

საკონსულტაციო დოკუმენტი

რადიოსიხშირული დიაპაზონების განაწილებასა და
ჰარმონიზაციასთან დაკავშირებით ევროკავშირის (ასევე CEPT-ის
და ITU-ს) ფარგლებში გადადგმული ნაბიჯების და შესაბამისი
რადიოსიხშირული დიაპაზონების გამოყენების კუთხით
შეცვლილი მიდგომის საქართველოში დანერგვის
მიზანშეწონილობის შესახებ

1. შესავალი

წინამდებარე საკონსულტაციო დოკუმენტში წარმოდგენილია რადიოსიხშირული სპექტრის განაწილებასთან დაკავშირებით საერთაშორისო სატელეკომუნიკაციო გაერთიანების, ევროპის კავშირის, ევროპის საფოსტო და ტელეკომუნიკაციების კონფერენციის, ევროპის კომუნიკაციების კომიტეტის მიდგომები, ასევე რადიოსიხშირული დიაპაზონების ჰარმონიზაციასთან დაკავშირებით ევროპის მასშტაბით გადადგმული და დაგეგმილი ნაბიჯები. განხილულია მობილური/ფიქსირებულ საკომუნიკაციო ქსელებში ფუნქციონირებადი მიწისზედა სისტემები, რომლებსაც შესაძლებლობა აქვთ განახორციელონ ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებები ევროკავშირში. პარაგრაფებში 2-6 განხილულია დღეისათვის ამ მიზნებისათვის გამოსაყენებლად შედარებით ახალი და განსაკუთრებით აქტუალური სიხშირული დიაპაზონები 694-790 მჰც, 1452-1492 მჰც, 2300-2400 მჰც, 2500-2690 მჰც, 3400-3600 მჰც, რომლებიც ფართოდ გამოიყენება ევროკავშირის ქვეყნებში, მაგრამ აქამდე არ არის აღნიშნული დანიშნულებით რეალიზებული საქართველოში. განსაკუთრებული ყურადღება აქვს დათმობილი მსოფლიო რადიოსაკომუნიკაციო კონფერენციებზე მიღებულ გადაწყვეტილებებს და ამ გადაწყვეტილებებიდან მიღებულ შედეგებს. ასევე განხილულია ამ სიხშირულ დიაპაზონებში საქართველოში შესაბამისი მომსახურებების დანერგვის შესაძლებლობები და ამის მიზანშეწონილობა. ბოლო მე-7 პარაგრაფში წარმოდგენილია საერთაშორისო მობილური ტელეკომუნიკაციის სისტემების განვითარების პერსპექტივები და მათი შესაძლო დანერგვის შესაძლებლობები მაღალ სიხშირულ დიაპაზონში 24.25-86 გჰც და ასეთ შემთხვევაში თეორიულად მიღწევადი ტექნიკური მახასიათებლები.

კომისიაში ადრე მომზადებულ რადიოსიხშირულ სპექტრთან დაკავშირებულ მსგავსი საკონსულტაციო დოკუმენტებისაგან განსხვავებით, წინამდებარე დოკუმენტში განსაკუთრებული ყურადღება არის გამახვილებული სისტემების ტექნიკურ მახასიათებლებზე და უხვად არის წარმოდგენილი ტექნიკური მონაცემები სხვადასხვა გადაწყვეტილებებიდან, რეკომენდაციებიდან და ანგარიშებიდან. ეს გამოწვეულია იმ გარემოებებით, რომ ჯერ ერთი, ნებისმიერი ევროპული ტელეკომუნიკაციების მარეგულირებელი ორგანოს მიერ მომზადებული მსგავსი საკონსულტაციო დოკუმენტი შეიცავს ასეთ მონაცემებს და მეორეც, ჩვენი გადმოსახედიდან, ტელეკომუნიკაციის დარგში მომუშავე და რადიოსიხშირული სპექტრის გამოყენებით დაინტერესებული ინჟინრებისთვის საინტერესო უნდა იყოს არა მარტო ამა თუ იმ სიხშირულ დიაპაზონში არსებული მდგომარეობის მშრალი და ზედაპირული აღწერა, არამედ სიხშირეთა მოწყობის და განთავსების კონკრეტული სქემები და ამ სქემების რეალიზაციასთან დაკავშირებული ტექნიკური შესაძლებლობები.

2. 694-790 მჰც სიხშირული დიაპაზონი

საერთაშორისო სატელეკომუნიკაციო გაერთიანების (ITU) ეგიდით ჩატარებულ 2012 წლის მსოფლიო რადიოსაკომუნიკაციო კონფერენციაზე (WRC-12) გადაწყდა, რომ 700 მჰც სიხშირული ზოლი 2015 წლიდან ITU-ს პირველ რეგიონში (აღვნიშნავთ, რომ საქართველო ეკუთვნის ამ რეგიონს) განაწილებული ყოფილიყო როგორც სამაუწყებლო, ასევე მობილური სამსახურებისათვის. WRC-15-ზე, რომელიც ჩატარდა 2015 წლის ნოემბერში საბოლოოდ დასრულდა საერთაშორისო მოლაპარაკებები ტექნიკური და მარეგულირებელი პარამეტრების შესახებ რაც უზრუნველყოფდა 700 მჰც სიხშირული ზოლის გამოყენებას უსადენო დაშვების ფართოზოლოვანი სისტემებისათვის. ITU-ს სხვადასხვა რეგიონებში თანხვდენილი მიდგომა 700 მჰც სიხშირული ზოლის გამოყენებაზე იძლევა იშვიათ შესაძლებლობას ამ სიხშირული დიაპაზონის თითქმის გლობალური ჰარმონიზაციისა უსადენო დაშვების ფართოზოლოვანი სისტემებისათვის გამოსაყენებლად. WRC-15-ზე ასევე გადაწყდა, რომ არ იქნას შეტანილი ცვლილებები რადიორეგლამენტში 470-694 მჰც სიხშირული დიაპაზონისთვის და დარჩეს ეს დიაპაზონი განაწილებულია პირველი რეგიონის ქვეყნებისათვის მხოლოდ სამაუწყებლო სამსახურისათვის. აღნიშნულ კონფერენციაზე მიღებული რეზოლუციის თანახმად, პირველი

რეგიონის ქვეყნებისათვის, რადიორეგლამენტში 470-694 მჰც სიხშირული დიაპაზონისათვის შესაძლო ცვლილებების შეტანა შეიძლება მოხდეს მხოლოდ 2023 წლის მსოფლიო რადიოსაკომუნიკაციო კონფერენციაზე (WRC-2023).

პარალელურად 2013 წლის 11 მარტს ევროკომისიამ გადასცა ევროპის საფოსტო და ტელეკომუნიკაციების კონფერენციას (CEPT) მანდატი, რათა შეემუშავებინა ჰარმონიზირებული ტექნიკური პირობები 700 მჰც დიაპაზონის ევროპის კავშირის ქვეყნებისათვის უსადენო ფართოზოლოვანი ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებების და სხვა გამოყენებების უზრუნველსაყოფად, რაც თანხვედრაში იქნებოდა ევროკავშირის (EU) რადიოსიხშირული სპექტრის პოლიტიკის პრიორიტეტებთან. 2014 წლის 28 ნოემბერს და 2016 წლის პირველ მარტს ამ მანდატის შესაბამისად CEPT-ის მიერ მომზადებული და გამოქვეყნებული იქნა ორი ანგარიში Report 53 და Report 60. აღნიშნული ანგარიშები ქმნიან 700 მჰც სიხშირული დიაპაზონისათვის ტექნიკური ჰარმონიზაციის ბაზისს მიწისზედა უსადენო ფართოზოლოვანი ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებებისათვის, რაც საშუალებას აძლევს ევროკავშირის ქვეყნებს დაამზადონ და გამოუშვან შესაბამისი ტექნიკური მოწყობილობები ამ დიაპაზონში ფუნქციონირებისათვის.

CEPT-ის ელექტრონული კომუნიკაციების კომიტეტის (ECC) გადაწყვეტილება (ECC Decision (15)01 "მობილური/ფიქსირებული საკომუნიკაციო ქსელებისათვის (MFCN) ჰარმონიზირებული ტექნიკური პირობები სიხშირული ზოლისათვის 694-790 მჰც, რომელიც მოიცავს წყვილ სიხშირულ განთავსებას (სიხშირული დაყოფა დუპლექსით (FDD) 2x30 მჰც) და ოპციურ დაუწყვილებელ სიხშირულ განთავსებას (დამატებითი დაუნლინკი)" მიღებულ იქნა 2015 წლის 6 მარტს.

ევროკომისიამ 2016 წლის 28 აპრილს მიიღო საბოლოო აღმასრულებელი გადაწყვეტილება (EU 2016/687) 694-790 მჰც სიხშირული ზოლის ჰარმონიზაციის შესახებ მიწისზედა სისტემებისათვის, რომლებსაც შესაძლებლობა აქვთ განახორციელონ უსადენო ფართოზოლოვანი ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებები ევროკავშირში.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჩვენს ქვეყანაში აღნიშნული სიხშირული დიაპაზონი თავისუფალია და შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას მიწისზედა უსადენო ფართოზოლოვანი ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებებისათვის, კერძოდ მე-4 თაობის MFCN მომსახურების სისტემებისათვის. თუმცა, ITU-ს რადიორეგლამენტის შესაბამისად თავდაპირველად უნდა ჩატარდეს საკოორდინაციო პროცედურები მეზობელ სახელმწიფოებთან, რათა დადგინდეს და შეთანხმდეს საზღვრისპირა რეგიონებში გამოყენებული მობილური სისტემების ტექნიკური მახასიათებლები.

განვიხილოთ ტექნიკური მახასიათებლები უფრო დეტალურად (იხ. სურათი 1), UL, DL აღნიშნავს შესაბამისად აპლინკს და დაუნლინკს, ხოლო SDL დამატებით დაუნლინკს.

MFCN არხთა განაწილება რომელიც მოცემულია CEPT-ის ანგარიშებში 53 და 60 არის შემდეგი: ბლოკების სიდიდე უნდა იყოს 5 მჰც-ის ჯერადი, რაც არ გამორიცხავს ბლოკის შიგნით უფრო პატარა ქვებლოკების არსებობას.

სიხშირეთა დაწყვილება FDD რეჟიმისათვის არის შემდეგი:

-ტერმინალური სადგურის (TS) გადამცემი: 703-733 მჰც;

-საბაზო სადგურის (BS) გადამცემი: 758-788 მჰც;

დაუწყვილებელ სიხშირეთა გამოყენება SDL-თვის განიხილება როგორც შესაძლო ოპცია. SDL იყენებს ნულიდან ოთხამდე სიხშირულ ბლოკებს: 738-743 მჰც, 743-748 მჰც, 748-753 მჰც და 753-758 მჰც. გადაწყვეტილება მიმდევრობით გამოყენებული ბლოკების შესახებ მიღებულ უნდა იქნას ნაციონალურ დონეზე.

694-703	703-708	708-713	713-718	718-723	723-728	728-733	733-738	738-743	743-748	748-753	753-758	758-763	763-768	768-773	773-778	778-783	783-788	788-791
დამცავი ზოლი	UL						გეპი	SDL (A)				DL				დამცავი ზოლი		
9 მჰც	30 მჰც (6 ბლოკი 5 მჰც)						5 მჰც	20 მჰც (0...4 ბლოკი 5 მჰც)				30 მჰც (6 ბლოკი 5 მჰც)				3 მჰც		

(A) SDL ოპცია.

სურათი 1.

SDL ოპციის ალტერნატივას შეადგენს ადმინისტრაციების მიერ პროგრამების შემქმნელი და სპეციალური საშუალებების (PMSE), მოსახლეობის დაცვისა და უბედური შემთხვევის შემსუბუქების (PPDR) და მანქანიდან მანქანაზე გადაცემის (M2M) საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ან მათი კომბინაციების გამოყენება, რაც დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ აპირებს ქვეყნის ადმინისტრაცია გამოიყენოს დამცავი ინტერვალი (733-758 მჰც) აპლინკს და დაუნლინკს შორის.

საზღვრისპირა რეგიონებში კოორდინაციის საკითხები MFCN-სა და სხვა სატელეკომუნიკაციო სამსახურებს შორის რადიოსიხშირული ზოლისათვის 694-790 მჰც განხილული იყო WRC-15-ზე და შესაბამისი გადაწყვეტილება მოყვანილია რეზოლუცია 760-ში (WRC-15) "უზრუნველყოფები, რომელებიც დაკავშირებულია პირველ რეგიონში რადიოსიხშირული ზოლის 694-790 მჰც გამოყენებასთან მობილური, გარდა საჰაერო მობილური სამსახურისა და სხვა სამსახურების მიერ".

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილებში (1-11) წარმოდგენილია ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები, რომლებიც მოყვანილია CEPT-ის ანგარიშებში 53 და 60. ავღნიშნავთ, რომ მულტისექტორიანი საიტისათვის "ფიჭა" ნიშნავს ერთ სექტორს. ამ ცხრილებში e.i.r.p. (equivalent isotropically radiated power) აღნიშნავს ექვივალენტურ იზოტროპულად გასხივებულ სიმძლავრეს, BS - საბაზო სადგურს, ხოლო TS - ტერმინალურ სადგურს.

ცხრილი 1. MFCN BS ბლოკის შიგნით გასხივებული სიმძლავრის ლიმიტი

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
ოპერატორისათვის მინიჭებული ბლოკი	შეიძლება მიღებულ იქნას ზედა საზღვარი 64 დბმ/5 მჰც ანტენაზე	5 მჰც

ცხრილი 2. MFCN BS საბაზისო მოთხოვნები

სიხშირული დიაპაზონი	დაცული ბლოკის სიხშირული ზოლი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
UL სიხშირეების დიაპაზონი 698-736 მჰც	≥ 5 მჰც	-50 დბმ ფიჭაზე	5 მჰც
	3 მჰც	-52 დბმ ფიჭაზე	3 მჰც
	≤ 3 მჰც	-64 დბმ ფიჭაზე	200 კჰც
UL სიხშირეების დიაპაზონი 832-862 მჰც	≥ 5 მჰც	-49 დბმ ფიჭაზე	5 მჰც
DL სიხშირეების დიაპაზონი 738-791 მჰც	≥ 5 მჰც	16 დბმ ანტენაზე	5 მჰც
	3 მჰც	14 დბმ ანტენაზე	3 მჰც
	< 3 მჰც	2 დბმ ანტენაზე	200 კჰც
DL სიხშირეების დიაპაზონი 791-821 მჰც	≥ 5 მჰც	16 დბმ ანტენაზე	5 მჰც

ცხრილი 3. MFCN BS გადასასვლელი მოთხოვნები დიაპაზონისათვის 733-788 მჰც

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
-10 მჰც-დან -5 მჰც-მდე ბლოკის ქვედა საზღვრიდან	18 დბმ ანტენაზე	5 მჰც
-5 მჰც-დან 0 მჰც-მდე ბლოკის ქვედა საზღვრიდან	22 დბმ ანტენაზე	5 მჰც
0 მჰც-დან +5 მჰც-მდე ბლოკის ზედა საზღვრიდან	22 დბმ ანტენაზე	5 მჰც
+5 მჰც-დან +10 მჰც-მდე ბლოკის ზედა საზღვრიდან	18 დბმ ანტენაზე	5 მჰც

ცხრილი 4. MFCN BS გადასასვლელი მოთხოვნები 788 მჰც-ს ზემოთ

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
788-791 მჰც ბლოკისათვის ზედა საზღვრით 788 მჰც	21 დბმ ანტენაზე	3 მჰც
788-791 მჰც ბლოკისათვის ზედა საზღვრით 783 მჰც	16 დბმ ანტენაზე	3 მჰც
788-791 მჰც ბლოკისათვის ზედა საზღვრით 788 მჰც სისტემების დაცვისათვის ზოლით < 3 მჰც	11 დბმ ანტენაზე	200 კჰც
788-791 მჰც ბლოკისათვის ზედა საზღვრით 783 მჰც სისტემების დაცვისათვის ზოლით < 3 მჰც	4 დბმ ანტენაზე	200 კჰც
791-796 მჰც ბლოკისათვის ზედა საზღვრით 788 მჰც	19 დბმ ანტენაზე	5 მჰც
791-796 მჰც ბლოკისათვის ზედა საზღვრით 783 მჰც	17 დბმ ანტენაზე	5 მჰც
796-801 მჰც ბლოკისათვის ზედა საზღვრით 788 მჰც	17 დბმ ანტენაზე	5 მჰც

ცხრილი 5. MFCN BS მოთხოვნები FDD დუპლექს გეპის იმ ნაწილისათვის, რომელიც არ გამოიყენება მხოლოდ დაუნლინგისათვის, ან PPDR-თვის, ან M2M-თვის

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
-10 to 0 მჰც წანაცვლება DL ზოლის ქვედა საზღვრიდან ან ყველაზე ქვემოთ მდებარე SDL ბლოკის ქვედა საზღვრიდან, მაგრამ UL ზოლის ზედა საზღვრიდან	16 დბმ ანტენაზე	5 მჰც
10 მჰც-ზე მეტი წანაცვლება DL ზოლის ქვედა საზღვრიდან ან ყველაზე ქვემოთ მდებარე SDL ბლოკის ქვედა საზღვრიდან, მაგრამ UL ზოლის ზედა საზღვრიდან	-4 დბმ ანტენაზე	5 მჰც

ცხრილი 6. MFCN BS მოთხოვნები სიხშირული სპექტრისათვის დამცავ ზოლებში სადაც არ გამოიყენება PPDR ან M2M

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
სიხშირული სპექტრი მაუწყებლობის დიაპაზონის საზღვარსა და FDD UL-ს დიაპაზონის ქვედა საზღვარს შორის (694-703 მჰც)	-32 დბმ ფიჭაზე	1 მჰც
სიხშირული სპექტრი DL დიაპაზონის ზედა საზღვარსა 800 მჰც დიაპაზონში მომუშავე MFCN DLს შორის (788-791 მჰც)	14 დბმ ანტენაზე	3 მჰც

ცხრილი 7. MFCN BS საბაზისო მოთხოვნები ციფრული მიწისზედა ტელევიზიისათვის განკუთვნილ სიხშირული სპექტრისათვის

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
სიხშირებისათვის 694 მჰც-ზე დაბლა სადაც დაცული უნდა იყოს ციფრული მაუწყებლობა	-23 დბმ ფიჭაზე	8 მჰც

ცხრილი 8. TS ბლოკის შიგნით გასხივების ლიმიტი

მაქსიმალური საშუალო ბლოკს შიგნით გასხივებული სიმძლავრე
23 დბმ

ცხრილი 9. TS მოთხოვნები დამცავი ზოლისათვის (694-703 მჰც)

სიხშირული დიაპაზონი ბლოკს გარეთ გასხივებისათვის	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
694-698 მჰც	-7 დბმ	4 მჰც
698-703 მჰც	2 დბმ	5 მჰც

ცხრილი 10. TS მოთხოვნები დამცავი ზოლისათვის (733-758 მჰც)

სიხშირული დიაპაზონი ბლოკს გარეთ გასხივებისათვის	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
733-738 მჰც	2 დბმ	5 მჰც
738-753 მჰც	-6 დბმ	5 მჰც
753-758 მჰც	-18 დბმ	5 მჰც

ცხრილი 11. მოთხოვნები არასასურველ გასხივებაზე TS-თვის იმ სიხშირეებზე, რომლებიც დაკავებულია მაუწყებლობის მიერ

სიხშირული დიაპაზონი არასასურველი გასხივებისათვის	მაქსიმალური საშუალო არასასურველი გასხივების სიმძლავრე	გასაზომი სიხშირული ზოლი
470-694 მჰც	-42 დბმ	8 მჰც

3. 1452-1492 მჰც სიხშირული დიაპაზონი.

ECC-ს გადაწყვეტილებაში (13)03 (მიღებულია 2013 წლის 8 ნოემბერს და შესწორებები შეტანილია 2015 წლის 3 ივლისს) აღნიშნულია შემდეგი: ECC-ს მიაჩნია, რომ 1452-1492 მჰც სიხშირული ზოლის გამოყენება MFCN SDL ჰარმონიზირებულ სიხშირეთა მოწყობის ბაზაზე მომავალში მოახდენს საბოლოო მომხმარებლებისათვის შესაძლებლობებისა და სარგებლიანობის მაქსიმიზაციას და შეამცირებს კაპიტალურ დანახარჯებს ოპერატორებისათვის, ასევე შეამცირებს შესაბამისი მოწყობილობების დამზადების ხარჯებს და მიმზიდველი იქნება ეკონომიკური თვალსაზრისით. ECC-ს ეს გადაწყვეტილება აუცილებელი იყო რათა ინდუსტრიას უნივერსალური მობილური სატელეკომუნიკაციო სისტემების/მაღალსიხშირიანი პაკეტური დაშვების სისტემების (UMTS/HSPA) სტანდარტის და გრძელვადიანი ევოლუციის გაუმჯობესებული (LTE-advanced) სტანდარტის შესასაბამისი აპარატურების წარმოების პროცესში ჰქონოდა შესაბამისი მითითებები და ასევე გარანტიები. აღსანიშნავია, რომ ეს სტანდარტები იძლევიან სხვადასხვა სიხშირულ ზოლებში მოთავსებული DL არხების აგრეგაციის საშუალებას, და აქედან გამომდინარე დაუწყვილებელი სიხშირული ზოლი 1452-1492 მჰც როგორც SDL ზოლი შესაძლებელია ჩაიდოს ჩიპსეტებში, მოწყობილობებში და მთლიან აპარატურაში.

ევროკომისიამ 2015 წლის 8 მაისს მიიღო საბოლოო აღმასრულებელი გადაწყვეტილება (EU 2015/750) 1452-1492 მჰც სიხშირული ზოლის ჰარმონიზაციის შესახებ მიწისზედა

სისტემებისათვის, რომლებსაც შესაძლებლობა აქვთ განახორციელონ ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებები ევროკავშირში.

WRC-15-ზე მოხდა 1452-1492 მჰც ზოლის იდენტიფიცირება საერთაშორისო მობილური ტელეკომუნიკაციებისთვის (IMT) მეორე და მესამე რეგიონებში. პირველ რეგიონში 1452-1492 მჰც ზოლის იდენტიფიცირება IMT-თვის განხორციელდა მხოლოდ აფრიკის და შუა აღმოსავლეთის ქვეყნებისათვის. არ მოხდა ამ ზოლის იდენტიფიცირება CEPT-ის ქვეყნებისათვის, ვინაიდან ამას შეეწინააღმდეგა კომუნიკაციების რეგიონალური თანამეგობრობა (RCC). ამის მიუხედავად, რადიორეგლამეტით განსაზღვრული პირველადი მობილური გამოყოფა და ECC გადაწყვეტილება (13)03 ქმნის ბაზის რათა გამოყენებულ იქნას IMT 1452-1492 მჰც დიაპაზონში CEPT-ის ქვეყნებშიც. ამ პოზიციის განსამტკიცებლად, კონფერენციის დეკლარაციების და რეზერვაციების დოკუმენტში (457-E, 27 ნოემბერი 2015 წელი) 95-ე პუნქტით მოცემული ესტონეთის რესპუბლიკის, ფინეთის, საქართველოს, ლატვიის რესპუბლიკის, ლიტვის რესპუბლიკის, მოლდოვის რესპუბლიკის და პოლონეთის რესპუბლიკის ერთობლივი დეკლარაციით ეს ქვეყნები იტოვებენ უფლებას გამოიყენონ 1452-1492 მჰც ზოლი შესაბამისი დანიშნულებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს მასშტაბით 1452-1492 მჰც სიხშირული ზოლი დღეის მდგომარეობით დაკავებული არ არის.

განვიხილოთ ტექნიკური მახასიათებლები უფრო დეტალურად (იხ. სურათი 2).

ჰარმონიზირებული სიხშირეთა განლაგება დაფუძნებულია ბლოკებზე სიდიდით 5 მჰც, რაც გვაძლევს 8 სიხშირულ ბლოკს დიაპაზონში 1452-1492 მჰც (იხ. სურათი 2).

1452 -1457	1457-1462	1462-1467	1467-1472	1472-1477	1477-1482	1482-1487	1487-1492
საბაზო სადგურის გადაცემა							
40 მჰც (8 ბლოკი 5 მჰც)							

სურათი 2.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილებში (12-13) წარმოდგენილია ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები, რომლებიც მოყვანილია ECC-ს გადაწყვეტილებაში (13)03. BEM აღნიშნავს ბლოკის საზღვრების მაფორმირებელ ნიღაბს.

ცხრილი 12. საბაზო სადგურის BEM-ის ბლოკს გარეთ e.i.r.p. ლიმიტები ერთ ანტენაზე სიხშირულ დიაპაზონში 1452-1492 მჰც

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო ბლოკს გარეთ გასხივებული e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
-10 მჰც-დან -5 მჰც-მდე ბლოკის ქვედა საზღვრიდან	11 დბმ	5 მჰც
-5 მჰც-დან 0 მჰც-მდე ბლოკის ქვედა საზღვრიდან	16.3 დბმ	5 მჰც
0 მჰც-დან +5 მჰც-მდე ბლოკის ზედა საზღვრიდან	16.3 დბმ	5 მჰც
+5 მჰც-დან +10 მჰც-მდე ბლოკის ზედა საზღვრიდან	11 დბმ	5 მჰც
დანარჩენი MFCN SDL სიხშირეებისათვის	9 დბმ	5 მჰც

ცხრილი 13. საბაზო სადგურის ზოლს გარეთ გასხივებული e.i.r.p. ლიმიტები 1452-1492 მჰც სიხშირული დიაპაზონის გარეთ

სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო ბლოკს გარეთ გასხივებული e.i.r.p.	გასაზომი სიხშირული ზოლი
1449 მჰც-ზე დაბლა	-20 დბმ	1 მჰც
1449-1452 მჰც	14 დბმ	3 მჰც
1492-1495 მჰც	14 დბმ	3 მჰც
1495 მჰც-ზე ზემოთ	-20 დბმ	1 მჰც

4. 2300-2400 მჰც სიხშირული დიაპაზონი

CEPT-ის ქვეყნებში 2300-2400 მჰც სიხშირული ზოლი დღეისათვის გამოიყენება შემდეგი სისტემების და მომსახურებისათვის:

- ტელემეტრია (როგორც მიწისზედა ასევე საჰაერო ტელემეტრია);
- სხვა სახელმწიფოებრივი დანიშნულებით (მაგალითად უპილოტო საფრენი სისტემებისათვის (UAS));
- PMSE გამოყენებისათვის (პროგრამირების დამხმარე სამსახურების (SAP) და მაუწყებლობის დამხმარე სამსახურების (SAB) ვიდეო ლინკები);
- სამოყვარულო გამოყენებით მეორად საფუძველზე.

CEPT-ის ქვეყნების იმ ადმინისტრაციებისათვის, რომლებსაც სურთ თავიანთ ქვეყანაში დანერგონ MFCN ისე რომ შეინარჩუნონ სხვა მომსახურებებიც ბუნებრივ მიდგომას წარმოადგენს ე.წ. დაშვება ლიცენზიების გაზიარებით (LSA). LSA განიხილება ალტერნატიულ გადაწყვეტილებად, როდესაც ქვეყანას არა აქვს შესაძლებლობა შემოიტანოს MFCN და ამ სისტემებისათვის სრულად გამოიყენოს სიხშირული რესურსი და როდესაც შეუძლებელია განხორციელდეს სიხშირული სპექტრის სრულად გათავისუფლების ან რეფარმინგის მიდგომა.

ECC-მ შეიმუშავა ECC ანგარიში 172, რომელიც წარმოადგენს უსადენო ფართოზოლოვან სისტემებს (BWS) და სხვა მომსახურებებს/სისტემებს შორის სიხშირეთა გაზიარებასთან და მომიჯნავე ზოლების ურთიერთთავსებადობის კვლევებთან დაკავშირებულ შედეგებს სიხშირულ ზოლში 2300-2400 მჰც. ECC ანგარიში 172 ასკვნის, რომ სიხშირეთა სპექტრის გაზიარება ზოლში 2300-2400 მჰც BWS სისტემებს და დღეისათვის არსებულ მომსახურებებს შორის შესაძლებელია. კონკრეტულ შემთხვევებში უნდა გამოყენებულ იქნას სპეციალური ღონისძიებები, როგორცაა მომიჯნავე არხებთან დაკავშირებული ქმედებები, გეოგრაფიული სეპარაცია, დროის მიხედვით სეპარაცია ან ამ მიდგომების კომბინაცია.

ECC ანგარიში 172 ასევე განიხილავს კვლევების შედეგებს უარესი შემთხვევების სცენარისათვის და არ ითვალისწინებს LSA-ს. შესაბამისად, თუ ქვეყნების ადმინისტრაციებს სურთ დანერგონ MFCN და გამოიყენონ LSA მიდგომა, მათ ეძლევათ რეკომენდაცია ამ საკითხებზე ჩაატარონ შიდა ნაციონალური კვლევები რათა მიღწეულ იქნას ყველაზე უფრო ეფექტური სიხშირეთა გაზიარება და ზუსტად დაადგინონ MFCN ტოპოლოგიისათვის ყველაზე ოპტიმალური გადაწყვეტა.

ECC აცნობიერებს, რომ MFCN-ის დანერგვა, რომელიც მოიცავს საერთაშორისო მობილურ სატელეკომუნიკაციო (IMT) სისტემებს და რომლებიც თავის მხრივ იძლევიან შესაძლებლობას განავითარონ მაღალი სიჩქარის მქონე ტექნოლოგიები 2300-2400 მჰც ზოლში რაც დაფუძნებული იქნება სიხშირეთა ჰარმონიზირებულ განლაგებასთან, მოახდენს შესაძლებლობების და სარგებლიანობის მაქსიმიზაციას საბოლოო მომხმარებლებისა და

საზოგადოებისათვის. ანუ შემცირდება კაპიტალური დანახარჯები ოპერატორებისათვის, შემცირდება ახალი ტექნოლოგიების შემუშავებისა და პრაქტიკული რეალიზაციის ვადები და ყოველივე ეს ქვეყნისათვის იქნება ეკონომიკურად მომგებიანი. ზოგადად, ახალი სიხშირული ზოლების გამოყენება IMT-თვის (განსაკუთრებით IMT-advanced-თვის) საშუალებას მოგვცემს გამოვიყენოთ უფრო ფართო სიხშირული დიაპაზონები და შესაბამისად გავზარდოთ მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე.

შესაბამისად 2014 წლის 27 ივნისს ECC-ს გადაწყვეტილებით 14(02), „ჰარმონიზირებული ტექნიკური და მარეგულირებელი პირობები 2300-2400 მჰც სიხშირული ზოლის გამოსაყენებლად მობილური/ფიქსირებული საკომუნიკაციო ქსელებისათვის (MFCN)“ ჩამოყალიბდა შესაბამისი ტექნიკური/მარეგულირებელი მოთხოვნები, ისე რომ დაცული ყოფილიყო ამავე დიაპაზონში მომუშავე სხვა სატელეკომუნიკაციო მომსახურებები.

2300-2400 მჰც სიხშირული ზოლში სიხშირეთა განაწილების მეთოდის შემუშავებისას გადაწყდა, რომ დანერგული ყოფილიყო დაუწყვილებელი სიხშირული განლაგება TDD (დროითი დაყოფა დუპლექსით) ITU-ს რადიოსაკომუნიკაციო სექტორის ITU-R M.1036 რეკომენდაციის შესაბამისად. სიხშირეთა განლაგების სქემა შეიცავს 20 ბლოკს თითოეულს სიდიდით 5 მჰც (იხ. სურათი 3).

TDD (მჰც)																			
2300 2305	2305 2310	2310 2315	2315 2320	2320 2325	2325 2330	2330 2335	2335 2340	2340 2345	2345 2350	2350 2355	2355 2360	2360 2365	2365 2370	2370 2375	2375 2380	2380 2385	2385 2390	2390 2395	2395 2400
5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

სურათი 3.

ქვემოთ მოყვანილ ცხრილებში წარმოდგენილია ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები, რომლებიც მოყვანილია ECC-ს გადაწყვეტილებაში 14(02) და CEPT-ის ანგარიშში 55.

ბლოკის შიგნით არსებული მოთხოვნა გასხივებულ სიმძლავრეზე (e.i.r.p) MFCN ტერმინალური სადგურისათვის შეადგენს 25 დბმ-ს.

ბლოკის შიგნით არსებული მოთხოვნები MFCN საბაზო სადგურებისათვის შემდეგია:

- 2300-2390 მჰც: ბლოკს შიგნით e.i.r.p. ლიმიტი არ არის სავალდებულო. იმ შემთხვევაში თუ ადმინისტრაცია გადაწყვეტს დააწესოს ზედა ზღვარი, შესაბამისი მნიშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს 68 დბმ/ 5 მჰც e.i.r.p. თითოეულ ანტენაზე.
- 2390-2400 მჰც: ბლოკს შიგნით e.i.r.p. ლიმიტი არ უნდა აღემატებოდეს 45 დბმ / 5 მჰც რათა შესაძლებელი იყოს იმ სისტემებთან თანაარსებობა რომლებიც ფუნქციონირებენ 2400 მჰც-ს ზემოთ.
- ფემტო საბაზო სადგურებისათვის სიმძლავრის კონტროლის გამოყენება აუცილებელია, იმისათვის რომ მოხდეს მომიჯნავე არხებს შორის ინტერფერენციების მინიმიზაცია.

მე-14 ცხრილში მოცემულია საბაზისო მოთხოვნები არასინქრონიზირებული და სინქრონიზირებული MFCN საბაზო სადგურებისათვის, კერძოდ BS BEM ბლოკს გარეთა e.i.r.p. ლიმიტები TDD ბლოკების მიმართ განხილული ზოლის დიაპაზონის შიგნით.

ცხრილი 14. საბაზისო მოთხოვნები

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი
საბაზისო	არასინქრონიზირებული TDD ბლოკები (2300-2400 მჰც)	-36 დბმ / 5 მჰც e.i.r.p.
საბაზისო	სინქრონიზირებული TDD ბლოკები (2300-2400 მჰც)	Min(Pmax-43, 13) დბმ / 5 მჰც e.i.r.p. თითოეული ანტენისათვის

მე-15 ცხრილი გვიჩვენებს დამატებით საბაზისო მოთხოვნებს, კერძოდ BS BEM ბლოკს გარეთა e.i.r.p. ლიმიტებს, 2400 მჰც-ს ზემოთ არასინქრონიზირებული და სინქრონიზირებული MFCN საბაზო სადგურებისათვის. თანაარსებობასთან ჩატარებული ანალიზმა გვიჩვენა, რომ ასეთი ლიმიტების დაწესება აუცილებელია სიხშირეებზე რომლებიც აღემატება 2403 მჰც-ს.

ცხრილი 15. დამატებითი საბაზისო მოთხოვნები

BEM ელემენტი	BS e.i.r.p.	სიმძლავრის ლიმიტი
დამატებითი საბაზისო	Pmax > 42 დბმ	1 დბმ / 5 მჰც
დამატებითი საბაზისო	24 დბმ < Pmax ≤ 42 დბმ	(Pmax -41) დბმ / 5 მჰც
დამატებითი საბაზისო	Pmax ≤ 24 დბმ	-17 დბმ / 5 მჰც

მე-16 ცხრილი გვიჩვენებს გადასავლელ ზონაზე მოთხოვნებს, კერძოდ BS BEM ბლოკს გარეთა e.i.r.p. ლიმიტებს, არასინქრონიზირებული (როცა ეს შესაძლებელია) და სინქრონიზირებული MFCN საბაზო სადგურებისათვის. აღვნიშნავთ, რომ ეს გადასავლელი მოთხოვნები არ არის მართებული 2300 მჰც-ს ქვემოთ და 2400 მჰც-ს ზემოთ.

ცხრილი 16. გადასასავლელ ზონაზე მოთხოვნები

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი
გადასასვლელი ზონა	-5 მჰც-დან 0 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ქვედა საზღვრიდან და 0 მჰც-დან 5 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ზედა საზღვრიდან	Min(Pmax-40, 21) დბმ / 5 მჰც e.i.r.p. თითოეული ანტენისათვის
გადასასვლელი ზონა	10 მჰც-დან -5 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ქვედა საზღვრიდან და 5 მჰც-დან 10 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ზედა საზღვრიდან	Min(Pmax-43, 15) დბმ / 5 მჰც e.i.r.p. თითოეული ანტენისათვის

აღსანიშნავია, რომ ევროკომისიას დღემდე არა აქვს მიღებული საბოლოო აღმასრულებელი გადაწყვეტილება 2300-2400 მჰც სიხშირული ზოლის ჰარმონიზაციის შესახებ უსადენო ფართოზოლოვანი ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებებისათვის. ეს გამოწვეულია შემდეგი გარემოებებით: პირველი, გამწვანებულია ე.წ. LSA პრინციპის რეალურ ცხოვრებაში იმპლემენტაცია და მეორე, არსებობს ურთიერთხელშეშლების საშიშროება 2300-2400 მჰც სიხშირულ ზოლში ფუნქციონირებადი LTE მოწყობილობებს და იმ მოწყობილობებს შორის რომლებიც ფუნქციონირებენ არალიცენზირებად 2400-2500 მჰც სიხშირულ ზოლში. დღეისათვის ამ კუთხით ტარდება შესაბამისი კვლევები და როგორც მოსალოდნელია კვლევების შედეგები გამოქვეყნდება ევროკომისიის მიერ 2016 წლის განმავლობაში.

“რადიოსიხშირული სპექტრის განაწილების ეროვნული გეგმის” შესაბამისად სიხშირული ზოლი 2300-2400 მჰც საქართველოში რიგი კომპანიების მიერ გამოიყენება წერტილი-მრავალწერტილი არქიტექტურის პრინციპით მომუშავე სისტემებისათვის. უნდა აღინიშნოს რომ წერტილი-მრავალწერტილი საკომუნიკაციო სისტემის აგების არქიტექტურა და იგი მოიცავს სხვადასხვა ტიპის საკომუნიკაციო საქმიანობას. ერთ-ერთი ასეთი მაგალითია ე.წ. MMDS, ანუ მრავალარხიანი-მრავალწერტილიანი განაწილების მომსახურება (სისტემა). როგორც ტექნიკური ლიტერატურიდანაც ცნობილი, MMDS სისტემა წარმოადგენს სატელეკომუნიკაციო სერვისს, რომელიც ფუნქციონირებს 2100-2700 მჰც რადიოსიხშირულ სპექტრში. თავდაპირველად ის გამოიყენებოდა სამაუწყებლო სიგნალების ტრანზიტისათვის, მაგრამ დღეისათვის MMDS სისტემები გამოიყენება ასევე მონაცემთა გადაცემებისათვის, კერძოდ მაღალსიჩქარიანი ინტერნეტის უზრუნველსაყოფად.

ამავდროულად სიხშირეთა საერთო ევროპული განაწილებიდან გამომდინარე (ევროპის რადიოსაკომუნიკაციო კომიტეტის (ERC) ანგარიში 25) მიზანშეწონილად მიგვაჩნია სიხშირული ზოლი 2300-2400 მჰც საქართველოში გამოიყენებოდეს ასევე MFCN სისტემებისათვისაც, ზემოთ მოყვანილი ტექნიკური პარამეტრების გათვალისწინებით.

5. 2500-2690 მჰც სიხშირული დიაპაზონი

ევროკომისიამ 2008 წლის 13 ივნისს მიიღო კომისიის გადაწყვეტილება (2008/477/EC) 2500-2690 სიხშირული ზოლის ჰარმონიზაციის შესახებ მიწისზედა სისტემებისათვის, რომლებსაც შესაძლებლობა აქვთ განახორციელონ ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებები ევროკავშირში. CEPT-ის ECC-ს გადაწყვეტილება 05(05) „სპექტრის ჰარმონიზირებული გამოყენების შესახებ მობილური/ფიქსირებული საკომუნიკაციო ქსელებისათვის (MFCN) რომლებიც ოპერირებენ 2500-2690 მჰც სიხშირულ ზოლში“ მიღებულია 2005 წლის 18 მარტს და მასში შესწორებები შეტანილია 2015 წლის 3 ივლისს.

ამ გადაწყვეტილებებში ჩამოყალიბებულია შემდეგი პრინციპები.

სიხშირული ზოლები 2500-2700 მჰც და 2620-2690 მჰც დაწყვილებულია FDD რეჟიმში ფუნქციონირებისათვის მობილური სადგურიდან გადაცემისათვის ქვედა ზოლში და საბაზო სადგურიდან გადაცემისათვის ზედა ზოლში.

ქვეყნის ადმინისტრაციებს შეუძლიათ გამოიყენონ 2570-2620 მჰც ან TDD რეჟიმში ფუნქციონირებისათვის ან დამატებითი გადაცემისათვის საბაზო სადგურიდან მობილურ სადგურზე (DL). ნებისმიერი სიდიდის დამცავი ზოლი არის აუცილებელი რათა უზრუნველყოფილ იქნას მომიჯნავე ზოლის თავსებადობა 2570 მჰც-ზე და 2620 მჰც-ზე მოთავსებულ საზღვრებთან, რაზეც გადაწყვეტილება უნდა იყოს მიღებული ნაციონალურ დონეზე და ეს დამცავი ზოლი უნდა იყოს მოთავსებული 2570-2620 მჰც ზოლს შიგნით. მინიჭებული ბლოკები უნდა იყოს 5 მჰც-ს ჯერადი.

MFCN არხების განთავსება სიხშირულ ზოლში 2500-2690 მჰც გამოსახულია მე-4 სურათზე.

იმისათვის, რომ მიღწეულ იქნას ელექტრომაგნიტური ურთიერთთავსებადობა აუცილებელია უზრუნველყოფილი იქნას 5 მჰც-იანი დაშორისშორება იმ სპექტრალური ბლოკებს შორის რომლებიც გამოიყენება შეუზღუდავი TDD გადაცემის რეჟიმს (ანუ სადაც არ არის დადებული რაიმე ტიპის შეზღუდვა) და FDD გადაცემის რეჟიმს შორის, ისევე როგორც ორ არა სინქრონიზირებულად მომუშავე ქსელს შორის სადაც გამოიყენება TDD გადაცემის რეჟიმი. ასეთი დაშორისშორება შეიძლება მიღწეულ იქნას ან ამ 5 მჰც-იანი ბლოკების გამოუყენებლად დატოვებით (როგორც დამცავი ბლოკები), ან შესაბამისი ბლოკის BEM ელემენტზე შეზღუდვების დაწესებით. თუმცა, ნებისმიერი ასეთი 5 მჰც-იანი დამცავი ბლოკის გამოყენებას მიყვარათ ინტერფერენციების გაზრდილ რისკთან.

არასინქრონიზირებული TDD ქსელების და მომიჯნავე TDD და FDD UL ბლოკების

შემთხვევაში ორი მომიჯნავე ოპერატორის შეთანხმებული მუშაობა BEM მოთხოვნების გათვალისწინებით შეიძლება მიღწეულ იქნას სიხშირული განცალკევების შემოტანით ორივე ოპერატორის შესაბამისი ბლოკების საზღვრებს შორის. განსხვავებულ ოპციას წარმოადგენს ქვეყნების ადმინისტრაციების მიერ შეზღუდული სპექტრალური ბლოკების გამოყენება. ასეთ შემთხვევაში ოპერატორებს უნდა დაუწესდეთ ლიმიტი გასხივებულ სიმძლავრეზე მათთვის განკუთვნილი სიხშირული სპექტრის ზედა ან ქვედა ნაწილში, რაც თავის მხრივ შეამცირებს ინტერფერენციას მომიჯნავე ოპერატორის მიმღების არჩევითობის გათვალისწინებით.

უნდა აღინიშნოს, რომ 5 მჰც-იანი TDD ბლოკი (2615-2620 მჰც) რომელიც უშუალოდ მომიჯნავეა FDD DL ბლოკის შეიძლება განიცდიდეს ინტერფერენციის გაზრდილ რისკს FDD DL-დან წარმოქმნილი გასხივებების გამო. ეს შეიძლება თავიდან იქნას აცილებული TDD საბაზო სადგურის მიმღები ანტენის დაბალი გამლიერების კოეფიციენტის გამოყენებით ან TDD საბაზო სადგურის ანტენის განთავსებით შედარებით დაბალ სიმძლავრეზე. ქვეყნის ადმინისტრაციებისათვის უნდა იყოს ცნობილი ამ ფაქტის შესახებ და შესაბამისად გაითვალისწინონ ეს გარემოება რადიოსიხშირული სპექტრის მინიჭების პროცესში.

დავუშვათ, რომ ხორციელდება მხოლოდ DL გადაცემა 2615-2620 მჰც ზოლში, რომელიც არის მომიჯნავე FDD DL-ის; ასეთ შემთხვევაში აზრი არა აქვს რომ ეს ბლოკი განვიხილოთ განსხვავებულად დანარჩენი ბლოკებისაგან 2570-2615 მჰც სიხშირული ზოლიდან.

2500	2505	2510	2515	2520	2525	2530	2535	2540	2545	2550	2555	2560	2565	2570	2575	2580	2585	2590	2595	2600	2605	2610	2615	2620	2625	2630	2635	2640	2645	2650	2655	2660	2665	2670	2675	2680	2685	2690
UL 01	UL 02	UL 03	UL 04	UL 05	UL 06	UL 07	UL 08	UL 09	UL 10	UL 11	UL 12	UL 13	UL 14	ალტერნატივა 1: TDD ბლოკები ალტერნატივა 2: დამატებითი ბლოკები საბაზო სადგურიდან მობილურ ტერმინალზე გადაცემისათვის										DL 01	DL 02	DL 03	DL 04	DL 05	DL 06	DL 07	DL 08	DL 09	DL 10	DL 11	DL 12	DL 13	DL 14	
FDD UL																								FDD DL ბლოკები														

სურათი 4.

BEM შეუზღუდავი სპექტრალური ბლოკისათვის განსაზღვრულია მე-17, მე-18 და მე-19 ცხრილების გაერთიანებით, ისე რომ გასხივებული სიმძლავრის ლიმიტი თითოეული სიხშირისათვის მოცემულია მაქსიმალური მნიშვნელობით გამომდინარე საბაზისო მოთხოვნებიდან და ბლოკზე დაწესებული სპეციფიკური მოთხოვნებიდან.

ცხრილი 17. საბაზო სადგურისათვის ბლოკის შიგნით e.i.r.p.-ს ლიმიტი

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p
ბლოკის შიგნით	ოპერატორისათვის მინიჭებული ბლოკი	+ 61 დბმ/5 მჰც; CEPT-ის ადმინისტრაციებისათვის ეს შეზღუდვა შეიძლება შერბილებული იქნას 68 დბმ/5 მჰც-მდე სპეციფიკური განთავსების ადგილებისათვის, მაგალითად არეალებისათვის მოსახლეობის დაბალი სიმჭიდროვით

ცხრილი 18. საბაზო სადგურის საბაზისო მოთხოვნები

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p
საბაზისო	FDD DL ბლოკები (SDL ბლოკების ჩათვლით); TDD ბლოკები სინქრონიზირებულია ინტერფერენციის გამომწვევ TDD ბლოკთან, ან გამოიყენება მხოლოდ ზემოდან ქვემოთ (DL) გადაცემა; ეს მართებულია 2615-2620 მჰც-თვის	+4 დბმ/ მჰც
საბაზისო	2 500-2 690 მჰც ზოლში მოთავსებული სიხშირებისათვის, რომლებიც არ ექვემდებარება ამ ცხრილის წინა ნაწილში მოცემულ განსაზღვრებას	-45 დბმ/ მჰც

ცხრილი 19. BS გადასასვლელი ზონის სიმძლავრის ლიმიტი

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p
გადასასვლელი ზონა	-5 მჰც-დან to 0 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ქვედა საზღვრიდან	+16 დბმ/ 5 მჰც
გადასასვლელი ზონა	0 მჰც-დან 5 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ზედა საზღვრიდან	+16 დბმ/ 5 მჰც

შეზღუდულად ითვლება ბლოკი, რომელიც მოთავსებულია 2570-2575 მჰც სიხშირულ ზოლში (გარდა ქვემოდან ზემოთ (UL) გადაცემისას ამ ბლოკში) და ნებისმიერი 5 მჰც-იანი ბლოკი არასინქრონიზირებულ TDD ქსელებს შორის. BEM შეზღუდული სპექტრალური ბლოკისათვის განსაზღვრულია მე-20 და 21-ე ცხრილების გაერთიანებით.

ცხრილი 20. BS ბლოკის შიგნით გასხივებული სიმძლავრის ლიმიტი შეზღუდული სპექტრალური ბლოკებისათვის

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p
ბლოკის შიგნით	შეზღუდული ბლოკის სიხშირული სპექტრი	+ 25 დბმ/5 მჰც

ცხრილი 21. BS BEM შეზღუდული სპექტრალური ბლოკებისათვის როდესაც შეზღუდვა დაწესებულია ანტენების განლაგებაზე

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	მაქსიმალური საშუალო e.i.r.p
საბაზისო	სიხშირული დიაპაზონის დასაწყისიდან (2500 მჰც) ქვემოთ -5 მჰც-მდე (ქვედა საზღვარი)	-22 დბმ/მჰც
გადასასვლელი ზონა	-5 მჰც-დან 0 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ქვედა საზღვრიდან	-6 დბმ/ 5 მჰც
გადასასვლელი ზონა	0 მჰც-დან 5 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ზედა საზღვრიდან	-6 დბმ/ 5 მჰც
საბაზისო	+5 მჰც (ზედა საზღვარი) სიხშირული დიაპაზონის დასასრულის (2690 მჰც) მიმართ	-22 დბმ/მჰც

ცხრილი 22. საბაზო სადგურებისათვის ბლოკს შიგნით გასხივებული სიმძლავრის ლიმიტი

BEM ელემენტი		მაქსიმალური საშუალო სიმძლავრე
ბლოკის შიგნით	სრულად გასხივებული სიმძლავრე (TRP)	31 დბმ/5 მჰც
ბლოკის შიგნით	e.i.r.p.	35 დბმ/5 მჰც

“რადიოსიხშირული სპექტრის განაწილების ეროვნული გეგმის” შესაბამისად სიხშირული ზოლი 2500-2690 მჰც საქართველოში რიგი კომპანიების მიერ გამოიყენება წერტილი-მრავალწერტილი არქიტექტურის პრინციპით მომუშავე სისტემებისათვის, რომლებიც იყენებენ მრავალარხიანი მრავალწერტილიანი განაწილების სისტემის (MMDS) შესაბამის ტექნოლოგიას.

ამავდროულად სიხშირეთა საერთო ევროპული განაწილებიდან გამომდინარე (ERC ანგარიში 25) მიზანშეწონილად მიგვაჩნია სიხშირული ზოლი 2500-2690 მჰც საქართველოში გამოიყენებოდეს ასევე MFCN სისტემებისათვისაც, ზემოთ მოყვანილი ტექნიკური პარამეტრების გათვალისწინებით. აქ აღსანიშნავია ის ფაქტი, რომ მიზანშეწონილადაა მიჩნეული ამ ზოლის აგრეგაცია 1 გჰც ქვემოთ მოთავსებულ სიხშირულ ზოლებთან LTE სისტემების ეფექტურად ფუნქციონირებისათვის.

6. 3400-3600 მჰც სიხშირული დიაპაზონი.

ევროკომისიამ 2014 წლის 2 მაისს მიიღო კომისიის აღმასრულებელი გადაწყვეტილება (2014/276/EU), რომლის მიხედვითაც კომისიის ადრე მიღებულ 2008/411/EC გადაწყვეტილებაში შედის შესწორებები და რომელიც წარმოადგენს გადაწყვეტილებას 3400-3800 მჰც სიხშირული ზოლის ჰარმონიზაციის შესახებ მიწისზედა სისტემებისათვის, რომლებსაც შესაძლებლობა აქვთ განახორციელონ ელექტრონული საკომუნიკაციო მომსახურებები ევროკავშირში. CEPT-ის ECC-ს გადაწყვეტილება 05(05) „სპექტრის ჰარმონიზირებული გამოყენების შესახებ მობილური/ფიქსირებული საკომუნიკაციო ქსელებისათვის (MFCN) რომლებიც ოპერირებენ 2500-2690 მჰც სიხშირულ ზოლში“ მიღებულია 2005 წლის 18 მარტს და მასში შესწორებები შეტანილია 2015 წლის 3 ივლისს.

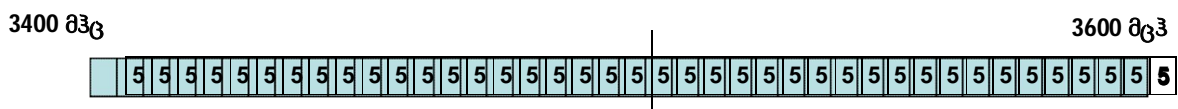
CEPT-ის ECC-ს გადაწყვეტილება 11(06) „სპექტრის ჰარმონიზირებული გამოყენების შესახებ მობილური/ფიქსირებული საკომუნიკაციო ქსელებისათვის (MFCN) რომლებიც ოპერირებენ 3400-3600 მჰც და 3600-3800 მჰც სიხშირულ ზოლებში“ მიღებულია 2011 წლის 9 დეკემბერს და მასში შესწორებები შეტანილია 2014 წლის 14 მარტს.

CEPT განიხილავდა 3400-3800 მჰც დიაპაზონს, როგორც ორ დამოუკიდებელ ზოლს: ქვედა ზოლს 3400-3600 მჰც და ზედა ზოლს 3600-3800 მჰც.

WRC-15-ზე 3400-3600 მჰც ზოლთან დაკავშირებით მიღებულ იქნა შემდეგი გადაწყვეტილება: რადიორეგლამენტში არსებული შენიშვნის (footnote) მიხედვით გამოყოფა შეცვლილია ცხრილის მიხედვით გამოყოფით, რაც წინ გადადადგმული ნაბიჯია. ამასთან, ეს ზოლი იდენტიფიცირებულია IMT-თვის ITU-ს პირველ და მეორე რეგიონებში ენერჯის ნაკადის სიმჭიდროვის (PDF) შემდეგი ლიმიტით: $-154.5 \text{ დბ(ვტ/მ}^2 \cdot 4 \text{ კჰც)}$ დედამიწის ზედაპირიდან 3 მეტრის სიმაღლეზე დროის ხანგრძლივობის 20%-ს განმავლობაში რათა დაცულ იქნას ფიქსირებული თანამგზავრული სამსახურები (FSS). ამავე კონფერენციაზე არ იქნა მხარდაჭერილი CEPT-ის პოზიცია IMT-თვის ახალი სიხშირული ზოლის 3600-3800 მჰც მხარდაჭერის შესახებ.

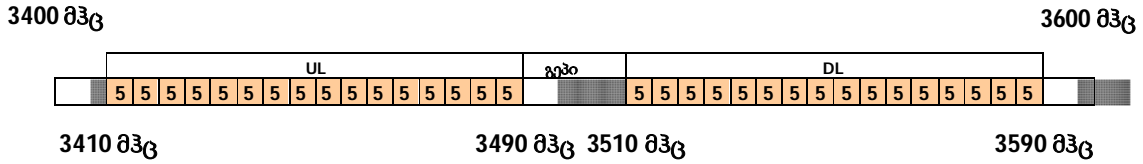
შესაბამისად ჩვენს მიერ განხილული იქნება მხოლოდ 3400-3600 მჰც ზოლი, სადაც გამოიყენება სიხშირეთა განლაგების ორი ვარიანტი:

უპირატესობა ენიჭება 3400-3600 მჰც ზოლში TDD რეჟიმზე დაფუძნებულ გადაცემის მეთოდს (იხ. სურათი 5). ასეთ შემთხვევაში ბლოკები ტოლია 5 მჰც-ის და ისინი იწყება 3400 მჰც-ს ქვედა საზღვართან. რამდენიმე 5 მჰც-ნი ბლოკი შეიძლება გაერთიანებული იქნას უფრო ფართო სიხშირული არხის მისაღებად.



სურათი 5.

ალტერნატიულ მეთოდს წარმოადგენს 3400-3600 მჰც ზოლში FDD რეჟიმზე დაფუძნებული გადაცემა (იხ. სურათი 6). ასეთ შემთხვევაში სიხშირეთა განლაგების ორგანიზებისას გამოიყენება 5 მჰც-იანი ბლოკები, რომლებიც იწყება ქვედა საზღვრიდან - 3410 მჰც-დან. ქვეზოლი 3410-3490 მჰც გამოიყენება მობილური სადგურიდან საბაზო სადგურისაკენ გადასაცემად, ხოლო ქვეზოლი 3510-3590 მჰც გამოიყენება საბაზო სადგურიდან მობილური სადგურისაკენ გადასაცემად. შედეგად მიღებული დუპლექს გეპი ტოლია 20 მჰც-ს (3490-3510 მჰც). რამდენიმე 5 მჰც-იანი ბლოკი შეიძლება გაერთიანებული იქნას უფრო ფართო სიხშირული არხის მისაღებად.



სურათი 6.

ქვემოთ მოყვანილ ტექნიკური მახასიათებლების შემცველ ცხრილებში P_{Max} მოცემული საბაზო სადგურიდან გადაცემისას გადამტან სიხშირეზე გასხივებული მაქსიმალური სიმძლავრეა, გაზომილი e.i.r.p-ში. ორი განსხვავებული სისტემისათვის TDD-ს სინქრონიზირებული ფუნქციონირება ნიშნავს, რომ ამ სისტემებში ერთდროულად არ ხდება მობილური სადგურიდან საბაზო სადგურისაკენ და საბაზო სადგურიდან მობილური სადგურისაკენ გადაცემა ფიჭების ნებისმიერი წყვილისათვის, რომლებიც მუშაობენ ერთსა და იმავე სიხშირეებზე და რომელთაც შეუძლიათ მოახდინონ ერთმანეთის ინტერფერირება. უფრო ზუსტად ეს ნიშნავს სინქრონიზაციას ფრეიმის დასაწყისში და თავსებადი ფრეიმების სტრუქტურების კონფიგურაციის წინასწარ დაგეგმვას.

ცხრილი 23. ბლოკის შიგნით სიმძლავრის ლიმიტი

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p.
ბლოკის შიგნით	ოპერატორისათვის მინიჭებული ბლოკი	არ არის სავალდებულო; თუ ადმინისტრაციის მიერ დაწესებულია ზედა ზღვარი, მისი მნიშვნელობა არ უნდა აღემატებოდეს 68დბმ/5მჰც სიდიდეს თითოეული ანტენისათვის

ცხრილი 24. სიმძლავრის საბაზისო ლიმიტები

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი
საბაზისო	FDD DL (3510-3590 მჰც). სინქრონიზირებული TDD ბლოკები	Min($P_{Max} - 43, 13$) დბმ/5 მჰც e.i.r.p. თითოეული ანტენისათვის
საბაზისო	FDD UL (3410-3490 მჰც). არასინქრონიზირებული TDD ბლოკები	-34 დბმ/5 მჰც e.i.r.p. თითოეული ფიჭისათვის

ცხრილი 25. გადასასვლელ ზონაში სიმძლავრის ლიმიტები

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p.
გადასასვლელი ზონა	-5 მჰც-დან 0 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ქვედა საზღვრიდან 0 მჰც-დან 5 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ზედა საზღვრიდან	Min(PMax – 40, 21) დბმ/5 მჰც თითოეული ანტენისათვის
გადასასვლელი ზონა	-10 მჰც-დან -5 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ქვედა საზღვრიდან 5 მჰც-დან 10 მჰც-მდე წანაცვლება ბლოკის ზედა საზღვრიდან	Min(PMax – 43, 15) დბმ/5 მჰც თითოეული ანტენისათვის

ცხრილი 26.: დამცავი ზოლზე სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p., FDD რეჟიმით სიხშირეთა განლაგებისას

BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p.
დამცავი ზოლი	3400-3410 მჰც	-34 დბმ/5 მჰც თითოეული ფიჭისათვის
დამცავი ზოლი	3490-3500 მჰც	-23 დბმ/5 მჰც თითოეული ანტენისათვის
დამცავი ზოლი	3500-3510 მჰც	Min(PMax – 43, 13) დბმ/5 მჰც თითოეული ანტენისათვის
დამცავი ზოლი	3590-3600 მჰც	Min(PMax – 43, 13) დბმ/5 მჰც თითოეული ანტენისათვის

ცხრილი 27. საბაზო სადგურისათვის დამატებით განსაზღვრული საბაზისო სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p., 3400 მჰც-ს ქვემოთ ზოგიერთი ქვეყნისათვის

შემთხვევა	BEM ელემენტი	სიხშირული დიაპაზონი	სიმძლავრის ლიმიტი, e.i.r.p.	
A	CEPT-ის ქვეყნებისათვის, რომლებშიც ფუნქციონირებენ რადიოსალოკაციო სისტემები 3400 მჰც-ს ქვემოთ	დამატებითი საბაზისო	3400 მჰც-ს ქვემოთ როგორც TDD, ასევე FDD მუშაობის რეჟიმებისათვის	-59 დბმ/მჰც
B	CEPT-ის ქვეყნებისათვის, რომლებშიც ფუნქციონირებენ რადიოსალოკაციო სისტემები 3400 მჰც-ს ქვემოთ	დამატებითი საბაზისო	3400 მჰც-ს ქვემოთ როგორც TDD, ასევე FDD მუშაობის რეჟიმებისათვის	-50 დბმ/მჰც
C	CEPT-ის ქვეყნებისათვის, რომლებიც არ იყენებენ მომიჯნავე ზოლს, ან იყენებენ და არ საჭიროებენ მის დამატებით დაცვას	დამატებითი საბაზისო	3400 მჰც-ს ქვემოთ როგორც TDD, ასევე FDD მუშაობის რეჟიმებისათვის	არ არის განსაზღვრული

საქართველოში 3.4-3.6 გჰც დიაპაზონი განაწილებული და გაცემულია FDD დანაწილებით, წერტილი-მრავალწერტილი უსადენო-ფართოზოლოვანი მომსახურების უზრუნველსაყოფად,

სადაც ნაწილობრივ დანერგილია ფიქსირებული ვაიმაქს ტექნოლოგიები. ამასთან სიხშირეთა განაწილების სქემა განსხვავებულია ზემოთ მოყვანილი სქემებისაგან, ვინაიდან ამ დიაპაზონში ლიცენზიების გაცემის მომენტი სთავის არ იყო ცნობილი და შესაბამისად არ იყო შემუშავებული და გამოქვეყნებული ზემოთ წარმოდგენილი სიხშირეთა განლაგების სქემები და მეთოდები. მიგვაჩნია, რომ დღეისათვის მოქმედი ლიცენზიების ვადის გასვლის შემდეგ, სიხშირეთა განლაგებისათვის უნდა შერჩეულ იქნას ზემოთ განხილული ერთ-ერთი ზემოთ განხილული სქემა და ახალი ლიცენზიები (მათზე მოთხოვნის შემთხვევაში) უნდა გაიცეს სიხშირეთა განაწილების ახალი სქემით.

7. IMT სისტემების შემდგომი განვითარება

WRC-15-ზე მიღებული იქნა რეზოლუცია (RESOLUTION COM6/20 (WRC-15)), რომელიც შეეხება სიხშირეებთან დაკავშირებულ კვლევებს IMT-ს იდენტიფიცირებასთან დაკავშირებით და რომელიც მოიცავს მობილური მომსახურებისათვის პირველად საფუძველზე სიხშირული ზოლების მონაკვეთების შესაძლო დამატებით გამოყოფას სიხშირულ დიაპაზონში 24.25 და 86 გჰც IMT-ს მომავალი განვითარებისათვის 2020 წლისათვის (IMT-2020) და მას შემდგომ.

კონფერენციამ მიიღო გადაწყვეტილება მოიწვიოს ITU-ს რადიოსაკომუნიკაციო სექტორი (ITU-R) რათა განახორციელოს და დაასრულოს შესაბამისი კვლევები შემდგომი კონფერენციის WRC-19-ის დაწყებამდე, რომლებიც განსაზღვრავენ სიხშირული სპექტრის საჭიროებას IMT-ს მიწისზედა კომპონენტისათვის სიხშირულ დიაპაზონში 24.25 გჰც და 86 გჰც, შემდეგი ფაქტორების გათვალისწინებით:

- ამ სიხშირულ დიაპაზონში მომავალში ფუნქციონირებადი მიწისზედა IMT სისტემების ტექნიკური და ოპერაციული მახასიათებლები, რომლებიც განპირობებულია IMT-ს ევოლუციით ტექნოლოგიებში მიღწეული განვითარების და სპექტრალურად ეფექტური ტექნიკური საშუალებების დანერგვით;
- IMT-2020 სისტემებისათვის გათვალისწინებული განთავსების სცენარები და ამასთან დაკავშირებული მოთხოვნები მონაცემთა გადაცემის მაღალ სიჩქარეზე, მაგალითად მჭიდროდ დასახლებულ ურბანულ არეალში და/ან დღე-ღამის პიკურ საათებში;
- საჭიროებები განვითარებადი ქვეყნებისათვის;
- ვადები, როდესაც ეს სიხშირული სპექტრი საჭირო გახდება.

კონფერენციამ მოიწვია ქვეყნების ადმინისტრაციები აქტიური მონაწილეობა მიიღონ ამ კვლევებში და შესაბამისი წინადადებები წარუდგინონ ITU-R-ს.

WRC-15-ზე ასევე მიღებული იქნა რეკომენდაცია (RECOMMENDATION 207 (REV.WRC-15)), მომავალი IMT სისტემების შესახებ, რომლის მიხედვითაც იწვევს ITU-R-ს იმ მიზნით, რომ შეისწავლოს სიხშირულ სპექტრთან დაკავშირებული საჭირო ტექნიკური და საოპერაციო საკითხები რათა დაკმაყოფილებულ იქნას IMT სისტემების მომავალ განვითარებასთან დასახული მიზნები და ამოცანები. დღეისათვის აღნიშნული საკითხების შესწავლა დავალებული აქვს ITU-R-ის მე-5 შემსწავლელ ჯგუფს.

IMT-2020-ის ძირითადი მახასიათებლები (ITU-R რეკომენდაციის M.2083-0 (09/2015)) მიხედვით:

გადაცემის პიკური სიჩქარე (Peak data rate)

იდეალური პირობებიდან გამომდინარე მონაცემების გადაცემის მაქსიმალური მიღწევადი სიჩქარე ერთ მომხმარებელზე/მოწყობილობაზე - გიგაბიტ/წმ (Gbit/s).

მომხმარებლის გამოცდილებაზე დაფუძნებული გადაცემის სიჩქარე (User experienced data rate)

მონაცემთა გადაცემის მიღწევადი სიჩქარე რაც უზრუნველყოფილია საყოველთაოდ დაფარვის არეალში მობილური მომხმარებლის/მოწყობილობის მიერ - მეგაბიტ/წმ ან გიგაბიტ/წმ (Mbit/s ან Gbit/s). სიტყვა "საყოველთაოდ" დაკავშირებულია მოცემულ კონკრეტულად განსახილველ მიზნობრივ არეალთან და არ გულისხმობს მთლიან რეგიონს ან ქვეყანას.

დროითი დაყოვნება (Latency)

რადიოქსელის შეტანილი „წვლილი“ დროის ხანგრძლივობის მიხედვით იმ მომენტიდან როდესაც წყარო გადასცემს მონაცემთა პაკეტს იმ მომენტამდე როდესაც მიმღები პუნქტი იღებს მას - მილიწმ (ms).

მობილურობა (Mobility)

მაქსიმალური მიღწევადი სიჩქარე - კმ/სთ (km/h), რომლის დროსაც უზრუნველყოფილია განსაზღვრული მომსახურების ხარისხი და რომლის დროსაც ხდება შეუმჩნეველი გადასვლა რადიო კვანძებს შორის, რომლებიც შეიძლება განეკუთვნებოდეს სხვადასხვა რადიო ფენებს და/ან სხვადასხვა რადიო დაშვების ტექნოლოგიებს.

კავშირის სიმჭიდროვე (Connection density)

დაკავშირებული და/ან დასაკავშირებლად პოტენციალურად ხელმისაწვდომი მოწყობილობების საერთო რაოდენობა - კმ²-ში (km²).

ენერგეტიკული ეფექტურობა (Energy efficiency)

ენერგეტიკული ეფექტურობა განიხილება ორი კუთხით:

- ქსელის მხრიდან, ენერგეტიკული ეფექტურობა მიუთითებს ინფორმაციული ბიტების რაოდენობას, რომლებიც გადაიცემა/მიიღება მომხმარებლის მიერ რადიო დაშვების ქსელის მიერ ენერჯის მოხმარების ერთეულში - ბიტი/ჯოული (bit/Joule);
- მოწყობილობის მხრიდან, ენერგეტიკული ეფექტურობა მიუთითებს ინფორმაციული ბიტების რაოდენობას, საკომუნიკაციო მოდულის მიერ (ტერმინალური მოწყობილობა) ენერჯის მოხმარების ერთეულში - ბიტი/ჯოული (bit/Joule).

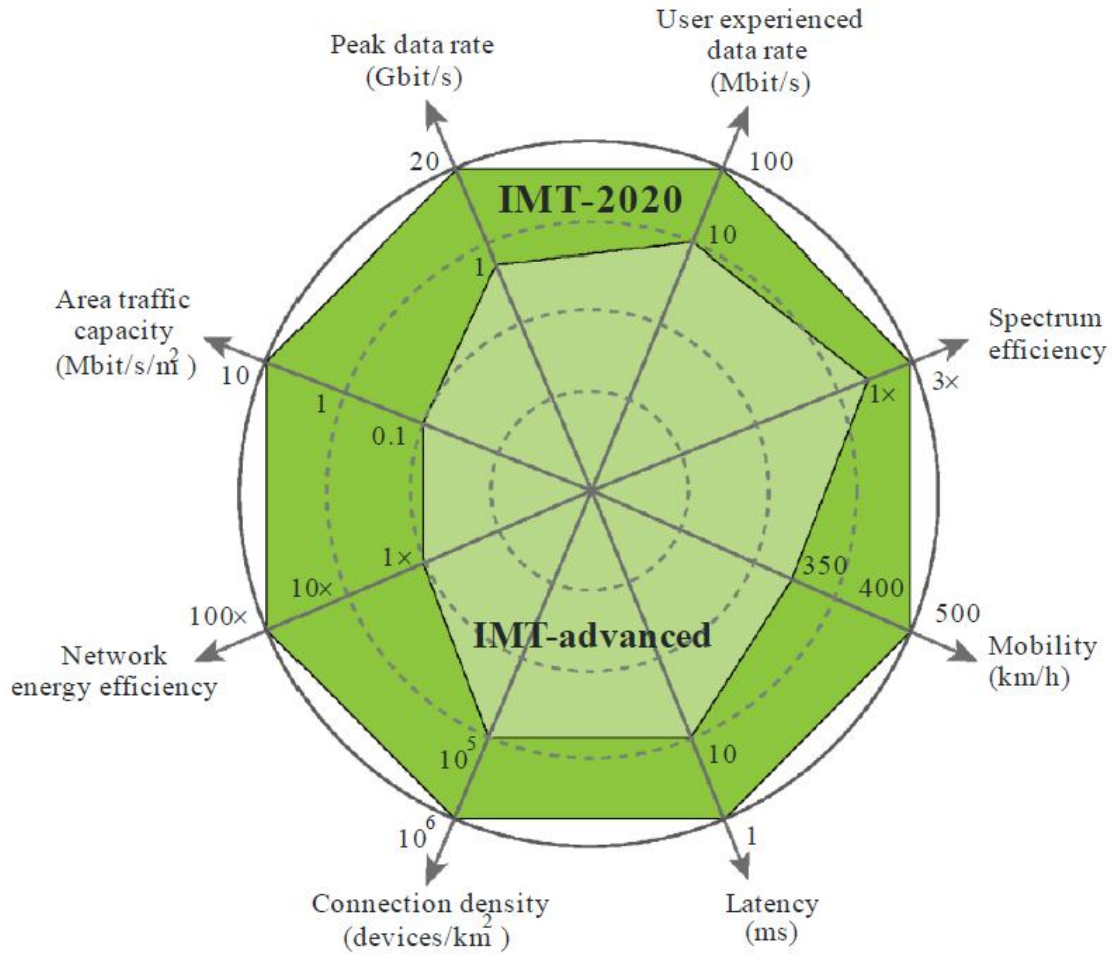
სპექტრალური ეფექტურობა (Spectrum efficiency)

მონაცემთა საშუალო გამტარიანობა სიხშირული სპექტრის რესურსის ერთეულში და ფიჭაზე - ბიტი/წმ/ჰც (bit/s/Hz).

არეალის ტრაფიკის გამტარუნარიანობა (Area traffic capacity)

საერთო ტრაფიკის რაოდენობა რომლის მომსახურებაც ხდება მოცემული გეოგრაფიული არეალის ერთეულში - მეგაბიტ/წმ/მ² (Mbit/s/m²).

IMT-2020-ის ძირითადი მახასიათებლები მოცემულია მე-7 სურათზე, სადაც ის შედარებულია IMT-advanced მახასიათებლებთან.



სურათი 7.

მე-7 სურათზე მოყვანილი მნიშვნელობები დღეისათვის წარმოადგენს ITU-R-ის შემდგომი კვლევების საფუძველს IMT-2020-თვის და, აქედან გამომდინარე, კიდევ უფრო მეტად დაიხვეწება განახლებულ ITU-R რეკომენდაციებში და ასევე მოსალოდნელია მოხდეს მათი რევიზია მომავალში ჩასატარებელი კვლევების შედეგების მიხედვით.

მიგვაჩნია, რომ ამ პარაგრაფში განხილული სიხშირული ზოლების დანერგვა IMT ტექნოლოგიებისათვის მიწანშეწონილი იქნება საქართველოშიც, ვინაიდან ზემოთ განხილული ტექნიკური მახასიათებლების მიღწევა შესაძლებელია მხოლოდ ძალზე დიდი სიხშირული ზოლების აგრეგაციის შემთხვევაში, რაც დღეისათვის შეიძლება გამოთავისუფლებული იქნას მხოლოდ 24 გჰც-ს ზემოთ არსებულ სიხშირულ დიაპაზონებში.