



## შპს „მობიტელის“ LTE ქსელის დანერგვა და KPI<sup>1</sup>

წინამდებარე ანგარიში მოამზადა საქართველოს კომუნიკაციების ეროვნული კომისიის აპარატის რადიოსიხშირეთა მართვის დეპარტამენტმა. ანგარიში მოიცავს ინფორმაციას “დრაივ-ტესტის” შესახებ. ინფორმაციამოძიებული იყო 2016 წლის თებერვალი-აპრილის განმავლობაში, საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე.

“დრაივ-ტესტის” მიზანს წარმოადგენს შპს „მობიტელის“ მიერ სალიცენზიო ვალდებულებების შემოწმება ფიჭური კავშირგაბმულობის ქსელის დაფარვის კუთხით და ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლების დადგენა.

წინამდებარე კვლევაში შესწავლილია უსადენო დაშვების ქსელების შეფასების ოთხი ძირითადი მახასიათებელი: ქსელის დაფარვის გეოგრაფიული არეალი, ინტერფერენციების დონე, სიგნალის ხარისხი, სიჩქარეების გაზომვები და სხვა.

იმისათვის, რომ მიღწეულიყო მაქსიმალური ობიექტურობა, კვლევამ მოიცვა სხვადასხვა გეოგრაფიულ წერტილებში სხვადასხვა დროს მიღებული გაზომვების სტატისტიკა, ნაცვლად ერთჯერადი გაზომვებისა. ვინაიდან გაცემული ლიცენზიის ძირითადი პირობა იყო საქართველოს ტერიტორიის 30% მცირედ დასახლებული პუნქტების დაფარვა, “დრაივ-ტესტის” მარშრუტი დაიგეგმა ამ პირობის გათვალისწინებით. კვლევის მსვლელობისას შესწავლილი იყო თითო რეგიონის გარკვეული ნაწილი, რაც, ექსტრაპოლაციის მეთოდის გამოყენებით, საშუალებას იძლევა შეიქმნას ობიექტური სურათი მთელ რეგიონზე. გამოყენებული მეთოდი აღიარებულია უმეტესი ქვეყნების (დიდი ბრიტანეთი, ირლანდია, გერმანია, პოლონეთი თურქეთი და სხვა), შესაბამისი საერთაშორისო ორგანიზაციების, ევროპის სტანდარტიზაციის ინსტიტუტისა და ევროკავშირის მიერ.

### 1. გამოყენებული აპარატურა

სურათი N1 ასახავს „დრაივ-ტესტის“ დროს გამოყენებული აპარატურის ჩართვის სქემას. ტესტის დროს გამოყენებული იყო ავტომობილი, რომელიც აღჭურვილია: პორტატული კომპიუტერით, რითაც იმართება გაზომვების ძირითადი ასპექტები და დანარჩენი აპარატურა (მობილური ტერმინალები და სკანერი); 3 ერთეული მობილური ტერმინალით Samsung Galaxy S4<sup>2</sup>, რითაც იზომება მიწოდებული მომსახურების ხარისხი და სიგნალის დონე; პორტატული სკანერით Rohde&Schwarz TSMW, რისი მეშვეობითაც ხორციელდება GSM/UMTS/LTE დიაპაზონების სკანირება. სკანერს აქვს 2 დამოუკიდებელი ანტენის მიერთების საშუალება, რომლებიც განთავსებულია ავტომობილის სახურავზე. სკანერი ასევე არის აღჭურვილი GPS<sup>3</sup> მიმღები მოწყობილობით, ხოლო მისი ანტენა ასევე განთავსებულია ავტომობილის სახურავზე.

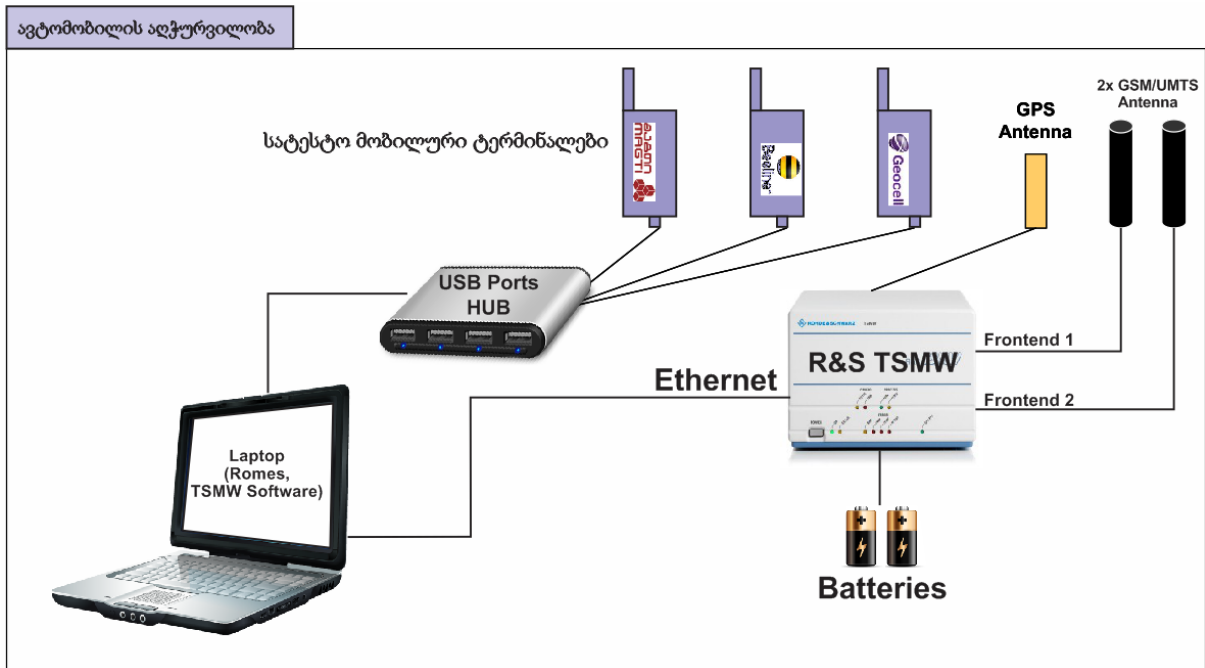
<sup>1</sup>KPI – Key Performance Indicators: წარმადობის ძირითადი მახასიათებლები

<sup>2</sup>Samsung Galaxy S4- საინჟინრო ფუნქციების მქონე ტერმინალი, GSM900, GSM1800, UMTS და LTE.

<sup>3</sup> GPS (Global Positioning System) - გლობალური პოზიციონირების სისტემა.



აღნიშნული აპარატურის კვება ხორციელდება ინტეგრირებული ავტონომიური კვების წყაროდან ან ავტომობილის ელექტროქსელიდან.



სურათი 1: გამოყენებული აპარატურის ბლოკ-სქემა

იმისათვის, რომ დავაკავშიროთ ავტომობილის სალონში არსებული ველის დაძაბულობა ნებისმიერ სხვა გარემოსთან, აუცილებელია მხედველობაში იქნეს მიღებული iCPL<sup>4</sup>, რომელიც, ამავე კვლევის პერიოდში იყო გაზომილი. მაგალითად, თუ ჩვენ ვიყენებთ რომელიმე რადიო-დაგეგმარების პროგრამულ უზრუნველყოფას,<sup>5</sup> თავისუფალ გარემოში სიგნალის მიერ შექმნილი ველის დაძაბულობის დასადგენად, მიწიდან 1.5 მეტრის სიმაღლეზე, გათვალისწინებული უნდა იყოს დამატებითი მილევადობის დონე 5–15dB<sup>6</sup>, რათა კომპენსირდეს სიგნალის მილევა ავტომობილის სალონში.

## 1.1. მარშრუტი

წინამდებარე კვლევის ფარგლებში დაიგეგმა ოპტიმალური „დრაივ-ტესტის“ მარშრუტი (იხ. სურათი 2). ამ მარშრუტმა მოიცვა 4000კმ-ზე მეტი როგორც ქალაქად, ასევე სოფლად და მცირედ დასახლებული პუნქტებში.

<sup>4</sup>iCPL, CPL (in-Car Penetration Loss, dB) – მილევადობა, რომელსაც განიცდის რადიოსიგნალი ავტომობილის სალონში შეღწევისას.

<sup>5</sup>პროგრამული უზრუნველყოფა, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია ველის დაძაბულობის, ინტერფერენციის დონის, გადამცემების ადგილმდებარეობისა და სხვა პარამეტრების განსაზღვრა უსადენო დაშვების ქსელის პროექტირების ან ექსპლუატაციაში გაშვების სტადიებზე.

<sup>6</sup>Radio Interference System Planning for GSM/GPRS/UMTS, Jukka Lempinen, Matti Manninen



**სურათი 2: „დრაივ-ტესტის“ მარშრუტი**

იმისათვის, რომ კვლევას ჰქონოდა სწორი სტატისტიკური და ამავდროულად, მომხმარებლისათვის აზრობრივად გასაგები ფორმა და სტრუქტურა, გაზომვების შედეგად მიღებული ყველა მონაცემი დაჯგუფდა საქართველოს სხვადასხვა რეგიონისა და ქალაქის მიხედვით.

### 1.2. მონაცემთა შეგროვება და ანალიზი

წინამდებარე თავი მოიცავს „დრაივ-ტესტის“ დროს გაზომილი მონაცემებისა და პარამეტრების დეტალურ განმარტებებს. დამატებითი ინფორმაცია წარმოდგენილია კვლევის შესაბამის პუნქტებში.

გაზომვები განხორციელდა პირველ სურათზე მოცემული აპარატურის მეშვეობით.

ამ კვლევაში მოყვანილი გაზომვები დამუშავებულია, ძირითადად, Rohde&Schwarz Network Problems Analyzer პროგრამული უზრუნველყოფით. გრაფიკებისა და დიაგრამების მცირე ნაწილი აიგო ისეთი დამატებითი პროგრამული უზრუნველყოფით, როგორებიც არის: MapInfo, Microsoft Excel და MathLab.



## 2. კახეთის რეგიონი

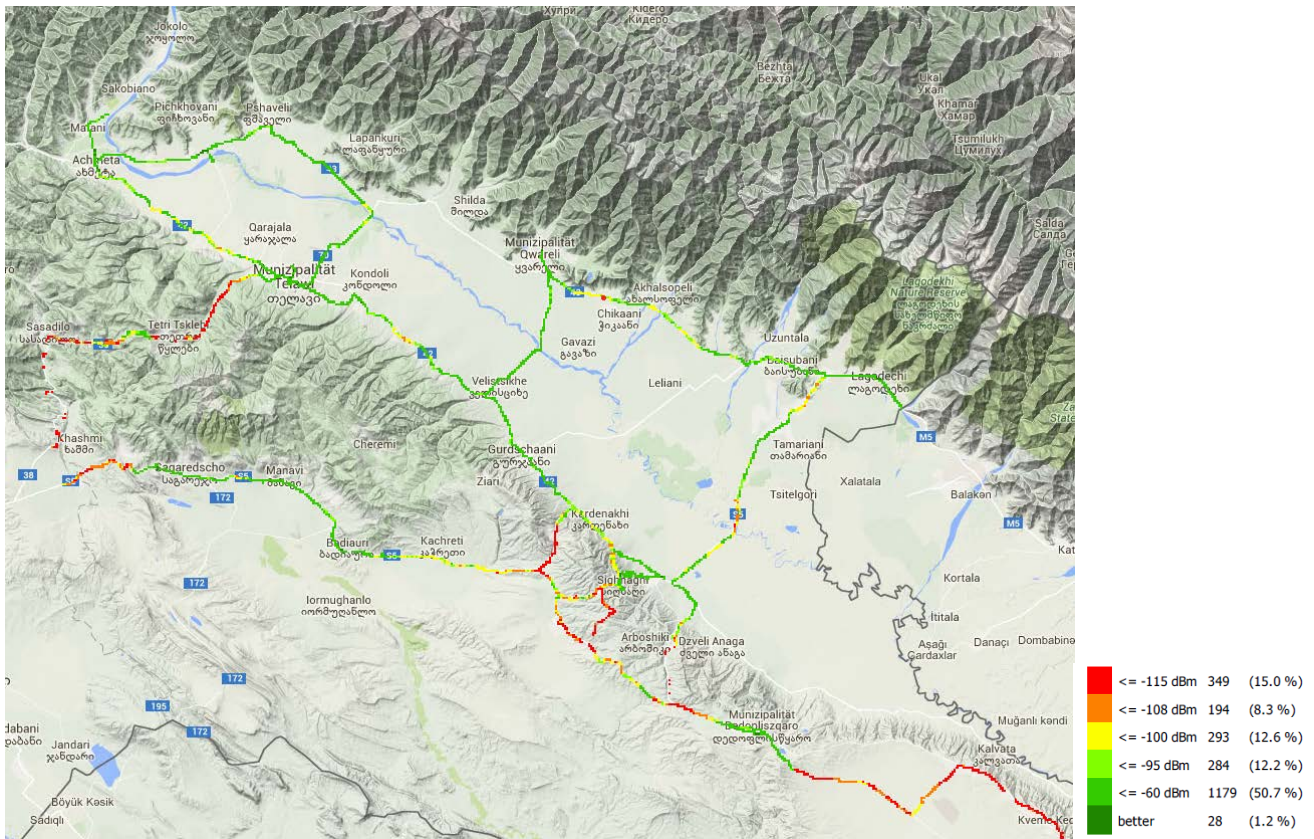
„დრაივ-ტესტის“ დროს კახეთის რეგიონში დაფარული იყო 650კმ.-ზე (იხ. სურათი 3). ამ მარშრუტმა მოიცვა როგორც შედარებით მსხვილი დასახლებული პუნქტები (ქ. თელავი, ქ. საგარეჯო და სხვა), ასევე მცირედ დასახლებული სოფლები და რაიონული ცენტრები.



სურათი 3: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, კახეთის რეგიონი

### 2.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

კახეთის რეგიონში „დრაივ-ტესტის“ დროს ჯამში დაფიქსირდა მისაღები ხარისხის დაფარვა (იხ. სურათი 4). აღნიშნული ხარისხით დაფარვა მიღწეულია 106 „ტრანსივერით“.



სურათი 4: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), კახეთის რეგიონი

დაფარვის განსაზღვრისას მხედველობაში იყო მიღებული RSRP<sup>7</sup> პარამეტრი, რომელიც გამოიყენება DL<sup>8</sup> სიგნალის დონის გასაზომად. RSRP-ს ძირითადი დანიშნულებაა შეარჩიოს საუკეთესო ფიჭა რადიოეთერში და გადართოს მასზე, ან დაიმასხოვროს იგი, როგორც საუკეთესო გადამცემი intra-LTE handover<sup>9</sup>-ისთვის. მომხმარებლისათვის მიწოდებული მომსახურების ხარისხი (QoS) მჭიდროდ დაკავშირებულია RSRP პარამეტრთან. გაზომილი სიგნალის დონე შესაძლებელია დაიყოს სამ ძირითად კატეგორიად<sup>10</sup>. მაშინ, როდესაც RSRP > -75დბმ-ზე, შესაძლებელია მიღწეული იყოს საუკეთესო სერვისი იმ შემთხვევაში, თუ მომსახურე ფიჭა არ არის გადატვირთული. თუ RSRP-ს მნიშვნელობა ნაკლებია -75დბმ-ზე და მეტია -95დბმ-ზე, შეინიშნება მომსახურების ხარისხის უმნიშვნელო დეგრადირება: მაგალითად, სიჩქარე შემცირდება 30-50%-ით. იმ პირობებში, როდესაც RSRP -95დბმ-ზე ნაკლებია, უარესდება მომსახურების ხარისხი (QoS), სხოლო -100დბმ-დან -108დბმ-მდე სიგნალის ჩავარდნის დროს, მომსახურების ხარისხი მკვეთრად უარესდება. ასეთ პირობებში ადგილი აქვს გამოძახებების

<sup>7</sup> RSRP - Received Signal Reference Power: RS (Reference Signal) სიგნალის სიმძლავრე სპექტრის მთლიან ზოლში. RS ეს არის სიგნალის სპეციალური ნაირსახეობა, რომელიც არსებობს LTE ტექნოლოგიის მხოლოდ ფიზიკურ დონეზე (Physical Layer).

<sup>8</sup> DL (Downlink): სიგნალი, რომელიც სხივდება საბაზო სადგურის მიერ (საბაზო სადგური -> ტერმინალი)

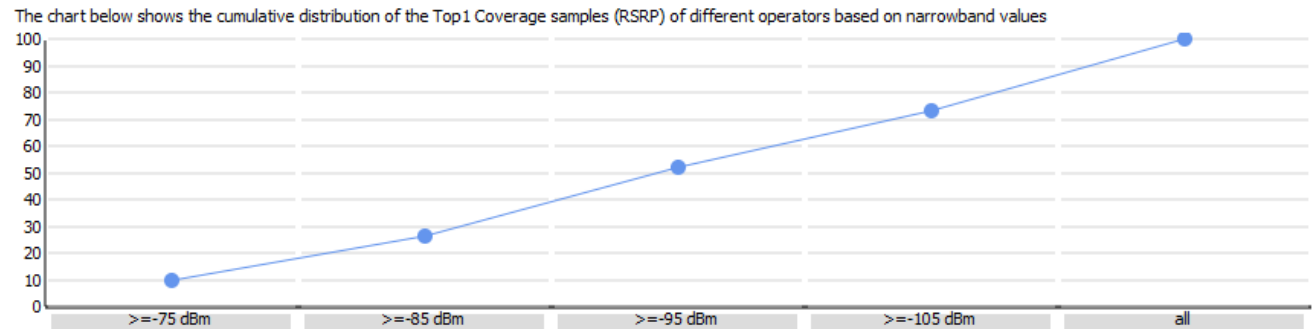
<sup>9</sup> Handover (ჰენდოვერი) - წარმოადგენს აბონენტის მიერ უსადენო დაშვების არხის შეცვლის პროცედურას. ეს განკუთვნილია კავშირის შესანარჩუნებლად აბონენტის გადაადგილების დროს. მობილური ტერმინალი მუდმივად ახორციელებს დაკვირვებას მომსახურე და მეზობელ ფიჭებზე, რაც აისახება შესაბამისი რანკირების (ranking) სიის შედგენაში

<sup>10</sup> LTE Signalling: Troubleshooting, Optimization [Ralf Kreher et al.] 2011



ჩავარდნას, თუმცა, ხშირ შემთხვევაში, უკეთესი ალტერნატივის არქონის პირობებში, ტერმინალი რჩება ქსელში დარეგისტრირებული -115 dbm-მდე.

**Coverage CDF Chart**



**სურათი 5: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, კახეთის რეგიონი**

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, წინამდებარე კვლევის მიზნებისათვის, **-108დბმ** მიჩნეული უნდა იყოს როგორც საზღვარი LTE ქსელის დაფარვის არსებობისათვის. შესაბამისად, ჩაითვლება, რომ ამ ზღვარს ქვემოთ დაფარვა აღარ არსებობს. ამგვარად, მე-4 სურათზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ კახეთის რეგიონში, შესწავლილ 119 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 78%-ის შემთხვევაში შპს „მობიტელის“ მიერ მიღწეულია მინიმალური ან უკეთესი ხარისხის დაფარვა (-108 დბმ და მეტი); შესწავლილი ტერიტორიის 76.7%-ზე უზრუნველყოფილია -100დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც წარმოადგენს სტაბილური ხარისხით მომსახურების მიწოდების ერთგვარ პირობას.

LTE ტექნოლოგიის, ისევე, როგორც ნებისმიერი სხვა უსადენო დაშვების ფიჭური კავშირგაბმულობის ქსელის ფუნქციონირების განმსაზღვრელ ფაქტორად, ასევე, მიჩნეულია RSRQ<sup>11</sup>, რომლითაც განისაზღვრება სიგნალის ხარისხი. ისევე, როგორც RSRP-ს შემთხვევაში, RSRQ იძლევა საშუალებას UE-მ განსაზღვოს რადიოეთერის პირობები სხვადასხვა გეოგრაფიულ წერტილში, კერძოდ, სიგნალის ფარდობა ხმაურის დონესთან (signal-to-noise ratio). RSRQ პარამეტრი ასევე მონაწილეობს საუკეთესო ფიჭის შერჩევის პროცესში ან მის რანკირებაში.

<sup>11</sup> Received Signal Reference Quality



სურათი 6: RSRQ კახეთის რეგიონი

მსგავსად RSRP-სა, RSRQ ასევე შეიძლება დაიყოს სამ სხვადასხვა კატეგორიად. პრაქტიკიდან გამომდინარე, -9დბ-ის ან მეტი RSRQ-ს პირობებში შესაძლებელია მაქსიმალურად ხარისხიანი მომსახურების მიწოდება; -9დბ-დან -12 დბ-მდე დიაპაზონი ითვლება როგორც ნეიტრალური (საშუალო) დონე, როდესაც შეინიშნება მომსახურების მცირედი დეგრადირება. იმ პირობებში, როდესაც RSRQ-ს დონე ვარდება -13დბ-ზე ქვემოთ, ხარისხი მკვეთრად უარესდება და საბოლოო ჯამში, იკარგება (იხ. სურათი 6).

## 2.2. ფიჭიდან ფიჭაზე გადასვლა (Handover)

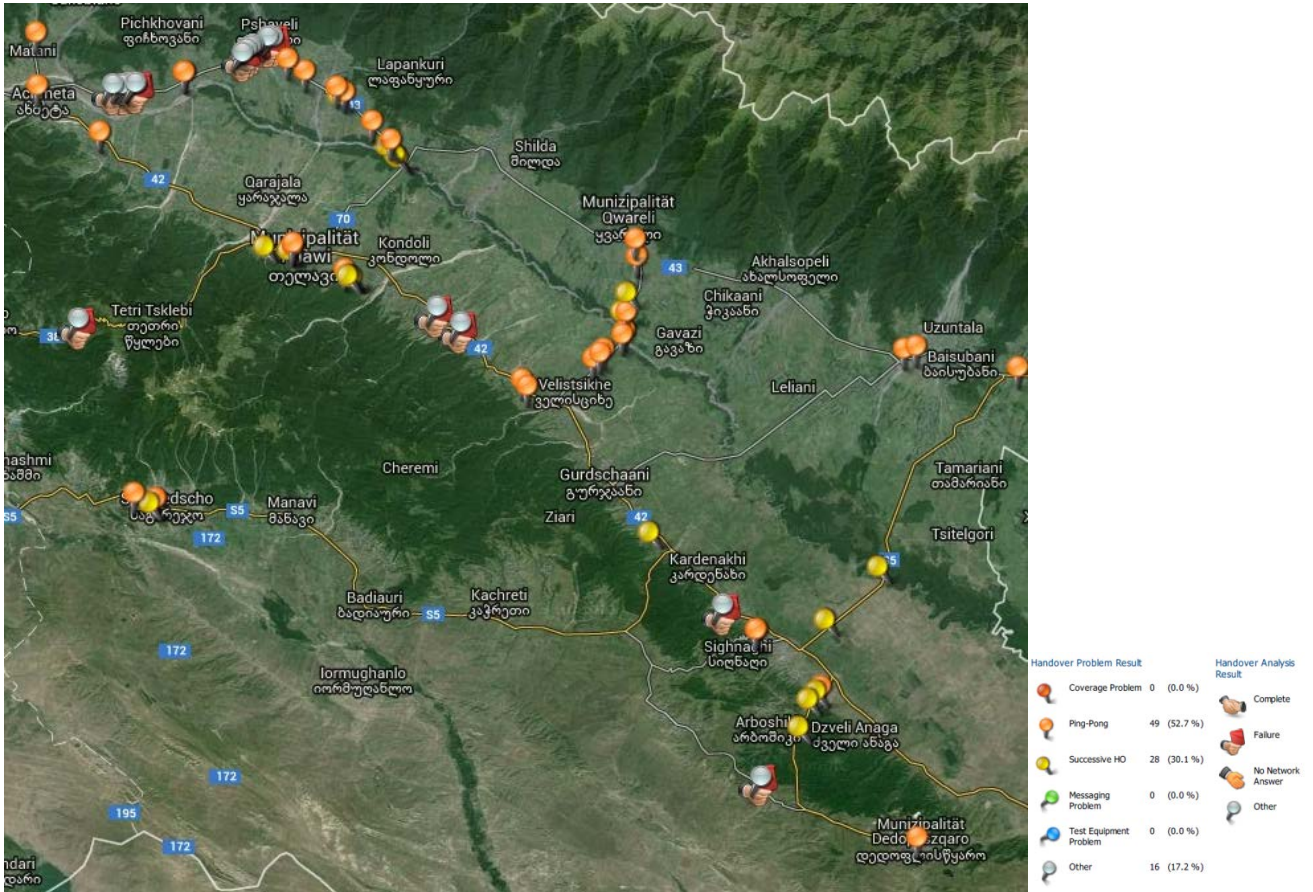
Handover (ჰენდოვერი) - წარმოადგენს აბონენტის მიერ უსადენო დაშვების არხის შეცვლის პროცედურას. იგი უზრუნველყოფს კავშირის შენარჩუნებას აბონენტის გადაადგილების დროს. მობილური ტერმინალი მუდმივად ახორციელებს დაკვირვებას მომსახურე და მეზობელ ფიჭებზე, რაც აისახება შესაბამისი რანკირების (ranking) სიის შედგენაში BSC<sup>12</sup>-ზე. მას შემდეგ, რაც სიის პირველი ფიჭა აღარ წარმოადგენს მომსახურე ფიჭას, BSC ააქტიურებს handover პროცედურას. აღწერილ პროცედურას ეწოდება „გეოგრაფიული“ ან „ნორმალური“ ჰენდოვერი. გარდა ამისა, handover-ი ინიცირდება მაშინაც, როცა მომსახურე სექტორის მიერ უზრუნველყოფილი კავშირის მკვეთრად უარესდება, ან იზრდება მანძილი ტერმინალსა და საბაზო სადგურს შორის. აღნიშნული წარმოადგენს „იძულებით“ handover-ს. ზოგიერთ შემთხვევაში ჰენდოვერი გამოიყენება დატვირთვის გადასანაწილებლად მეზობელ სექტორებს

<sup>12</sup>BSC – Base Station Controller: საბაზო სადგურის კონტროლერი.



შორის: თუ მომსახურე სექტორი გადატვირთულია ტრაფიკით, შესაძლებელია მობილური ტერმინალის გადართვა მეზობელ, ნაკლებად დატვირთულ სექტორზე.

მე-7 სურათზე წარდგენილ რუკაზე დატანილია პრობლემატური ადგილები, სადაც ვერ განხორციელდა handover-ი ამა თუ იმ მიზეზების გამო.



სურათი 7: handover შპს “მობიტელის“ LTE ქსელში, კახეთის რეგიონი

თუ შევაჯამებთ handover-ის მონაცემებს, გაირკვევა, რომ წარუმატებელი გადასვლა დაფიქსირდა მხოლოდ 3%-ის შემთხვევაში, რაც ქსელის დანერგვის ეტაპზე ძალზე კარგ მაჩვენებელს წარმოადგენს.

Handover Success



Handover Success Rate

97.0 % handovers completed



Handover Setup Time Rate

100.0 % handovers completed within 1s

97.0 % Handover Success Rate

100.0 %



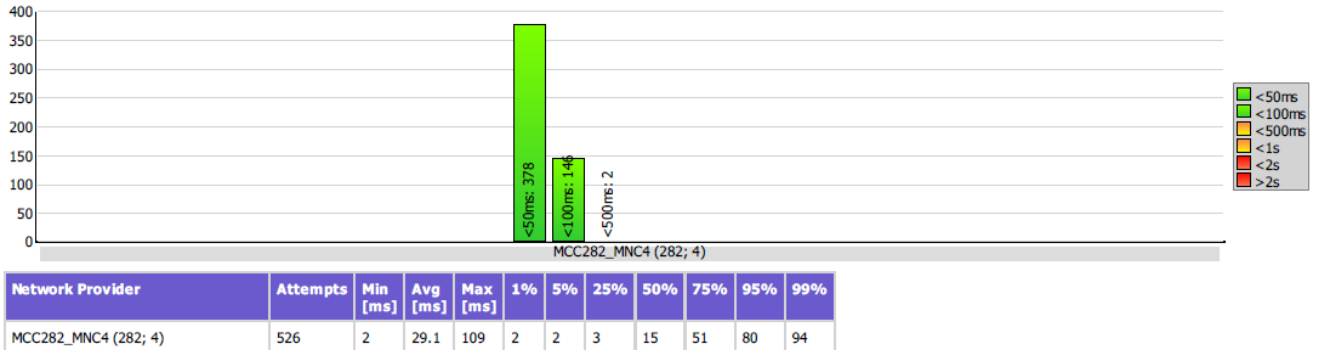
Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	542	526	97.0 %	16	3.0 %

სურათი 8: handover-ის სტატისტიკა, კახეთის რეგიონი





Handover-ისთვის, ასევე, მნიშვნელოვანია დრო, რომლის განმავლობაში სრულდება ეს პროცესი, რამაც შეიძლება პირდაპირი ზეგავლენა იქონიოს სერვისის ხარისხთან მიწოდებაზე (იხ. სურათი 9).



სურათი 9: handover-ის დრო LTE ქსელებში, კახეთის რეგიონი

### 2.3. სერვისის ტექნიკური მახასიათებლები

LTE ტექნოლოგიას გააჩნია MIMO<sup>13</sup> ტექნოლოგიის სხვადასხვა კონფიგურაციის მხარდაჭერა. თითოეულს გააჩნია როგორც დადებითი, ასევე უარყოფითი მხარეები, ხოლო სწორი იმპლემენტაციის დაბალანსებით მიიღწევა ოპტიმალური შედეგი. სხვადასხვა საანტენო ტექნოლოგიების მეშვეობით იქმნება ერთი ან ან მრავალარხიანი ტრაქტი, რომელიც უკავშირდება რადიოგადაცემის პრინციპს. ამგვარად, შემავალს წარმოადგენს გადამცემი, რომელიც გადასცემს სიგნალს ლინკში ან რადიოარხში, ხოლო გამავალს - მიმღები (რესივერი). აქედან გამომდინარე, შესაძლებელია, განისაზღვროს ერთიანი/მრავალარხიანი რადიოკავშირის სხვადასხვა ფორმა:

- SISO - ერთი შემავალი, ერთი გამავალი;
- SIMO - ერთი შემავალი, მრავალი გამავალი;
- MISO - მრავალი შემავალი, ერთი გამავალი;
- MIMO - მრავალი შემავალი, მრავალი გამავალი.

ამასთან ერთად, ტერმინი MU-MIMO, ასევე, გამოიყენება და გულისხმობს მრავალმომხმარებლიან MIMO-ს.

რადიოკავშირის ყველაზე მარტივ კონფიგურაციას წარმოადგენს SISO. იგი ეფექტურია სტანდარტული რადიოარხის შემთხვევაში, კერძოდ: გადამცემი გადასცემს ერთი ანტენით და მიმღებიც ღებულობს ერთ ანტენაზე. ამ კონფიგურაციის დადებითი მხარე არის სიმარტივე, რადგან SISO არ საჭიროებს სიგნალის დამატებით პროცესინგს პოლარიზაციის კუთხით. უარყოფით მხარეა SISO არხის შეზღუდული წარმადობა - რადიოკავშირი განიცდის ინტერფერენციებისა და მილევადობის (fading) მკვეთრ ზემოქმედებას ისეთ MIMO სიტემებთან

<sup>13</sup> MIMO - Multiple Input multiple Output

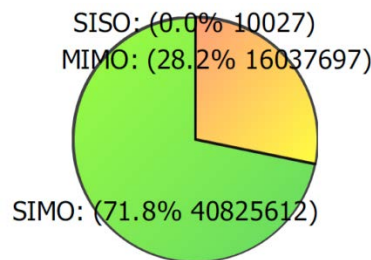


შედარებით, რომლებშიც გამოყენებულია პოლარიზაციის სხვადასხვა ფორმა. გარდა ამისა, არხის სიგანე შეზღუდული იქნება შენონის კანონით - გამტარუნარიანობა მკვეთრად დამოკიდებულია არხის სიხშირული სპექტრის სიგანეზე და სიგნალ/ხელშეშლის ფარდობაზე.

**SIMO** წარმოადგენს კონფიგურაციას, სადაც გადამცემს გააჩნია ერთი, ხოლო მიმღებს რამდენიმე ანტენა, რაც ცნობილია, როგორც მიღების პოლარიზაცია. იგი ხშირად გამოიყენება სხვადასხვა დამოუკიდებელი წყაროდან სიგნალის მიღებისას და მოქმედებს მიღევადობის (fading) ეფექტის დასაძლევად. მრავალი წლის მანძილზე SIMO ტექნოლოგია გამოიყენებოდა მოკლეტალღურ დიაპაზონში იონოსფეროს მიღევადობასთან და ინტერფერენციებთან საბრძოლველად. სისტემის დადებითი მხარე მისი დანერგვის სიმარტივეა, ხოლო სირთულე -ინფორმაციის დამატებითი დამუშავების საჭიროება მიმღებ მოწყობილობაზე.

**MISO**-ს შემთხვევაში ერთი და იგივე ინფორმაცია ჭარბად გადაიცემა გადამცემის 2 ანტენის მეშვეობით. ამ შემთხვევაში მიმღები ღებულობს ოპტიმალურ სიგნალს, რომელიც შემდგომში საჭირო ინფორმაციის მისაღებად გამოიყენება. სისტემის დადებით მხარეს, რომელიც პასუხისმგებელია ჭარბ კოდირებაზე/დამუშავებაზე, წარმოადგენს სიგნალის გადატანა მრავალანტენიანი კონფიგურაციით გადამცემიდან მიმღებზე, რომელიც ისეთი მოწყობილობისათვის, როგორც არის მობილური ტერმინალი, ზედმეტი ანტენებისგან ადგილის გათავისუფლება ძალზე ხელსაყრელია, ისევე, როგორც ნაკლები ინფორმაციის დამუშავების აუცილებლობა, რაც თავისთავად ამცირებს კვების დანახარჯსა და ტერმინალის ზომას, და ზრდის ფუნქციონირების დროს.

ზოგადი სისტემა, სადაც გამოყენებულია მრავალი ანტენა მიღებაზე და გადაცემაზე, წარმოადგენს **MIMO**-ს. მისი ძირითადი დანიშნულებაა საიმედო და მდგრადი არხის უზრუნველყოფა და გამტარუნარიანობის გაზრდა.



**სურათი 10: MIMO-ს გამოყენება, კახეთის რეგიონი**

მე-10 სურათზე წარმოდგენილი გრაფიკიდან ჩანს, რომ საბაზო სადგურების 0,02% იყენებს SISO ტექნოლოგიას, 28,2% MIMO-ს, ხოლო საიტების უმეტესობაზე 71,8% რეალიზებულია SIMO.

LTE სტანდარტი განსაზღვრავს ხარისხის სამ სხვადასხვა მაჩვენებელს, რომლებიც გამოიყენება downlink-ის შესაფასებლად: CQI<sup>14</sup>, PMI<sup>15</sup> და RI<sup>16</sup> (CSI<sup>17</sup>). მომხმარებლის ტერმინალს გააჩნია სამივე

<sup>14</sup>CQI (Channel Quality Indicator) - არხის ხარისხობრივი მაჩვენებელი  
<sup>15</sup>PMI (Precoding Matrix Indicator) - პრეკოდირების მატრიცის მაჩვენებელი  
<sup>16</sup>RI (Rank Indicator) - რანკირების მაჩვენებელი  
<sup>17</sup>CSI (Channel State Information) - ინფორმაცია არხის შესახებ



პარამეტრის გაზომვისა და შესაბამისი ინფორმაციის uplink<sup>18</sup>-ში საბაზო სადგურზე (BS<sup>19</sup>) გაზვანის შესაძლებლობა, რითაც შემდგომში ახორციელებს სიგნალის ადაპტაციას downlink ტრაქტში. იმისათვის რომ რეალურად გაუმჯობესდეს downlink-ის ხარისხი, აუცილებელია არხის სტატისტიკური მახასიათებლების უცვლელი იმ პერიოდში, როდესაც ტერმინალი (UE) აგზავნის ხარისხის მაჩვენებლებს საბაზო სადგურზე (BS) და ხორციელდება გადამცემის სიგნალის რეალური ადაპტაცია (კოპერენციის დრო).

CQI შეიცავს ინფორმაციას, რომელიც მიეწოდება UE-დან BS-ზე და რომელიც განსაზღვრავს downlink-ის მიმართულებით სასურველ მონაცემთა გადამცემის სიჩქარეს, ანუ მოდულაცია-კოდირების სისტემის სასურველ სქემას შესაბამისი პარამეტრებით. CQI წარმოადგენს 4-ბიტისგან შემდგარ მთელ რიცხვს და დამოკიდებულია UE-ში დადგენილ SINR სიდიდეზე (სიგნალის ფარდობა ინტერფერენცია+ხმაური). სხვა სიტყვებით რომ ვთქვათ, CQI-ს გადააქვს ინფორმაცია თუ რამდენად კარგია ან ცუდი საკომუნიკაციო არხი downlink-ის მიმართულებით.

მე-11 სურათზე CQI მაჩვენებელი განსაზღვრავს მოდულაციისა და კოდირების სიჩქარის (code rate) მაქსიმალურ ზღვრულ მნიშვნელობებს, როდესაც შეცდომების ალბათობა ბლოკში (BLER<sup>20</sup>) იმ არხზე, რომლის ანალიზიც ხორციელდება იმ მომენტისათვის, არ აღემატება 10%-ს. CQI პარამეტრი გამოიხატება დისკრეტული მნიშვნელობებით 0-დან 15-მდე.

CQI index	Modulation	Target code rate	Imcs	Information bit payload (subframes 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9)	Binary channel bits per subframe (subframes 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9)	Actual code rate
0	out of range	out of range	DTX	–	12600	–
1	QPSK	0.0762	0	1384	12600	0.1117
2	QPSK	0.1172	0	1384	12600	0.1117
3	QPSK	0.1885	2	2216	12600	0.1778
4	QPSK	0.3008	4	3624	12600	0.2895
5	QPSK	0.4385	6	5160	12600	0.4114
6	QPSK	0.5879	8	6968	12600	0.5549
7	16QAM	0.3691	11	8760	25200	0.3486
8	16QAM	0.4785	13	11448	25200	0.4552
9	16QAM	0.6016	16	15264	25200	0.6067
10	64QAM	0.4551	18	16416	37800	0.4349
11	64QAM	0.5537	21	21384	37800	0.5663
12	64QAM	0.6504	23	25456	37800	0.6741
13	64QAM	0.7539	25	28336	37800	0.7503
14	64QAM	0.8525	27	31704	37800	0.8394
15	64QAM	0.9258	28	31704	37800	0.8394

**სურათი 11: CQI და მოდულაციების სქემა**

ვითარება, როდესაც CQI უდრის ნულს, აღწერს ტერმინალის მდგომარეობას, როდესაც იგი ვერ ღებულობს სიგნალს LTE ქსელისგან და შესაბამისად, არხი გამოუყენებადია; სხვა შემთხვევაში ტერმინალი იყენებს მოდულაციას, რომელიც მოყვანილია სურათ 11-ზე მოცემული ცხრილის „მოდულაციის“ გრაფაში. CQI პარამეტრს გააჩნია სხვადასხვა რეჟიმები; მაგალითად: ტერმინალს

<sup>18</sup> Uplink - არხი, რომელიც ემსახურება ინფორმაციის გადაცემას მობილური ტერმინალიდან საბაზო სადგურზე

<sup>19</sup>BS – Base Station

<sup>20</sup>BLER – Block Error Rate



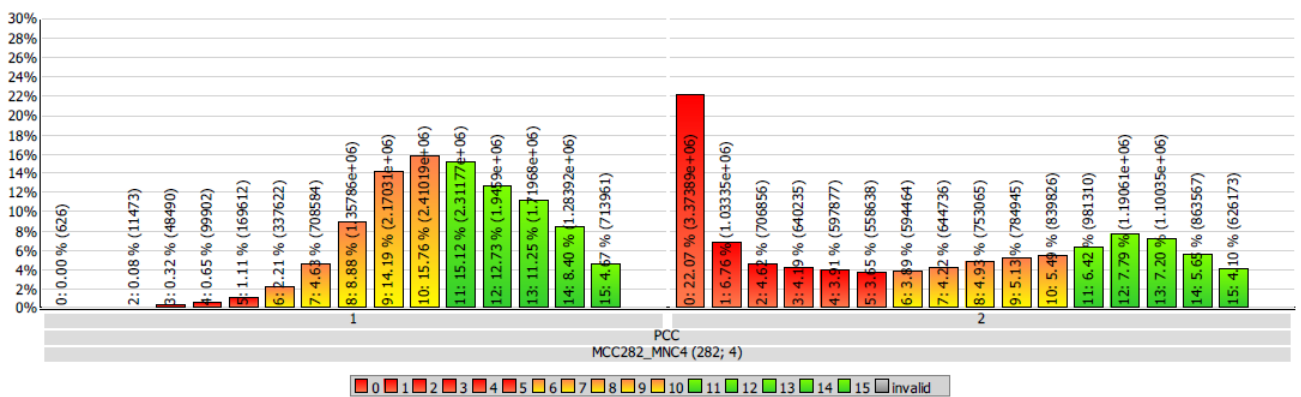
შეუძლია პერიოდულად ან მოთხოვნისთანავე გადასცეს ინფორმაცია ხარისხის შესახებ საბაზო სადგურზე:

- პერიოდული გადაცემა (periodical) ხორციელდება PUCCH<sup>21</sup> არხზე PUSCH<sup>22</sup> არხის მეშვეობით;
- გადაცემა მოთხოვნისთანავე (aperiodical) ხორციელდება PUCCH არხზე იმ დროს, რა დროსაც საბაზო სადგური აგზავნის მოთხოვნას ტერმინალზე, გამოაგზავნოს CQI გაზომვების შედეგები.

LTE-ის სტანდარტის მიხედვით ორი კოდური სიტყვა (codeword<sup>23</sup>) შეესაბამება ორ ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად კოდირებულ და მოდულირებულ მონაცემთა ბლოკს. იმის მიხედვით, თუ ანტენებისა და კოდური სიტყვების რა კონფიგურაცია განიხილება, გადაცემა შეიძლება წარმოებდეს სივრცითი მულტიპლექსირების სხვადასხვა მეთოდებით; მაგალითად:

- ერთი კოდური სიტყვა იყოფა ორ ნაწილად და გადაიცემა ორი ანტენით - თუ საბაზო სადგურს აქვს ორი ანტენა;
- ორი კოდური სიტყვა გადაიცემა ორი სხვადასხვა ანტენით - თუ საბაზო სადგურს აქვს ორი ანტენა;
- ორი კოდური სიტყვიდან თითოეული იყოფა ორ ნაწილად და სიტყვის თითოეული ნაწილი გადაიცემა ორი განსხვავებული ანტენით - თუ საბაზო სადგურს აქვს 4 გადამცემი ანტენა.

მე-12 სურათზე ნაჩვენებია CQI-ის მაჩვენებლები თითოეული კოდური სიტყვისათვის.



**სურათი 12: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მაჩვენებლები**

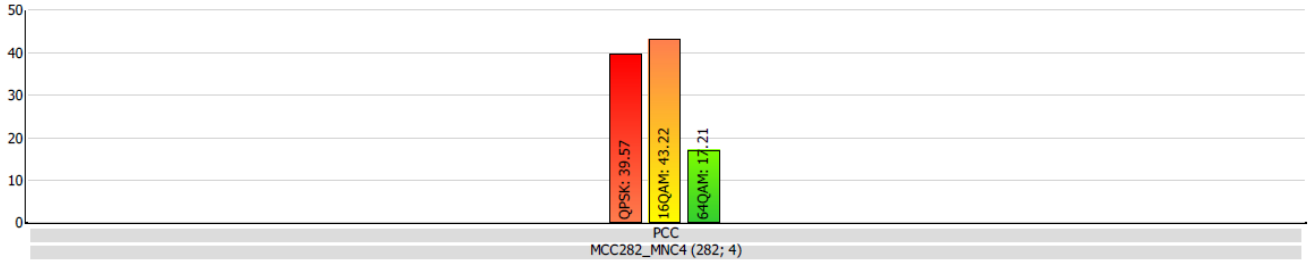
<sup>21</sup> PUCCH (Physical Uplink Control Channel) – uplink-ის ფიზიკური საკონტროლო არხი

<sup>22</sup> PUSCH (Physical Uplink Shared Channel) - uplink-ის ფიზიკური არხი საერთო გამოყენებისათვის

<sup>23</sup> Codeword - წარმოადგენს მომხმარებლისათვის განკუთვნილ მონაცემების ბლოკს, გადაცემისათვის ფორმატირებამდე. არხის კონფიგურაციიდან და გამოყენებიდან გამომდინარე, შესაძლებელია გადაიცემოდეს ერთი (CW0) ან ორი (CW0 და CW1) codeword.

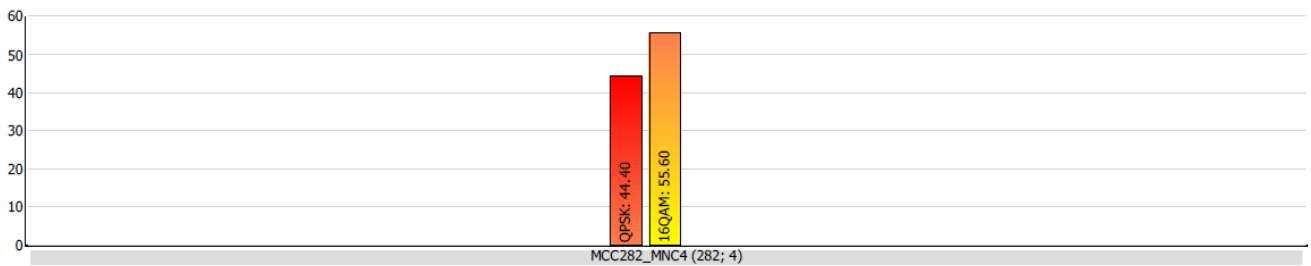


სურათ 12-ზე ნაჩვენებია გრაფიკიდან ჩანს, რომ მობილური ტერმინალის მიერ მიღებული ნაკადის ანალიზისას CQI-ის მაჩვენებელი ერთ-ერთ კოდურ სიტყვაზე შეიძლება მნიშვნელოვნად განსხვავდებოდეს ამავე მაჩვენებლისგან მეორე კოდურ სიტყვაზე და ამ მონაცემების გადაცემის შემდეგ UE-დან BS-ზე. ამ უკანასკნელში კოდირება-მოდულაციის სქემის შერჩევას გათვალისწინებული უნდა იყოს CQI-ის ორივე მაჩვენებელი, რასაც ადასტურებს მე-13 სურათი.



**სურათი 13: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink**

როგორც ნაჩვენებია სურათ 13-ზე, downlink მიმართულებაზე, საეთერო პირობების გათვალისწინებით, უმეტესად (43,2%) გამოყენებული იყო 16QAM მოდულაციის სქემა.



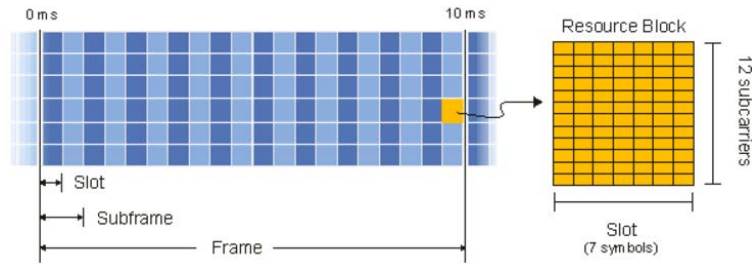
**სურათი 14: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink**

Uplink არხზე გამოყენებული მოდულაცია, წარმოადგენდა 16QAM-ს 55,6%-ის შემთხვევაში (სურათი14).

იმისთვის, რომ განვიხილოთ თუ რა რესურსი იყო გამოყენებული ამ გაზომვების ჩატარების დროს, აუცილებელია LTE სისტემის კადრის (frame) რამდენიმე ფუნდამენტური ასპექტის განხილვა. სისტემას გააჩნია 6 დროითი დაყოფის ელემენტი: კადრი (frame), ნახევარი კადრი (half-frame), ქვეკადრი (subframe), სლოტი (slot), სიმბოლო (symbol) და ზოგადი დროის ელემენტი (Ts) ()

Time Unit	Value
Frame	10 ms
Half-frame	5 ms
Subframe	1 ms
Slot	0.5 ms
Symbol	(0.5 ms) / 7 for normal CP (0.5 ms) / 6 for extended CP
T <sub>s</sub>	1/(15000 * 2048) sec ≈ 32.6 ns

**სურათი 15: დროითი დაყოფის ელემენტები**



**სურათი 16: LTEFDDFrame**

რესურს-ბლოკი (RB) წარმოადგენს რესურსების ყველაზე მცირე ელემენტს, რომელიც შესაძლებელია გამოიყოს 1 მომხმარებლისთვის. რესურს-ბლოკის სიგანე შეადგენს 180კჰც-ს სიხშირული თვალსაზრისით და 1 სლოტს დროის თვალსაზრისით. სიხშირულ ერთეულებში რესურს-ბლოკი წარმოადგენს 12x15კჰც ან 24 x 7.5კჰც ქვეგადამტანს (subcarrier) სიგანეში. ქვეგადამტანების რაოდენობა, რომელიც გამოყენებულია რესურს-ბლოკში, შეადგენს 12-ს სიგნალებისა და არხების უმეტესობისათვის.

სიხშირული ერთეულები, შესაძლებელია, წარმოდგენილი იყოს რესურს ბლოკში ქვეგადამტანების რაოდენობით, მაგალითად: 5 მჰც downlink სიგნალი შედგება 28 რესურს-ბლოკისგან ან 301 ქვეგადამტანისგან: გასათვალისწინებელია ის ფაქტი, რომ DC Subcarrier<sup>24</sup> არ წარმოადგენს რესურს-ბლოკს და არ გამოიყენება downlink-ში.

<b>Bandwidth</b>	<b>Resource Blocks</b>	<b>Subcarriers (downlink)</b>	<b>Subcarriers (uplink)</b>
1.4 MHz	6	73	72
3 MHz	15	181	180
5 MHz	25	301	300
10 MHz	50	601	600
15 MHz	75	901	900
20 MHz	100	1201	1200

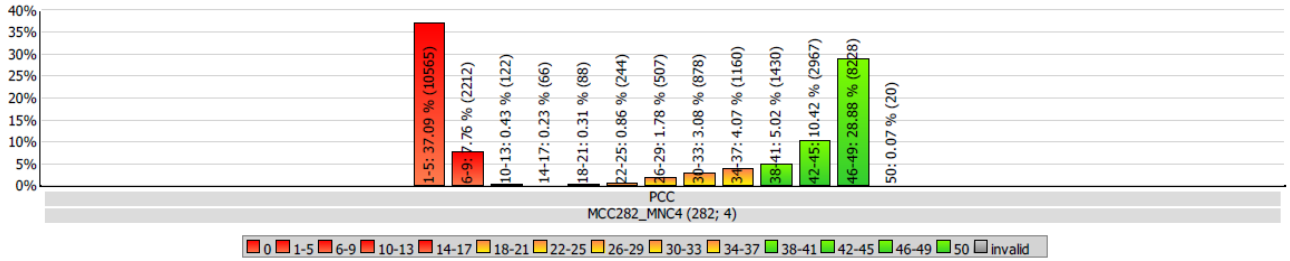
**სურათი 17: სიხშირული ზოლი / რესურს-ბლოკები**

ამგვარად, თუ მობილური ოპერატორი (ამ შემთხვევაში შპს „მობიტელი“) მუშაობს 10მჰც-იან სიხშირულ ზოლში, მას 50 რესურს-ბლოკის გამოყენების საშუალება აქვს.

<sup>24</sup>სპექტრის ცენტრში მდებარე ქვეგადამტანი არხი

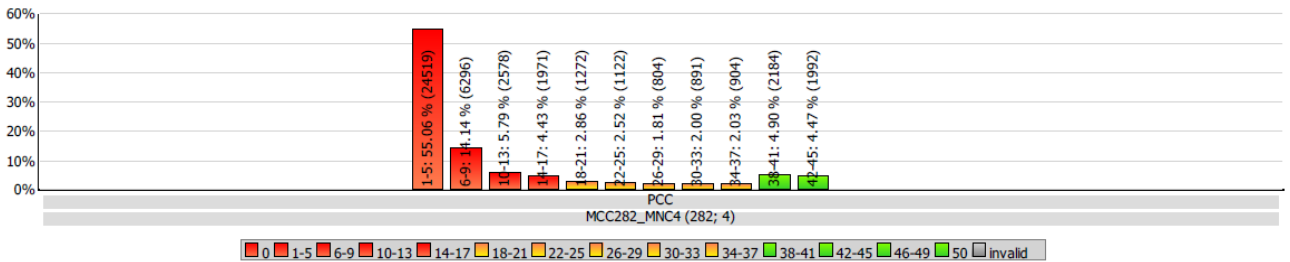


### Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz



სურათი 18: downlink-ში გამოყენებული რესურს ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

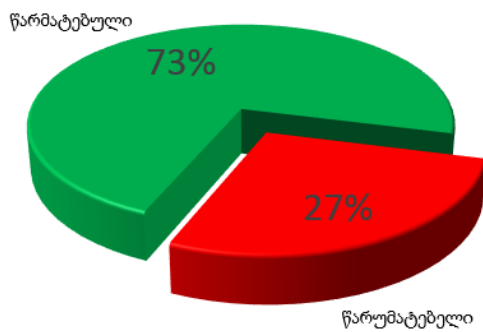
### Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz



სურათი 19: uplink-ში გამოყენებული რესურს ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

## 2.4. მონაცემთა გადაცემა

„დრაივ-ტესტის“ მსვლელობისას მუდმივად ხორციელდებოდა მონაცემთა გადაცემის (data call) ინიცირება, რომლის დროსაც იზომება ისეთი პარამეტრები, როგორებიც არის: FTP download (ჩამოტვირთვა), FTP upload (ატვირთვა), HTTP download (ჩამოტვირთვა) და PING.

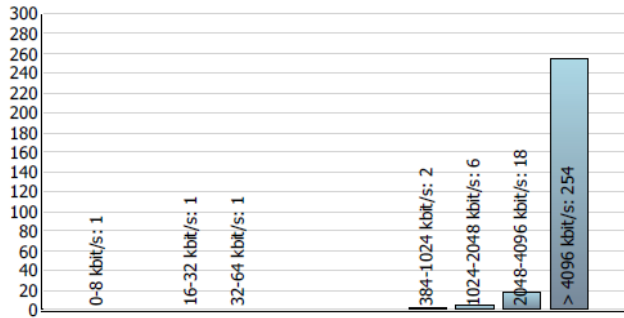


სურათი 20: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა



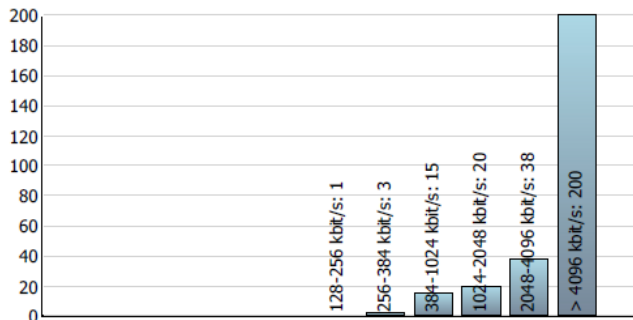
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
22	61	2307

სურათი 21: PING-ის დრო (მილიწამი)



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	3.3 kbit/s	8608.5 kbit/s	13475.7 kbit/s

სურათი 22: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, კახეთის რეგიონი



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	242.0 kbit/s	6312.4 kbit/s	13238.1 kbit/s

სურათი 23: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, კახეთის რეგიონი



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	1325.9 kbit/s	17011.0 kbit/s	43195.7 kbit/s

სურათი 24: HTTPdownload სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, კახეთის რეგიონი



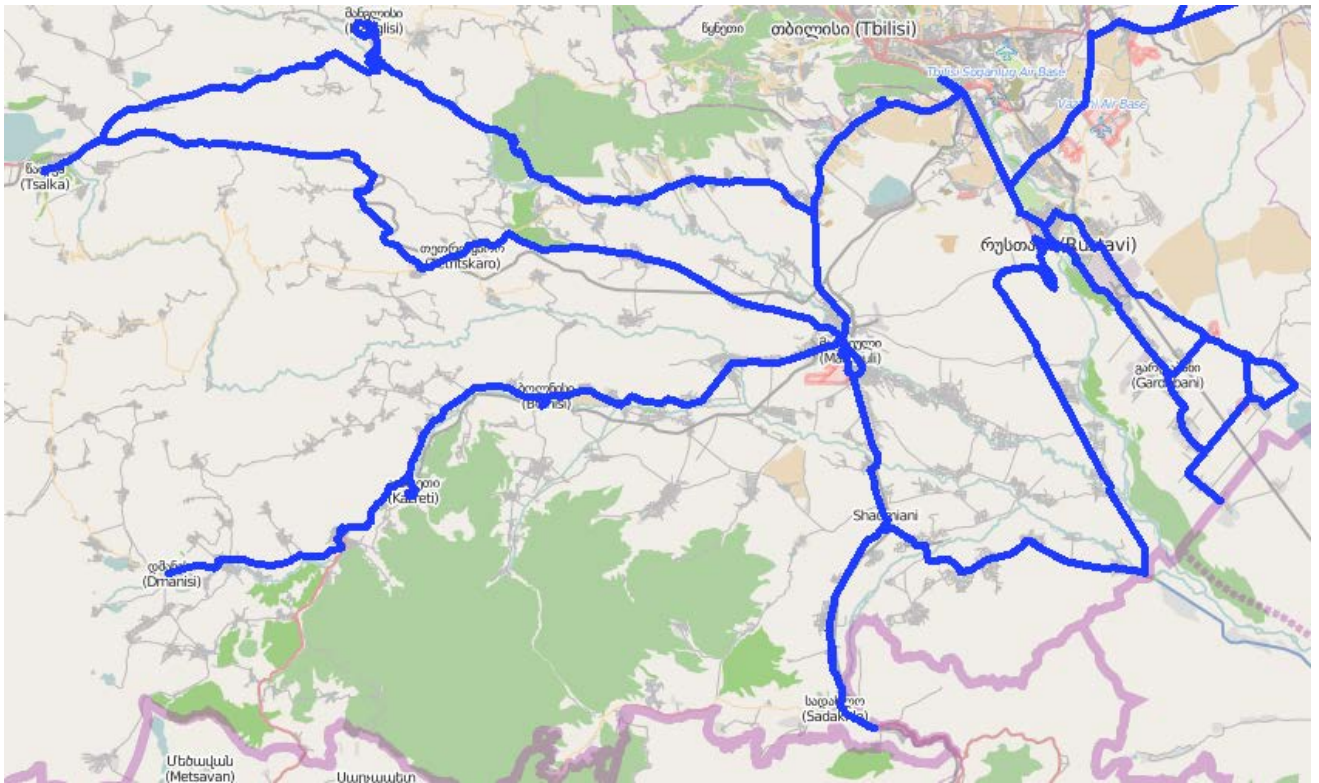


დანარჩენი რეგიონებისათვის ჩვენ მოვიყვანთ მხოლოდ გაზომილ ტექნიკურ მახასიათებლებს. მათი ანალიზისას შეიძლება გამოყენებულ იქნეს კახეთის რეგიონისათვის წარმოდგენილი განმარტებები.

შემდგომ პარაგრაფებში მოცემულია გაზომვისა და ანალიზის მონაცემები საქართველოს სხვა რეგიონებისათვის. ამიტომ, დამატებითი ახსნების გარეშე წარმოვადგენთ მხოლოდ მიღებულ შედეგებს.

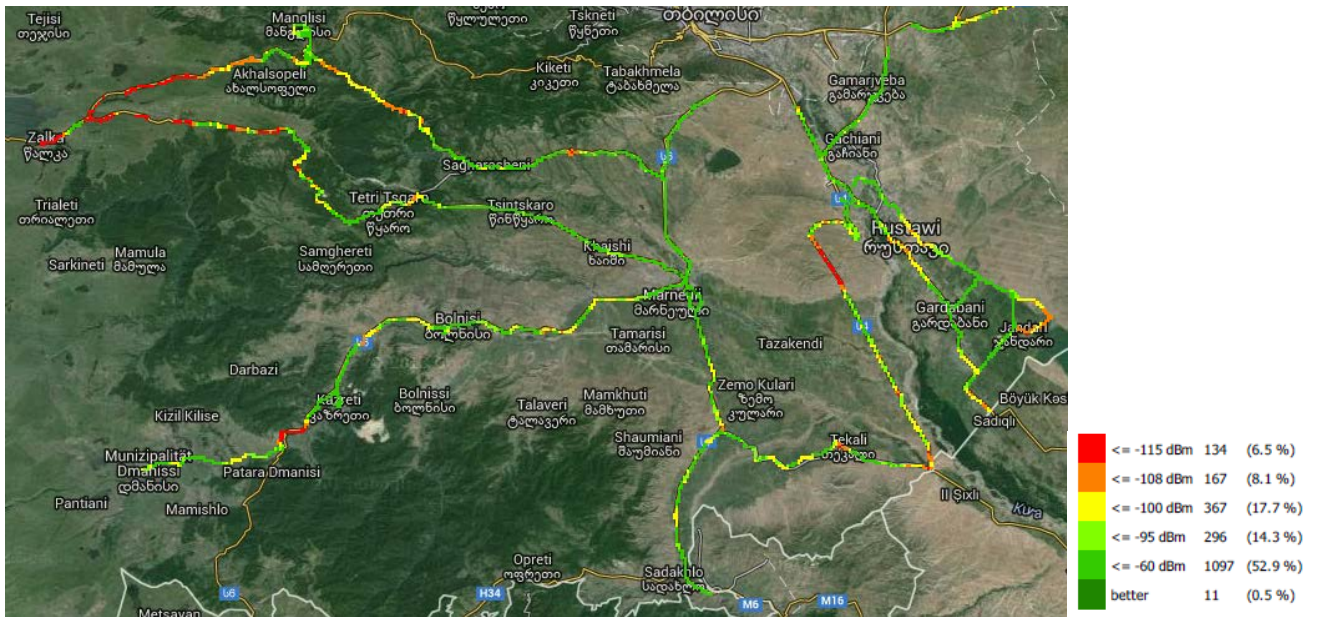
### 3. ქვემო ქართლის რეგიონი

„დრაივ-ტესტის“ დროს დაფარული იყო 750კმ.-ზე მეტი მანძილი ქვემო ქართლის რეგიონში (იხ.სურათი 25).



სურათი 25: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, ქვემო ქართლის რეგიონი

#### 3.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

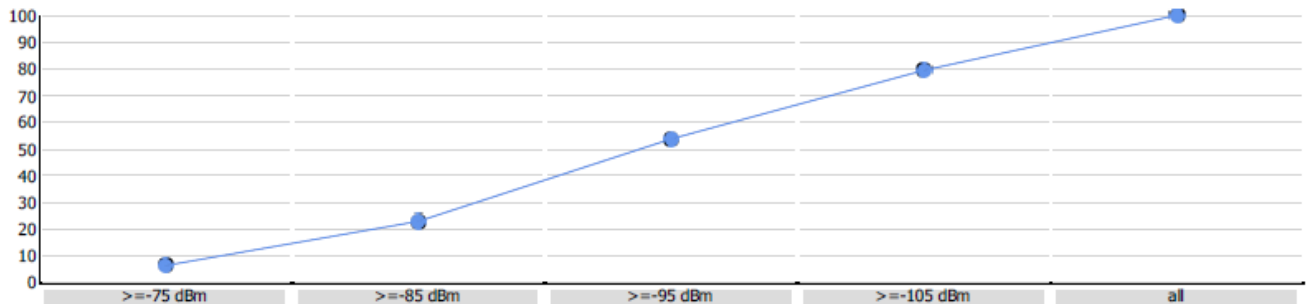


სურათი 26: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), ქვემო ქართლის რეგიონი

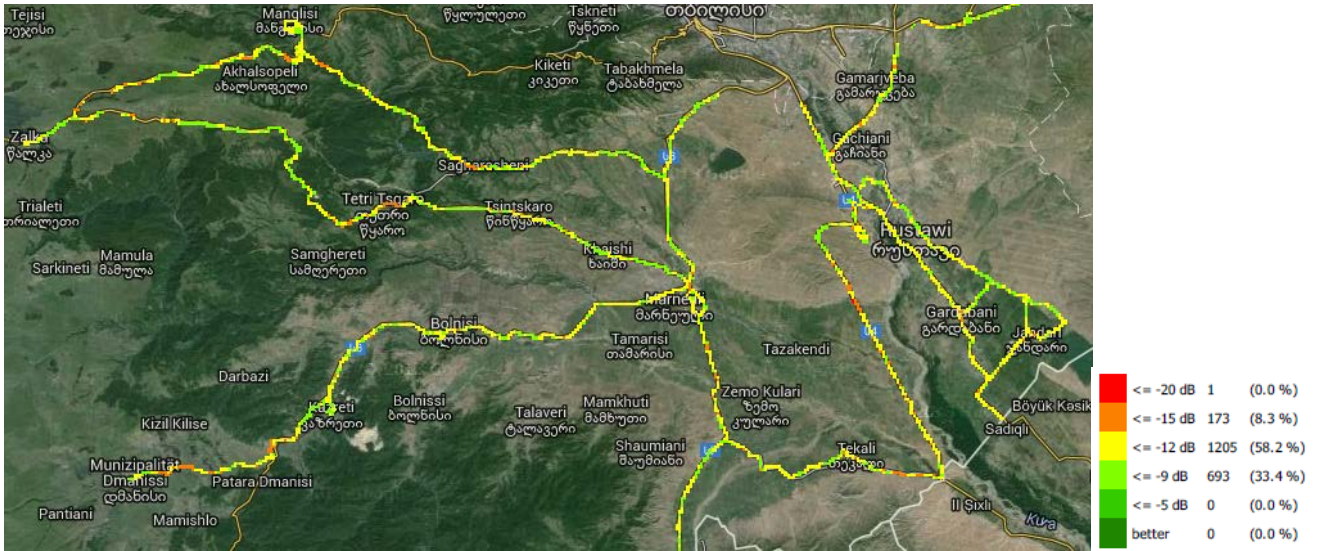
ამგვარად, სურათ 26-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ ქვემო ქართლის რეგიონში, შესწავლილი იმ 97 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 85%-ის შემთხვევაში მიღწეულია მინიმალური ან უკეთესი ხარისხით დაფარვა (-108 დბმ და მეტი). მეორე მხრივ, შესწავლილი ტერიტორიის 78%-ზე უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც წარმოადგენს სტაბილური სერვისის მიწოდების პირობას.

**Coverage CDF Chart**

The chart below shows the cumulative distribution of the Top1 Coverage samples (RSRP) of different operators based on narrowband values

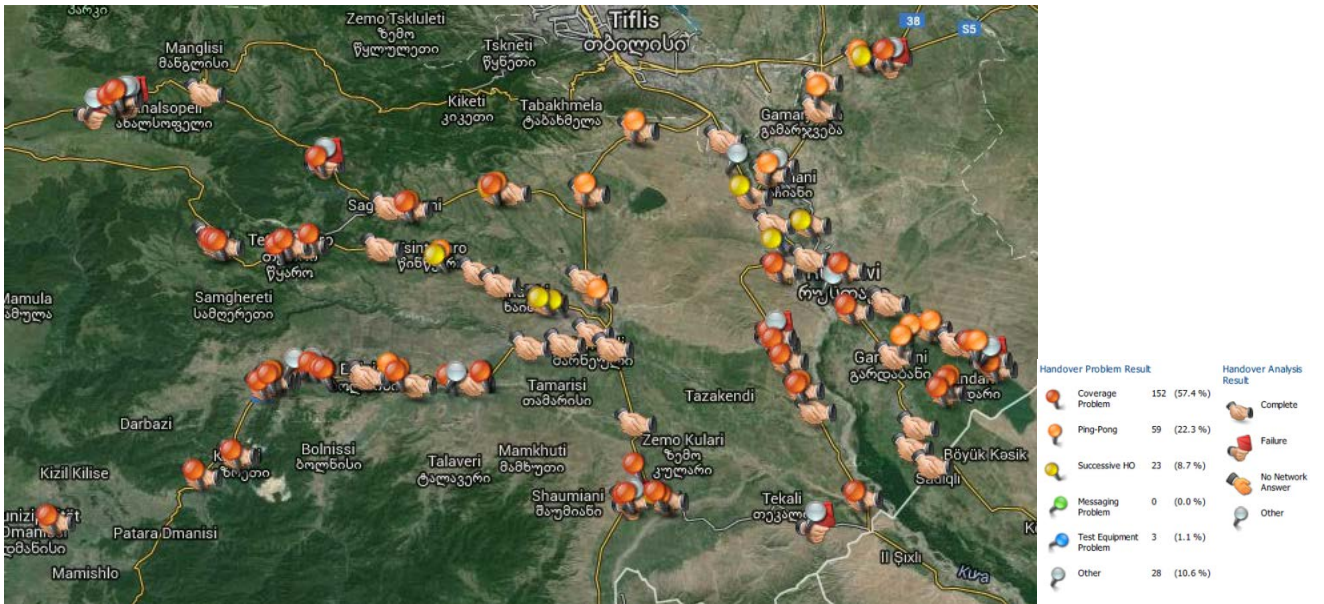


სურათი 27: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, ქვემო ქართლის რეგიონი



სურათი 28: RSRQ, ქვემო ქართლის რეგიონი

### 3.2. ფიჭიდან ფიჭაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 29: handover შპს „მობიტელის“ LTE ქსელში, ქვემო ქართლის რეგიონი



Handover Success



**Handover Success Rate**

94.6 % handovers completed

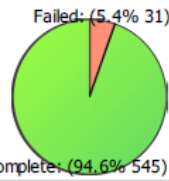
**94.6 % Handover Success Rate**



**Handover Setup Time Rate**

100.0 % handovers completed within 1s

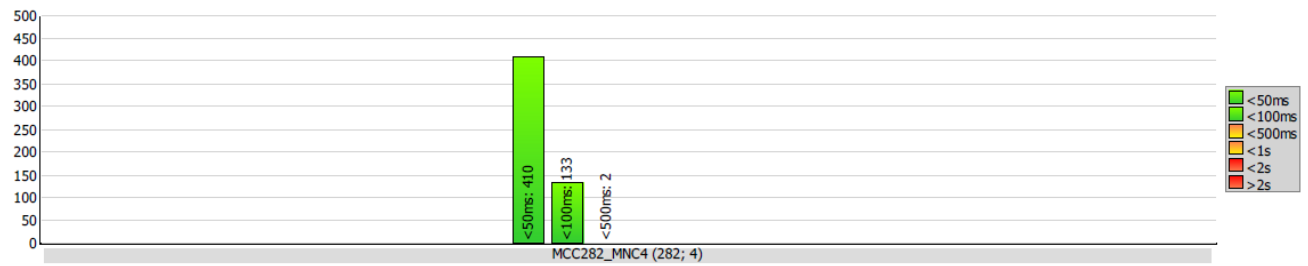
**100.0 %**



Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	576	545	94.6 %	31	5.4 %

სურათი 30: handover-ის სტატისტიკა, ქვემო ქართლის რეგიონი

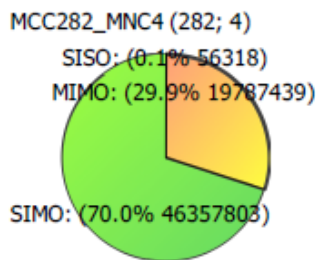
Handover Duration



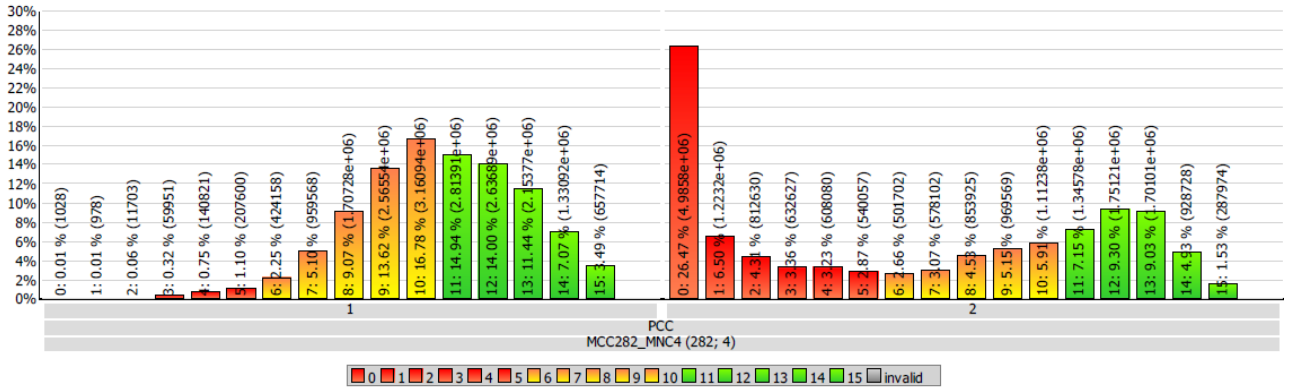
Network Provider	Attempts	Min [ms]	Avg [ms]	Max [ms]	1%	5%	25%	50%	75%	95%	99%
MCC282_MNC4 (282; 4)	545	1	30.7	109	2	2	3	16	49	78	94

სურათი 31: handover-ის დრო LTE ქსელებში, ქვემო ქართლის რეგიონი

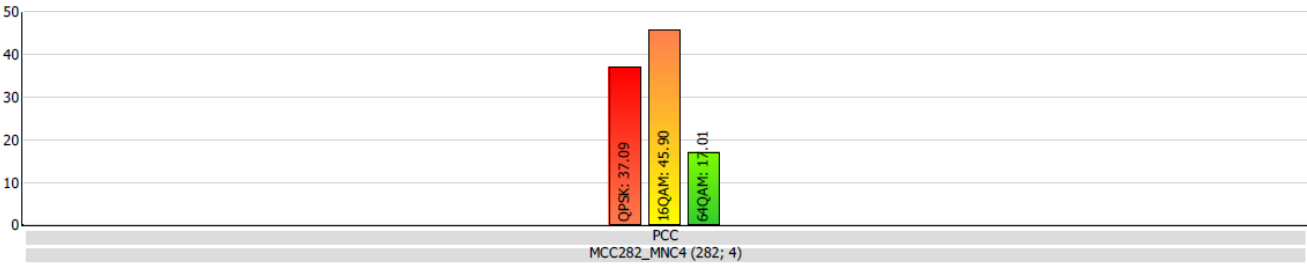
3.3. სერვისის ტექნიკური მახასიათებლები



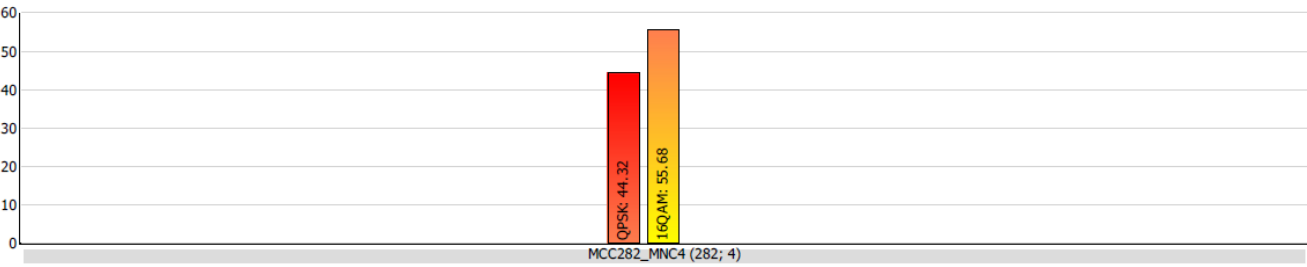
სურათი 32: MIMO-ს გამოყენება, ქვემო ქართლის რეგიონი



სურათი 33: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მაჩვენებლები



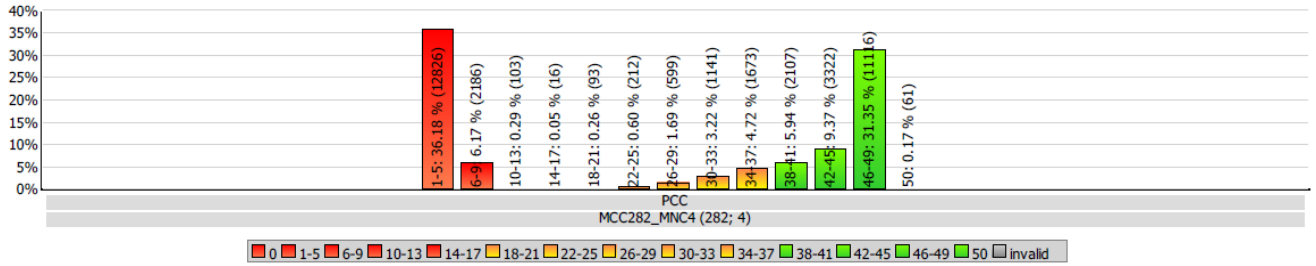
სურათი 34: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink



სურათი 35: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink

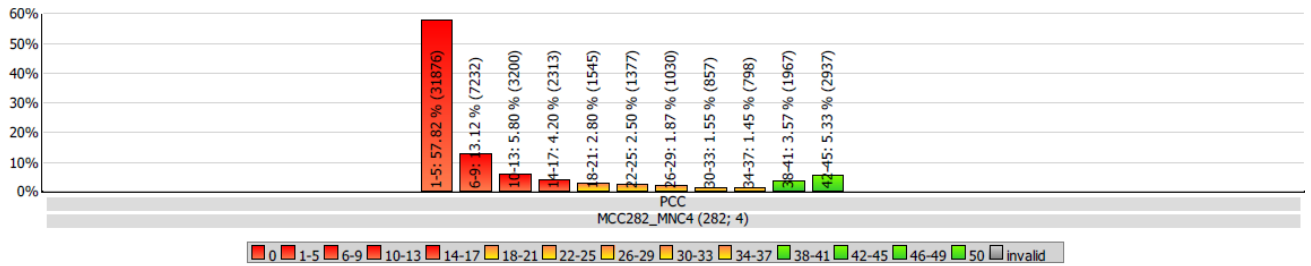


**Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz**



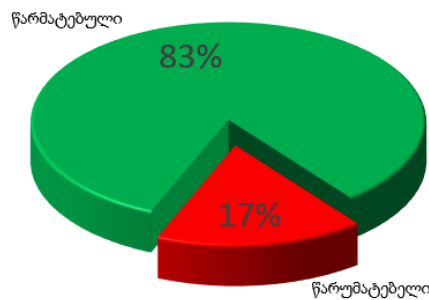
**სურათი 36: Downlink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი**

**Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz**



**სურათი 37: Uplink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი**

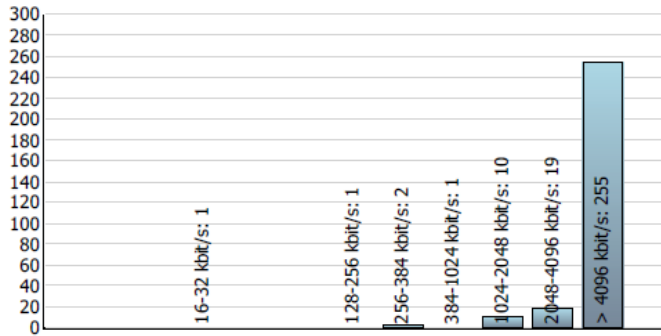
**3.4. მონაცემთა გადაცემა**



**სურათი 38: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა**

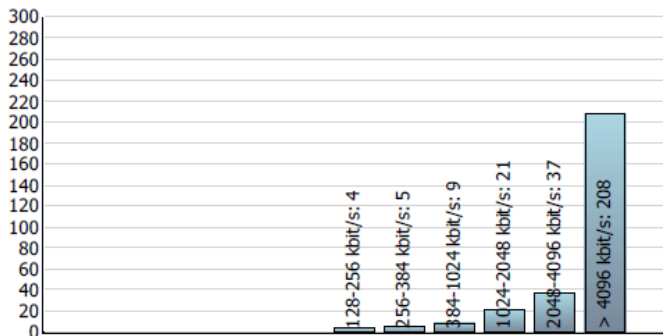
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
20	56	3165

**სურათი 39: PING-ის დრო (მილიწამი)**



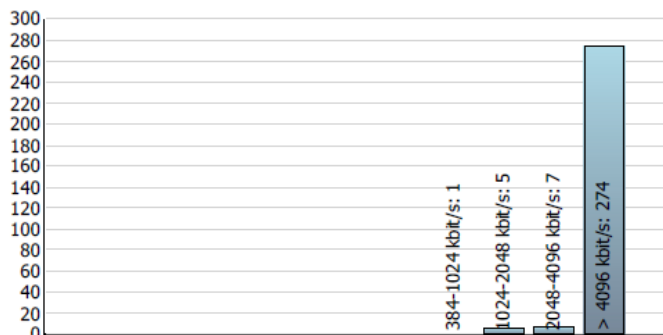
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	18.3 kbit/s	8667.3 kbit/s	14146.0 kbit/s

სურათი 40: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, ქვემო ქართლის რეგიონი



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	179.0 kbit/s	6648.6 kbit/s	12246.5 kbit/s

სურათი 41: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, ქვემო ქართლის რეგიონი



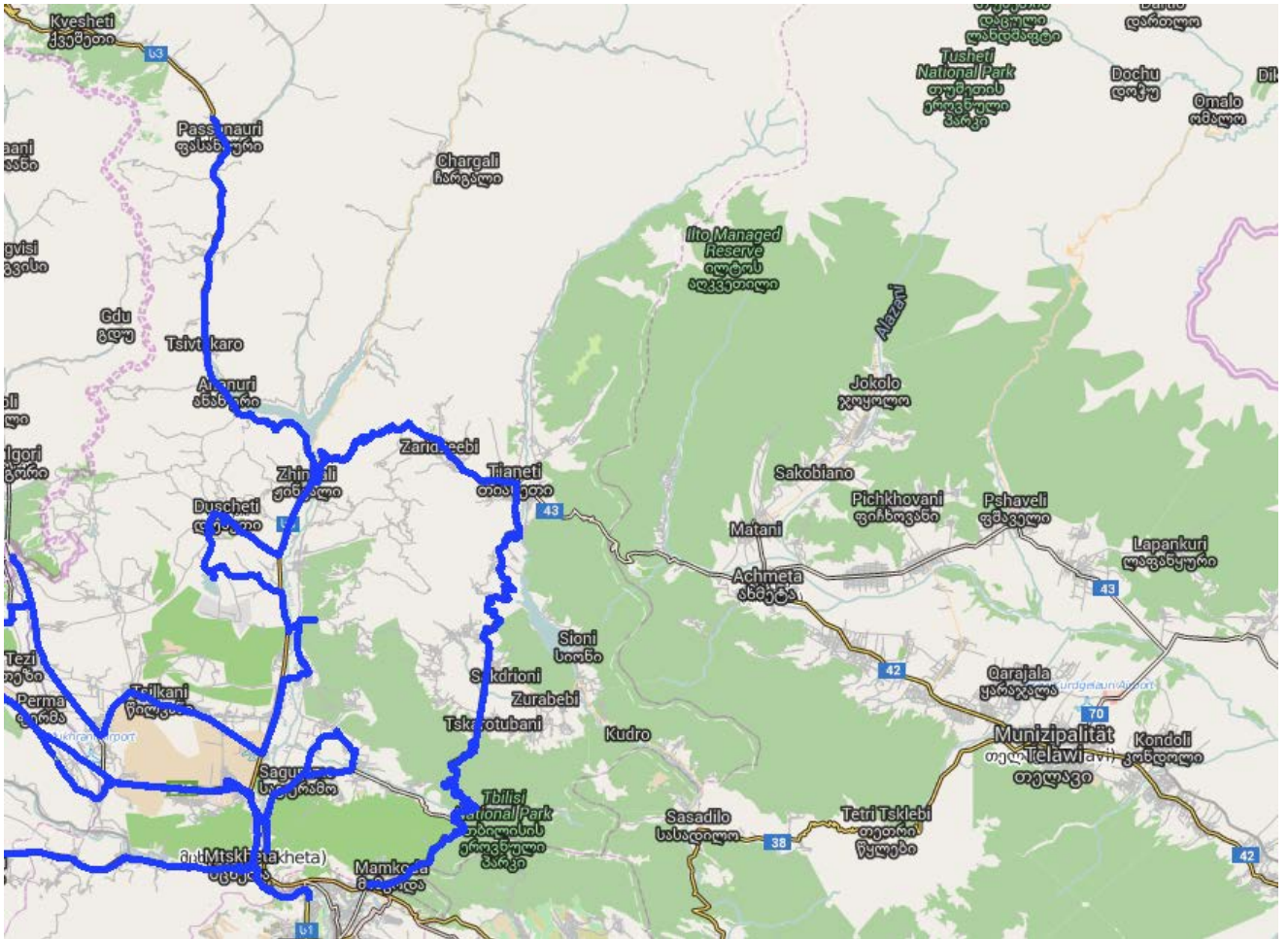
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	971.8 kbit/s	17718.2 kbit/s	46785.3 kbit/s

სურათი 42: HTTP download სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, ქვემო ქართლის რეგიონი



## 4. მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი

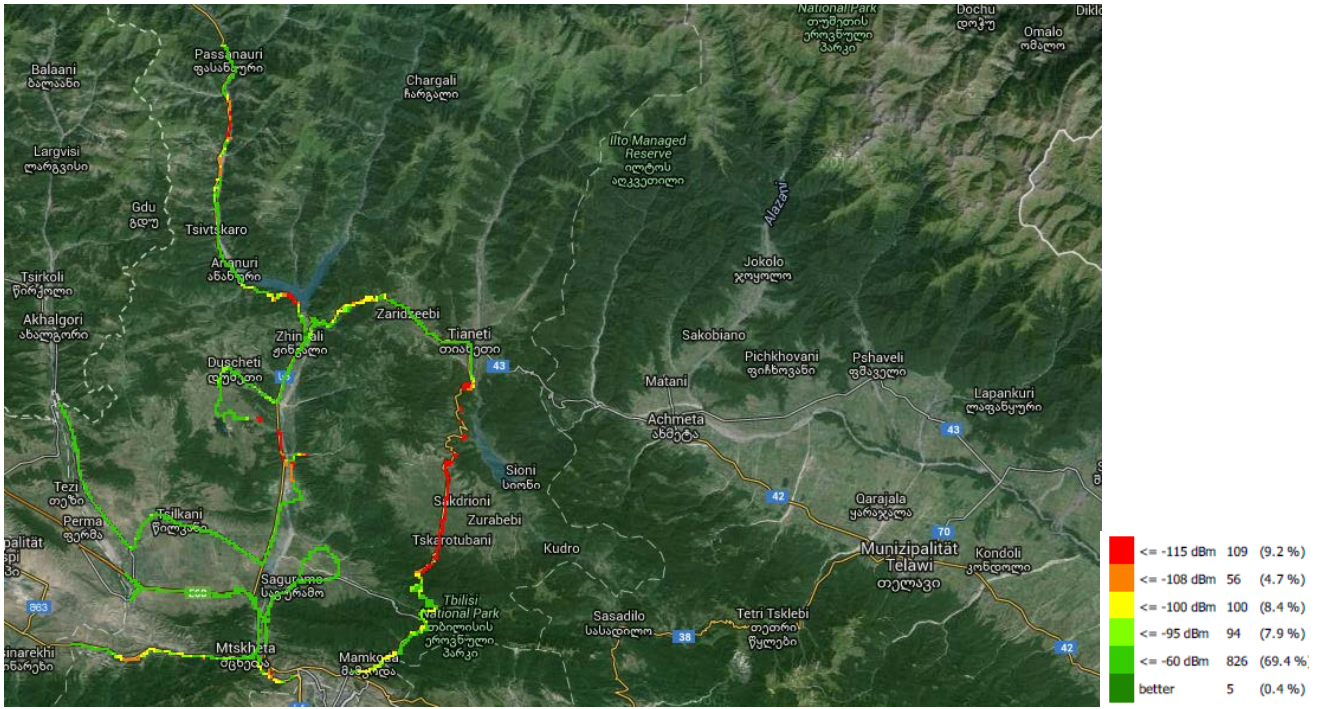
„დრაივ-ტესტის“ დროს, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში, დაფარული იყო 300კმ.-ზე მეტი მანძილი (იხ. სურათი 25).



სურათი 43: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი

### 4.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

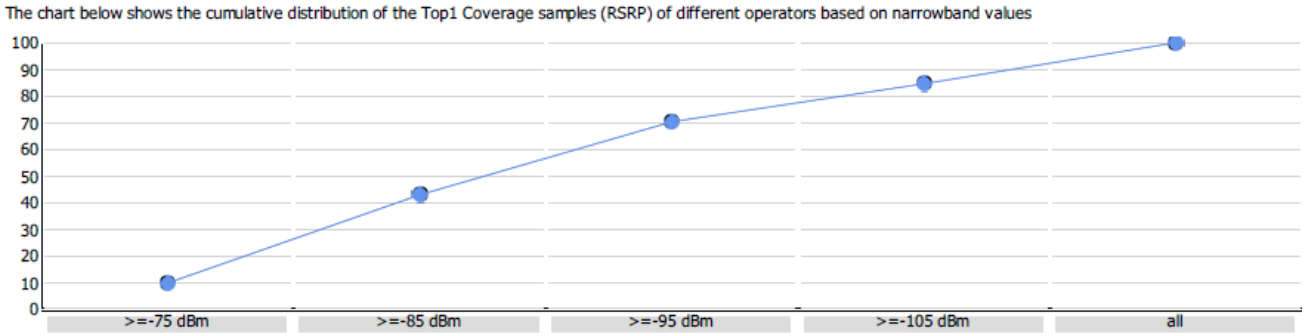




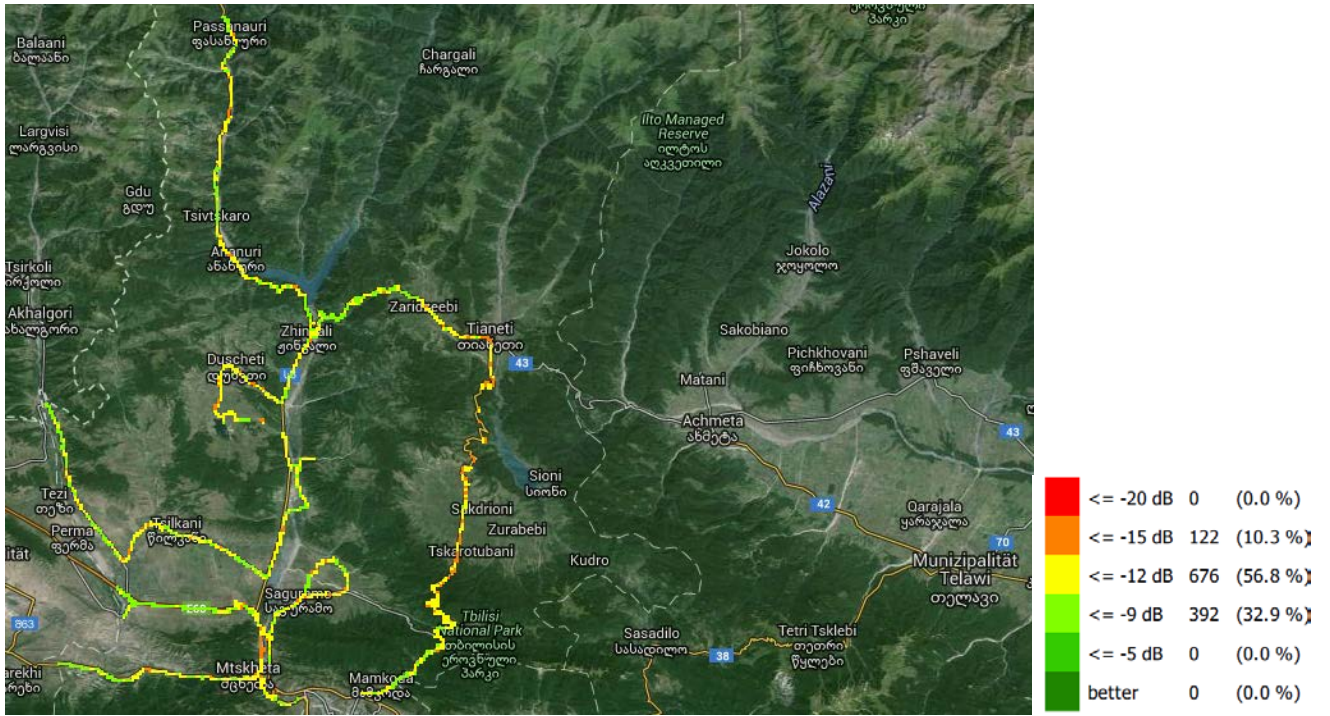
**სურათი 44: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი**

სურათ 44-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ მცხეთა-მთიანეთის რეგიონში შესწავლილი იმ 57 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 91%-ის შემთხვევაში მიღწეულია მინიმალური ან უკეთესი ხარისხით დაფარვა (-108 დბმ და მეტი). მეორე მხრივ, შესწავლილი ტერიტორიის 89%-ზე უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც სტაბილური სერვისის მიწოდების პირობას წარმოადგენს .

**Coverage CDF Chart**

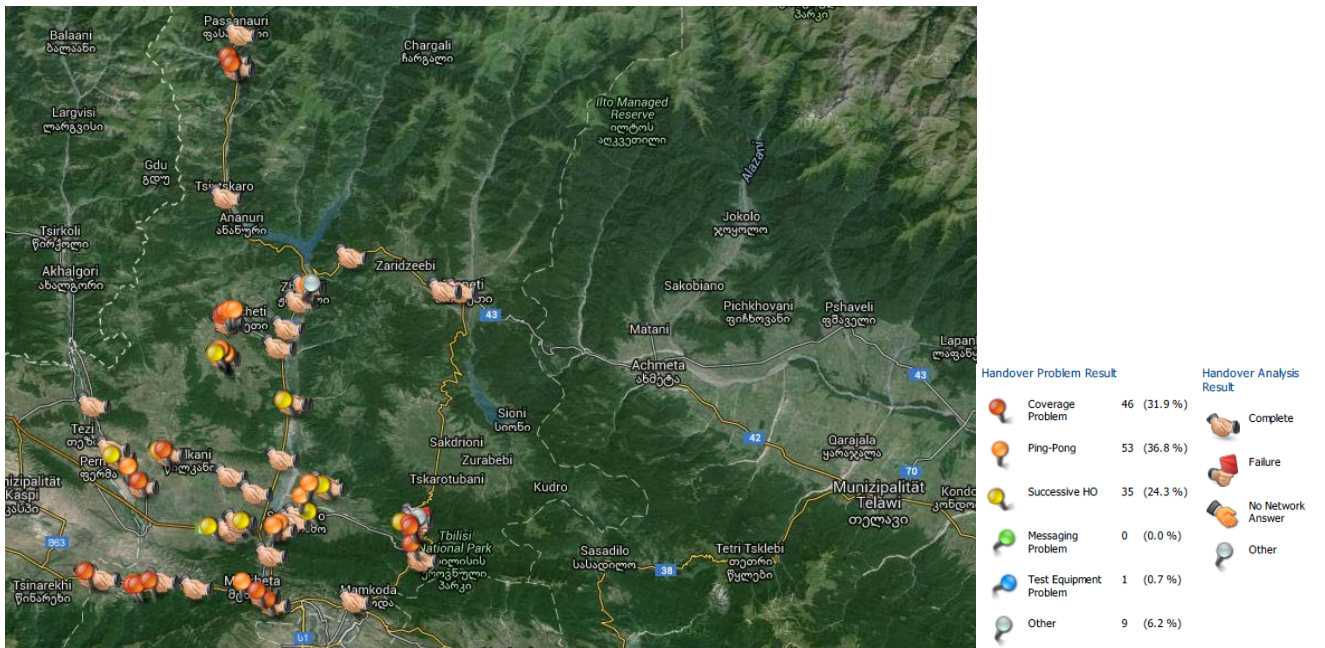


**სურათი 45: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი**



სურათი 46: RSRQ, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი

## 4.2. ფიქიდან ფიქაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 47: Handover შპს “მობიტელის“ LTE ქსელში, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი



Handover Success



**Handover Success Rate**

97.7 % handovers completed

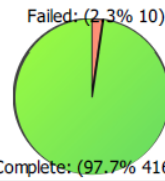
**97.7 % Handover Success Rate**



**Handover Setup Time Rate**

100.0 % handovers completed within 1s

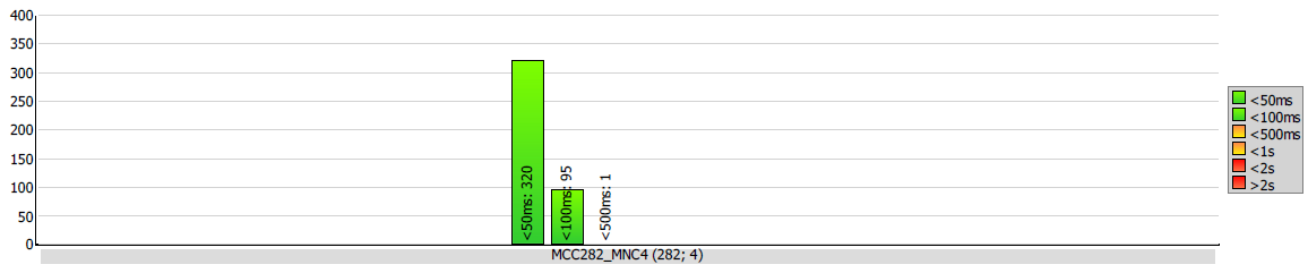
**100.0 %**



Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	426	416	97.7 %	10	2.3 %

სურათი 48: Handover-ის სტატისტიკა, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი

Handover Duration

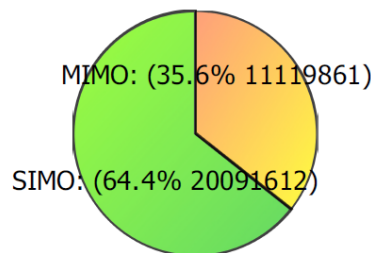


Network Provider	Attempts	Min [ms]	Avg [ms]	Max [ms]	1%	5%	25%	50%	75%	95%	99%
MCC282_MNC4 (282; 4)	416	1	29.2	108	2	2	4	16	48	78	93

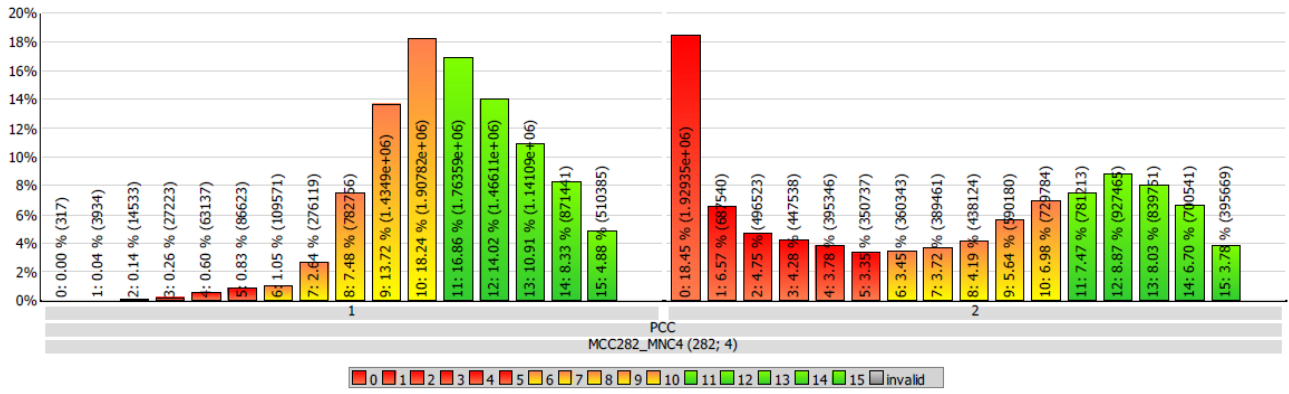
სურათი 49: Handover-ის დრო LTE ქსელებში, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი

4.3. სერვისის ტექნიკური მახასიათებლები

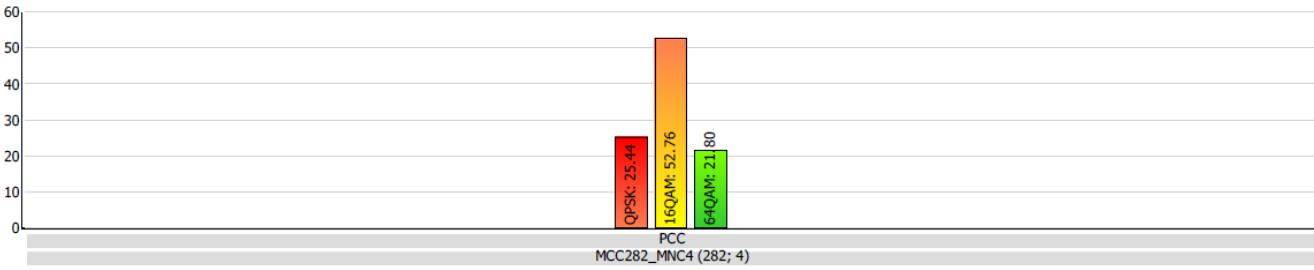
MCC282\_MNC4 (282; 4)



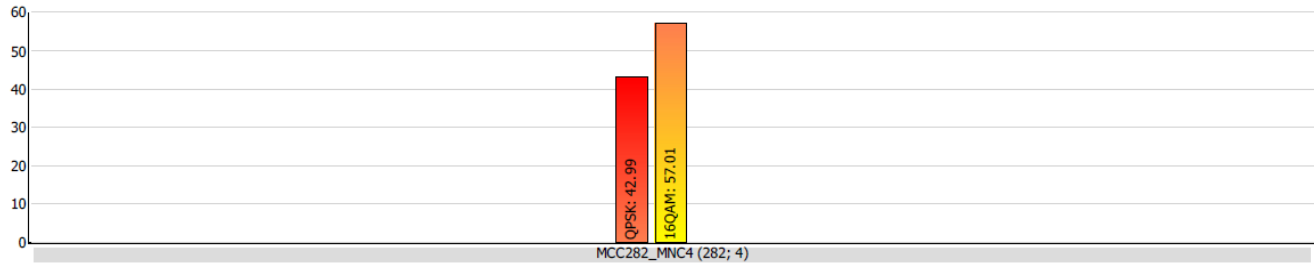
სურათი 50: MIMO-ს გამოყენება, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი



სურათი 51: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მაჩვენებლები



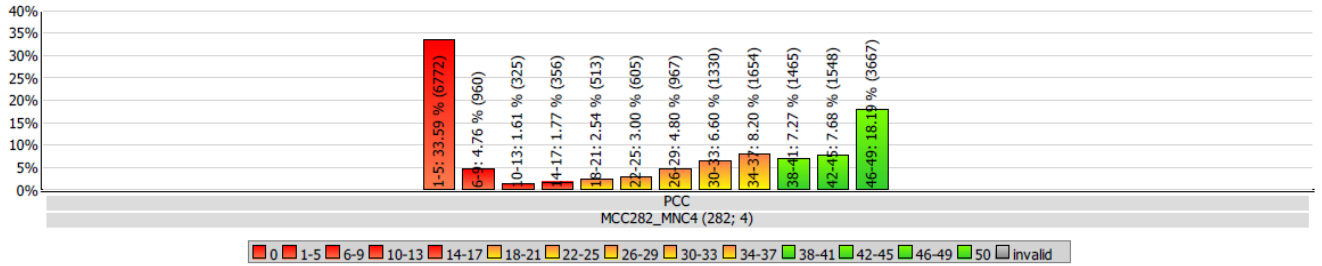
სურათი 52: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink



სურათი 53: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink

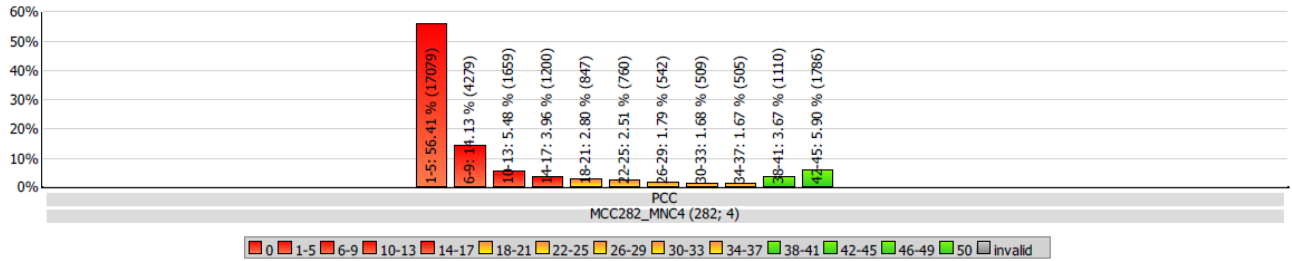


**Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz**



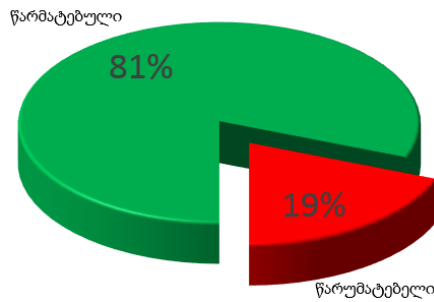
სურათი 54: Downlink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

**Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz**



სურათი 55: Uplink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

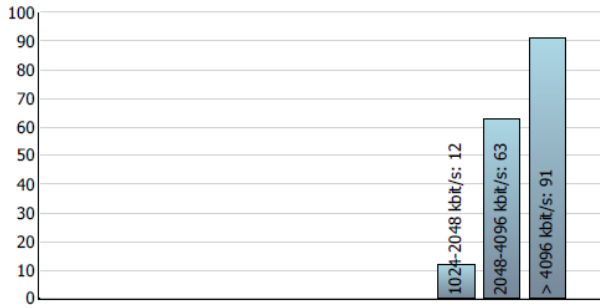
4.4. მონაცემთა გადაცემა



სურათი 56: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა

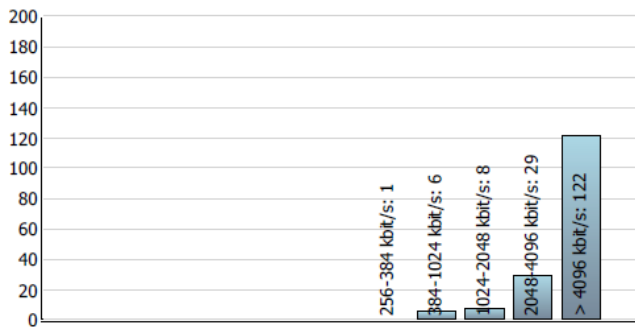
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
21	55	688

სურათი 57: PING-ის დრო (მილიწამი)



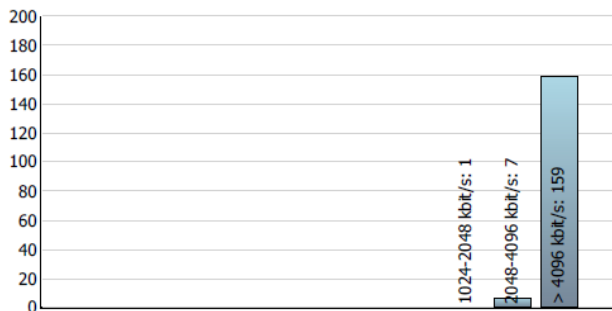
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	1161.8 kbit/s	5916.5 kbit/s	13785.7 kbit/s

**სურათი 58: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი**



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	369.5 kbit/s	6508.5 kbit/s	12005.1 kbit/s

**სურათი 59: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი**

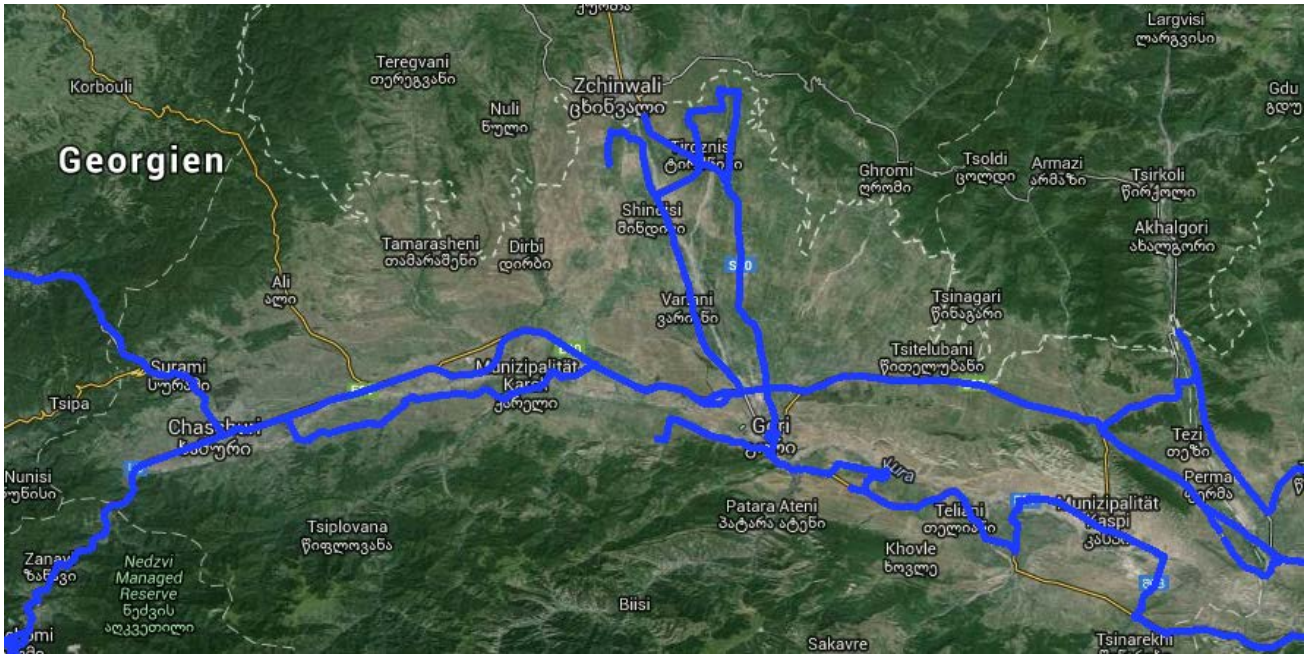


Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	1724.8 kbit/s	15887.5 kbit/s	40310.5 kbit/s

**სურათი 60: HTTPdownload სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, მცხეთა-მთიანეთის რეგიონი**

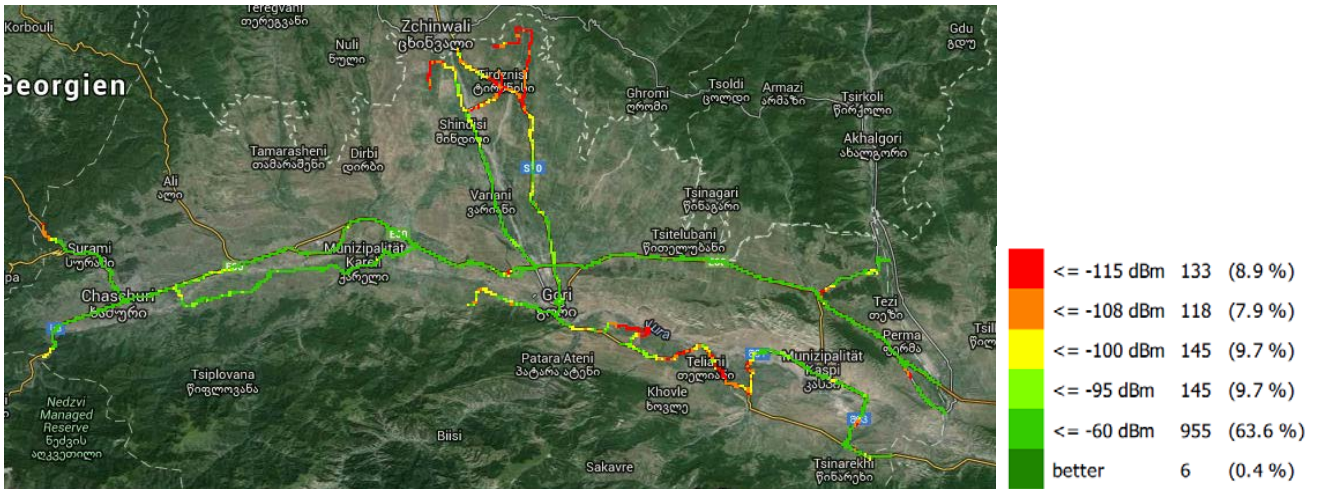
## 5. შიდა ქართლის რეგიონი

„დრაივ-ტესტის“ დროს, შიდა ქართლის რეგიონში, დაფარული იყო 600კმ.-ზე მეტი (იხ.სურათი25).



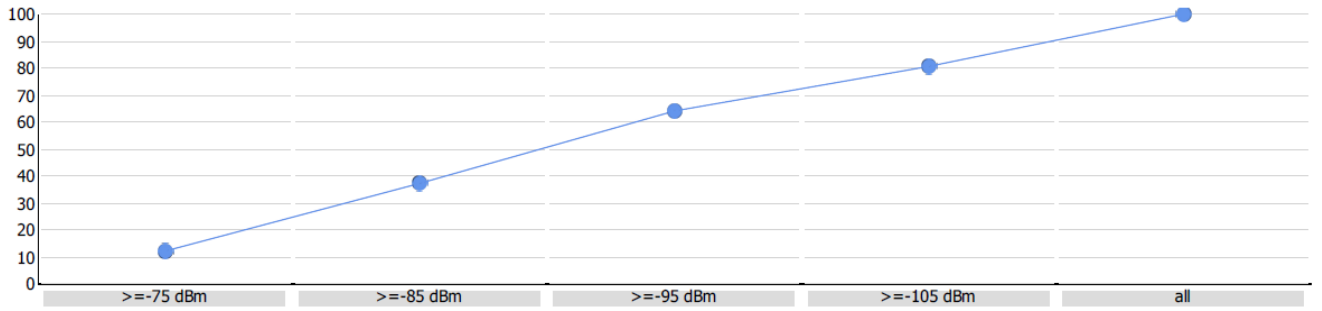
სურათი 61: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, შიდა ქართლის რეგიონი

### 5.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

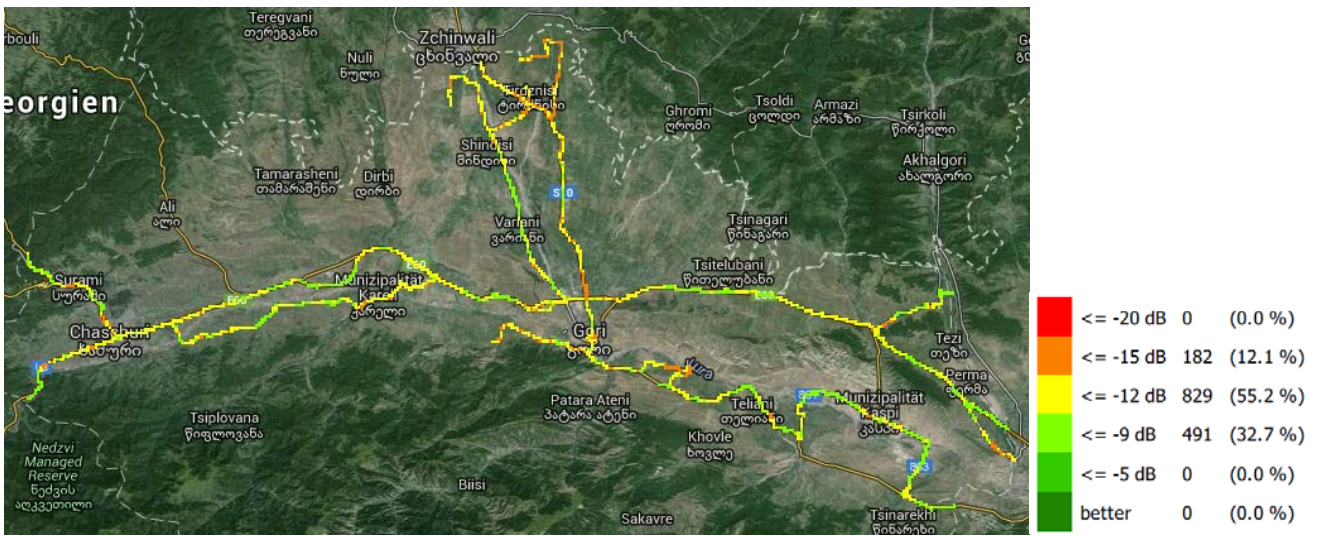


სურათი 62: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), შიდა ქართლის რეგიონი

სურათ 62-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ შიდა ქართლის რეგიონში, შესწავლილი იმ 83 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 83%-ის შემთხვევაში მიღწეულია მინიმალური ან უკეთესი ხარისხით დაფარვა (-108 დბმ და მეტი). მეორე მხრივ, შესწავლილი ტერიტორიის 77%-ზე უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც სტაბილური მომსახურების მიწოდების პირობას წარმოადგენს .

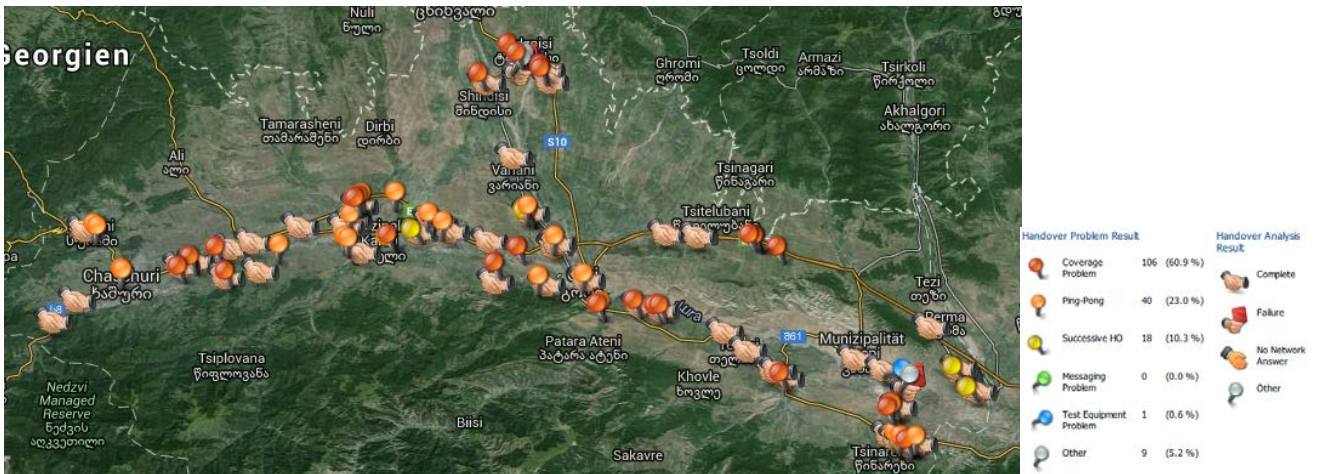


სურათი 63: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, შედა ქართლის რეგიონი



სურათი 64: RSRQ, შედა ქართლის რეგიონი

## 5.2. ფიჭიდან ფიჭაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 65: handover შპს „მობიტელის“ LTE ქსელში, შედა ქართლის რეგიონი





Handover Success



**Handover Success Rate**

97.6 % handovers completed

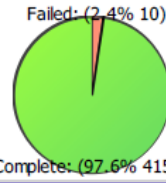
**97.6 % Handover Success Rate**



**Handover Setup Time Rate**

100.0 % handovers completed within 1s

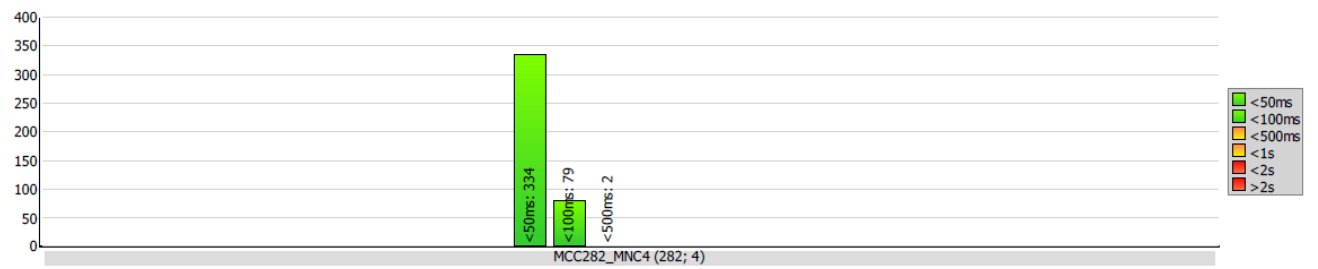
**100.0 %**



Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	425	415	97.6 %	10	2.4 %

**სურათი 66: Handover-ის სტატისტიკა, შუდა ქართლის რეგიონი**

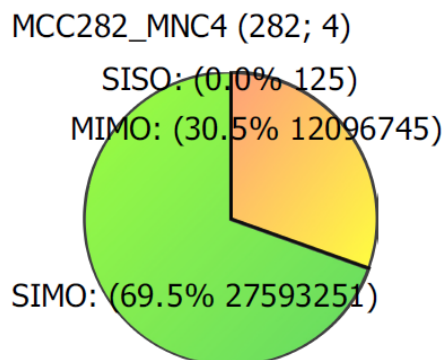
Handover Duration



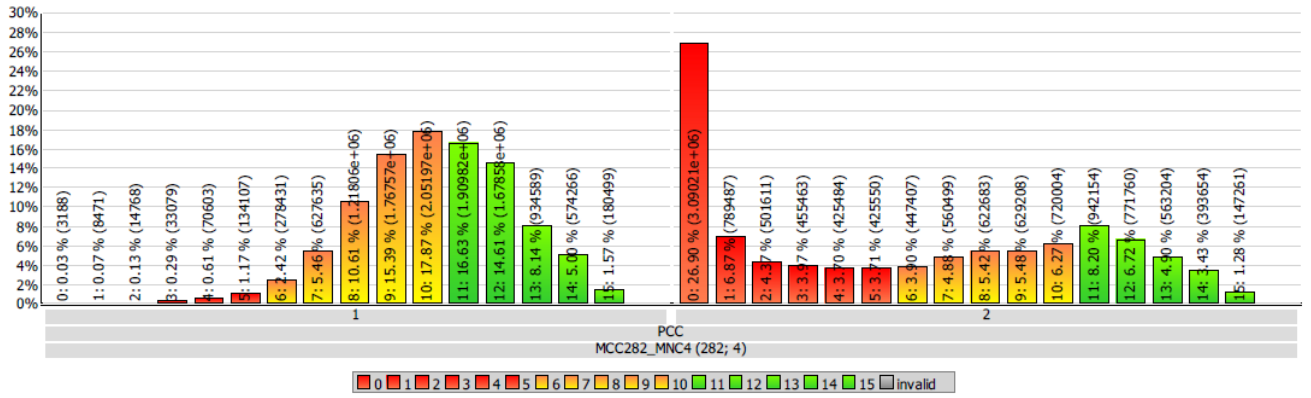
Network Provider	Attempts	Min [ms]	Avg [ms]	Max [ms]	1%	5%	25%	50%	75%	95%	99%
MCC282_MNC4 (282; 4)	415	1	27.4	109	2	2	3	16	47	78	94

**სურათი 67: Handover-ის დრო LTE ქსელებში, შუდა ქართლის რეგიონი**

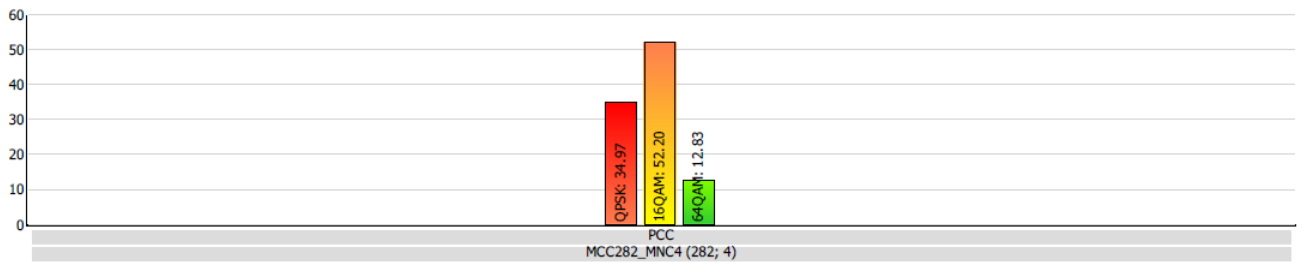
**5.3. სერვისის ტექნიკური მახასიათებლები**



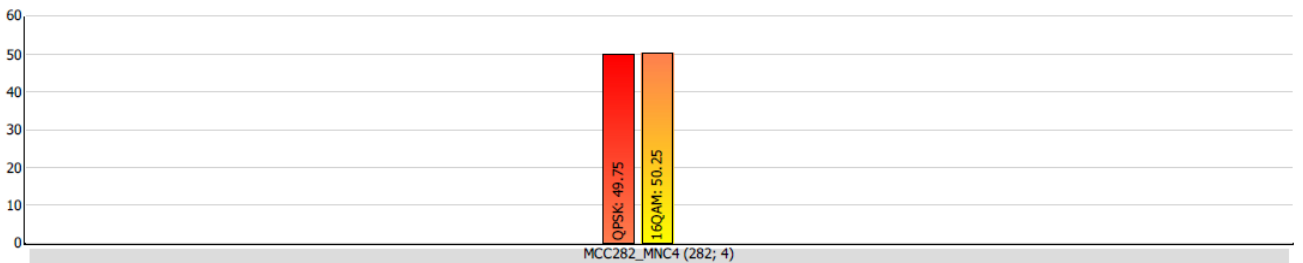
**სურათი 68: MIMO-ს გამოყენება, შუდა ქართლის რეგიონი**



სურათი 69: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მაჩვენებლები



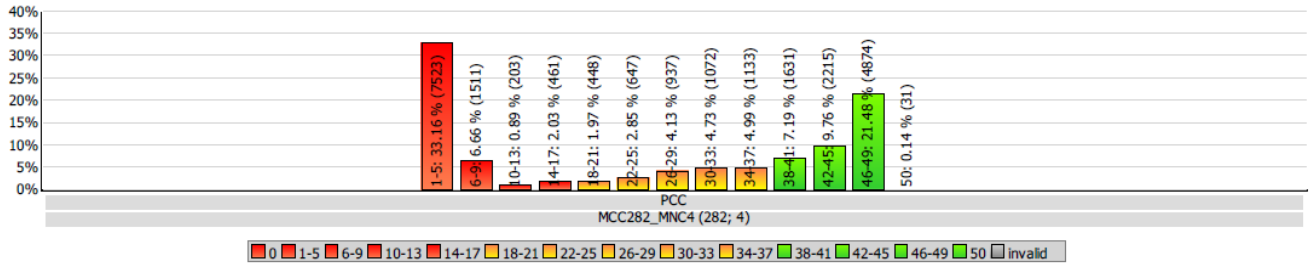
სურათი 70: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink



სურათი 71: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink

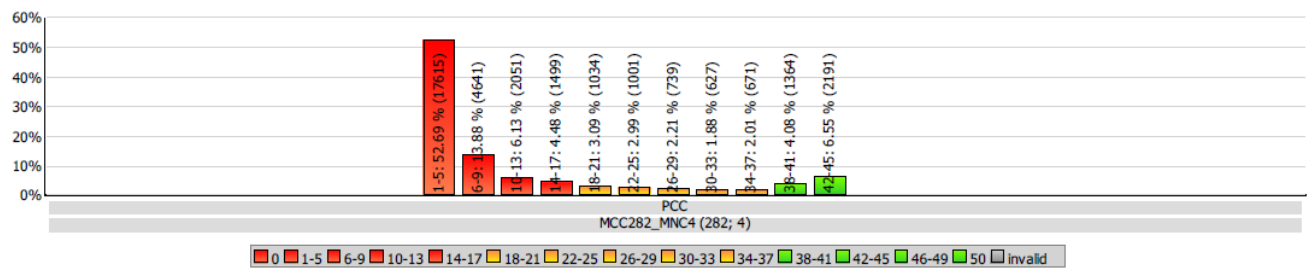


**Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz**



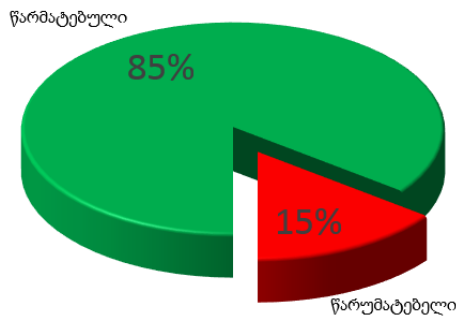
სურათი 72: Downlink-ში გამოყენებული რესურს ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

**Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz**



სურათი 73: Uplink-ში გამოყენებული რესურს ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

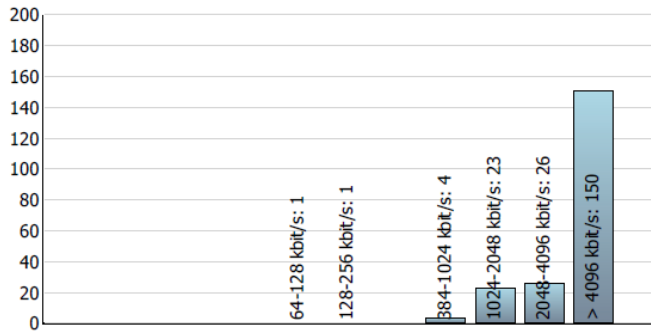
5.4. მონაცემთა გადაცემა



სურათი 74: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა

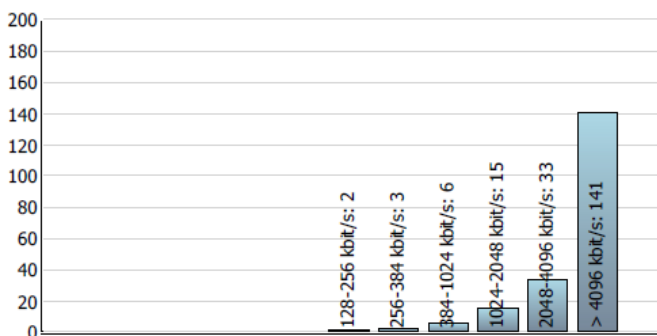
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
20	56	529

სურათი 75: PING-ის დრო (მილიწამი)



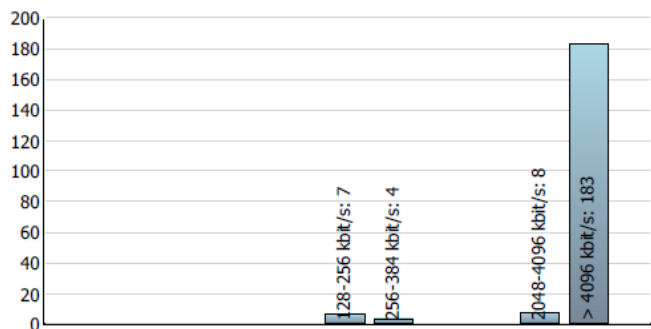
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	69.0 kbit/s	7270.8 kbit/s	13611.2 kbit/s

სურათი 76: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, შუდა ქართლის რეგიონი



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	179.9 kbit/s	6038.1 kbit/s	12329.1 kbit/s

სურათი 77: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, შუდა ქართლის რეგიონი



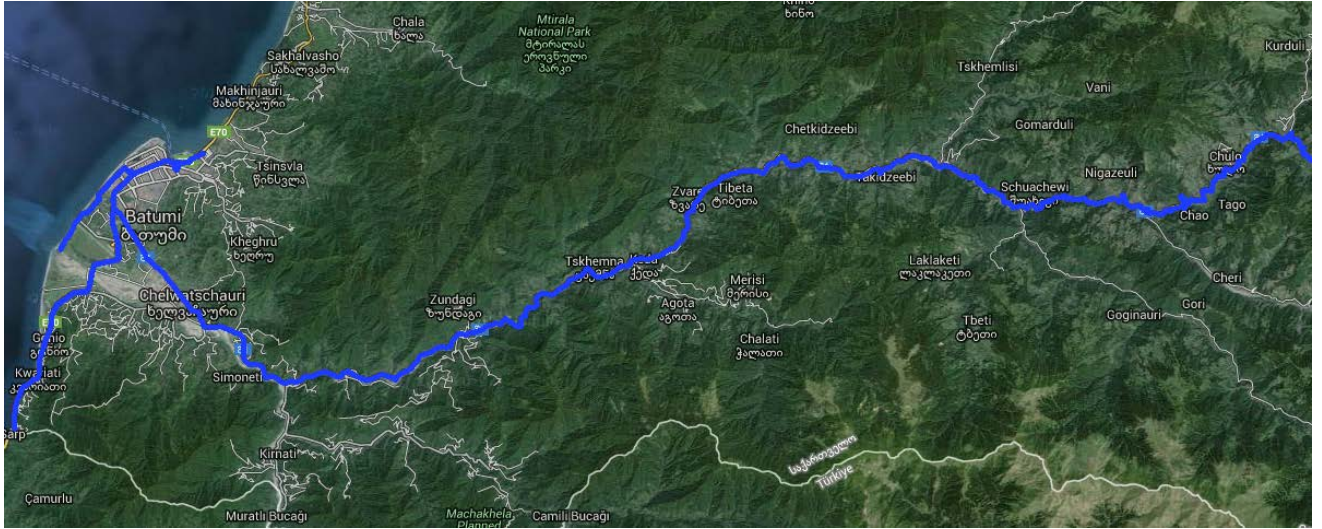
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	212.0 kbit/s	13498.5 kbit/s	39625.0 kbit/s

სურათი 78: HTTP download სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, შუდა ქართლის რეგიონი



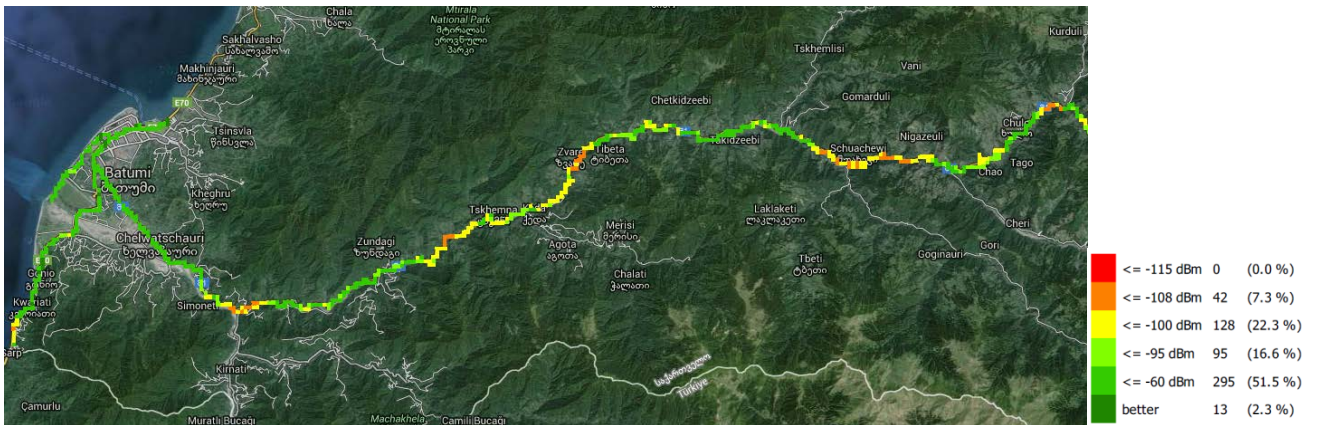
## 6. აჭარა

„დრაივ-ტესტის“ დროს, აჭარაში, დაფარულიყო 140კმ.-ზე მეტი (იხ. სურათი 79).



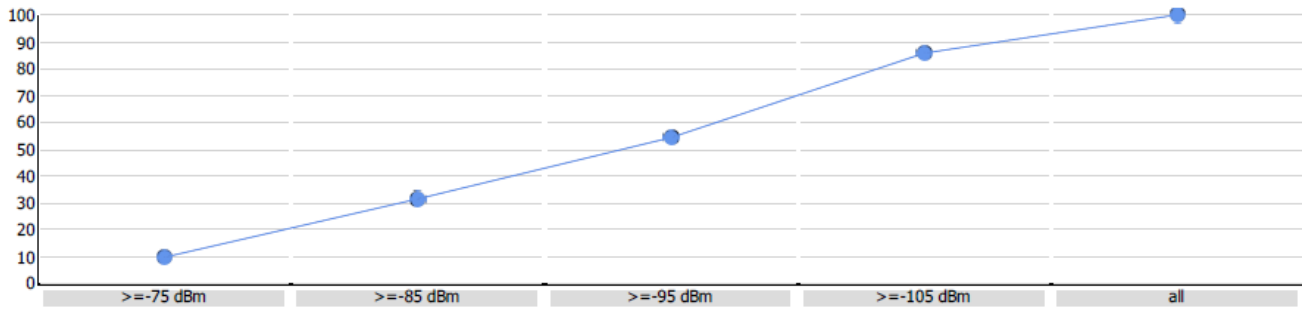
სურათი 79: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, აჭარა

### 6.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

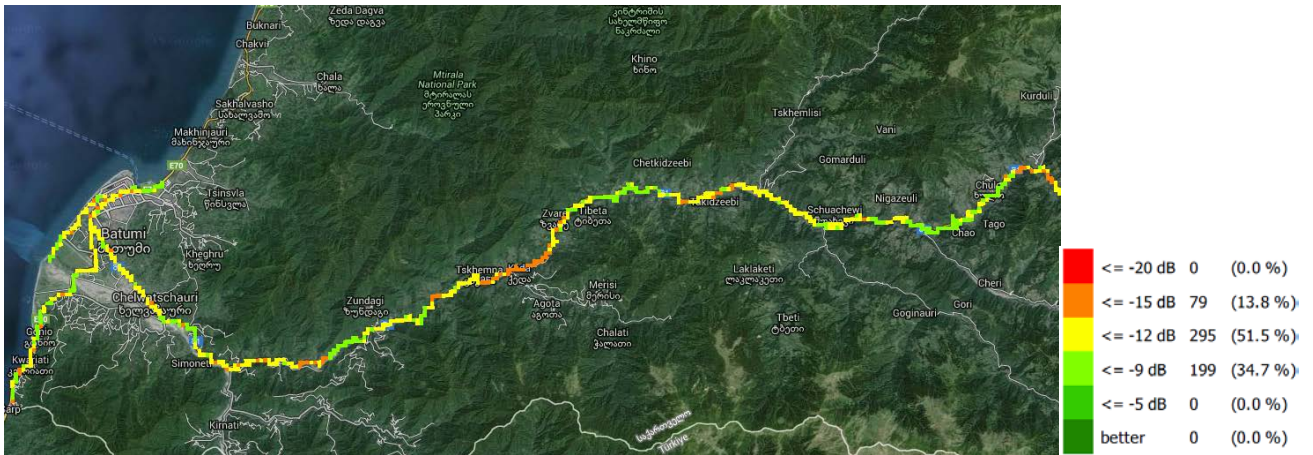


სურათი 80: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), აჭარა

სურათ 80-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ აჭარის რეგიონში, შესწავლილი იმ 49 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 98%-ის შემთხვევაში უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც სტაბილური ხარისხის მიწოდების პირობას წარმოადგენს.

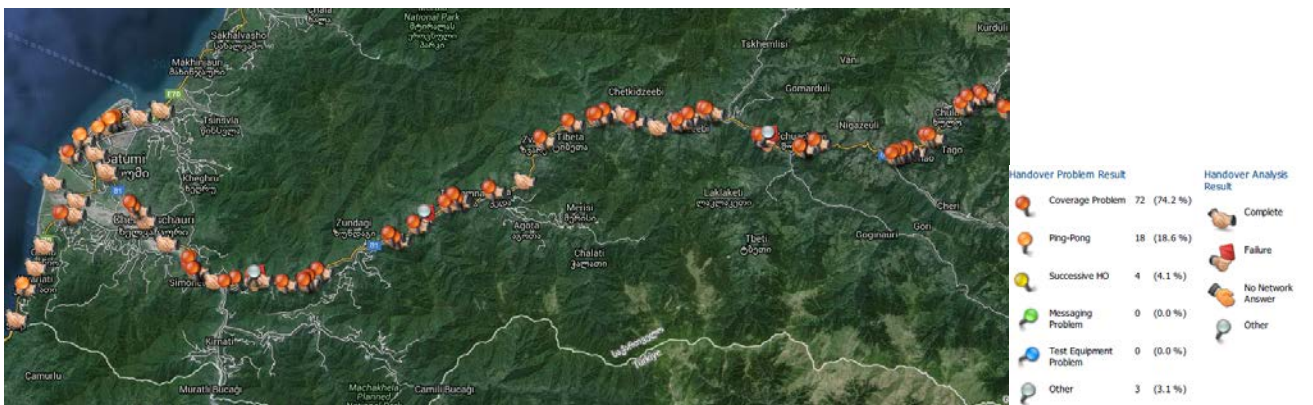


სურათი 81: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, აჭარა



სურათი 82: RSRQ, აჭარა

## 6.2. ფიქიდან ფიქაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 83: Handover შპს „მობიტელის“ LTE ქსელში, აჭარა



Handover Success



**Handover Success Rate**

98.5 % handovers completed

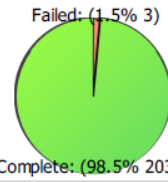
**98.5 % Handover Success Rate**



**Handover Setup Time Rate**

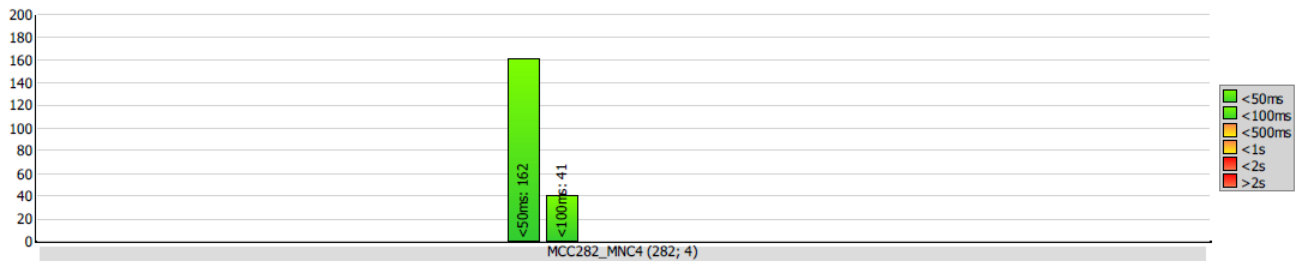
100.0 % handovers completed within 1s

**100.0 %**



Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	206	203	98.5 %	3	1.5 %

სურათი 84: Handover-ის სტატისტიკა, აჭარა

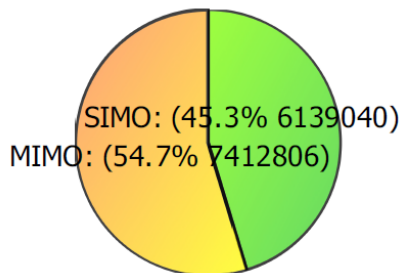


Network Provider	Attempts	Min [ms]	Avg [ms]	Max [ms]	1%	5%	25%	50%	75%	95%	99%
MCC282_MNC4 (282; 4)	203	2	27.8	98	2	2	3	16	47	77	92

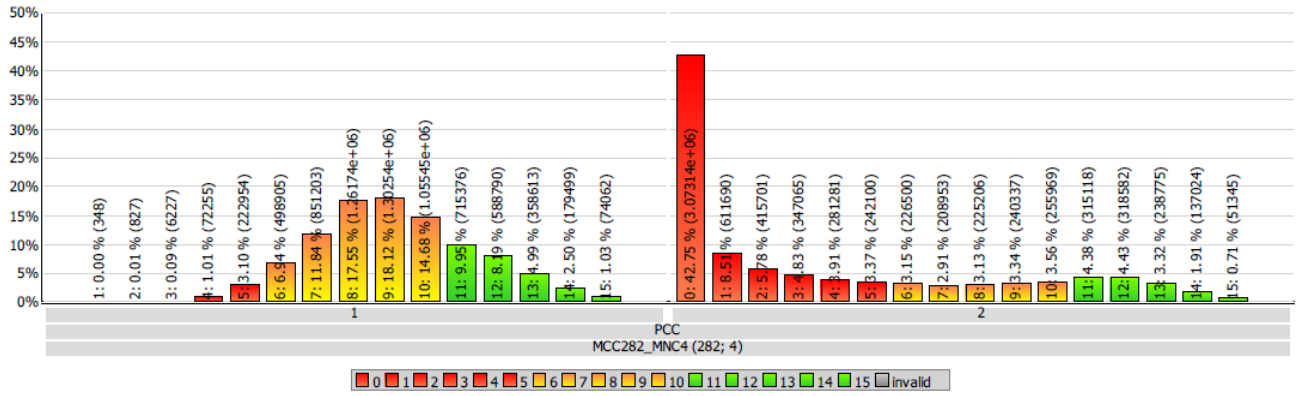
სურათი 85: Handover-ის დრო LTE ქსელებში, აჭარა

6.3. მომსახურების ტექნიკური მახასიათებლები

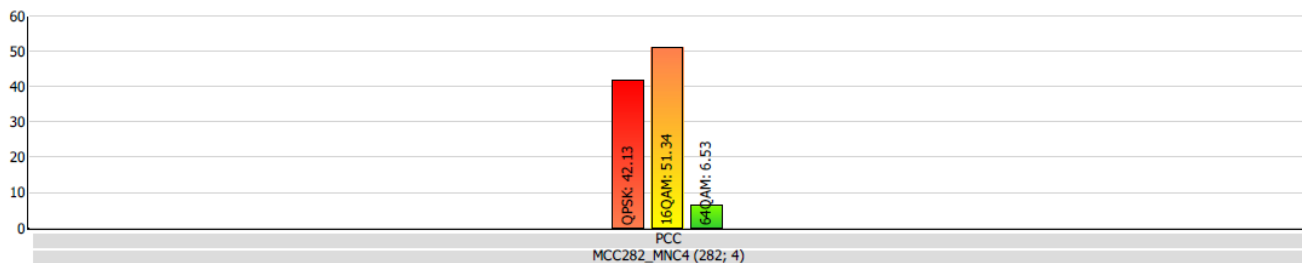
MCC282\_MNC4 (282; 4)



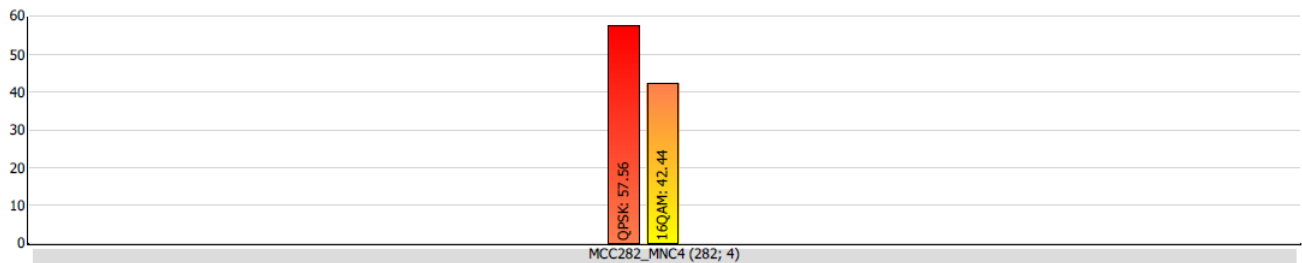
სურათი 86: MIMO-ს გამოყენება, აჭარა



სურათი 87: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მარევენებლები



სურათი 88: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink

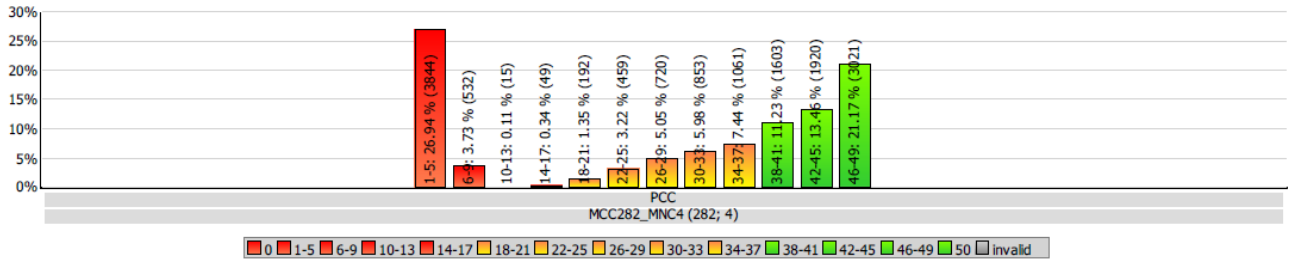


სურათი 89: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink



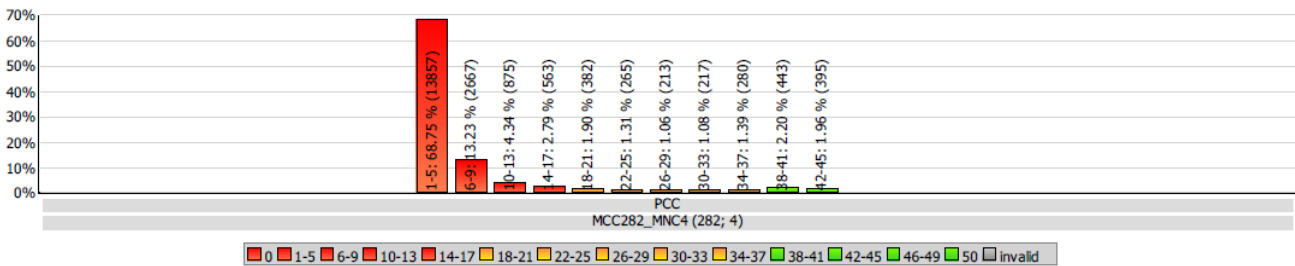


### Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz



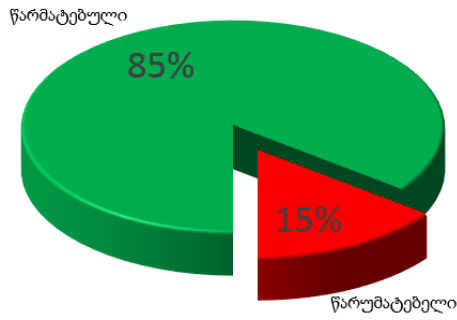
სურათი 90: Downlink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

### Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz



სურათი 91: Uplink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

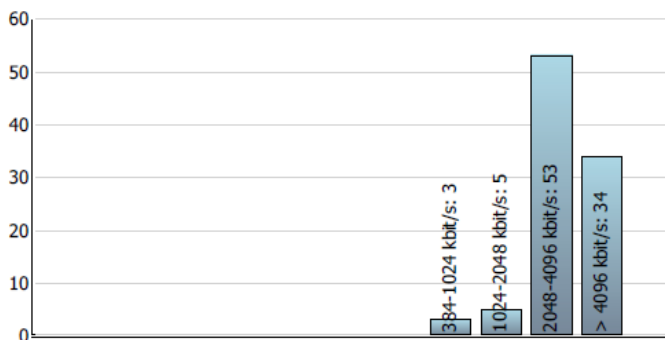
## 6.4. მონაცემთა გადაცემა



სურათი 92: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა

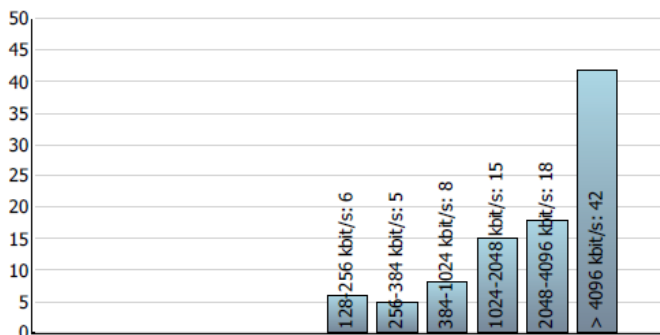
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
28	63	1076

სურათი 93: PING-ის დრო (მილიწამი)



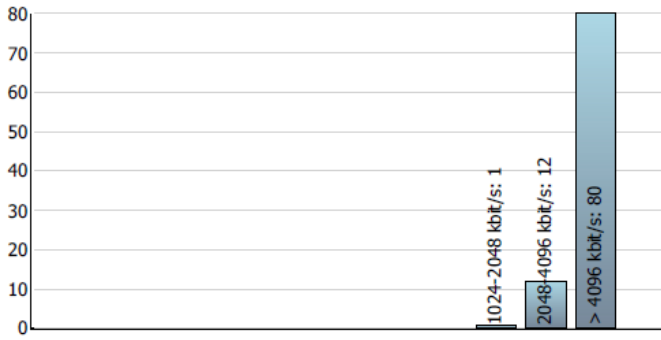
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	473.7 kbit/s	3728.6 kbit/s	11391.4 kbit/s

სურათი 94: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, აჭარა



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	180.4 kbit/s	4547.1 kbit/s	12849.2 kbit/s

სურათი 95: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, აჭარა

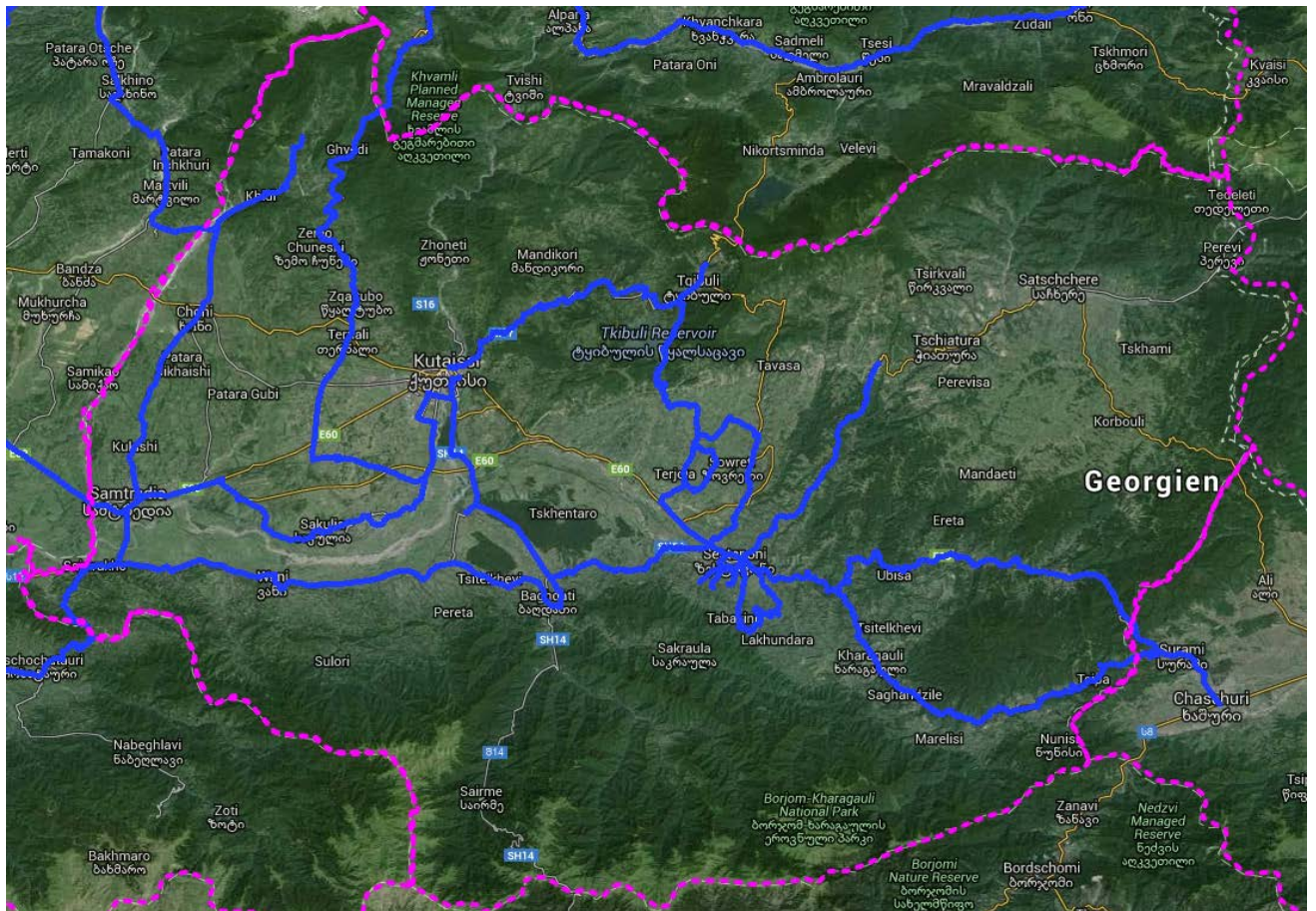


Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	1973.7 kbit/s	10743.6 kbit/s	30693.8 kbit/s

სურათი 96: HTTP download სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, აჭარა

## 7. იმერეთის რეგიონი

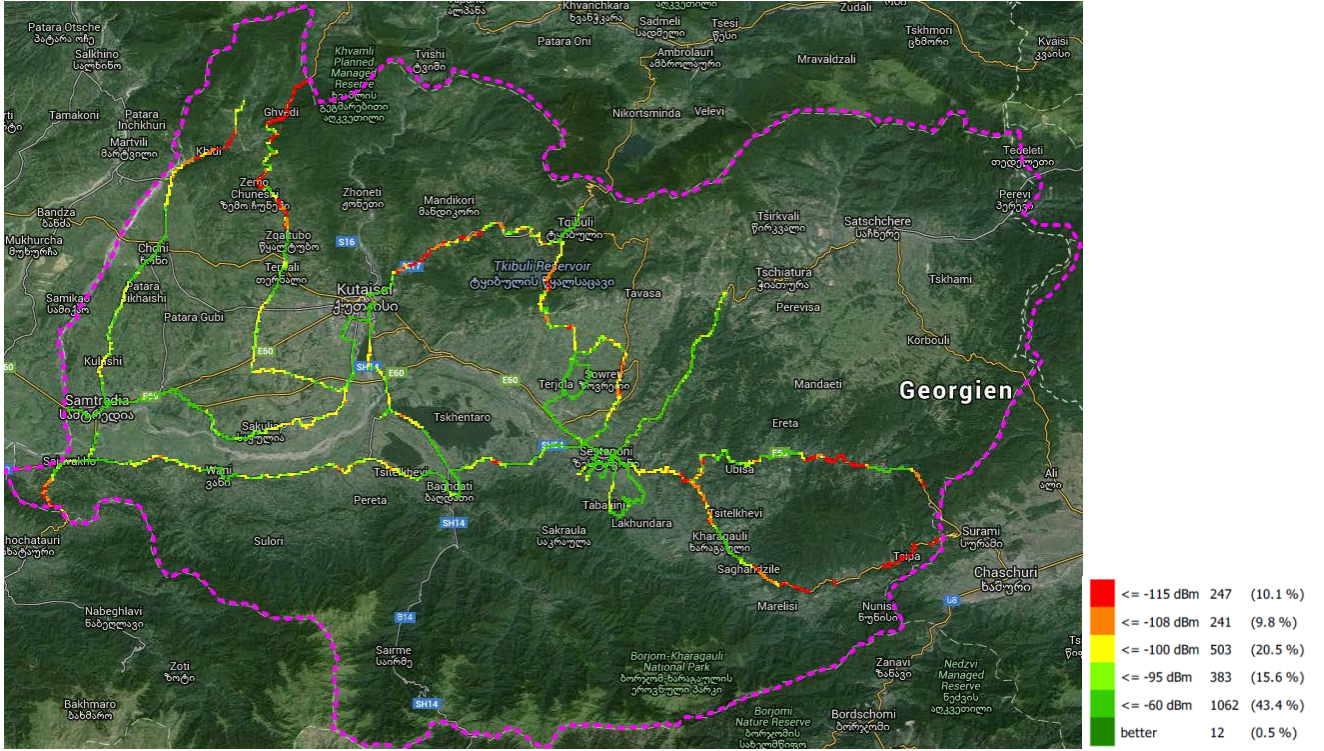
„დრაივ-ტესტის“ დროს, იმერეთში, დაფარული იყო 450კმ.-ზე მეტი (იხ. სურათი 97).



სურათი 97: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, იმერეთი

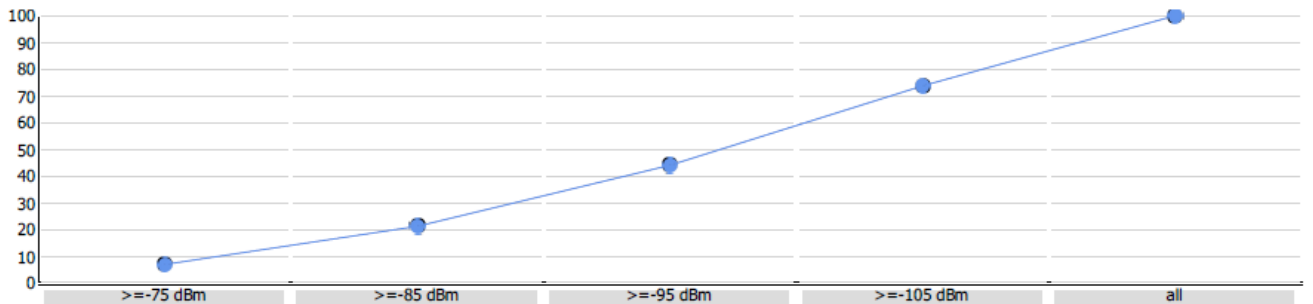


## 7.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

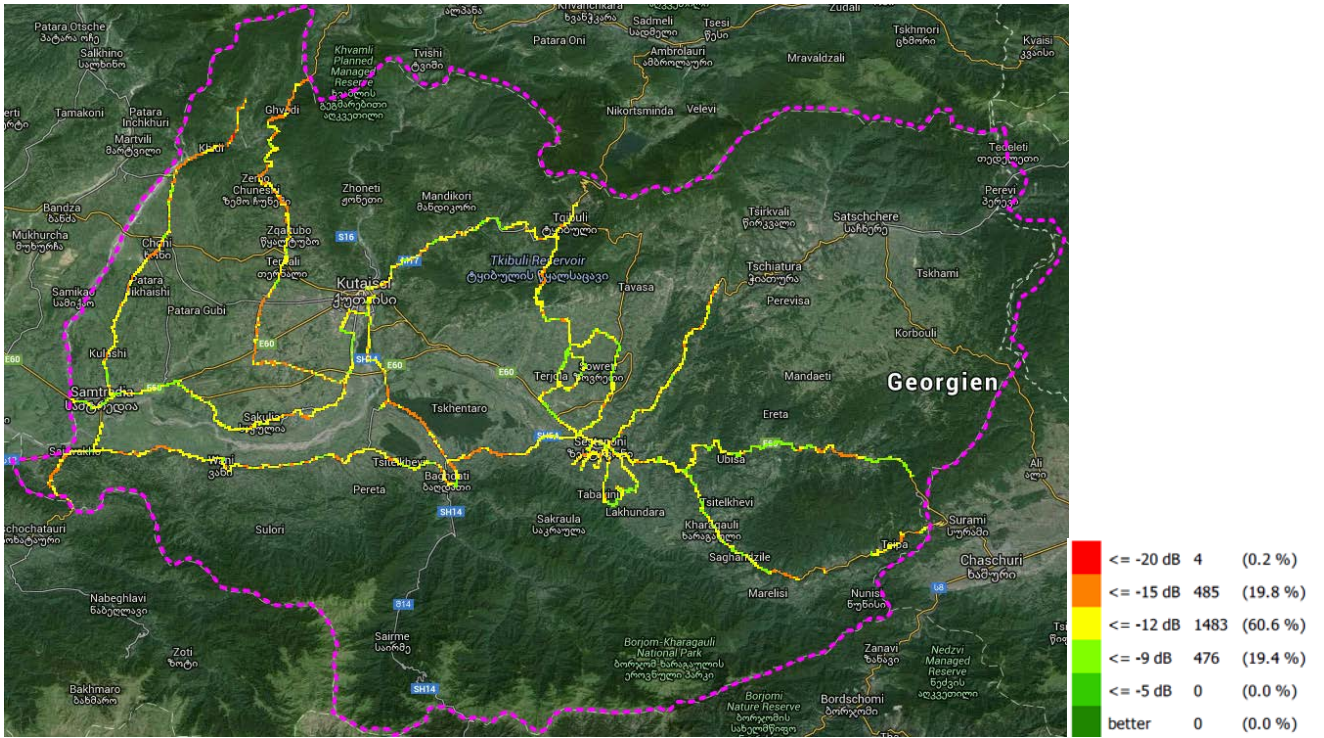


სურათი 98: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), იმერეთი

სურათ 98-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ იმერეთის რეგიონში შესწავლილი იმ 138 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 76%-ის შემთხვევაში უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც წარმოადგენს სტაბილური ხარისხის მიწოდების პირობას.

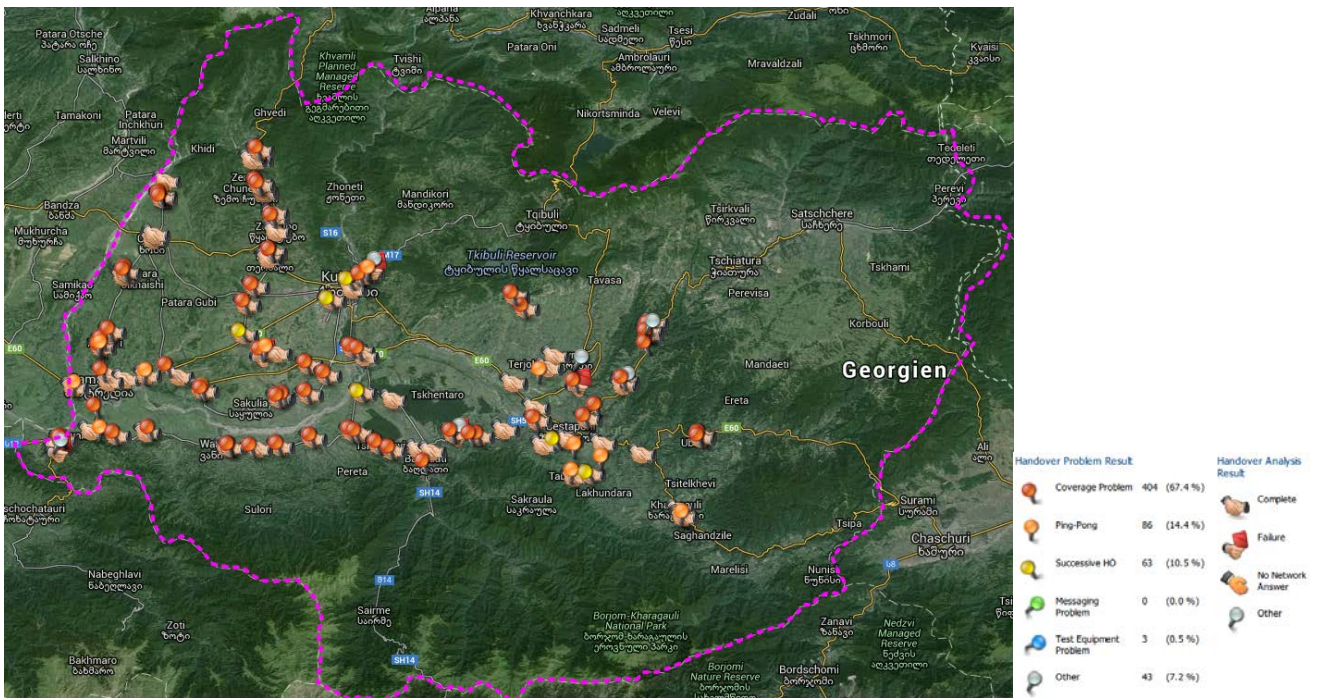


სურათი 99: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, იმერეთი



სურათი 100: RSRQ, იმერეთი

## 7.2. ფიქიდან ფიქაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 101: Handover შპს „მობიტელის“ LTE ქსელში, იმერეთი



Handover Success



**Handover Success Rate**

**94.8 % Handover Success Rate**

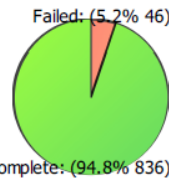
94.8 % handovers completed



**Handover Setup Time Rate**

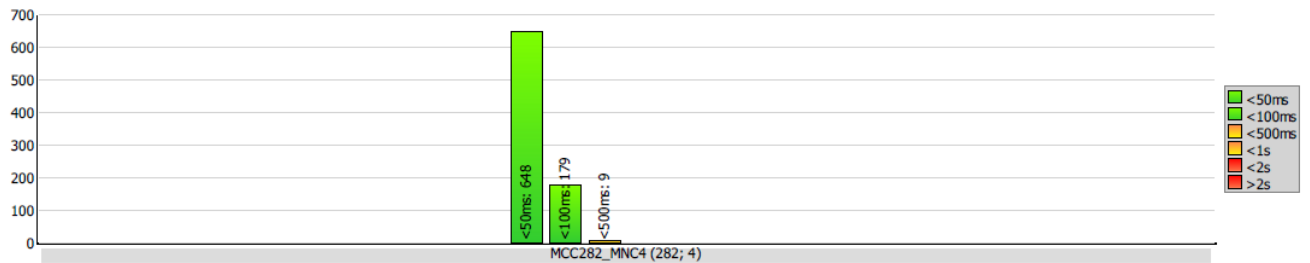
**100.0 %**

100.0 % handovers completed within 1s



Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	882	836	94.8 %	46	5.2 %

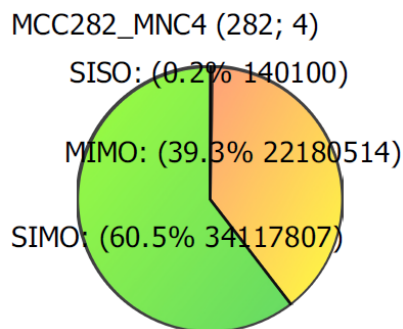
სურათი 102: Handover-ის სტატისტიკა, იმერეთი



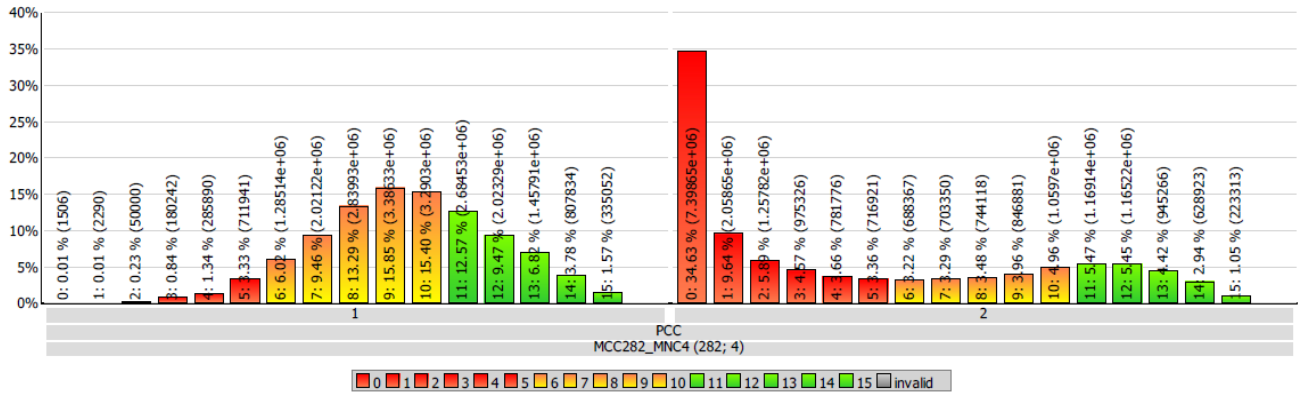
Network Provider	Attempts	Min [ms]	Avg [ms]	Max [ms]	1%	5%	25%	50%	75%	95%	99%
MCC282_MNC4 (282; 4)	836	1	29.6	125	2	2	4	17	47	78	105

სურათი 103: Handover-ის დრო LTE ქსელებში, იმერეთი

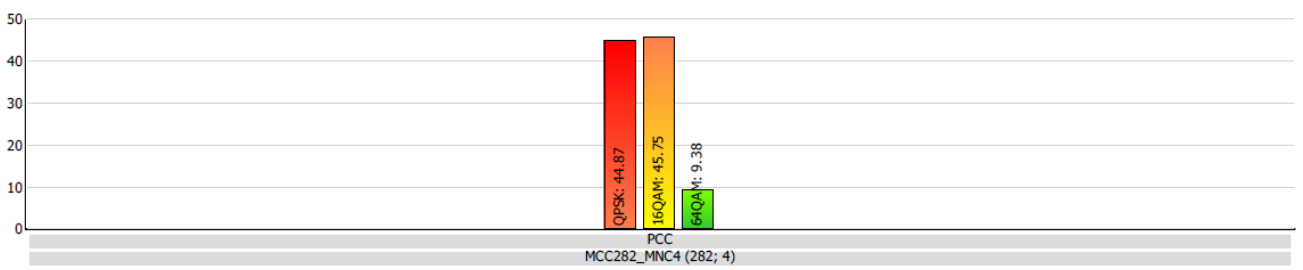
7.3. მომსახურების ტექნიკური მახასიათებლები



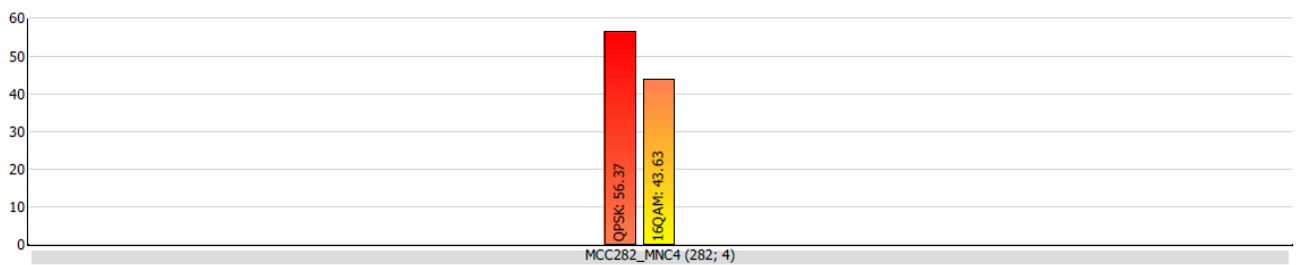
სურათი 104: MIMO-ს გამოყენება, იმერეთი



სურათი 105: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მაჩვენებლები



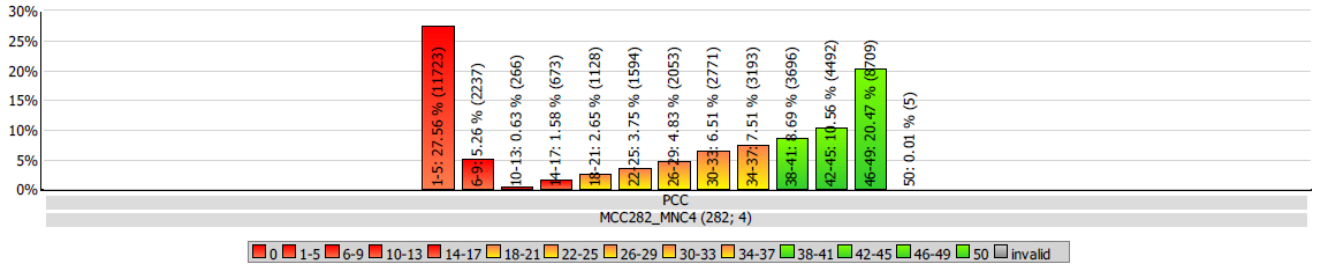
სურათი 106: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink



სურათი 107: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink

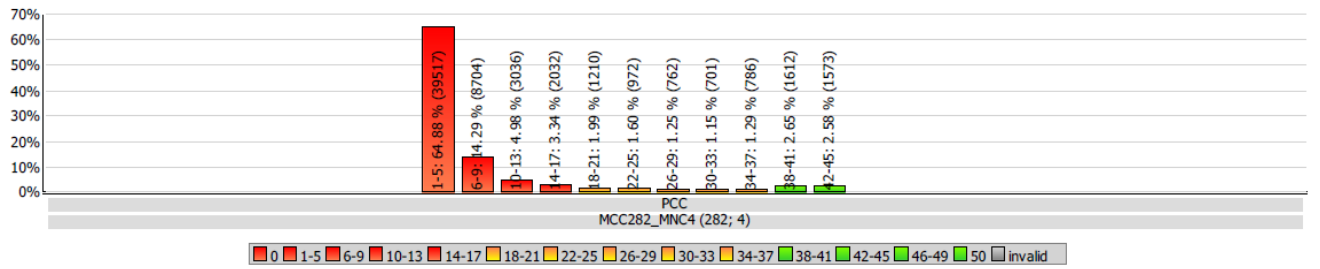


**Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz**



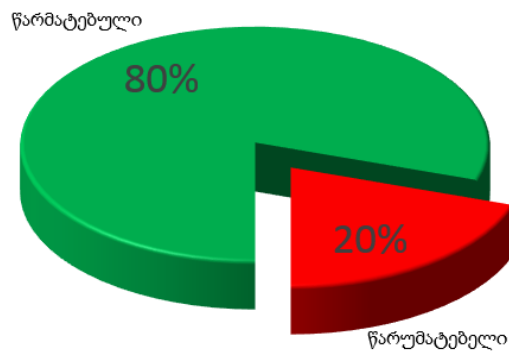
სურათი 108: Downlink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

**Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz**



სურათი 109: Uplink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

7.4. მონაცემთა გადაცემა



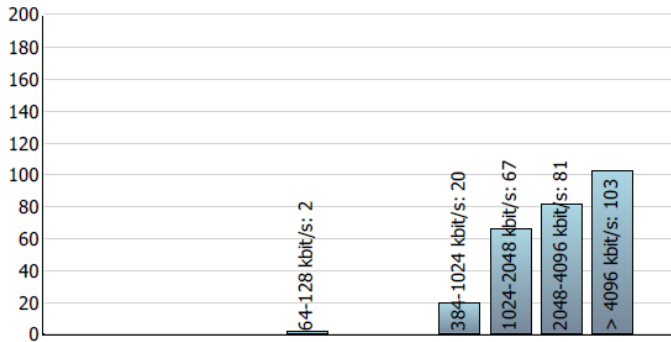
სურათი 110: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა





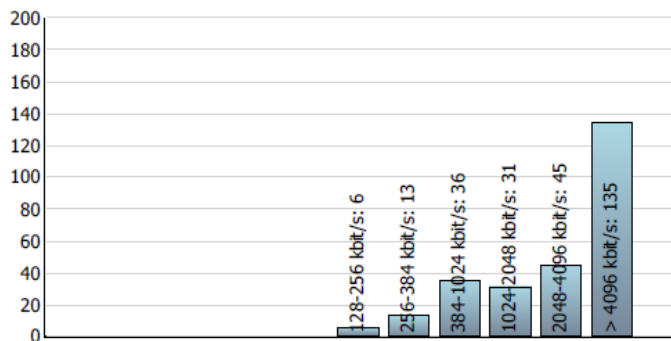
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
24	69	2989

სურათი 111: PING-ის დრო (მილიწამი)



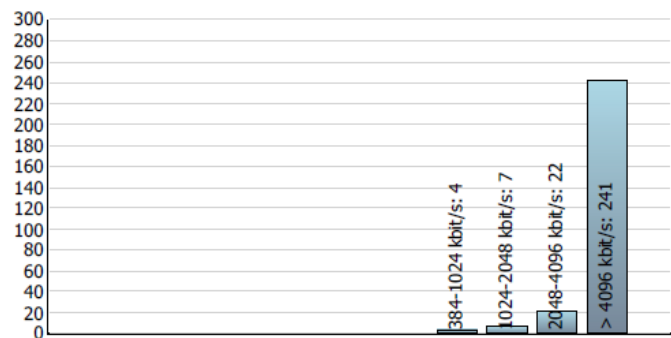
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	97.5 kbit/s	4310.3 kbit/s	13349.2 kbit/s

სურათი 112: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, იმერეთი



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	180.7 kbit/s	4848.1 kbit/s	13265.8 kbit/s

სურათი 113: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, იმერეთი



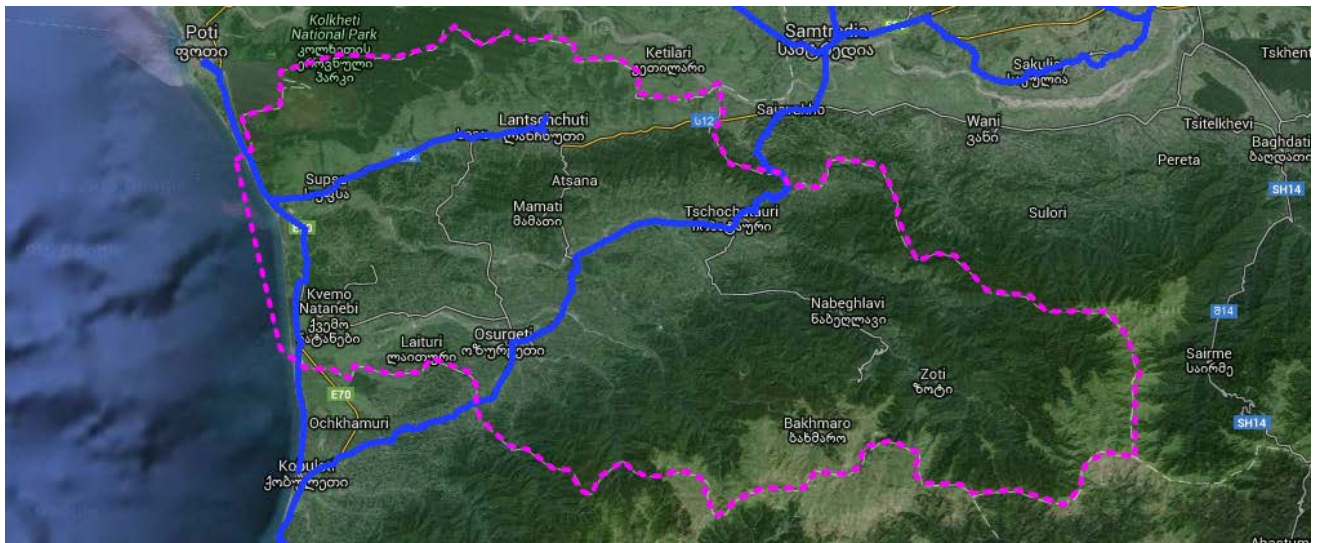
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	490.2 kbit/s	11902.0 kbit/s	41610.2 kbit/s

სურათი 114: HTTP download სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, იმერეთი



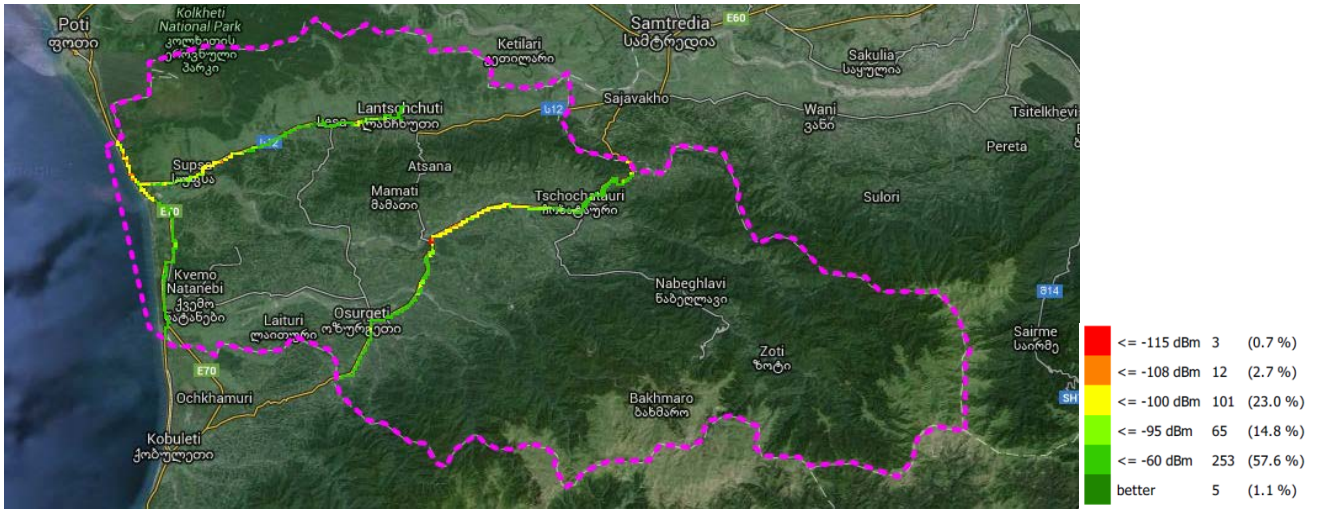
## 8. გურია

„დრაივ-ტესტის“ დროს, გურიაში, დაფარული იყო 120კმ.-ზე მეტი (იხ. სურათი 115).



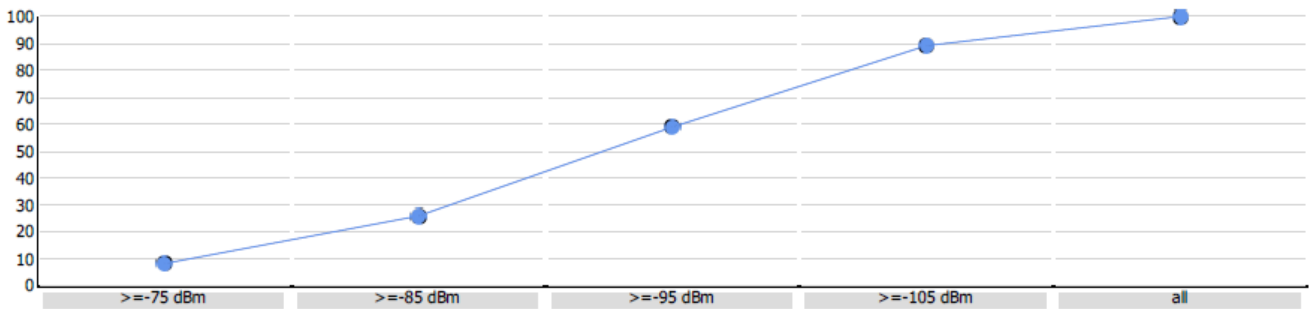
სურათი 115: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, გურია

### 8.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

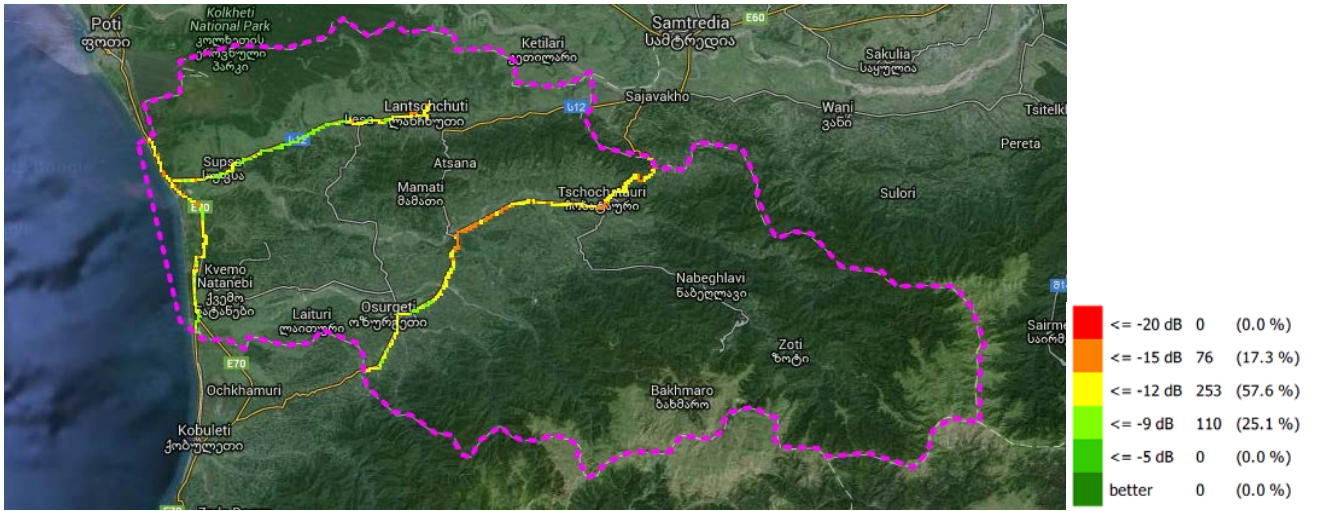


სურათი 116: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), გურია

სურათ 116-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ გურიის რეგიონში, შესწავლილი იმ 37 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 99%-ის შემთხვევაში უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც სტაბილური ხარისხის მიწოდების პირობას წარმოადგენს.

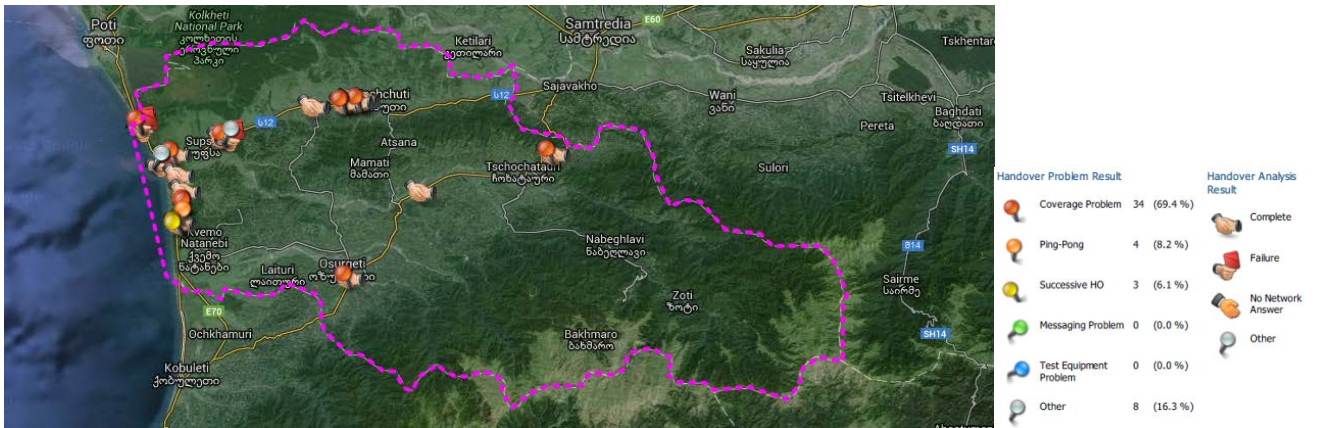


სურათი 117: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, გურია



სურათი 118: RSRQ, გურია

## 8.2. ფიქიდან ფიქაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 119: Handover შპს „მობიტელის“ LTE ქსელში, გურია



Handover Success



**Handover Success Rate**

**89.7 % Handover Success Rate**

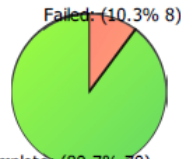
89.7 % handovers completed



**Handover Setup Time Rate**

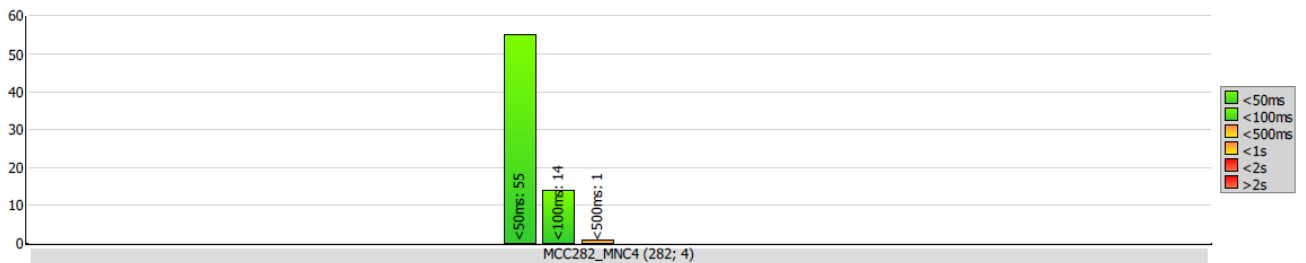
**100.0 %**

100.0 % handovers completed within 1s



Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	78	70	89.7 %	8	10.3 %

სურათი 120: Handover-ის სტატისტიკა, გურია

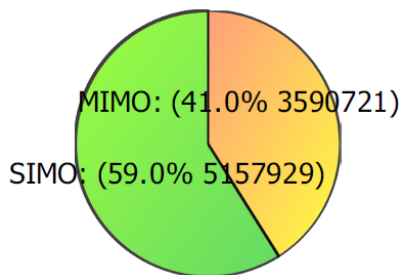


Network Provider	Attempts	Min [ms]	Avg [ms]	Max [ms]	1%	5%	25%	50%	75%	95%	99%
MCC282_MNC4 (282; 4)	70	2	27.8	108	2	2	3	15	47	92	108

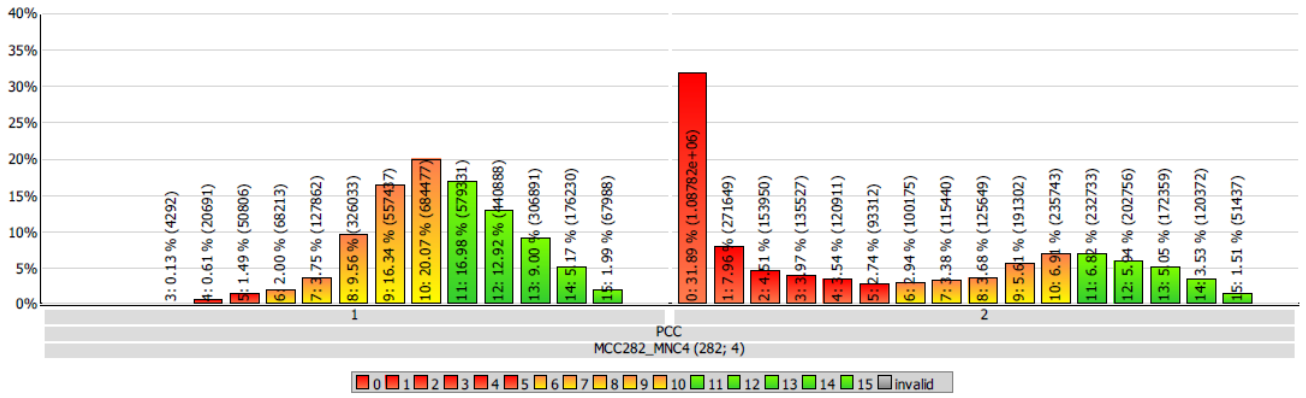
სურათი 121: Handover-ის დრო LTE ქსელებში, გურია

8.3. მომსახურების ტექნიკური მახასიათებლები

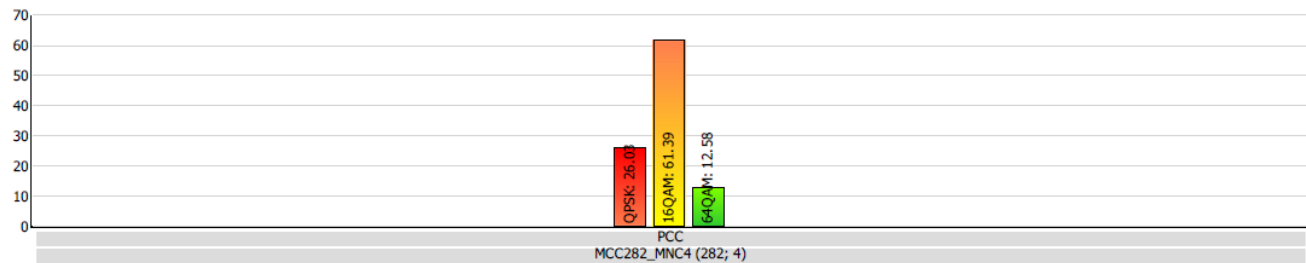
MCC282\_MNC4 (282; 4)



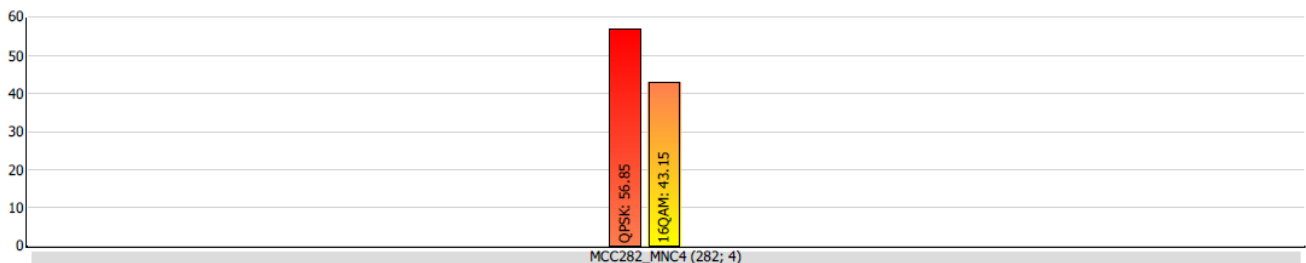
სურათი 122: MIMO-ს გამოყენება, გურია



სურათი 123: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მარკენებლები



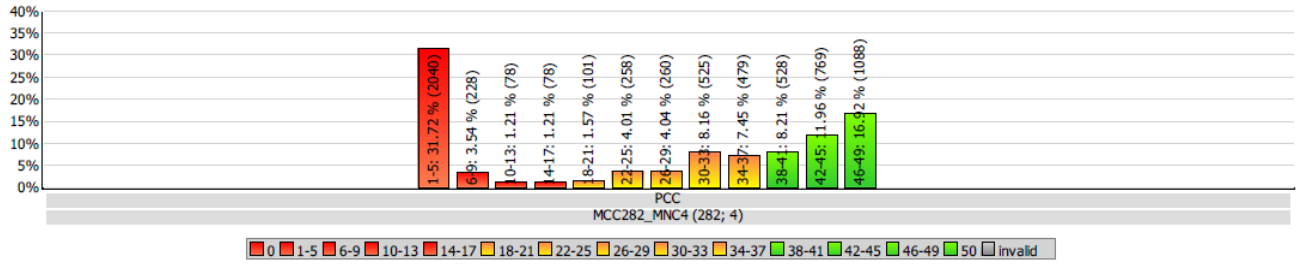
სურათი 124: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink



სურათი 125: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink

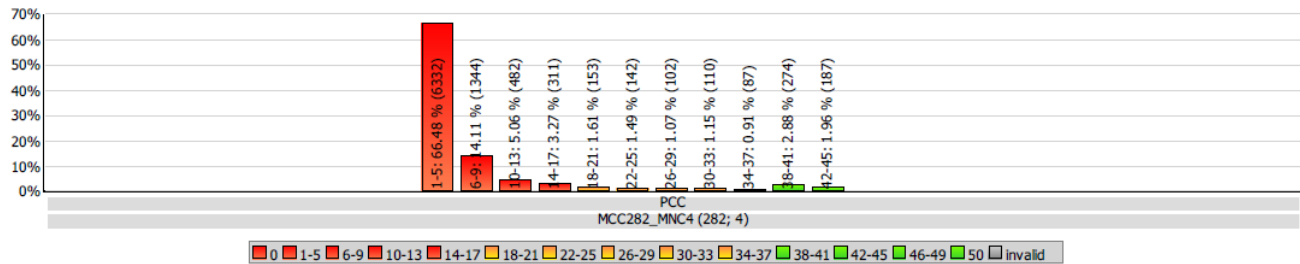


### Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz



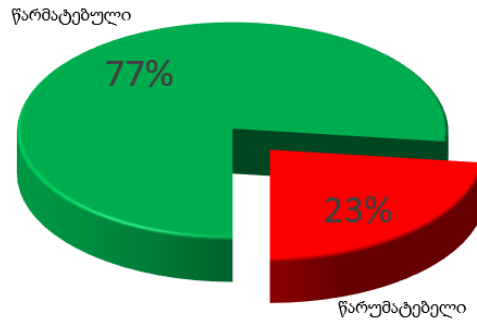
სურათი 126: Downlink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

### Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz



სურათი 127: Uplink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

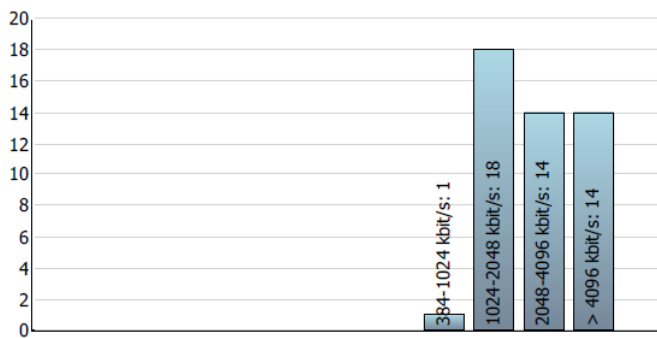
## 8.4. მონაცემთა გადაცემა



სურათი 128: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა

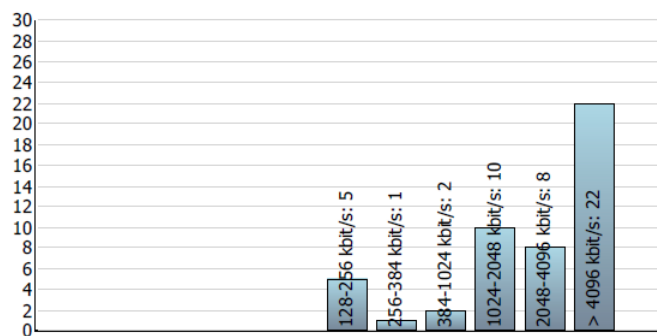
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
23	58	331

სურათი 129: PING-ის დრო (მილიწამი)



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	438.5 kbit/s	3513.6 kbit/s	11178.8 kbit/s

სურათი 130: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, გურია



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	180.7 kbit/s	4333.9 kbit/s	10713.3 kbit/s

სურათი 131: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, გურია



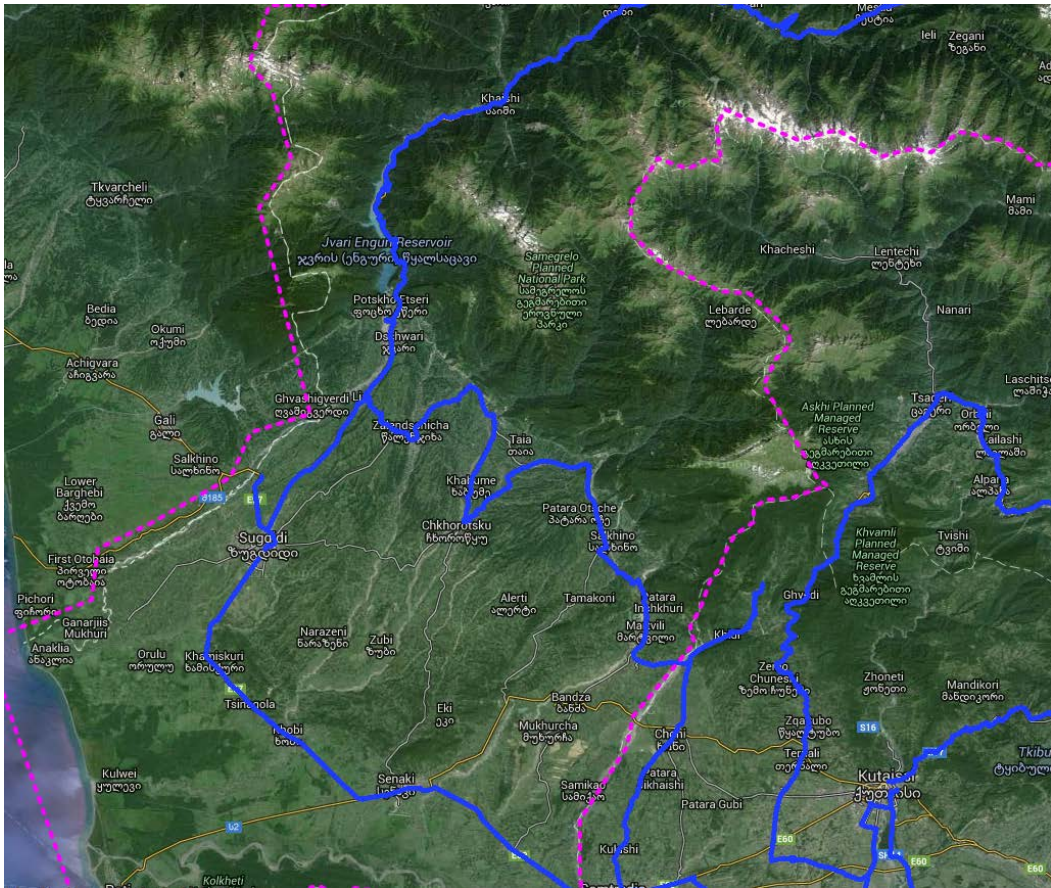


Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	2741.8 kbit/s	13955.0 kbit/s	35681.0 kbit/s

სურათი 132: HTTP download სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, გურია

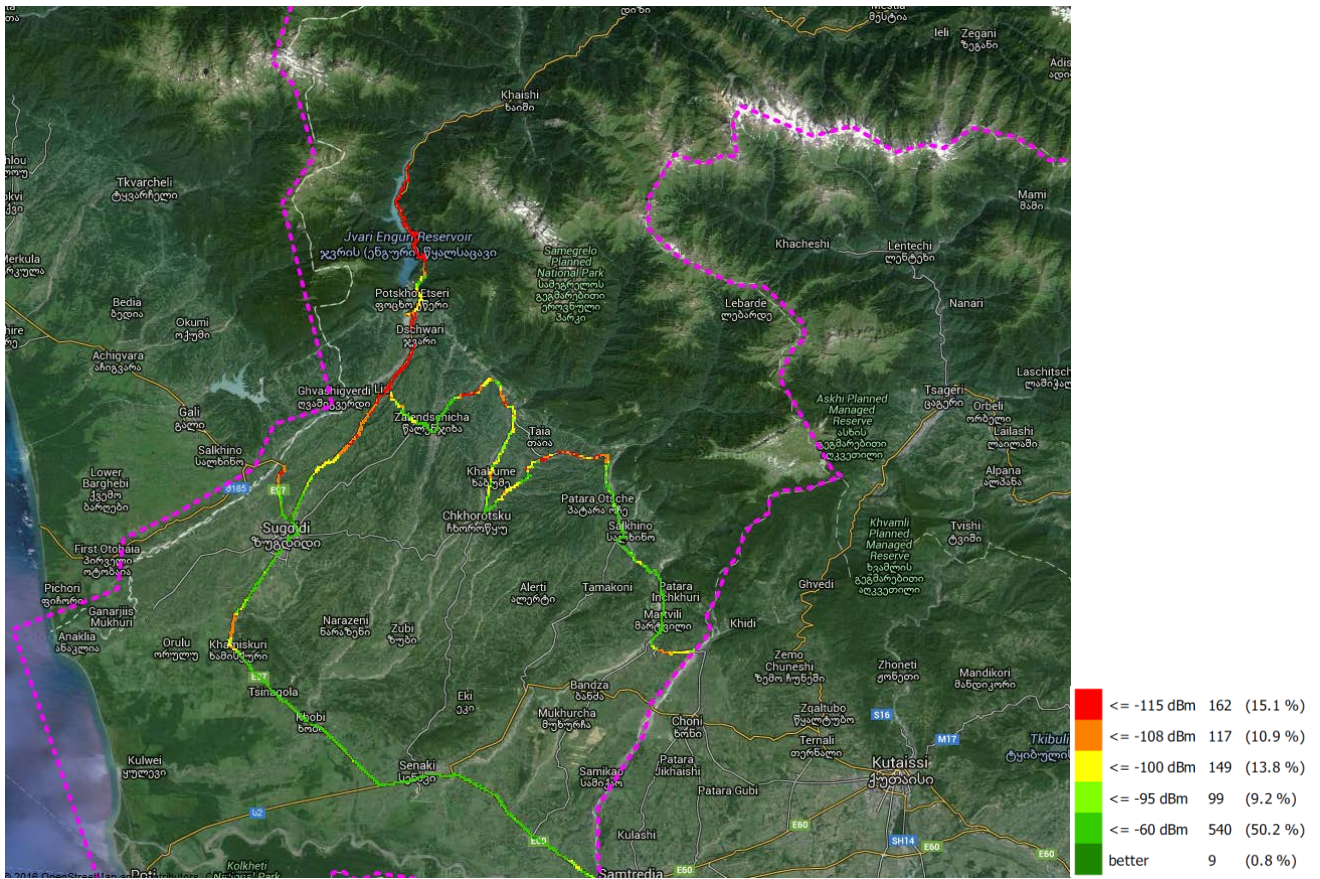
## 9. სამეგრელო - ზემო სვანეთი

„დრაივ-ტესტის“ დროს, სამეგრელო-ზემო-სვანეთის რეგიონში, დაფარული იყო 300კმ.-ზე მეტი (იხ. სურათი133).



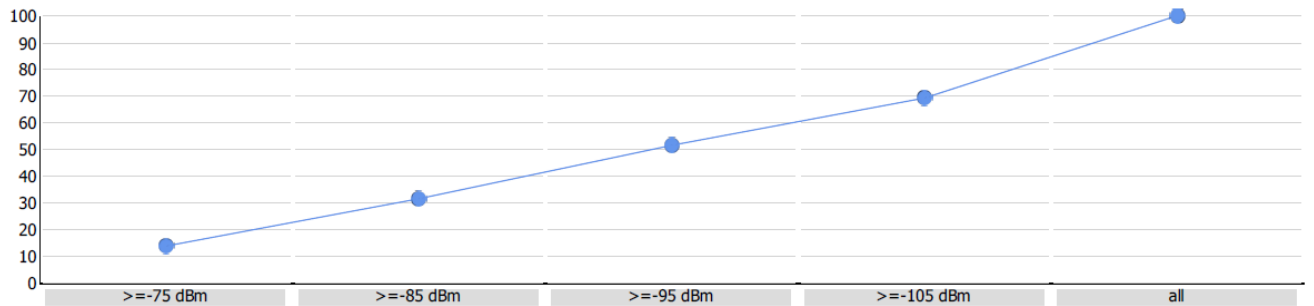
სურათი 133 "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, სამეგრელო - ზემო სვანეთი

### 9.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

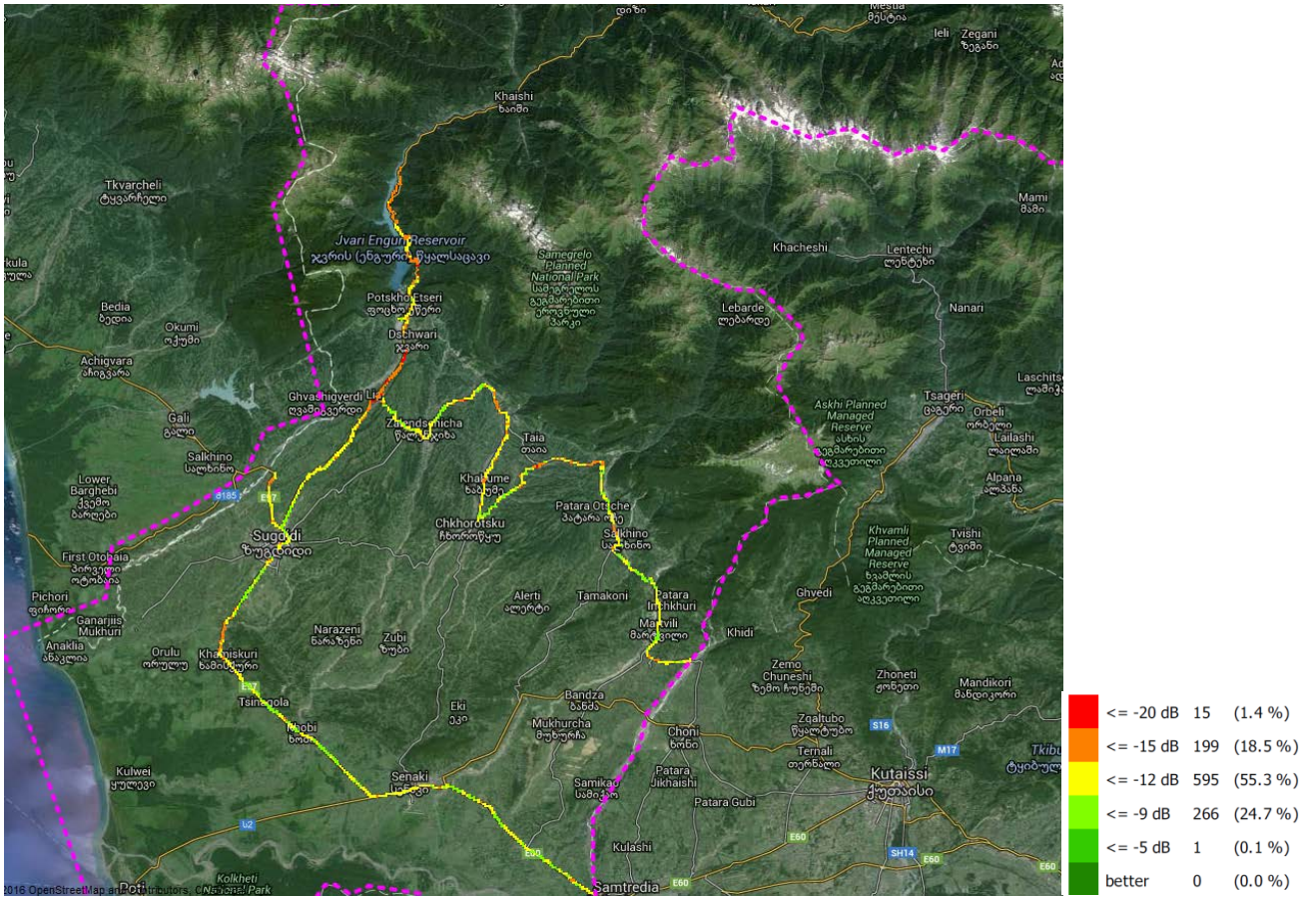


სურათი 134: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), სამეგრელო - ზემო სვანეთი

სურათ 134-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ სამეგრელო-ზემო სვანეთის რეგიონში, შესწავლილი იმ 91 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 64%-ის შემთხვევაში უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც სტაბილური ხარისხის მიწოდების პირობას წარმოადგენს.

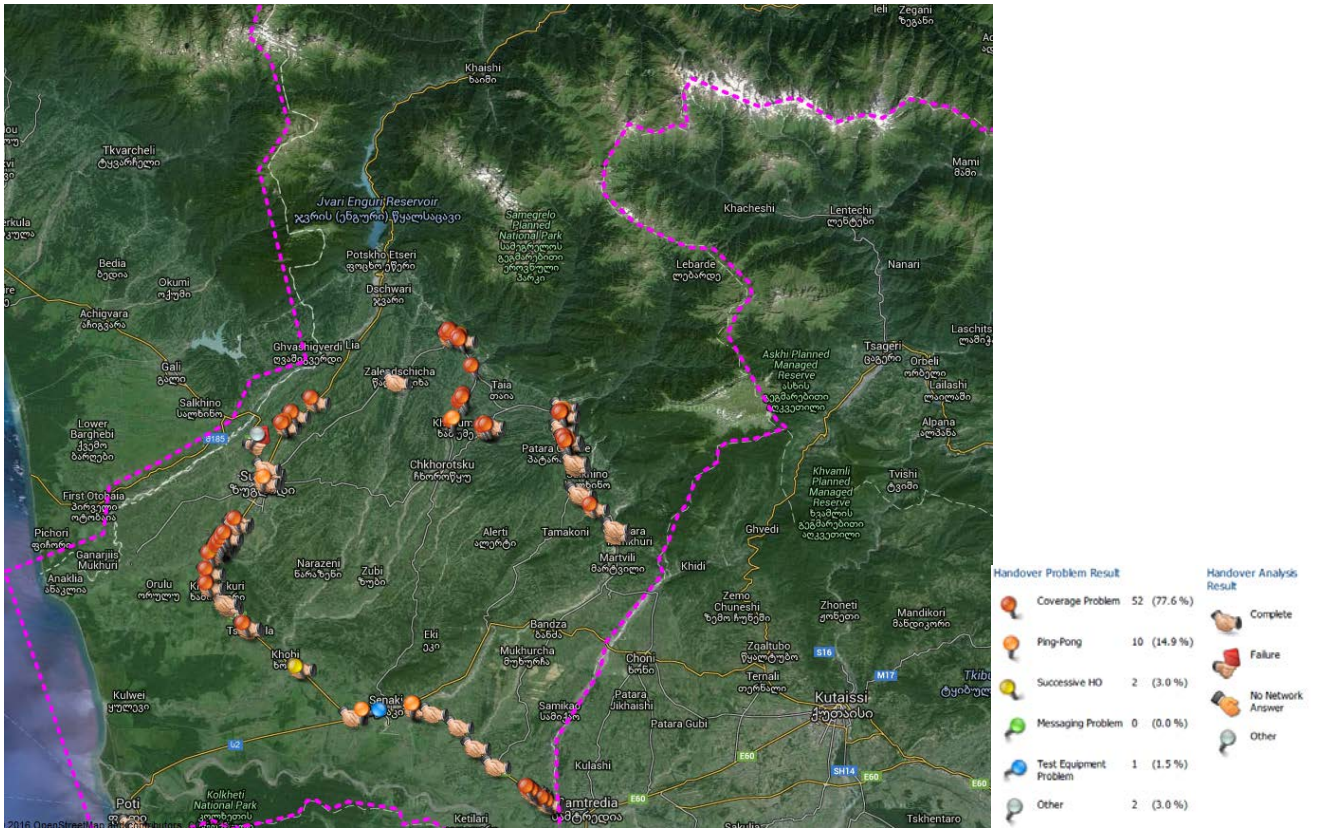


სურათი 135: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, სამეგრელო - ზემო სვანეთი



სურათი 136: RSRQ, სამეგრელო - ზემო სვანეთი

## 9.2. ფიქიდან ფიქაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 137: Handover შპს „მობიტელის“ LTE ქსელში, სამეგრელო - ზემო სვანეთი

Handover Success



**Handover Success Rate**

97.8 % handovers completed

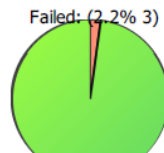


**Handover Setup Time Rate**

100.0 % handovers completed within 1s

**97.8 %**

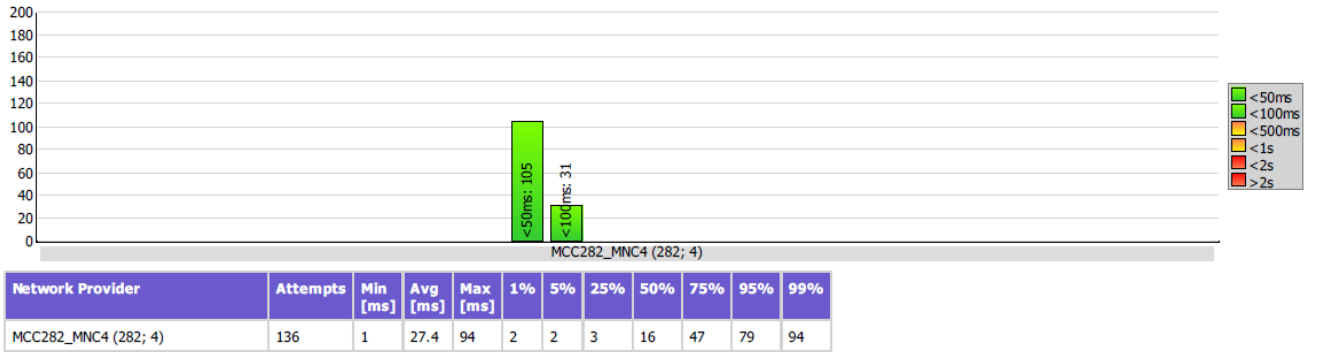
**Handover Success Rate**



Complete: (97.8% 136)

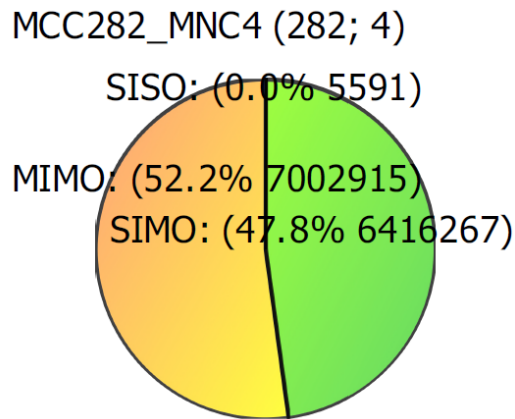
Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	139	136	97.8 %	3	2.2 %

სურათი 138: Handover-ის სტატისტიკა, სამეგრელო - ზემო სვანეთი

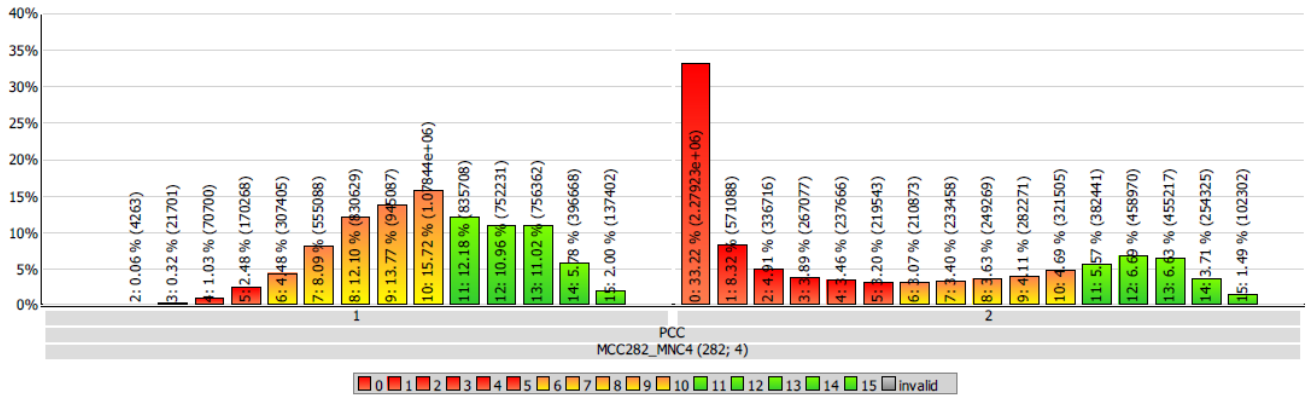


სურათი 139: Handover-ის დრო LTE ქსელებში, სამეგრელო - ზემო სვანეთი

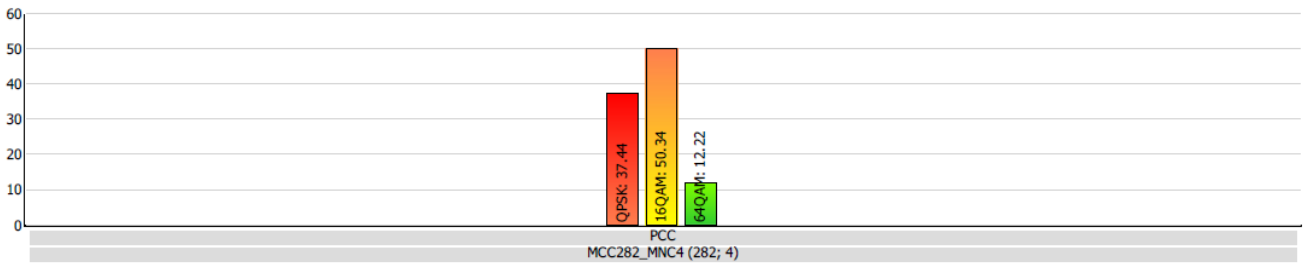
### 9.3. მომსახურების ტექნიკური მახასიათებლები



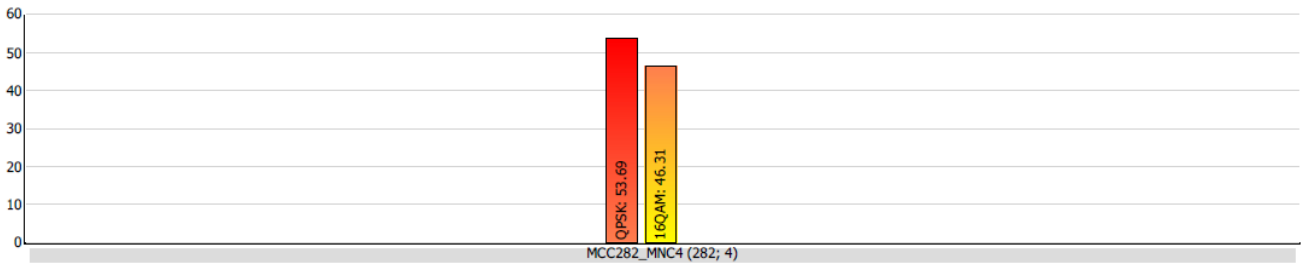
სურათი 140: MIMO-ს გამოყენება, სამეგრელო - ზემო სვანეთი



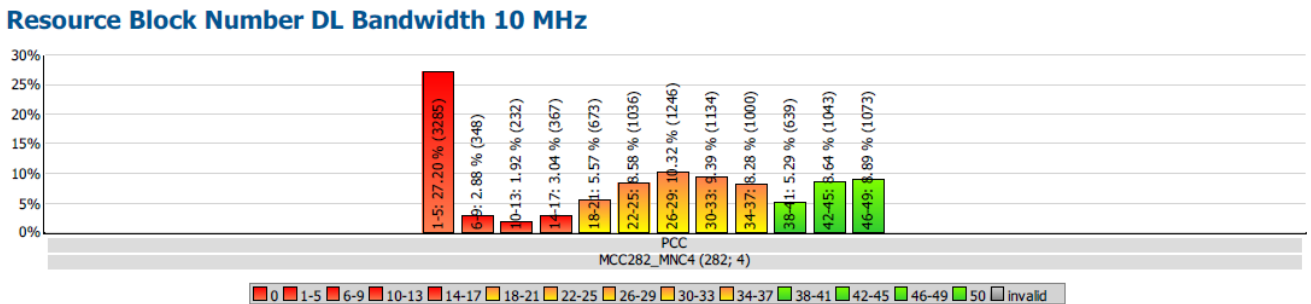
სურათი 141: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მაჩვენებლები



სურათი 142: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink



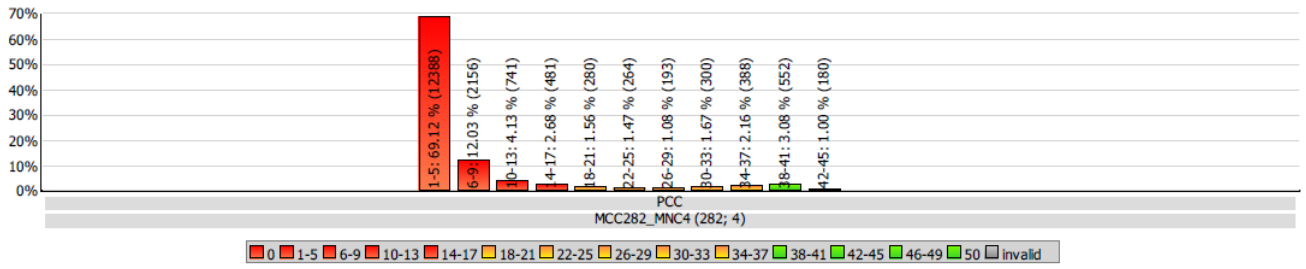
სურათი 143: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink



სურათი 144: Downlink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

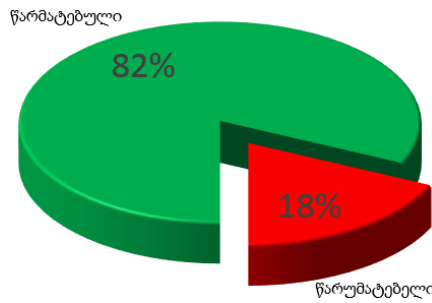


**Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz**



სურათი 145: Uplink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

**9.4. მონაცემთა გადაცემა**

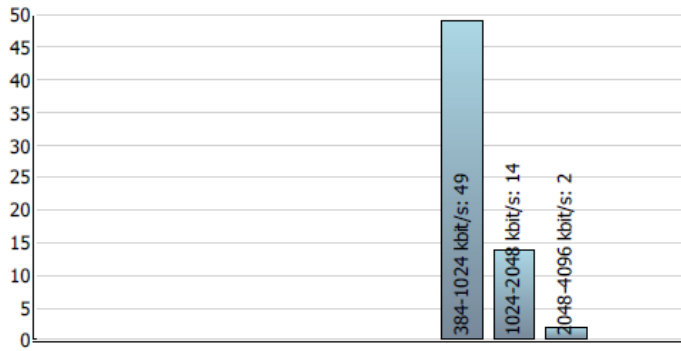


სურათი 146: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა

Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
23	59	557

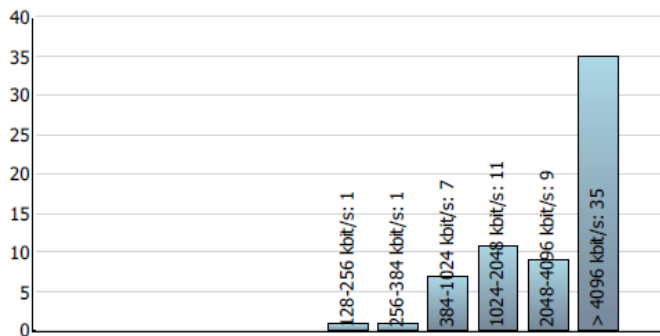
სურათი 147: PING-ის დრო (მილიწამი)





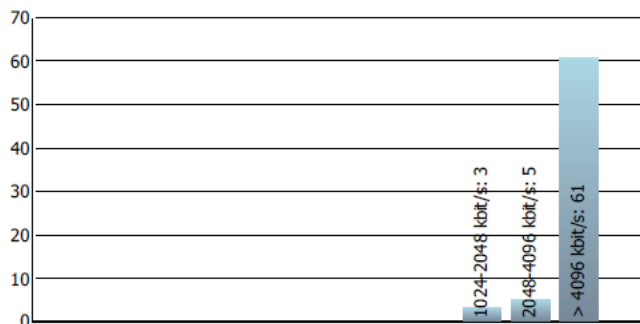
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	447.3 kbit/s	900.2 kbit/s	2176.1 kbit/s

**სურათი 148: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, სამეგრელო - ზემო სვანეთი**



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	252.4 kbit/s	4932.9 kbit/s	10977.8 kbit/s

**სურათი 149: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, სამეგრელო - ზემო სვანეთი**



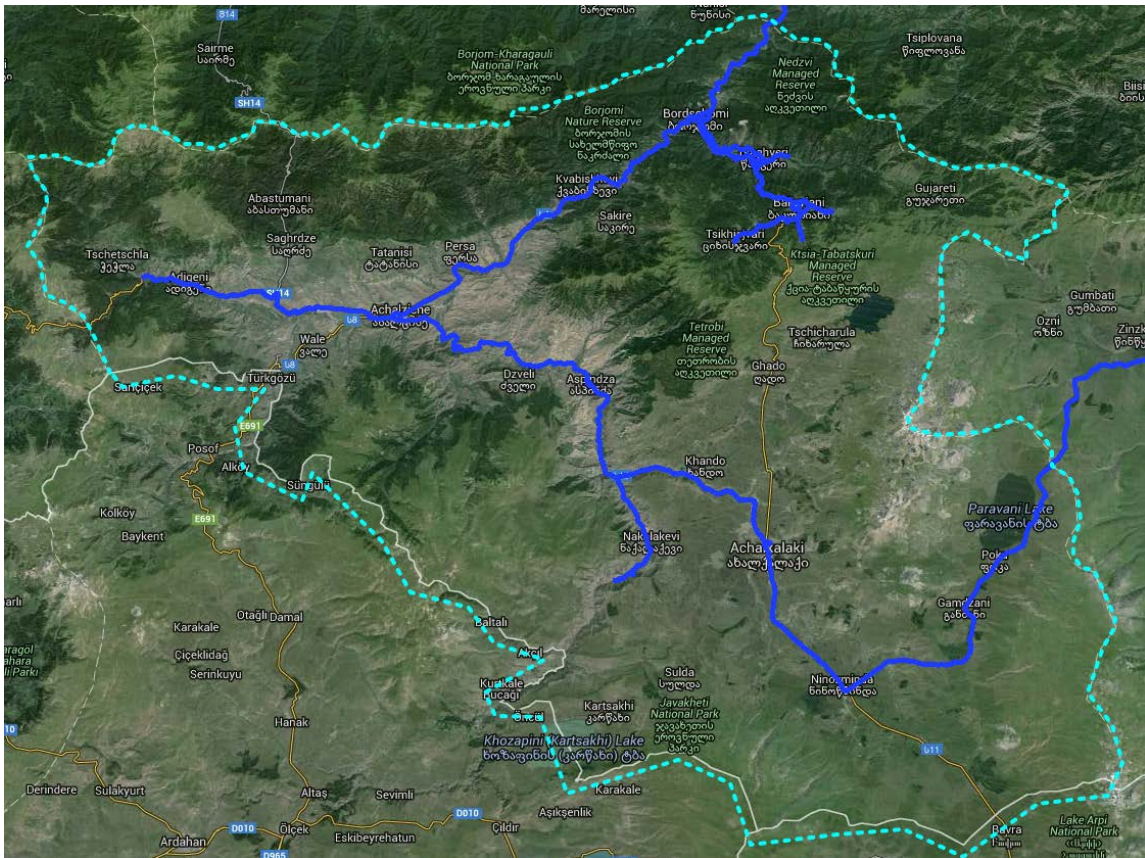
Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	1699.9 kbit/s	11671.5 kbit/s	32251.5 kbit/s

**სურათი 150: HTTP download სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, სამეგრელო - ზემო სვანეთი**



## 10. სამცხე-ჯავახეთი

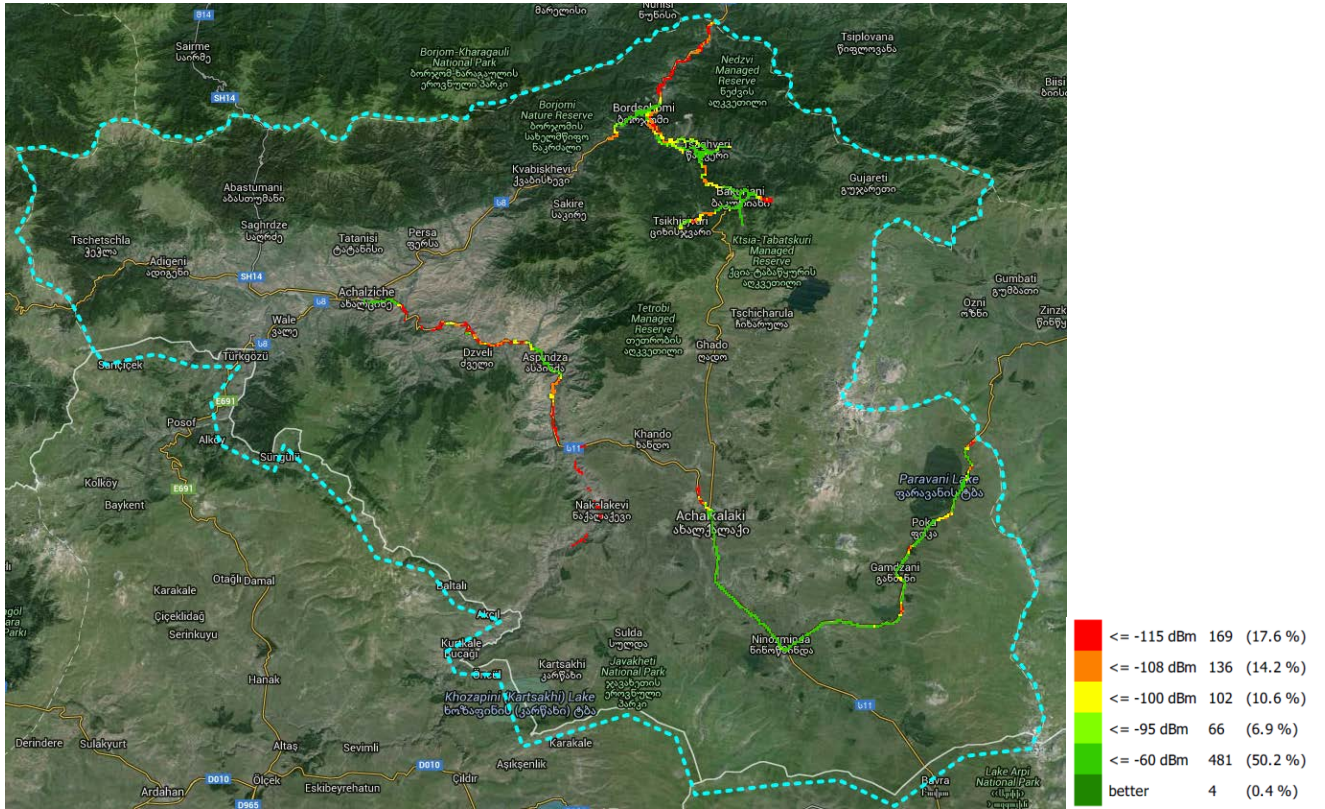
„დრაივ-ტესტის“ დროს, სამცხე-ჯავახეთის რეგიონში, დაფარული იყო 600კმ.-ზე მეტი (იხ. სურათი 151).



სურათი 151: "დრაივ-ტესტის" მარშრუტი, სამცხე-ჯავახეთი

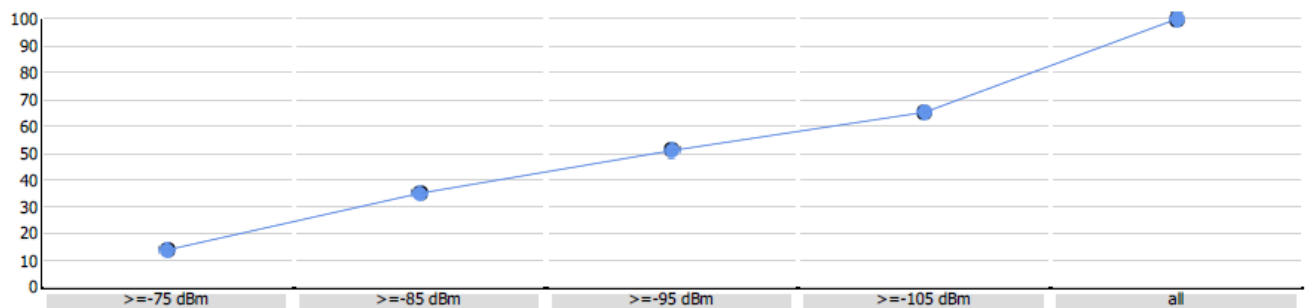


## 10.1. ქსელის დაფარვა და ინტერფერენცია

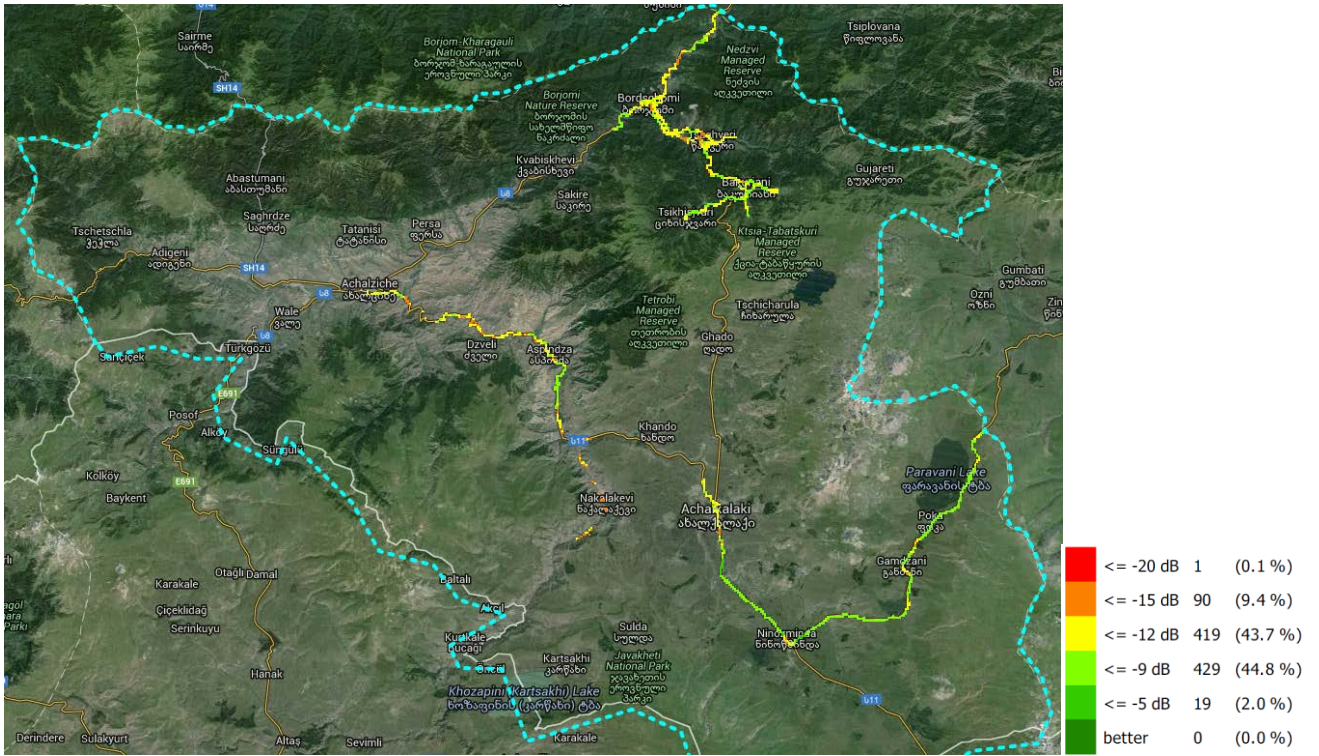


სურათი 152: LTE ქსელების დაფარვა (RSRP), სამცხე-ჯავახეთი

სურათ 152-ზე მოყვანილი გაზომვების ინფორმაციის სტატისტიკურად დამუშავების შედეგად დადგინდა, რომ სამცხე ჯავახეთის რეგიონში, შესწავლილი იმ 84 დასახლებული პუნქტიდან, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა 5000-ზე ნაკლებია, 37%-ის შემთხვევაში უზრუნველყოფილია -100 დბმ და უკეთესი სიგნალის დონე, რაც წარმოადგენს სტაბილური ხარისხის მიწოდების პირობას.

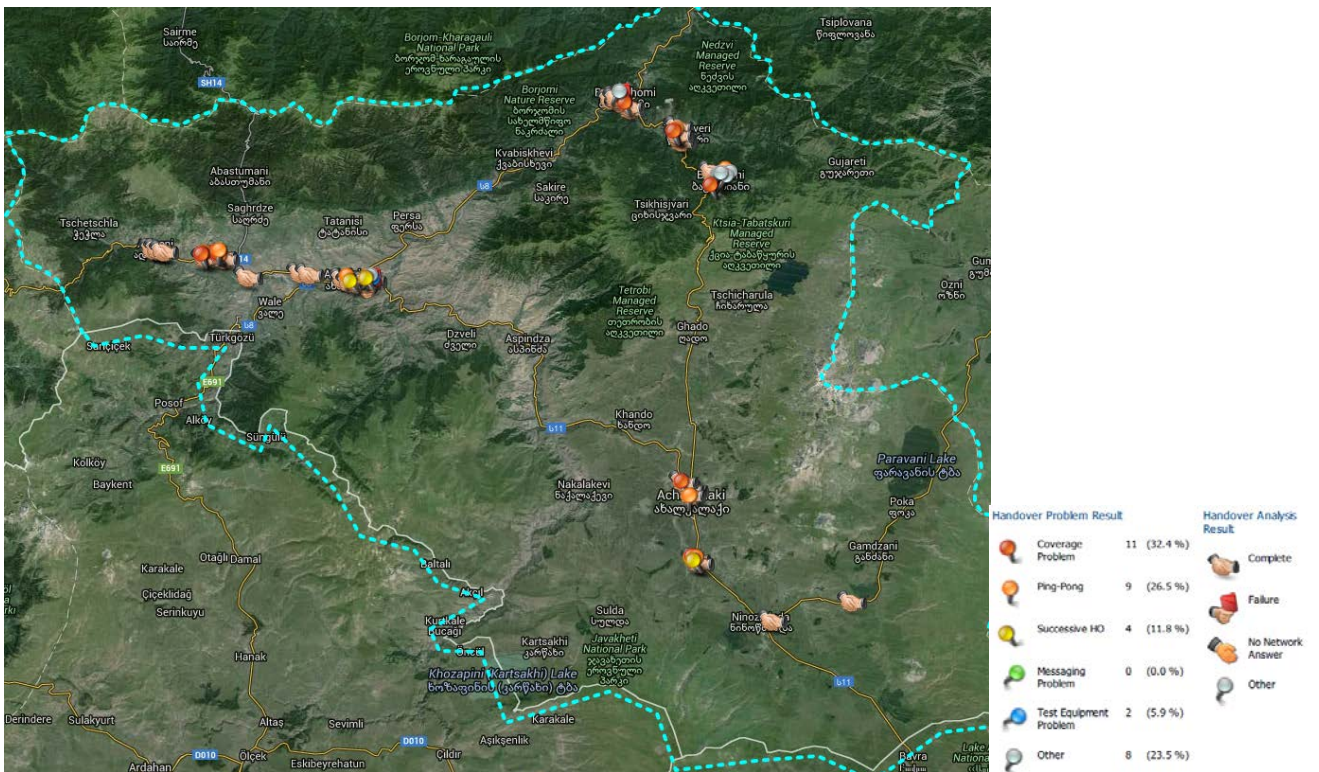


სურათი 153: RSRP-ს კუმულატიური განაწილება, სამცხე-ჯავახეთი



სურათი 154: RSRQ სამცხე-ჯავახეთი

## 10.2. ფიქიდან ფიჭაზე გადასვლა (Handover)



სურათი 155: Handover შპს „მობიტელის“ LTE ქსელში, სამცხე-ჯავახეთი



Handover Success



**Handover Success Rate**

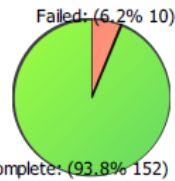
93.8 % handovers completed



**Handover Setup Time Rate**

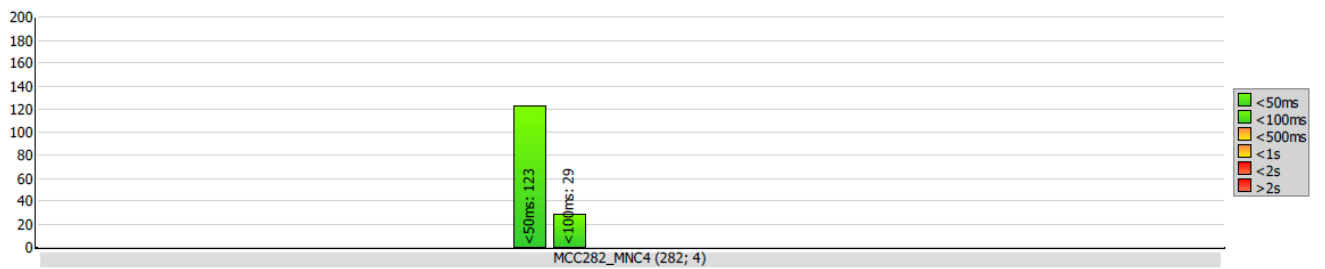
100.0 % handovers completed within 1s

**93.8 % Handover Success Rate**



Network Provider	Attempts	Complete	[%]	Failed	[%]
MCC282_MNC4 (282; 4)	162	152	93.8 %	10	6.2 %

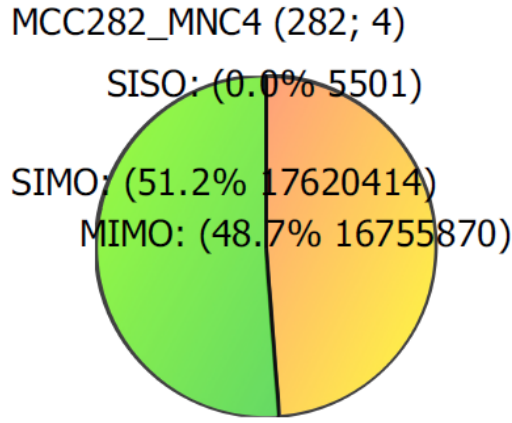
სურათი 156: Handover-ის სტატისტიკა, სამცხე-ჯავახეთი



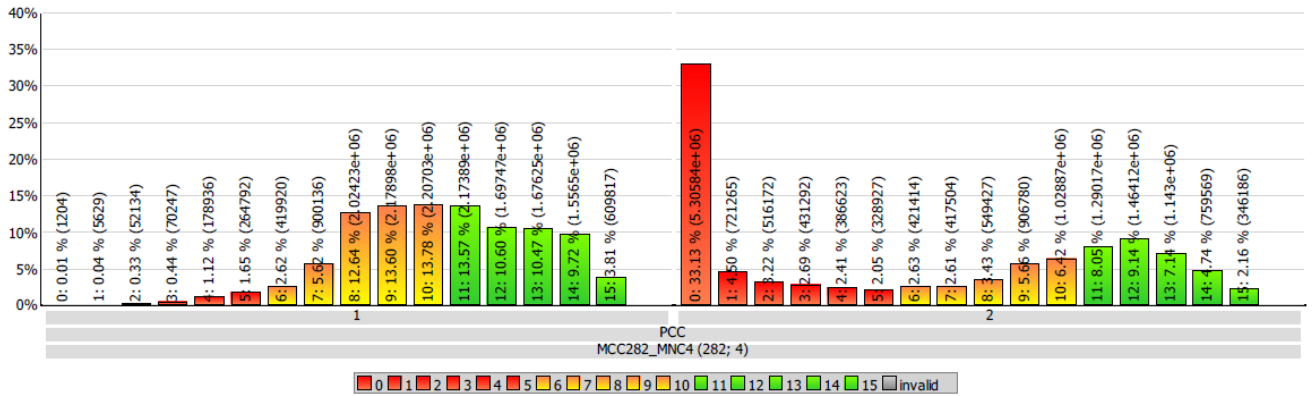
Network Provider	Attempts	Min [ms]	Avg [ms]	Max [ms]	1%	5%	25%	50%	75%	95%	99%
MCC282_MNC4 (282; 4)	152	2	28.8	96	2	2	5	20	47	77	94

სურათი 157: Handover-ის დრო LTE ქსელებში, სამცხე-ჯავახეთი

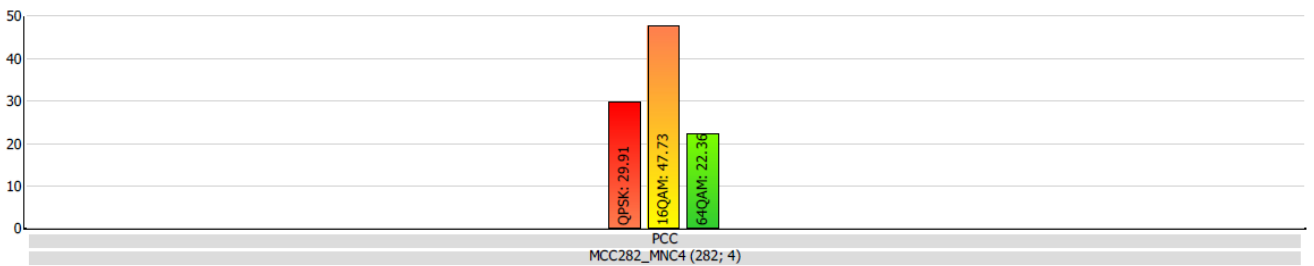
10.3. მომსახურების ტექნიკური მახასიათებლები



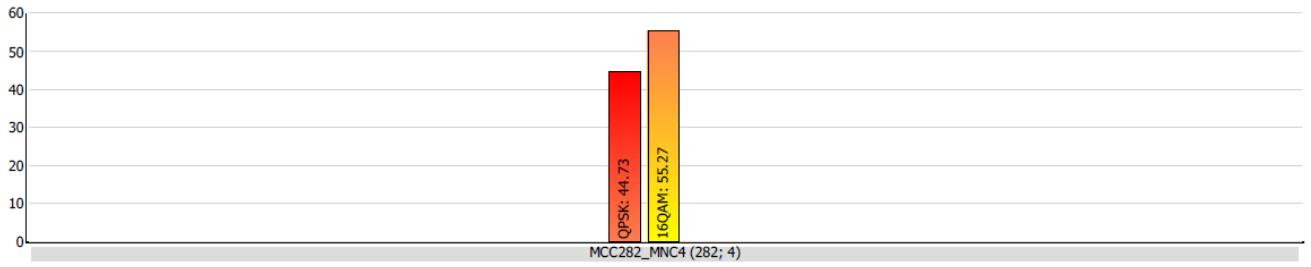
სურათი 158: MIMO-ს გამოყენება, სამცხე-ჯავახეთი



სურათი 159: ორი მიღებული codeword-ის ბაზაზე ტერმინალის (UE) მიერ განსაზღვრული CQI მაჩვენებლები

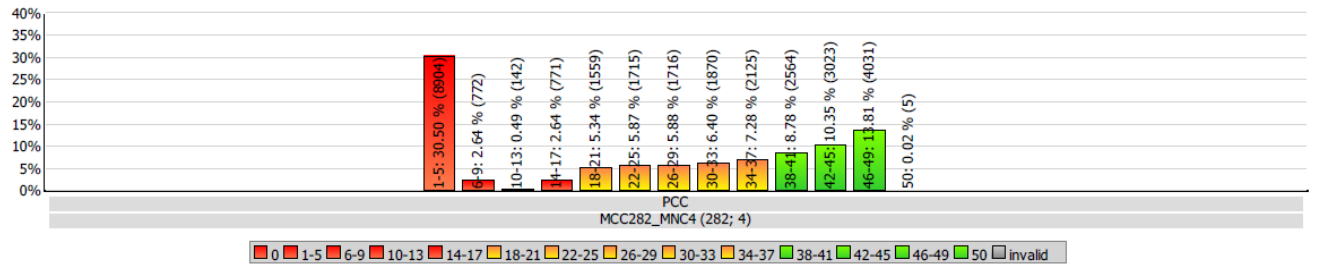


სურათი 160: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink



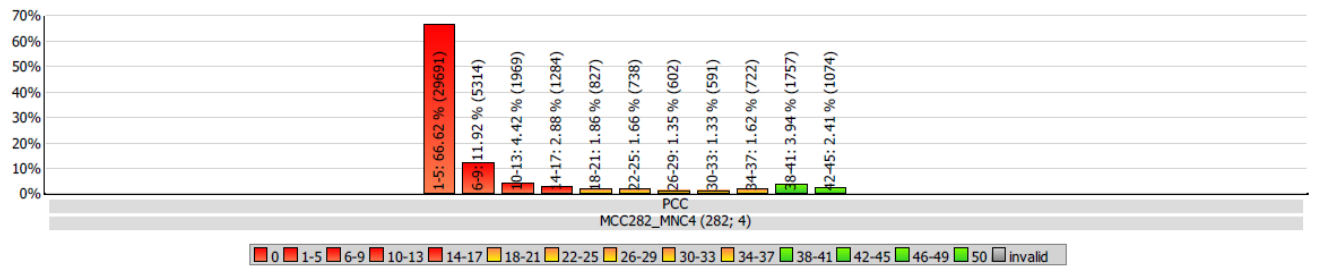
სურათი 161: გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, uplink

Resource Block Number DL Bandwidth 10 MHz



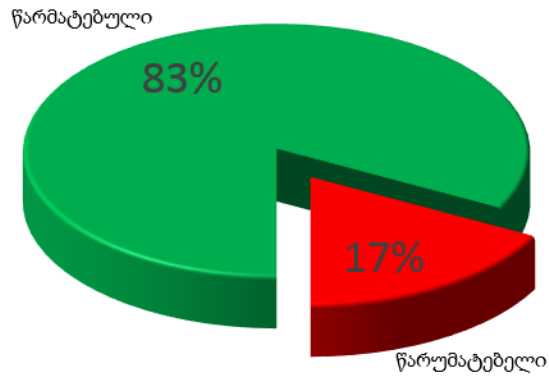
სურათი 162: Downlink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

Resource Block Number UL Bandwidth 10 MHz



სურათი 163: Uplink-ში გამოყენებული რესურს-ბლოკების პროცენტული მაჩვენებელი

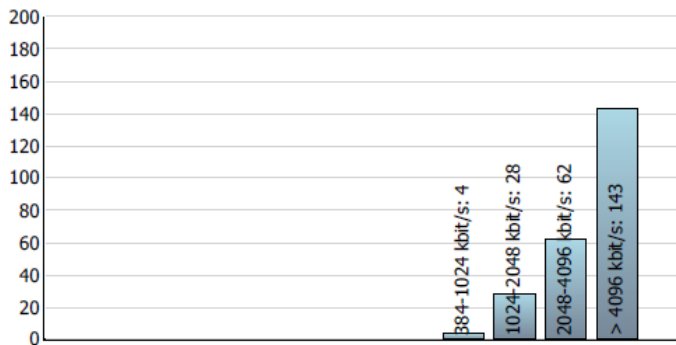
10.4. მონაცემთა გადაცემა



სურათი 164: წარმატებული და წარუმატებელი PING სტატისტიკა

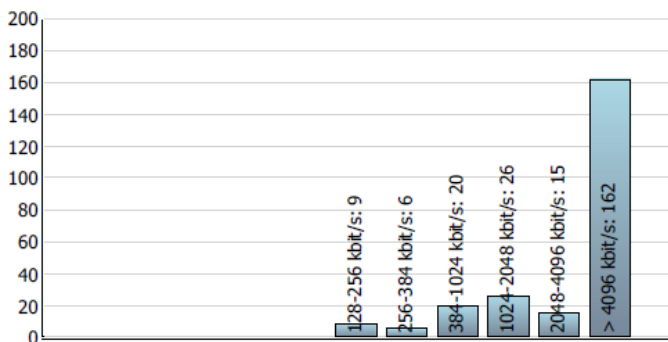
Min RRT	Ave. RRT	Max RRT
20	66	2570

სურათი 165: PING-ის დრო (მილიწამი)



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	393.5 kbit/s	5667.2 kbit/s	13048.1 kbit/s

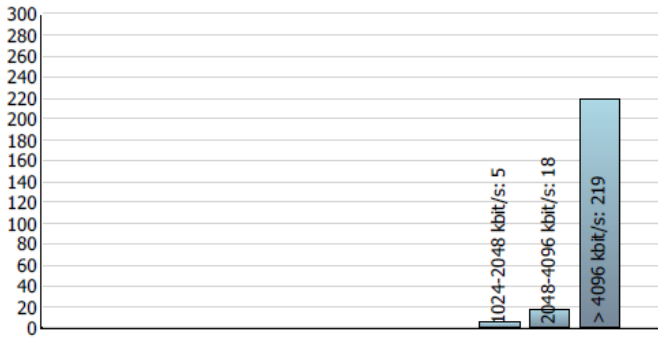
სურათი 166: FTP download სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, სამცხე-ჯავახეთი



Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	187.0 kbit/s	6142.9 kbit/s	13020.1 kbit/s

სურათი 167: FTP upload სიჩქარე, საერთაშორისო სერვერი, სამცხე-ჯავახეთი





Network Provider	TEC	Min	Avg	Max
MCC282_MNC4 (282; 4)	LTE	1103.7 kbit/s	13859.2 kbit/s	35590.2 kbit/s

სურათი 168: HTTP download სიჩქარე, ლოკალური სერვერი, სამცხე-ჯავახეთი

## 11. ჯამური დაფარვა

„დრაივ-ტესტის“ მიერ გამოვლენილი სიგნალით დაფარული ტერიტორია, რეგიონების მიხედვით, გამოიყურება შემდეგნაირად:

	დასახლებული პუნქტების რაოდენობა	შემოწმებული პუნქტების რაოდენობა	დაფარული ტერიტორია (%)
კახეთი	278	122	77%
ქვემო ქართლი	340	97	78%
მცხეთა-მთიანეთი	387	57	89%
შიდა ქართლი	350	83	77%
აჭარა	319	49	98%
იმერეთი	473	138	76%
გურია	187	37	99%
სამეგრელო-ზემო სვანეთი	434	91	64%
სამცხე-ჯავახეთი	252	84	37%
რაჭა	135	28	0%

რაც შეეხება ინტერნეტ-მომსახურების მიწოდების სიჩქარეს - იგი ვარირებს, ხოლო კონკრეტული მაჩვენებლები მოყვანილია შესაბამისი რეგიონის აღწერაში.