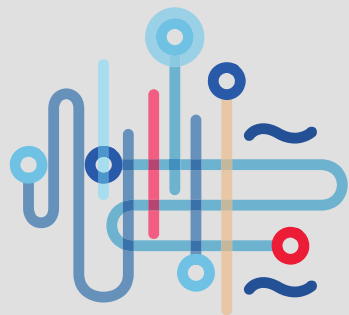




РЕПУБЛИКА СРБИЈА
РАТЕЛ
РЕГУЛАТОРНА АГЕНЦИЈА ЗА
ЕЛЕКТРОНСКЕ КОМУНИКАЦИЈЕ
И ПОШТАНСКЕ УСЛУГЕ



Преглед система за мониторинг радио-фреквенцијског спектра

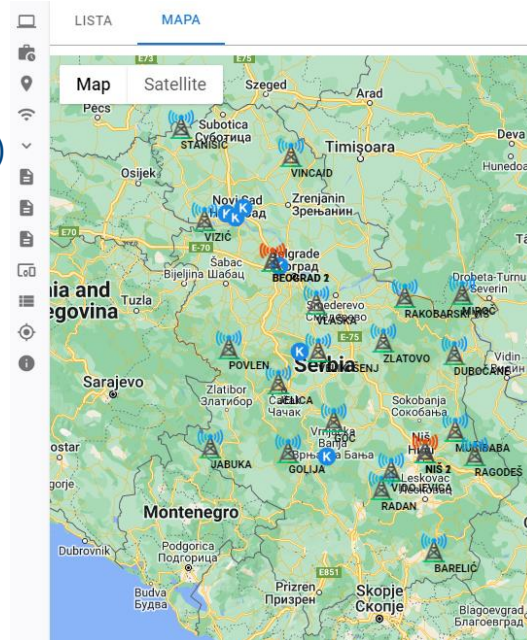
Драгослав Михајловић, дипл.инж.ел

главни саветник – контролор РФ спектра

Сектор за електронске комуникације
Служба за контролу

Преглед система за мониторинг радио-фреквенцијског (РФ) спектра

- ❑ Улога
- ❑ Организациона структура Рател-а
- ❑ Задаци и различити приступи у мониторингу РФ спектра
- ❑ Инфраструктура система за мониторинг РФ спектра (2012 - 2022)
- ❑ ДУКМС – I фаза изградње мониторинг система
- ❑ КДУС – II фаза изградње мониторинг система
- ❑ ДУКМС/КДУС – ефикаснија контрола коришћења РФ спектра
- ❑ TC I Spectrum Monitoring & Management Solutions
- ❑ R&S Argus софтвер за мониторинг РФ спектра
- ❑ Систем за мониторинг РФ спектра у служби заштите од штетних сметњи
- ❑ Годишњи извештај о пријављеним сметњама
- ❑ Платформа – Контрола РФ спектра
- ❑ План развоја мониторинга РФ спектра



RATEL

Мониторинг РФ спектра - улога



„Мониторинг РФ спектра су очи и уши процеса управљања спектром“

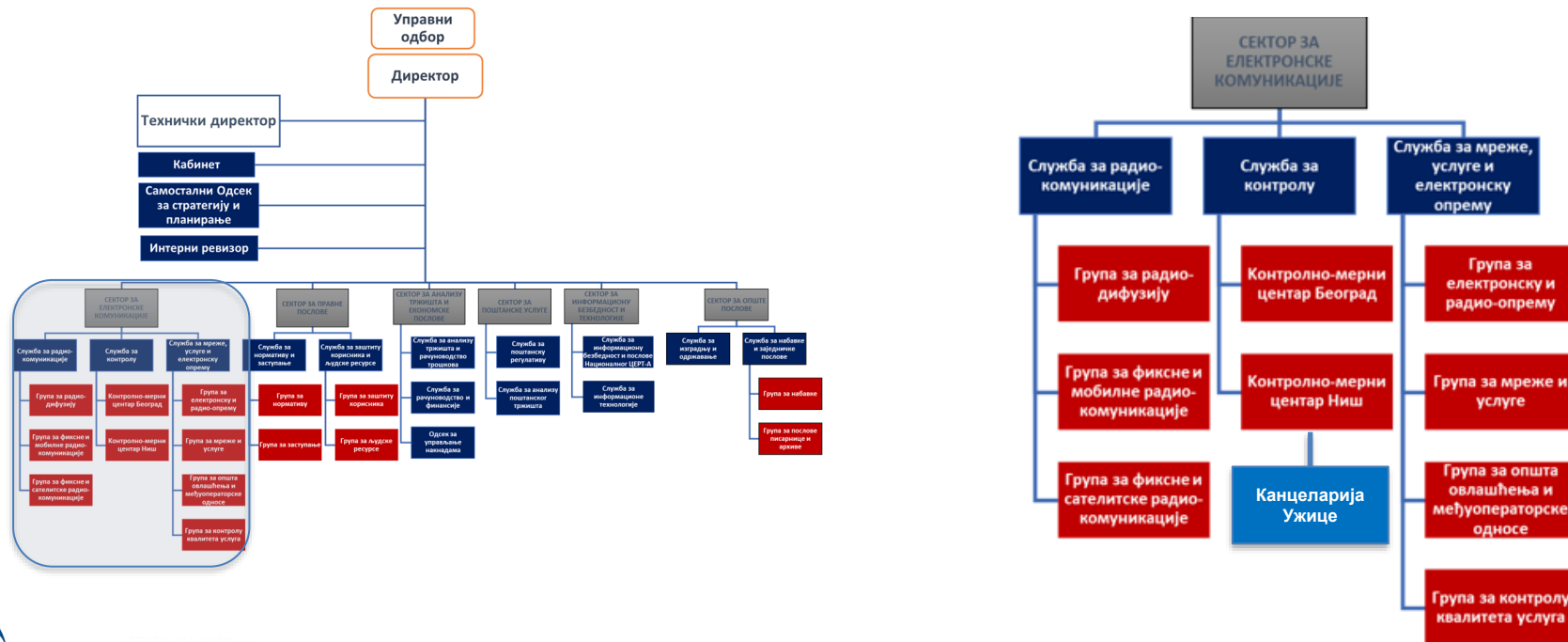
(The Handbook on Spectrum Monitoring – ITU, 2011)

Чак и овлашћено коришћење спектра не обезбеђује да се он користи како је предвиђено.

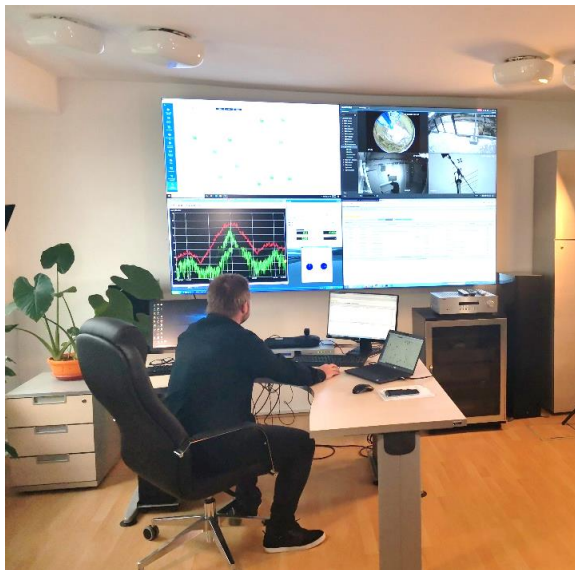
Чл.98 став 1. Закона о електронским комуникацијама ("С л. гласник РС ", бр. 44/2010, 60/2013 - одлука УС, 62/2014 и 95/2018 - др. закон):

„Агенција врши сталну контролу коришћења радиофреквенцијског спектра на територији Републике Србије“.

Организациона структура – Служба за контролу



Мониторинг РФ спектра - задаци



- **Провера коришћења радиофреквенцијског спектра (9 kHz - 3000 GHz),** укључујући параметре радио емисија и релевантне карактеристике радио станица као извора тих емисија;
- **Откривање неовлашћеног коришћења РФ спектра** и предузимање прописаних мера за њихово спречавање;
- **Провера и откривање неправилности у коришћењу РФ спектра** и отклањање истих;
- **Истраживање штетних сметњи** и предузимање одговарајућих мера у циљу у отклањања истих;
- **Утврђивање заузетости спектра;**
- **Провера и утврђивање зоне покривања;**
- **Обављање техничких прегледа радио станица** извора што подразумева проверу усаглашености параметара радио емисија и техничких карактеристика радио станица са условима доделе и коришћења Спектра;

Резултате добијене током контроле користе и друге службе у РАТЕЛ-у које се баве планирањем и усаглашавањем коришћења радио-фреквенција, чиме се заокружује процес управљања спектром.

Мониторинг РФ спектра - приступ

ТРАДИЦИОНАЛНИ

- ✓ фиксне контролно-мерне станице са људском посадом
- ✓ мобилне контролно-мерне станице
- ✓ преносне мерне опреме
- ✓ мануелно, неаутоматизовано мерење
- ✓ континуални мониторинг само у зони центара
- ✓ велико време одзива на пријаву сметње
- ✓ неефикасно трошење ресурса



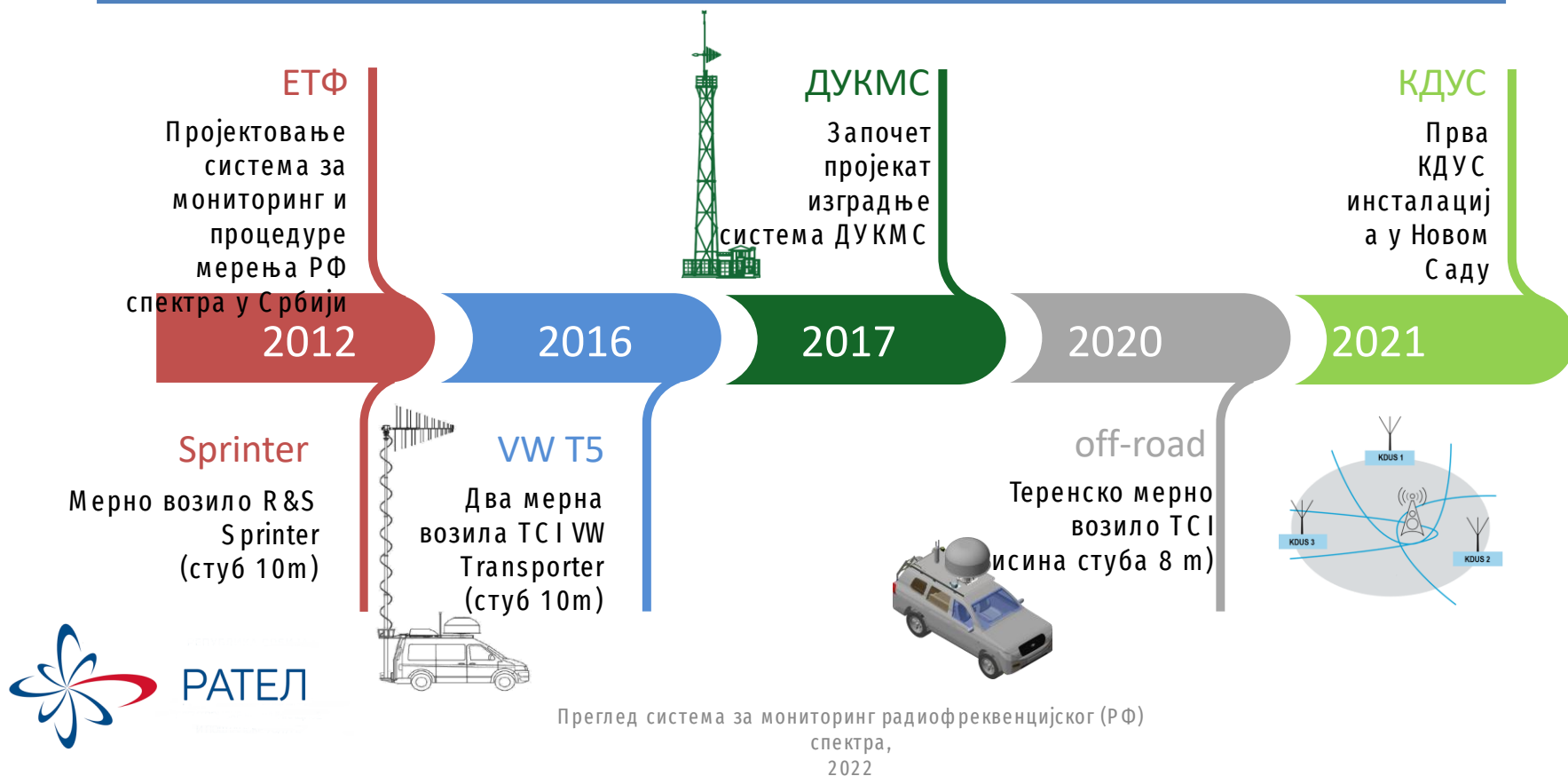
САВРЕМЕНИ

Намеће се због убрзаног увођења нових радио технологија и заузимања виших фреквенцијских опсега

- ✓ Мрежа даљински управљаних контролно-мерних станица, без људске посаде
- ✓ управљање из једног или више контролно-мерних центара
- ✓ Аутоматизација мерења радиосигнала
- ✓ Ажурна провера стања у етру на целокупној територији
- ✓ Неопходна значајна финансијска средства



Инфраструктура система за мониторинг РФ спектра (2012 - 2022)



Инфраструктура система за мониторинг РФ спектра



2

КМЦ Београд и КМЦ Ниш (2 вендора)



20

даљински управљаних контролно-мерних станица (ДУКМС у раду)



3

даљински управљане контролно-мерне станице (ДУКМС у изградњи)



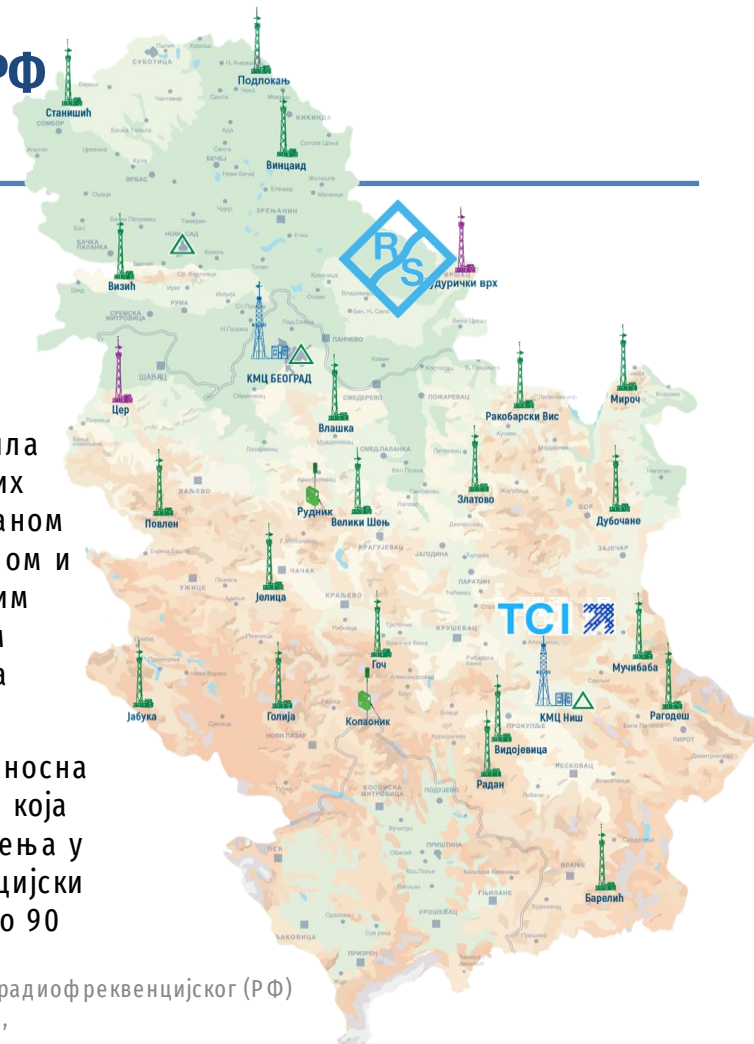
компактне даљински управљане мерне станице (КДУС) у зони Нови Сад

5

мерних возила опремљених специјализованом мерном опремом и телескопским антенским стубовима

разноврсна преносна мерна опрема која омогућава мерења у радиофреквенцијским опсезима до 90 GHz.

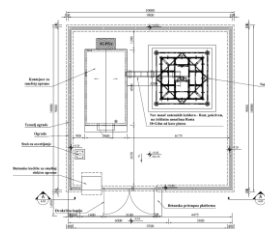
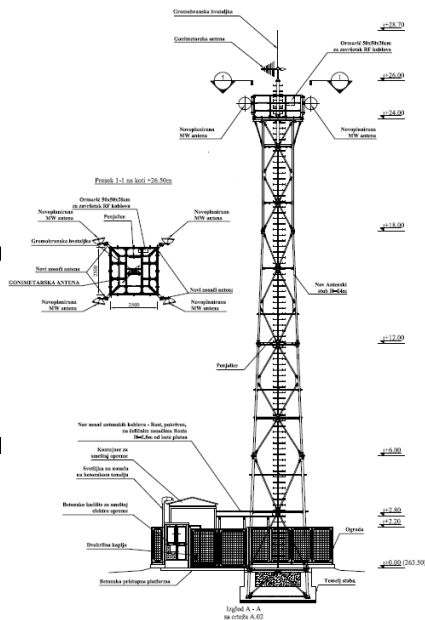
Преглед система за мониторинг радиофреквенцијског (РФ) спектра,
2022



ДУКМС – I фаза изградње система за мониторинг РФ спектра

Неопходни предуслови:

- ✓ локација 10м x 10м
- ✓ Антенски стуб $h=24\text{м}$ или 36м , зависно од типа локације
- ✓ Контејнер за смештај опреме
- ✓ Директивни антенски систем - две антене у конфигурацији леђа у леђа (80 MHz -6 GHz) повезане на ротаторе за промену азимута и поларизације или
- ✓ гониометарска антена (20 MHz -3 GHz)
- ✓ систем неусмерених антена за пријем Н I V-поларизованих радио таласа
- ✓ мерни пријемник (претрага РФ спектра, ITU мерења", TDOA/DF)



- ✓ УПС систем
- ✓ алармни систем са противпожарном заштитом
- ✓ Видео надзор
- ✓ Метеоролошка станица
- ✓ Систем за рану дојаву могуће грмљавине
- ✓ Радио-релејна веза до првог ТК чворишта

I фаза система за мониторинг РФ спектра (ДУКМС)



КМЦ Београд



Станишић



Винцаид



Влашка



Златово



Ракобарски Вис



Мироч



Радан



Барелић



Видојевица



Рагодеш



Велики Шењ



Дубочане



Мучибаба



КМЦ Ниш



Јабuka



Голија



Гоч



Повлен



Јелица



Визић



Подлокањ

КДУС – II фаза изградње система за мониторинг РФ спектра

- ✓ урбане средине (градови и већа насељена места)
- ✓ контрола рада предајника који сигнале емитују са малом излазном снагом и раде на вишим фреквенцијама
- ✓ одређивање локације извора емисија применом TDOA (Time difference of Arrival) методе за геолоцирање
- ✓ компатибилност са управљачким софтвером који се већ користи у интегралном систему за мониторинг



Преглед система за мониторинг радиофреквенцијског (РФ) спектра,
2022

КДУС – II фаза изградње система за мониторинг РФ спектра

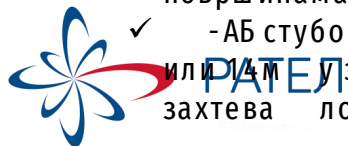
- ✓ неусмерена антена за пријем
- ✓ V-поларизованих, а пожељно
- ✓ H-поларизованих радио таласа
- ✓ мерни пријемник до 6GHz
- ✓ IP66 кабинет за смештај опреме
- ✓ Једноставне инсталације:
 - ✓ -на хоризонталним равним кровним и терасним површинама
 - ✓ -вертикалним зидним површинама, парпетима
 - ✓ -АБ стубовима висине 11м или 14м у зависности од захтева локације



КДУС НС Футог



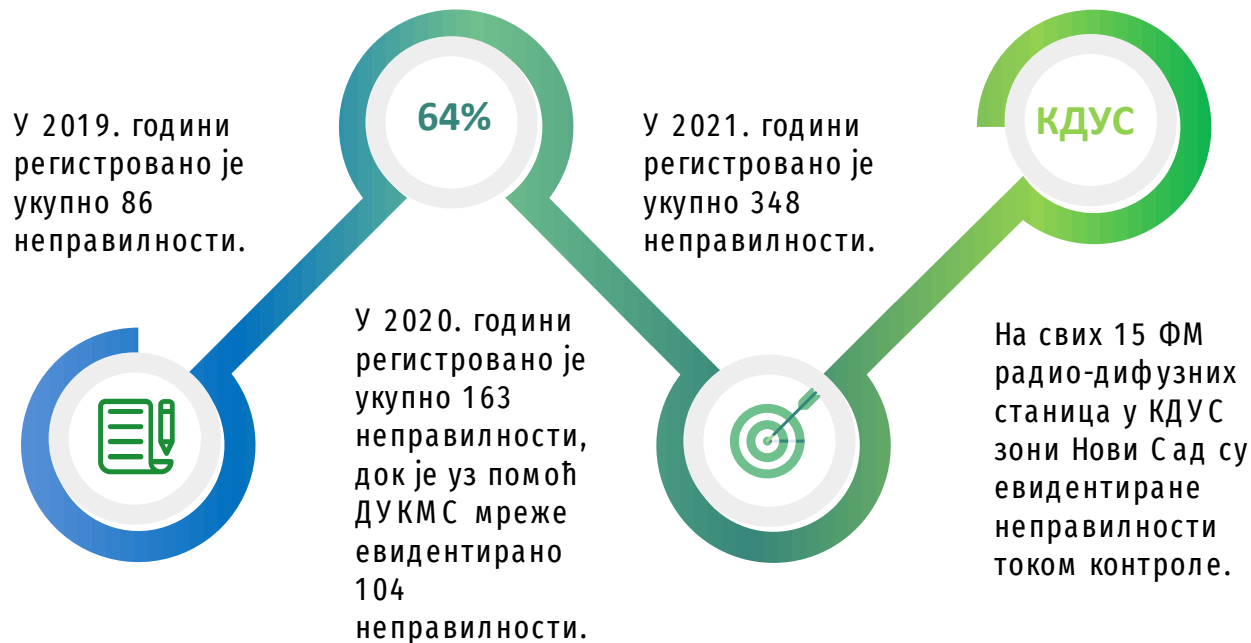
Приказ инсталације на АБ стубовима



ДУКМС/КДУС – ефикаснија контрола коришћења РФ спектра на територији Републике Србије

- ✓ посебно у откривању недозвољених емисија и непоштовања параметара издатих дозвола као што је повећање снаге предајника

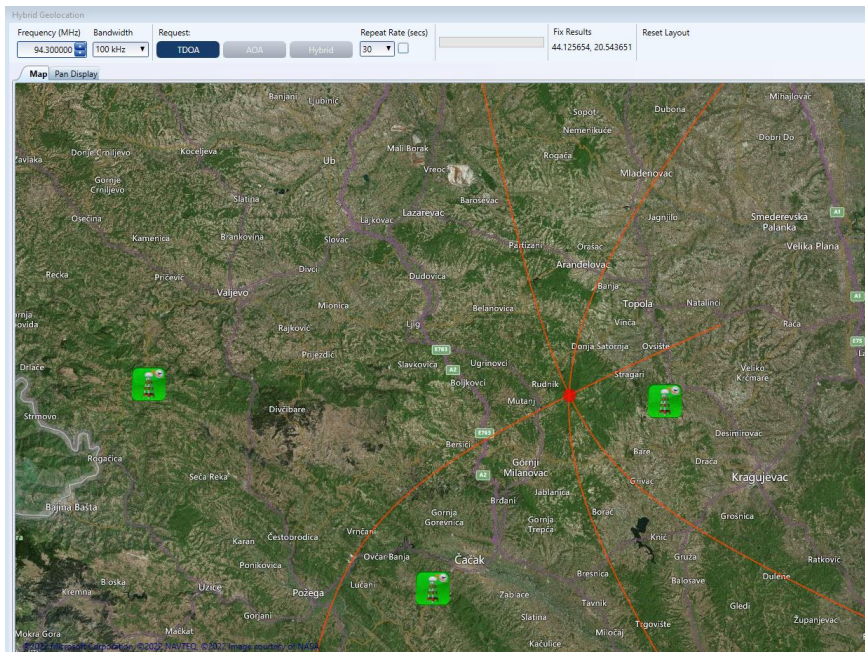
- ✓ дислокација предајника
- ✓ повећана девијација фреквенције



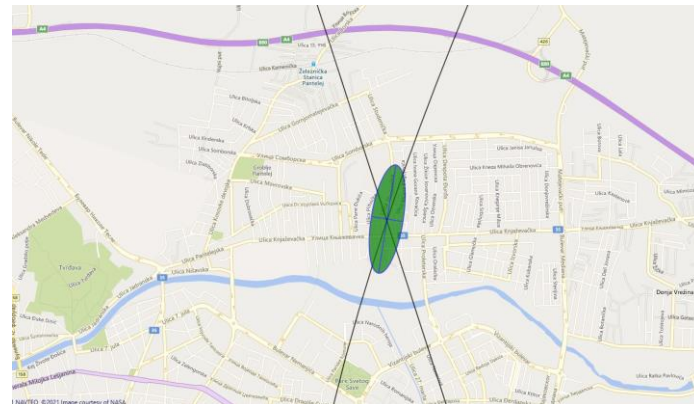
Мобилне контролно-мерне станице



TCI Spectrum Monitoring & Management Solutions



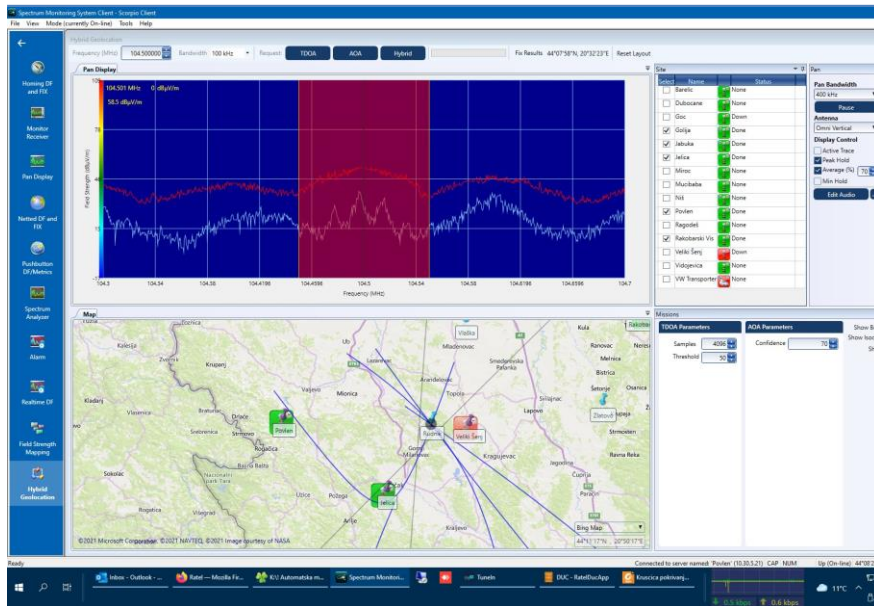
Геолоцирање TDOA методом (Радио С, 94.3 MHz, Дукмс Повлен, Јелица, В. Шењ)



Геолоцирање АОА
методом
(КМЦ Ниш, ММС
Toyota)

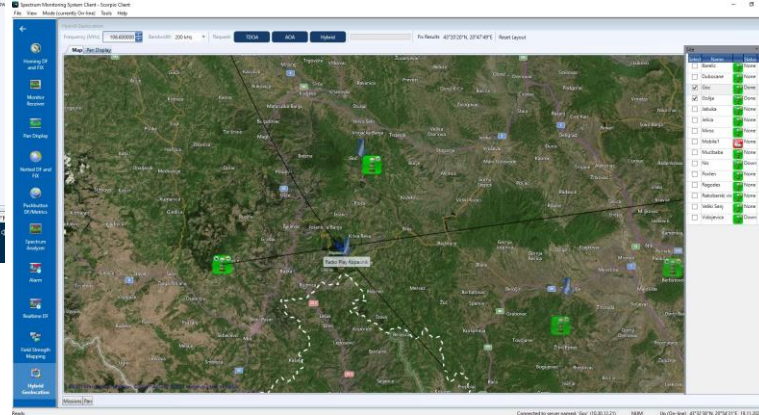
Неовлашћено коришћење РФ спектра
Ручне радио-станице „Baofeng“ на 462.125 MHz

TCI Spectrum Monitoring & Management Solutions



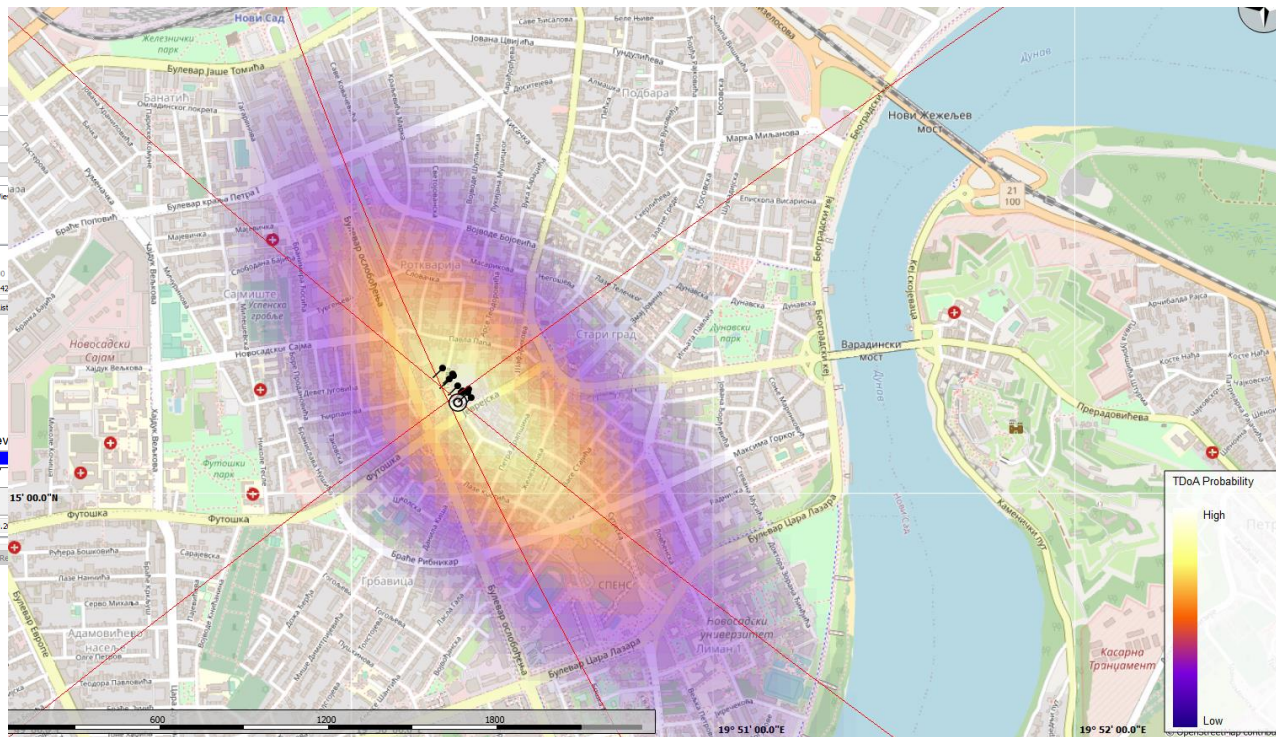
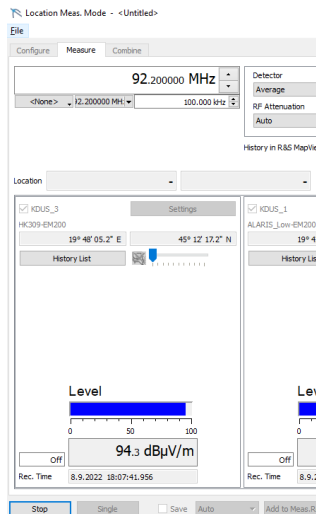
Радио Београд 1, 104.5MHz емитује са локације Рудник

Хибридна TDOA/AOA метода геолоцирања



Радио Play, 106.6MHz емитује са Копаоника

R&S ARGUS Spectrum Monitoring Software



Преглед система за мониторинг радиофреквенцијског (РФ)
спектра,
2022

Систем за мониторинг РФ спектра у служби заштите од штетних сметњи

✓ РФ спектар – динамично

окружење

✓ Ко/шта представља штетну сметњу?

✓ Заштита корисника 24/7

приоритетних

регионална



smatsa



A1

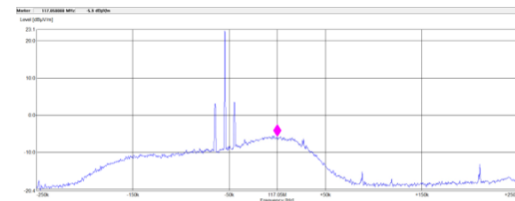
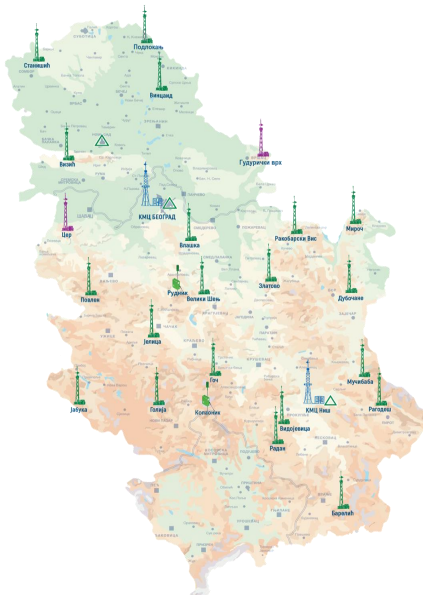


Yettel.

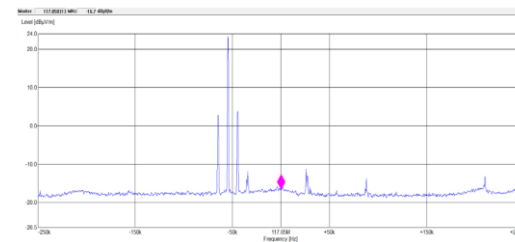


Систем за мониторинг РФ спектра у служби заштите корисника од штетних сметњи

- ✓ Регulatorna Агенција из региона пријављује Рателу ометање њихове националне службе за контролу лета у делу радио-фреквенцијског спектра који користи Ваздухопловна радио-навигацијска служба, као корисник највишег приоритета.
- ✓ Са ДУКМС Повлен и Станишић се региструје интензивна споредна емисија на пријављеној угроженој фреквенцији
- ✓ Откривен узрок - неисправност у раду ФМ предајника дифузне ФМ радио-станице
- ✓ Примена мера из надлежности Агенције а у складу са Законом и подзаконским актима



Слика 1: Снимак екрана са мерне опреме у присуству споредне ФМ емисије у делу авио опсега предвиђеног за рад радио-навигационих уређаја

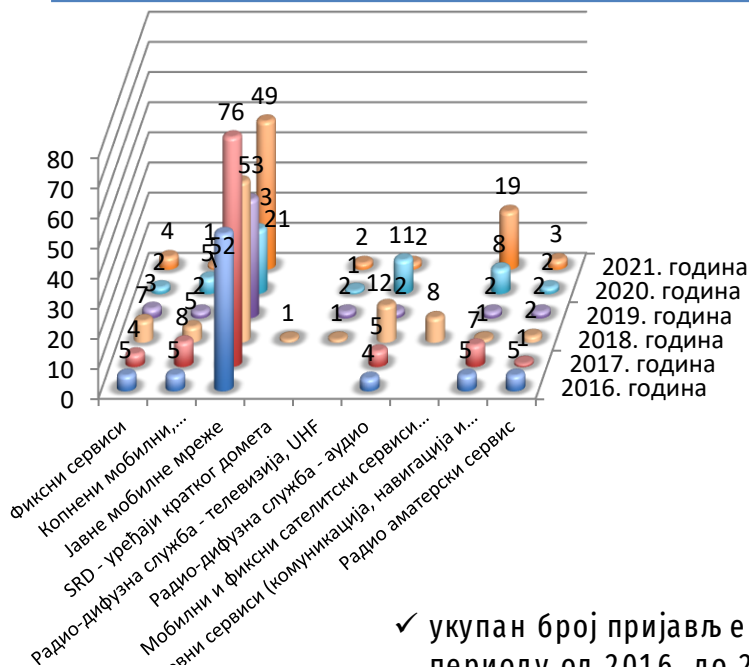


Слика 2: Снимак екрана са мерне опреме након откривања и гашења извора сметње



✓ **РАТЕЛ** у најкраћем року стављен ван функције - сметња отклоњена

Годишњи извештај о пријављеним сметњама



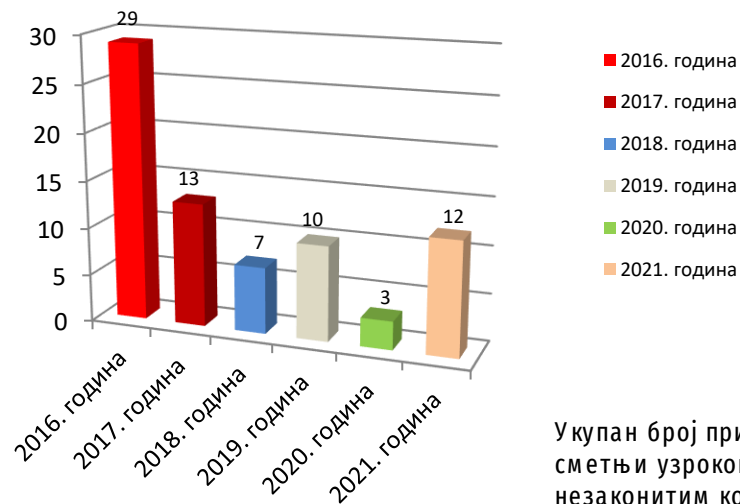
- ✓ укупан број пријављених сметњи у периоду од 2016. до 2021. године по годинама и по категорији сервиса

- ✓ Од укупног броја пријављених сметњи у просеку више од 50% је од стране мобилних оператора

Годишњи извештај о пријављеним сметњама

- ✓ Пријављене сметње у радио-фреквенцијском спектру су узроковане неправилностима у раду радио-станица које се користе на основу издатих дозвола или илегалним коришћењем радио уређаја у супротности са Планом намене радиофреквенцијских опсега или генерисањем паразитног зрачења од стране неисправних уређаја.

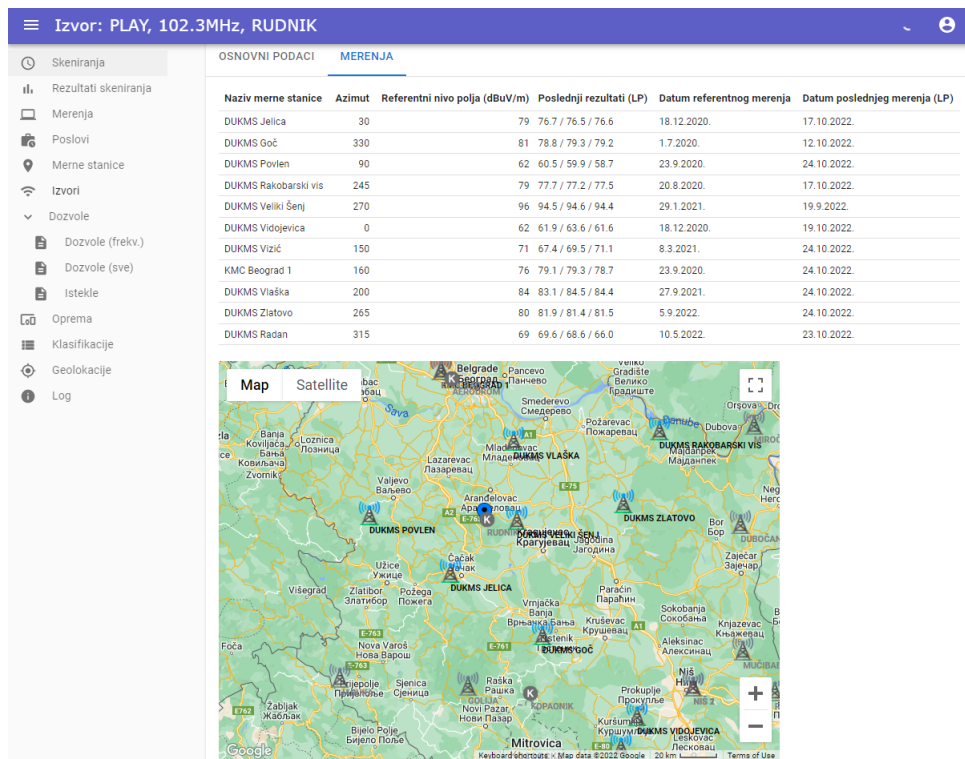
Незаконито коришћење радио уређаја



Укупан број пријављених сметњи узрокованих незаконитим коришћењем радио-фреквенција у периоду од 2016. до 2021. године

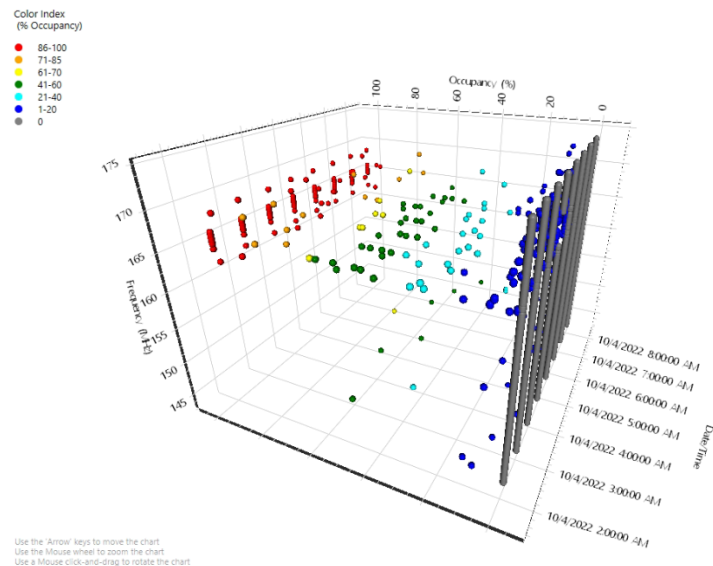
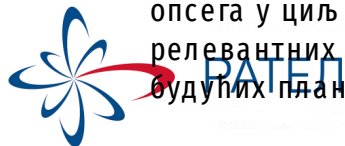
Платформа – Контрола РФ спектра

- ✓ У оквиру система за мониторинг РФ спектра Служба за контролу је развила своју платформу за евиденцију аутоматских и мануелних мерења
- ✓ за сваки регистрован извор је дефинисана листа мерних станица са којих је могуће обавити идентификацију и праћење рада
- ✓ На основу мерења са ДУКМС дефинисани су референтни нивои поља утврђени током усаглашавања техничких параметара са вредностима из Дозволе (током обављања техничких прегледа или обављања кондуктивних мерења на терену)



План развоја мониторинга РФ спектра

- ✓ Наставак II фазе изградње мреже КДУС у урбаним срединама
- ✓ Даљ и развој система за мониторинг, постојећих функционалности и сервиса платформе Контроле РФ спектра, као и интеграција са информационом системом за прикупљање и обраду мерних података, анализу и графички приказ истих
- ✓ Аутоматизација процедура заузећа радиофреквенцијских опсега у циљу у пружања релевантних података за израду будућих планова расподеле



Графички приказ заузећа РФ спектра на основу мерења са једне од ДУКМС

ХВАЛА НА ПАЖЊИ!

Драгослав Михајловић,
дипл.инж.ел.

dragoslav.mihajlovic@ratel.rs

mob +381-63-230-626



РАТЕЛ

