**შპს მაგთიკომი**

*ვამტკიცებ*
შ.პ.ს. „მაგთიკომის“
მთავარი ადმინისტრაციული ოფიცერი

ნოდარ ბაღათურია

„10“ ივნისი 2022 წ.

შპს მაგთიკომის საბაზო რადიოსადგური

# ვაკე-კვაჭიძე 24

# პ რ ო ე ქ ტ ი

სანიტარიულ-ჰიგიენური მაჩვენებლების ანგარიში

*შემსრულებლები:*

სანიტარიული სამსახურის უფროსი კობა მირესაშვილი

ქსელის ექსპლოატაციის დეპარტამენტის
დირექტორის მოადგილე გივი მურჯიკნელი

2022 წელი

# 1. ფიჭური სადგურის და მისი განლაგების ადგილის დახასიათება

შპს „მაგთიკომი" აბონენტთა მომსახურების სრულყოფის მიზნით გეგმავს საქართველოს ცალკეულ რეგიონებში არსებული საბაზო სადგურების შესაძლებლობათა განვითარებას და ახალი საბაზო სადგურების აშენებას. ერთ-ერთი ასეთი ობიექტია სწორედ ფიჭური რადიოსადგური ***ვაკე-კვაჭიძე 24.***

შპს „მაგთიკომი" იყენებს თანამედროვე ფიჭური კავშირის სისტემებს (GSM, DCS, LTE, UMTS), რომლებიც სრულფასოვნად შეესაბამება ევროპულ სტანდარტებს და გამოირჩევა მაღალი ტექნიკური, სამომხმარებლო და ეკოლოგიური მაჩვენებლებით.

შპს „მაგთიკომის" ქსელის განვითარების პროექტი ითვალისწინებს ფიჭური სადგურის მშენებლობას ქალაქი თბილისი, ლეო კვაჭიძის ქუჩა №24, ს/კ№72.16.18.965; კოორდინატები 41.674198 1;44.722302. ანტენები დამონტაჟდება მიწიდან 25 მეტრ სიმაღლეზე. სულ დამონტაჟდება GSM, DCS და UMTS ტიპის 3 ანტენა. ანტენები მიმღებ-გადამცემი იქნება. მიმღებ-გადამცემთა სამუშაო ზონები იქნება 80° (A მიმართულება), 200° (B მიმართულება) და 300° (C მიმართულება) დირექციული კუთხეების 65°-იანი სექტორები.

საბაზო სადგური ფარავს რადიოსიგნალის შესაბამისი დონით ირგვლივ მდებარე ტერიტორიას. ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების თვალსაზრისით საყურადღებო ობიექტები ანტენების გასხივების სექტორებში მდებარე ტერიტორიაზე არ აღინიშნება.

## 1.1. ფიჭური სადგურის ტექნიკური მახასიათებლები

საბაზო სადგური განკუთვნილია GSM, DCS და UMTS სტანდარტზე სამუშაოდ. ფიჭური სადგურის გადამცემებისა და ანტენების მაჩვენებლები აღნიშნული სტანდარტებისათვის მოყვანილია ცხრ.1.

ფიჭური სადგური ქსელის საკომუტაციო ცენტრს, სხვა სადგურებს უკავშირდება ოპტიკურ-ბოჭკოვანი საკაბელო სისტემის საშუალებით. შესაბამისად დამატებითი გამოსხივების წყარო არ გვაქვს.

ცხრ.1

| № | დასახელება | A მიმართულება | | | B მიმართულება | | | C მიმართულება | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | GSM | DCS | UMTS | GSM | DCS | UMTS | GSM | DCS | UMTS |
| 1 | სამუშაო სიხშირეთა დიაპაზონი, მგჰც. | 925-960 | 1805-1870 | 2110-2170 | 925-960 | 1805-1870 | 2110-2170 | 925-960 | 1805-1870 | 2110-2170 |
| 2 | გადამცემთა საერთო სიმძლავრე, ვტ. | 120 | 60 | 80 | 120 | 60 | 80 | 120 | 60 | 80 |
| 3 | ელექტრომაგნიტური ტალღის პოლარიზაცია | ვერტ. | ვერტ. | ვერტ. | ვერტ. | ვერტ. | ვერტ. | ვერტ. | ვერტ. | ვერტ. |
| 4 | ფიდერის მილევა, დბ. | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 5 | ანტენის ტიპი | 800102 92 | 800102 92 | 800102 92 | 800102 92 | 800102 92 | 800102 92 | 800102 92 | 800102 92 | 800102 92 |
| 6 | ანტენის გაძლიერების კოეფიციენტი, დბ. | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| 7 | ანტენის მიმმართველობის დიაგრამის სიგანე ჰორიზონტ. სიბრტყეში, გრად. | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 | 65 |
| 8 | ანტენის მიმმართველობის დიაგრამის სიგანე ვერტ. სიბრტყეში, გრად. | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |
| 9 | ანტენის დაცვითი მოქმედების კოეფიციენტი, დბ. | >25 | >25 | >25 | >25 | >25 | >25 | >25 | >25 | >25 |
| 10 | გადამცემი ანტენების რაოდენობა, ცალი | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11 | ანტენების განლაგების სიმაღლე, მეტრი | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 12 | ანტენის აზიმუტი, გრად. | 80 | 80 | 80 | 200 | 200 | 200 | 300 | 300 | 300 |
| 13 | ანტენების დაზრილობა, გრად | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

## 2. ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების სანიტარიული ნორმები და ანგარიშის მეთოდიკა

რადიოტექნიკური საშუალებების მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების უსაფრთხოების შეფასებისათვის დღეისათვის საქართველოში მოქმედებს ნორმატიული დოკუმენტი, რომელიც დამტკიცებულია საქ. შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2001 წლის 16 აგვისტოს №297/ნ ბრძანების საფუძველზე: სწდან 2.2.42.1.8.001-01 (იხ. საქართველოს საკანონმდებლო მაცნე №90, 24.08.2001).

ამ დოკუმენტის მიხედვით 300 მგჰც-ზე უფრო მაღალ სიხშირეებზე მომუშავე რადიოტექნიკური საშუალებებისთვის ნორმირება უკეთდება ელექტრომაგნიტური ველის ენერგიის ნაკადის სიმკვრივის (ენს) მნიშვნელობას. ამასთან ნორმირებულია ენს-ის ორი მნიშვნელობა: 1) მომსახურე პერსონალისათვის - ენს$_1$ =200/T მკვტ/სმ$^2$; სადაც **T** ელექტრომაგნიტური ველის (ემვ) ზემოქმედების დროა საათებში. 8-საათიანი სამუშაო დღისათვის ენს$_1$ =25 მკვტ/სმ$^2$; 2) მოსახლეობისათვის - ენს$_2$=10 მკვტ/სმ$^2$.

ფიჭური სატელეფონო კავშირის ქსელში დიდ უმეტეს შემთხვევაში საბაზო სადგურებთან ერთად განლაგებულნი არიან რადიოსარელეო სადგურები. ზოგიერთ შემთხვევაში კი ობიექტზე შესაძლოა განლაგებული იყოს მხოლოდ საბაზო რადიოსადგური (როდესაც მასთან კავშირი ხორციელდება საკაბელო მაგისტრალის საშუალებით) ან მხოლოდ დამაბოლოვებელი და სარეტრანსლიაციო რადიოსარელეო სადგურები, როდესაც საჭიროა საკომუტაციო ცენტრის დაკავშირება ქსელის ცალკეულ ელემენტებთან. ნებისმიერ შემთხვევაში რადიოსადგურების ანტენები განთავსდება არსებულ შენობა-ნაგებობებზე ან სპეციალურად ამ მიზნით აგებულ ანძებზე.

საბაზო სადგურის შემცველი ობიექტების ირგვლივ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველი ძირითადად განპირობებულია ამ უკანასკნელთა მოქმედებით, რადგან რადიოსარელეო სისტემების გადამცემების სიმძლავრე გაცილებით მცირეა საბაზო სადგურის გადამცემების სიმძლავრესთან შედარებით. ამიტომ ასეთ შემთხვევაში რადიოსარელეო გადამცემების მოქმედების გათვალისწინება, თეორიული გათვლების საფუძველზე ელექტრომაგნიტური ველის პროგნოზირებისას, არაფერს ახალს არ მოგვცემს, რადგან მათი წვლილი ველის ჯამურ სურათში არის გაცილებით მცირე, ვიდრე მეთოდიკის შესაძლებლობები შეფასების სიზუსტის თვალსაზრისით. თუმცა აქვე აღვნიშნავთ, რომ ობიექტის სანიტარიულ პასპორტში ასახული უნდა იყოს მასზე დამონტაჟებული ყველა რადიოსაშუალების ტექნიკური მახასიათებლები. შესაბამისად ელექტრომაგნიტური ველის მაჩვენებლების გაზომვა უნდა ჩატარდეს ყველა მათგანის ფუნქციონირების დროს, რათა შეფასებულ იქნას ველი ყველაზე „უარესი“ შემთხვევისათვის.

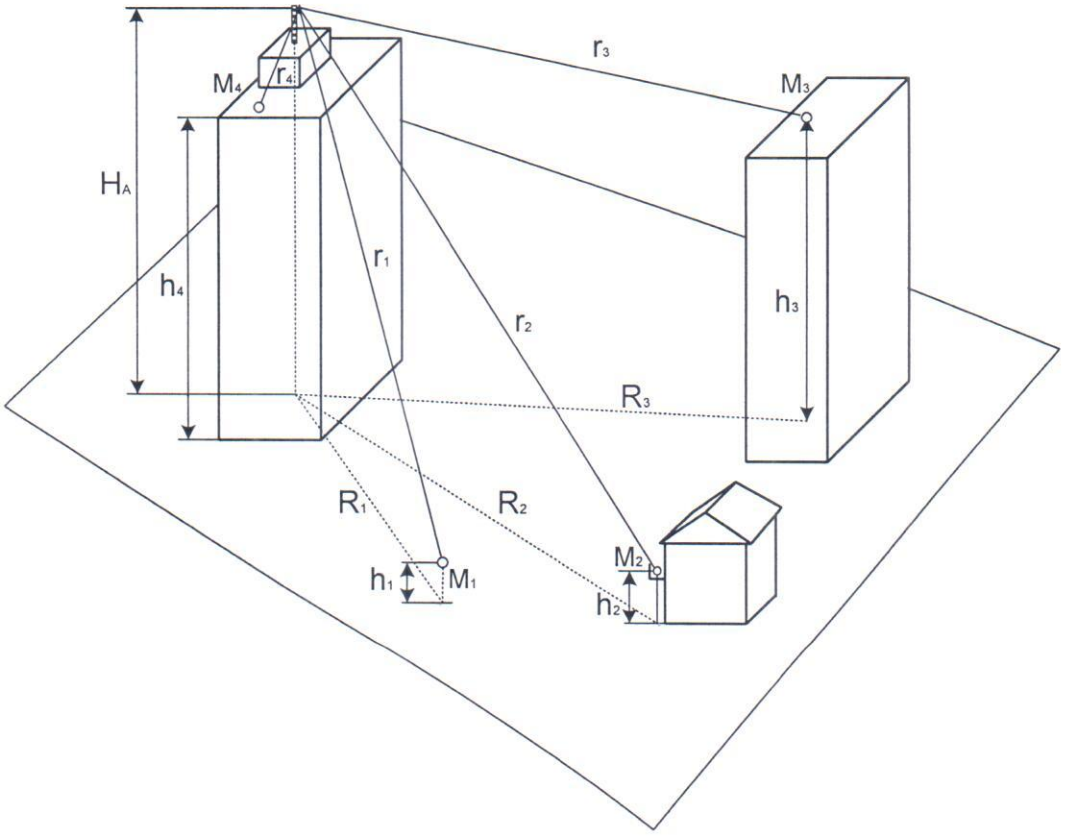
ზოგადი შემთხვევისათვის ანტენის განლაგების სქემა და მის ირგვლივ ზონაში ენს-ის გაზომვის ტიპიური წერტილები $M_1 \ldots M_4$ მოცემულია ნახ. 1-ზე.

წერტილი $M_1$, განლაგებული $h_1 = 2$ მეტრ სიმაღლეზე, შეესაბამება სანიტარიული დამცავი ზონის $R_1$ ზღვარს, რომელიც განსაზღვრულია დოკუმენტში [1].

წერტილი $M_2$, განლაგებული $h_2$ სიმაღლეზე, ინტერესს წარმოადგენს მაშინ, როდესაც საჭიროა ახლომდებარე სახლებში ენს-ის განსაზღვრა.

წერტილი $M_3$ შეესაბამება განაშენიანების ზონის შეზღუდვას $h_3$ სიმაღლეზე, რომელიც A ანტენის $H_A$ სიმაღლის თანაზომადია.

წერტილი $M_4$ განლაგებული $h_4 = H_A$ სიმაღლეზე განიხილება, თუ განისაზღვრება ენს-ის დონე მომსახურე პერსონალისთვის.




ნახ. 1

საზოგადოდ რადიოსადგურიდან r მანძილით დაშორებული, A ანტენის შორეულ ზონაში განლგებული M წერტილისთვის ენს განისაზღვრება შემდეგი გამოსახულებით:

$$\text{ენს} = [30 P_A G_A \eta_{ფ} K_{ინტ}^2 / r^2 Z] . F^2(\alpha) \cdot F^2(\varphi) , \quad (1)$$

სადაც: $P_A$ – A ანტენის მკვებავი გადამცემის სიმძლავრეა,

$G_A$ – ანტენის გაძლიერების კოეფიციენტია იზოტროპული დამსხივებლის მიმართ,

$\eta_{ფ} = \eta_0 \cdot \eta_{თბ}$ – დანაკარგებია საანტენო-ფიდერულ ტრაქტში;

$\eta_0$ – დანაკარგებია არეკვლებზე, რომლებიც განპირობებულია ანტენის ფიდერთან შეთანხმების არასრულყოფილობით (საზოგადოდ $\eta_0 > 0,9$);

$\eta_{თბ}$ – ფიდერის მ.ქ.კ.-ია, განპირობებული თბური დანაკარგებით;

$K_{ინტ} = 1,15...1,3$ – შესუსტების მამრავლია, განპირობებული დასახლებულ პუნქტებში მეზობელი ობიექტებიდან არეკვლილი ტალღების ინტერფერენციით ძირითად ტალღასთან;

$Z = 377$ ომს – თავისუფალი გარემოს ტალღური წინაღობაა,

$F^2(\alpha)$ – ვერტიკალურ სიბრტყეში ანტენის მიმმართველობის ნორმირებული დიაგრამაა;

$F^2(\varphi)$ – ჰორიზონტალურ სიბრტყეში ანტენის მიმმართველობის ნორმირებული დიაგრამაა;

$\alpha$ და $\varphi$ – გასხივების მთავარი მიმართულების მიმართ გადახრის კუთხეებია შესაბამისად ვერტიკალურ და ჰორიზონტალურ სიბრტყეებში.

## 2.1. რადიოსარელეო სადგურების ანტენების მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველის თავისებურება და ანგარიშის მეთოდი

რადიოსარელეო სადგურების შემთხვევისათვის სპეციფიკურია ის გარემოება, რომ ანტენის ირგვლივ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველის ენს-ის ზღვრულ მნიშვნელობას მიახლოვებული დონეები განლაგებულია ანტენის ახლო ზონაში, განსხვავებით საბაზო რადიოსადგურებისგან, სადაც ეს ზღვრული მნიშვნელობები თითქმის მუდამ განლაგებულია შორეულ ზონაში. აქედან გამომდინარე, ანგარიშის ის მეთოდიკა, რაც გამოიყენება საბაზო სადგურებისთვის იძლევა დიდ ცდომილებას ველის შეფასებისას. სწორედ ამიტომ, რადიოსარელეო სისტემების მიერ შექმნილი ველების ანგარიშისათვის გამოიყენება უფრო რთული, მაგრამ ამავე დროს ახლო ზონაში ველის შეფასების უფრო ზუსტი მეთოდი, რომელიც დამტკიცებულია საქ. შრომის, ჯანმრთელობისა და სოციალური დაცვის მინისტრის 2003 წლის 24 თებერვლის №38/ნ ბრძანების საფუძველზე.

რადიოსარელეო სადგურების ანტენები წარმოადგენენ აპერტურული კლასის ანტენებს, რომელთა სპეციფიკური თვისებაა მიმმართველობის მრავალფოთლიანი დიაგრამა და აქედან გამომდინარე ელექტრომაგნიტური ველის რთული სტრუქტურა ანტენის ახლო ზონაში.

აპერტურული ანტენების გამოსხივების ნაკადის სიმკვრივის ანგარიშის მეთოდიკა გულისხმობს ველის შეფასებისას დამსხივებლისა და აპერტურის დამოუკიდებელ წყაროებად განხილვას. ასეთ შემთხვევაში განსახილველ M წერტილში გამოსხივების ნაკადის სიმკვრივე:

$$П = П_а + П_д, \qquad (2)$$

სადაც $П_а$ და $П_д$ გამოსხივების ნაკადის სიმკვრივის მდგენელებია, შექმნილი შესაბამისად აპერტურის და დამსხივებლის მიერ. აპერტურული და დამსხივებლის მდგენელების გამოსახულებებს აქვთ შემდეგი სახე:

$$П_а = P \cdot D_0 \cdot B^2(R) \cdot F^2(\theta,R) / 4\pi R^2, \ вტ/მ^2, \quad (3)$$

$$П_д = 0{,}1 \cdot P \cdot D_д / 4\pi R^2, \ вტ/მ^2. \quad (4)$$

აქ P - ანტენის მიერ გასხივებული სიმძლავრეა, ვატებში;

$D_0$ – ანტენის მიმართული მოქმედების კოეფიციენტია შორეულ (ტალღურ) ზონაში;

$B^2(R)$ – ფუნქციაა, რომელიც ითვალისწინებს ანტენის ახლო ზონაში მიმმართველობის დიაგრამის ცვლილებას ანტენამდე R მანძილის შესაბამისად;

$F^2(\theta,R)$ - ანტენის მიმმართველობის ნორმირებული დიაგრამაა სიმძლავრის მიხედვით;

$D_д$ - დამსხივებლის მიმართული მოქმედების კოეფიციენტია;

$\theta$ და R - განსახილველი წერტილის სფერული კოორდინატებია (იხ. ნახ.2).

ანგარიშის სიმარტივისთვის (4) გამოსახულებაში მიღებულია, რომ დამსხივებლის მიმმართველობის ნორმირებული დიაგრამის მნიშვნელობა სიმძლავრის მოხედვით, სარკისგარე მიმართულებათა სექტორში $F_д^2(\theta)=0,1$. საზოგადოდ $F_д^2(\theta)$ არ არის დამოკიდწბული R-ზე, რადგან განსახილველი წერტილი მუდამ იმყოფება დამსხივებლის შორეულ ზონაში.

მანძილი ანტენის ახლო და შორი ზონების საზღვრამდე (სასაზღვრო მანძილი) წრიული აპერტურის მქონე ანტენების შემთხვევისათვის

$R_{ზღ}=2d^2/\lambda$,

სადაც d – ანტენის დიამეტრია, ხოლო $\lambda = c/f$ - ტალღის სიგრძეა,

$c = 3\cdot10^8$ მ/წმ - სინათლის სიჩქარეა, ხოლო f – გასხივების სიხშირეა.

ანგარიშის მეთოდიკა ეფუძნება

$x = R/ R_{ზღ}$ და $u = (\pi d \sin\theta/\lambda$

ფარდობითი ცვლადების შემოტანას. რომელთა გათვალისწინებით (3) და (4) ფორმულებში, შედეგის გამრავლებით 100-ზე და გადასვლით დეციბელებზე მიიღება საბოლოო გამოსახულებები $П_ა$-ს და $П_д$-ს საანგარიშოდ (დეციბელებში 1 მკვტ/სმ$^2$-ის მიმართ):

$$П_ა = 10\cdot\lg (P\cdot\lambda^2 / d^4) + 10\cdot\lg D_0 + 20\cdot\lg[B(x)/x]+ 20\cdot\lg F(u,x)+3, \text{ დბ}, \quad (5)$$

$$П_д = 10\cdot\lg (P / (4\pi R^2) + 10\lg D_д + 10, \text{ დბ}, \quad (6)$$

სადაც B(x) - ფუნქციაა, რომელიც ითვალისწინებს მიმართული მოქმედების კოეფიციენტის ცვლილებას x-ფარდობით მანძილზე დამოკიდებულებით;

F(u,x)- ნორმირებული დიაგრამაა u და x კოორდინატებში.

$20\cdot\lg[B(x)/x]$ ფუნქციას მცირე x-ებისთვის აქვს ოსცილირებადი სახე, მაგრამ სანიტარული შეფასებების მიზნებისთვის საკმარისია მისი მომვლების გამოყენება. ამ მომვლების მნიშვნელობები სხვადასხვა x-ისთვის მოცემულია ცხრ.2-ში (იხ. აგრეთვე "Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 700 МГц - 300 ГГц": МУК 4.3.680-97. - М: "Интерсэн"):

ცხრილი 2

| x | 20·lg[B(x)/x], დბ | x | 20·lg[B(x)/x], დბ | x | 20·lg[B(x)/x], დბ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 14,5 | 0,35 | 8,5 | 7 | 2,9 |
| 0,125 | 14,45 | 0,4 | 7,33 | 0,75 | 2,36 |
| 0,15 | 14,17 | 0,45 | 6,56 | 0,8 | 1,83 |
| 0,175 | 135 | 0,5 | 5,67 | 0,85 | 1,3 |
| 0,2 | 12,5 | 0,55 | 4,93 | 0,9 | 0,83 |
| 0,25 | 11,17 | 0,6 | 4,17 | 1,0 | 0 |
| 0,3 | 9,5 | 0,65 | 3,43 | >1 | -20·lg x |

ძალზედ ოსცილირებადი ხასიათი აქვს აგრეთვე F(u,x) ფუნქციას. მისი მომვლების მნიშვნელობები ფიქსირებული x პარამეტრისთვის u ცვლადის ცალკეული მნიშვნელობებისთვის, წრიული აპერტურის მქონე ანტენებისთვის მოცემულია მეთოდური სახელმძღვანელოს 3 და 1 ცხრილებში.

სანიტარიული მიზნებისთვის აპერტურული ანტენების მიერ შექმნილი ველის შეფასებისას საკმარისია შემოვიფარგლოთ ანალიზით მხოლოდ ანტენის წინა ნახევარსივრცეში, რადგან თანამედროვე ანტენებისთვის უკანა ნახევარსივრცეში ველი ძალზედ სუსტია მათი მაღალი დაცვითი მოქმედების კოეფიციენტის გამო.

ანტენის წინა ნახევარსივრცეში, $\theta \le \beta$ კუთხეების სექტორში, გამოსხივების ნაკადის სიმკვრივის ჯამური მნიშვნელობა იანგარიშება გამოსახულებით:

$$\Pi = 10^{\Pi_{ა,დბ}/10} + 10^{\Pi_{დ,დბ}/10}, \qquad (7)$$

სადაც $\Pi_{ა,დბ}$ და $\Pi_{დ,დბ}$ იანგარიშება (5) და (6) გამოსახულებებით.

გრძელფოკუსიანი ანტენებისთვის (რომელთათვისაც პარაბოლური სარკის გაშლის კუთხე $2\Psi_0 \le 180°$) - $\beta = 90°$;

მოკლეფოკუსიანი ანტენებისთვის (რომელთათვისაც $2\Psi_0 > 180°$) - $\beta = 180° - \Psi_0$.

თუ $\Psi_0$ არ არის მოცემული და ვიცით ფოკუსური F მანძილი, მაშინ იგი შეიძლება ვიანგარიშოთ ფორმულით:

$$\Psi_0 = 2 \operatorname{arctg} (d / 4F).$$

საზოგადოდ გამოსხივების ნაკადის სიმკვრივის (გნს) შეფასებისათვის

ღერძული სიმეტრიის ანტენების შემთხვევაში (მაგთიკომი იყენებს სწორედ ასეთ ანტენებს), შეიძლება ავიღოთ $2\Psi_0 = 180°$.

დამსხივებლის მიმართული მოქმედების $D_д$ კოეფიციენტი დამოკიდებულია $\Psi_0$ კუთხეზე. სხვადასხვა $\Psi_0$ კუთხისთვის მისი მნიშვნელობები მოცემულია ცხრ.3-ში (იხ. აგრეთვე "Определение плотности потока энергии электромагнитного поля в местах размещения радиосредств, работающих в диапазоне частот 700 МГц - 300 ГГц": МУК 4.3.680-97. - М: "Интерсэн"):

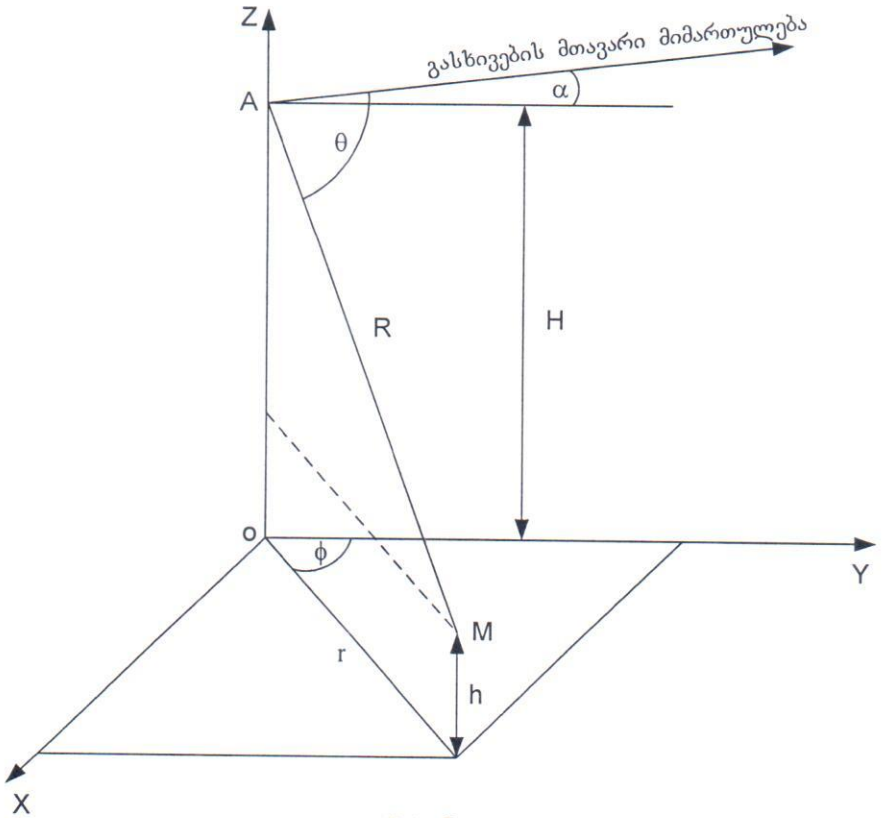
ცხრილი 3

| $\Psi_0$, გრად. | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $D_д$, დბ | 10 | 9,8 | 9,7 | 9,1 | 8,2 | 7,4 | 6,4 | 5,3 | 4,1 | 3,2 | 2,6 | 2,4 | 2,4 |

განსახილავი M წერტილის სფერული R და θ კოორდინატები აპერტურის ცენტრის მიმართ ნახ.2-ის მიხედვით იანგარიშება შემდეგი გამოსახულებებით:

$$R = \sqrt{(H-h)^2 + r^2} \quad , \qquad (8)$$

$$\theta = \arccos\{[r \cdot \cos\varphi \cdot \cos\alpha - (H - h)\sin\alpha] / R\} \, , \qquad (9)$$




ნახ.2

სადაც H – ანტენის განლაგების სიმაღლეა,

h – განსახილველი M წერტილის განლაგების სიმაღლეა,

r – ანტენისა და წერტილის ჰორიზონტალურ გეგმილებს შორის მანძილია,

α – გასხივების მთავარი მიმართულების დახრის კუთხეა ჰორიზონტის მიმართ,

φ – კუთხეა გასხივების მთავარი მიმართულების ჰორიზონტალურ გეგმილსა და r მონაკვეთს შორის.

## 3. საბაზო რადიოსადგურის მიერ გარემომცველ სივრცეში შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველის შეფასება

ანტენის მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველის ენერგიის გარემომცველ სივრცეში განაწილების შეფასებისათვის მოსახერხებელია განისაზღვროს სივრცის არე, რომელშიც ენს-ის მნიშვნელობა მეტია ან ტოლი ზღვრულად დასაშვებზე.

**საბაზო სადგურის** ანტენების შემთხვევისათვის შესაძლოა გამოვიყენოთ გამოსახულება (1). ამ გამოსახულებიდან განვსაზღვროთ მანძილი ანტენიდან სივრცის ყველა იმ წერტილამდე, რომელშიც ენს ტოლია ზღვრულად დასაშვები მნიშვნელობისა:

$$r = \sqrt{[30 \cdot P_A G_A \eta_{ფ} K_{ინტ}^2 / ენს_{ზღვ} Z] . F^2(\alpha) \cdot F^2(\varphi)} , \quad (2)$$

თუ გავითვალისწინებთ, რომ საქართველოში მოქმედი ნორმატივების შესაბამისად, მოსახლეობისათვის $ენს_{ზღვ}=0,1$ვტ/მ$^2$, მაშინ გვექნება:

$$r = \sqrt{[30 P_A G_A \eta_{ფ} K_{ინტ}^2 / 0,1 Z] . F^2(\alpha) \cdot F^2(\varphi)} . \quad (3)$$

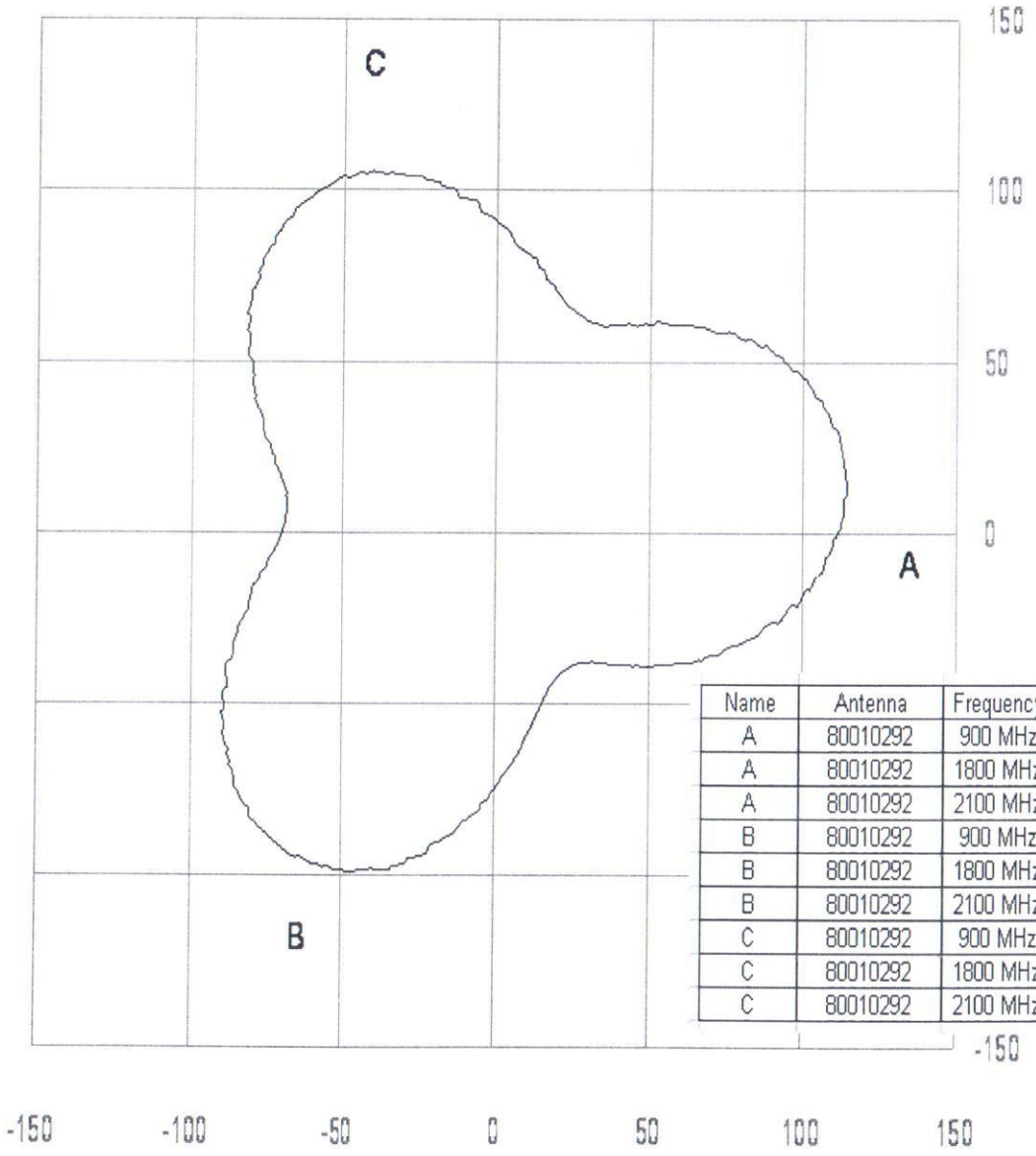
იმ შემთხვევაში, როდესაც ველი შექმნილია არა ერთი, არამედ რამოდენიმე წყაროს მიერ, მაშინ მანძილი ნორმას გადაჭარბებული ზონის საზღვრამდე შეიძლება ვიანგარიშოთ, როგორც ცალკეული მათგანის შესაბამის მანძილთა საშუალო კვადრატული მნიშვნელობა:

$$r_{\Sigma} = \sqrt{r_1^2 + r_2^2 + \dots r_n^2} ,$$

სადაც n წყაროთა რაოდენობის მაჩვენებელია. მაგალითად, ორ სტანდარტზე მომუშავე ანტენის შემთხვევაში გვექნება:

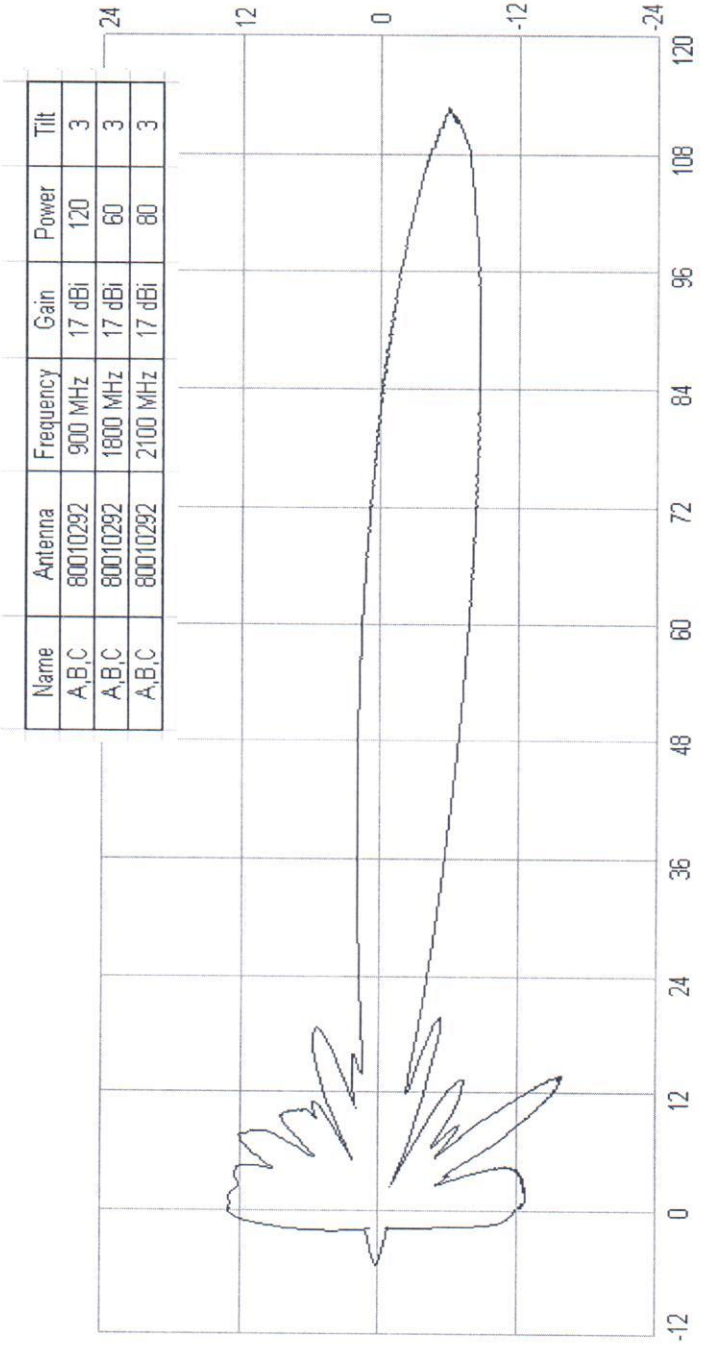
$$r_{\Sigma} = \sqrt{[(30 P_{A1} G_{A1} \eta_{ფ1} K_1^2 / 0,1 Z) F_1^2(\alpha) \cdot F_1^2(\varphi)] + [(30 P_{A2} G_{A2} \eta_{ფ2} K_2^2 / 0,1 Z) F_2^2(\alpha) \cdot F_2^2(\varphi)]} .$$

ამ გამოსახულებაში აპარატურის ტექნიკურ მონაცემებში მოყვანილი მნიშვნელობების შეტანით და ანტენების მიმმართველობის დიაგრამების გამოყენების საფუძველზე ვაგებთ ანტენების მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველის ენერგიის ნაკადის სიმკვრივის ტოლ მნიშვნელობათა დიაგრამებს ჰორიზონტალურ (ნახ.3ა) და ვერტიკალურ (ნახ.3ბ) სიბრტყეებში, საიდანაც ჩანს, რომ საქართველოში მოქმედი ნორმატივებისთვის 80010292 ტიპის ანტენებისთვის გადამცემთა განსახილავ რეჟიმში მუშაობის შემთხვევაში ენს ნორმაშია: A, B და C მიმართულებით ანტენებიდან 9 მეტრის ქვემოთ და 113 მეტრზე შორს პირდაპირი სხივის გასწვრივ გასწვრივ. ამ დიაგრამების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება დავასკვნათ, რომ 25 მეტრ სიმაღლეზე განლაგებული საბაზო სადგურის ანტენების ქვეშ სანიტარიული დამცავი ზონა არ არსებობს. რაც შეეხება განაშენიანების შეზღუდვის ზონას, მის შესახებ ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ ანტენის განლაგების წერტილში დედამიწის ზედაპირის პირობითი ნულოვანი დონის მიმართ იგი შეადგენს A, B და C მიმართულებით 16 მეტრ სიმაღლეზე 113 მეტრს 80°, 200° და 300° აზიმუტზე.




ნახ.3ა.

| Name | Antenna | Frequency | Gain | Power | Azimuth |
|---|---|---|---|---|---|
| A | 80010292 | 900 MHz | 17 dBi | 120 | 80 |
| A | 80010292 | 1800 MHz | 17 dBi | 60 | 80 |
| A | 80010292 | 2100 MHz | 17 dBi | 80 | 80 |
| B | 80010292 | 900 MHz | 17 dBi | 120 | 200 |
| B | 80010292 | 1800 MHz | 17 dBi | 60 | 200 |
| B | 80010292 | 2100 MHz | 17 dBi | 80 | 200 |
| C | 80010292 | 900 MHz | 17 dBi | 120 | 300 |
| C | 80010292 | 1800 MHz | 17 dBi | 60 | 300 |
| C | 80010292 | 2100 MHz | 17 dBi | 80 | 300 |




| Name | Antenna | Frequency | Gain | Power | Tilt |
|---|---|---|---|---|---|
| A,B,C | 80010292 | 900 MHz | 17 dBi | 120 | 3 |
| A,B,C | 80010292 | 1800 MHz | 17 dBi | 60 | 3 |
| A,B,C | 80010292 | 2100 MHz | 17 dBi | 80 | 3 |

6.16.38.

## დასკვნა

- ფიჭური კავშირგაბმულობის ქსელის საბაზო რადიოსადგურ ***ვაკე-კვაჭიძე 24*** ანტენების ირგვლივ მდებარე ობიექტებზე ენს-ის მნიშვნელობა გაცილებით დაბალია ნორმატიულზე.

- იმის გამო, რომ ანტენები განლაგებულია საკმაოდ მაღლა და მათ აქვთ კარგი მიმმართველობა, ორი მეტრის სიმაღლის სანიტარიული დამცავი ზონა, რასაც ითვალისწინებს ნორმატივი, არ არსებობს (შეზღუდვა სიმაღლის მიხედვით იწყება გაცილებით მაღლა).

- პარაგრაფი 3-ში მიღებული შედეგების მიხედვით განაშენიანების შეზღუდვის ზონის შესახებ ზოგადად შეიძლება ითქვას, რომ ანტენის განლაგების წერტილში დედამიწის ზედაპირის პირობითი ნულოვანი დონის მიმართ იგი შეადგენს:

  A, B და C მიმართულებით 16 მეტრ სიმაღლეზე 113 მეტრს 80°, 200° და 300° აზიმუტზე;

- გამომდინარე ზემოაღნიშნულიდან საბაზო რადიოსადგურის განლაგების ადგილი და მისი კონფიგურაცია გარემომცველი რელიეფის ელექტრომაგნიტური ველისგან დაცულობის თვალსაზრისით სწორედ არის შერჩეული და შესაძლებელია მისი ასეთი სახით ექსპლოატაცია.

ს/ს ნ. მახვილაძის სახელობის
შრომის მედიცინისა და ეკოლოგიის
სამეცნიერო-კვლევითი
ი ნ ს ტ ი ტ უ ტ ი

საქართველო, თბილისი, 0102,
ვ.გორგასლის. მე–3 ჩიხი №5
ტელ.: 577 78 26 67

JSC N. MAKHVILADZE
SCIENTIFIC-RESEARCH INSTITUTE
OF LABOR MEDICINE AND
ECOLOGY
V. Gorgasali st №5., 0102,
Tbilisi, Georgia
Phone: 577 78 26 67

№ 192 13 ივნისი 2022წ.

# ჰიგიენური დასკვნა პროექტზე

1. პროექტის დასახელება შ.პ.ს. „მაგთიკომი"-ს საბაზო რადიოსადგური „ვაკე-კვაჭიძე 24".
2. ობიექტის დასახელება შ.პ.ს. „მაგთიკომი"-ს საბაზო რადიოსადგური „ ვაკე-კვაჭიძე 24".
3. ობიექტის კუთვნილება ან დაქვემდებარება შ.პ.ს. „მაგთიკომი".
4. მშენებლობის ადგილი (მისამართი) ქ. თბილისი, ლეო კვაჭიძის ქუჩა №24, ს/კ №72.16.18.965, კოორდინატები 41.6741981; 44.722302.
5. პროექტირება შ.პ.ს. „მაგთიკომი"-ს ძსელის ექსპლუატაციის დეპარტამენტის დირექტორის მოადგილე - გ. მურჯიკნელი, რადიოელექტრონული ხელსაწყოების და მათ მიერ შექმნილი ელექტრომაგნიტური ველების ტესტირების ლაბორატორიის უფროსი- კ. მირესაშვილი,
6. პროექტის წარმომდგენი შ.პ.ს. „მაგთიკომი".
7. წარმოდგენის თარიღი 2022 წლის 10 ივნისი.
8. წარმოდგენილი დოკუმენტაცია:

ა) საბაზო და სარელეო რადიოსადგურების დანიშნულება და განთავსების ადგილის დახასიათება;

ბ) საბაზო და სარელეო რადიოსადგურები და ანტენის ტექნიკური პარამეტრები;

გ) ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების სანიტარიული ნორმები და ანგარიშის მეთოდიკა;

დ) საბაზო და სარელეო რადიოსადგურების ანტენების მიერ გარემომცველ სივრცეში გამოსხივებული ელექტრომაგნიტური ველის შეფასება;

ვ) არსებული ელექტრომაგნიტური ველის ფონის დადგენის მიზნით ჩატარებული ინსტრუმენტალური გაზომვის შედეგები და ოქმი №1092;

ზ) დასკვნა

თ) შ.პ.ს. „მაგთიკომი"-ს სახელმწიფო ლიცენზია №3274 მოქმედი საქართველოს ტერიტორიაზე საპროექტო-სამშენებლო საქმიანობის განხორციელებაზე (ტექნოლოგიური მოწყობილობებისა და კომუნიკაციების მონტაჟი და გასაშვებ-გამმართავი სამუშაოები, საკაბელო ხაზები, რადიო-სარელეო ხაზები და რადიოსადგურები).

ი) ელექტრომაგნიტური ველის დონეების გამზომი ლაბორატორიის აკრედიტაციის მოწმობა ნომერი 268-20458557-3. 1-0088;

## 9. პროექტის განხილვის შედეგად დადგინდა, რომ

შ.პ.ს. "მაგთიკომი"-ს საბაზო რადიოსადგურის („ვაკე-კვაჭიძე 24") სანიტარიულ-დაცვითი და განაშენიანების შეზღუდვის ზონების სიდიდეების ანგარიში შესრულებულია საბაზო რადიოსადგურის გადამცემი ანტენების შემდეგი ტექნიკური მახასიათებლებისათვის:

- სამუშაო სიხშირეთა დიაპაზონი: GSM; DCS;UMTS;
- ანტენის ტიპი: A;B;C GSM; DCS;UMTS - 80010292
- ანტენების რაოდენობა: 3;
- ანტენების განლაგების სიმაღლე: – 25 მ;
- გადამცემის საერთო სიმძლავრე– A;B;C GSM-120ვტ; DCS-60ვტ;UMTS-80ვტ;
- ანტენების გასხივების მიმმართველობის დიაგრამის სიგანე:

ვერტიკალურ სიბრტყეში – A;B;C – GSM; DCS;UMTS—7°;

ჰორიზონტალურ სიბრტყეში - A;B;C - GSM; DCS;UMTS--65°;

- ანტენების გასხივების დიაგრამის ელექტრული დახრის კუთხე ჰორიზონტის მიმართ $\varphi_{(A,B,C)} = 3$;
- გაძლიერების კოეფიციენტი: A;B;C GSM; DCS;UMTS --17დბ;
- ანტენების გასხივების აზიმუტები: - A-მიმართულებით 80°; B-მიმართულებით 200°; C-მიმართულებით 300°;

პროექტის ანგარიშის შედეგების მიხედვით საბაზო რადიოსადგურის ანტენებისათვის ენერგიის ნაკადის სიმკვრივის საპროექტო დონეები მიწის ზედაპირიდან 2 მ სიმაღლეზე განთავსების ადგილიდან დაშორებისა და არსებული ფონის (0,02-0,03 მკვტ/სმ$^2$) მიუხედავად, 10 მკვტ/სმ$^2$-ზე გაცილებით ნაკლებია, რის გამოც სანიტარულ-დაცვითი ზონის საზღვრების დადგენა გამოთვლებით შეუძლებელია.

რაც შეეხება განაშენიანების შეზღუდვის ზონას, საბაზო რადიოსადგურის ანტენის A,B,C მიმართულებით 16 მ სიმაღლეზე შეადგენს 113 მეტრს 80°; 200°; 300° აზიმუტების მიმართულებით.

## 10. საბოლოო დასკვნა

ამდენად შ.პ.ს. "მაგთიკომი"-ს საბაზო რადიოსადგურის („ვაკე-კვაჭიძე 24") განთავსებისათვის შერჩეულია ოპტიმალური ადგილი გადამცემის სიმძლავრის, ანტენის გამოსხივების დიაგრამის პარამეტრებისა და განთავსების სიმაღლის გათვალისწინებით. ანტენები განთავსებულია საკმაოდ მაღლა და მათ აძვთ კარგი მიმმართველობა, 2 მეტრის სიმაღლის სანიტარიული დამცავი ზონა, რასაც ითვალისწინებს ნორმატივი, არ არსებობს (შეზღუდვა სიმაღლის მიხედვით იწყება გაცილებით მაღლა).

ანტენების განთავსების ადგილი შერჩეული იქნა ქვეყანაში ამჟამად მოქმედი კანონმდებლობითა და ნორმატიული აქტებით დადგენილი მოთხოვნების შესაბამისად გადამცემის სიმძლავრის, ანტენის გასხივების დიაგრამის პარამეტრების, განთავსების სიმაღლის გათვალისწინებით, რის გამოც შ.პ.ს. "მაგთიკომი"-ს საბაზო რადიოსადგურის მიერ წარმოქმნილი რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ინტენსივობის ფაქტიური მნიშვნელობები საკვლევ ტერიტორიაზე არ აღემატება ქვეყნაში ამჟამად მოქმედი სანიტარიული წესებისა და ნორმების "რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება" 2.2.42.1.8.001-01-ის მიხედვით დადგენილ ზღვრულად დასაშვებ

მნიშვნელობას (10 მკვტ/სმ²) და არ შეიძლება მოახდინოს უარყოფითი გავლენა ადამიანის ჯანმრთელობაზე და გარემოზე. შ.პ.ს. „მაგთიკომი"-ს საბაზო რადიოსადგურის **(„ვაკე-კვაჭიძე 24")** სანიტარიულ-ჰიგიენური მაჩვენებლების ანგარიშის პროექტი თანხმდება.

## 11. რეკომენდაციები

1. რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ინტენსივობის ზღვრულად დასაშვები დონეების უზრუნველსაყოფად მუდმივად დაცული უნდა იქნეს ობიექტის მოცემული პარამეტრები;
2. ობიექტის მუშაობის რეჟიმში ან პირობებში ისეთი ცვლილებების შეტანისას, რომლებიც გავლენას ახდენენ გამოსხივების დონეზე (მაგენერირებელი და გამომსხივებელი ელემენტების შეცვლა, ტექნოლოგიური პროცესის შეცვლა, ეკრანირების და დამცავი საშუალებების შეცვლა, სიმძლავრის გაზრდა, ელემენტების განლაგების შეცვლა და ა. შ.), ასევე რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების წყაროების რემონტის შემდეგ, უნდა ჩატარდეს რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ინტენსივობის საკონტროლო გაზომვები ფაქტიური მნიშვნელობების (სანიტარიული წესებისა და ნორმების "რადიოსიხშირის დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური გამოსხივება", სწდან 2.2.42.1.8.001-01-ის მიხედვით) დადგენილი ზღვრულად დასაშვებ დონესთან შესაბამისობის დადასტურების მიზნით;
3. არსებული კანონმდებლობის შესაბამისად, ლაბორატორიული გამოკვლევებისათვის უფლებამოსილი საკუთარი ან/და სხვა ორგანიზაციის მეშვეობით გაუკეთდეს ორგანიზება რადიოსადგურების მიერ წარმოქმნილი ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ინტენსივობის სისტემურ მონიტორინგს;
4. რისკის ფაქტორების გათვალისწინებით გადამცემის სიმძლავრეების ოპტიმიზაცია.

მედიცინის დოქტორი /ნ.რუხაძე/