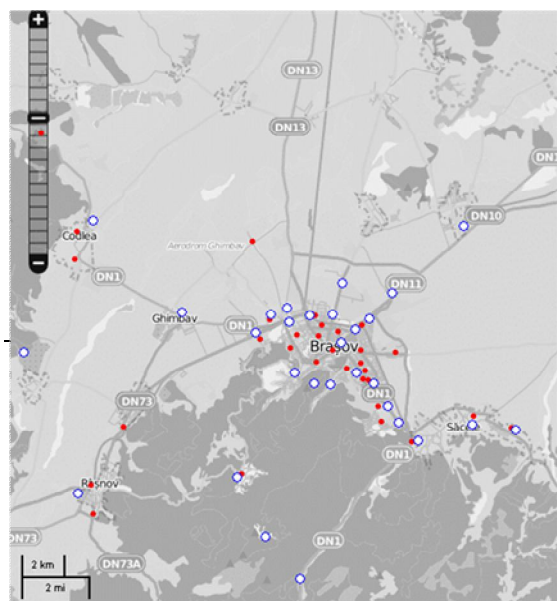
Acoperirea estimata bazata pe -95 dBm si -103 dBm utilizand modelul urban COST-Hata pentru primii 500 m, mai departe modelul ITU P-1812, rezolutia terenului de 50 m

SURSA: AEGIS

Se poate observa ca acoperirea catre sud si vest este sever redusa de obturarea datorata terenului in ambele benzi de frecventa dar inca exista o crestere substantiala in acoperirea totala in banda

de 900 MHz. Banda de frecvente de 900 MHz tinde de asemenea sa furnizeze acoperire imbunatatita peste un teren accidentat in comparatie cu benzile de frecvente mai inalta, astfel incat credem ca impactul terenului muntos asupra beneficiului global al utilizarii unei frecvente mai joase este marginal. Aceasta concluzie este sprijinita si de comparatia dintre numarul site-urilor GSM ale $\times$ si numarul site-urilor 3G ale $\times$ in regiunea Brasovului. De notat densitatea substantial mai mare a site-urilor 3G mai ales in zona urbana.

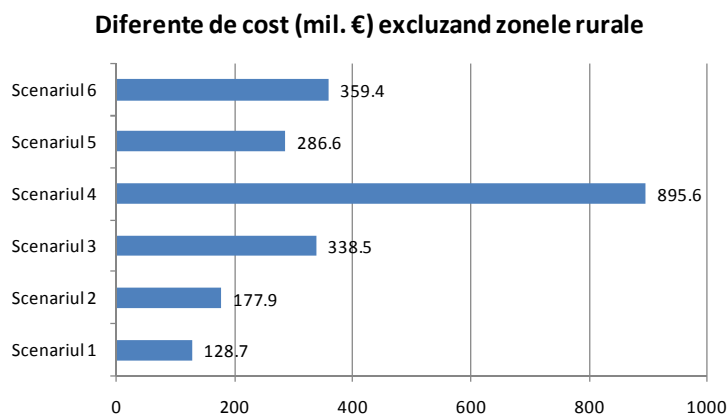
Figura 23: Locatiile site-urilor 2G si 3G in regiunea Brasovului



SURSA: AEGIS

Mai mult, exista inca o economie substantiala in costuri chiar si daca sunt luate in considerare numai zonele urbane si suburbane care nu sunt afectate de obturarea datorata terenului. De exemplu daca repetam analiza scenariilor dar limitam imbunatatirea acoperirii indoor la 55% din populatie pana in 2013 (adica presupunem ca acoperirea outdoor nu creste) rezultatele sunt dupa cum urmeaza:

Figura 24: Comparatie a costurilor scenariilor



SURSA: AEGIS

6 Concluzii si recomandari

6.1 Distorsiunea pietei

Bazele de reglementare si cadrul european de reglementare prevad ca reglementarea trebuie sa fie impusa numai atunci cand exista un esec al pietei sau pietele nu sunt competitive. Daca piata opereaza bine si exista competitie efectiva si durabila atunci nu exista nici o justificare pentru ca autoritatea de reglementare sa intervina ex ante. O astfel de reglementare trebuie sa fie justificata iar justificarea este esecul pietei.¹⁹

Obligatiile ce trebuie impuse sunt bazate pe piata si pot fi impuse ca urmare a unui proces de definire a pietei, de evaluare a dominantei si a remediilor care sa adreseze potentialul risc de afectare a competitiei si consumatorilor printr-o analiza de evaluare a impactului de reglementare.

Obiectivul ANCOM pentru acest studiu este sa echilibreze beneficiile liberalizarii spectrului (adica disponibilitate mai larga si penetrare mai mare a serviciilor mobile de banda larga) versus riscurile potientiale de afectare a competitiei pe care le-ar putea aduce reconfigurarea benzii de frecvente de 900 MHz (adica unii operatori ar putea utiliza spectrul ineficient, ar putea sa-l retina in scopuri anticoncurentiale, sau pentru a castiga un avantaj competitiv nerezonabil ca urmare a schimbarii utilizarii spectrului).

Spectrul poate fi o sursa de avantaj competitiv pentru operatorii de retele mobile si odata cu indepartarea restrictiilor de reglementare, datorita implementarii Directivei 2009/114/EC, exista riscul ca modificarile politicilor sa dauneze competitiei pe piata pentru spectru (acest lucru trebuie demonstrat) si pe piata cu amanuntul a serviciilor mobile. Intrebarea cheie este daca, in absenta unei reglementari, piata ar putea sa redistribuie spectrul astfel incat sa se ajunga la un rezultat eficient. Pana cand va avea loc liberalizarea totala, raspunsul va depinde de circumstantele specifice structurii pietei, adica masura in care operatorii existenti ar considera profitabil sa actioneze fie unilateral, fie impreuna, pentru a strange sau retine spectrul ca mijloc pentru a crea in mod strategic o bariera de intrare sau expansiune. Cu alte cuvinte, exista nevoia de a evita posibilitatea ca tranzitia la liberalizarea spectrului sa creeze distorsiuni competitive intre operatorii de retele mobile datorita unei intrebuintari ineficiente a spectrului sau unui posibil abuz de putere de piata (precum refuzul unui singur operator sau unor operatori dominanti actionand impreuna de a acorda competitorilor sau noilor intrati acces la site-urile de transmisiuni pentru a impiedica accesul acestora la piata in aval).

Cu privire la reconfigurarea spectrului, pot sa apara distorsiuni ale competitiei datorita:

- Problemelor privind durata de implementare, adica liberalizarea spectrului de 900 MHz versus disponibilitatea pentru utilizatorii finali (adica operatorii) a altor benzi de frecvente inclusiv cele de 800 MHz si 2,6 GHz si lipsa substituibilitatii intre serviciile ce pot fi oferite in aceste benzi. Daca, totusi, spectrul de 800 MHz ar putea fi pus la dispozitie concomitent cu liberalizarea celui de 900 MHz si cu asigurarea aceluiasi mediu de sisteme, terminale si aplicatii, atunci s-ar putea oferi cel putin o solutie partiala care ar ajuta la evitarea distorsiunilor in piata.

¹⁹ Ar putea fi de asemenea beneficii sociale pe care o piata nu le-ar putea furniza si care ar trebui sa fie asigurate prin reglementare; sau chiar esecuri de reglementare acolo unde reglementarea esueaza in a solutiona in mod efectiv si eficient esecul identificat al pietei..

- Distributia neuniforma a benzilor de frecvente de 900 MHz si 1800 MHz intre operatorii de retele mobile cu acces la benzi multiple si diferite in:
 - Costurile de implementare a retelei in diverse benzi care depind de zona geografica (de ex. urban versus rural), cerinte de acoperire (de ex. indoor versus outdoor), conditiile cererii sau orice contract de partajare a retelei existent intre operatorii de retele mobile si/sau procedura de re-alocare de spectru;
 - Calitatea serviciului catre utilizatorii finali in termeni de viteza si acoperire (atat indoor cat si outdoor)
 - Beneficiile implementarii timpurii a liberalizarii spectrului, adica impactul intarzierii liberalizarii
 - Costurile eliberarii spectrului de 900 MHz.

Pe de alta parte, posibilele beneficii pentru cetateni si consumatori vor depinde de masura in care consumatorii apreciaza serviciile mobile in banda larga si serviciile conexe dar de asemenea si de nivelul de inovare implementat de operatorii de retele mobile si de costurile reduse de mediu.

6.2 Analiza dezavantajului competitiv

Analiza efectuata pentru acest studiu a luat in considerare o gama larga de variabile care ar putea influenta situatia competitiva din Romania. In toate cazurile si, luand in considerare chiar si scenarii bazate pe valorile extreme ale variabilelor din gamele pe care le consideram a fi posibile, rezulta ca RCS&RDS ar inregistra costuri semnificativ mai mari pentru a obtine acoperirea suplimentara a populatiei peste cea de $\times$ asigurata in prezent de retea sa 3G in banda de 2 GHz, dezvoltata in principal in zonele urbane si suburbane. Exista o serie de factori care, in mod individual si colectiv, contribuie la aceste costuri suplimentare si la dezavantajul competitiv ce rezulta.

Impactul utilizarii spectrului de 900 MHz pentru oferirea de servii 3G pentru detinatorii de licente in banda respectiva

Cei patru mari operatori asigura acoperire outdoor a populatiei similara prin intermediul retelelor 3G in banda 2GHz, care variaza in intervalul $\times$ - $\times$. In decurs de un an de la autorizarea utilizarii spectrului sau de 900 MHz pentru servicii 3G, Vodafone si-a crescut acoperirea 3G la aproape $\times$. Noi consideram ca Vodafone a putut atinge aceasta crestere rapida in acoperire datorita faptului avea deja retea sa GSM in functiune si a putut utiliza site-urile, pilonii, infrastructura backhaul si restul infrastructurii existente.

Rezultatele modelului arata ca operatorii care isi pot completa acoperirea retelei lor dezvoltate in banda de 2GHz cu ajutorul spectrului de 900 MHz utilizand site-urile statiilor de baza existente vor putea sa isi imbunatateasca acoperirea indoor superficiala cu 28% (de la $\times$ la $\times$) si acoperirea indoor profunda cu aproape 19% (de la $\times$ la $\times$). In mod alternativ, aceleasi niveluri de acoperire ar putea fi sustinute cu mai putine site-uri, rezultand costuri de capital si operationale mai mici.

Operatorii care detin spectru in banda de 900 MHz ar putea de asemenea beneficia de o imbunatire substantiala a vitezei minime de date in cadrul ariei de acoperire. In cazul in care exista o acoperire a populatiei de 55%, rata de bit la marginea celulei in aria existenta de acoperire, daca tehnologia LTE este implementata (ceea ce ne asteptam pe termen mediu si lung), creste de la 720 kbps pana la 3.6 Mbps. Acesta este un avantaj important si permite furnizarea

serviciilor de banda larga in zonele slab acoperite cu servicii de banda larga prin retea de telefonie fixa.

Viteza cu care operatorii care detin spectru in banda de frecvente de 900 MHz pot oferi servicii 3G unui procent mai mare din populatie (un plus de 34% in cazul Vodafone), impreuna cu acoperire indoor imbunatatita (intre 19% si 28%) si rate de bit mai mari la marginea celulei vor contribui la un avantaj semnificativ pentru acesti operatori.

Numarul de site-uri necesare pentru a indeplini obiectivele de acoperire indoor si outdoor

Avand ca obiectiv atingerea a 99% acoperire a populatiei outdoor si 55% acoperire indoor a populatiei pana in 2013, daca un operator nu detine spectru de 900 MHz, analiza noastra indica ca acest operator ar inregistra un cost suplimentar de 212 pana la 557 milioane € pentru a atinge acelasi nivel de acoperire si calitate a serviciului comparativ cu un operator care detine spectru de 900 MHz. Intervalul de valori reflecta scenariile diferite luate in calcul, in raport de profunzime a acoperirii, cerere de trafic si viteza minima de date la utilizator. 2013 este considerat a fi data tinta pentru ca intarzierea peste aceasta data ar conduce la riscul de renuntare a clientilor la acest operator si de a face mult mai dificila achizitia de noi clienti.

In scenariul pe care noi il consideram a fi cel mai probabil pentru Romania diferenta de cost estimata este de 335 milioane €, echivalent cu un cost de implementare mai mare cu 54% pentru un operator care nu detine spectru in banda de 900MHz. Un numar de 4.779 de site-uri suplimentare este estimat a fi necesar pentru un operator care nu detine spectru de 900 MHz. Majoritatea acestor site-uri suplimentare (3.637) vor asigura acoperire indoor imbunatatita in aria corespunzatoare unei acoperiri a populatiei de 55%

Datorita faptului ca serviciile mobile de banda larga vor fi un factor economic important in zonele rurale din Romania, care nu sunt bine deservite de retele de telefonie fixa sau de banda larga, am luat in considerare impactul asupra costului in conditiile asigurarii unui nivel al acoperirii indoor peste 55%. Pentru a atinge o acoperire indoor de 90% pana in 2013 costul suplimentar ar fi de 400 milioane €. Acesta echivaleaza cu un cost aditional de 128 € pe cap de locuitor daca exista patru operatori care concureaza pentru aceasta piata suplimentara.

Cheltuielile de capital anuale per abonat pentru Vodafone, Orange si Cosmote in Romania, variaza intre $\times$ si $\times$ / abonat / an²⁰. Aceasta este o valoare de referinta utila atunci cand luam in considerare costurile suplimentare care ar putea fi suportate pentru a asigura o acoperire outdoor a serviciilor 3G pentru 90% din populatie.

Numarul de site-uri necesare pentru a suporta cresterea viitoare a traficului

Au fost evaluate proiectiile de trafic de voce si de date mobile pentru Romania, si, in ipoteza unei valori țintă a acoperirii outdoor de 99% si a acoperirii indoor de 55%, analiza noastra a aratat ca, in toate scenariile cele mai probabile, cei patru operatori ar avea suficiente site-uri pentru a suporta volumul de trafic conform proiectiilor asumate. Asadar retelele sunt limitate de acoperire, nu de capacitate.

²⁰ WCIS (pentru ultimele patru trimestre pentru care sunt disponibile date)

6.3 Concluzie

Daca operatorii care au deja acces la spectrul de 900 MHz pot implementa servicii 3G in aceasta banda si fac acest lucru pentru a asigura o acoperire outdoor pentru 99% din populatie si o acoperire indoor pentru 55% din populatie, atunci cel de-al patrulea operator va avea un dezavantaj competitiv semnificativ daca doreste sa concureze si sa atinga niveluri similare de acoperire si performanta a retelei.

Dezavantajul competitiv are mai multe componente:

- RCS&RDS ar inregistra costuri semnificativ mai mari decat cele inregistrate de ceilalti operatori, datorita caracteristicilor mai putin avantajoase ale benzii de frecvente de 2 GHz. Costul suplimentar variaza intre 212 si 557 milioane €.
- Timpul pentru implementarea de site-uri suplimentare in zonele rurale ar fi mult mai mare pentru RCS&RDS datorita faptului ca nu are acces la site-uri in zonele rurale pentru a upgrada reseaua de la GSM la UMTS 900. Costurile si intervalul de timp necesar pentru a achizitiona si pune in functiune noi site-uri vor avea un impact asupra posibilitatii operatorului de a creste acoperirea populatiei rapid. Este de notat faptul ca Vodafone a putut atinge o acoperire a populatiei de 3x cu servicii UMTS in decurs de 12 luni de implementare – interval care poate fi atins in mod viabil din punct de vedere economic numai prin upgrad-areea retelei. Un interval de timp de 3-4 ani ar fi de asteptat pentru ca RCS&RDS sa atinga obiectivul de acoperire outdoor de 90% – daca acest obiectiv ar putea fi justificat prin prisma planului de afaceri al operatorului.
- RCS&RDS nu va putea furniza acces pentru clientii sai in afara zonei de acoperire a retelei lui 3G, datorita faptului ca accesul la retele 2G si roamingul in alte retele nu este impus de catre ANCOM.
- Timpul suplimentar necesar pentru a gasi, achizitiona, construi si a pune noi site-uri in functiune ar influenta abilitatea societatii de a concura in mod egal pentru noi clienti. Costurile legate de achizitia noilor clienti ar fi mai mari, iar compania ar inregistra rate mari de migrare a clientilor.

6.4 Recomandari

Concluzia Ovum este aceea ca, daca operatorii care detin spectru in banda de frecvente de 900 MHz vor putea implementa servicii 3G in aceasta banda, acest lucru ar crea un dezavantaj competitiv pentru RCS&RDS, care este restrictionata la utilizarea spectrului de 2 GHz.

De aceea ANCOM ar trebui sa continue cu Partea 2 a studiului, al carui obiectiv este de a investiga si recomanda remedii si solutii pentru a rezolva distorsiunile competitive identificate in Partea 1 a studiului.

7 Anexe

Anexele furnizeaza:

- Rezultate detaliate ale modelului tehnic de calcul
- Note tehnice privind modelarea retelei/spectrului
- Note tehnice privind modelul „Winner” al ITU-R in raport cu modelul Aegis.
- Chestionarul trimis operatorilor.
- O descriere a modelului, incluzand descrierea parametrilor de intrare si iesire.
- Modelul – care este furnizat separat

7.1 Rezultatele detaliate ale modelului tehnic de calcul (pe baza cerintelor din Caietul de Sarcini)

Nota – in scenariile urmatoare presupunem ca acoperirea populatiei porneste de la 55% outdoor si ca tinta finala de acoperire outdoor a populatiei este de 99%. Aceasta este o tinta mai ambitioasa de acoperire decat cea specificata in Cererea de Oferta (care specifica doar servicii 3G minimale pentru restul de acoperire de 10%), insa diferenta asupra rezultatelor este marginala si noi consideram ca aceasta ipoteza reflecta mai bine cererea de servicii mobile de banda larga pe termen lung. Acoperirea in interiorul unui vehicul este bazata pe ipoteza unei valori a atenuarii de penetrare de 5 dB.²¹

Analiza scenariilor definite in sectiunea 1.4.10 din Cererea de Oferta

Cererea de oferta defineste sase scenarii specifice in sectiune 1.4.10. Acestea sunt sumarizate mai jos, cu comentariile noastre. In fiecare caz scenariul a fost definit prin valori specifice ale bugetului legaturii radio indoor si outdoor si diferite previziuni privind cererea de trafic.

Scenariul 1: Cerere mai scazuta, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoor superficiala, volume mici de date

Pentru a reflecta aceste ipoteze, am utilizat urmatoarele valori ale datelor de intrare in model:

- Bugetul legaturii radio outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS in directia uplink
- Bugetul legaturii radio indoor:127 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 10 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Orange, Vodafone sau Cosmote

Scenariul 2: Cerere mai scazuta, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoor superficiala, volume mari de date

- Bugetul legaturii radio outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS in directia uplink

²¹ Sursa: http://www.fcc.gov/pshs/docs/public-safety-spectrum/031710/Quayle-2IPW_%20FCC-031710.pdf

- Bugetul legaturii radio indoor:127 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 10 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Scenariul 3: Cerere mai scazuta, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoor mai în profunzime, volume mici de date

- Bugetul legaturii radio outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS in directia uplink
- Bugetul legaturii radio indoor:122 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 15 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Orange, Vodafone sau Cosmote

Scenariul 4: Cerere mai mare, viteza de transfer de date mare, acoperire indoor mai în profunzime, volume mari de date

- Bugetul legaturii radio outdoor:129 dB, corespunzator unei viteze uplink de 384 kbps pentru UMTS sau unei viteze de 2,4 Mbps pentru LTE
- Bugetul legaturii radio indoor:114 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 15 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Scenariul 5: Cerere mai mare, viteza de transfer de date scazuta, acoperire indoor mai în profunzime, volume mari de date

- Bugetul legaturii radio outdoor:137 dB, corespunzator unei viteze de 64 kbps pentru UMTS în directia uplink
- Bugetul legaturii radio indoor:114 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 15 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Scenariul 6: Cerere mai mare, viteza mare transfer de date, acoperire indoor superficiala, volume mari de date

- Bugetul legaturii radio outdoor:129 dB, corespunzator unei viteze uplink de 384 kbps pentru UMTS sau unei viteze de 2,4 Mbps pentru LTE
- Bugetul legaturii radio indoor:119 dB, corespunzator unei atenuari de penetrare de 10 dB
- Datele previzionate conform proiectiilor Cisco pentru Europa de Vest

Rezultatele analizei, exprimate ca numar de site-uri necesare si costuri pentru atingerea acoperirii si calitatii serviciului dorite pana in 2013 sunt prezentate mai jos:

Scenariu	Nr. de site-uri cu 900 MHz	Nr. de site-uri fara 900 MHz	Cost cu 900 MHz	Cost fara 900 MHz	Diferenta de cost
1	1.698	4.942	167,1	384,6	217,5
2	9.707	13.314	419,9	632,4	212,5
3	2.713	8.365	212,6	639,9	427,3
4	10.900	24.440	644,3	1.776,4	1.132,1

5	9.906	14.341	436,3	800,4	363,0
6	10.108	16.117	519,1	1.076,6	557,5

Rezultate detaliate pentru scenariile 1 si 3

Din cele sase scenarii definite in Cererea de Oferta noi consideram scenariile 1 si 3 a fi cele mai relevante intrucat acestea au ca ipoteza valori de trafic mai scazute ceea ce este în concordanță cu previziunile operatorilor si cu estimarile Cisco pentru Europa de Est. Rezultatele detaliate pentru aceste doua scenarii sunt detaliate mai jos:

Scenariul 1: Bugetul legaturii radio outdoor de 137 dB (minim 64kbps in uplink), 127 dB indoor (acoperire superficiala), 131 dB in interiorul vehiculelor

Numarul de site-uri necesar unui operator care detine spectru de 900 MHz: 1.698

Numarul de site-uri necesar unui operator care nu detine spectru de 900 MHz: 4.942 (adica 3.224 mai multe site-uri necesare)

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2013:

Operator	Milioane €
Cosmote	149,27
Orange	157,76
RCS&RDS	384,62
Vodafone	167,09
RCS-Vodafone	217,53

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2015:

Operator	Milioane €
Cosmote	144,31
Orange	152,81
RCS&RDS	344,77
Vodafone	158,5
RCS-Vodafone	186,3

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2017:

Operator	Milioane €
Cosmote	142,06
Orange	150,57
RCS&RDS	309,20
Vodafone	153,9
RCS-Vodafone	155,3

Scenariul 3: Bugetul legaturii radio outdoor de 137 dB, 122 dB indoor (acoperire în profunzime), 131 dB in interiorul vehiculelor

Numarul de site-uri necesar unui operator care detine spectru de 900 MHz: 2.713

Numarul de site-uri necesar unui operator care nu detine spectru de 900 MHz: 8.365 (adica 5.652 mai multe site-uri necesare)

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2013:

Operator	Milioane €
Cosmote	188,20
Orange	196,63
RCS&RDS	639,90
Vodafone	212,6
RCS-Vodafone	427, 3

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2015:

Operator	Milioane €
Cosmote	180,04
Orange	188,49
RCS&RDS	568,13
Vodafone	197,0
RCS-Vodafone	371,1

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2017:

Operator	Milioane €
Cosmote	178,40
Orange	184,47
RCS&RDS	502,83
Vodafone	191,7
RCS-Vodafone	311,1

Scenariul „mediu” analizat suplimentar

In plus fata de cele 6 scenarii specificate in Cererea de Oferta, bazat pe ipotezele cele mai pesimiste si cele mai optimiste privind adancimea acoperirii si vitezele de date, am definit de asemenea un scenariu „mediu” bazat pe asteptarile noastre in privinta dezvoltarii probabile a pietei serviciilor mobile de banda larga din Romania. Acest scenariu este bazat pe implementarea tehnologiei LTE pe termen mediu si lung cu o viteza de date minima de 720 kbps, reprezentand aproximativ 128 kbps in tehnologia UMTS. Rezultatele pentru acest scenariu sunt prezentate mai jos:

Scenariul 7: Bugetul legaturii radio outdoor de 134 dB (128 kbps in uplink UMTS), 124 dB indoor (acoperire superficiala), 128 dB in interiorul vehiculelor

Scenariul corespunde unei viteze uplink de 720 kbps in LTE si este folosit ca buget al legaturii radio implicit in scenariile subsecvente. Aceasta corespunde unei viteze uplink UMTS de 120 kbps si unei viteze uplink HSPA de 150 kbps ceea ce implica dimensiuni ale celulelor similare celor implementate in prezent de retelele existente.

Numarul de site-uri necesar unui operator care detine spectru de 900 MHz: 2.535

Numarul de site-uri necesar unui operator care nu detine spectru de 900 MHz: 7.314 (adica 4.779 mai multe site-uri necesare)

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2013:

Operator	Milioane €
Cosmote	190,56
Orange	198,98
RCS&RDS	553,03
Vodafone	217,5
RCS-Vodafone	335,5

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2015:

Operator	Milioane €
Cosmote	183,10
Orange	161,54
RCS&RDS	494,11
Vodafone	200,7
RCS-Vodafone	293,4

Costuri (NPV) in 2010 pentru a atinge acoperirea solicitata in 2017:

Operator	Milioane €
Cosmote	182,22
Orange	188,13
RCS&RDS	441,53
Vodafone	196,5
RCS-Vodafone	245,1

Impactul eliberarii timpurii a spectrului in banda de 800 MHz (implementat in 2013)

Nota – costul in conditiile detinerii de spectru in banda de 800 MHz include suma de 6,5 milioane € reprezentand taxa initiala de spectru, in ipoteza in care valoarea taxei este similara celei platite pentru spectrul in banda de 900 MHz (acest lucru nu este luat in considerare in modelarea noastra si este adaugat separat). Pentru a diferentia aceste rezultate de cele precedente a fost adaugat sufixul A la denumirea fiecarui scenariu.

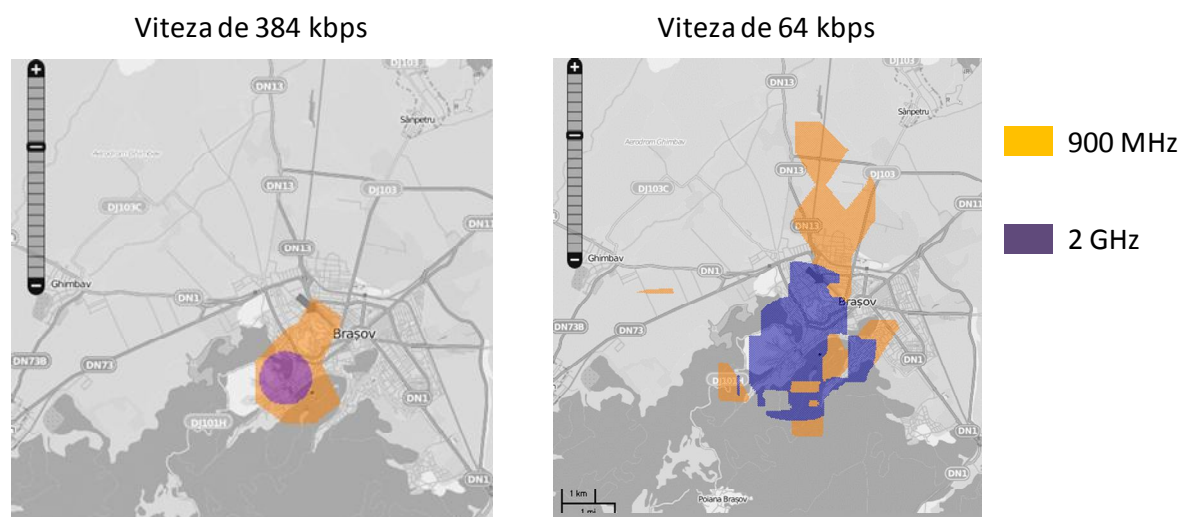
Scenariu	Site-uri cu 900 MHz	Site-uri cu 800 MHz	Cost cu 900 MHz	Cost cu 800 MHz	Diferenta de cost	Impactul benzii de 800 MHz
1A	1.698	3.756	167,1	335,4	168,3	49.2 (23%)
2A	9.707	8.238	419,9	489,1	76,6	135.9 (62%)
3A	2.713	6.449	212,6	537,3	324,7	102.6 (24%)
4A	10.900	19.357	644,3	1.437,9	793,6	338.5 (30%)

5A	9.906	10.085	436,3	664,0	224,6	138.4 (37%)
6A	10.108	12.358	519,1	881,4	362,3	195.2 (35%)

Impactul terenului muntos in zonele rurale

Modelul nostru utilizeaza un algoritm generic de propagare care nu ia in mod specific in considerare caracteristicile locale ale terenului; in schimb, modelul estimeaza o dimensiune medie a celulei bazata pe un teren tipic rural. In zonele montane rurale beneficiul unei dimensiuni mai mari a celulei in 900 MHz nu poate fi realizat in intregime datorita obturării traseului de propagare radio de catre teren și de aceea modelul ar putea conduce la un rezultat care implica un numar mai mare de site-uri in banda de 900 MHz necesare in astfel de zone. Efectul este ilustrat in figura de mai jos care arata acoperirea aproximativa estimata pentru o singura statii de baza localizata in orasul Brasov .

Figura 25: Acoperirea estimata in benzile de 900 MHz si 2 GHz pentru un site localizat in Brasov

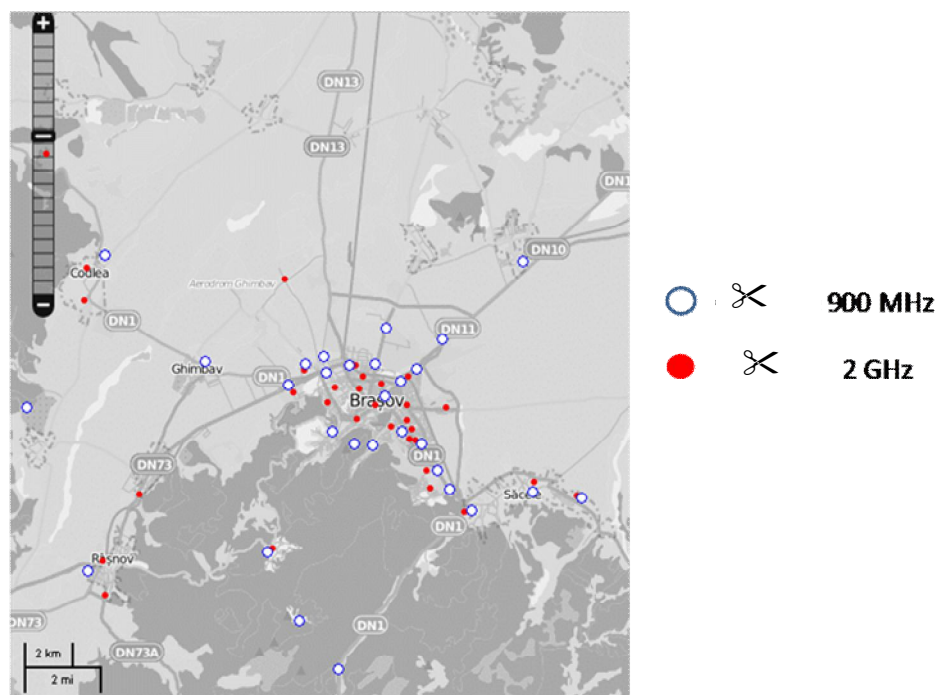


Acoperirea estimata bazata pe -95 dBm si -103 dBm utilizand modelul urban COST-Hata pentru primii 500 m, mai departe modelul ITU P-1812, rezolutia terenului de 50 m

SURSA: AEGIS

Se poate observa ca acoperirea catre sud si vest este sever redusa de obturarea datorata terenului in ambele benzi de frecventa, dar ca inca exista o crestere substantiala a acoperirii globale in banda de 900 MHz. Frecventa de 900 MHz tinde de asemenea sa furnizeze acoperire imbunatatita peste un teren denivelat in comparatie cu acoperirea in benzile de frecventa mai inalta, asadar credem ca impactul terenului muntos asupra beneficiului global ce deriva din utilizarea frecventei mai joase este marginal. Aceasta concluzie este sustinuta si de comparatia dintre numarul de site-uri GSM ale < cu numarul de site-uri 3G ale < in regiunea Brasov. De observat densitatea cu mult mai mare a site-urilor 3G in special in zonele urbane.

Figura 26: Locatiile site-urilor 2G si 3G in zona Brasov



SURSA: AEGIS

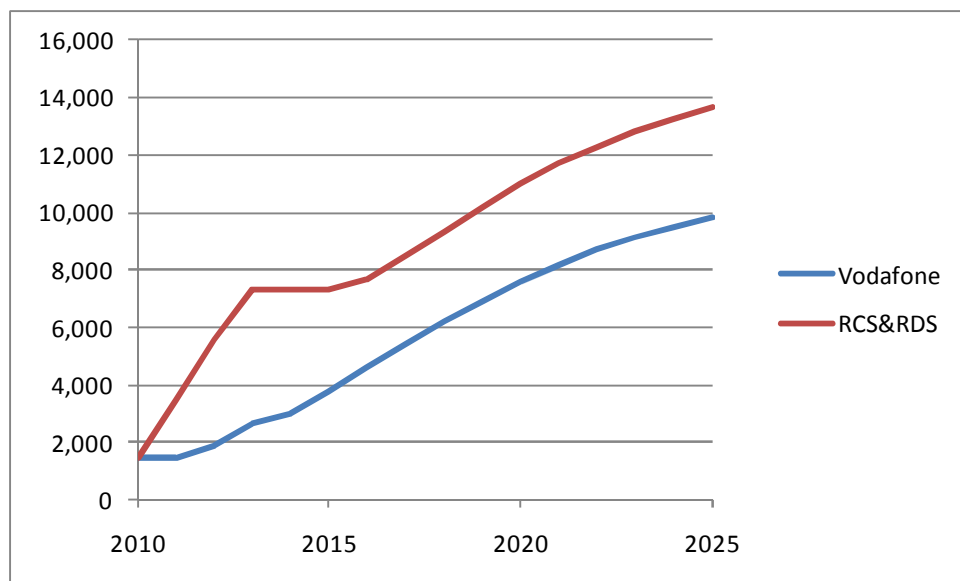
Mai mult, exista inca o economie substantiala de cost chiar daca sunt luate in considerare numai zonele urbane si suburbane, care nu sunt afectate de obturarea terenului . De exemplu, daca repetam analiza scenariilor dar limitam imbunatirea acoperirii la acoperirea indoor a 55% din populatie pana in 2013 (adica nu mai estimam nici o alta crestere a acoperiri outdoor), atunci rezultatele sunt dupa cum urmeaza. Pentru a diferentia aceste rezultate de cele anterioare a fost introdus sufixul B la denumirea fiecarui scenariu

Scenariu	Site-uri cu 900 MHz	Site-uri fara 900 MHz	Cost cu 900 MHz	Cost fara 900 MHz	Diferenta de cost
1B	1.180	3.638	146,0	278,4	128,7
2B	10.621	14.293	430,1	607,9	177,9
3B	2.195	7.061	191,6	530,1	338,5
4B	11.410	21.529	581,7	1,477,3	895,6
5B	10.640	14.938	447,5	734,1	286,6
6B	10.482	15.742	496,0	855,4	359,4

Impactul diferitelor estimari privind traficul (scenariul 3)

Aplicand criteriul de acoperire in conformitate cu scenariul 3 de mai sus, retelele raman limitate de acoperire in toate scenariile proiectate de cerere de trafic cu exceptia previziunilor Cisco pentru Europa de Vest. Impactul acestei ipoteze privind cresterea traficului este evidentiat in graficul de mai jos:

Figure 27: Numarul total de site-uri necesare in fiecare an, estimand ca tinta de acoperire este atinsa in 2013



SOURCE: AEGIS

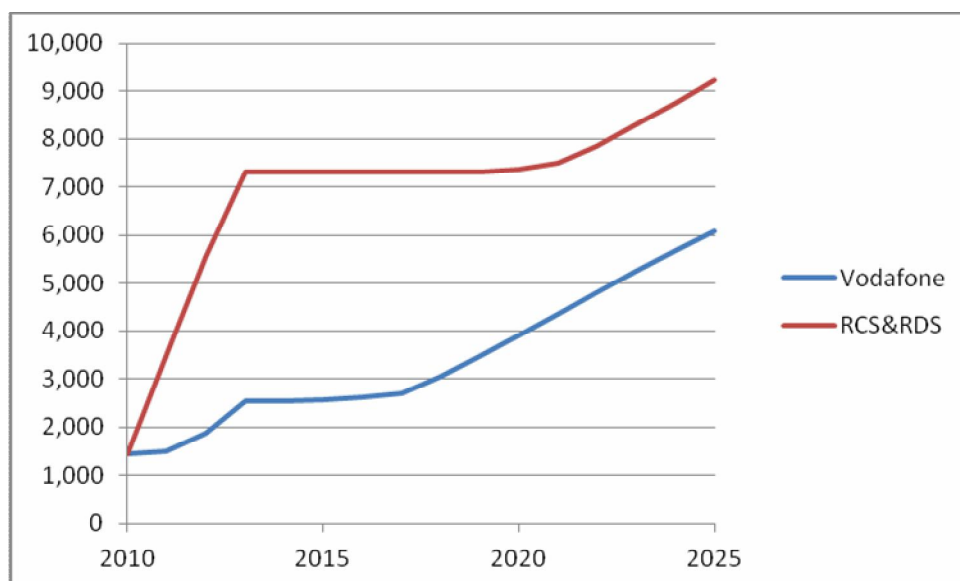
Observati ca discontinuitatea aparenta in curba RCS&RDS se datoreaza faptului ca imediat dupa 2013 exista site-uri de acoperire suficiente pentru a satisface cerintele de capacitate pana in 2015, adica nu mai sunt necesare site-uri suplimentare in acea perioada. Datorita faptului ca Vodafone are site-uri de acoperire mai putine, nu este disponibila o astfel de capacitate de rezerva.

Impactul diferitelor estimari privind eficienta spectrului

In analiza de mai sus am presupus ca eficienta spectrului este de 0.3 bps/Hz in 2010 si creste cu 10% pe an pana cand se atinge plafonul superior de 1.5 bps/Hz. Acest lucru presupune ca majoritatea utilizatorilor existenti au terminale HSPA si ca va exista o introducere timpurie a serviciilor LTE (in 2013). Daca utilizam o ipoteza mai pesimista, retelele ar putea deveni limitate din punct de vedere al capacitatii chiar si daca este luata in calcul estimarea privind cresterea mai lentă a traficului aferenta Europei de Est .

De exemplu, daca eficienta initiala a spectrului este estimata a fi de numai 150 bps/Hz (corespunzatoare ipotezei în care toti utilizatorii au terminale non-HSPA UMTS in 2010) si creste cu 5% pe an (presupunand ca tehnologia LTE nu va fi implementata), numarul de site-uri necesare va fi conform graficului de mai jos:

Figura 28: Numarul de site-uri necesare in ipoteza unei rate mai mici de crestere a eficientei spectrului



SURSA: AEGIS

Se observa ca in acest caz nu sunt necesare site-uri suplimentare de capacitate pana in 2020 in cazul RCS&RDS si pana in 2017 in cazul Vodafone si ca pana in 2017 ambele retele vor ramane complet dependente de acoperire. Daca previziunile pesimiste de trafic prezentate de Vodafone, Orange si Cosmote sunt utilizate, retelele raman limitate in acoperire in toata aceasta perioada. Rata mult mai scazuta de crestere a numarului de site-uri de acoperire in cazul Vodafone se datoreaza capabilitatii de a-si upgrada site-urile existente in banda de 2GHz pentru frecventa de 900 MHz in vederea imbunatatirii acoperirii indoor incepand cu 2010.

In practica, daca exista o crestere semnificativa in cererea de trafic ne-am astepta ca operatorii sa isi upgradeze tehnologia pentru a raspunde acestei cresteri, asa cum a fost cazul HSPA. Totusi, impactul eficientei reduce asupra diferentei de cost este mic datorita faptului ca site-urile suplimentare de capacitate nu sunt necesare pe o perioada de cativa ani. De exemplu, in scenariul 7 efectul ipotezei privind o valoare mai scazuta a eficientei spectrului conduce la reducerea diferentei de cost dintre operatori de la 335,5 la 315 milioane € – diferenta mai mica este datorata faptului ca dimensiunea finala a retelei depinde in acest caz atat de capacitate cat si de acoperire iar acest lucru reduce putin beneficiul benzii de frecvente mai joase.

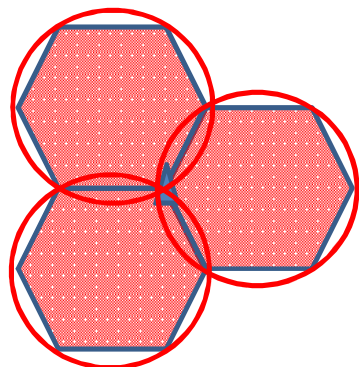
7.2 Note tehnice privind modelarea

Definitia celuelor, site-urilor si sectoarelor

In model toate site-urile sunt estimate a fi site-uri de macrocelule continand trei sectoare, fiecare acoperind un arc nominal de 120 de grade. Aria de acoperire a fiecarui sector este aproximativ circulara odata ce efectul antenei directionale si pierderile de propagare sunt luate in considerare. In practica, celulele sunt concepute pentru a se suprapune usor pentru a facilita realizarea „handover”-ului si a reduce probabilitatea de aparitie a golurilor de acoperire. Acest lucru poate fi

reprezentat prin definirea ariei de acoperire a fiecarui sector ca un hexagon inclus in totalitate in aria de acoperire circulara asa cum se arata in figura de mai jos:

Figura 29: Zonele de acoperire ale sectorului si celulei



$$\text{Aria de acoperire a sectorului} = 3(\sqrt{3}/2) \cdot (R/2)^2 = 0.6495R^2$$

$$\text{Aria de acoperire a celulei} = 3 \times \text{Aria de acoperire a sectorului} = 1.95R^2$$

SURSA: AEGIS

Orice referire la celule sau site-uri in model sau raport inseamna in esenta acelasi lucru, adica o statie de baza macrocelula cu trei sectoare. Cu toate ca site-uri cu unul, doua sau patru sectoare sunt de asemenea implementate in unele locatii, acestea sunt relativ putine la numar si ar avea numai un impact marginal asupra costurilor retelei. De asemenea, implementarea acestor site-uri „non-standard” variaza in functie de retea iar pentru scopul modelarii este preferabil sa se presupuna o configuratie standard a siteurilor atunci cand se compara retelele cu si fara spectru de frecvente mai joase.

Rata codului de voce

Tehnologia UMTS foloseste pentru voce codare adaptiva cu mai multe rate variind de la 4.75 kbps la 12.2 kbps. Ultima este aceeaasi ca si codetul imbunatatit multi rata GSM existent si am presupus ca aceasta viteza va fi utilizata pentru a asigura o calitate a serviciilor de voce comparabila cu a serviciilor GSM din prezent. Impactul implementarii unei viteze mai mici a codetului va fi nesemnificativ datorita faptului ca pe termen scurt cerintele de infrastructura sunt dominate de cerinte de acoperire iar pe termen lung traficul de date va fi substantial mai mare decat traficul de voce.

Deducerea valorilor de trafic total lunar de date

Cosmote / Telemobil: Valorile prezentate de operatori in raspunsul la chestionar sunt exprimate in MB pe an si au fost impartite la 12 pentru a genera o valoare lunara – de ex. pentru 2009, valoarea anuala este de 30 MB = 30 TB, impartita la 12 rezulta o valoare de 2.5 TB / luna.

- **Orange: similar** cu Cosmote / Telemobil
- **RCS&RDS:** RCS&RDS a furnizat informatii privind traficul in ora de varf care au fost introduse ca atare in model
- **Vodafone:** Vodafone sustine ca valorile prezentate in raspunsul la chestionar reprezinta „valori maxime pe an exprimate in mega biti pe secunda ” – aceste valori ar corespunde cu rata de bit in ora de varf. Vitezele au fost asadar introduse ca atare iar traficul total lunar a fost estimat folosind formula $(\text{viteza de date in ora de varf} \times 30 \times 3600) / (\% \text{ de trafic in ora de varf} \times 8,000)$

Deducerea costurilor site-ului

Costul de achizitie a site-ului

☒ si ☒ au furnizat date privind aceste costuri dupa cum urmeaza:

- ☒ – ☒€
- ☒ – ☒€
- ☒ si ☒ nu au furnizat nici o informatie.

Prim urmare am estimat ca si cost mediu de achizitie a site-ului media dintre aceste doua valori, adica 3.650 € si am estimat impactul in rezultatele modelului. Valoarea mai scazuta (2.000 €) a fost utilizata in model.

Impactul valorii medii estimate asupra VAN totale pentru RCS&RDS, estimand o crestere a acoperirii outdoor de la 55% in 2010 la 90% in 2013 si a acoperirii indoor la 55% in 2013, este dupa cum urmeaza:

Costul estimat de achizitie a site-ului	Costuri de implementare (NPV, Milioane €)
2.000 €	502,1
3.650 €	507,4

Costuri de constructie

Din discutiile cu ☒ a rezultat ca aceste costuri sunt semnificative si au fost specificate dupa cum urmeaza:

- Site-uri urbane: 10-15 mii €,
- Site-uri rurale: 40-60 mii €.

In modelare au fost utilizate valorile situate la limita inferioara a intervalului respectiv 50.000 € pentru site-uri rurale si 12.500 € pentru site-uriurbane / suburbane. ☒ nu a prezentat informatii privind costurile de constructie insa estimarile privind costul echipamentelor prezentate de ☒ au fost semnificativ mai mari, ceea ce indica faptul ca toate sau cateva dintre costurile de constructie ar putea fi incluse in cadrul acestor estimari.

Costuri cu echipamentele, excluzand echipamentele radio (transceivers)

Aici sunt incluse costuri cu elemente precum antene, combinatoare, surse de alimentare, legaturi backhaul, etc si se presupune ca aceste costuri sunt in mod substantial independente fata de numarul de frecvente purtatoare sau banda/benzile de frecventeutilizate.

Au fost furnizate date de catre ☒ si ☒, dupa cum urmeaza:

- ☒ - ☒ €
- ☒ - ☒ €

Disponem de asemenea de informatii interne (de la modelul anterior de cost Ovum si alte surse interne confidentiale) indicand un cost tipic de aproximativ 20.000 € pe site. Preturile

echipamentelor tind sa scada an de an (cu aproximativ 5%), asadar consideram valorile prezentate de $\times$ ca fiind o estimare rezonabila pentru a le folosi in model. Este posibil ca estimarea $\times$ sa includa costurile de constructie care au fost specificate separat de catre $\times$. De notat ca utilizarea valorii mai mari va creste costurile suplimentare inregistrate de un operator fara spectru de 900 MHz, adica va amplifica orice distorsiune competitiva rezultata.

De exemplu, luand in considerare un cost estimat al echipamentelor de 50.000 €, aceasta conduce la un cost suplimentar de aproximativ €100milioane peste costurile de implementare ale RCS&RDS.

Valoarea costurilor cu echipamentele este aceeaasi pentru site-uri partajate si exclusive.

Costuri cu echipamentele radio (transceivers)

- $\times$: costul pentru site-ul cu 3 sectoare cu o purtatoare: $\times \text{ €} = \times \text{ €}$ pe transceiver. Pentru doua purtatoare se adauga 40%, pentru trei se adauga inca 40% = $\times \text{ €}$ pe transceiver
- $\times$: $\times \text{ €}$ – nu este clar la ce se refera – probabil se refera la site-ul cu trei sectoare (adica trei transceivere).

Datele de la modelul anterior de cost Ovum sugereaza aproximativ €2.000 pe transceiver.

Ipoteza: utilizam valoarea cea mai scazuta (2,000 €) deoarece acest lucru va stabili o limita inferioara a oricarei distorsiuni competitive. Crescand valoarea la €3.257, costurile de implementare ale RCS&RDS s-ar majora cu aproximativ €40milioane.

Inchiriere site

- $\times$: Desi $\times$ a specificat $\times \text{ €} / \text{luna}$ in raspunsul lor la chestionar, in discutiile ulterioare acest lucru a fost clarificat dupa cum urmeaza:
 - Site-uri urbane: $\times \text{ €}$
 - Site-uri rurale: $\times \text{ €}$
- $\times$: $\times \text{ €}$ (presupunem ca se refera la site-urile urbane deoarece acolo sunt localizate cele mai multe dintre site-urile lor actuale).

De aceea am utilizat in model urmatoarele valori:

- Urban: 450 € / luna = 5,400 € pe an
- Rural: 150 € / luna = 1,800 € pe an.

Am estimat ca inchirierea site-urilor partajate va fi redusa la jumatate.

Energie electrica

- $\times$: $\times \text{ €} / \text{luna}$
- $\times$: $\times \text{ €} / \text{luna}$ (site-uri mari), $\times \text{ €} / \text{luna}$ (site-uri mici)

Noi consideram oportun sa utilizam valoarea $\times$ pentru acest element de cost deoarece aceasta va avea impactul cel mai mic asupra oricarei diferente de cost dintre operatori (estimările $\times$ se refera de asemenea la rețeaua $\times$ 2G). De observat ca aplicand estimările $\times$ costurile de implementare ale RCS&RDS s-ar majora cu aproximativ €200milioane.

Intretinere

- $\propto$: $\propto$ € / luna (site-uri rurale), $\propto$ € / luna (site-uri urbane)
- $\propto$: € $\propto$ / luna (site-uri mari), € $\propto$ / luna (site-uri mici)

In modelarea noastra anterioara am estimat un cost tipic de intretinere de 12% din costul total de capital (adica transceivere plus alte echipamente de site). Pentru un site cu trei sectoare cu trei purtatoare pe sector (adica noua transceivere), un cost per transceiver de 2.000 € si un cost de 20.000 € pentru alte echipamente de site (in conformitate cu estimarile noastre de mai sus), aceste valori, exprimate in termeni procentuali, sunt:

- $\propto$: $\propto$ (site-uri rurale), $\propto$ (site-uri urbane)
- $\propto$: $\propto$ (site-uri mari), $\propto$ (site-uri mici – estimat a avea o singura purtatoare pe sector) – estimarile $\propto$ sunt mai mari

Din nou consideram ca este oportuna utilizarea valorii mai scazute care va avea un impact mai redus asupra diferentei de cost; prin urmare estimarile $\propto$ au fost aplicate in model.

Compararea costurilor totale de site intre $\propto$ si $\propto$:

Site-uri rurale mari

Element	$\propto$	$\propto$	Valoare utilizata
Achizitie site	$\propto$	$\propto$	2.000
Constructie site	$\propto$	-	50.000
Echipament excl transceivere	$\propto$	$\propto$	18.000
Transceivere (per purtatoare de 5 MHz)	$\propto$	$\propto$	2.000
Total cheltuieli de capital (3 sectoare, 3 purtatoare)	$\propto$	$\propto$	88.000
Inchiriere site	$\propto$	$\propto$	1.800
Energie electrica	$\propto$	$\propto$	720
Intretinere	$\propto$	$\propto$	3.600
Total cheltuieli operationale	$\propto$	$\propto$	6.120

Site-uri urbane /suburbane

Element	$\propto$	$\propto$	Valoare utilizata
Achizitie site	$\propto$	$\propto$	2.000
Constructie site	$\propto$	-	12.500
Echipament excl transceivere	$\propto$	$\propto$	18.000
Transceivere (per purtatoare de 5 MHz)	$\propto$	$\propto$	2.000

Total cheltuieli de capital (3 sectoare, 3 purtatoare)	✂	✂	50.500
Inchiriere site	✂	✂	5.400
Energie electrica	✂	✂	720
Intretinere	✂	✂	2.400
Total cheltuieli operationale	✂	✂	8.520

Se poate observa ca valorile cheltuielilor totale de capital si operationale bazate pe estimarile furnizate de ✂ sunt mult mai mici decat cele furnizate de ✂. In modelul nostru, am utilizat prin urmare datele de cost furnizate de ✂ sau bazate pe datele noastre proprii interne. Aplicarea costurilor mai mari furnizate de ✂ ar conduce la o majorare a diferentei de cost dintre retele.

Taxe / Tarifele de spectru

Taxe și tarifele de spectru contin doua elemente: o taxa unica la data acordarii licentei (sau atunci cand licenta este reinnoita) si un tarif anual de utilizare a spectrului. Taxele unice au fost amortizate pe durata licentei pe baza unei deprecieri liniare, in conformitate cu practica generala a operatorului.

Bugetele legaturilor radio

Exemplul de buget al legaturii radio prezentat in raport este bazat pe tehnologia LTE, datorita faptului ca aceasta este estimarea pe care o consideram realista pentru evolutia retelelor pe termen mediu si lung. Valoarea estimata a atenuarii maxim admisibile la marginea celulei este de 134 dB, bazata pe o rata de bit in uplink de 720 kbps. Bugetele legaturilor radio pentru UMTS (R99) si HSPA sunt ceva mai mici pentru viteze comparabile, adica o viteza mai mica este aplicabila pentru o dimensiune data a celulei. De exemplu, bugetul tipic al legaturii radio outdoor pentru servicii de voce UMTS (12.2 kbps) este de 144 dB²² iar valoarea corespunzatoare pentru 64 kbps si 384 kbps (in functie de largimea de banda) ar fi de aproximativ 137 dB si respectiv 129 dB. Pentru HSPA, aceste bugete ale legaturii radio sunt de 138 dB pentru 58 kbps, 131 dB pentru 410 kbps si 128.5 dB pentru 990 kbps²³.

Bugetele legaturilor radio corespunzatoare dimensiunilor celulei pretinse de catre operatori pentru site-urile existente

Unii dintre operatori au furnizat date privind dimensiunile tipice ale celulelor in diverse geotipuri, care pot fi convertite la valori echivalente ale bugetelor legaturilor radio folosind modelul COST-Hata.

²² Sursa: UMTS world (www.umtsworld.com)

²³ Sursa: "Aspecte ale Planificarii Retelei HSUPA", Qualcomm Inc white paper 80-W1159-1, Revizuire B, 2007

Vodafone

Geotip	Raza medie a celulei (km) in 2 GHz	Bugetul implicit al legaturii radio (dB) (COST-Hata)	Raza medie a celulei (km) in 900 MHz	Bugetul implicit al legaturii radio (dB) (COST-Hata)
Dens urban (> 6500 per km ²)	✂	115 dB	✂*	-
Urban (3000-6500 per km ²)	✂	124 dB	✂	121 dB
Dens Suburban (1400-3000 per km ²)	✂	118 dB	✂	115 dB
Suburban (650-1400 per km ²)	✂	124 dB	✂	122 dB
Suburban rar (300-650 per km ²)	✂	130 dB	✂	129 dB
Dens Rural (140-300 per km ²)	✂	115 dB	✂	116 dB
Rural (65 – 140 per km ²)	✂	121 dB	✂	121 dB
Rural rar(< 65 per km ²)	✂	121 dB	✂	124 dB

RCS&RDS

Geotip	Raza tipica a celulei	Buget al legaturii radio implicit
Urban	✂	119 dB
Suburban	✂	120 dB
Rural	✂	119 dB

Aceste bugete ale legaturii radio sunt in concordanta cu o rata mare de date (384 kbps) si o acoperire buna indoor, care implica faptul ca acesti operatori deja furnizeaza acest grad al serviciului in aria de acoperire pretinsa. Totusi, inmultind dimensiunea celulelor din fiecare geotip cu numarul de site-uri pretinse de operatori pentru acel geotip obtinem un nivel mult mai scazut al acoperirii, asa cum se arata in tabelul de mai jos:

Vodafone	Site-uri	Raza (km)	Aria de acoperire a site-ului (km ²)	Aria de acoperire totala (km ²)	Acoperire geografica (% din suprafata tarii)
Urban	✂	✂	✂	✂	✂
Suburban	✂	✂	✂	✂	✂
Rural	✂	✂	✂	✂	✂
					✂

RCS RDS	Site-uri	Raza (km)	Aria de acoperire a site-ului(km ²)	Aria de acoperire totala(km ²)	Acoperire geografica (% din suprafata tarii)
Urban	✂	✂	✂	✂	✂
Suburban	✂	✂	✂	✂	✂
Rural	✂	✂	✂	✂	✂
					✂

In concluzie, apare ca dimensiunile pretinse ale celulei se refera la acoperierea indoor, dar nivelul pretins de acoperire geografica la nivel national (✂ pentru RCS, ✂ pentru Vodafone) se refera la acoperierea outdoor, adica exista o inconsecventa in datele furnizate de catre operatori. Analiza datelor ANCOM privind locatiile site-urilor sugereaza ca distanta intre site-uri (de ex in centrul Bucurestiului) este mai consistenta cu acoperierea outdoor. Parametrii utilizati ca date de intrare in modelul de calcul se bazeaza pe acoperirea initiala outdoor cu o imbunatatire a acoperirii indoor pentru 55% din populatie, aceste ipoteze fiind consistente cu retelele actuale ale operatorilor.

7.3 Note asupra Modelului ITU-R si Modelului Aegis

Modelul ITU-R

Modelul „Winner” al ITU-R a fost dezvoltat pentru a oferi autoritatilor de reglementare posibilitatea de a **prognoza** cerintele de spectru pana in 2020. Modelul ia in considerare 20 de servicii diferite operand in 6 medii specifice si calculeaza totalul cerintelor de spectru in functie de cate tipuri de retea pot fi dezvoltate.

Baza modelului o reprezinta patru Grupuri de Tehnici de Acces Radio (RATGs):

- RATG 1 – Sisteme pre IMT, IMT 2000 si versiuni imbunatatite ale acestora
- RATG 2 – Sisteme mai avansate decat IMT 2000 (3.5G si peste)
- RATG 3 – Retelele locale de acces radio (LAN) existente si versiuni imbunatatite ale acestora
- RATG 4 –Radiodifuziune prin intermediul telefoniei mobile

Modelul permite utilizatorilor sa introduca parametrii RATG si sa aloce categorii de servicii grupurilor de tehnologii de acces radio, care au ipoteze implicite despre eficienta folosirii spectrului. Profilele de servicii asociate cu 20 de categorii de servicii diferite trebuie sa fie definite pentru perioada in care trebuie previzionata cererea de spectru. Pe baza acestor date de intrare modelul determina cum va fi distribuit traficul pentru fiecare serviciu intre cele patru grupuri de tehnologii de acces (RATG), iar necesarul de spectru pentru RATG1 si RATG2 este calculat pentru perioada de timp selectata. Cantitatea de spectru necesara nu este specificata pentru benzi specifice de frecventa ci este un volum total de cerere de spectru .

Cerintele de spectru sunt in general determinate de mediile dens-urbane ceea ce nu este surprinzator avand in vedere faptul ca dimensiunile celulelor sunt mai mici iar cererea de trafic mai mare. Trebuie remarcat faptul ca modelul permite doar o singura optiune pe mediu radio si tip de celula (macro, micro, pico si hot spot) iar valorile implicite sunt bazate pe banda de 2 GHz.

Modelul Aegis

Modelul folosit de Aegis si Ovum pentru a realiza modelarea pentru ANCOM se bazeaza pe o abordare / principii similare cu modelul ITU-R dar este conceput in mod specific pentru a estima numarul de site-uri de celule necesare pentru dezvoltarea unei retele nationale de telefonie mobila pe o perioada de 15 ani, pe baza ipotezelor specificate de catre utilizator cu privire la acoperirea previzionata a retelei, cererea de trafic si spectrul radio disponibil de-a lungul perioadei. Modelul estimeaza in plus costurile asociate cu furnizarea infrastructurii de retea radio (statii de baza), determinand atat cheltuielile de capital (capex) anuale cat si cheltuielile operationale (opex) inregistrate. Costul total pe o perioada de 15 ani (2011 – 2025) este exprimat sub forma unei valori actualizate nete (VAN) bazate pe o rata de discount specificata de utilizator. Modelul permite estimarea si comparatia intre retele a impactului modificarilor ipotezelor privind datele de intrare precum volumul de spectru disponibil sau cea mai joasa banda de frecventa disponibila.

Compararea Modelelor

Din descrierile de mai sus se poate observa ca modelele au fost dezvoltate pentru a aborda doua cerinte diferite. Totusi principiile de baza ale modelarii sunt foarte asemanatoare iar ambele modele iau in considerare urmatorii parametrii de intrare pentru a calcula rezultatele specifice:

- Numarul de retele
- Densitatea de populatie in diverse medii de furnizare a serviciilor (geotipuri)
- Trafic actual de voce si date in orele de varf si previziunile de trafic pentru anii specificati in diverse medii de furnizare a serviciilor
- Ipoteze privind traficul descarcat in Retele Locale de Acces Radio (WiFi)
- Dimensiunile celulelor
- Acoperirea indoor si outdoor
- Eficienta spectrului (bazata pe implementarea tehnologiilor mai eficiente din punct de vedere al spectral de-a lungul perioadei)

Concluzii

Principala diferenta dintre cele doua modele este:

- modelul ITU-R este utilizat pentru a prognoza necesitatile de spectru pentru una sau mai multe retele pe baza previziunilor de trafic detaliate pe clase de servicii si ipoteze de date asociate, dimensiuni tipice ale celulei si eficienta spectrala a echipamentului, in timp ce
- modelul Aegis este utilizat pentru a prognoza numarul de site-uri necesare si costurile de retea pe baza previziunilor de trafic, dimensiunilor celulelor pentru diverse benzi de frecventa, eficientei spectralei, disponibilitatii spectrului, cerintelor de acoperire a populatiei si cotei de piata a operatorului.

7.4 Intrebari trimise operatorilor de retea de telefonie mobila

Criterii de planificare a rețelei

1. Criteriile pe care le utilizați în definirea nivelului de acoperire, de exemplu:

Criteriu	Da / Nu	Valori
Nivelul minim al intensității câmpului electromagnetic (specificați valori)		
Rata de bit minimă (specificați valori)		
Atenuarea pe calea de propagare radio maxim admisibilă (care asigură bugetul legăturii radio la marginea celulei) (specificați valori)		
Acoperirea indoor, outdoor sau în vehicul		
Tipul de mediu din punctul de vedere al mobilității: staționar, pedestru sau vehicular și viteza de deplasare asociată fiecăruia		

2. Nivelul curent al acoperirii (% din populație și % din teritoriu) pentru:

Criteriu	% din populație	% din teritoriu
2G (GSM) apeluri voce		
2.5G (EDGE) date		
3G apeluri voce		
3G UMTS date (64 kbps)		
3G UMTS date (384 kbps)		
3G HSPA		
3G HSPA+		
LTE (vă rugăm specificați orice tip de servicii test pe care le oferiți în prezent)		

3. **Raza tipică a celulei** pentru o macrocelulă trisectorială în km în fiecare din următoarele tipuri de zone, definite prin densitatea populației. Dacă utilizați alte valori pentru densități, va rugăm specificați

Tipul zonei de acoperire (densitatea populației)	900 MHz	2 GHz
Dens urban (> 6500 per km ²)		
Urban (3000-6500 per km ²)		
Dens Suburban (1400-3000 per km ²)		
Suburban (650-1400 per km ²)		
Suburban rar (300-650 per km ²)		
Dens Rural (140-300 per km ²)		
Rural (65 – 140 per km ²)		
Rural rar(< 65 per km ²)		

4. Vă rugăm specificați cum sunt definite dimensiunile celulei specificate mai sus, de exemplu în raport cu criteriile de planificare a acoperirii rețelei specificate la întrebarea 1 de mai sus.
5. Pentru scopuri de planificare, utilizați alte valori specifice ale densității populației pentru a face diferențierea zonelor urbane, suburbane și rurale? Dacă da, specificați aceste valori.
6. Numărul stațiilor de bază ale macrocelulelor (macrocell transmission sites) localizate în zone urbane, suburbane și rurale în fiecare bandă de frecvență:

Tipul ariei de acoperire	900 MHz	1800 MHz	2 GHz
Urban			
Suburban			
Rural			

7. Procentul stațiilor de bază ale macrocelulelor (macrocell transmission sites) utilizate în comun cu alți operatori, localizate în zone urbane, suburbane și rurale în fiecare bandă de frecvență:

Tipul ariei de acoperire	900 MHz	1800 MHz	2 GHz
Urban			
Suburban			
Rural			

8. Detalii privind amplasamentele stațiilor de bază (base station sites) în București, un oraș de dimensiuni medii, o zonă rurală tipică.

Tehnologii

1. Numărul stațiilor de bază (transmission sites) pentru fiecare din următoarele tehnologii, diferențiat pe macrocelule sectoriale, macrocelule omnidirecționale și micro/pico celule, în fiecare din cele trei benzi de frecvență specificate. Specificați dacă utilizați și alte tipuri de macrocelule și completați tabelele în mod corespunzător.

a. 900 MHz

Tehnologie	Macrocelule 4 sectoare	Macrocelule 3 sectoare	Macrocelule 2 sectoare	Macrocelule omnidirecționale	Micro/Pico Celule
GSM					
EDGE					
UMTS					
HSPA					
HSPA+					

b. 1800 MHz

Tehnologie	Macrocelule 4 sectoare	Macrocelule 3 sectoare	Macrocelule 2 sectoare	Macrocelule omnidirecționale	Micro/Pico Celule
GSM					
EDGE					

UMTS					
HSPA					
HSPA+					

c. 2 GHz

Tehnologie	Macrocelule 4 sectoare	Macrocelule 3 sectoare	Macrocelule 2 sectoare	Macrocelule omnidirecționale	Micro/Pico Celule
GSM					
EDGE					
UMTS					
HSPA					
HSPA+					

2. Planificați implementarea tehnologiei LTE în viitor și dacă da în ce bandă de frecvență?

Creșterea traficului de date

- Numărul total de utilizatori activi în rețeaua dumneavoastră.
- Nivelul traficului voce și date în rețeaua dumneavoastră pentru perioada specificată (2007-2010) și previziuni pentru următorii 5 ani, după cum urmează:

Trafic	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Trafic voce (minute)									
Trafic date (Mbps)									
Trafic voce în ora de vârf (%)									
Trafic date în ora de vârf (%)									

- Procentul de trafic voce și date înregistrat în ora de vârf măsurată într-o zi normală (nivel istoric și nivel estimat), conform tabelului de mai sus.
- Procentul de utilizatori din total utilizatori care au utilizat și utilizează în prezent următoarele servicii și previziuni pentru următorii 5 ani, după cum urmează:

Serviciu	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Orice tip de servicii 3G									
Telefoane inteligente în bandă largă									
Dispozitive pentru conectare la PC în bandă largă									

5. Tarifele practicate în prezent pentru servicii de date mobile, inclusiv tarife per-Mbit și opțiuni flat rate disponibile.
6. Utilizați în prezent, sau intenționați să utilizați, aplicarea unor plafoane pentru cantitatea de date pe care un utilizator o poate consuma? Dacă da, specificați nivelul curent al acestor plafoane precum și cel previzionat.
7. Oferiți în prezent, sau intenționați să oferiți pachete de servicii care includ accesul la rețele publice WiFi ("hotspots")?
8. Utilizați în prezent, sau intenționați să utilizați tehnologii care să permită roaming sau/și handover automat între rețeaua dvs. celulară și rețele publice sau private WiFi?

Costuri infrastructură de rețea

1. Costuri de capital unitare tipice (Capex), în condițiile implementării tehnologiei mobile 3G, după cum urmează:

SPECIFICAȚI VALUTA	Macrocelule		Micro/pico celule	
	900MHz	2GHz	900MHz	2GHz
Costuri cu achiziția amplasamentelor (site acquisition)				
Costuri cu echipamentele, exclusiv echipamente radio (radio transceivers)				
Costuri echipamente radio (pe echipament)				

2. Costuri operaționale unitare tipice (Opex), în condițiile implementării tehnologiei mobile 3G, după cum urmează:

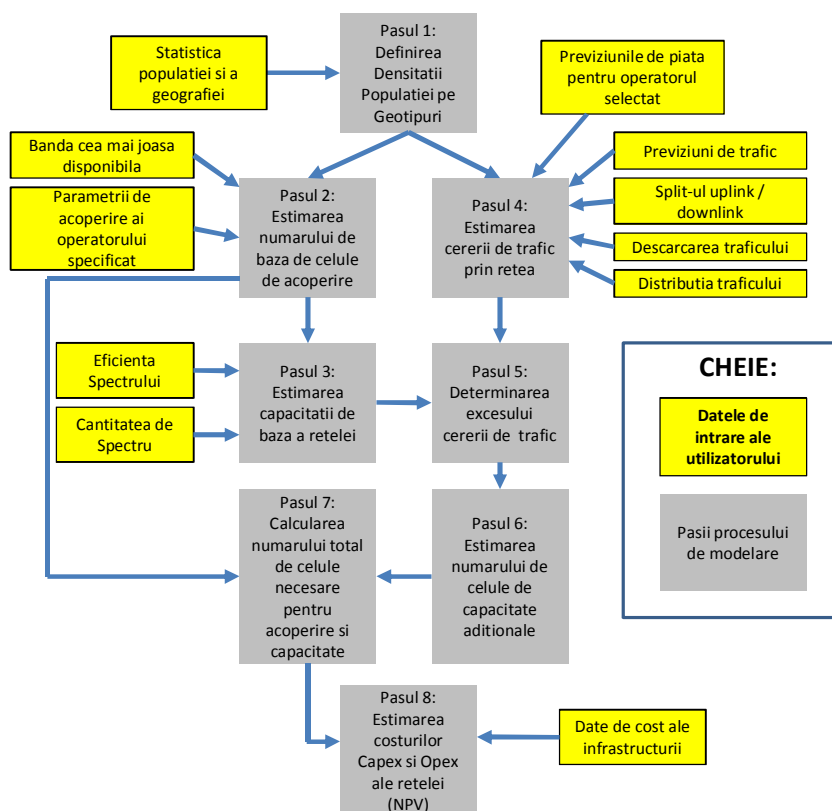
SPECIFICAȚI VALUTA	Macrocelule		Micro/pico celule	
	900MHz	2GHz	900MHz	2GHz
Închiriere amplasament				
Mentenanță echipamente				
Electricitate				
Alte costuri (specificați care sunt acestea)				

7.5 Model de estimare a infrastructurii de retea si a costului asociat pentru retelele mobile 3G / 4G

Introducere

Modelul este proiectat sa estimeze numarul de site-uri²⁴ necesare in cadrul unei retele nationale de comunicatii mobile celulare pe o perioada de 15 ani, pe baza ipotezelor specificate de utilizator referitoare la acoperirea previzionata a retelei, cererea de trafic si spectrul radio disponibil de-a lungul perioadei. Modelul estimeaza de asemenea costurile asociate cu furnizarea infrastructurii necesare a retelei radio (statii de baza), determinand atat cheltuielile de capital (capex) anuale cat si cheltuielile operationale (opex) inregistrate. Costul total pe o perioada de 15 ani (2011 – 2025) este exprimat sub forma unei valori actualizate nete bazate pe rata de discount specificata de utilizator. Modelul permite estimarea si comparatia intre retele a impactului modificarilor ipotezelor privind datele de intrare precum cantitatea de spectru disponibil sau cea mai joasa banda de frecventa disponibila.

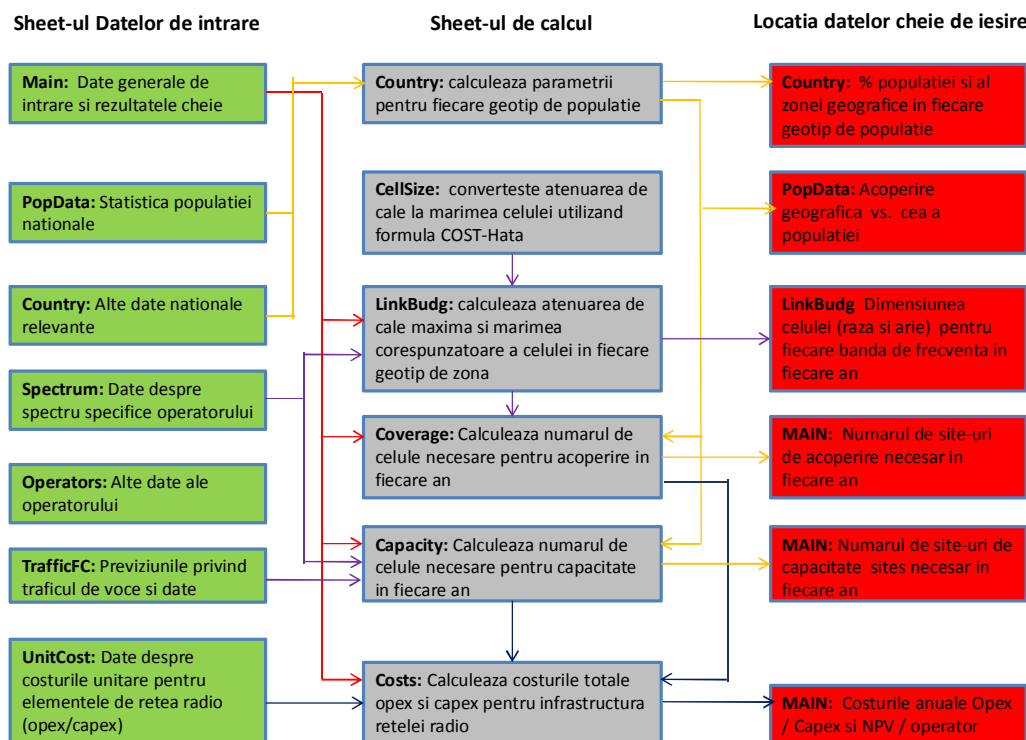
²⁴ A se observa ca orice referire la termenul "celula" in acest raport sau in model se refera la intreaga arie de acoperire de la un singur site – adica noi presupunem o celula tri-sectoriala per site. A se vedea paragraful 7.2 de mai sus pentru o explicatie mai detaliata.

Figura 30: Schema functionala a modelului

SOURCE: AEGIS

Structura Modelului

Privire de ansamblu

Modelul foloseste Microsoft Excel si cuprinde 14 foi de lucru individuale pentru a prelua datele de intrare, a efectua calcule si a genera rezultatele. Functia fiecărei foi de lucru si legatura dintre ele este ilustrata in diagrama schematica de mai jos.

Figura 31: Prezentarea foilor de lucru ale modelului


SURSA: AEGIS

O descriere detaliata a fiecărei foi de lucru este furnizata in sectiunile urmatoare. Observati ca desi calculele de cost se bazeaza pe o perioada de 15 ani (2011 – 2025) analiza include de asemenea si anii 2009 si 2010 astfel incat datele istorice pot fi folosite pentru a rafina tendintele de crestere de trafic.

Foaia de calcul „MAIN”

Foaia de calcul principala este cea in care se intregistreaza multe din datele de intrare iar datele cheie de iesire sunt prezentate sub forma de tabel.

Datele de intrare cuprind:

- Operatori:** Utilizatorul poate specifica numele a pana la cinci operatori de retea nationala. Aceste nume sunt apoi reproduse in alta parte in model unde utilizatorul poate introduce date specifice operatorului precum cota de piata si portofoliul de spectru
- Anul in care tinta finala de acoperire este atinsa:** Modelul presupune cresterea lineara a acoperirii populatiei intre valoarea initiala din 2009 si o data ulterioara specificata aici de catre utilizator. Anul specificat poate fi precizat in intervalul 2009 si 2025 inclusiv
- Rata de discount aplicata:** aceasta este rata de discount procentuala utilizata in calculele de cost VAN.

- d) Acoperirea Populatie:** aceasta este acoperirea populatiei exprimata procentual- trebuie sa fie specificate doua valori, una pentru 2009 si una pentru anul specificat la punctul (b). Valoarea este interpolata linear intre acesti doi ani. Atat acoperirea „indoor” cat si „outdoor” pot fi specificate pentru fiecare dintre cei doi ani.
- e) Bugetul legaturii radio (Link Budget -„indoor” si „outdoor”):** utilizatorul trebuie sa specifice bugetul legaturii radio ce trebuie sa fie folosit atunci cand se calculeaza dimensiunile celulei, pe baza tehnologiei asumate, vitezei la marginea celulei si parametrilor de calitate a serviciului.
- f) Procent de site-uri de capacitate acolo unde se foloseste spectrul sub 1 GHz.** In cazul in care un operator are acces la benzi multiple de frecventa, se presupune ca spectrul sub 1 GHz va fi intrebuintat in intreaga retea pentru acoperire (pentru a minimiza numarul de celule necesare) si pot fi de asemenea utilizat pentru unele site-uri de capacitate in zonele cu trafic mare. Cu toate acestea, este mai probabil ca multe dintre site-uri de capacitate sa intrebuinteze numai frecvente peste 1 GHz, datorita faptului ca acest lucru micsoreaza costurile de site iar distanta este mai putin critica decat pentru pentru site-urile de acoperire. De aceea utilizatorul poate specifica procentul estimat de site-uri de capacitate acolo unde se implementeaza spectrul sub 1 GHz, atat in 2009 cat si in anul specificat la punctul (b). Modelul interpoleaza intre aceste doua valori pentru anii intermediari.
- g) Eficienta spectrala :** aceasta este eficienta utilizarii spectrului asumata in biti pe secunda per Hz de spectru de radio si depinde de combinatia de tehnologii implementate in retea. Trebuie specificate trei valori, si anume valoarea in 2009, valoarea maxima care poate fi obtinuta (datorita constrangerilor fizice) si imbunatirea procentuala anuala asumata. Valoarea eficientei spectrale folosita in calcule este crescuta in fiecare an la rata specificata pana cand este atinsa valoarea maxima specificata si dupa aceea ramane constanta.
- h) Procentul de trafic in „downlink”.** In general traficul mobil de date tinde sa fie extrem de asimetric in timp ce previziunile de date nu diferentiaza in general intre „upload” si „download”. Acest parametru determina in ce proportie traficul total de date este transportat in directia de „downlink” (dinspre statia de baza catre terminalul mobil), care este presupus a fi factorul de limitare ceea ce priveste definirea infrastructurii necesare pentru capacitate. Valoarea este specificata pentru 2009 si sfarsitul perioadei previzionate (2025) si este interpolata linear pentru anii intermediari.
- i) Factor de descarcare de trafic:** Retele de telefonie mobila descarca din ce in ce mai mult trafic de date catre platforme alternative precum WiFi acolo unde sunt disponibile, pentru a reduce necesitatea de infrastructura suplimentara pentru a suporta cresterea capacitatii. Acest parametru specifica procentul de trafic estimat a fi descarcat la inceputul si la sfarsitul perioadei (i.e. 2009 si 2025). Interpolarea lineara este aplicata pentru anii intermediari.
- j) Viteza de date asumata pentru apelurile de voce:** Viteza de date in kbps trebuie sa fie introdusa (in modelarea noastra s-a folosit 12.2 kbps bazata pe viteza cea mai mare a codec-ului UMTS de voce)
- k) Baza de distributie a populatiei:** Utilizatorul poate alege sa foloseasca fie datele recensamantului din Romania fie datele puse la dispozitie de operatorii de retea ca si baza a distributiei populatiei in Romania. Sursa de date trebuie sa permita ca procentul de de arie acoperita din teritoriul Romaniei sa fie specificat ca o functie de populatia acoperita.

- l) Penetrarea mobila (3G):** Aceasta valoare poate fi specificata pentru fiecare an al perioadei prognozate.
- m) Parametrii de acoperire:** acestia sunt parametrii statistici utilizati in calcularea bugetului legaturii radio (link budget) pentru a determina dimensiunile celulei pentru acoperirea „indoor” si „outdoor”
- n) Pragurile categoriilor de tipuri geografice (geotipuri):** Acestea sunt praguri de densitate a populatiei folosite pentru a defini fiecare geotip.
- o) Multiplicator de trafic:** Un multiplicator de trafic poate fi aplicat fiecarui geotip pentru a permite o distributie inegala de trafic, de exemplu datorita masivei utilizari a serviciilor de catre companii in zonele urbane. In modelarea noastra am aplicat valori de 2 pentru zonele dens-urbane, 1.5 pentru alte zone urbane si 1 pentru zonele non –urbane (ceea ce semnifica faptul ca in aceasta categorie traficul este presupus a fi distribuit liniar in functie de populatie).

Foaia de calcul “Spectrum”

Aceasta foaie de calcul permite utilizatorului sa specifice detinerile de spectru pentru fiecare dintre operatorii definiti in foaia de calcul principala „MAIN” pentru fiecare an intre 2009 si 2025. Spectrul este specificat prin banda de frecventa numai pentru „downlink” si ar trebui sa fie in multiplii de 5 MHz.

Foaia de calcul “Operators”

Aceasta foaie de calcul contine alti parametrii specifici fiecarui operator care pot fi utilizati in alta sectiune a modelului. Pentru fiecare parametru, utilizatorul poate alege daca se aplica datele specifice fiecarui operator sau valori implicite care sunt utilizate daca nu sunt disponibile date specifice. Sunt specificati urmatoorii parametrii:

- a) Date privind site-urile GSM:** Pentru operatorii existenti, aceste date pot fi utilizate in **analiza** pentru a permite economii de costuri prin upgradarea site-urilor 2G existente la 3G, mai degraba decat prin construirea de site-uri de la zero.
- b) Cota de piata:** Aceasta este utilizata pentru a estima traficul inregistrat in reseaua unui anumit operator prin repartizarea traficului national total de date previzionat potrivit cotei de piata a fiecarui operator. Aceasta nu se foloseste daca sunt disponibile valorile traficului de date specifice operatorului. Valoarea implicita presupune ca toti operatorii au o cota de piata egala.
- c) Traficul total lunar de date mobile:** folosit pentru estimearea numarului de celule necesare in retea pentru a permite traficul previzionat. Valoarea implicita este determinata pe baza previziunilor regionale Cisco ajustate cu populatia (pentru a obtine valorile din Romania) si cota de piata a operatorului.
- d) Trafic de date in ora de varf pe utilizator:** acesta reiese fie din traficul lunar total de date mobile folosind valoarea specificata de utilizator pentru procentul de trafic in ora de varf, sau din datele puse la dispozitie de catre operator.
- e) Trafic total lunar de voce (minute):** folosit pentru a estima numarului de celule necesare in retea pentru a sprijini traficul previzionat. Valoarea implicita reiese din previziunile Ovum ajustate cu cota de piata a operatorului.

- f) Trafic de voce in ora de varf pe utilizator (echivalent de date, in MB):** acesta reiese fie din traficul total lunar de voce de telefonie mobila folosind valoarea specificata de utilizator pentru procentul de trafic in ora de varf sau din datele furnizate de operator. Minutele de voce sunt convertite intr-o cantitate echivalenta de date pe baza unei rate de bit de 12.2 kbps pe apel de voce.
- g) Procent de site-uri partajate:** acesta este folosit in calculele de cost astfel incat economiile de cost ce reies din partajarea site-urilor sa poata fi reflectate . Valorile au fost obtinute de la operatori.

Foaia de calcul " PopData"

Aceasta foaie de calcul contine datele utilizate pentru a calcula populatia totala si aria teritoriului corespunzatoare fiecaruia dintre cele opt tipuri geografice definite care sunt folosite in model. Doua surse de date pot fi selectate, una derivata din datele de recensamant din Romania si cealalta bazata pe datele de acoperire geografica si a populatiei furnizate de operatori. Au fost utilizate datele de la operatori deoarece consideram ca acestea furnizeaza o estimare mai realista in privinta ariei acoperite pentru nivelele medii ale gamei de valori referitoare la acoperirea populatiei. Valorile din aceasta foaie de calcul au rezultat din utilizarea metodei „best fit curve” pentru a interpola datele punctuale furnizate de catre operatori. Acest aspect este detaliat mai departe in descrierea, din acest paragraf.

Desi modelul COST-Hata implementat in modelul Aegis pentru a estima marimile celulelor foloseste numai trei tipuri geografice (urban, suburban si rural), este necesara o divizare suplimentara a acestor geotipuri pentru a estima numarul de site-uri de capacitate aditionale necesare pe masura ce cerinta de trafic creste. Acest lucru se datoreaza faptului ca cererea de trafic este estimata a fi proportionala cu populatia si astfel zonele cele mai dens populate in cadrul fiecaruia dintre cele trei tipuri geografice principale vor determina majoritatea celulelor de capacitate. Geotipurile utilizate in model sunt definite in termeni de densitate a populatiei pe km patrat si sunt stabilite initial astfel:

Geotip	Pragurile de densitate a populatiei	Geotip COST-Hata
Rural rar	Mai putin de 65	Rural
Rural Mediu	66 – 140	Rural
Rural Dens	141 – 300	Rural
Suburban Rar	301 – 650	Suburban
Suburban Mediu	651 – 1,400	Suburban
Suburban Dens	1,401 – 3,000	Suburban
Urban	3,001 – 6,500	Urban
Urban Dens	Peste 6,500	Urban

Valorile pragurilor pentru fiecare categorie pot fi modificate de catre utilizator.

Foaia de calcul "Country"

Aceasta foaie de calcul contine datele nationale cheie folosite in modelare, precum populatia, aria geografica, statistici de trafic de voce si procentaj de trafic in orele de varf. Procentul de populatie si aria geografica in fiecare tip geografic, e folosite pentru a estima numarul de site-uri necesare in fiecare tip geografic, este de asemenea calculat in aceasta fisa.

Foaia de calcul „Link Budg”

Aceasta foaie de calcul calculeaza dimensiunea celulei in zonele urbane, suburbane si rurale in cele trei benzi de frecvente 900 MHz, 1750 MHz si 1950 MHz, folosind bugetele legaturii radio (bazate pe atenuarea pe calea radio maxim admisa) specificata in foaia de calcul „Main”. Budgetul legaturii este convertit in dimensiune de celula pentru fiecare banda de frecvente si tip geografic folosind modelul de propagare radio COST-Hata.

Foaia de calcul " Cellsize"

Aceasta foaie de calcul contine tabele de cautare care sunt intrebuintate de catre foaia de calcul „Link Budg” pentru a coverti atenuarea pe calea radio la o dimensiune de celula corespunzatoare.

Foaia de calcul „Coverage”

Aceasta foaie de calcul foloseste datele de acoperire geografica din foaia de calcul „Country” si datele de dimensiune a celulei din foaia de calcul „Link Budg” pentru a estima numarul de celule de acoperire necesare in retea pentru fiecare an. De observat ca atunci cand o banda de frecvente mai joase devine disponibila pentru prima oara, acest lucru conduce la o reducere treptata a numarului de site-uri de acoperire necesare. In practica unele sau toate aceste site-uri vor fi mentinute pentru a asigura suport pentru cresterea viitoare de capacitate.

Foaia de calcul "TrafficFC"

Aceasta foaie de calcul contine date privind traficului de date mobile previzionat de Cisco si extrapolat matematic pe durata perioadei de prognoza. Aceste date sunt folosite in absenta datelor specifice provenite de la operator pentru estimarea numarului de site-uri de capacitate aditionale necesare pentru a permite cresterea viitoare a traficului.

Foaia de calcul " Capacity"

Aceasta foaie de calcul utilizeaza datele de trafic fie din previziunile Cisco in foaia de calcul "TrafficFC" sau datele operatorului din foaia de calcul „Operators” pentru a calcula numarul de site-uri aditionale (peste acelea necesare pentru acoperire) necesare pentru a satisface cererea previzionata de trafic. Modelul calculeaza mai intai capacitatea celulelor de acoperire si apoi cererea de trafic in exces in fiecare dintre cele 8 geotipuri. Numarul necesar de site-uri suplimentare de capacitate este determinat de cererea de trafic in exces. Pentru scopuri de calcul al costului, modelul face o diferenta intre fostele site-uri de acoperire care nu mai sunt necesare datorita faptului ca o banda de frecvente mai joase a devenit disponibila si noile site-uri care trebuie construite de la zero.

Foaia de calcul "UnitCost"

Aceasta foaie de calcul contine date privind costurile unitare pentru diversele tipuri de site-uri de celule luate in considerare in model.

Foaia de calcul "Costs"

Aceasta foaie de calcul calculeaza cheltuielile de capital si operationale an de an pe baza diverselor tipuri de site-uri si costuri unitare. Valoarea totala VAN pentru cheltuielile de capital si operationale este apoi calculata si prezentata in foaia de calcul „Main” pentru a permite o comparatie intre operatori cu diferite cantitati de spectru.

Rezumatul parametrilor de intrare

Modelul permite un numar mare de parametri de intrare ce pot fi selectati de utilizator. Tabelul de mai jos rezuma acesti parametri de intrare, arata locatia lor in model si explica cum sunt folosite datele de intrare. De retinut ca toate campurile de intrare din model sunt marcate cu verde.

Parametru	Locatie	Scop
Operatori	"MAIN"	Defineste numele operatorilor care pot fi modelati (pana la 5)
Selecteaza Operatorul	"MAIN"	Selecteaza care dintre operatori sa fie modelati
Anul in care se atinge tinta finala de acoperire	"MAIN"	Defineste anul cand reseaua este considerata a fi stabila in termeni de extindere si calitate a acoperirii.
Rata de discount (%)	"MAIN"	Utilizata in calculele de cost VAN
Acoperire a populatiei	"MAIN"	Defineste gradul de acoperire. Folosit in calcularea numarului de celule de acoperire necesare
Acoperirea „indoor” sau „outdoor”	"MAIN"	Defineste calitatea acoperirii. Folosit in calcularea numarului de celule de acoperire necesare
% de site-uri de capacitate acolo unde este folosit spectrul <1GHz	"MAIN"	Folosit in calcularea numarului de celule de capacitate necesare
Eficienta spectrala	"MAIN"	Folosit in calcularea numarului de celule de capacitate necesare
% de trafic in „downlink”	"MAIN"	Folosit in calcularea numarului de celule de capacitate necesare.
Factor de descarcare a traficului	"MAIN"	% de trafic descarcat din retea, de ex. prin WiFi sau femtocelule. Folosit in calcularea numarului de celule de capacitate necesare.
Penetrare telefonie mobila (3G)	"MAIN"	Folosit pentru a determina cererea de trafic in retea (cerut numai daca datele de cerere de trafic sunt specificate de utilizator)

Parametru	Locatie	Scop
Spectru	„Spectrum”	Spectru (numai „downlink”) detinut de fiecare operator in fiecare banda, in fiecare an al analizei. Folosit in calcularea atat a numarului de celule de acoperire cat si a celor de capacitate.
Operator GSM900 existent	„Operators”	Stabileste daca operatorul are site-uri in banda de 900 MHz care pot fi upgradate la 3G, conducand la economii de cost.
Cota de piata	„Operators”	Utilizat in calculul numarului de celule de capacitate necesare.
Traficul total lunar de date	„Operators”	Utilizat in calculul numarului de celule de capacitate necesare.
Trafic de date in ora de varf	„Operators”	Utilizat in calculul numarului necesar de celule de capacitate necesare.
Total lunar minute de voce	„Operators”	Utilizat in calculul numarului de celule de capacitate necesare.
Minute de voce in ora de varf	„Operators”	Utilizat in calculul numarului de celule de capacitate necesare.
% de site-uri partajate	„Operators”	Utilizat in calculul costului (site-urile partajate sunt mai putin costisitoare). Pot fi specificate atat valori specifice de operator cat si valori implicite.
Costul cu achizitia site-urilor	„UnitCosts”	Utilizat in calculul cheltuielilor de capital.
Costul echipamentelor de site exclusivtransceiver-e	„UnitCosts”	Utilizat in calculul cheltuielilor de capital si operationale.
Transceiver-e (pe canal de 5 MHz)	„UnitCosts”	Utilizat in calculul cheltuielilor de capital si operationale.
Costul cu inchirierea site-ului	„UnitCosts”	Utilizat in calculul cheltuielilor operationale.
Costul cu energie electrica	„UnitCosts”	Utilizat in calculul cheltuielilor operationale.
Cost de upgradare site	„UnitCosts”	Utilizat in calculul cheltuielilor de capital.
Intretinere (%)	„UnitCosts”	Utilizat in calculul cheltuielilor operationale (% din cheltuielile de capital initiale).

Rezumatul parametrilor rezultat

Modelul genereaza diversi parametri rezultat care permit comparatii intre operatori cu diverse detineri de spectru sau cote de piata si realizarea de analize de senzitivitate (pentru oricare dintre

parametrii de intrare de mai sus). Tabelul de mai jos rezuma parametrili principali de iesire, indica localizarea acestora in model si le explica semnificatia.

Parametru	Locatie	Scop
VAN (valoarea actualizata neta)	"MAIN"	Evidentiaza cheltuielile de capital si operationale si VAN totale pentru operatorul selectat
Numar de site-uri (celule)	"MAIN"	Arata numarul total de site-uri de macrocelule pentru operatorul selectat in fiecare an si il imparte in site-uri de acoperire, site-uri de capacitate necesare pentru a satisface cererea de trafic si site-uri suplimentare „de rezerva” (acestea provin din reducerea numarului de site-uri de acoperire datorita disponibilitatii spectrului de frecvente mai joase).
Cheltuieli anuale de capital si operationale	Costs	Valorile cheltuielilor de capital si operationale pentru operatorul selectat
Comparatii intre operatori	"MAIN"	Comparatie intre valorile actualizate nete ale costului total al retelelor radio al tuturor operatorilor specificati
Efect spectru<1GHz	"MAIN"	Arata impactul asupra VAN a retelei radio a lipsei de acces la spectru sub 1 GHz– comparatia presupune ca spectrul sub 1GHz este inlocuit de o cantitate echivalenta de spectru in banda (benzi) mai înaltă / înalte

De notat ca functia „Comparatii intre Operatori” necesita click-ul pe butonul adiacent de „update” pentru a asigura ca valorile sunt actualizate. De asemenea este important sa sa asigure activarea Macro-urilor inainte de a folosi aceste caracteristici.

Descriere detaliata a functionalitatii modelului

Foaia de calcul „MAIN”

Celula(le)	Tip	Functionalitate
A1-A6	Date de intrare	Utilizat pentru a specifica numele a pana la 5 retele ce pot fi analizate de model
H2	Date de intrare	Specifica reseaua aleasa pentru analiza dintr-o lista – lista este definita folosind functia de validare a datelor in Excel si cuprinde numele retelelor specificate in celulele A1-A6
J3	Date de intrare	Anul in care se atinge tinta finala de acoperire. Modelul defineste doua nivele de acoperire (in termeni de acoperire „indoor” si/sau „outdoor” a populatiei) – una la inceputul perioadei de analiza (2009) si cealalta intr-un an viitor care este specificat in acest camp.
J4	Date de intrare	Rata de discount aplicata in calcularea VAN .
M5-N5	Date de intrare	Acoperirea „outdoor” a populatiei (%) in 2009 si respectiv anul specificat in J3
M6-N6	Date de intrare	Acoperire „indoor” a populatiei (%) in 2009 si respectiv anul specificat in J3
M7-N8	Date de intrare	Budgetele legaturilor „outdoor” si „indoor” (uplink), specificate in atenuare pe cale radio maxima permisa (dB)
M9-N9	Date de intrare	Procentul de site-uri de capacitate unde este folosit spectrul sub 1 GHz, in 2009 si respectiv anul specificat in J3. Se presupune ca toate site-urile de acoperire vor folosi spectrul sub 1 GHz si ca benzile de frecvente mai inalte vor fi implementate in aceste site-uri pentru a indeplini cerintele locale de capacitate in loc de implementarea de site-uri suplimentare. Acolo unde sunt necesare site-uri suplimentare pentru a satisface cerintele de capacitate peste cele ale retelei de acoperire, utilizatorul poate specifica procentul acestora care folosesc benzi de frecvente mai joase – acelea care nu folosesc banda de frecvente mai joase vor avea o capacitate mai mica per site (fiindca la acele site-uri va fi disponibil in total

Celula(le)	Tip	Functionalitate
		mai puțin spectru), asadar vor fi necesare mai multe site-uri. In practica, datorita faptului ca exista o mica diferenta de cost intre site-uri care utilizeaza frecvente mai joase si cele care nu utilizeaza astfel de frecvente, costurile vor fi minimizate prin utilizarea benzii de frecvente mai joase la toate site-urile, drept urmare este recomandat procentul de 100% ca valoare implicita.
M10-N10, M11	Date de intrare	Aceste celule specifica eficienta medie de spectru (bps/Hz pe sector de celula) prin retea. Prima cifra reprezinta eficienta estimata la inceputul perioadei iar a doua cifra reprezinta limita superioara estimata care poate fi atinsa in timpul perioadei de analiza, intrucat retelele reale se apropie de limitele teoretice (Shannon). Se presupune ca pana cand este atinsa aceasta limita superioara, eficienta va creste la o rata procentuala anuala fixa, care este valoarea specificata in M9.
M12-N13	Date de intrare	Traficul de date in reseaua de telefonie mobila tinde sa fie foarte asimetric, cu un flux de date considerabil mai mare in directia „downstream” (retea catre terminal) decat in „upstream”. Astfel modelul defineste capacitatea retelei in termeni de trafic transportat in downlink (intrucat atribuirile de spectru FDD sunt presupuse a fi simetrice). Utilizatorul poate specifica procentajul de trafic „downstream” in 2009 si respectiv in anul specificat in J3, si de asemenea procentul de trafic care este descarcat din reseaua de telefonie mobila, de ex. in WiFi.
M14	Date de intrare	Rata de date pentru apeluri de voce (asumata la 12.2 kbps)
J15	Date de intrare	Baza de distributie a populatiei. Modelul foloseste date privind distributia populatiei pentru a estima numarul de site-uri de celule necesare in fiecare tip geografic definit. Aceste date provin din tabele care definesc densitatea populatiei si acoperirea geografica (teritoriala) ca o functie de acoperirea populatiei. Exista doua moduri de a determina aceste date – unul este folosirea datelor de recensamant furnizate de ANCOM care pun la dispozitie valori ale populatiei si suprafetei teritoriului pentru fiecare localitate din Romania iar cealalta consta in utilizarea datelor puse la dispozitie de operatori pentru dezvoltarea in timp a acoperirii populatiei si a celei geografice. Acesta din urma arata o variatie considerabila intre operatori dar tinde sa arate in mod consistent o acoperire geografica mai mare pentru o acoperire data a populatiei, in special la valori medii din gama (50-90% populatie). Datorita faptului ca astfel de variatii pot avea un impact asupra costului estimat al implementarii retelei pentru o acoperire data a populatiei, este util sa putem compara costurile folosind cele doua estimari diferite de distributie de populatie. Aplicand datele ANCOM despre populatie rezulta o crestere de aproximativ 15% in diferential de cost dintre retelele de 900 MHz si 2 Ghz. De aceea am aplicat in modelarea noastra datele referitoare la populatie provenite de la operatori intrucat: (a) acestea sunt mai reprezentative din punct de vedere al situatiei reale si (b) conduc la o diferenta mai

Celula(le)	Tip	Functionalitate
		mic de cost.
J16	Date de intrare	In ceea ce priveste distributia populatiei, exista o disproportie larga intre nivelele de prognoza de crestere de trafic puse la dispozitie de operatorii romani si prognozele publice provenite de la organizatii precum Cisco. Aceasta poate avea un efect semnificativ asupra numarului de site-uri de capacitate necesare in timpul perioadei de analiza si a costurilor de retea rezultate. Astfel modelul permite utilizatorului sa selecteze prognoze de crestere de date diferite, bazate pe acelea puse la dispozitie de cei patru operatori romani si cele facuta publice de Cisco atat pentru Europa de Est cat si cea de Vest.
C18-S18	Date de intrare	Gradul de penetrare a telefoniei mobile 3G. Aceasta valoare nu este folosita direct in calculele de modelare, datorita faptului ca traficul de voce si date este specificat in termeni de trafic total pe retea mai degraba decat pe abonat . Totusi aceste informatii sunt folositoare pentru a furniza estimari de trafic de date pe utilizator de-a lungul timpului si a le compara cu previziunile altor piete.
C21-S24	Rezultate	Numar de site-uri in retea fiecare an. Site-urile sunt definite fie ca site-uri de acoperire fie ca site-uri de capacitate. Site-urile de acoperire sunt acelea necesare pentru a satisface nivelul definit de acoperire a populatiei, care este prevazut sa creasca linear intre 2009 si anul specificat in J3. Acolo unde exista o crestere a acoperirii „indoor” pe perioada de analiza iar spectrul de frecvente mai joase devine disponibil (reducand numarul de site-uri de acoperire „outdoor” necesare), se presupune ca orice site-uri redundante de acoperire „outdoor” care ar fi necesare pe termen mai lung pentru a indeplini eventuala tinta de acoperire „indoor”, vor fi mentinute mai degraba decat sa fie scoase din uz – aceste site-uri sunt incluse in numarul total de site-uri de acoperire pentru orice an. La fel, se presupune ca orice site-uri redundante de acoperire care ar fi necesare pe termen lung pentru a atinge cerintele de crestere de capacitate vor fi mai degraba mentinute decat scoase din uz – la aceste site-uri se face referire ca si „site-uri de capacitate” in tabel. Datele din aceste celule provin din worksheet-urile „Coverage” si „Capacity”.
C27-S28	Rezultate	Acest tabel arata spectrul total detinut de reseaua supusa analizei si modul in care este impartit acesta intre frecventele de peste si sub 1 GHz. Datele provin din worksheet-ul „Spectrum”
C31-S33	Rezultate	Acest tabel arata numarul de site-uri din fiecare dintre cele trei geotipuri principale (urban, suburban si rural). Totalurile includ site-urile de acoperire, de capacitate si de capacitate de rezerva. Datele din aceste celule provin din worksheet-urile „Coverage” si „Capacity”.

Celula(le)	Tip	Functionalitate
C37-S38	Rezultate	Acest tabel arata numarul de site-uri care utilizeaza frecvente peste si sub 1 GHz. Se presupune ca atunci cand spectrul sub 1 GHz este disponibil, toate site-urile de acoperire il vor folosi. Numarul de site-uri de capacitate care utilizeaza spectrul sub 1 GHz este determinat din procentele specificate in celulele M7-N7 (procentul este interpolat linear de-a lungul perioadei de timp intre cele doua valori).
C43-S43	Rezultate	Cea mai joasa frecventa disponibila in fiecare an este stabilita din datele de intrare in foaia de lucru „Spectrum” si este folosita in worksheet-ul „Coverage” pentru a estima cate celule de acoperire sunt necesare fiecare an (intrucat acest numar depinde de banda de frecvente cea mai joasa disponibila la acel moment).
C44-S45	Rezultate	Acoperirea „outdoor” a populatiei si geografica din fiecare an este reprodusa din foaia de lucru „Coverage”.
C47-S55	Rezultate	Numarul de site-uri de acoperire din fiecare dintre cele opt tipuri geografice definite este reprodus din foaia de lucru „Coverage”.
C58-C65	Rezultate	Cele opt categorii de tipuri geografice sunt definite in termeni de densitate de populatie pe km patrat – limita inferioara pentru fiecare tip geografic poate fi specificata aici de catre utilizator.
D58-D55	Rezultate	Multiplicator de trafic aplicat fiecarui geotip pentru a permite distributia inegala de trafic.
B10-B11	Rezultate	Valoarea actualizata neta a cheltuielilor totale de capital si operationale pe perioada de analiza pentru reseaua selectata. Reproducere din foaia de lucru „Costs”.
Q2-Q6	Rezultate	Valoarea actualizata neta a cheltuielilor totale (Cheltuieli de capital + operationale) pentru fiecare din retelele specificate pe perioada de analiza. Aceste valori sunt generate printr-un Macro Excel care ruleaza modelul pentru fiecare retea si prezinta valorile rezultate. De observat ca este necesar sa se faca clic pe butonul adiacent „Update” pentru a rula Macro-ul. Ar putea fi necesar sa se activeze manual macro-urile (acest lucru ar putea fi prezentat ca si o optiune atunci cand se deschide modelul).

Foaia de calcul „Spectrum”

Celula/le	Tip	Functionalitate
B2-R8	Date de intrare	Cantitatea de spectru in fiecare banda de frecvente in fiecare an pentru reseaua specificata in A1.

Celula/le	Tip	Functionalitate
B12-R18	Date de intrare	Cantitatea de spectru in fiecare banda de frecvente in fiecare an pentru reseaua specificata in A11.
B22-R28	Date de intrare	Cantitatea de spectru in fiecare banda de frecvente in fiecare an pentru reseaua specificata in A21.
B32-R38	Date de intrare	Cantitatea de spectru in fiecare banda de frecventa in fiecare an pentru reseaua specificata in A31.
B42-R48	Date de intrare	Cantitatea de spectru in fiecare banda de frecvente in fiecare an pentru reseaua specificata in A41.
B53-R59	Formula	Valorile corespunzatoare retelei selectate pentru analiza (in foaia „MAIN”) sunt selectate din datele de intrare de mai sus
B62-B66	Formula	Cantitatea de spectru sub 1 GHz, in banda de 1800 MHz, 2 GHz si in benzile peste 2 GHz este calculata si din acesta este determinata cea mai joasa frecventa disponibila in fiecare an (adica banda cea mai joasa cu o valoare diferita de zero).

Foaia de lucru „Operators”

Celula/le	Tip	Functionalitate
C2-C6	Date de intrare	Specifica daca fiecare operator este un operator GSM existent.
E2-G6	Date de intrare	Specifica numarul de site-uri existente GSM pentru fiecare operator in fiecare geotip principal (pe baza datelor puse la dispozitie de operatori). Aceste date sunt folosite in foaia „Coverage” atunci cand se estimeaza numarul de noi site-uri de acoperire necesare, fiindca se presupune ca operatorii GSM existenti isi vor folosi site-urile GSM existente in loc sa construiasca noi site-uri de acoperire numai pentru 3G.
C7-G7	Formula	Selecteaza datele relevante pentru reseaua selectata in foaia „MAIN”.
F10,H18,H26, H40,H47, J54, I61, I68	Date de intrare	Permite utilizatorului sa aleaga intre date specifice de retea (de ex. cele puse la dispozitie de operatori) sau datele implicite. Datele implicite sunt folosite acolo unde datele specifice operatorului nu sunt disponibile si se bazeaza pe date publice disponibile sau estimari interne generate de Ovum sau Aegis.

Celula/le	Tip	Functionalitate
B11-R15	Date de intrare	Date privind cota de piata pentru fiecare retea (anuale). Se recomanda ca aceasta cota de piata sa fie stabilita ca egala intre toti operatorii la un anume moment in viitor si ca valorile inainte de acel moment sa fie interporlate din valorile actuale.
D17-R17	Formula	Numarul anului este utilizat in extrapolarea previziunilor de date mobile dupa 2015, folosind formula Ax^2+Bx+C , unde x este numarul anului. Valorile coeficientilor sunt determinate prin reprezentarea grafica a datelor pentru anii 1-5 (determinate pe baza raspunsurilor operatorilor la chestionarul adresat) si folosind functia Excel „trend line” (polinom de gradul 2).
B19-R23	Date de intrare	Traficul total lunar de date – previziuni, pana in 2015, pe baza raspunsurilor operatorilor la chestionare, ulterior extrapolate asa cum sunt descrise mai sus, utilizand functia Excel „trend line” (polinom de gradul 2 – formula variaza pentru fiecare operator ca formula per celula). Valorile sunt exprimate in terabiti (TB) pe luna.
B27-R31	Date de intrare	Procentul din traficul zilnic de date in ora de varf. Preluat din raspunsurile operatorilor. Utilizat in calcularea capacitatii totale necesare in ora de varf.
B34-R38	Formula	Rata de bit numai pentru date in ora de varf pentru fiecare operator – aceasta este folosita pentru a estima numarul de site-uri de capacitate necesare in retea. Valorile in Gbps sunt calculate din traficul lunar de date folosind formula viteza de date in ora de varf = Traficul lunar de date x 8 x 1000 x procent de trafic care are loc in ora de varf / (30x3600). Alternativ aceasta data poate fi introdusa direct daca este furnizata de operatori.
B41-R45	Date de intrare	Trafic total lunar de voce – previziuni, pana in 2015, pe baza raspunsurilor operatorilor la chestionare, ulterior extrapolate asa cum s-a descrise mai sus, utilizand functia Excel „trend line” (polinom de gradul 2 – formula variaza pentru fiecare operator ca formula per celula). Valorile sunt exprimate in milioane de minute pe luna.
B48-R52	Date de intrare	Procent din traficul zilnic de voce care are loc in ora de varf. Preluat din raspunsurile operatorilor. Utilizat in calcularea traficului in ora de varf.
B55-R59	Formula	Viteza medie de date in ora de varf pentru traficul de voce pentru fiecare operator. Preluat din raspunsurile operatorilor. Utilizata in calcularea capacitatii totale necesare in ora de varf. Acolo unde nu a fost furnizata de catre operatori, informatia este calculata pe baza traficului total lunar de voce, utilizand formula <i>total lunar minute de voce x viteza de date pentru voce x % in ora de varf / (30 x 60)</i> .
B62-B66	Date de	Procent din numarul de site-uri rurale si suburbane care sunt partajate – preluat raspunsurile operatorilor. Pentru site-

Celula/le	Tip	Functionalitate
	intrare	urile partajate sunt estimate costuri mai mici in foaia "UnitCosts".
B69-B73	Date de intrare	Procent din numarul de site-uri urbane care sunt partajate – preluat din raspunsurile operatorilor.
B76-R81	Formula	Datele relevante sunt selectate din datele de intrare de mai sus pentru reseaua aleasa – aceste date sunt utilizate in analiza cu exceptia campurilor unde optiunea „default” a fost aleasa (vezi F10, mai sus). Functia Excel VLOOKUP este utilizata pentru selectia datelor necesare din fiecare matrice de intrare.
B84-B89	Date de intrare	Acestea sunt datele de intrare utilizate in absenta datelor specifice fiecarui operator. Cota de piata este presupusa a fi egala intre operatori, previziunile privind traficul de date reies din previziunea Cisco pentru Europa de Est (scalata la populatie), previziunile privind traficul de voce se bazeaza pe datele Ovum iar % de site-uri partajate este bazat pe o medie a valorilor furnizate de operatori.
B93-R98	Formula	Aceasta matrice doar alege fie date specifice operatorului fie date implicite (asa cum sunt specificate de utilizator) pentru a fi utilizate in analiza.

Foaia de lucru " Ancom Pop Data"

Această foaie de calcul contine datele de distributie a populatiei pusa la dispozitie de ANCOM. Datele au fost sortate in functie de densitatea populatiei, de la cea mai mare la cea mai mica. Densitatea, populatia si valorile ariei sunt utilizate pentru a determina procentul din populatie si aria teritoriului care intra in fiecare dintre cele 8 categoriide geotipuri. Datele sunt de asemenea folosite pentru a stabili acoperirea (aria) geografica ca o functie de acoperirea populatiei folosind datele cumulative de populatie si de arie (coloanele K si L).

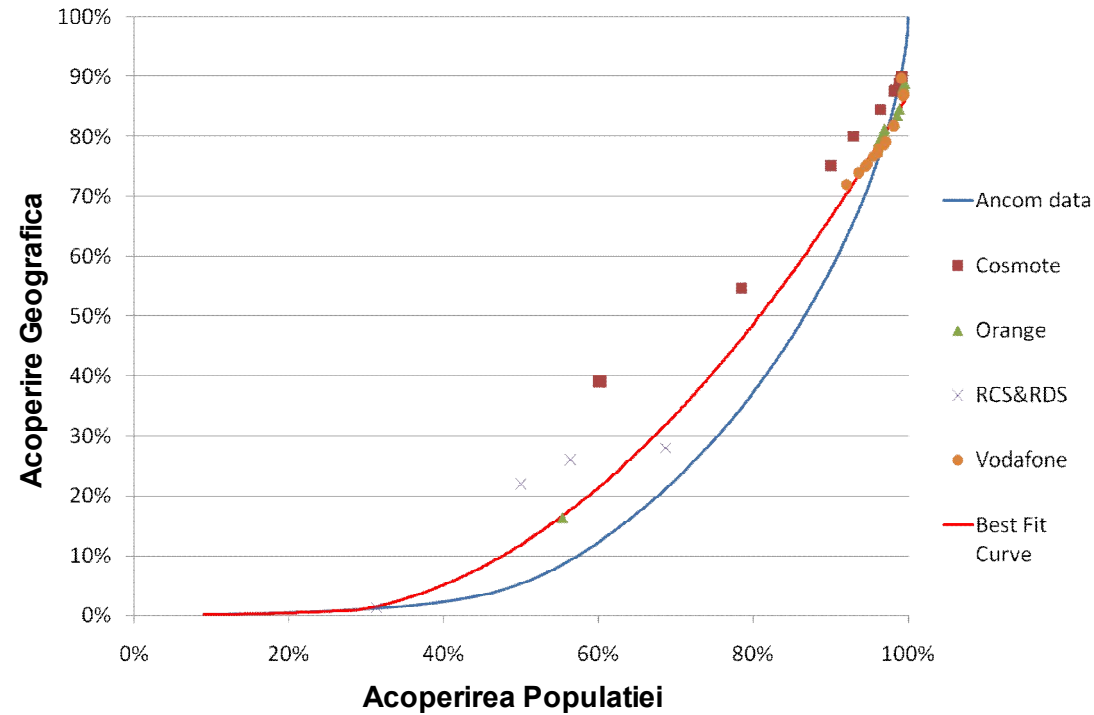
Foaia de lucru" Operator Pop Data"

O matrice alternativa de distributie a populatiei a fost de asemenea generata pe baza statisticilor privind acoperirea geografica (a teritoriului) si a populatiei furnizate de catre operatori. Acest lucru s-a realizat prin utilizarea metodologiei „best fit curve” aplicata la datele furnizate (a se vedea descrierea detaliata mai jos). In modelare am utilizat aceste date deoarece datele ANCOM sunt bazate pe incremente foarte mici ale ariei care sunt cu mult mai mici decit aria celulelor in special in mediul rural si urban. Acest lucru tinde sa subestimeze acoperirea geografica corespunzatoare unei acoperiri a populatiei date. Datele relevante sunt in acelasi format cu datele ANCOM pentru a permite folosirea interschimbabila a celor doua seturi de date.

Obtinerea curbei „Operator Pop Data”

Valorile medii din curba sunt obtinute utilizand formula $y = 1,3784x^2 - 0,5649x + 0,0567$ (obtinuta prin reprezentarea grafica prin puncte a datelor operatorilor in Excel si utilizarea functiei „trend line” – un polinom de gradul 2).

Figura 32: Obținerea “best fit curve” pentru datele operatorilor privind distribuția populației



SOURCE: AEGIS

Foaia de lucru “PopData”

Această foaie de calcul preia date fie din foaia „ANCOM Pop Data” fie din foaia „Operator Pop Data” pentru întrebuintarea în analiză de acoperire.

Foaia de lucru "Country"

Celula/le	Tip	Functionalitate
B5,B6	Date de intrare	Date privind populatia si aria teritoriala furnizate de ANCOM
B7	Date de intrare	Estimarea cresterii anuale viitoare a populatiei (provenita de la CIA World Fact Book), folosita pentru a estimata numarul anual de abonati.
B8	Date de intrare	Estimare implicita pentru numarul de minute lunare de voce pe abonat, folosite in estimarea traficului viitor de voce in retea
B9	Date de intrare	Cresterea estimata a numarului minutelor de voce lunare estimat implicit, folosita in estimarea traficului viitor de voce in retea
B10,B11	Date de intrare	Valori implicite estimate pentru procent de trafic in ora de varf in absenta datelor specifice operatorului
B14-B21	Formula	Aceasta este procentul de populatie in fiecare dintre cele opt geotipuri , ce rezulta din foaia „PopData”
C14-C21	Formula	Aceasta este procentul cumulativ de populatie in fiecare geotip (urban, suburban si rural) pornind cu zonele cel mai dens populate.
B24-B31	Formula	Acesta este procentul suprafetei totale a teritoriului pentru fiecare dintre cele optgeotipuri, ce reiese din foaia„PopData”
		Acesta ete procentul cumulativ al suprafetei teritoriului in fiecare geotip (urban, suburban si rural) pornind cu zona cea mai dens populata. Aceste date si datele corespunzatoare de populatie sunt folosite in foaia „Coverage” pentru a estima cate site-uri sunt necesare pentru a satisface acoperirea specificata in fiecare an.

Foaia de lucru "CellSize"

Aceasta fisa contine tabele de cautare pentru a stabili dimensiunea celulei corespunzatoare unei atenuari pe calea radio maxim permise specificate, generata de worksheet-ul „LinkBudg”. Tabelele aplica formulele din modelul de propagare COST-Hata pentru a stabili raza celulei (in km) in functie de atenuarea pe calea radio maxim admisibile la marginea celulei, in mediile urbane, suburbane si rurale. Exista trei tabele corespunzatoare celor trei

benzi de frecventa 900 MHz, 1800 MHz si 2 GHz. Tabelul folosit pentru a stabili dimensiunea celulei pentru realizarea acoperirii in fiecare an este selectat potrivit valorii „frecventei disponibile cele mai joase” care poate fi gasita ca si parametru de iesire in worksheet-ul „Main”. Inaltimea antenei statiei de baza este stabilita la 30 de metri in mod implicit dar aceasta poate fi modificata de catre utilizator.

Foaia de lucru „LinkBudg”

Acest worksheet calculeaza marimea tipica de celula in zonele urbane, suburbane si rurale bazate pe link budget-ul specificat in fisa “MAIN”. Marimile celulelor sunt calculate pentru ambele acoperiri „indoor” si „outdoor”, utilizand parametrii „link margin” specificati in worksheet-ul „Main”. Marimea celulei este corelata cu directia uplink care este in mod normal factorul limita intr-o retea de telefonie mobila datorita constrangerilor de putere ale echipamentelor mobile.

Celula/le	Tip	Functionalitate
B4-R5	Fixa	Link Budget-urile „outdoor” si „indoor” asa cum sunt specificate in foaia „Main”.
B10-R22	Formula	Marimea „indoor” a celulei (raza) pentru fiecare dintre cele trei benzi de frecventa este stabilita folosind tabelul de cautare din foaia „CellSize”.
B27-R39	Formula	Razele celulelor de mai sus sunt convertite in zone de acoperire celulara folosind formula 1.95R2 (presupune celule hexagonale trisectoriale)
B43-R73	Formula	Aceste celule efectueaza aceleasi calcule pentru acoperire outdoor

Foaia „Coverage”

Celula/le	Tip	Functionalitate
F1	Fixa	Anul pentru tinta finala de acoperire – luat din foaia „Main”.
I1	Formula	Numarul corespunzator anului (2010 = anul 1). Folosit in formula de interpolare pentru acoperirea viitoare ceruta
B6	Fix	Acoperirea „indoor” a populatie ceruta initial (%) – redata din valoarea de intrare din foaia „Main”
C6-R6	Formula	Acoperirea indoor tinta a populatiei estimata in anii subsecventi. Intre 2009 si anul specificat pentru tinta finala de acoperire ce trebuie indeplinita, tinta de acoperire pentru fiecare an este interpolata linear intre valoarea initiala si cea

Celula/le	Tip	Functionalitate
		finala .
B7-R7	Formula	Acoperire geografica (suprafata) corespunzatoare pentru acoperire „indoor” a populatiei, rezultata din foaia „PopData”
B9-R10	Formula	Valori ale acoperirii „outdoor” a populatiei si a celei geografice, rezultate in acelasi fel ca si valorile acoperirii „indoor”.
B12-R12	Formula	Diferenta dintre suprafata acoperita „indoor” si „outdoor”. Acest lucru defineste suprafata unde sunt cerute numai celule de acoperire „outdoor”.
B15-R22	Formula	Suprafetele acoperite „indoor” si „outdoor” ale celulelor, in km ² , pe baza celei mai joase benzi de frecvente disponibile in fiecare an. Aceste valori sunt redade din worksheet-ul „LinkBudg” si selectate potrivit valorii frecventei disponibile cele mai joase, luate din worksheet-ul „Main” .
B25-R32	Formula	Site-uri necesare pentru furnizarea nivelului de acoperire „indoor” in fiecare geotip. Numarul de site-uri este calculat folosind formula Nr. de site-uri = (% din suprafata teritoriala a geotipului – portiune din suprafata unui geotip care este in afara zonei de acoperire cerute) x suprafata totala a teritoriului Romaniei /suprafata celulei pentru acoperire „indoor” cu banda de frecventa cea mai joasa disponibila. % din suprafata in fiecare geotip si populatia totala sunt luate din worksheet-ul „Country”.
B36-R43	Formula	Numarul de site-uri de acoperire „indoor” bazat pe 900 MHz – utilizat in estimarea numarului de site-uri upgrdate atunci cand banda de frecvente mai joasa devine disponibila.
B47-B54	Formula	Site-urile necesare pentru furnizarea acoperirii „outdoor” in aria de acoperire „outdoor” ramasa (adica aria aflata in afara ariei cerute pentru acoperire „indoor” dar in cadrul ariei cerute pentru acoperire „outdoor”. Aceste valori sunt obtinute prin calcularea mai intai a numarului de site-uri necesare pentru intreaga arie ceruta pentru acoperirea „outdoor” (utilizand o formula similara cu aceea de la calculul pentru acoperire „indoor”) din care se scade numarul de site-uri de acoperire „outdoor” necesare in aria de acoperire „indoor”, deoarece acoperirea „outdoor” este deja asigurata de site-urile de acoperire „indoor”.
B58-R65	Formula	Numarul site-urilor in aria de acoperire „outdoor” ramasa sunt bazate pe 900 MHz – utilizat pentru estimarea numarului de site-uri upgrdate cand banda de frecvente mai joasa devine disponibila.
B69-R76	Formula	Numarul total de site-uri de acoperire in banda de frecvente cea mai joasa disponibila.
B80-B87	Formula	Acest tabel stabileste cate site-uri de acoperire („indoor” + „outdoor”) sunt disponibile imediat dupa ce spectrul de

Celula/le	Tip	Functionalitate
		frecvente mai joase este disponibil, rezultand intr-o scadere a numarului necesar de site-uri de acoperire la acel moment. Aceste site-uri sunt presupuse a fi mentinute pentru a sprijini clientii existenti care nu au dispozitive care sa opereze in banda de frecvente mai joase si pentru a sprijini imbunatatirea acoperirii viitoare.
B91-R98	Formula	Numarul de site-uri de acoperire de freventa inalta de tip vechi mentinute pentru a sprijini clientii care nu au dispozitive care opereaza in banda de frecvente mai joase si pentru a sprijini imbunatatirea acoperirii viitoare (de ex de la acoperire „outdoor” la „indoor” sau pentru a furniza viteza sau calitate mai mare a serviciului).
B102-R109	Formula	Acesta este numarul total de site-uri de acoperire „outdoor” si „indoor”, inclusiv cele de tip vechi.
B113-R120	Formula	Numarul real de site-uri de acoperire implementate – utilizat in estimarea numarului de site-uri de tip vechi ce sunt upgrdate in fiecare an pentru a sprijini imbunatatirea acoperirii.

Foaia “TrafficFC”

Celula/le	Tip	Functionalitate
B6-R6	Formula	Previziune privind populatia nationala – pe baza populatiei actuale si a ratei de crestere anuale estimate preluata din foaia „Country”.
B7-R7	Formula	Previziunea privind populatia EU-27 – aceasta este utilizata pentru a scala previziunile Cisco privind Europa de Vest la Romania
B8-R8	Formula	Previziune privind populatia din Europa Centrala si de Est – aceasta este utilizata pentru a scala previziunile Cisco Europa de Est la Romania
B10-R10	Formula	Traficul mobil de date total estimat in Romania (TeraBytes pe luna) – preluat de la Cisco sau bazat pe previziunile de la operatori in functie de selectia facuta in foaia „Main”.
B12-R12	Formula	Total trafic de date in ora de varf (GigaBytes) – calculat din traficul total lunar folosind formula: $\text{date in ora de varf} = \text{date lunare} \times \% \text{ de trafic de date in ora de varf (din foaia „Country”)} \times 1,000$ (pentru a converti de la TB la GB) / 30 (pentru a converti de la traficul lunar la traficul zilnic)
B13-R13	Formula	Viteza medie de date de lin ora de varf este calculata din traficul total in ora de varf folosind formula: $\text{traficului total in}$

Celula/le	Tip	Functionalitate
		ora de varf x 8 (pentru a converti de la bytes la biti)/3600 (pentru a converti de la biti pe ora la biti pe secunda)
B14-R18	Formula	Traficul mediu total pe abonat si viteza medie de date in ora de varf pe abonat sunt calculate folosind valorile referitoare la populatie si penetrare a pietei. Aceste date nu sunt folosite in alta parte in model dar pot fi de interes pentru utilizator, de ex. pentru compararea cu alte previziuni.
B21-R244	Formula	Calcularea cererii de trafic de voce, convertit in date echivalente estimand o rata de date de 12.2 kbps pe apel voce.
B27-R27	Formula	Viteza medie totala de date / abonat (pentru informare – nu este utilizat in model)
B29-R29	Formula	Raport intre trafic de date si trafic de voce. Aceste date nu sunt utilizate in alta parte in model dar pot fi de interes pentru utilizator, de exemplu pentru comparatia cu alte previziuni.

Foaia de calcul “ Capacity”

Celula/le	Tip	Functionalitate
D1	Formula	Afiseaza operatorul actual selectat
G2	Formula	Afiseaza anul actual selectat in care tinta finala de acoperire trebuie indeplinita (din foaia „Main”)
J2	Formula	Exprima anul de mai sus ca si un numar corespunzator anului (2009=1) care este utilizat in extrapolarea datelor
B5-R5	Formula	Viteza de date in ora de varf pentru trafic de date, pe baza datelor fie ale operatorului fie a celor implicate, luate din foaia „Operators”.
B6-R9	Formula	Calculeaza proportia de trafic de date in ora de varf tranzitat in downlink si deduce orice date descarcate catre WiFi, etc
B10-R10	Formula	Viteza de date lin de ora de varf pentru traficul de voce, pe baza datelor fie ale operatorului fie a celor implicate, luate din foaia „Operators”.
B11-R11	Formula	Suma traficului de voce si a celui de date in ora de varf
B14-R21	Formula	Repartizeaza traficul total de date in aria de acoperirea retelei, in conformitate cu distributia populatiei din foaia „Country”
B25-R26	Formula	Afiseaza cantitatea de spectru in benzi peste si sub 1 GHz, folosind date din foaia „Spectrum”

Celula/le	Tip	Functionalitate
B28-R28	Formula	Afiseaza eficienta medie a spectrului in fiecare an, pe baza datelor de intrare din foaia „Main”.
B30-R31	Formula	Calculeaza capacitatea fiecarui site, in functie de faptul ca foloseste numai frecventele peste 1 GHz sau toate frecventele disponibile. Celulele sunt estimate a fi tri-sectoriale si ca folosesc spectrul disponibil in gama de frecventa specificata.
B32-R32	Formula	Afiseaza procentajul site-urilor de capacitate ce folosesc frecventele sub 1 GHz (din foaia „Main”) – alte site-uri sunt estimate a folosi numai frecvente disponibile peste 1 GHz.
B35-R42	Formula	Afiseaza numarul total de site-uri de acoperire (celule), din foaia „Coverage”.
B45-R52	Formula	Calculeaza capacitatea site-urilor de acoperire in fiecare geotip, inmultind capacitatea site-ului cu numarul de site-uri de acoperire. Toate site-urile de acoperire sunt presupuse a folosi toate frecventele disponibile.
B55-R62	Formula	Excesul de cerere de trafic (adica cererea in exces fata de capacitatea site-urilor de acoperire) este calculat prin scaderea capacitatii site-ului de acoperire din cererea totala de trafic in fiecare geotip .
B65-B72	Formula	Este calculat numarul site-urilor suplimentare de capacitate pentru a satisface cererea de trafic in exces in fiecare geotip .
B75-R82	Formula	Este calculat numarul total de site-uri necesare in fiecare an pentru a indeplini cerintele de acoperire si de capacitate.
B84-R92	Formula	Calculeaza cate site-uri de acoperire de tip vechi ar trebui mentinute atunci cand devine disponibila o banda de frecvente mai joase (rezultand ca sunt necesare mai putine site-uri de acoperire) pentru a satisface cresterea viitoare de trafic – se presupune ca site-urile ar fi mentinute mai degraba decat dezafectate si ulterior repuse in functiune intrucat aceasta din urma ar atrage costuri mai mari.
B95-R102	Formula	Calculeaza numarul de site-uri noi necesare pentru a asigura capacitatea pe retea, excluzand orice site-uri de acoperire de tip vechi
B105-R112	Formula	Mentinand site-urile de acoperire pentru a face fata cresterii viitoare de capacitate determina o capacitate temporara de rezerva in timp ce traficul atinge nivelul sau final – acest lucru poate fi exprimat ca si numar de site-uri „de rezerva” in retea, care este diferenta dintre numarul de site-uri de acoperire de tip vechi mentinute pentru crestere de capacitate si numarul actual de site-uri de capacitate necesar permanent .
B115-R122	Formula	Numarul total de site-ri in fiecare geotip este suma site-urilor necesare pentru capacitate si acoperire plus site-urile de capacitate de rezerva.

Celula/le	Tip	Functionalitate
B126-R128	Formula	Descompune numarul total de site-uri pe cele trei geotipuri principale.
B132-R135	Formula	Calculeaza numarul de site-uri noi care sunt necesare pentru a fi implementate sau modernizate (in cazul site-urilor GSM existente) in fiecare an. Acestea sunt divizate in patru categorii, in functie de incadrarea lor in site-uri rurale sau urbane/suburbane si in functie de posibilitatea de a utiliza toate frecventele disponibile sau doar benzile peste 1 GHz (cele patru categorii pot inregistra costuri diferite).
B138-R139	Formula	Numarul de site-uri GSM existente disponibile pentru upgradare la 3G (acolo unde operatorul de retea selectat are de asemenea o licenta GSM). Numarul poate scadea in fiecare an pe masura ce site-urile sunt upgradate.
B142-143	Formula	Site-urile vechi care pot fi upgradate in fiecare an la 900 MHz conform necesitatilor, pentru a imbunatati acoperirea.
B146-B147	Formula	Noi site-uri ce necesita sa fie implementate. Acesta este numarul de site-uri noi necesare mai putin numarul de site-uri GSM de tip vechi care pot fi upgradate. Acest numar este necesar pentru a calcula cheltuielile de capital anuale asociate cu constructia site-urilor.
B150-R151	Formula	Numarul de site-uri 3G de frecventa inalta care trebuie a fi upgradate pentru a acomoda banda de frecvente mai joasa atunci cand aceasta devine disponibila. Acest lucru va atrage cheltuieli de capital datorita upgradarilor necesare. Se presupune ca toate site-urile sunt upgradate in anul in care spectrul de frecvente mai joase devine disponibil.
B154-R155	Formula	Numarul de site-uri GSM existente care sunt upgradate la 3G (pentru a atinge cresterea de acoperire sau capacitate) in fiecare an.
B158-R161		Calculeaza numarul de site-uri care sunt in folosinta in fiecare an (acesta include site-urile „de rezerva” care au fost retinute penru a sprijini o viitoare crestere a acoperirii sau a capacitatii). Acestea sunt impartite in patru categorii in functie de incadrarea lor in site-uri rurale sau urbane/suburbane si in functie de posibilitatea de a utiliza toate frecventele disponibile sau numai benzile peste 1 GHz (cele patru categorii pot inregistra costuri diferite). Cifrele sunt utilizate pentru a calcula valorile anuale ale cheltuielilor perationale.
B163-R165	Formula	Defalcarea site-urilor in site-uri de acoperire, de capacitate si de capacitate de rezerva.

Foaia de calcul "Unit Costs"

Nota – daca nu se specifica altfel costurile sunt specificate pentru site-uri rurale si urbane (se presupune ca site-urile suburbane sunt la fel cu cele urbane)

Celula/le	Tip	Functionalitate
B3-E9	Date de intrare	Costuri cu achizitia, constuctia, echipamentele de site, inchirierea site-ului, cu energie electrica si mentenanta bazate pe datele operatorilor – a se vedea anexa separata pentru detalii.
F10-G11	Date de intrare	Costul de upgrade al site-ului pentru cele existente de 2 GHz si cele GSM care sunt upgrdate pentru UMTS 900. Se utilizeaza ipoteza ca include doar costurile de echipament, excluzand transceiver-ele (costurile transceiverelor pentru noul spectru sunt adaugate in foaia "Costs"
B14-E14	Date de intrare	Totalul taxelor initiale de licenta platite de operatorii GSM pentru spectrul de 900 MHz – inclusive taxele de reinnoire – convertite in EURO la o rata de 1,37 = 54.750 €
B15-E15	Date de intrare	Perioda in care se amortizeaza taxele initiale
B16-E16	Formula	Valoarea anuala echivalenta presupunand o amortizare liniara de-a lungul perioadei specificate.
B17-E19	Formula	La fel ca mai sus pentru spectrul de 2 GHz
B20-E20	Formula	Suma taxelor initiale anualizate pentru 900 MHz si 2 GHz
B22-B23	Date de intrare	Taxele anuale de spectrum pentru 900 MHz, 1800 MHz (nu sunt utilizate in calculatia costurilor) si 2 GHz

Foaia de calcul " Costs"

Celula/le	Tip	Functionalitate
B8-R8	Formula	Costuri de achizitie pentru site-uri rurale nepartajate – calculate utilizand formula <i>Nr de site-uri rurale noi (din foaia "Capacity") x costul de achizitie a site-ului (din foaia "Unit Cost") x (1 - % de site-uri partajate) (din foaia "Operators")</i>

Celula/le	Tip	Functionalitate
B9-R9	Formula	Costuri de constructie pentru site-uri rurale nepartajate – calculate utilizand formula <i>Nr de site-uri rurale noi (din foaia "Capacity") x costul de constructie a site-ului (din foaia "Unit Cost") x (1 - % de site-uri partajate) (din foaia "Operators")</i>
B10-R10	Formula	Costuri de upgrade pentru site-uri de 2 GHz existente si site-uri GSM care sunt upgrdate la GSM900 – calculate utilizand formula <i>Nr de site-uri rurale 3G upgrdate (din foaia "Capacity") x costul de upgrade (din foaia "Unit Cost") + numarul de site-uri GSM rurale upgrdate (din foaia "Capacity")) x costul de upgrade a site-ului (din foaia "Unit Cost")</i>
B11-R11	Formula	Costuri cu echipamentele pentru site-uri calculate utilizand formula <i>Nr de site-uri rurale noi (din foaia "Capacity") x costul echipamentelor site-ului (din foaia "Unit Cost") x (1 - % de site-uri partajate) (din foaia "Operators")</i>
B12-B13	Formula	Transceiver-e per site pentru site-urile noi. Calculate utilizand formula <i>spectru disponibil peste 1 GHz + spectru disponibil sub 1 GHz (din foaia "Capacity") *3 (pentru 3 sectoare / site) /5 (5 MHz per frecventa purtatoare)</i>
B12-B13	Formula	Transceiver-e per site pentru site-urile upgrdate.. Calculate utilizand formula <i>spectru disponibil sub 1 GHz (din foaia "Capacity") *3 (pentru 3 sectoare / site) /5 (5 MHz per purtatoare)</i>
B14-R14	Formula	Costuri totale pentru transceiver-e pentru site-uri rurale exclusive calculate utilizand formula <i>(numarul de site-uri noi x numarul de transceiver-e per site nou + numarul de site-uri 3G upgrdate x numarul de transceiver-e per site upgradat + numarul de site-uri GSM upgrdate x numarul de transceivere per site upgradat) x costul transceiver-ului</i>
B15-R15	Formula	Costuri de inchiriere pentru site-uri rurale nepartajate – calculate utilizand formula <i>Nr de site-uri rurale in functiune (din foaia "Capacity") x costul de inchiriere a site-ului (din foaia "Unit Cost")</i>
B15-R16	Formula	Costuri de mentenanta pentru site-uri rurale nepartajate – calculate utilizand formula <i>Nr de site-uri rurale in functiune (din foaia "Capacity") x costul de mentenanta a site-ului (din foaia "Unit Cost")</i>
B17-R17	Formula	Costuri cu energia electrica pentru site-uri rurale nepartajate – calculate utilizand formula <i>Nr de site-uri rurale in functiune (din foaia "Capacity") x costul cu energia electrica a site-ului (din foaia "Unit Cost")</i>
B18-R18	Formula	Cheltuieli totale de capital (Capex) pentru site-uri rurale nepartajate = <i>achizitia + constructia + upgrade-ul + echipamentele + transceiver-ele</i>
B19-R19	Formual	Cheltuieli operationale totale (Opex) pentru site-uri rurale nepartajate = <i>inchiriere + mentenanta + energie electrica</i>
B21-R33	Formula	La fel ca mai sus pentru site-uri urbane / suburbane exclusive

Celula/le	Tip	Functionalitate
B37-R46	Formula	La fel ca mai sus pentru site-uri rurale partajate
B51-B62	Formula	La fel ca mai sus pentru site-uri urbane / suburbane partajate
B64-R64	Formula	Taxa de spectru amortizata, preluata din foaia "Unit Costs" in concordanta cu operatorul selectat in foaia "Main"
B66-R67	Formula	Taxe anuale de spectru bazate pe suma per MHz (din foaia "Unit Costs") si largimea de banda pentru care s-au acordat licente in fiecare banda (din foaia "Spectrum")
B69-R69	Formula	Total general cheltuieli de capital (Capex) – Suma cheltuielilor de capital pentru toate tipurile de site-uri
B70-R70	Formula	Total general cheltuieli operationale (Opex) – Suma cheltuielilor operationale pentru toate tipurile de site-uri
B71-R71	Rezultat	Taxele de spectru (total) ca % al cheltuielilor operationale in fiecare an
B72	Formula	Rata de discount rate (din foaia "Main")
B74-B76	Rezultat	Valorile VAN pentru Opex, Capex si totalul cheltuielilor din perioada 2010-2025 utilizand rata de discount specificata