

მობილური საკომუნიკაციო მომსახურების მიწოდების ხარისხის რეკომენდირებული მაჩვენებლების განსაზღვრის შესახებ

გამოყენებული აპარატურა და მეთოდოლოგია

აღნიშნავთ, რომ როგორც BEREC-ის (Body of European Regulators for Electronic Communications - ელექტრონული კომუნიკაციების სფეროში ევროპული რეგულატორების ორგანო) მიერ წარმოდგენილ დოკუმენტში (BEREC Preliminary report in view of a common position on monitoring mobile coverage, BoR (17) 186, 6 October 2017) არის მითითებული, დღეის მდგომარეობით მობილური სატელეკომუნიკაციო ქსელებისათვის შემუშავებულია გაზომვების სხვადასხვა ტიპის მეთოდები, კერძოდ არსებობს მობილური დაფარვის შეფასების და წარმოდგენის განსხვავებული გზები. BEREC-ი აღნიშნავს, რომ ამ მიზნით ეროვნული რეგულატორები და ევროკომისია იყენებს სხვადასხვა მეთოდებს, რომელთაგან ყველას აქვს ერთი საერთო მიზანი - მობილური დაფარვის შესახებ ინფორმაციის დიდი საიმედოობით უზრუნველყოფა შესაბამისი გრაფიკებისა და რუქების სახით. მაგალითად, მობილური დაფარვის შეფასებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნას თეორიული, ე.წ. „იმიტაციური“ მოდელირება კომპიუტერის მეშვეობით. ასევე შეიძლება გამოყენებულ იქნას ექსპერიმენტალური რადიოსიხშირული გაზომვები მთელს შესასწავლ ტერიტორიაზე „დრაივ-ტესტის“ გამოყენებით. თითოეულ ამ მეთოდს აქვს საკუთარი ღირსებები და ხარვეზები. ნებისმიერ შემთხვევაში, ყველა შესაძლო მეთოდი მოითხოვს ღრმა სტატისტიკურ ანალიზს. იმ გარემოებების გათვალისწინებით, რომ (ა) კომპიუტერული მოდელირებით მიღებულ შედეგებსა და რეალურ გარემოში ფუნქციონირების დროს განსაზღვრულ მონაცემებს შორის ყოველთვის არსებობს გარკვეული სხვაობა, რაც განსაკუთრებით მხედველობაში მისაღებია ისეთი მთაგორიანი ქვეყნისათვის, როგორცაა საქართველო, (ბ) საქართველოს ტერიტორიის ფართობი და მასზე მოსახლეობის განაწილება იძლევა საშუალებას „დრაივ-ტესტით“ მოცული იქნას დასახლებული პუნქტების პროცენტულად ძალიან დიდი ნაწილი, ჩვენ ყველა ტიპის მობილური გაზომვებისთვის (მათ შორის დაფარვის შესაფასებლად) უპირატესობას ვანიჭებთ და შესაბამისად ვიყენებთ „დრაივ-ტესტის“ მეთოდს, რომელიც სრულყოფილად განხორციელების შემთხვევაში იძლევა გაცილებით უფრო ზუსტ შედეგებს კონკრეტულ მარშრუტზე.

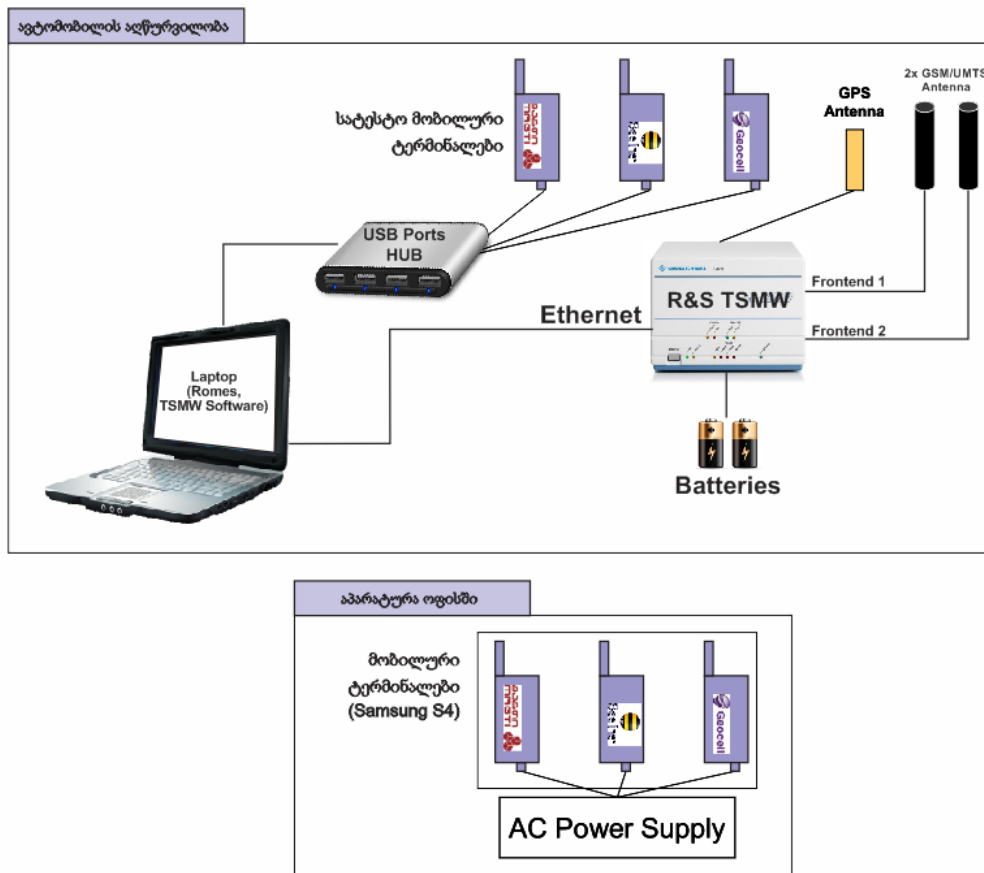
სურათი 1 ასახავს „დრაივ-ტესტის“ დროს¹ გამოყენებული აპარატურის ჩართვის სქემას. ნაჩვენებია ორი პოზიცია:

¹ მობილური საკომუნიკაციო მომსახურების მიწოდებლები ვალდებული არიან კომისიის მიერ მოთხოვნის შემთხვევაში, უზრუნველყონ ტექნიკური პირობები, რომლებიც აუცილებელია მომსახურების მახასიათებლების შემოწმებისა და მონიტორინგის მიზნით, მათ შორის, უფასო სიმ ბარათებითა და მომსახურებით სარგებლობის შეზღუდვების გარეშე კავშირის უზრუნველყოფა. სავალდებულოა აღნიშნული სიმ-ბარათების ტიპი არ განსხვავდებოდეს საცალო ბაზარზე ხელმისაწვდომი სიმ ბარათების ტიპისაგან (პრიორიტეტი ან/და სხვა არასტანდარტული პირობები).

- „დრაივ-ტესტის“ დროს გამოყენებული ავტომობილი აღჭურვილია: პორტატული კომპიუტერით, რომლითაც იმართება მონაცემთა გადაცემის გაზომვები და დანარჩენი აპარატურა (მობილური ტერმინალები და სკანერი); სამი ერთეული მობილური ტერმინალით, რომლებითაც დამოუკიდებლად ხორციელდება ხმოვანი მომსახურებების გაზომვა ; პორტატული სკანერით Rohde&Schwarz TSMW, რომლის მეშვეობით ხორციელდება GSM/UMTS/LTE დიაპაზონების სკანირება, სადაც ვიყენებთ შემდეგ აღნიშვნებს: GSM (Global System for Mobile Communications) - მობილური კომუნიკაციების გლობალური სისტემა (2G), UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) - უნივერსალური მობილური ტელეკომუნიკაციების სისტემა (3G). LTE (Long Term Evolution) – ხანგრძლივი პერიოდის ევოლუცია (4G). სკანერს გააჩნია ორი დამოუკიდებელი GSM/UMTS/LTE ანტენის მიერთების საშუალება, რომლებიც განთავსებულია ავტომობილის სახურავზე. სკანერი ასევე არის აღჭურვილი GPS (Global Positioning System - გლობალური პოზიციონირების სისტემა) მიმღები მოწყობილობით, ხოლო მისი ანტენა ასევე განთავსებულია ავტომობილის სახურავზე. აღნიშნული აპარატურის კვება ხორციელდება უშუალოდ მასში განთავსებული ავტონომიური კვების წყაროდან ან ავტომობილის ელექტროქსელიდან.
- საქართველოს კომუნიკაციების ეროვნული კომისიის შენობაში განთავსებულია სამი მობილური ტერმინალი Samsung Galaxy S4 და თითოეული აღჭურვილია ერთი ოპერატორის სიმ-ბარათით. აღნიშნული აპარატები ფუნქციონირებენ მხოლოდ ზარის ტერმინაციის რეჟიმში. განთავსების ადგილი შერჩეულია სიგნალის მაქსიმალურად სტაბილური მიღების დონის და მინიმალური BPL-ის (Building Penetration Loss – მიღევადობა, რომელსაც განიცდის რადიო სიგნალი შენობაში შეღწევისას, იზომება დეციბელებში) გათვალისწინებით.

კვლევის პერიოდში სატესტო მობილური ტერმინალები განთავსებული უნდა იყოს ავტომობილის სალონში რათა თითოეული განხორციელებული ზარის პირობები იყოს მაქსიმალურად მიახლოებული მომხმარებელთა მიერ მობილური ტერმინალით სარგებლობის გარემოს. ამგვარად, გაზომილი სიგნალის დონე, ხარისხი და განხორციელებული ზარების სტატისტიკა პრაქტიკულად განსაზღვრავს მომხმარებლებისათვის მიწოდებული მომსახურების მახასიათებლებს ამა თუ იმ სერვისებით სარგებლობისას.

რადიო დაგეგმარების პროგრამული უზრუნველყოფა წარმოადგენს პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია ველის დამაბულობის, ინტერფერენციის დონის, გადამცემების ადგილმდებარეობის და სხვა პარამეტრების განსაზღვრა უსადენო დაშვების ქსელის პროექტირების ან ექსპლუატაციაში გაშვების სტადიაზე. იმისათვის, რომ დავაკავშიროთ ავტომობილის სალონში არსებული ველის დამაბულობა ნებისმიერ სხვა გარემოსთან, უნდა გავითვალისწინოთ iCPL (in-Car Penetration Loss – მიღევადობა, რომელსაც განიცდის რადიო სიგნალი ავტომობილის სალონში შეღწევისას, იზომება დეციბელებში). მაგალითად, თუ ჩვენ ვიყენებთ რომელიმე რადიო დაგეგმარების პროგრამულ უზრუნველყოფას თავისუფალ გარემოში სიგნალის მიერ შექმნილ ველის დამაბულობის დასადგენად მიწიდან 1.5 მეტრის სიმაღლეზე, ასეთ შემთხვევაში უნდა იყოს გათვალისწინებული დამატებითი მიღევის დონე 5–15 დბ [1, p. 88], რათა კომპენსირდეს ავტომობილში სიგნალის მიღევა.



სურათი 1: გამოყენებული აპარატურის ბლოკ-სქემა

GSM, UMTS და LTE ქსელებისათვის გაზომვები და მონაცემთა შეგროვება ხორციელდება მეთოდოლოგიით, რომელიც დაფუძნებულია პრინციპებზე, რომლებიც წლების განმავლობაში აპრობირებულია ევროპის რიგ ქვეყნებში (დიდი ბრიტანეთი, ირლანდია, პოლონეთი, თურქეთი და სხვა), ითვალისწინებს ტესტის ჩატარებას როგორც მსხვილ ქალაქებში და რაიონულ ცენტრებში, ასევე შედარებით მცირედ დასახლებულ პუნქტებში და სოფლებში, საავტომობილო და სარკინიგზო მაგისტრალების გასწვრივ და სხვა. მეთოდოლოგია დაფუძნებულია ევროპის სატელეკომუნიკაციო სტანდარტების ინსტიტუტის წარმოდგენილ დოკუმენტში - ETSI TS 102 250 (Speech and multimedia Transmission Quality (STQ); QoS aspects for popular services in mobile networks, Parts 1-7) განსაზღვრულ მიდგომებზე და პრინციპებზე.

„დრაივ-ტესტის“ დროს ჩატარებული გაზომვების დამუშავება უზრუნველყოფილია Rohde&Schwarz Network Problems Analyzer პროგრამული უზრუნველყოფის მიერ. გრაფიკების და დიაგრამების მცირე ნაწილი უნდა აიგოს ისეთი დამატებითი პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით, როგორცაა MapInfo, Microsoft Excel და MathLab.

მარშრუტი²

„დრაივ-ტესტის“ მარშრუტი შერჩეულია ისე, რომ შესწავლილი იქნას საქართველოს ტერიტორიის მაქსიმალური ფართობი. განსაკუთრებული აქცენტი გაკეთებულია დასახლებულ პუნქტებზე, სადაც მოსახლეობის რაოდენობა არ აღემატება 5000 მოსახლეს. ასევე, შესწავლილი უნდა იყოს მსხვილი ქალაქები და რაიონული ცენტრები.

- დრაივ-ტესტის მარშრუტი მოიცავს ძირითად გზებს და მაგისტრალებს დასახლებულ პუნქტებს შორის;
- ქალაქ **თბილისში** მარშრუტი მოიცავს - მინიმუმ 500 კმ-ს, 1000 სატესტო ხმოვან სესიას და 500 სატესტო ინტერნეტ სესიას.
- ქალაქ **ქუთაისში** მარშრუტი მოიცავს - მინიმუმ 180 კმ-ს, 200 სატესტო ხმოვან სესიას და 100 სატესტო ინტერნეტ სესიას.
- ქალაქ **ბათუმში** მარშრუტი მოიცავს - მინიმუმ 90 კმ-ს, 180 სატესტო ხმოვან სესიას და 100 სატესტო ინტერნეტ სესიას.
- ქალაქ **ზუგდიდში** მარშრუტი მოიცავს - მინიმუმ 70 კმ-ს, 100 სატესტო ხმოვან სესიას და 70 სატესტო ინტერნეტ სესიას.
- ქალაქ **ფოთში** მარშრუტი მოიცავს - მინიმუმ 50 კმ-ს, 100 სატესტო ხმოვან სესიას და 70 სატესტო ინტერნეტ სესიას.
- ქალაქ **თელავში** მარშრუტი მოიცავს - მინიმუმ 50 კმ-ს, 100 სატესტო ხმოვან სესიას და 70 სატესტო ინტერნეტ სესიას.

„დრაივ-ტესტის“ მსვლელობისას, საქართველოს ტერიტორია იყოფა რეგიონებად და ქალაქებად (ქ. თბილისის შემთხვევაში), ხოლო სტატისტიკა უნდა იყოს მოყვანილი შესაბამის რეგიონში „დრაივ-ტესტის“ ჩატარების დროს განვლილი მანძილის მიხედვით:

- აჭარა (>300 კმ)
- გურია (>200 კმ)
- იმერეთი (>400 კმ)
- კახეთი (>500 კმ)
- ქვემო ქართლი (>300 კმ)
- მცხეთა-მთიანეთი (>300 კმ)
- რაჭა-ლეჩხუმი (>200 კმ)
- სამცხე ჯავახეთი (>200 კმ)
- სამეგრელო - ზემო სვანეთი (>400 კმ)
- შიდა ქართლი (>400 კმ)
- ქ. თბილისი (>500 კმ)

² კონსია უფლებამოსილია შეცვალოს, შეამოკლოს ან გაზარდოს თითოეული მარშრუტის მანძილი.

KPI აღწერილობა და რეკომენდირებული მნიშვნელობები³

წინამდებარე დანართი განსაზღვრავს უსადენო დაშვების ქსელების შეფასების ისეთ მახასიათებლებს, როგორებიცაა ქსელის დაფარვის გეოგრაფიული არეალი, ინტერფერენციების დონე, ფიჭიდან ფიჭაზე გადასვლის კორექტულობა, განხორციელებული ზარების სტატისტიკა და სხვა. საერთაშორისო პრაქტიკის და რეკომენდაციების მიხედვით, თითოეულისათვის განსაზღვრულია შესაბამისი KPIs (Key Performance Indicators), რომლებიც განსაზღვრავენ წარმადობის ძირითად მახასიათებლებს. ასევე, განსაზღვრულია ქსელის ფუნქციონირების სხვა მნიშვნელოვანი პარამეტრები (ცხრილებში აღნიშნულია, როგორც ინფორმაციული), რომლებიც ზეგავლენას ახდენენ გაწეული სერვისების ხარისხზე და სხვასხვა ხარისხობრივ მაჩვენებლებთან ერთად ერთობლიობაში ასახავენ ოპერატორის ფუნქციონირების ხარისხს.

ხმოვანი გამოძახების სერვისი

ყველა მობილური ოპერატორისათვის გამოყენებული არის ერთი და იგივე ტიპის ტერმინალი. გაზომვები იწარმოება ეგრეთ წოდებული „ფანჯრის“ პრინციპით, სადაც განსაზღვრულია ზარის დრო, პაუზის დრო და რეგენერაციის პერიოდი (ან მათი კომბინაცია). შემუშავებული სცენარი გამოიყურება შემდეგნაირად:

- ზარი ხორციელდება იმავე ოპერატორის ქსელში ჩართულ მობილურ ტერმინალზე, რომელიც განთავსებულია სტაციონარულად და უზრუნველყოფილია მდგრადი მიღების დონე (კომისიის ოფისში);
- მაქსიმალური ზარის ფანჯარა - 100 წამი, რომელიც შედგება:
 - ზარის წამოწყება - მაქს 15 წამი;
 - ხმოვანი ზარი - 100 წამს გამოკლებული ზარის წამოწყების ხანგრძლიობა;
 - პაუზა ზარებს შორის - 10 წამი.
 - წინაზღებარე ციკლის განმეორება.

სატესტო მოწყობილობა უნდა იყენებდეს თავისუფალ რეჟიმს GSM, WCDMA ან LTE ტექნოლოგიებს შორის (თავისუფალი რეჟიმი).

სატესტო ციკლის განსახორციელებლად, Swissqual პროგრამულ უზრუნველყოფაში იქმნება სცენარი, რომელიც უზრუნველყოფს სატესტო ხმოვანი ციკლის გამეორებას სასურველი რაოდენობით და გაშვებულია ავტომობილში განლაგებულ ტერმინალებზე. ზარის მისაღებად უნდა გამოიყენებოდეს ერთი და იგივე ტიპის მოწყობილობა სამივე ოპერატორისათვის, ავტომატური ზარის პასუხის რეჟიმში.

³ კომისია იტოვებს უფლებას შეცვალოს, დაამატოს ან გამოაკლოს ტესტირების სქემა, რეკომენდირებული მნიშვნელობა ან სხვა ტექნიკური მახასიათებელი კონკრეტული „დრაივ-ტესტის“ შესრულების დროს.

Voice Calls - ხმოვანი ზარები (GSM, UMTS)		
KPI შინაარსის აღწერა	რეკომენდირებული მნიშვნელობა	KPI დასახელება
წარუმატებლად განხორციელებული ზარების (Failed Calls) პროცენტული მაჩვენებელი: შედგება შეწყვეტილი ზარებისა ან სერვისის არ არსებობისაგან შეწყვეტილი ზარები (Call Canceled) - სიტუაცია, როდესაც ტერმინალის მიერ ინიცირებული ხმოვანი გამოძახება ვერ ხორციელდება მობილური უსადენო დაშვების ქსელის მიერ და შედეგად ქსელი აბრუნებს შეცდომის (200 OK Ack) კოდს ტერმინალზე. სერვისის არ არსებობა (No Service) - სიტუაცია, როდესაც დამყარება ვერ ხერხდება სატელეფონო სერვისის არ არსებობის გამო	< 4% [2, p. 98]	Failed Calls (Call Canceled + No Service)
წარმატებულად განხორციელებული ზარების (Good Call) პროცენტული მაჩვენებელი - სიტუაცია, როდესაც მობილური ტერმინალი აგზავნის შესაბამის მოთხოვნას ქსელში, რის შემდეგაც ხორციელდება ქსელის მიერ შესაბამისი რესურსების გამოყოფა, საბოლოო აბონენტის ტერმინალთან კავშირის დამყარება და, განსაზღვრული დროის შემდეგ, კავშირის კორექტული შეწყვეტა	>= 96%	Good Call
კავშირის დამყარების დრო (Call Setup Time, წამებში), დრო რომელიც გადის აბონენტის ნომრის აკრეფიდან უშუალოდ ხმოვანი კავშირის დამყარებამდე	< 10 წმ	Call Setup Time (წმ)

მონაცემთა გადაცემის სერვისი

ყველა მობილური ოპერატორისათვის გამოყენებული არის ერთი და იგივე ტიპის ტერმინალი. მონაცემთა გადაცემის სერვისის სრულყოფილი შეფასების მიზნით, თითოეული სესია შედგება სხვადასხვა სახის დავალებებისაგან. მონაცემების ჩატვირთვის სიჩქარის ობიექტურად შესაფასებლად საჭიროა, ფიქსირებული ზომის ფაილის სერვერზე ატვირთვა/ჩამოტვირთვა მოხდეს წინასწარ განსაზღვრული დროის მონაკვეთში (ETSI TR 102 678-ს რეკომენდაცია). შესაძლო სესიის სცენარი გამოყურება შემდეგნაირად:

- მიმავრება ოპერატორის ქსელთან, სესიის გახსნა და კონტექსტის აქტივაცია (Attach - ერთჯერადი);

- ICMP Ping – 10 წამი მთლიანი სესიისათვის, თითოეული პინგის ტაიმ-აუტი 3 წმ, 1000 მწ. Ping-ს შორის
- HTTP გვერდების ჩატვირთვა (Kepler reference WEB გვერდი ETSI TR 102 505 V1.2.1, მოცდის დრო 30 წამი)
- HTTP DL (HTTP პროტოკოლით 10 წამოს განმავლობაში სერვერიდან ჩამოტვირთვა, მოცდის დრო 10 წამი)
- FTP UL (FTP პროტოკოლით 10 წამის განმავლობაში სერვერზე ატვირთვა, მოცდის დრო 10 წამი)
- სესიის დახურვა.

ზემოთ მოცემული სცენარის გასამეორებლად, იქმნება სკრიპტი, რომელიც ენიჭება მონაცემთა გადაცემის ხარისხის შესამოწმებლად განკუთვნილ მოწყობილობებს.

Data Calls - მონაცემთა გადაცემა (LTE) (წარმატებულად დასრულებული სესიებისათვის)			
KPI შინაარსის აღწერა	მინიმალურად რეკომენდირებული	კარგი	KPI დასახელება
Ping-ის წარმატებული ცდების საშუალო სტატისტიკური მნიშვნელობა (მილიწამებში). აღნიშნული პარამეტრით განისაზღვრება კავშირის „რეაქციის“ დრო თუ რამდენად სწრაფად ღებულობს მომხმარებელი პასუხს მოთხოვნის გაგზავნიდან	კარგია, როდესაც ≤ 90 მილიწამი		ICMP (Ping) მილიწამი, სადაც ICMP - Internet Control Message Protocol წარმოადგენს ინტერნეტის მართვის შეტყობინების პროტოკოლს.
Ping-ის წარმატებული და წარუმატებელი ცდების პროცენტული მაჩვენებელი.	70%	$\geq 90\%$	%
Ping ტესტირების სრული დავალების (შედგება 10 ping გამოძახებისაგან) შესრულების პროცენტული მაჩვენებელი	კარგია, როდესაც $\geq 90\%$		%
HTTP პროტოკოლით მიმართვისას, ფაილის გადმოწერისას დაფიქსირებული საშუალო სიჩქარის მაჩვენებლები	≥ 0.2 მბიტ/წმ (5 მჰც)	≥ 5.5 მბიტ/წმ (5 მჰც)	HTTP (Downlink Speed) მბიტ/წმ
HTTP პროტოკოლით მიმართვისას, Kepler-ის გვერდის ჩამოტვირთვის დროს დაფიქსირებული საშუალო სიჩქარის მაჩვენებლები	კარგია, როდესაც ≥ 0.9 მბიტ/წმ		HTTP (Downlink Speed) მბიტ/წმ
HTTP პროტოკოლით მიმართვისას წარმატებული და წარუმატებელი ცდების პროცენტული მაჩვენებელი.	70%	$\geq 90\%$	HTTP პროტოკოლი, ტესტირების შედეგი (%)

FTP პროტოკოლით მიმართვისას (ვებ-საიტებზე, ატვირთვისას) დაფიქსირებული საშუალო სიჩქარის მაჩვენებლები	≥ 0.2 მბიტ/წმ (5 მჰც)	≥ 5.5 მბიტ/წმ (5 მჰც)	FTP (Uplink Speed)
FTP პროტოკოლით მიმართვისას წარმატებული და წარუმატებელი ცდების პროცენტული მაჩვენებელი.	70%	$\geq 90\%$	განხორციელებული FTP ტესტების % მაჩვენებელი

დაფარვა - ქსელის სიგნალის გავრცელების მახასიათებლები

GSM ⁴			
KPI შინაარსის აღწერა	კარგი	ცუდი	KPI დასახელება
სკანერის მიერ გაზომილი GSM სიგნალის დონე ფიჭური საიტიდან მიღებული სიგნალის დონე RxLev (განსაზღვრულია GSM ტექნოლოგიის ქსელში), რომელიც ფიქსირდება გაზომვის კონკრეტულ წერტილში და წარმოადგენს საუკეთესო სიგნალს მოცემული ლოკაციისათვის. მოყვანილი უნდა იყოს დაფარვა როგორც indoor (შენობის შიგნით), ასევე outdoor (შენობის გარეთ) სიგნალის დონეებისათვის	> -80 დბმ (-92 დბმ+ 12 დბმ = -80 დბმ)	≤ -92 დბმ [5, p. 6]	RxLev (BPL ტოლია $15-18$ დბ-ის მსხვილ დასახლებულ პუნქტში და 10 დბ-ის რაიონებში. Rohde&Schwartz-ის რეკომენდაციაზე დაყრდნობით, გამოყენებულია შენობაში შეღწევისას მიღებადობა (BPL)= 12 დბ) [6]
გადამტანისა და ინტერფერენციის ფარდობა C/I, (Carrier to Interference ratio)	≥ 18 დბ [7, p. 26]		C/I (დბ)

UMTS ⁵			
KPI შინაარსის აღწერა	კარგი	ცუდი	KPI დასახელება
მიღებული სიგნალის დონე RSCP (Received Signal Code Power), ანუ მიღებული სიგნალის კოდის სიმძლავრე. განსაზღვრულია UMTS ტექნოლოგიის ქსელში	> -85 დბმ	< -95 დბმ [8, p. 91]	RSCP
სიგნალ/ინტერფერენციის ფარდობა Ec/Io	> -10 დბ	< -15 დბ [9, p. 117]	Ec/Io

⁴ შესწავლილი ტერიტორიის (მარშრუტის) 90% შემთხვევაში

⁵ შესწავლილი ტერიტორიის (მარშრუტის) 88% შემთხვევაში

LTE ⁶			
KPI შინაარსის აღწერა	კარგი	ცუდი	KPI დასახელება
საყრდენი სიგნალის მიღებული სიმძლავრე. (RSRP - Reference Signal Received Power). პარამეტრი, რომელიც გამოიყენება სიგნალის დონის გასაზომად	> -100 დბმ [11, p. 230]	< -108 დბმ [12, p. 517]	RSRP
საყრდენი სიგნალის მიღების ხარისხი (RSRQ - Reference Signal Received Quality). პარამეტრი, რომელიც წარმოადგენს სიგნალ/ინტერფერენციის ფარდობის საზომ ერთეულს და განსაზღვრავს სიგნალის ხარისხს	> -12 დბ	< -15 დბ	RSRQ
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.	>=5 დბ	<0 დბ	SINR
MIMO-ს ტექნოლოგიის გამოყენება მობილური ოპერატორის ქსელში (პროცენტულად)	>=95%	<=90%	MIMO usage

⁶ შესწავლილი ტერიტორიის (მარშრუტის) 85% შემთხვევაში

LTE ქსელის დამატებითი მახასიათებლები (ინფორმაციული)

არხის ხარისხის ინდიკატორი CQI (Channel Quality Indicator), არხის ხარისხობრივი მაჩვენებელი, რომლითაც განისაზღვრება კავშირის ხარისხი	ინფორმაციული	CQI
პირობითი რიცხვი CN (Condition Number), რომელიც იძლევა მოკლევადიან ინდიკაციას სიგნალ/ხელშეშლის ფარდობის შესახებ რაც აუცილებელია ინფორმაციის სრულყოფილი აღდგენისათვის MIMO გადაცემისას მოცემულ უსადენო არხში, ანუ განსაზღვრავს თუ რამდენად შეუძლია MIMO სისტემას განახორციელოს სივრცითი მულტიპლექსირება მოცემული სიგნალ/ხელშეშლის ფარდობისათვის	ინფორმაციული	CN
ფიჭების გამტარუნარიანობა გადაცემის დროის ინტერვალში (Cell Throughput per Transmission Time Interval (TTI))	ინფორმაციული	Cell Throughput per TTI (მეგაბიტი/წმ)
ფიჭების მაქსიმალური და საშუალო გამტარუნარიანობა (Maximum and Average Cell Throughput)	ინფორმაციული	Maximum and Average Cell Throughput (მეგაბიტი/წმ)
გამოყენებული მოდულაციის განაწილება, downlink-ში	ინფორმაციული	Downlink Modulation
გამოყენებული მოდულაციის განაწილება uplink-ში	ინფორმაციული	Uplink Modulation
რანკირების მაჩვენებელი RI (Rank Indicator) განსაზღვრავს MIMO-სისტემებში განსხვავებული (დამოუკიდებელი) მონაცემთა ნაკადების რაოდენობას, რომლებიც გადაიცემა Downlink-ში	ინფორმაციული	RI
რესურს ბლოკზე ეფექტურობის (მეგაბიტი/წმ/რესურს ბლოკი) დამოკიდებულება სპექტრალურ ეფექტურობაზე (ბიტი/წამი/ჰერცი) downlink-თვის (Mobile DL Efficiency), რომელიც განისაზღვრება მნიშვნელობებით (Class E1-E8)	ინფორმაციული	DL Efficiency
რესურს ბლოკზე ეფექტურობის (მეგაბიტი/წმ/რესურს ბლოკი) დამოკიდებულება სპექტრალურ ეფექტურობაზე (ბიტი/წამი/ჰერცი) uplink-თვის (Mobile UL Efficiency), რომელიც განისაზღვრება მნიშვნელობებით (Class E1-E8)	ინფორმაციული	UL Efficiency

გამოყენებული ლიტერატურა:

- [1] Manninen Matti, Jukka Lempiainen, Radio Interference System Planning for GSM/GPRS/UMTS, 2001.
- [2] 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.
- [3] R&S, NPA recommendation (KPI).
- [4] UMTS RADIO NETWORK PLANNING, OPTIMIZATION AND QOS MANAGEMENT FOR PRACTICAL ENGINEERING TASKS.
- [5] CEPT, MONITORING METHODOLOGY TO ASSESS THE PERFORMANCE OF GSM NETWORKS, ECC REPORT 118, 2008.
- [6] ETSI, GSM recommendation 03.30 (Radio Interface System Planning for GSM/GPRS/UMTS), 2002.
- [7] Jörg Eberspächer, Hans-Jörg Vögel, Christian Bettstetter, Christian Hartmann, GSM – Architecture, Protocols and Services, 2009.
- [8] A. R. Mishra, ADVANCEDCELLULAR NETWORK PLANNING AND OPTIMISATION.
- [9] D. Fox, Testing UMTS, 2008.
- [10] K. Wesolowski, Mobile Communication Systems.
- [11] Ralf Kreher, Karsten Gaenger, LTE SIGNALING, TROUBLESHOOTING,AND OPTIMIZATION.
- [12] Harri Holma, Antti Toskala, WCDMA FOR UMTS – HSPA EVOLUTION AND LTE.