

## Turutõrkepiirkondade lairibataristu maksumuse uuring Pakkumus

Hanke viitenumber: 275588

Pakkumus: 476359

Kuupäev : 04/03/2024

Hankija: Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium

# Sisukord

<b>1.</b>	<b>SISSEJUHATUS JA EESMÄRGID .....</b>	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>PAKKUMUS.....</b>	<b>5</b>
<b>2.1</b>	<b>METOODIKA, OODATAVAD TULEMUSED.....</b>	<b>5</b>
2.1.1	<i>Gigabitise lairibataristu ehitamise maksumuse analüüs turutõrkepiirkondades ainult FTTH-tehnoloogia kasutamisel.....</i>	<i>5</i>
2.1.2	<i>5G FWA (5G Fixed Wireless Access) turutõrke piirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu maksumuse analüüs.....</i>	<i>9</i>
2.1.3	<i>Ristanalüüs, nende asustusüksuste tuvastamine, kus on kulutõhusam ehitada gigabitise võimsusega lairibataristut FTTH-tehnoloogia või 5G FWA-tehnoloogia abil, maksumuse kindlaksmääramine .....</i>	<i>21</i>
2.1.4	<i>Piirkonnad, kus FTTH lairibataristu rajamise maksumus on kuni 3000€ aadressi kohta .....</i>	<i>22</i>
2.1.5	<i>Avaliku kaardirakenduse loomine .....</i>	<i>24</i>
2.1.6	<i>Hinnang ja ettepanekud toetuse andmise mudeli kohta .....</i>	<i>24</i>
<b>2.2</b>	<b>EELDATAVATE TEGEVUSTE AJAKAVA, TULEMUSED.....</b>	<b>25</b>
<b>2.3</b>	<b>TÖÖRIISTAD .....</b>	<b>27</b>
2.3.1	<i>Setics Sttar:.....</i>	<i>27</i>
2.3.2	<i>XIRIO ONLINE platvorm .....</i>	<i>30</i>
<b>2.4</b>	<b>MEESKONNA KOOSSEIS, SELLE VALIKU PÕHJENDUS .....</b>	<b>31</b>
	<i>Projekti juhtimine ja koordineerimine .....</i>	<i>32</i>
	<i>Setics .....</i>	<i>32</i>
	<i>Aptica .....</i>	<i>32</i>
	<i>Geospatial .....</i>	<i>33</i>
<b>2.5</b>	<b>RISKIANALÜÜS, RISKIDE MAANDAMINE.....</b>	<b>33</b>
<b>2.6</b>	<b>PROJEKTIPLAAN .....</b>	<b>34</b>
<b>2.7</b>	<b>PAKKUMISE KEHTIVUS .....</b>	<b>34</b>

# 1. Sissejuhatus ja eesmärgid

Majandus- ja Kommunikatsiooniministeeriumi poolt koostatud arengukava „Eesti digiühiskond 2030“ eesmärgiks on kõikjal Eestis kättesaadav ülikiire, usaldusväärne ja taskukohane sideühendus, mis võimaldab luua ja kasutada uudseid digiteenuseid.

Selle eesmärgi saavutamiseks on kavandatud järgmised tegevused:

- toetatakse väga suure läbilaskevõimega juurdepääsuvõrkude arendust maapiirkondades, kus sideettevõtjad konkurentsitingimustes ise investeringuid ei tee;
- toetatakse baastaristu rajamist Eesti olulisemates transpordikoridorides, mis võimaldab luua katkematu 5G-leviala;
- valitud elu- ja ettevõtluspiirkondades toetatakse 5G-levialaga katmist.

Nende tegevuste tulemusel on aastaks 2030

- kõigil Eesti elanikel ja ettevõtetel võimalik liituda vähemalt 100Mbps internetiühendusega, mida saab suurendada kuni kiiruseni 1Gbps;
- turutõrkepiirkondades on riigi ja sideettevõtjate koostöös rajatud baastaristu, mis võimaldab uute tehnoloogiate kasutusele võtmist;
- vähemalt 95% Eesti asustatud piirkondadest on kaetud 5G-levialaga.

Eesti on aastast 2009 arendanud Euroopa Liidu struktuurifondide toel kogu riiki hõlmavat lairiba baasvõrku, mis on loonud eeldused kiiret internetiühendust võimaldavate juurdepääsuvõrkude rajamiseks turutõrke piirkondades ning võimaldanud pakkuda üht parima katvusega mobiilset internetiteenust Euroopa Liidus.

2020. aasta lõpuks valmis ca 7000 km kogu riiki kattev baasvõrk ning algne eesmärk sai täidetud (EstWin projekt).

Alates 2018. aastast on Eestis kolmel korral toetatud juurdepääsuvõrkude rajamist:

- Elektrilevi OÜ (nüüd Enefit Connect OÜ) võitis üleriikliku avaliku hanke 2018 ja rajas aastatel 2019-2023 valguskaabliga liitumise võimaluse 40 016 aadressile kõigis Eesti maakondades (toetus 20 milj EUR). 2022 aasta lõpuks oli see võimalus 26135 aadressil,
- 2020.a läbi viidud avaliku hanke tulemusel sai valguskaabli võrguga liitumise võimaluse veel 5287 aadressil,
- 2023. aasta jaanuaris lõppenud NextGenerationEU (RRF) poolt rahastatava toetusmeetme esimeses taotlusvoorus anti toetust kogusummas 10,4 miljonit eurot 6 278 aadressile juurdepääsuvõrguga liitumise võimaluse loomiseks

Avalike vahenditega toetatakse juurdepääsuvõrkude rajamist seal, kus esineb turutõrge, st sideettevõtjatel puudub äriiline huvi ja otstarbekus ühenduste loomiseks.

Turutõrke analüüs viidi läbi 2021.a Eesti Statistikaameti poolt, kasutades andmeid olemasolevate ja planeeritud ühenduste kohta ja Rahvastukuregistri ning Töötamise registri andmeid.

Vastavalt sellele analüüsile on Eestis kokku 84463 aadressi (alaliselt kasutatavad hooned), kus puudub vähemalt 30Mbps kiirusega ühendus. Enamik neist aadressidest (74 244) paikneb maa-asulates, teised väikeasulates ja väikelinnades.

Arvestades tekkinud olukorda, otsustas Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium viia läbi uuringu, mille eesmärgiks on:

- Selgitada välja turutõrkepiirkondades gigabiti võimekusega lairiba infrastruktuuri ehitamise maksumus kasutades ainult FTTH tehnoloogiat;
- Selgitada välja turutõrkepiirkonnad 5G FWA (5G Fixed Wireless Access) jaoks;
- Selgitada välja asustusüksused, kus on kuluefektiivsem ehitada välja gigabiti võimekusega lairiba infrastruktuur kasutades FTTH tehnoloogiat ja hinnata selle maksumus;
- Selgitada välja asustusüksused, kus on kuluefektiivsem ehitada 5G FWA põhine infrastruktuur ja hinnata selle maksumus;
- Selgitada välja asustusüksused, kuhu on võimalik ehitada liitumisvõimalused FTTH lairiba infrastruktuuriga maksumusega kuni 3000EUR aadressi kohta;
- Selgitada välja piirkonnad, kuhu ei ole sotsiaalmajanduslikult põhjendatud ehitada gigabitise võimekusega lairiba infrastruktuuri ja kus elanikud/ettevõtted peaksid kasutama satelliitühendusi;
- Luua avalik kaardirakendus, mis esitaks uuringutulemusi ja mille abil saaks anda ülevaate piirkondadest ja neisse FTTH ja 5G FWA baasinfrastruktuuri rajamise maksumusest;
- Teha ettepanekuid lairiba infrastruktuuri rajamiseks antavate toetuste Eesti tingimustes sobivaimate mudelite kohta;

## 2. Pakkumus

### 2.1 Metoodika, oodatavad tulemused

Meie metoodika põhineb ulatuslikul kogemusel samalaadsetes projektides, oma tööriistade arendamisel FTTH projekteerimiseks, maksumuse arvestuse tegemiseks ning raadioplaneerimiseks (vt tööriistade kirjeldust).

Uuringu erinevad osad vastavad hanke eesmärkidele:

1. Gigabitise lairibataristu ehitamise maksumuse analüüs turutörke piirkondades ainult FTTH-tehnoloogia kasutamisel
2. 5G FWA (5G Fixed Wireless Access) turutörke piirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu kuluanalüüs
3. Piirkondade väljaselgitamine, kuhu on kulutõhusam ehitada gigabitise läbilaskevõimega lairibataristu, kasutades FTTH-tehnoloogiat või 5G FWA-tehnoloogiat.
4. Maksumuse analüüs
5. Piirkondade analüüs, kus oleks mõistlik kasutada satelliitühendusi
6. Avalikult kättesaadava kaardirakenduse arendus
7. Ettepanekud toetuse andmise mudeli kohta

#### 2.1.1 Gigabitise lairibataristu ehitamise maksumuse analüüs turutörkepiirkondades ainult FTTH-tehnoloogia kasutamisel

Tõhususe eesmärgil teeme ettepaneku jagada oma modelleerimistöö neljaks järjestikuseks faasiks:

**Faas 1 : Häälestamise faas koos Hankijaga**, mille eesmärk on:

- olemasolevate andmete kogumine ja analüüs (meie uuringu jaoks kasutatavad andmed)
- arhitektuuri definitsioon (tehnilised hüpoteesid, mida modelleerimistöös kasutada); teeme arhitektuuriettepaneku, mida arutatakse Hankijaga
- ehituse ja olemasoleva infrastruktuuri kasutamise hüpoteeside määramine
- hinnamudeli defineerimine: teeme hinnamudeli ettepaneku, mida arutatakse Hankijaga ja vajadusel täiustame seda Hankijaga abiga
- eeldatavate tulemuste sisu ja täpsuse kokkuleppimine

Selle etapi tulemusena määratakse modelleerimise parameetrid.

**Faas 2 : Tehnilise metoodika testimine valimil**, mille ulatus määratakse kindlaks koos Hankijaga.

Pilootpiirkonna ulatus määratakse nii, et esindatud oleksid kõik uuringus ettetulevad situatsioonid, aga samas piisavalt väike, et modelleerimisaeg ei oleks liiga pikk

**Faas 3 : Pilootfaasi tagasiside** aruande esitamine Hankijale ja tagasiside saamine enne tervet Eestit hõlmava globaalse modelleerimisega alustamist

**Faas 4 : Modelleerimine.**

### *Täpsustused faasideks jagamise kohta*

#### **Faas 1:**

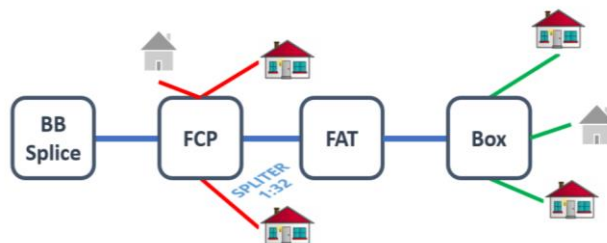
See etapp hõlmab märkimisväärset arutelu kõigi osapoolte vahel, et

- Teha kindlaks ärieesmärgid ja kõik parameetrid (tehnilised ja rahalised), mida uuringutes arvesse võtta
- Väljundite määramine: GIS kihid, koguste ja materjalide spetsifikatsioon, maksumus aadresspunkti kohta jne
- Sisendandmete vastuvõtt: andmete kogumine ja uuringute läbiviimiseks vajalike kihtide tuvastamine

#### **Faas 2:**

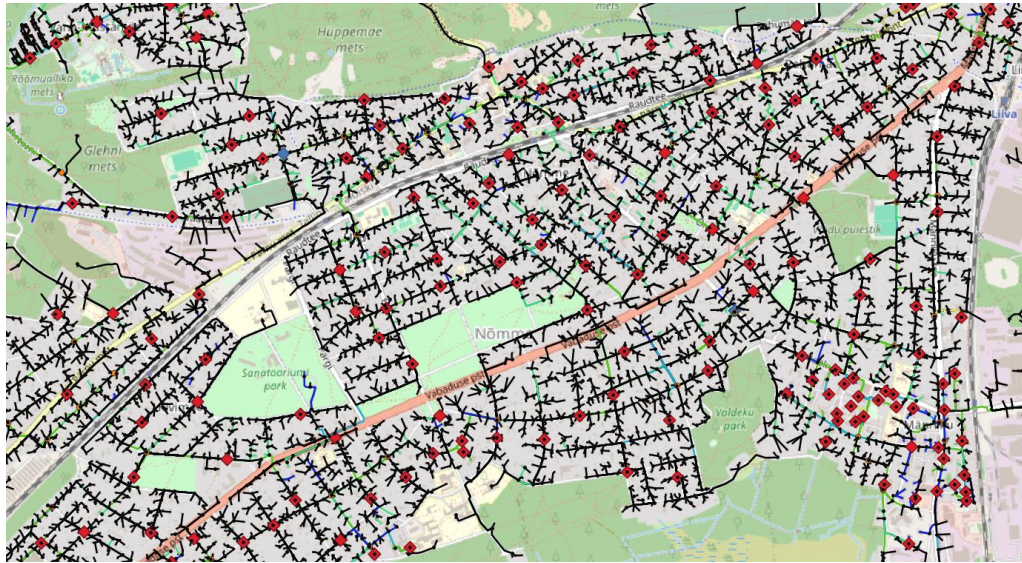
Eelnevate Eesti hangete käigus saadud kogemuste põhjal tehakse pilootvalim selleks, et

- Seadistada vajalikud tööriistad andmete eel- ja järeltöötamiseks
- FTTH osa jaoks tuleb:
  - Seadistada FTTH insenerireeglid rakenduses Setics Sttar Advanced Designer: määrata võrgu arhitektuur, seadmete andmebaas ja maksumused , kiudoptilise ja mikrotorustike kasutuselevõtu infrastruktuurid, marsruutimiskriteeriumid jne



### **Võrgu arhitektuuri näide**

- Käivitada konfiguratsioon pilootalal: kontrollida, kas tulemused on õiged, ja vajadusel korrigeerida konfiguratsiooni
- Genereerida väljundandmed
- Esitada tulemus Hankijale



### FTTH automaatplaneering Setics Sttar tarkvaraga

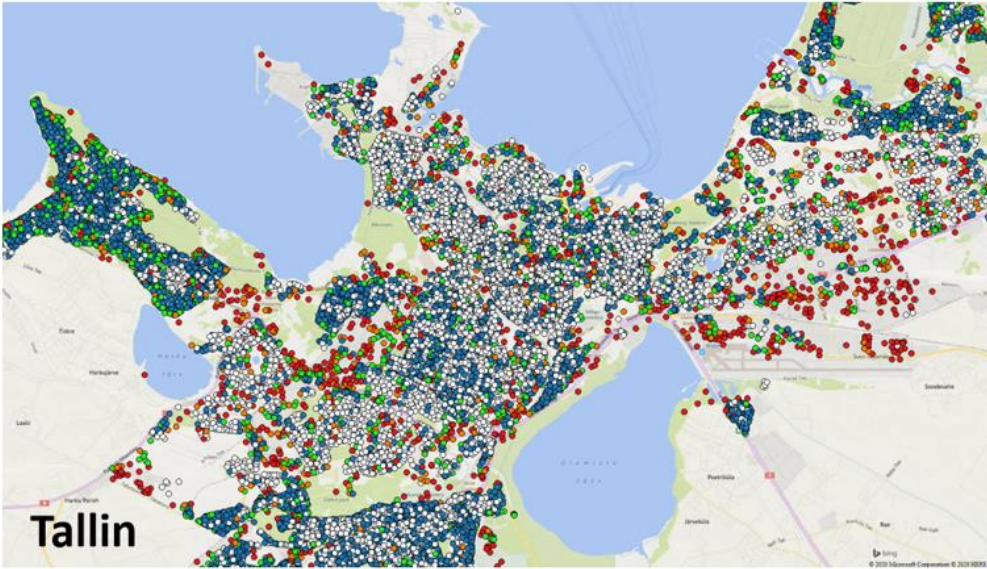
#### Faas 3:

Hankija analüüsib tulemusi. Vajadusel muudetakse vastavalt konfiguratsiooni ja väljundeid.

#### Faas 4:

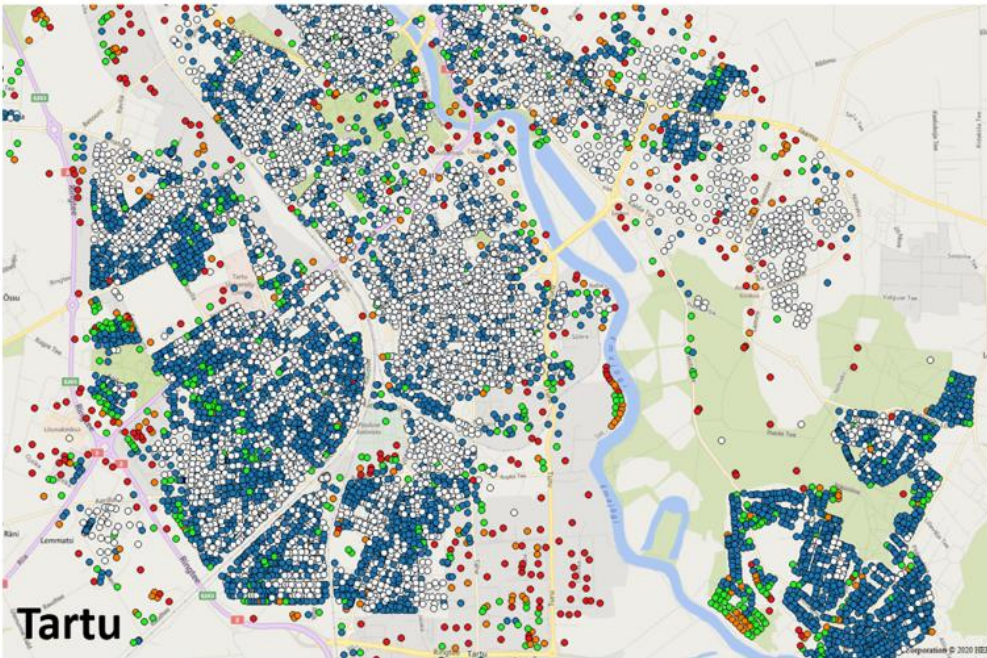
Kui pilootpiirkonnas saadud tulemused rahuldavad, siis

- rakendatakse Setics Sttari konfiguratsiooni kõigis piirkondades (100% aadressidest – uuringu ulatus)



HP Cost (€)

- 1-200
- 200-500
- 500-800
- 800-1100
- 1100-1500



Aadresspunktid kategoriseeritud maksumuse alusel.

- genereeritakse väljundid



Number of nodes per level:

Level	BB Splice	FCP	Box
Number of Nodes	1 701	3 320	59 558

Fibers Length (km) per level:

Fibers	FCP	Box	Endpoints
4	-	8 988	1 785
8	68	3 594	-
12	-	795	-
48	732	2 053	-
96	55	720	-
144	9	64	-
192	-	69	-
196	27	328	-

Infrastructures Usage (km) per level:

Infras	FCP	Box	Endpoints
LV Aerial	306	2 515	213
MV Aerial	103	172	0
Roads	324	1 137	0
Interconnexion	0,8	220	1 439

### Näide kasutatud materjalidest

- analüüsitakse mõnda juhuslikult valitud piirkonda ja esitatakse tulemused Hankijale
- Hankija analüüsib tulemusi
- Arutelu kõigi osapoolte vahel. Vajadusel korratakse protseduuri

## 2.1.2 5G FWA (5G Fixed Wireless Access) turutõrke piirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu maksumuse analüüs

Selle ülesande täitmiseks on vaja koostada ajakohastatud ja üksikasjalik FWA katvuse turutõrke piirkondade kaart (edaspidi “valged alad”) kogu Eesti territooriumi kohta. Nende alade suurus ja asukoht on võtmetähtsusega, et igal üksikjuhul määrata kindlaks Eesti riigi poolt nõutavat katvust ja teenuse kvaliteeti pakkuva 5G FWA juurdepääsuvõrgu kasutuselevõtu maksumus, keerukus ja teostatavus.

See tegevus jaguneb kaheks etapiks

- Esialgne aadresspunktide kobarate kogumine, mis hõlmab geograafilisi piirkondi, kus nõutav kvaliteetne traadita side praegu puudub
- Iga ala asukoht ja analüüs, traadita lairiba leviala võimaldava 5G FWA juurdepääsu loomise ligikaudne maksumus (*downlink* kiirusega 1 Gbps igas üksuses)

### 2.1.2.1 FWA katvuse valgete alade määramine

Eestis on praegu kolm riiklikku mobiilioperaatorit, kellel on oma võrguinfrastruktuur ja kes võimaldavad raadiospektri kasutamist: Tele2, Elisa ja Telia

Nendel kolmel operaatoril on piisavalt võimekust, et pakkuda väga suure läbilaskevõimega traadita teenuseid, kasutades selliseid tehnikaid nagu kandjate agregeerimine või isegi ühe eraldusriba kasutamine spetsiaalsete lairibakanalitega nagu antud juhul nõutud 26 GHz sagedusala puhul.

Seetõttu on ülesandeks saada kolm traadita leviala kaarti kogu Eesti territooriumi ulatuses vastavalt igale operaatorile (Tele2, Elisa ja Telia), kasutades teoreetilisi radioelektrilisi simulatsioone, määrates igas punktis nende poolt pakutava kiiruse.

Lõpuks määratakse valged alad nende kolme kaardi ja riigi asustusüksuste lõikumiste järgi. Sel viisil jäävad fookusesse need piirkonnad, kus ükski kolmest operaatorist ei paku praegu teenust allalaadimiskiirusega vähemalt 100Mbps.

### **Esialgne andmete kogumine:**

Operaatorite katvuse hindamiseks radioelektriliste simulatsioonide abil on võtmetähtsusega andmed tugijaamade asukoha ja tehniliste omaduste kohta.

Kasutame iga operaatori olemas- ja teadaolevat informatsiooni, mis on minimaalselt vajalik :

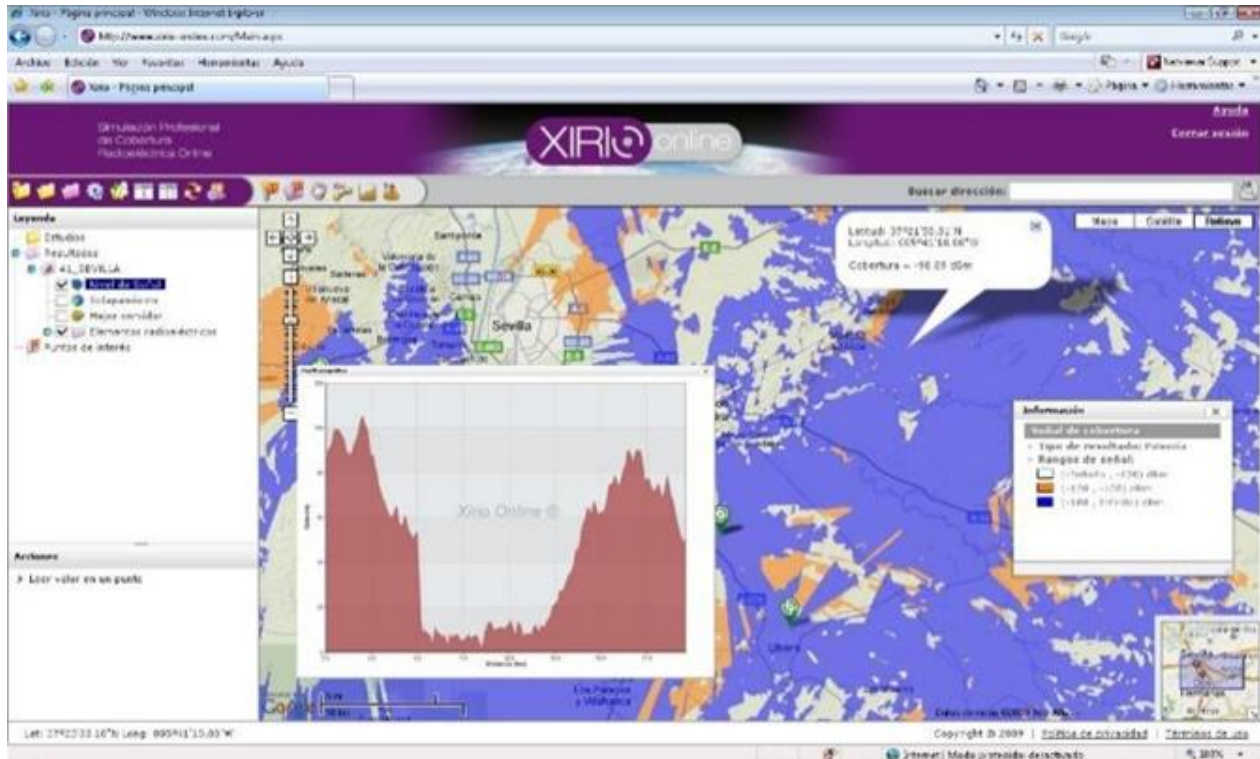
- Iga infrastruktuuri objekti (mastid või hooned, kus on operaatori tugijaam) geograafilised koordinaadid;
- Igas operaatori tugijaamas olemasolevad tehnoloogiad ja sagedused.

### **Kasutatav radioelektrilise simulatsiooni tööriist:**

Kolme operaatori võrkude kiiruse või läbilaskevõime hindamine toimub raadiolevi simuleerimise teel, kasutades tarkvara XIRIO ONLINE ([www.xirio-online.com](http://www.xirio-online.com)). Seda tööriista kasutavad paljud operaatorid ja selle töökindlus on tõestatud mitmetes erinevate tehnoloogiatega traadita side projektides.

Tööriista olulisemad omadused on järgnevad:

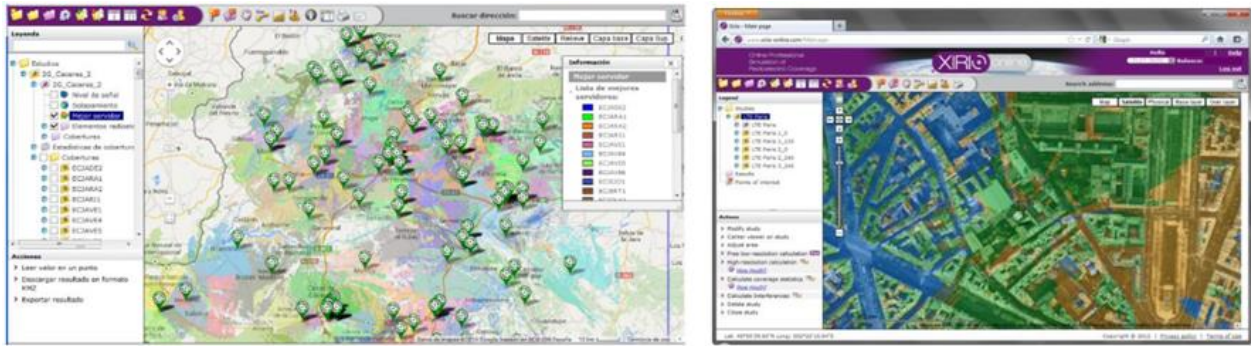
- XIRIO ONLINE on raadioplaneerimise tööriist veebikeskkonnas, mis võimaldab lahendada ülesandeid ja arvutusi, mis ulatuvad lihtsast jaama raadiolevi parameetrite määramisest ja analüüsist võrkude planeerimiseni reaalses keskkonnas;



- XIRIO ONLINE'i arvutusmootorit majutatakse pilves, kasutades protsessoriklastrit, mis võimaldab arvutuste kiirust mitmekordistada ja neid paralleelselt läbi viia nii, et rakenduse jõudlus on suurem kui mis tahes kaubanduslikul töölaual tööriistal
- Google Mapi tehnoloogial põhinev XIRIO ONLINE'i kartograafiline vaatur ja selle kasutuslihtsus muudavad XIRIO ONLINE'i lõppkasutajale sõbralikuks ja lihtsaks tööriistaks;
- Nagu iga raadioplaneerimise tööriist, kasutab XIRIO ONLINE maapinna kujutamiseks ja signaali leviku simuleerimiseks digitaalset kartograafiat. Globaalsete ülemaailmsete kaardistuste (täpsusega kuni 1 m/piksel) kättesaadavus võimaldab teha suure täpsusega arvutusi nii linnas kui ka maapiirkondades;
- XIRIO ONLINE'il puuduvad piirangud mistahes tehnoloogiaga võrkude planeerimisel asjakohaste parameetrite arvestamise ja kõige uuemate signaali leviku arvutusmeetodite olemasolu tõttu;
- XIRIO ONLINE'il on kõik vajalikud funktsioonid mistahes tehnoloogiaga ning transpordi ja juurdepääsuga traadita võrkude planeerimiseks.

XIRIO ONLINE'i juurdepääsuvõrgu planeerimine pakub peaaegu kõiki traadita tehnoloogiaid

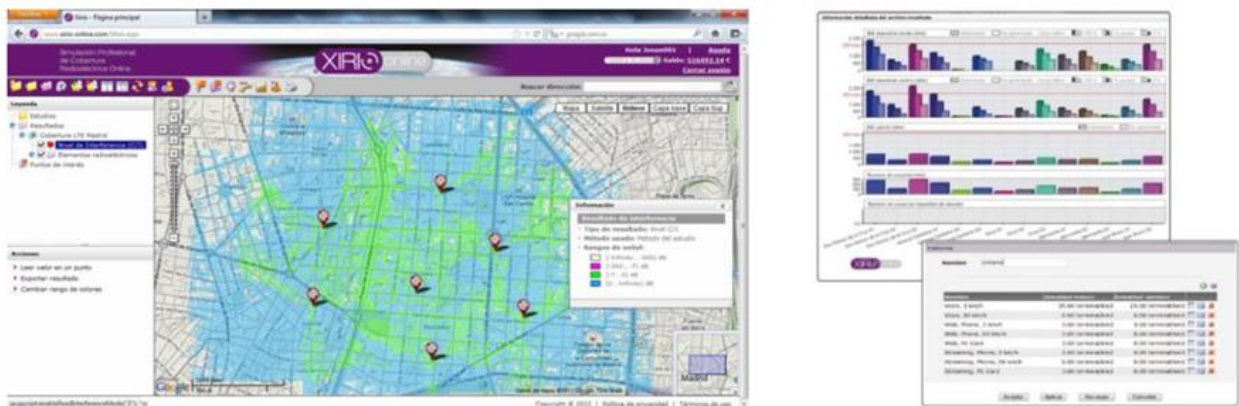
- **Mobile:** 2G, 3G, 4G, 5G, ...
- **PPDR:** TETRA, LTE, DMR, ...
- **Broadband Access:** LTE-TD, WIMAX, WIFI, ...
- **IoT:** NB-LTE, 5G, M2M, SIGFOX, LORA, ...
- **Broadcast:** DVB, ISDB, ATSC, DAB, FM, DRM, ...
- **Air Navigation:** ILS, VOR, VHF, HF, ...



Rakendus pakub vajalikku funktsionaalsust integreeritud võrguplaneeringu jaoks tema kõigis etappides:

- leviala, häirete ja võimsuse simulatsioonid
- piirkonna ja rahvastikustatistika koostamine
- naabruskondade, sageduste, PCI-de analüüs
- kasutajate jaotus, liikluskoormuse modelleerimine
- paralleelne tehnoloogia planeerimine
- siseruumide arvutused
- mudeli kohandamine mõõtmiste ja võrgu optimeerimise abil
- täielikud ja liigendatud aruanded

XIRIO ONLINE on optimeeritud töötama nii maa- kui ka linnakeskkonnas. Kõikidel juhtudel on kasutatavad kõige täpsemad arvutusmeetodid, samuti viimase põlvkonna algoritmid ja soovitused



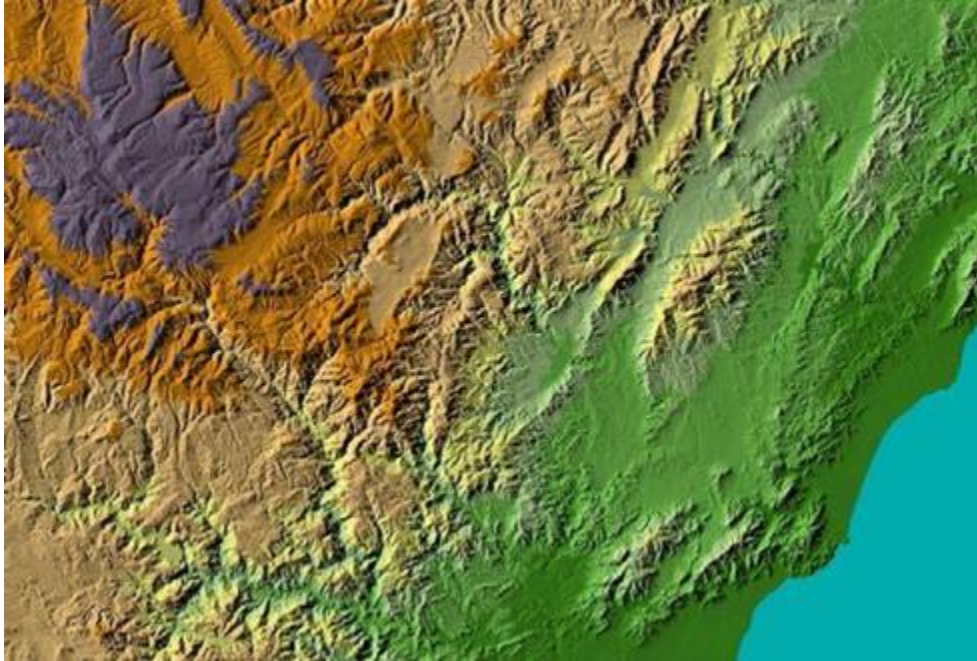
Uuringuid ja tulemusi saab salvestada rakendusse ja jagada vähemtehnilise profiiliga kasutajatele kontrollimiseks ja analüüsimiseks.

**Kasutatav kartograafia:**

XIRIO ONLINE võimaldab kasutada mistahes lahutusvõimega ülemaailmset digitaalset kartograafiat, kuid radioplaneerimise projektide parimate tulemuste tagamiseks soovitame kasutada kõrge lahutusvõimega kartograafilisi mudeleid.

Antud juhul kavatsame kasutada järgmisi kartograafilisi võimalusi:

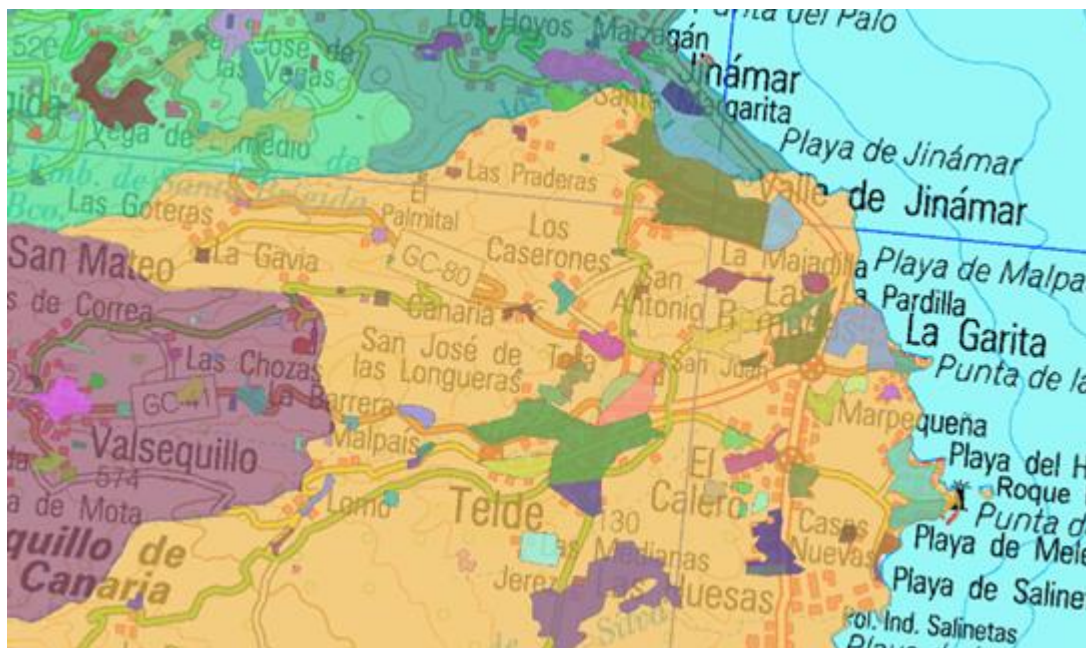
- **Digitaalne maastikumudel (DTM)** või kõrgusmõõtja kiht: see kujutab maapinna kõrgust merepinnast. See ei hõlma hooneid, taimestikku, kõrgendatud infrastruktuuri jne. Selle stsenaariumi korral kasutatakse kogu Eesti territooriumil (kaasa arvatud kõik saared) 25 m eraldusvõimega DTM-i.



- **Maakasutusmudel (Clutter):** sisaldab teavet, mis on liigitatud maastiku (maapinna) tüübi järgi. See võimaldab sisestada täiendavaid kõrguse ja kadude parandusi, mis on seotud iga keskkonnatüübiga, kus vastuvõtja asub. Arvutuste üleriigilise iseloomu tõttu on vaja lisada maakasutusmudel, mis kvantifitseerib erinevat tüüpi maapinna (linna-, maa-, tööstus- jne) mõju levialale.



- **Administratiiv-demograafiline mudel** mis identifitseerib kõik Eestis eksisteerivad asustusüksused, mille hõlmatus taset on selles uuringus määratakse.



#### **Metoodika:**

Eesti valgete alade kaartide saamiseks tehakse järgmised sammud:

1. Operaatori arhitektuuri konfiguratsioon:

Põhinedes vähemalt 4G-l või 5G-l on suure võimsusega FWA teenuse pakumiseks vajalik

pärast kõigi operaatorite jaamade kindlaks tegemist seadistada 6 võrguarhitektuuri:

- Tele2 4G
- Tele2 5G
- Elisa 4G
- Elisa 5G
- Telia 4G
- Telia 5G

Igaühe jaoks tehakse riikliku leviala simulatsioon. Jaamade konfiguratsioon põhineb Hankija poolt edastatud teabel, mis andmete puudumise korral täiendatakse üldise seadistusega.

Iga operaatori jaama levisimulatsioonide tegemiseks vajalik teave on üksikasjalikult kirjeldatud allpool:

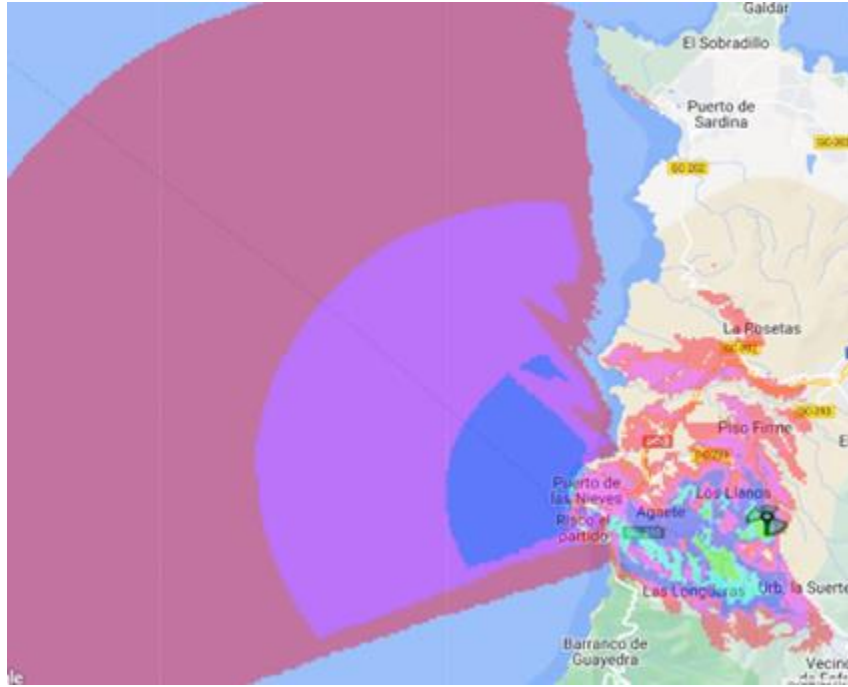
- Saidi nimi ja sellesse integreeritud sektorid
- Tugijaama tehnoloogia
- Asukoha koordinaadid.
- Tugijaama kogukiirgusvõimsus
- Jaama passiivsete elementide kaod
- Kasutatud antenni mudel
- Antenni kõrgus maapinnast
- Antenni orientatsioon geograafilise põhja suhtes
- Antenni mehaaniline kalle
- Antenni elektriline kalle
- Sagedus ja sagedusribad. Kandjate kesksagedus ja kogu ribalaius iga kasutatava sagedusriba kohta.
- TDD või FDD. Et teha kindlaks, kas kaadri konfiguratsioonil on aja- või sageduslik dupleksimine
- Raami konfiguratsioon. Kui kaader on TDD, tuleb määrata DL jaoks kasutatavate alamkaadrite arv ja UL on kohustuslik
- Kasutatud MIMO konfiguratsioon. Näiteks 2x20W tähendab, et koguvõimsus on 2x2 MIMO-ga 40W või teisisõnu 20W mõlema haru kohta
- Sektori liikluskoormus. Liikluskanalis kasutatud füüsiliste ressursside protsent kogu sektoris saadaolevatest ressurssidest tiptunnil. See teave ei ole tavaliselt teada, seega tuleb teha ligikaudne hinnang

Kuna hinnatav teenus on FWA, peavad simulatsioonid sisaldama konkreetsete operaatorite vastuvõtuseadete konfiguratsiooni, millega nad seda teenust Eestis pakuvad. Seda teenust saab pakuda kliendi koju või kontorisse põhitaristu paigaldamisega (välisantenn maja katusel) või kliendi spetsiifilise varustusega (4G või 5G ruuter). Igal juhul on iga operaatori jaoks vaja kehtestada järgmised konkreetsed vastuvõtutingimused:

- "Välis või siseruumides" vastuvõtja
- Minimaalsed vastuvõtulävi
- Vastuvõtja või välisantenni kõrgus
- Vastuvõtuantenni võimendus
- Vastuvõtu mitmekesisuse kasv

## 2. Üleriigilise raadiolevi simulatsioon (vastuvõetud võimsustase) kogu territooriumil:

Kui erinevate operaatorite tugijaamad on konfigureeritud, teostatakse igapäevast neist raadiolevi simulatsioon, nii et esimeseks tulemuseks on konkreetsetes vastuvõtutingimustes vastuvõetud signaal.



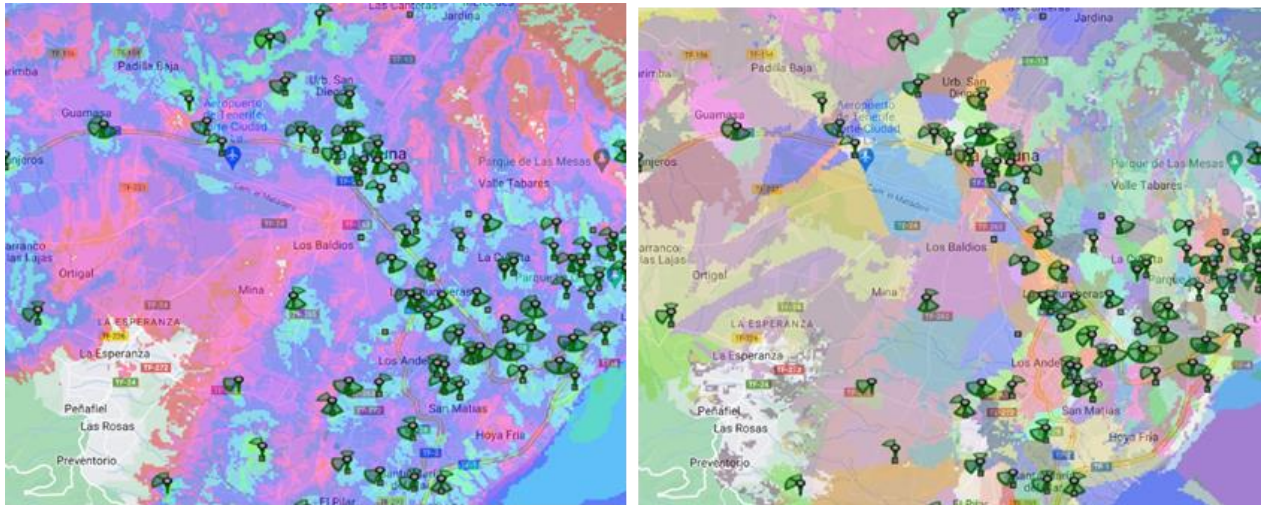
Territooriumi igas punktis rakendatakse iga tehnoloogia ja sagedusala signaalitase jaoks läve (camping thresholds), et tagada teenuse olemasolu või puudumine.

Simulatsioonid tehakse 25 m/pikslise lahutusvõimega kogu Eesti territooriumi kohta

Kui iga jaama individuaalne katvus on arvatud, viiakse läbi kombineeritud katvuse uuring iga operaatori ja tehnoloogia kohta

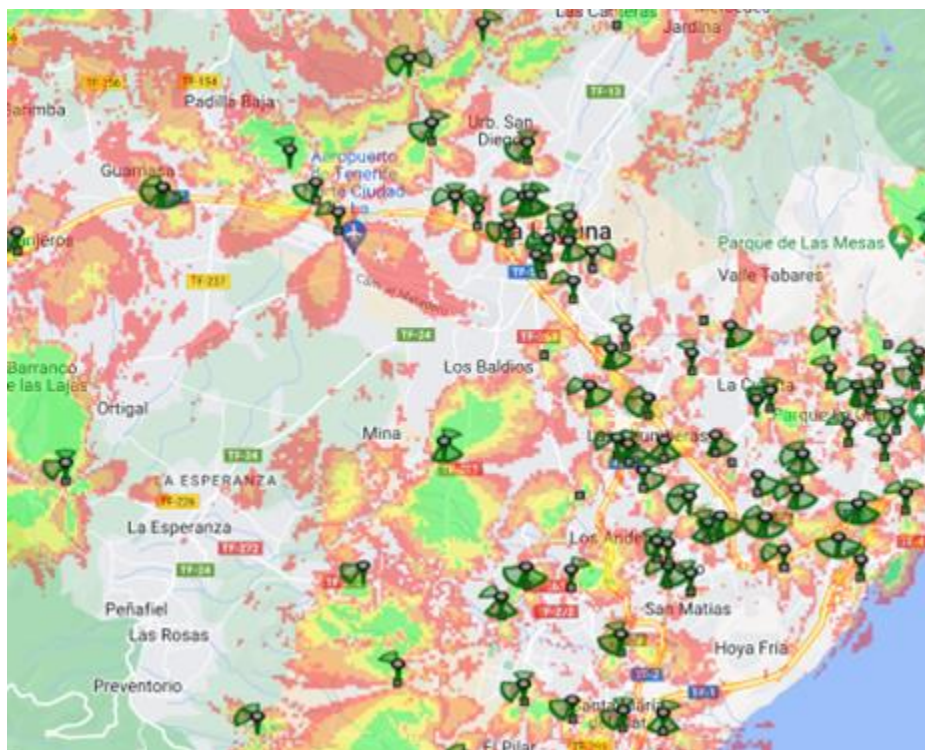
Lõpptulemuseks on igas punktis saavutatud kõrgeim signaalitase (parima serverijaama poolt kehtestatud tase), tugijaama tähis igas punktis ja tugijaama number, mis katab kõiki teenuse- või lävest (above the service or camped level) kõrgemaid punkte





3. Hinnangulise läbilaskevõime (Mbps) määramine, mida iga operaator suudab pakkuda kogu riigi territooriumil:

Sel eesmärgil tehakse sagedusalade lõikes häirete arvutamine (SINR), riiklikul tasandil, võttes arvesse iga tugijaama spetsiifilisi koormustegureid koormustunnis (aasta keskmine). Nagu varem mainitud, on selle parameetri hankimise raskusaste kõrge, nii et selle väärtust tuleb tõenäoliselt hinnata varasemate samalaadsete kogemuste põhjal



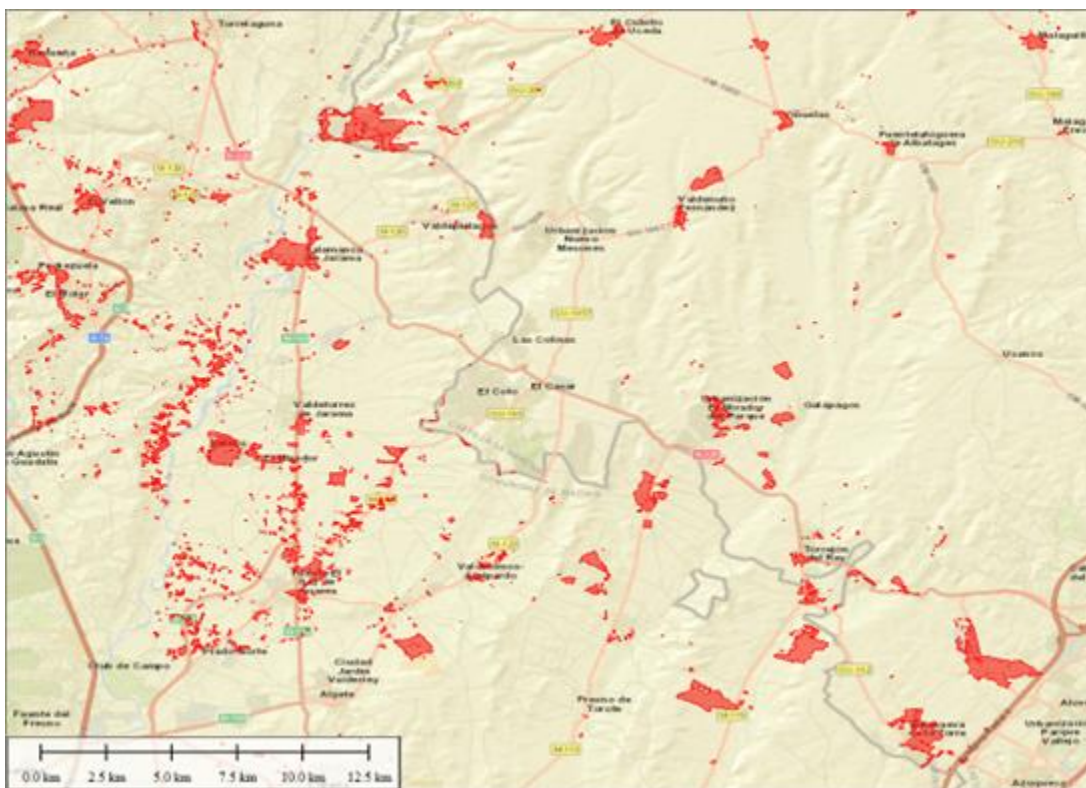
SINR-i *downlink* kaart arvutatakse iga riba jaoks sagedusalal, et saada iga sagedusriba jaoks saavutatav läbilaskevõime kaart, rakendades sobivat spektraalse efektiivsuse kõverat.

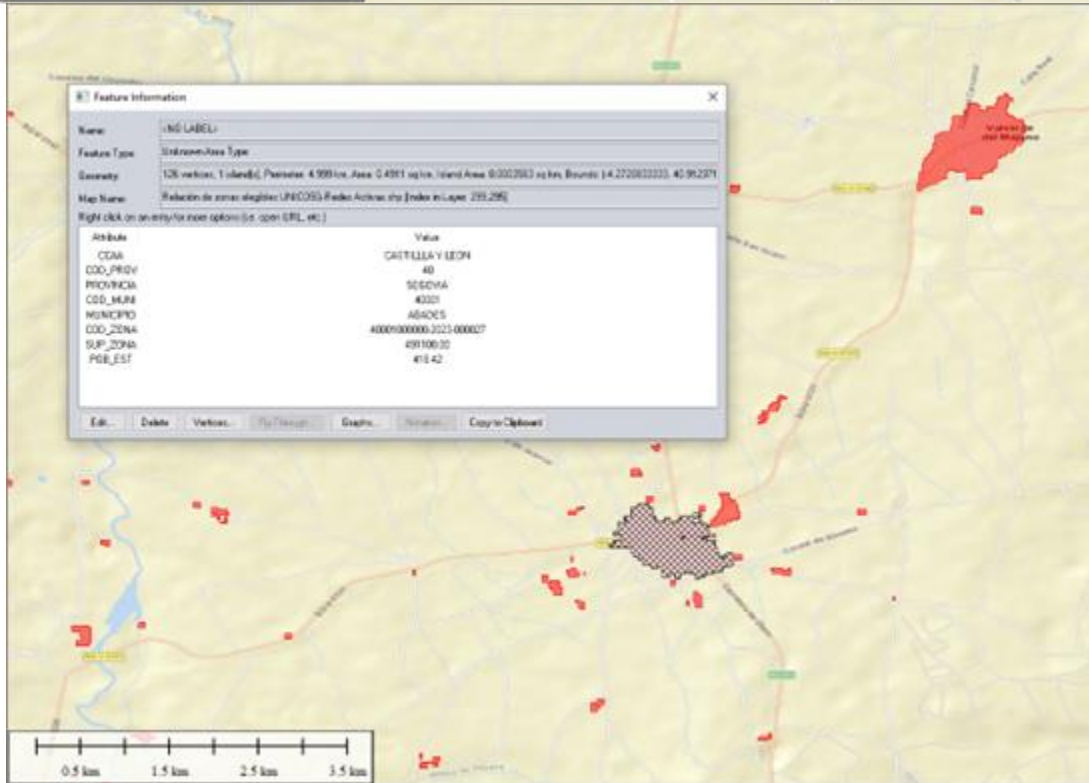
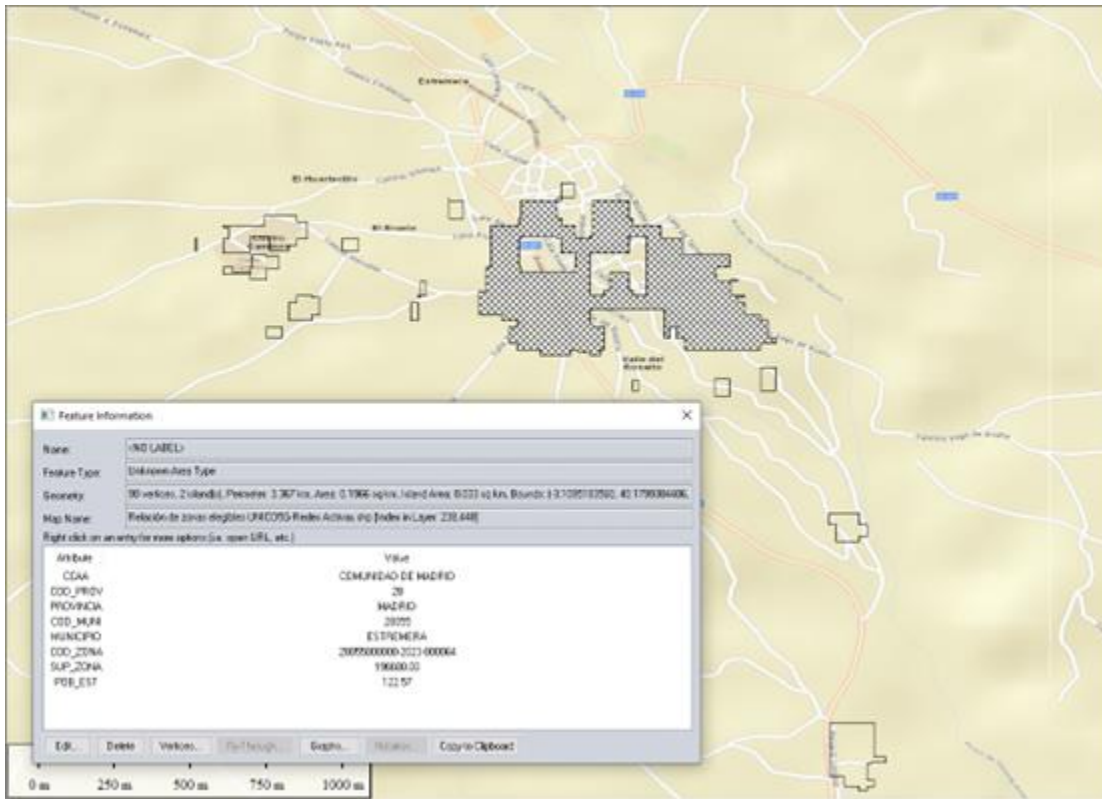
Lõpuks luuakse agregeeritud kiiruse kaart operaatori kohta, lisades kiirused, mida on võimalik saavutada iga piksli erinevate ribadega, võttes arvesse iga tehnoloogia piiranguid ja omadusi (ainult samaaegsete või jaamadevaheliste üksuste koondamine, liitmine N sagedusribast sagedusribade prioriteedi kriteeriumidega jne)

#### 4. Valgete alade määramine:

Kui igas punktis (Mbps) saavutatava kiiruse kaart operaatorite kohta riigi ulatuses on koostatud, tehakse (GIS-vahendite abil) geograafilised ristviited Eesti administratiiv-demograafiliste ja kommunikatsiooni kanalite mudelitega, et teha kindlaks, millises asustatud piirkonnas Eesti territooriumil ja kommunikatsiooni kanalitel nõutavat *downlink* allalaadimiskiirust ei saavuta ükski mobiiloperaator. Nõutavaks kiiruseks loetakse 100 Mbps.

Saadud alade võrk on FWA valgete alad, mida analüüsitakse järgmises etapis





### 2.1.2.2 5G FWA juurdepääsuvõrgu kasutuselevõtu maksumuse hinnang igas saadud valges alas

Hankija on avaldanud soovi hinnata eelmises etapis saadud valgetes alades 5G FWA traadita levi pakkumise majanduslikku maksumust.

Lisaks tähendavad riiklikult seatud kvaliteedinõuded allalaadimiskiirusele (1Gbps) vältimatult nende operaatorite kasutamist, kellele on määratud sagedusriba 26GHz sagedusalas (igale operaatorile on selles sagedusalas määratud 800 MHz )

5G FWA infrastruktuuri kasutuselevõtu maksumuse hindamiseks igas piirkonnas tehakse järgmised sammud:

#### 1. Uuritavate valgete alade klassifikatsioon demograafilise, pinnase, orograafilise, elamutiheduse jms järgi.

Selle etapi idee on teha üksikasjalik kartograafiline uuring ristviidete kogumi abil kogu olemasoleva teabe hulgas ja klassifitseerida valgeid alasid erinevate parameetrite alusel. Nende esimene valik võiks olla:

- Ala demograafiline tihedus
- Alas sisalduv eluruumide arv
- Alas sisalduv ettevõtete arv
- Keskmine hoonete kõrgus tsoonis
- Piirkonna orograafia tüüp (mägine ala, tasane ala, rannikuala jne)
- Eluasemete või äripindade kontsentratsiooniindeks (asustus, tiheasustus, tööstuses, maapiirkonnas jne)
- Piirkonna hooajalisus (intensiivne puhkeala)

Kui iga ala on analüüsitud ja klassifitseeritud, saadakse eri tüüpi alade diskreetne kogum, milles 5G FWA võrgu infrastruktuuri kasutuselevõtt esitatakse detailselt.

#### 2. 5G FWA leviala analüüs simulatsioonide rakendamisega tüüpaladele

Selle ülesande jaoks on vaja modelleerida 5G FWA raadio leviala 26 GHz sagedusalas (millimeeterlained). 5G kasutuselevõtt 26 GHz sagedusalas on veel väga varajases staadiumis. Euroopas on neid vähe ja olemasolevad on piloot-, uurimis- või kontseptsioonikatsetused.

Samuti on infrastruktuuri ja kasutaja poolelt sobivate seadmete olemasolu endiselt piiratud, kuigi lähiaastatel on oodata märkimisväärseid edusamme, kuna see on kindlasti võti selleks, et oleks võimalik pakkuda juhtmevabalt suurt kiirust kuna on saadaval suur osa raadiospektrist.

Kuigi tundub olevat selge, et 5G FWA 26 GHz sagedusalas on õige lahendus maapiirkondades suure kiiruse saavutamiseks, tuleb märkida, et kasutatav väga kõrge kiirgussagedus nõuab nii levisignaali kui ka kogu olemasoleva võimsuse põhjalikku analüüsi igas mobiilikärjes, sest see on piiratud ja see tuleb jagada kõigi ühendatud kasutajate vahel

Selles etapis parametrizeeritakse 26 GHz tugijaamades fiktiivne 5G FWA komplekt ning kasutades selle sagedusala jaoks sobivaid levimeetodeid ja XIRIO ONLINE raadioplaneerimise tööriista abil saadakse:

- 5G FWA 26 GHz sagedusallas tugijaama maksimaalne raadiolevi kasutajaseadmetes nõutava signaali taseme järgi (jaama leviraadius).
- Maksimaalne läbilaskevõime (samaaegsete kasutajate puhul, kes nõuavad allalaadimiskiirust 1 Gbps), mis on võimeline haldama 5G FWA-d 26 GHz sagedusallas

Sel viisil ja intuiitses mõttes saab igale kaetavale valgele alale kasutusele võetavate tugijaamade arvu algselt määrata ala pindala, aga ka varustatavete üksuste arvu ja geograafilise jaotuse järgi.

Seetõttu on lõpuks vaja läbi viia ulatuslik simulatsioonide komplekt, mis hõlmab kõiki eelmises etapis saadud valgete alade tüpoloogiad, et määrata üsna täpselt suhe erinevate valge ala tüüpide ja vajalike tugijaamade arvu vahel, signaali tase ja *downlingi* allalaadimise kiirus (1 Gbps aadresspunkti kohta).

Teades neid väärtusi ja maksumusi, mis on seotud 5G FWA tugijaama kasutusele võtu ja magistraalvõrguga ühendamise, on 5G FWA 26 GHz sagedusriba infrastruktuuri kasutuselevõtt majanduslikus mõttes koheselt hinnatav. Selleks teeme hinnamudeli ettepaneku, mida Hankijaga arutada ja vajadusel täiendada.

### 2.1.3 Ristanalüüs, nende asustusüksuste tuvastamine, kus on kulutõhusam ehitada gigabitise võimsusega lairibataristut FTTH-tehnoloogia või 5G FWA-tehnoloogia abil, maksumuse kindlaksmääramine

Täieliku FTTH või 5G FWA katvuse jaoks pühendatud kuluanalüüsi tulemuste põhjal teeme ristanalüüsi, et tuvastada piirkonnad, kuhu oleks kulutõhusam ehitada infrastruktuur, kasutades kas FTTH-tehnoloogiat või 5G FWA-tehnoloogiat.

Analüüsi tõhususe tõstmiseks tundub meile asjakohane mitte tugineda ainult maksumuse analüüside tulemustele (vt p 2.1.1 ja 2.1.2) vaid võtta kasutusele mõned leevendavad põhimõtted, et võtta arvesse järgmisi olukordi

- Baasvõrgu ühenduse laiendamise maksumuse võimalik jagamine asustusüksuste vahel
- erinevate tehnoloogiatega eraldatud klastrite külgnemine
- asustusüksuses märkimisväärse hulga väga isoleeritud ja seega kõrge ühenduskuluga aadresside olemasolu, mis on väga erinev klastris modelleeritud keskmisest kulust.
- teadmised kinnisvaraarendusprojektist klastris
- teadmised infrastruktuuri loomise projektist, mida saaks klatri sees jagada

Sellistes olukordades võib võrgu ehitamise üld- ja lõplike maksumuse vähendamiseks olla asjakohane üle viia mõned klastrid ühele tehnoloogiale, samas kui klatri maksumuse analüüs soovib teist tehnoloogiat.

Neid leevendavaid põhimõtteid saab rakendada asustusüksustele, mille maksumus on lähedane varem modelleeritud keskmisele

Me ettepanek on :

- määratleda koos Hankijaga täpselt leevenduspõhimõtted, mida võiks arvesse võtta;
- koguda Hankija abiga selle analüüsi tegemiseks vajalikku teavet, eelkõige teavet tulevaste kinnisvaraprojektide ja tulevase kasutatava infrastruktuuri kohta.
- hinnata koos Hankijaga nende leevendavate põhimõtete mõju ja otsustada koos, mil määral on nende rakendamine asjakohane
- seejärel tuvastada asustusüksused, kus oleks kulutõhusam ehitada infrastruktuur, kasutades kas FTTH-tehnoloogiat või 5G FWA-tehnoloogiat

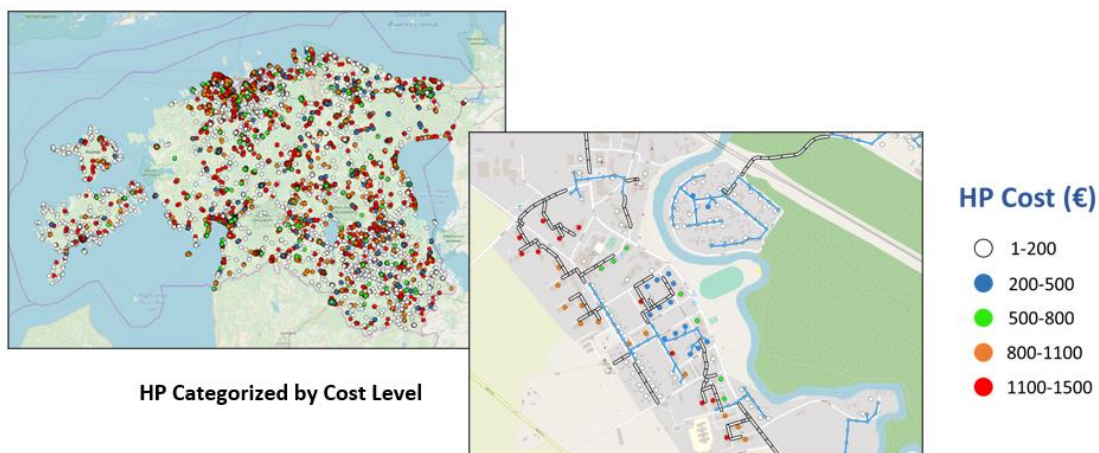
#### 2.1.4 Piirkonnad, kus FTTH lairibataristu rajamise maksumus on kuni 3000€ aadressi kohta

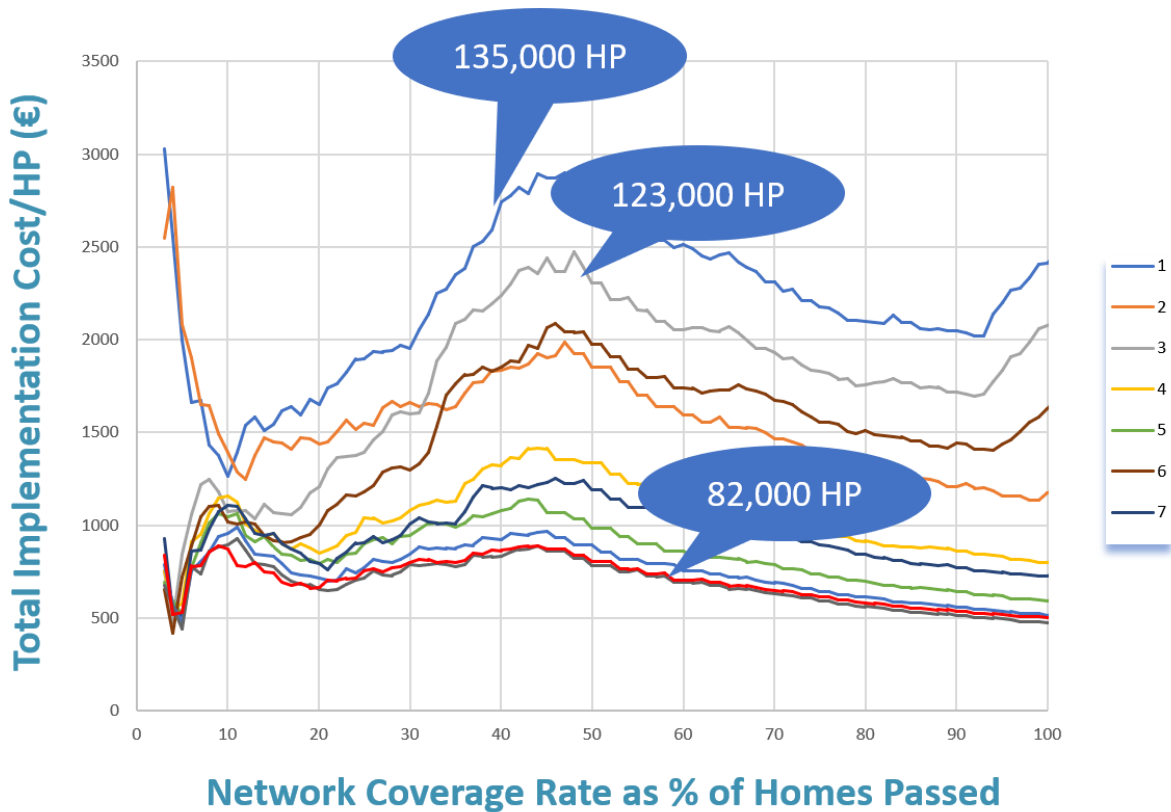
Lähtudes uuringu 2.1.1 tulemustest, mis sisaldab kõiki aadresse, pakume välja järgmise lähenemisviisi:

- Määratleda koos Hankijaga meeskonnaga kriteeriumid iga aadressi maksumuse hindamiseks. Selleks võiksime kasutada Setics Sttari koostatud aruandeid, olemasoleva infrastruktuuri taaskasutamise kulusid, tööjõukulusid, seadmete maksumust jne.
- aadressid, mis ületavad 3000 €/AP, eemaldatakse ja Setics Sttari uus käitamine toimub pakktöötlus režiimis
- Hankija meeskond analüüsib tulemusi
- Seda protsessi tehakse iteratiivselt kuni limiidi 3000 €/AP saavutamiseni. Iga iteratsiooni vahetulemused võetakse osapoolte vahel analüüsimiseks

Sama protsess tehakse läbi limiidi 5000 €/HP korral.

Selline lähenemine osutus edukaks ka varasematel Eesti hangetel, kus eesmärgiks oli välja selgitada maksimaalne aadresspunktide arv, mida teatud eelarve piires katta on võimalik. Spetsiaalne asustusüksuste analüüs, kus oleks mõistlik kasutada satelliidiühendusi





**Ehituskulud ühendatud aadresspunktide kohta erinevate iteratsioonide lõikes**

Vastavalt Hanke tingimustele võib pidada majanduslikult ebaotstarbekaks, kui gigabitise võimsusega lairibataristu rajamise maksumus aadressobjekti kohta on üle 10 000 euro. Kasutame seda määratlust nende aadresspunktide tuvastamiseks, kus oleks mõistlikum kasutada FTTH või 5G FWA ühenduste asemel satelliidiühendust.

Meie hinnangul nõuab see juhtumipõhist lahendamist.

Allpool loetletud juhtudel on satelliitühenduse asemel FTTH- või 5G FWA-ühendusele üleminek kaalumist väärt:

- kinnisvaraprojekti või taaskasutatava infrastruktuuri projekti olemasolu piirkonna lähedal
- majandusliku, riigikaitse või kultuurilise tähtsusega koha olemasolu piirkonnas.

Seda erandite loendit arutatakse koos Hankijaga ning seejärel rakendatakse üksikjuhtumipõhiselt satelliitlahendustega ühenduse loomiseks kasutatavate piirkondade kindlaksmääramisel

### 2.1.5 Avaliku kaardirakenduse loomine

Uuringust visuaalse ülevaate saamiseks luuakse veebis kättesaadav kaardirakendus, mille abil on võimalik avalikkusele anda ülevaade piirkondadest ning sinna FTTH ja 5G FWA baastaristu rajamise maksumustest.

Kaardirakendus annab visuaalse ülevaate piirkondadest, kus:

- on kuluefektiivsem ehitada FTTH taristu
- on kuluefektiivsem ehitada 5G FWA baastaristu
- ei ole gigabiti võimekusega lairibataristu rajamine sotsiaalmajanduslikult mõistlik.

Loodavas kaardirakenduses on lisaks visuaalsele ülevaatele võimalik saada piirkondade osas statistilist ülevaadet FTTH ja/või 5G FWA baastaristu rajamise maksumuste, kaetavate aadressid arvu, rajatavate mastide arvu (5G FWA puhul) ja muude asjakohaste statistiliste näitajate (nt. elanike arv asustusüksuses või piirkonnas vms) osas. Statistilised näitajad on viimased teadaolevad riiklikud andmed (Statistikaametilt jne) uuringu tegemise ajal.

Statistiliste ülevaate andmete koosseis lepitakse Hankijaga kokku uuringu teostamise ajal.

Loodav kaardirakendus kasutab baasinfona Maa-ameti Eesti kaarditeenuseid ja ruumiandmeid.

Kaardirakenduse arhitektuur ja komponendid valitakse töö käigus vastavalt visualiseeritavale andmemahule.

### 2.1.6 Hinnang ja ettepanekud toetuse andmise mudeli kohta

Teeme üksikasjaliku ülevaate telekommunikatsiooniprojektidele kohaldatavatest toetuste ja subsideerimise reeglitest Euroopas.

Lisaks teostame toetus- ja subsideerimismudelite võrdlusuuringu, mis põhineb meie varasematel kogemustel Belgias, Taanis, Inglismaal, Prantsusmaal, Saksamaal, Iirimaa, Itaalias ja Hispaanias.

Võrdlusuuringusse kaasatud riikide täpne nimekiri koostatakse koos Hankijaga.

Kui Hankija soovib võrdlusuuringusse kaasata muid riike peale ülalnimetatud, arutame seda Hankijaga, et:

- määrata kindlaks need riigid,
- leida koos parim viis nende riikide kohta teabe kogumiseks

Tuginedes analüüsile ja võrdlusuuringule pakume Hankijale välja meie arvates projekti jaoks sobivaima toetuse andmise ja subsideerimise mudeli.



## 2.2 Eeldatavate tegevuste ajakava, tulemused

### 2.2.1 Ajakava

- Avakoosolek ja selle ettevalmistamine: 1. nädal, 5 inimpäeva
- Vahekoosolekud, protokollimine, dokumenteerimine: 1. – 16 nädal, 20 inimpäeva
- Ainult FTTH-tehnoloogiat kasutava gigabitise lairibainfrastruktuuri ehitamise kulude analüüs
  - Häälestamise faas 2.-4.nädal, 13 inimpäeva
  - Testfaas 4.-5.nädal, 4 inimpäeva
  - Testfaasi tagasiside 6.nädal, 4 inimpäeva
  - Modelleerimine 7.-8.nädal 8 inimpäeva
- 5G FWA (5G fikseeritud traadita juurdepääsu) turutõrkepiirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu kuluanalüüs
  - Häälestamise faas 3.-4.nädal, 4 inimpäeva
  - Levialade/katvuse analüüs 4.-5.nädal, 14 inimpäeva
  - Katvuse simulatsioon, hinnanguline läbilaskevõime: 5.-7.nädal, 9 inimpäeva
  - Mudeli genereerimine, valgete alade määramine, kuluproгноos 8.-9.nädal, 15 inimpäeva
- Piirkondade määramine, kus on kuluefektiivsem, kas FTTH või 5G FWA tehnoloogia kasutamine 10.-12.nädal, 10 inimpäeva
- Piirkonnad, kus FTTH lairiba infrastruktuuri ehitamise maksumus on kuni 3,000€/5,000€ aadressi kohta, piirkondade analüüs, kus oleks mõistlik kasutada satelliitühendusi 12.-14. nädal, 14 inimpäeva
- Avalikult kasutatava kaardirakenduse loomine
  - Andmete ettevalmistamine 5.-8.nädal 5 inimpäeva
  - Analüüs 7.-10.nädal, 5 inimpäeva
  - Kaardi arendus, testimine ja üleandmine 10.-14. Nädal, 10 inimpäeva
- Hinnang ja ettepanekud toetuse määramise mudeli kohta 8.-13.nädal, 13 inimpäeva
- Lõppdokumentatsiooni koostamine (sh. lõpparuanne, esitlusedokument, kõrge eraldusvõimega kaardid) 14.-16. nädal, 12 inimpäeva
- Avalik esitlus ja ettevalmistus – täpne aeg lepatakse kokku Hankijaga, 9 inimpäeva

### 2.2.2 Tulemused

#### **Gigabitise lairibataristu ehitamise maksumuse analüüs turutõrke piirkondades ainult FTTH-tehnoloogia kasutamisel:**

- Arhitektuurimudel, insenerireeglid
- Hinnamudel
- Modelleerimiseks kasutatud meetodika ja hüpoteeside kirjeldus
- kogu piirkonna GIS-kihid, sealhulgas passiivne optiline võrk
- kogu piirkonna materjalide mahud ja maksumused (Bill of Quantities, Bill of Materials)

#### **5G FWA (5G fikseeritud traadita juurdepääsu) turutõrke piirkondade tuvastamine, RG FWA põhiinfrastruktuuri kuluanalüüs:**

- Võrgu simulatsioonid 5G FWA leviala kaardid
- Metoodika ja lahenduse kirjeldus
- Lõpparuanne uute 5G FWA ettepanekute leviala kaartidega
- Lõpparuande piirkondade materjalide mahud ja maksumused

**Nende asustuspiirkondade tuvastamine, kus on kulutõhusam ehitada gigabitise võimsusega lairibainfrastruktuur, kasutades FTTH-tehnoloogiat või 5G FWA-tehnoloogiat:**

- GIS kihid
- Aadresside loetelu

**Piirkonnad, kus FTTH lairibataristu väljaehitamise maksumus on kuni 3,000€ / 5,000€ aadressi kohta:**

- Iga iteratsiooni GIS kihid
- Iga iteratsiooni materjalide mahtude ja maksumuste tabelid
- Iga aadressi maksumuse määramine
- Aadresside loetelu

**Piirkondade analüüs, kus oleks mõistlik kasutada satelliitühendust:**

- GIS kihid
- Aadresside loetelu
- Kirjeldav aruanne, milles määratakse kindlaks satelliitleviks valitud rahvastikuüksused ning selle valiku põhjused, erandid ja nende erandite põhjused

**Avalikult kättesaadavate kaardirakenduste arendus:**

Valmis kaardirakendus, mis annab visuaalse ülevaate piirkondadest, kus:

- on kuluefektiivsem ehitada FTTH taristu
- on kuluefektiivsem ehitada 5G FWA baastaristu
- ei ole gigabiti võimekusega lairibataristu rajamine sotsiaalmajanduslikult mõistlik.

Loodavas kaardirakenduses on lisaks visuaalsele ülevaatele võimalik saada piirkondade osas statistilist ülevaadet FTTH ja/või 5G FWA baastaristu rajamise maksumuste, kaetavate aadressid arvu, rajatavate mastide arvu ja muude asjakohaste statistiliste näitajate osas.

**Ettepanekud toetuse andmise mudeli kohta:**

- Euroopa toetuste andmise ja subsideerimise eeskirjade analüüs
- Toetuste andmise ja subsideerimise mudelite võrdlusuuringud Euroopas
- Projekti jaoks soovitatud toetuse andmise ja doteerimise mudel

**Lõpparuande ja esitluste koostamine:**

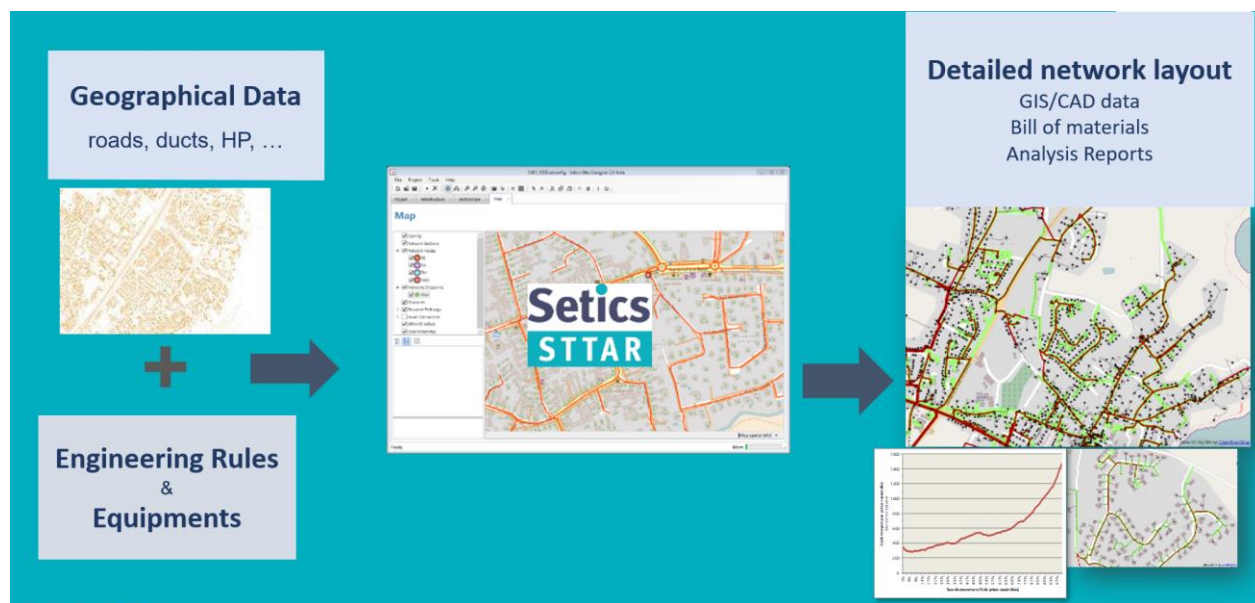
- lõpparuanne kirjeldab kogu uuringu jooksul tehtud tööd, uuringu tulemusi ja selleks kasutatud metoodikat
- Powerpointi esitlus ja kõrge resolutsiooniga kaardid uuringu tulemuste tutvustamiseks avalikkusele

## 2.3 Tööriistad

### 2.3.1 Setics Sttar:

Setics Sttar on FTTx võrgudisaini automatiseerimise tarkvara, mida saab kasutada võrgudisaini uuringute erinevates etappides alates strateegilisest planeerimisest, eeluuringutest ja HLD-st (High Level Design) kuni detailse projekteerimiseni (LLD, Low Level Design).

Võrguarhitektuuri ja selle insenerireeglite modelleerimist võimaldab Sttar on tänu oma seadete rikkalikkusele ja täiustatud algoritmidele hästi toimiv tööriist FTTx-võrkude kujundamisel. Lisaks võimaldab Sttari kartograafiline liides kasutajal võrku vaadata ja muuta, kasutades professionaalseid tööriistu, mis on mõeldud just FTTx-võrkude detailseks projekteerimiseks.



Sttar on üles ehitatud suure jõudlusega optimeerimismootorile ja seda saab kasutada koos muude tööriistadega geograafiliste andmete salvestamiseks, analüüsimiseks või töötlemiseks.

Setics Sttar ühildub ka GIS-i tööriistadega, nagu QGIS või FME, täiendades üksteist.

Põhiomadused:

- Võrgusõlmede loomine (jaotuspunktid, hargnemispunktid, lõpp-punktid jne), automaatne positsioneerimine täiustatud insenerireeglite järgi, mitmed paigutusalgoritmid;
- Baas-, jaotus- ja juurdepääsuvõrgu defineerimine;
- Erinevat tüüpi lõpp-punktide haldamine: üksikelamud, mitme elamuga üksused, P2P jne
- Olemasoleva infrastruktuuri kasutamine FTTx võrgu projekteerimiseks, näiteks olemasolevad kanalid, kamber, õhuliin, postid jne;
- Teedekihti saab kasutada uute trasside modelleerimiseks;
- Iga infrastruktuuri ja paigaldusmeetodit modelleerib spetsiaalne kartograafiline kiht. Sttaris integreeritavate ja konfigureeritavate kihtide arv ei ole piiratud;
- Täiustatud marsruutimine arvestades konkreetsete reeglitega vastavalt võrgutasemele või infrastruktuurile. Võrguteekondade haldamisel võib kaaluda mitmeid kriteeriume

(kõige kuluefektiivsem tee, infrastruktuuride prioriteedid jne). Tarkvara suudab arvestada takistuste, näiteks jõgede, raudteede, puude jne vältimise vajadusega;

- Täiustatud kaabeldus: seadmete valik infrastruktuuri jaoks, kiudimensiooni arvutamise moodul (kasutatud ja tagavarakiud), võimalus välistada teatud võrgusegmentide sihtinfrastruktuurid jne;
- Seadmete andmebaas: kõiki võrgu jaoks vajalikke materjale ja nende maksumust saab seadistada projektiga seotud andmebaasis;
- Sttar võimaldab configureerida suure hulga insenerireegleid. Tehnilisi reegleid saab projekti jaoks vajadusel eksportida ja/või uuesti importida;
- Võimalus koostada FTTH võrgudisain mõne tunniga HLD jaoks ja mõne minutiga LLD jaoks: jõudlus sõltub lõpp-punktide hulgast, infrastruktuuride arvust ja insenerireeglitest;
- Sttari integreeritud kartograafiline liides: võimaldab kasutajal visualiseerida ja muuta disainitavat kiudoptilist võrku otse kaardil, et saada parim tulemus.

### Setics Sttar suurte alade pakkumiste kontekstis:

#### FTTH-võrgu üldeelarve hindamine

Sttari standardväljundid sisaldavad mitmeid atribuute, mis määravad võrguseadmete tehnilisi omadusi, nende maksumust ja seost ülejäänud võrgu muude elementidega.

BOM on oluline tööriist projektide planeerimisel, hankimisel ja eelarve koostamisel. See annab vajalike ressursside täpse ja põhjaliku jaotuse

## BOM/BOQ

1 Bill of Quantities / Bill of Materials				
2 Costs in €		Project '500 CO/FCP fixed, civil works allowed'		
3				
4 Summary of Implementation Costs				Total Cost
5	Feeder Network			399 992,38
6	Distribution Network			191 161,00
7	Drop Cabling			421 062,21
8	<b>TOTAL</b>			<b>1 012 216,59</b>
9				
11	Feeder Network			
12	Network Nodes: Infrastructure Setup			
14	CO	Level 1	node	1,00 10 000,00 10 000,00
15	FCP	Level 2	node	6,00 2 000,00 12 000,00
17	Network Nodes: Equipment			
18	CO 20k	Level 1	-	1,00 100 000,00 100 000,00
19	FCP 1000	Level 2	-	6,00 20 000,00 120 000,00
20	1:32 Splitter	Level 2	-	17,00 0,00 0,00
21	Splice Closures			
23	SC144	Level 2	-	3,00 500,00 1 500,00
24	SC144	Level 2	splice	72,00 8,00 576,00
25	Cables			
27	C24F-LT12	Level 2	m	3 919,86 2,50 9 799,64
29	Linear Infrastructure			
30	Aerial (Telecom)	Level 2	m	52,20 20,00 1 043,94
31	Civil Works (Road Network)	Level 2	m	1 111,64 80,00 88 930,91
32	Connections Civil Works <-> Aerial (Telecom)	Level 2	section	2,00 100,00 200,00
33	Connections Civil Works <-> Aerial (Telecom)	Level 2	m	18,43 80,00 1 474,61
34	Connections Civil Works <-> Ducts	Level 2	section	5,00 100,00 500,00
35	Connections Civil Works <-> Ducts	Level 2	m	38,86 80,00 3 108,52
36	Connections CO <-> Civil Works	Level 2	m	9,34 50,00 467,01
37	Connections FCP <-> Civil Works	Level 2	m	17,59 50,00 879,26
38	Connections FCP <-> Ducts	Level 2	m	15,63 80,00 1 250,40
39	Ducts	Level 2	m	3 217,47 15,00 48 262,09
40	<b>TOTAL FEEDER</b>			<b>399 992,38</b>
41	Distribution Network			
42	Network Nodes: Infrastructure Setup			
46	N/A			0,00
47	Network Nodes: Equipment			
49	DT48	Level 4	-	72,00 400,00 28 800,00
50	DT48	Level 4	splice	798,00 8,00 6 384,00

### Maksumuse optimeerimine

Sttari aruandeid kasutatakse olemasolevate infrastruktuuride optimeerimise abil maksumuse maksimaalseks vähendamiseks (näiteks tsiviilehitustööde vähendamiseks).

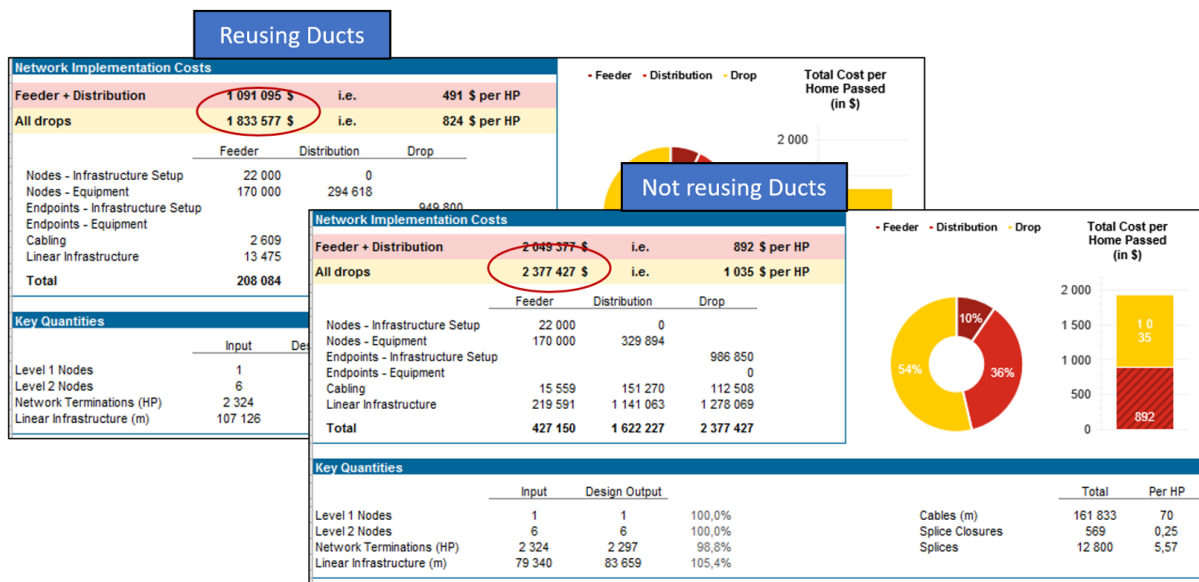
Maksumuse optimeerimiseks valib Sttar võimaluse korral prioriteetse olemasoleva infrastruktuuri ja jätkab seejärel maksumuse arvutamist

### Mitme stsenaariumi hindamine

Sttar võimaldab võrrelda erinevate võrguplaneeringute versioonide väljundeid ja nii hinnata erinevaid stsenaariume, võttes arvesse erinevaid parameetreid: materjalide maksumust, katvust jne

Sttari standardväljundid võimaldavad võrrelda erinevaid planeeringuid. Selleks võib kasutada mistahes välist GIS-tööriista (nt QGIS). Lisaks on võrdlemine lihtne, kombineerides Exceli faile vastavalt sellele, kuidas kasutaja soovib lahendusi võrrelda.

## Comparison of financials



### 2.3.2 XIRIO ONLINE platvorm

XIRIO ONLINE on tipptasemel platvorm multitehnoloogilise traadita võrgu kujundamiseks ja planeerimiseks. See paistab silma võimsa ja omanäolise raadioplaneerimise raamistiku poolest, mis integreerib uusimad võimalused ja funktsioonid, mis on kohandatud nii sise- kui väliskeskonna jaoks.

Platvorm kasutab kombinatsiooni uuenduslikust ja laialdaselt kasutatavast CLOUD-arhitektuurist ning kulutõhusast SaaS-i mudeli juurutusest. See tagab klientidele täieliku juurdepääsu Interneti kaudu ning paindliku ja skaleeritava platvormi. Lisaks pakub XIRIO ONLINE optimeeritud ja kiiremaid arvutuskiirusi kui saadaolevad tööjaamade lahendused.

XIRIO ONLINE arvutusmootor on infrastruktuur, mis pakub skaleeritavat arvu virtuaalmasinaid, mis toimivad suurte arvutusklastritena. Mootori hinna arvutamine on kasutuspõhine, päeva miinimumtasuga, tasu võetakse ajapõhiselt.

Lisaks pakub XIRIO ONLINE platvorm ka võimalust kasutada APTICA enda ülemaailmset keskmise ja kõrge eraldusvõimega digitaalset kartograafiat, parandades XIRIO ONLINE lõppkasutaja kogemust ning optimeerides klientide investeeringuid ja soetusmaksumust.

XIRIO ONLINE on installitud tsentraliseeritud pilvepõhisesse infrastruktuuri, millega klientide ja nende kolmandate partnerite kliendid ühenduvad, pakkudes ühtlustatud ja sujuvamat konfiguratsiooni

XIRIO ONLINE platvorm sisaldab järgmisi mooduleid:

- **PLANNINGTOOL**, INDOOR & OUTDOOR juhtmevaba võrgu planeerimise tööriist
- **SHAREPLACE**, võrguplaneerimise tulemuste jagamise ja avaldamise vaatajatööriist
- **DIGITAL CARTOGRAPHY**, kaardid ja GIS-i haldusvõimalused

#### PLANNING TOOL

XIRIO ONLINE'i PLANEERIMISTÖÖRIISTA moodul toimib raadioplaneerimise tööriistana, mis võimaldab klientidel konfigurida oma traadita võrguteenuseid, sealhulgas konkreetseid raadioelektrilisi parameetreid. Seda moodulit kasutades saavad kliendid kiiresti hankida katvuse simulatsioone, et hinnata oma võrgu jõudlust.

XIRIO ONLINE'i lõppkasutajaliides integreerib sujuvalt Google Mapsi® pakutava kaardivaate, tagades põhiliste graafiliste esituste igakülgse ja ülemaailmse kättesaadavuse. Lisaks on APTICA sõlminud koostöölepingu turu suurimate ja silmapaistvamate kartograafiatarnijatega. See koostöö võimaldab meil pakkuda laiaulatuslikku kartograafia kataloogi, mis sisaldab 3D digitaalset kartograafiat, digitaalseid maastikumudeleid ja digitaalseid kõrgusmudeleid (sh hooned) mis tahes riigi või piirkonna jaoks kogu maailmas.

Tänu hoonete ja linnamudelite kombineerimisele maastiku ja maapiirkondade mudelitega muudab meie ainulaadne tasuline kasutusmudel nüüd klientidele taskukohaseks juurdepääsu nende põhjalikele kartograafilistele andmetele. See võimaldab klientidel raadioplaneerimise protsessis kasutada täpset ja üksikasjalikku kartograafilist teavet, mis viib võrgu parema planeerimise ja jõudluse analüüsini.

## SHAREPLACE

XIRIO ONLINE'i moodul SHAREPLACE pakub klientidele võimalust avaldada ja jagada oma uuringutulemusi erinevate osapooltega, sealhulgas teiste XIRIO ONLINE'i klientide või anonüümsete isikutega. See moodul on professionaalne ja tõhus tööriist koostööks projektides ettevõtte organisatsiooni sees ja väljas.

SHAREPLACE'i klientidel on piiratud ja kontrollitud juurdepääs XIRIO ONLINE'i arvutustulemustele. SHAREPLACE'i klientidena saavad nad oma töö tõhustamiseks teha mitmeid toiminguid. Need toimingud hõlmavad raadioelektriliste levialade visualiseerimist võrgujaamade põhjal nii multikonfiguratsioonis kui ka individuaalses konfiguratsioonis. Lisaks saavad nad kontrollida signaali väärtusi teatud punktides igas teeninduspiirkonnas, teha aadressotsinguid, arvutada kahe punkti vahelisi kaugusi, luua orograafiaprofiile jms.

## DIGITAL CARTOGRAPHY

XIRIO ONLINE platvorm pakub klientidele juurdepääsu 100 m resolutsiooniga põhikartograafiale kogu maailma ulatuses. Lisaks saavad kliendid turvalise ja tõhusa XIRIO ONLINE impordiprotsessi kaudu paindlikult kasutada oma kartograafiat. See võimaldab klientidel oma eelistatud kartograafiliste andmetega platvormis sujuvalt töötada.

APTICA pakub erineva resolutsiooniga kartograafiat SaaS-is ja püsimumdelis, võimaldades klientidel valida nende konkreetsetele vajadustele vastava detailsuse taseme, hõlbustades traadita võrgu juurutamise tõhusat optimeerimist.

Professionaalsete raadioplaneerimise projektide ülima täpsuse tagamiseks linnakeskkonnas soovib APTICA järjekindlalt kasutada kõrge eraldusvõimega kartograafilisi mudeleid. Välis-/siseruumide ja ainult siseruumide planeerimise puhul on ilmne, et on vajalik detailne ehituskartograafiamudel.

XIRIO ONLINE sisaldab 3D linnakartograafia mudeleid, et virtuaalselt määratleda võrgu juurutuskeskkond.

Siseplaneerimise puhul võimaldab XIRIO ONLINE integreerida kogu hoone korruseplaanid linnakeskkonda. Need plaanid on geokodeeritud ja viitavad täpselt tegelikele positsioonidele. See lähenemisviis võimaldab teha kõikehõlmavaid simulatsioone, mis arvestavad nii välis- kui ka sisekeskkonda.

Samas võib see tööriist kasutada liikluse ja kasutajate jaotuskaarte, et kujutada võrguklientide tekitatud teenusenõudlust. Seda jaotust saab rakendada nii välis- kui ka siseruumides.

## 2.4 Meeskonna koosseis, selle valiku põhjendus

Setics, koos oma partnerite Geospatial ja Aptica -ga moodustab ainulaadse meeskonna toodud ülesannete lahendamiseks. Meil on:

- laialdased kogemused kohalike ja riigiasutuse ning telekommunikatsioonioperaatorite ja võrkude ehitajate toetamisel üle Euroopa FTTH- ja 5G-võrkude projekteerimisel ja maksumuse arvestamisel
- laialdased teadmised Eesti FTTH ja 5G turust, kuna nõustasime FTTH planeerimisel ja maksumuse hindamisel 2018-2020 Elektrilevi üleriigilise avaliku hanke pakkumisel

- ulatuslik kogemus FTTH / 5G projektide/ärimudelite hindamiseks või ülevaatamiseks: oleme täitnud kümneid FTTH/5G analoogseid projekte kogu Euroopas (Prantsusmaa, Ühendkuningriigid, Itaalia, Hispaania, Kreeka, Belgia, Saksamaa, Iirimaa, Taani...).

## Projekti juhtimine ja koordineerimine

- Projektijuht, konsultant: Andres Kärk vastutab projekti üldise koordineerimise eest sh suhtlus ja kokkulepped Hankijaga
- Projekti juht: Pierre-Yves Pontier (Setics) vastutab projekti planeerimisülesannete koordineerimise eest
- Kuna meeskond on rahvusvaheline, siis on projekti töökeeleks inglise keel
- Kõik vajalikud projekti tulemid tõlgitakse eesti keelde

## Setics

- Projekti juht: Pierre-Yves Pontier
- FTTH võrkude planeerimise ekspert: Daniel Urbina
- Vanemkonsultant : Chloé Fischer
- Rahastuse ja toetuste andmise ekspert : Michel Denis

### Põhjendus:

Setics on juhtiv, sõltumatu konsultatsiooniettevõtte, mis on spetsialiseerunud digitaalsele infrastruktuurile ja teenustele. Setics on loonud automaatplaneerimis tarkvaralahenduse „Setics Sttar“

- Setics pakub multidistsiplinaarset meeskonda, kellel on
- väga suur konsultatsiooni kogemus: projektide planeerimine, tehniliste ja majanduslike hüpoteeside määratlemine, tegevustugi, projekti rahastamine, suhtlemine kolmandate osapooltega, võrdlusuuringud
- väga suur kogemus FTTH telekommunikatsiooni võrkude modelleerimisel: võrgu projekteerimine ja kuluarvestus, GIS-andmete kasutamine ja tootmine

## Aptica

- Ärijuht: Elena Legarda
- Telekommunikatsiooni konsultant ja projektijuht: Javier Pérez
- Vanem äri ja strateegia konsultant: Carolina Sáez

### Põhjendus:

APTICA on juhtiv telekommunikatsiooniettevõtte, mis on spetsialiseerunud võrgu planeerimisele ja optimeerimisele. Tänapäeva kiiresti arenevas traadita ühenduse valdkonnas mängivad APTICA raadiplaneerimise alased teadmised kesksel rollil 5G arengusuundade kujundamisel, eravõrkude juurutamise korraldamisel ja IoT stsenaariumide hõlbustamisel.

APTICA XIRIO ONLINE platvorm on Euroopas võtmemängija, mis vastab kõige kõrgematele nõudmistele. See täiustatud pilvepõhine platvorm ja selle eksklusiivne tarkvara teenusena (SaaS) mudel positioneerib end strateegiliselt telekommunikatsiooniettevõtete, inseneribüroode, sideoperaatorite ja süsteemiintegraatorite jaoks.



## Geospatial

- Projektijuht, konsultant: Andres Kärk
- GIS ekspert: Katrin Saul

Põhjendus:

Geospatial OÜ on spetsialiseerunud tehnovõrkudega seotud arendus- ja insenertehnilistele tegevustele ja konsultatsioonidele. Geospatial meeskond omab väga suurt kogemust ruumiantmete töötlemisel ja kaardirakenduste loomisel, samuti omame suurt kogemust ka telekommunikatsiooni võrkude planeerimise, võrguandmete kontrollimise, töötlemise ja haldamisega seotud tegevustes

### 2.5 Riskianalüüs, riskide maandamine

- Veebikaardile juurdepääsu risk(madal): rakenduskaardile juurdepääsuga seotud võimalike raskuste vältimiseks loome rakenduse, mille kasutamine on võimalikult intuitiivne ja mis on kasutustasuta. Lisaks lisame rakenduse kaardile kasutajaõpetuse, mis on selge, täpne ja kättesaadav igat tüüpi elanikkonnale
- Veebikaardi tulemuste vaidlustamise oht (madal): selle riski vältimiseks lisame rakenduskaardile uuringus kasutatud metoodika kirjelduse, mis on faktipõhine ja objektiivne ning kättesaadav võimalikult paljudele inimestele. Selle metoodilise kirjelduse sisu töötatakse välja koos Hankijaga.
- Maksumuse hindamiseks kasutatud GIS-väljundi kvaliteedirisk (madal) : selle riski minimeerimiseks kasutatakse meie projekteerimis- ja maksumuse arvestusmeeskonda GIS-väljundi sisu parandamiseks, et muuta meie automaatne töötlus usaldusväärsemaks. Teeme selle kogemuse Hankijale kättesaadavaks, et saada võimalikult usaldusväärne kuluanalüüs
- Hinnamudeli ebaadekvaatsuse risk Eestis (keskmine). Selle riski vältimiseks pakume välja hinnamudeli, mis põhineb nii meie kogemustel kui ka teabel, mida Hankija saab meile anda. Enne hinnamudeli rakendamist kooskõlastame selle Hankijaga. Kui selle töö lõppedes osutub info mõnes osas puudulikuks, saame seda vajadusel koos Hankija täiendada viies läbi sihtintervjuud teiste ekspertidega
- Hankija ei ole uuringu vahetulemustega rahul. Hankija ei ole rahul jooksvalt esitatavate tulemitega, või tulemus ei rahulda hankija vajadusi (madal). Selgitatakse välja rahulolematuse põhjused ning viiakse edaspidiseid töid läbi neid arvestades
- Hankija ei reageeri piisavalt kiiresti (keskmine) - Hankija ei reageeri päringutele/küsimustele või tema vastused ei anna vajalikku infot, mille tõttu Täitja ressurss on ootel ning tähtaegu pole võimalik täita. Hankija planeerib projekti piisava ressursi
- Hankija meeskonnas lahkub või haigestub võtmetöötaja ja Hankija ei suuda tekkinud küsimustele piisavalt kiiresti ja adekvaatselt vastata (kõrge). Kaasatakse projekti rohkem kui 1 inimene, kes teab projekti käigust ja on asjadega kursis
- Täitja meeskonnas lahkub või haigestub võtmetöötaja(madal). Projekti on kaasatud piisavalt inimesi, kes saavad lahkunud võtmetöötajat vajadusel asendada.

## 2.6 Projektiplaan

Plaanime tööd läbi viia vastavalt allolevale esialgsele ajakavale:

Tegevused	NÄDALAD																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Avakoosolek ja selle ettevalmistamine	■																			
2.1.1. Ainult FTTH-tehnoloogiat kasutava gigabitise lairibainfrastruktuuri ehitamise maksumuse analüüs Häälestamise faas koos Hankijaga		■	■	■																
2.1.1. Ainult FTTH-tehnoloogiat kasutava gigabitise lairibainfrastruktuuri ehitamise maksumuse analüüs Testfaas				■	■															
2.1.1. Ainult FTTH-tehnoloogiat kasutava gigabitise lairibainfrastruktuuri ehitamise maksumuse analüüs Testfaasi tagasiside						■														
2.1.1. Ainult FTTH-tehnoloogiat kasutava gigabitise lairibainfrastruktuuri ehitamise maksumuse analüüs Modelleerimine							■	■												
2.1.2. 5G FWA (5G fikseeritud traadita juurdepääsu) turutõrkepiirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu maksumuse analüüs			■	■																
2.1.2. 5G FWA (5G fikseeritud traadita juurdepääsu) turutõrkepiirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu maksumuse analüüs				■	■															
2.1.2. 5G FWA (5G fikseeritud traadita juurdepääsu) turutõrkepiirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu maksumuse analüüs					■	■	■													
2.1.2. 5G FWA (5G fikseeritud traadita juurdepääsu) turutõrkepiirkondade tuvastamine, RG FWA põhitaristu maksumuse analüüs								■	■											
2.1.3. Ristanalüüs. Piirkondade määramine, kus on kuluefektiivsem, kas FTTH või 5G FWA tehnoloogia kasutamine										■	■	■								
2.1.4. Piirkonnad, kus FTTH lairiba infrastruktuuri ehitamise maksumus on kuni 3,000€/5,000€ aadressi kohta, piirkondade analüüs, kus oleks mõistlik kasutada satelliitühendusi													■	■	■					
2.1.5. Avalikult kasutatava kaardirakenduse loomine Andmete ettevalmistamine					■	■	■	■												
2.1.5. Avalikult kasutatava kaardirakenduse loomine Analüüs							■	■	■	■										
2.1.5. Avalikult kasutatava kaardirakenduse loomine Kaardi arendus, testimine ja üleandmine										■	■	■	■							
2.1.6. Hinnang ja ettepanekud toetuse määramise mudeli kohta									■	■	■	■	■							
Lõppdokumentatsiooni koostamine ja avaliku esitluse ettevalmistus															■	■	■			

Eeldame, et üldine tööperiood on 16 nädalat, mis on 2024. aasta märtsi lõpp – 2024. aasta juuli lõpp.

Avalikku üritust saab vajadusel korraldada ka väljaspool seda ajakava, arvestades Hankija kalendripiiranguid.

## 2.7 Pakkumise kehtivus

Pakkumine kehtib kuni 05.06.2024