

მობილური კომუნიკაციების ხარისხის კონტროლი ნოემბერი 2024 ქუთაისი



კომუნიკაციების კომისია
ქეთევან წამებულის გამზ/ბოჭორმის ქ. 50/18
თბილისი, 0144,
2024

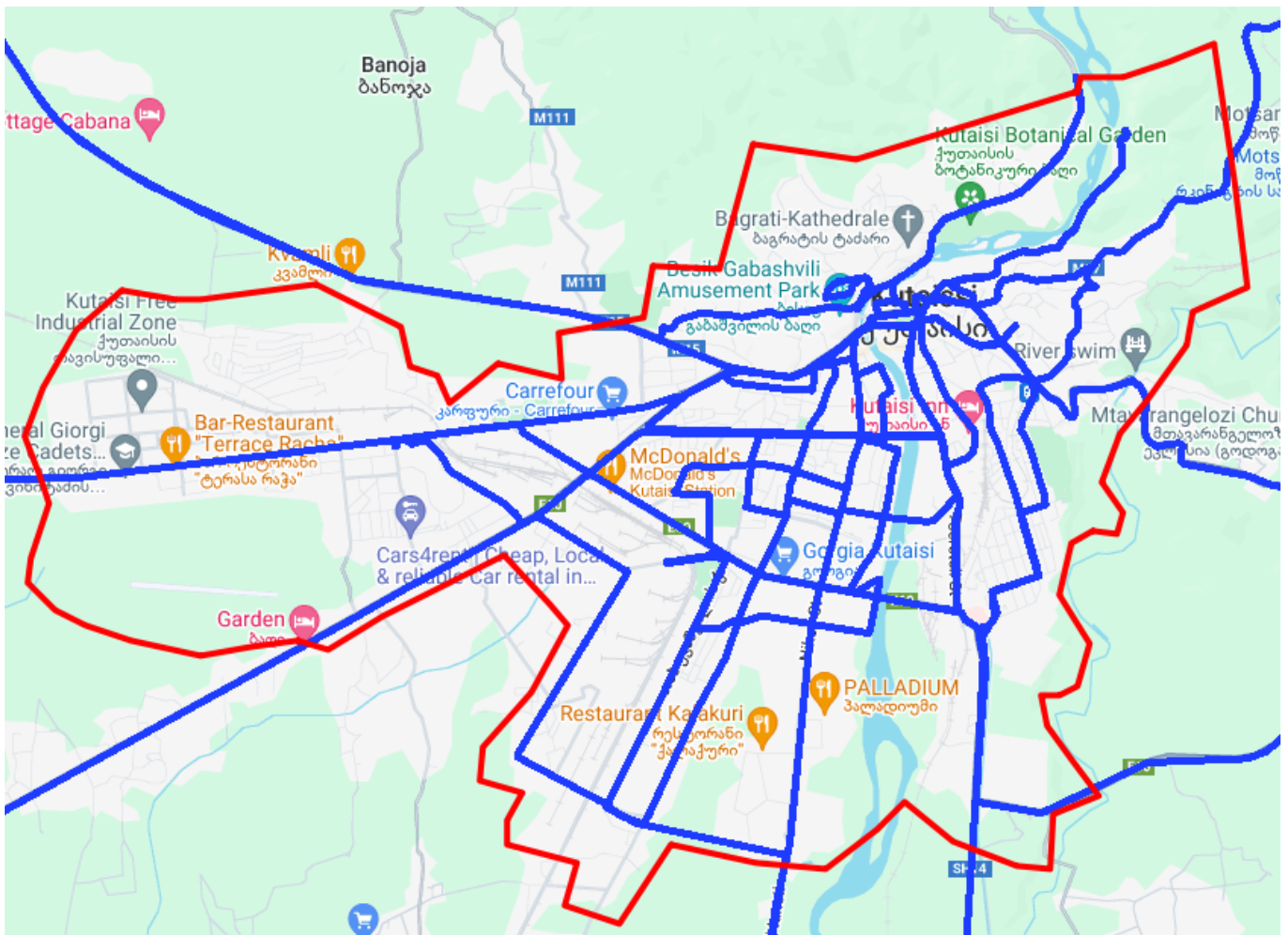
1. შესავალი

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

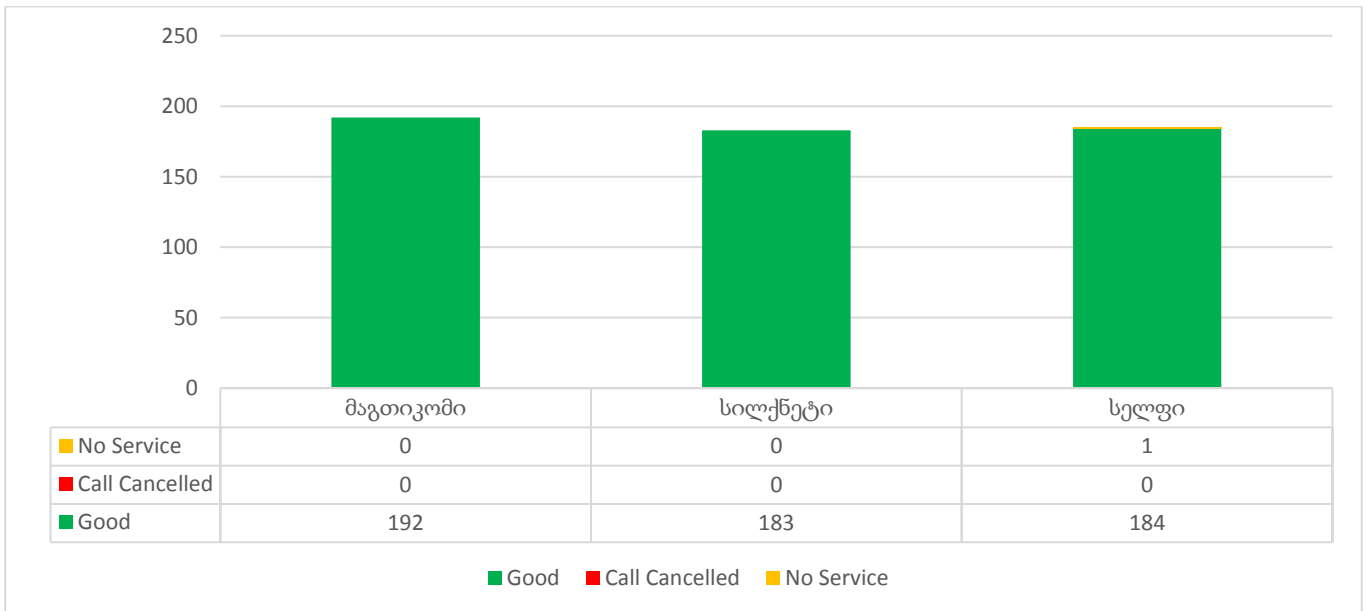
მონიტორინგის პერიოდი: ნოემბერი 2024 წ.



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

Good Calls	კარგი: $\geq 96.00\%$	ცუდი: $< 96.00\%$
მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
100.0%	100.0%	99.5%

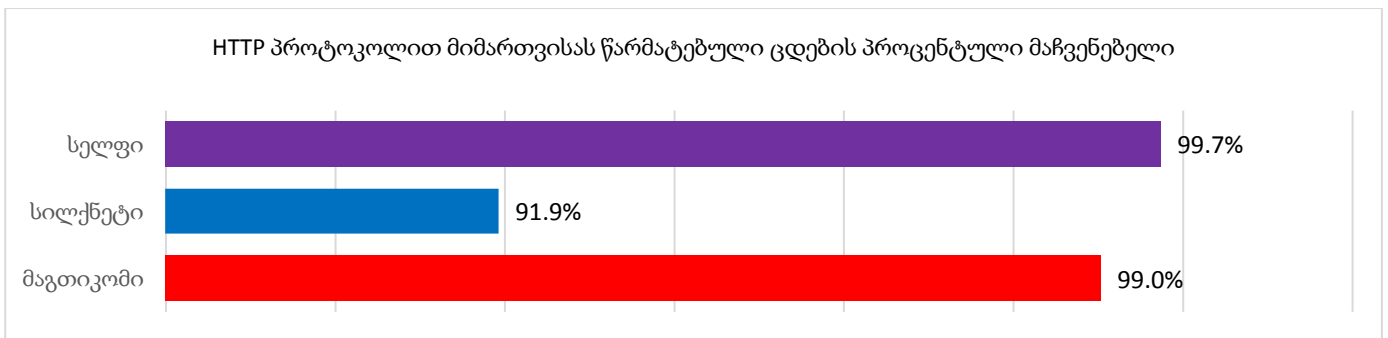
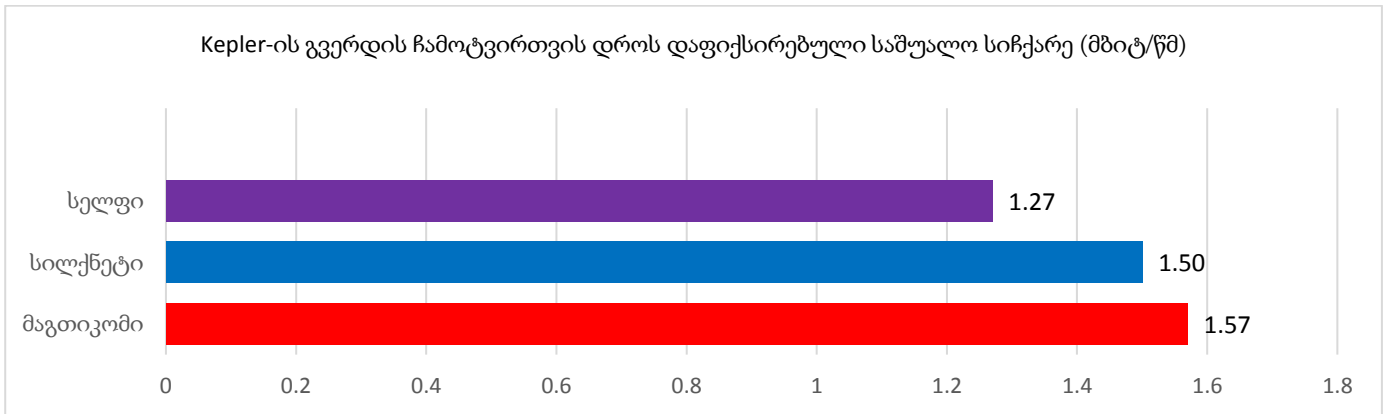
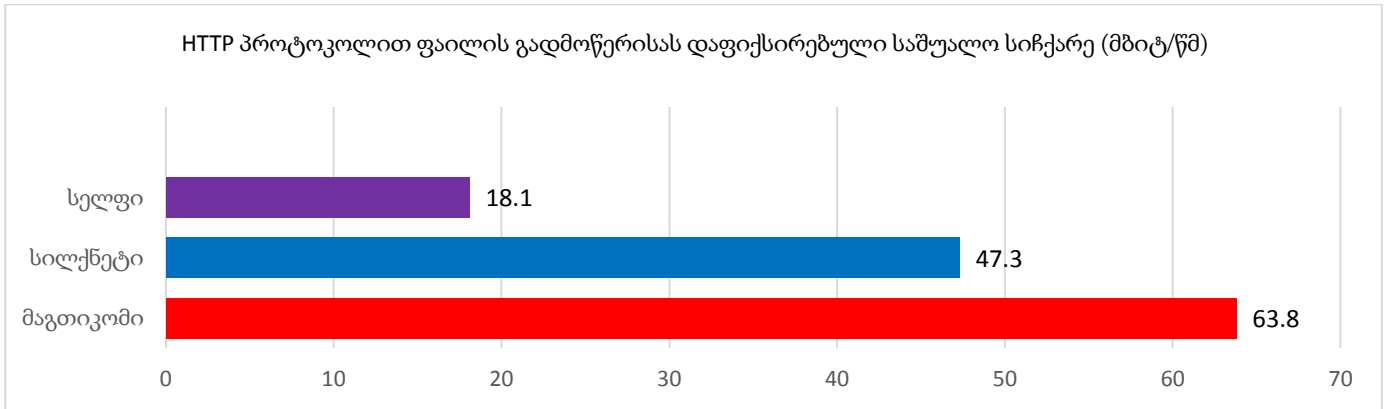
Failed Calls	კარგი: ≤ 4.0	ცუდი: > 4.0
მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
0.0%	0.0%	0.5%



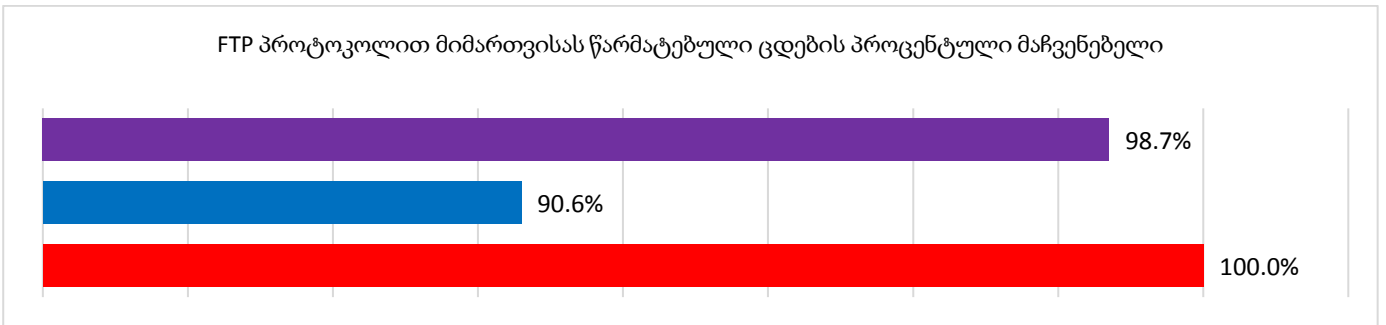
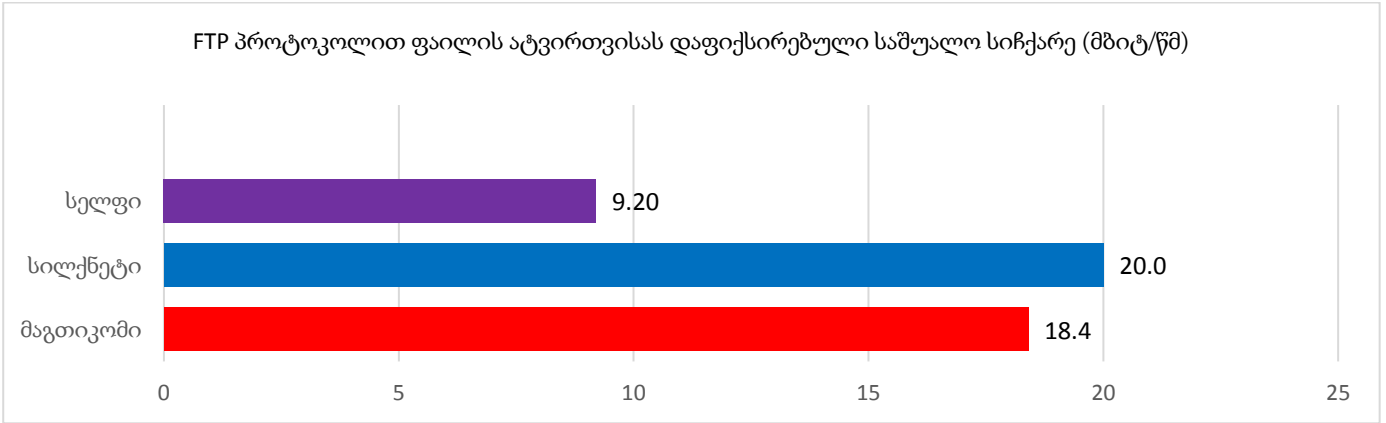
Call Setup Time (s)	ზღვრული მნიშვნელობა: $\leq 10s$		
	მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
< 10	28.13%	93.99%	79.89%
10-15	71.35%	6.01%	19.57%
>15	0.52%	0.00%	0.54%

2.2. მონაცემთა გადაცემის მომსახურება (LTE)

HTTP Average Data Rate (მბიტ/წმ)		კარგი: ≥ 5.5 მბიტ/წმ	ცუდი: < 5.5 მბიტ/წმ
მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი	
63.8	47.3	18.1	

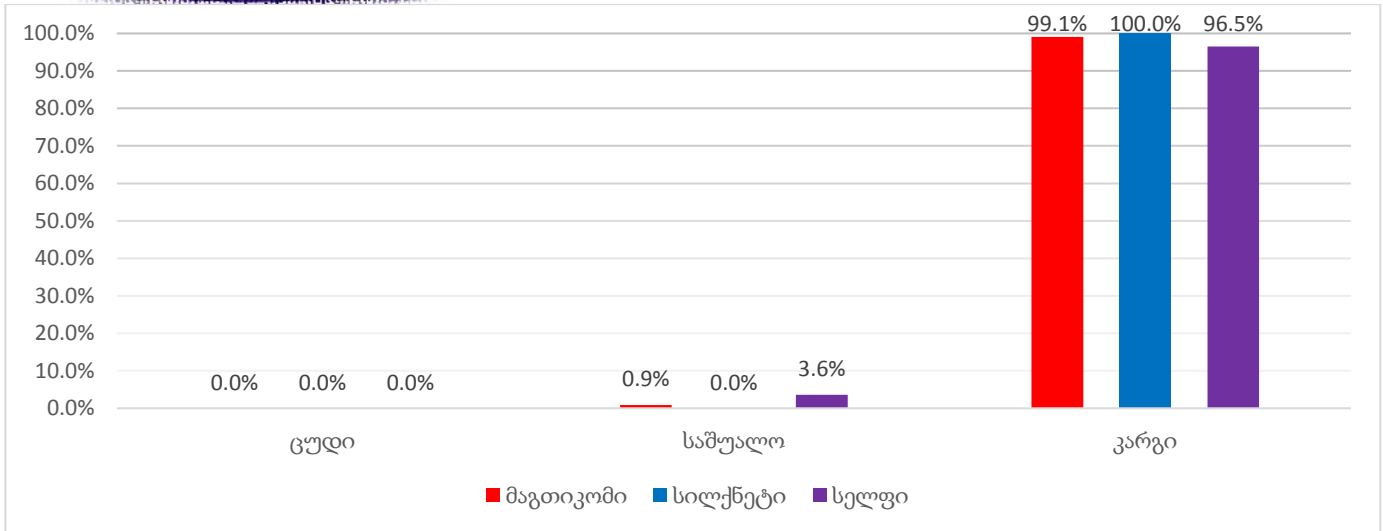


FTP Average Data Rate (მბიტ/წმ)			კარგი: ≥ 5.5 მბიტ/წმ	ცუდი: < 5.5 მბიტ/წმ
მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი		
18.4	20.0	9.20		



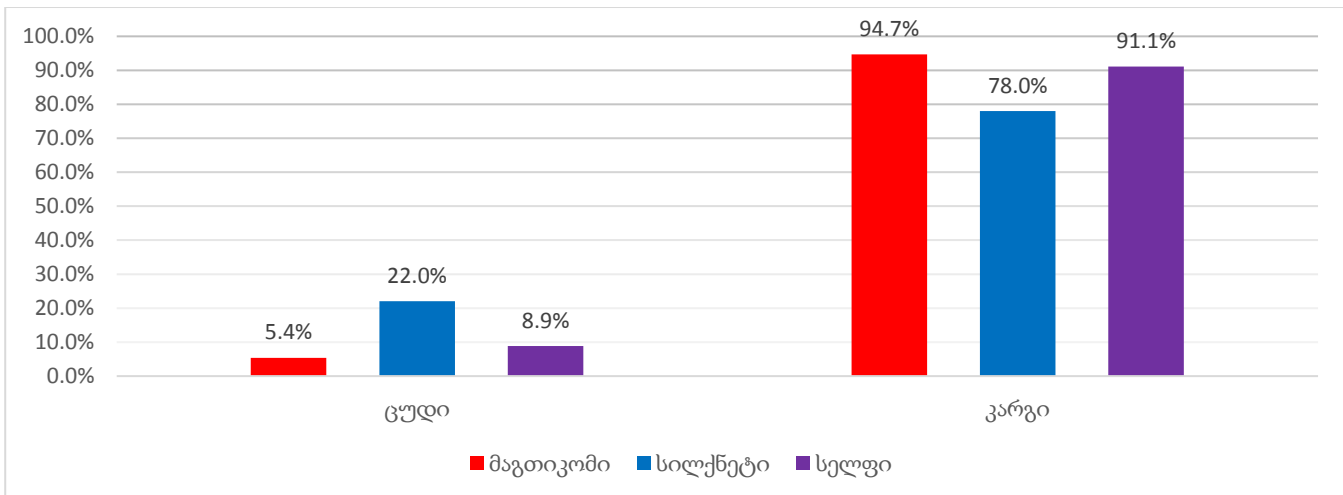
2.3. GSM ტექნოლოგიაზე მომუშავე ქსელები

RX_LEV (dbm)				კარგი: -80dbm	ცუდი: -92dbm
	მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი		
<= -96dbm	0.0%	0.0%	0.0%		
<= -92dbm	0.0%	0.0%	0.0%		
<= -80dbm	0.9%	0.0%	3.6%		
<= -56dbm	42.5%	42.8%	78.6%		
<= -40dbm	50.4%	51.8%	17.9%		
> -40dbm	6.2%	5.4%	0.0%		



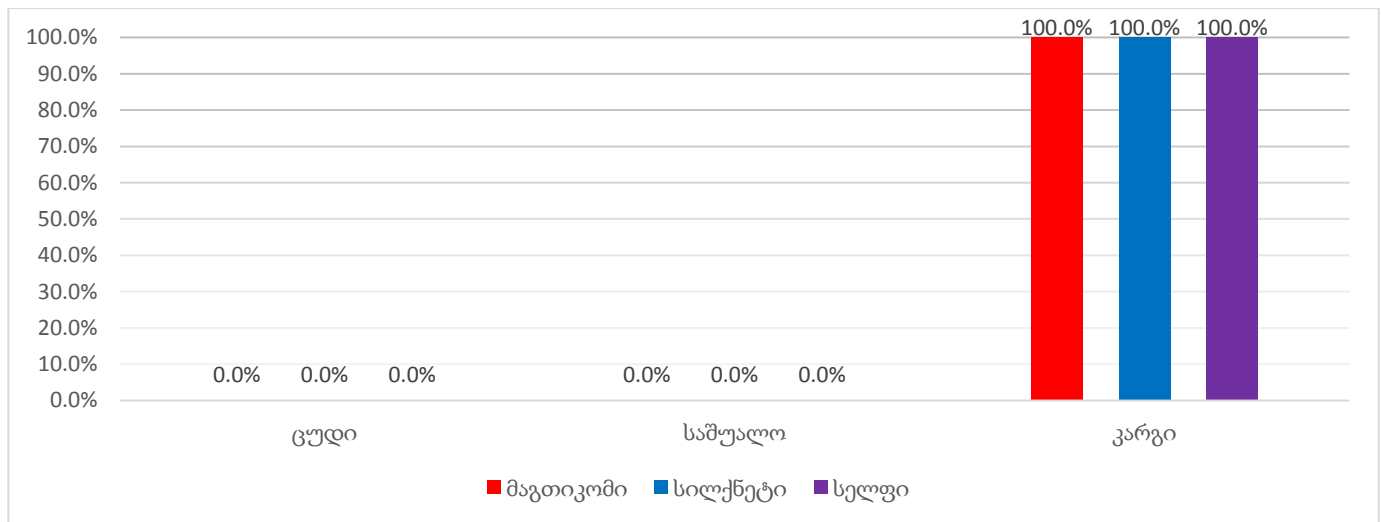
C/I (db) **ზღვრული მნიშვნელობა: 18db**

	მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
<= 8 db	0.9%	5.5%	0.0%
<= 14 db	0.0%	11.9%	2.7%
<= 18 db	4.5%	4.6%	6.2%
<= 24 db	13.4%	19.3%	17.9%
<= 32 db	67.9%	54.1%	71.4%
> 32 db	13.4%	4.6%	1.8%

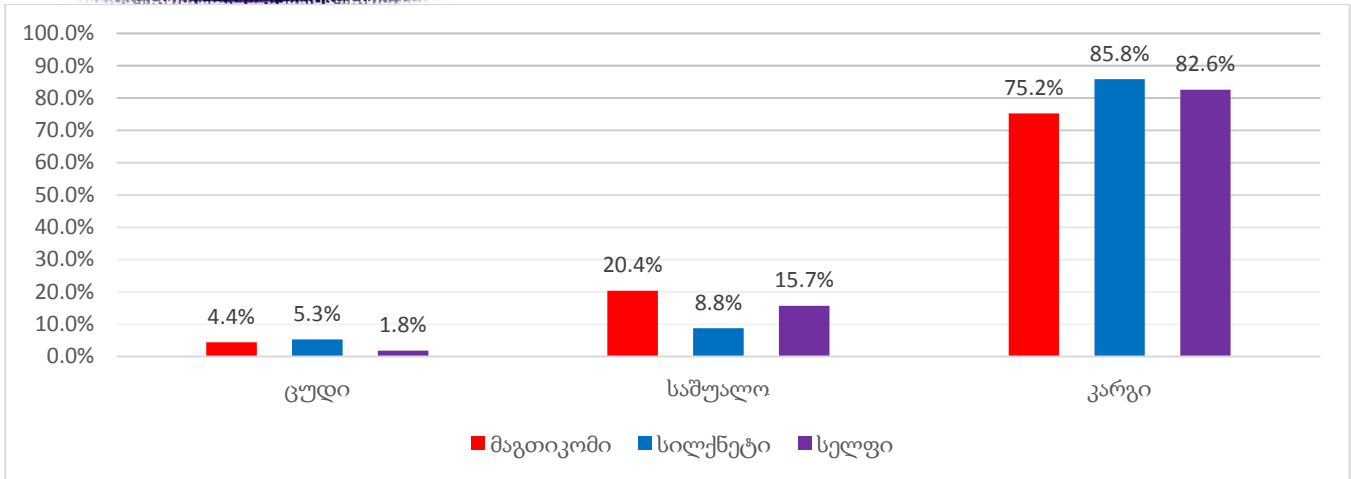


2.4. UMTS ტექნოლოგიაზე მომუშავე ქსელები

RSCP (dbm)	კარგი: -85dbm		ცუდი: -95dbm
	მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
<= -100dbm	0.0%	0.0%	0.0%
<= -95dbm	0.0%	0.0%	0.0%
<= -85dbm	0.0%	0.0%	0.0%
<= -75dbm	0.0%	1.8%	6.1%
<= -60dbm	56.6%	59.3%	82.6%
> -60dbm	43.4%	38.9%	11.3%

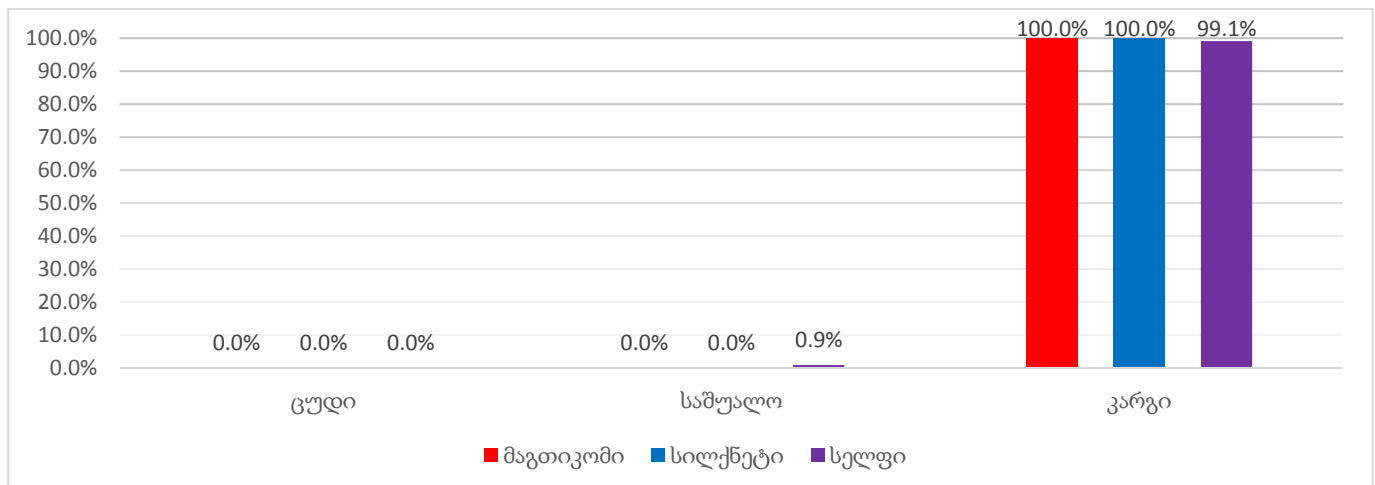


Ec/Io (db)	კარგი: -10db		ცუდი: -15db
	მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
<= -25 db	0.0%	0.0%	0.0%
<= -20 db	0.9%	1.8%	0.9%
<= -15 db	3.5%	3.5%	0.9%
<= -10 db	20.4%	8.8%	15.7%
<= -6.3 db	46.9%	50.4%	56.5%
> -6.3 db	28.3%	35.4%	26.1%

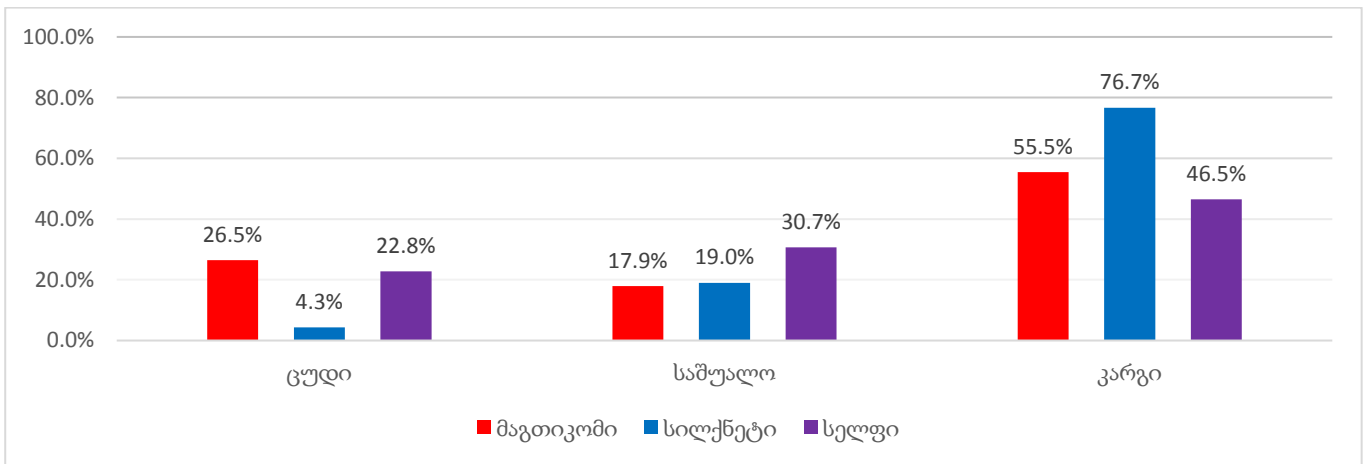


2.5. LTE ტექნოლოგიაზე მომუშავე ქსელები

RSRP (db)	კარგი: -100dbm		ცუდი: -108dbm
	მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
<= -115 dbm	0.0%	0.0%	0.0%
<= -108 dbm	0.0%	0.0%	0.0%
<= -100 dbm	0.0%	0.0%	0.9%
<= -90 dbm	0.8%	4.3%	5.3%
<= -60 dbm	77.8%	76.7%	84.2%
> 60 dbm	21.4%	19.0%	9.6%



SINR (db)	კარგი: 5db	ცუდი: 0db	
	მაგთიკომი	სილქნეტი	სელფი
<= -10 db	1.7%	0.9%	2.6%
<= 0 db	24.8%	3.4%	20.2%
<= 5 db	17.9%	19.0%	30.7%
<= 10 db	25.6%	25.0%	23.7%
<= 15 db	14.5%	29.3%	15.8%
> 15 db	15.4%	22.4%	7.0%



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.

¹ GPS (Global Positioning System) - გლობალური პოზიციონირების სისტემა.

- 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 მიღევადობის დონე 5–15dB⁴, რათა კომპენსირდეს სიგნალის მიღევა ავტომობილის სალონში.

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 - 90 წამი, რომელიც შედგება:
 - ზარის წამოწყება - 20 წამი;

² BPL (Building Penetration Loss, dB) – მიღევადობა, რომელსაც განიცდის რადიო სიგნალი შენობაში შეღწევისას.

³ iCPL, CPL (in-Car Penetration Loss, dB) – მიღევადობა, რომელსაც განიცდის რადიო სიგნალი ავტომობილის სალონში შეღწევისას.

⁴ Radio Interference System Planning for GSM/GPRS/UMTS, Jukka Lempinen, Matti Manninen

- ხმოვანი ზარი - 90 წამს გამოკლებული ზარის წამოწყების ხანგრძლივობა;
- პაუზა ზარებს შორის - 5 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: <= 10წმ.

Failed Calls: წარმატებლად 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 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.

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

4.3. GSM ქსელის დაფარვის მახასიათებლები

როგორც ცნობილია, GSM მობილური ტერმინალის სტაბილური მუშაობისათვის საკმარისია -92 dBm^6 მიღების დონე (RxLev), მაგრამ მხედველობაში უნდა იქნას მიღებული ადამიანის სხეულით და შენობაში/ავტომობილში შეღწევისას⁷ გამოწვეული სიგნალის დანაკარგები, და ეს მაჩვენებლები აღწევს -80 dBm^8 (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 ფიქური 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: $\geq 18^{10}$ დბ.

4.4. UMTS ქსელის დაფარვის მახასიათებლები

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

⁶ CEPT-ის რეკომენდაცია, ECC REPORT 118, p. 6: RxLev $\geq -92 \text{ dBm}$ [RxLev ≥ 18 (ბიჯების მიხედვით)].

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

⁸ $-92 \text{ dBm} + 12 \text{ dB} = -80 \text{ dBm}$.

⁹ Carrier to Interference ratio

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

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

Ec/Io: სიგნალ/ინტერფერენციის ფარდობა Ec/Io. კარგი: $> -6.3^{14}$ დბ; ცუდი < -15 დბ.

4.5. LTE ქსელის დაფარვის მახასიათებლები

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

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

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.

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

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