

მობილური კომუნიკაციების ხარისხის კონტროლი თელავი



კომუნიკაციების კომისია
თბილისი, 2023

1. შესავალი

ანგარიში მომზადებულია კომუნიკაციების კომისიის აპარატის სპექტრისა და ტექნოლოგიის დეპარტამენტის მიერ, ანგარიში მოიცავს „დრაივ ტესტის“ ინფორმაციას და მისი მიზანია მთელი საქართველოს მასშტაბით მობილური მომსახურებების ხარისხის კვლევა და მონიტორინგი. მსგავსი კვლევები ევროპის უმეტეს ქვეყნებში ტარდება და მისი მიზანია მობილური მომსახურების ბაზარზე ჯანსაღი კონკურენციის გაძლიერება, მომსახურებების ხარისხის გაზრდას და კავშირის მდგრადობის უზრუნველყოფა.

ანგარიში ასახავს მობილური ქსელების შეფასების ისეთ მახასიათებელს, როგორებიცაა ქსელის დაფარვის გეოგრაფიული არეალი, ინტერფერენციის დონე, განხორციელებული ზარების სტატისტიკა და სხვა. საერთაშორისო პრაქტიკის და რეკომენდაციების მიხედვით, თითოეულისათვის განსაზღვრულია შესაბამისი KPIs (Key Performance Indicators), რომლებიც განაპირობებენ წარმადობის ძირითად მახასიათებლებს.

2. მონიტორინგის შედეგი

მონიტორინგის პერიოდი: მარტი 2023 წ.



2.1. Voice Calls - ხმოვანი ზარები (GSM, UMTS)

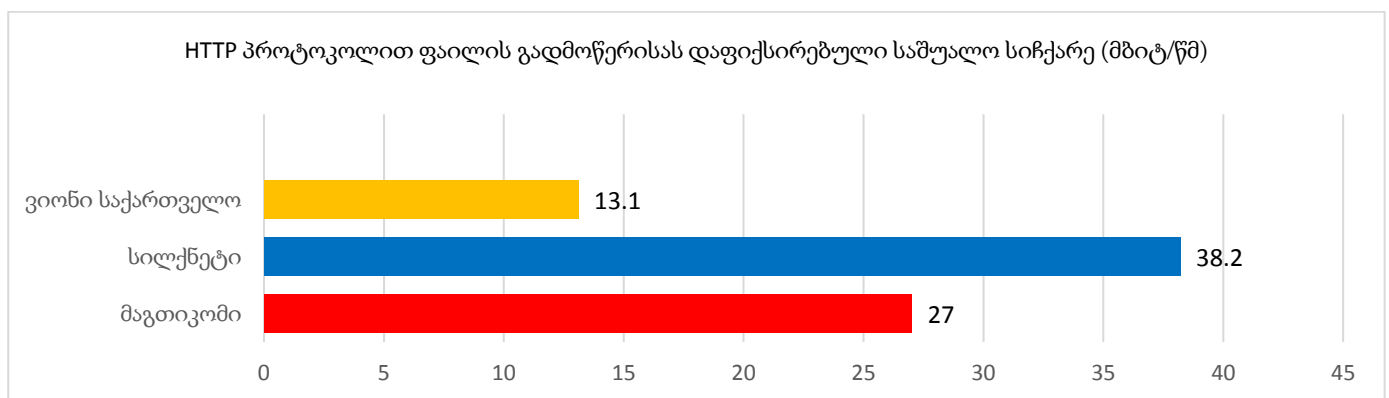
Good Calls			ზღვრული მნიშვნელობა: 96.00%
მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო	
98.9%	100.0%	92.0%	

Failed Calls			ზღვრული მნიშვნელობა: 4.0%
მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო	
1.1%	0.0%	8.0%	

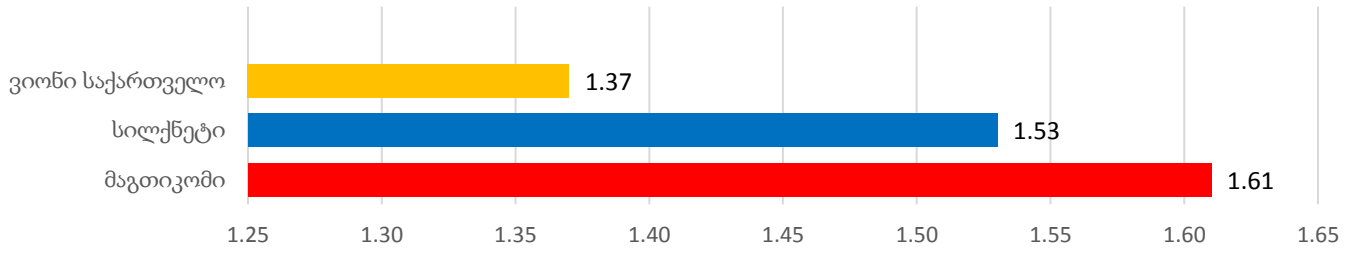
Call Setup Time (s)				ზღვრული მნიშვნელობა: 10s
	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო	
< 10	90.22%	94.57%	12.35%	
10-15	7.61%	5.43%	85.19%	
>15	2.17%	0.00%	2.47%	

2.2. მონაცემთა გადაცემის მომსახურება (LTE)

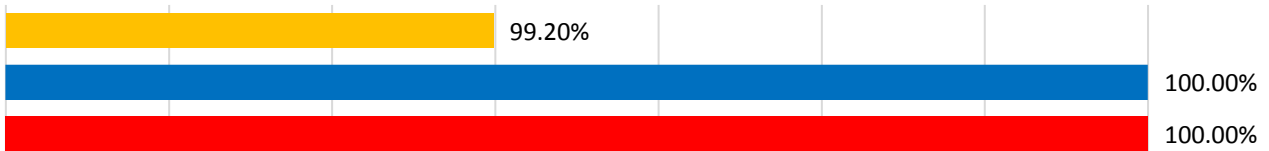
HTTP Average Data Rate (მბიტ/წმ)			ზღვრული მნიშვნელობა: 5.5
მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო	
27	38.2	13.1	



Kepler-ის გვერდის ჩამოტვირთვის დროს დაფიქსირებული საშუალო სიჩქარე (მბიტ/წმ)



HTTP პროტოკოლით მიმართვისას წარმატებული ცდების პროცენტული მაჩვენებელი



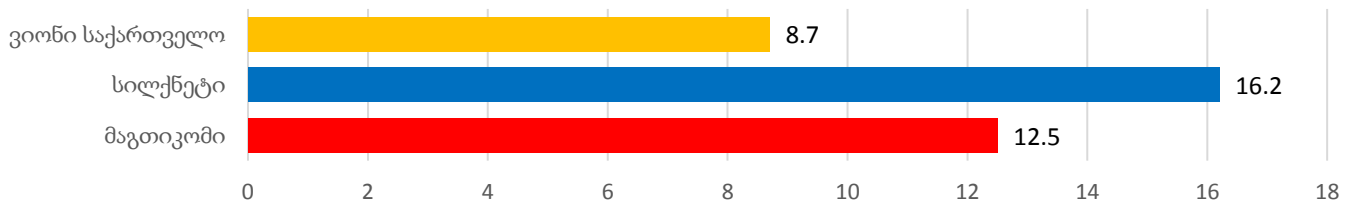
FTP Average Data Rate (მბიტ/წმ)

ზღვრული მნიშვნელობა:

5.5

ოპერატორი	საშუალო სიჩქარე (მბიტ/წმ)
მაგთიკომი	12.5
სილქნეტი	16.2
ვიონი საქართველო	8.7

FTP პროტოკოლით ფაილის ატვირთვისას დაფიქსირებული საშუალო სიჩქარე (მბიტ/წმ)

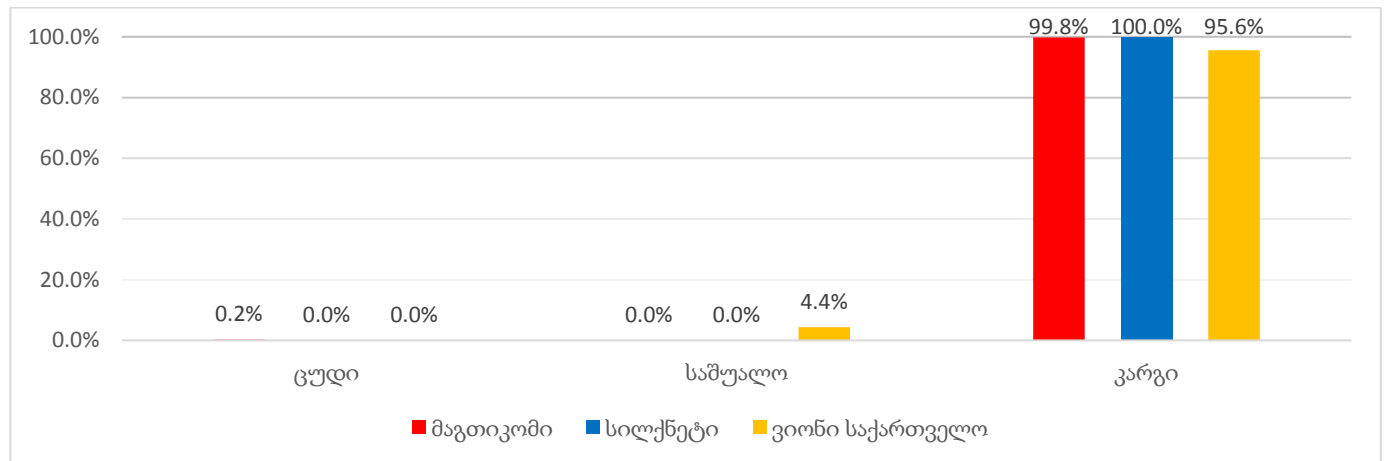


FTP პროტოკოლით მიმართვისას წარმატებული ცდების პროცენტული მაჩვენებელი

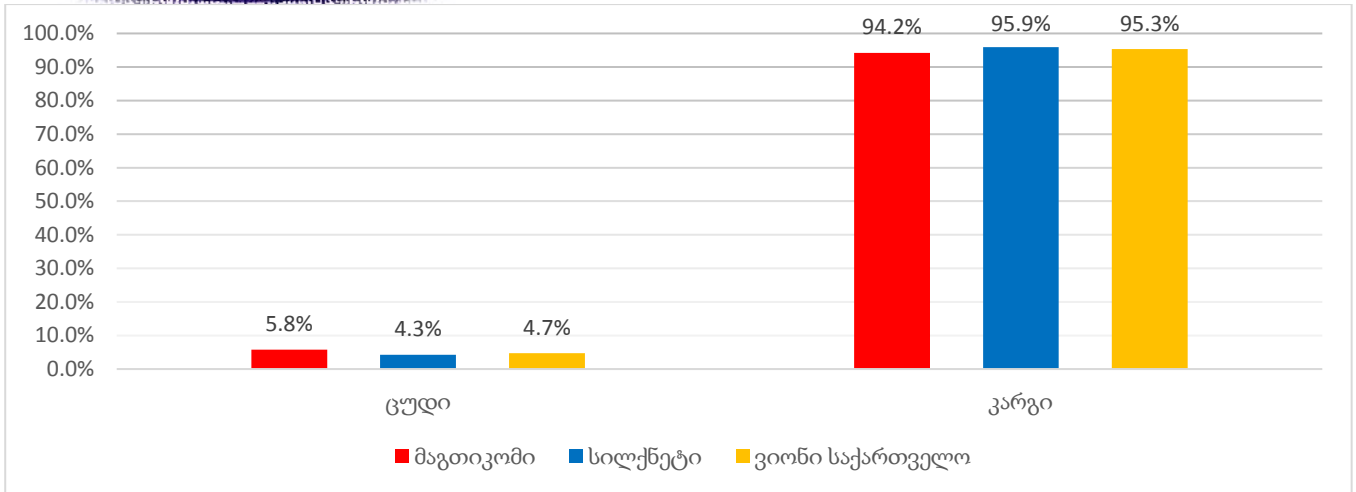


2.3. GSM ტექნოლოგიაზე მომუშავე ქსელები

RX_LEV (dbm)	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო
<= -96dbm	0.2%	0.0%	0.0%
<= -92dbm	0.0%	0.0%	0.0%
<= -80dbm	0.0%	0.0%	4.4%
<= -56dbm	43.8%	41.9%	70.5%
<= -40dbm	51.1%	49.0%	22.2%
> -40dbm	4.9%	9.1%	2.9%

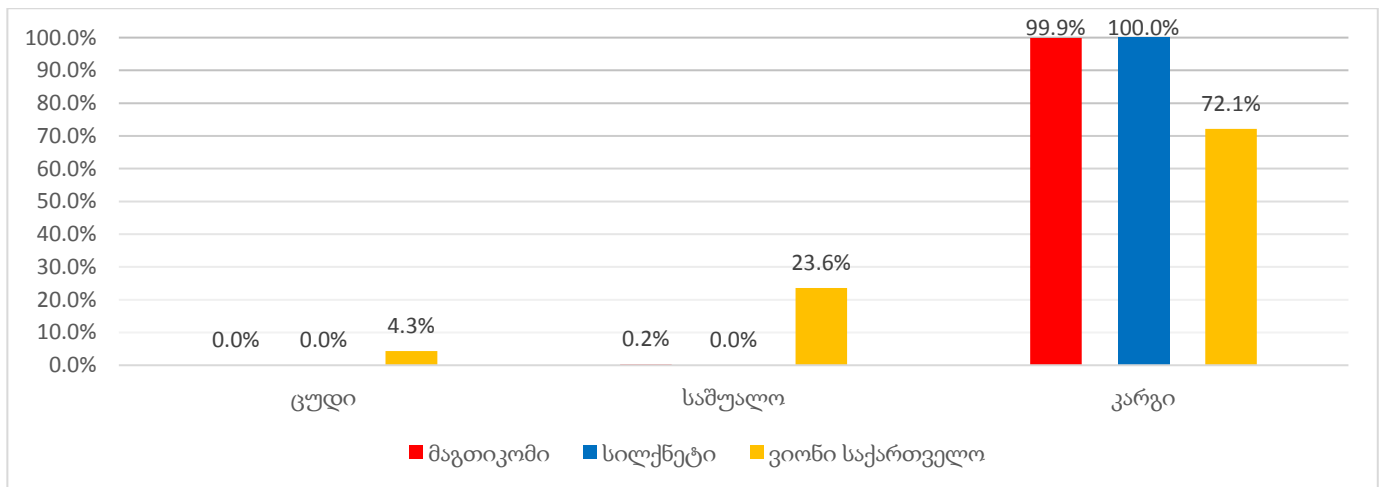


C/I (db)	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო
<= 8 db	0.2%	0.7%	0.2%
<= 14 db	2.2%	1.9%	1.3%
<= 18 db	3.4%	1.7%	3.2%
<= 24 db	17.0%	6.8%	24.6%
<= 32 db	60.7%	49.2%	59.3%
> 32 db	16.5%	39.9%	11.4%

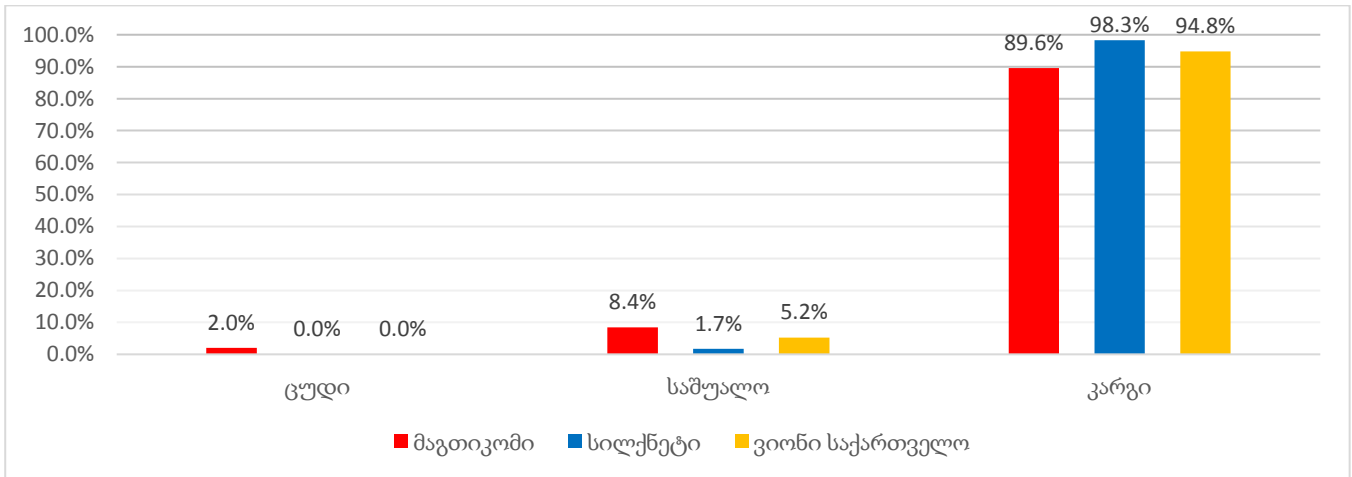


2.4. UMTS ტექნოლოგიაზე მომუშავე ქსელები

RSCP (dbm)	კარგი: -85dbm		ცუდი: -95dbm
	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო
<= -100dbm	0.0%	0.0%	2.5%
<= -95dbm	0.0%	0.0%	1.8%
<= -85dbm	0.2%	0.0%	23.6%
<= -75dbm	9.1%	4.2%	35.6%
<= -60dbm	53.1%	49.2%	28.6%
> -60dbm	37.7%	46.6%	7.9%

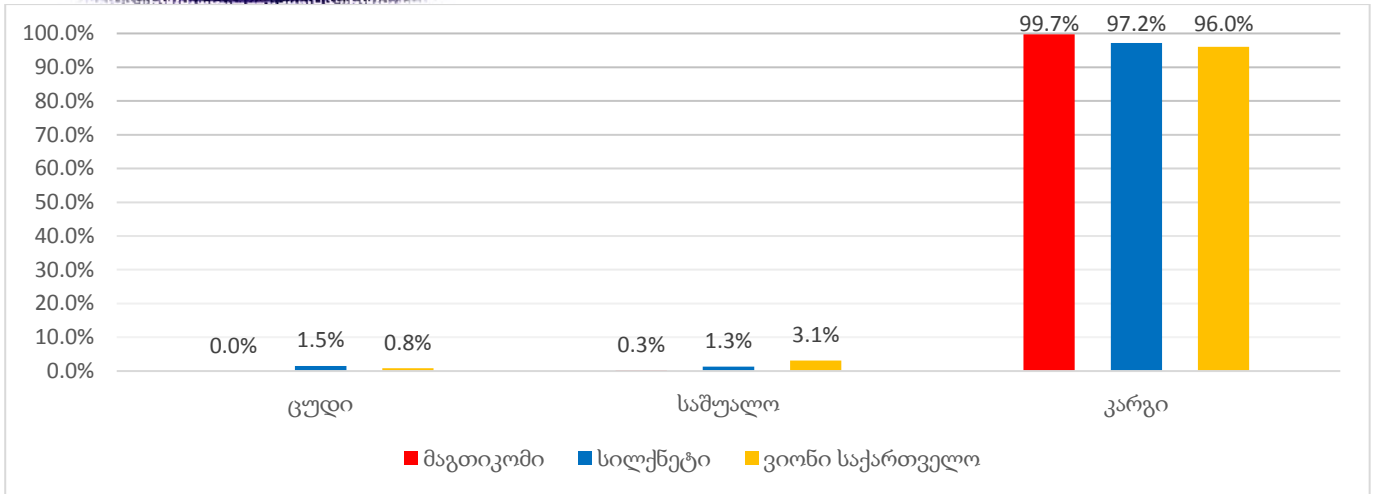


Ec/Io (db)	კარგი: -10db			ცუდი: -15db		
	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო
<= -25 db	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<= -20 db	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<= -15 db	1.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
<= -10 db	8.4%	1.7%	5.2%	8.4%	1.7%	5.2%
<= -6.3 db	38.7%	34.5%	35.6%	38.7%	34.5%	35.6%
> -6.3 db	50.9%	63.8%	59.2%	50.9%	63.8%	59.2%

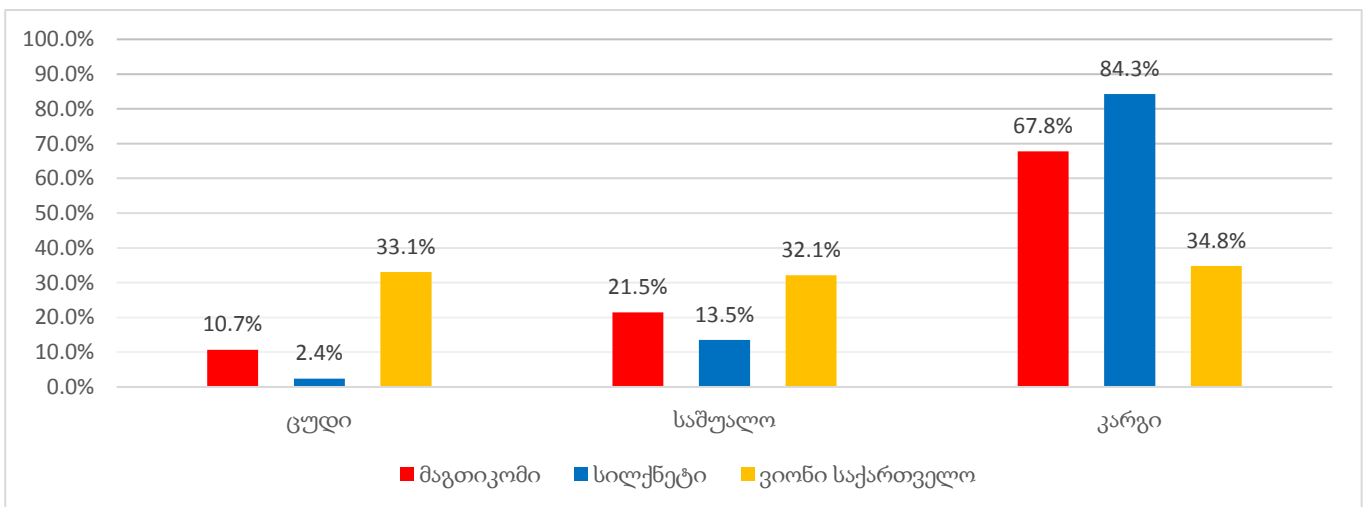


2.5. LTE ტექნოლოგიაზე მომუშავე ქსელები

RSRP (db)	კარგი: -100dbm			ცუდი: -108dbm		
	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო
<= -115 dbm	0.0%	0.8%	0.3%	0.0%	0.8%	0.3%
<= -108 dbm	0.0%	0.7%	0.5%	0.0%	0.7%	0.5%
<= -100 dbm	0.3%	1.3%	3.1%	0.3%	1.3%	3.1%
<= -90 dbm	2.7%	2.7%	14.8%	2.7%	2.7%	14.8%
<= -60 dbm	88.2%	78.9%	79.5%	88.2%	78.9%	79.5%
> 60 dbm	8.8%	15.6%	1.7%	8.8%	15.6%	1.7%



SINR (db)	კარგი: 5db		ცუდი: 0db
	მაგთიკომი	სილქნეტი	ვიონი საქართველო
<= -10 db	0.0%	0.2%	1.2%
<= 0 db	10.7%	2.2%	31.9%
<= 5 db	21.5%	13.5%	32.1%
<= 10 db	29.8%	29.6%	20.0%
<= 15 db	21.2%	30.4%	9.1%
> 15 db	16.8%	24.3%	5.7%



3. „დრაივ-ტესტის“ მეთოდოლოგია

3.1. გამოყენებული აპარატურა

სურათი 2 ასახავს „დრაივ-ტესტის“ დროს გამოყენებული აპარატურის ჩართვის სქემას:

- ავტომობილი აღჭურვილია: კომპიუტერით, რომლითაც იმართება გაზომვები, მობილური ტერმინალები და სკანერი; 3 ერთეული მობილური ტერმინალით Samsung Galaxy S4, ახორციელებენ ზარის წამოწყებას თითოეული ოპერატორის მობილურ ქსელში; 3 ერთეული მობილური ტერმინალით Sony Xperia XZ1, რომლებიც ახორციელებენ მონაცემთა გადაცემის ტესტირებას თითოეული ოპერატორის მობილურ ქსელში; სკანერი Rohde&Schwarz TSMW-ით ხორციელდება GSM/UMTS/LTE ტექნოლოგიების სკანირება. სკანერს გააჩნია 2 დამოუკიდებელი ანტენა, რომლებიც განთავსებულია ავტომობილის სახურავზე. სკანერი აღჭურვილია GPS¹ მიმღები მოწყობილობით, მისი ანტენა განთავსებულია ავტომობილის სახურავზე.
- კომუნიკაციების კომისიის შენობაში განთავსებულია 3 მობილური ტერმინალი Samsung Galaxy S4. აღნიშნული ტერმინალები ფუნქციონირებენ მხოლოდ ზარის ტერმინაციის რეჟიმში. განთავსების ადგილი შერჩეულია სიგნალის მაქსიმალურად სტაბილური მიღების დონის და მინიმალური BPL²-ის გათვალისწინებით.



ტესტის დროს უზრუნველყოფილია iCPL³ გაზომვები და უნდა იყოს გათვალისწინებული დამატებითი მილევადობის დონე 5–15dB⁴, რათა კომპენსირდეს სიგნალის მილევა ავტომობილის სალონში.

¹ GPS (Global Positioning System) - გლობალური პოზიციონირების სისტემა.
² BPL (Building Penetration Loss, dB) – მილევადობა, რომელსაც განიცდის რადიო სიგნალი შენობაში შეღწევისას.
³ iCPL, CPL (in-Car Penetration Loss, dB) – მილევადობა, რომელსაც განიცდის რადიო სიგნალი ავტომობილის სალონში შეღწევისას.
⁴ Radio Interference System Planning for GSM/GPRS/UMTS, Jukka Lempiainen, Matti Manninen

3.2. მონაცემების ანალიზი

კვლევაში მოყვანილი გაზომვების დამუშავება უზრუნველყოფილია Rohde&Schwarz Network Problems Analyzer პროგრამული უზრუნველყოფით. გრაფიკების და დიაგრამების ნაწილი აგებულია MapInfo, Microsoft Excel და MathLab პროგრამული უზრუნველყოფით.

4. შეფასების კრიტერიუმები

4.1. ხმოვანი გამოძახების მომსახურება

გაზომვები წარმოებს ეგრეთ წოდებული „ფანჯრის“ პრინციპით, სადაც განსაზღვრულია ზარის დრო, პაუზის დრო და რეგენერაციის პერიოდი (ან მათი კომბინაცია). იხილეთ სცენარი:

- ზარი ხორციელდება იმავე ოპერატორის ქსელში ჩართულ მობილურ ტერმინალზე;
- ზარის ფანჯარა - 100 წამი, რომელიც შედგება:
 - ზარის წამოწყება - 15 წამი;
 - ხმოვანი ზარი - 100 წამს გამოკლებული ზარის წამოწყების ხანგრძლივობა;
 - პაუზა ზარებს შორის - 10 წამი.
 - ციკლის განმეორება.

გამოყენებულია თავისუფალი რეჟიმი GSM, WCDMA ან LTE ტექნოლოგიებს შორის.



ხმოვანი გამოძახების შეფასებისას იზომება და ფასდება შემდეგი ძირითადი პარამეტრი:

- Failed Calls – ზღვრული მნიშვნელობა: < 4%;
- Good Call - ზღვრული მნიშვნელობა: >= 96%;
- Call Setup Time - ზღვრული მნიშვნელობა: <= 5წმ.

Failed Calls: წარუმატებლად განხორციელებული ზარების (Failed Calls) პროცენტული მაჩვენებელი: შედგება შეწყვეტილი ზარებისა ან მომსახურების არ არსებობისაგან. (Call Canceled და Blocked) - როდესაც ტერმინალის მიერ ინიცირებული ხმოვანი გამოძახება ვერ ხორციელდება. მომსახურების არ

⁵ Nochiri.Ifeoma.U, C.C Osuagwu, K.C. Okafor, Empirical Analysis on the GSM Network KPIs Using Real- Time Methodology for a Novel Network Integration, Progress In Science and Engineering Research Journal, გვერდი 98

არსებობა (No Service) - როდესაც დამყარება ვერ ხერხდება სატელეფონო მომსახურების არ არსებობის გამო.

Good Call: წარმატებულად განხორციელებული ზარების (Good Call) პროცენტული მაჩვენებელი - როდესაც მობილური ტერმინალი აგზავნის შესაბამის მოთხოვნას ქსელში, რის შემდეგაც ხორციელდება ქსელის მიერ რესურსების გამოყოფა, საბოლოო აბონენტის ტერმინალთან კავშირის დამყარება და, განსაზღვრული დროის შემდეგ, კავშირის კორექტული შეწყვეტა.

Call Setup Time: კავშირის დამყარების დრო (Call Setup Time, წამებში), დრო რომელიც გადის აბონენტის ნომრის აკრეფიდან უშუალოდ ხმოვანი კავშირის დამყარებამდე.

4.2. მონაცემთა გადაცემის მომსახურება

მონაცემთა გადაცემის მომსახურების შეფასების მიზნით, თითოეული სესია შედგება სხვადასხვა სახის დავალებებისგან. მონაცემთა ჩატვირთვის სიჩქარის შესაფასებლად საჭიროა, მოხდეს ფიქსირებული ზომის ფაილის სერვერზე ატვირთვა/ჩამოტვირთვა (ETSI TR 102 678-ს რეკომენდაცია):

- HTTP (Downlink Speed) - მინიმალური: ≥ 0.2 მბიტ/წმ; კარგი: ≥ 5.5 მბიტ/წმ.
- FTP (Uplink Speed) - მინიმალური: ≥ 0.2 მბიტ/წმ; კარგი: ≥ 5.5 მბიტ/წმ.

4.3. GSM ქსელის დაფარვის მახასიათებლები

როგორც ცნობილია, GSM მობილური ტერმინალის სტაბილური მუშაობისათვის საკმარისია -92 dBm⁶ მიღების დონე (RxLev), მაგრამ მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ადამიანის სხეულით და შენობაში/ავტომობილში შეღწევისას⁷ გამოწვეული სიგნალის დანაკარგები, და ეს მაჩვენებლები აღწევს -80 dBm⁸ (RxLev).

GSM ქსელში იზომება და ფასდება ორი ძირითადი პარამეტრი, რომელიც განსაზღვრავს დაფარვის ზონასა და ხარისხს RxLev და C/I.

RxLev: სკანერის მიერ გაზომილი GSM სიგნალის ფიჭური სადგურიდან მიღებული სიგნალის დონე RxLev, რომელიც ფიქსირდება გაზომვის კონკრეტულ წერტილში და წარმოადგენს საუკეთესო სიგნალს მოცემული ლოკაციისათვის. კარგი: > -80 ; ცუდი ≤ -92 დბმ.

C/I: გადამტანისა და ინტერფერენციის ფარდობა C/I⁹. ზღვრული მნიშვნელობა: ≥ 18 ¹⁰ დბ.

⁶ CEPT-ის რეკომენდაცია, ECC REPORT 118, p. 6: RxLev ≥ -92 dBm [RxLev ≥ 18 (ბიჯების მიხედვით)].

⁷ ETSI GSM recommendation 03.30: BPL ტოლია 15-18 dB-ის მსხვილ დასახლებულ პუნქტში და 10 dB-ის რაიონებში. წინამდებარე კვლევაში, Rohde&Schwartz-ის რეკომენდაციაზე დაყრდნობით, გამოყენებულია BPL=12 dB.

⁸ -92 dBm+12dB = -80 dBm.

⁹ Carrier to Interference ratio

¹⁰ Jörg Eberspächer, Hans-Jörg Vögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann, GSM – Architecture, Protocols and Services, 2009, გვერდი 26.

4.4. UMTS ქსელის დაფარვის მახასიათებლები

როგორც ცნობილია, UMTS (CAT 3)¹¹ მობილური ტერმინალის სტაბილური მუშაობისათვის საკმარისია -95 dBm¹² მიღების დონე (RSCP), მაგრამ მხედველობაში უნდა იქნას აღებული ადამიანის სხეულით და შენობაში/ავტომობილში გამოწვეული სიგნალის მიღევადობა (დაახლოებით 8-12dBm), ეს მაჩვენებლები აღწევს -85 dBm. ზოგადად, განსაზღვრულია შემდეგი დონეები ველის დამაბულობისათვის: კარგი (RSCP > -80 dBm), საშუალო (-80 dBm >= RSCP > -95 dBm) და სუსტი (RSCP <=-95 dBm)¹³.

UMTS ქსელში იზომება და ფასდება ორი ძირითადი პარამეტრი, რომელიც განსაზღვრავს დაფარვის ზონასა და ხარისხს RSCP და Ec/Io.

RSCP: მიღებული სიგნალის დონე RSCP (Received Signal Code Power), ანუ მიღებული სიგნალის კოდის სიმძლავრე. განსაზღვრულია UMTS ტექნოლოგიის ქსელში. კარგი: > -85; ცუდი < -95 დბმ.

Ec/Io: სიგნალ/ინტერფერენციის ფარდობა Ec/Io. კარგი: > -6.3¹⁴ დბ; ცუდი < -15 დბ.

4.5. LTE ქსელის დაფარვის მახასიათებლები

LTE ქსელში იზომება და ფასდება როგორც ძირითადი, ასევე სხვა დამატებითი:

- RSRP - კარგი: > -100დბმ¹⁵; ცუდი < -108დბმ.
- SINR - კარგი: > = 10დბ; ცუდი < 5დბ.

RSRP: რეფერენტული სიგნალის მიღებული სიმძლავრე. (RSRP - Reference Signal Received Power). პარამეტრი, რომელიც გამოიყენება სიგნალის დონის გასაზომად

SINR: სიგნალის ფარდობა ინტერფერენციასა და ხმაურთან (SINR - Signal to Interference and Noise Ratio). პარამეტრი, რომელიც წარმოადგენს მოცემული სიგნალის სიმძლავრის ფარდობას ინტერფერენციის სიმძლავრის (წარმოიქმნება სხვა სიგნალებისაგან) და არხში არსებული ხმაურის სიმძლავრის ჯამთან.

¹¹ Category 3 - მე-3 კატეგორიის ტერმინალი. თითოეული კატეგორია განსაზღვრავს მობილური ტერმინალის მგრძობიარობის დონეს, გადაცემის მაქსიმალურ სიმძლავრეს, ამა თუ იმ მომსახურებისათვის აუცილებელ პირობებს და სხვა.

¹² ADVANCEDCELLULAR NETWORK PLANNING AND OPTIMISATION, Ajay R Mishra

¹³ HSPA Performance and Evolution, A Practical Perspective. Pablo Tapia, Jun Liu, Yasmin Karimli, Martin J. Feuerstein

¹⁴ D. Fox, Testing UMTS, 2008, გვერდი 117

¹⁵ Ralf Kreher, Karsten Gaenger, LTE SIGNALING, TROUBLESHOOTING, AND OPTIMIZATION, გვერდი 230, 517