

.....
Teadus- ja arendusosakond
Kaitseministeerium

10.10.2016

TAOTLUS

Kaitsealase teadus- ja arendusprojekti lähteülesanne.

Teadus- ja arendusprojekti nimetus:

„Tuuleparkide mõju hindamine radarite ja raadiosüsteemide töövõimele“.

Projekti eesmärk: Piirangute/kriteeriumite määramine tuulegeneraatoritele ja tuuleparkidele kiirgusväljal mõjude vähendamiseks ning radarite ja raadiosüsteemide töövõime säilitamiseks.

Teadus- ja arendusprojekt koosneb järgmistest osadest:

1. Reaalsete kiirgusvälja andmete kogumine:
 - 1.1. . kiirgusspektri mõõtmised väljas- ja seespool tuulegeneraatori ja tuulepargi piiranguala (Vastu võetud 26.06.2015 nr 16 „Riigikaitse ehitise töövõime kriteeriumid, piirangute ruumiline ulatus ja andmed riigikaitse ehitise töövõimet mõjutavate ehitiste kohta“.)
 - 1.2. Kitsas- ja lairiba kiirgusallikate otse ja peegeldunud kiirgussignaali mõõtmised väljas- ja seespool piiranguala;
 - 1.3. Kiirgusallikate signaalisageduste summa- ja vahe ning kordsete interferentskomponentide mõõtmine;
 - 1.4. Otse- ja peegeldunud kiirgusenergia dopplersignaali sagedusnihe mõõtmine väljas- ja seespool piiranguala;
 - 1.5. Otse- ja peegeldunud kiirgussignaali faasinihe mõõtmine.
 - 1.6. Mõõtmised viia läbi järgmistes tuuleparkides: Narva tuhavälja tuulepark, Viru-Nigula tuulepark, Vanaküla tuulepark, Aidu tuulepark.
 - 1.7. Mõõtmiste ajakava kooskõlastada tellija esindajaga.
2. Tuulegeneraatori ja tuulepargi raadiotehnilise levi teoreetilise mudeli koostamine.
3. Reaalsete kiirgusvälja mõõteandmete ning tuulegeneraatori ja tuulepargi teoreetilise mudeli andmete analüüs.
4. Kokkuvõtte kiirgusväljal toimunud reaalsete mõõtmiste ning teoreetiliste arvutuste ja analüüsi tulemustest.
5. Järeldused, millised on olemasolevate tuulegeneraatorite ja tuulepargi konstruktsioonelementidest ja katematerjalide parameetritest tulenevad häiringu põhjustajad.

6. Ettepanekud olemasolevate tuulegeneraatorite ja tuuleparkide kiirgusvälja mõõtmiste analüüsi ja järelduste alusel piirangute loomiseks planeeritavatele elektrituulikutele ja tuuleparkidele.
7. Tuulegeneraatori ja tuulikupargi kiirgusvälja üldistatud piirangute määramise meetoodika loomine difraktsiooni tsoonist lähtuvalt.
8. Kiirgusvälja mõõtmiste ning tulemuste analüüsil viia läbi:
 - 8.1. Tuulegeneraatori ja tuulepargi konstruktsioonelementide ning katematerjalide alusel teoreetilise ekvivalentse peegelduspindala (RCS) määramine ning Hertzi dipoolantenni mõjude hindamine;
 - 8.2. Kiirgusvälja mürade määramine: a) looduslik (teoreetiline) öö ja päeva muutumisest põhjustatud müratase; b) olemasolevate (reaalsete) kiirgusallikate müratase; c) elektrituuliku ja tuulepargi töötamisel ja labade paigalseisul suurenenud kiirgusvälja müratase.
 - 8.3. Mõõtmiste juures fikseerida meteotingimused.
9. Kiirgusväljal toimunud mõõtmise analüüsi järeldused:
 - 9.1. Signaal- ja mürataseme (s/n) vähenemisest põhjustatud avastusvõime langus;
 - 9.2. Interferentsignaalist ja virtuaalsignaalist põhjustatud valede signaalide tuvastus- ning suunamääramise täpsuse kriitiline vähenemine.
10. Kiirgusväljal toimunud praktiliste mõõtmiste ning teoreetiliste arvutuste analüüsi alusel ettepanekud:
 - 10.1. Tuulegeneraatori ja tuulepargi konstruktsioonelementidest (geomeetrised mõõtmised) ning materjalide parameetrid ning paigalduse asukohast piirangud difraktsiooni tsoonist lähtuvalt;
 - 10.2. Olemasolevate tuulegeneraatori ja tuuleparkide kiirgusvälja mõõtmiste analüüsi ja järelduste alusel piirangud planeeritavatele tuulegeneraatoritele ja tuuleparkidele.
11. Projektiga seotud võimearenduse valdkond:

Paigaldatud tuulegeneraatorite konstruktsioonelementide ja materjalide elektromagnetlainete peegeldumis- ja neeldumis parameetrite analüüsi alusel hinnangu andmine mõjudest radaritele ja raadiosüsteemidele ning sünteesi tulemuste esitamine kahjulike mõjude vähendamiseks. Tuuleparkide mõju hindamisel kiirgusväljale lähtuda lähiriikide (Soome Vabariik, Läti Vabariik, Rootsi Kuningriik, Vene Föderatsioon) kommertsraadiosüsteemide ja kaitseotstarbeliste raadiosüsteemide kiirgusväljast.
12. Seotus riigikaitse arengukava ja Kaitseministeeriumi arengukava arendusühikuga: Radarite ja raadiosüsteemide sensorite abil eelhoiatusvõime säilitamine suurenenud arvuga energiatuulikute mõjualas.
13. Uuringu- (sh testid ja katsetamised), arendus- ja teadusprojekti kirjeldus:
 - 13.1. võimelünga/probleemi sõnastus: Tuulegeneraatori mõju radaritele ja raadiosüsteemidele (pimealad, suurenenud kiirgusmüra, valesihtmärgid, jne);
 - 13.2. põhi- ja alaeesmärgid (sh pädevuse kasv) jagatud alljärgnevateks etappideks:
 - 13.2.1. esimeses etapis:
 - 13.2.1.1. Olemasolevate tuulegeneraatoritüüpide ja tuuleparkide tehniliste andmete ja parameetrite alusel kiirgusmõjude kontrollmõõtmine (sagedusvahemikus 2,0 MHz kuni 25 GHz) difraktsiooni tsoonis ning võrdlus kiirgusväljaga väljaspool difraktsiooni tsooni;

- 13.2.1.2. Ekvivalentse peegelduspindala (RCS) mudeli koostamine, arvestades madalamatel sagedustel (alates 2,0 MHz) passiivse peegeldi (Hertzi dipooli) maanduskontuuri elementidest moodustava antenni efekti mõjudega;
- 13.2.1.3. Elektrituuliku konstruktsiooni erinevate elementide: tuuliku labade, gondli ning masti radari efektiivse peegelduspinna (RCS) vähendamise võimaluste väljaselgitamine, kiirgusneelduvate materjalide kasutamisel;

13.2.2. teises etapis:

- 13.2.2.1. Perspektiivsete tuulegeneraatorite tüüpide ja tuuleparkide kiirgussignatuuride (RCS ja Hertzi dipoolantennide) mudelite alusel kiirgusvälja mõjude simuleerimine. (väljatöötatud elektrituulikute erinevate katematerjalide ja konstruktsiooniliste muudatuste parameetrite labori ja polügooni testid);
- 13.3. ajaraamid: vaheetappide tähtajad lepitakse kokku projekti alustamisel. kaitsealase teadus- ja arendusprojekt lõpparuande esitamise tähtaeg **august 2017**(p 13.2.1.3);
- 13.4. teostamise (vahe)möödikud: Tehniliste parameetrite mõõtmine mõõtelaborites ning mõõtekambrites; välikatsetused toimuvad olemasolevates tuuleparkides. Võtta aluseks olemasolevate tuulegeneraatori ja tuulepargi projektdokumentatsioonide andmed;
- 13.5. võimearendaja poolne tugi: Vajadusel toetab teadusarendusprojekti täitmist kaitseväge ArcGis kaarditarkvaraga;
- 13.6. väljundid, kasu, võimalik rakendamine: Projekti väljund/tulem riigikaitseliste radarite ja raadiosüsteemide töövõime säilitamine.
- 13.7. Kaitseväge esindajatel on õigus olla mõõtmiste juures

14. Teadus- ja arendusprojekti etappide arendused.

- Tuuleparkide mõju hindamisel kiirgusväljal töötavatele kommerts- ja kaitseväge raadiosüsteemidele on otstarbekas ja põhjendatud piiritleda kiirgusväli teadusarendustegevuses: 1. sagedusvahemik 2,0 MHz kuni 1 GHz sidesüsteemidele ning 2. sagedusvahemik 1,0 GHz kuni 25 GHz radar- ja sidesüsteemidele.
- 14.1. Keskkonna tingimused väljaspool difraktsiooni tsooni: erinevates aastaaja ning maastiku tingimustes määrata looduslik elektromagnetiline kiirgusfoon (sagedusalas 2,0 MHz kuni 25,0 GHz) tuulepargi piirkonnas kuid difraktsiooni tsoonist kaugemal;
 - 14.2. Kiirgusvälja tingimused elektrituuliku(pargi) difraktsiooni tsoonis: määrata tuulepargi poolt tekitatud kunstlik/tehislik interferents- ning *Doppleri* signaalide tase. Kiirgusvälja mõõtmised viia läbi sagedusvahemikus 2,0 MHz kuni 1,0 GHz ning 1,0 GHz kuni 25,0 GHz;
 - 14.3. Projekteeritavad elektrituuliku(pargi) konstruktsiooni elemendid kiirgusväljas: tuulegeneraatori konstruktsiooni-elementide alusel määrata ekvivalentse peegelduspindala (RCS) mudel ning madalamatel sagedustel alates 2,0 MHz vaadelda Hertzi dipoolina kui passiivset kiirgussignaali peegeldit. Määrata sagedusalas 2,0 MHz kuni 25,0 GHz hajupindala vähendavate tehniliste lahenduste ja materjalide efektiivsus.

15. Nõuded testimiseks või katsetamiseks:

Juhinduda väljatöötatud testimise ja mõõtmise meetodikatest:

- 1) Rahvusvaheliselt kinnitatud energiatuulikutele IEC 61 400 sertifikaadi määratletud nõuetega tuuliku üksikutele elementidele;

- 2) Rahvusvahelise Telekommunikatsiooni Ühingu (ITU) soovitus ITU-R BT.1893-1 (10/2015) „Assessment methods of impairment caused to digital television reception by wind turbines“;
- 3) ITU-R SM.2212 (06/2011) „Impact of power line telecommunication systems on radiocommunication systems operating in the VHF and UHF bands above 80 MHz.

Mõõtmistel lähtuda tuulepargi piirkonnas lähiriikide kommerts- ja kaitseväge radari- ja raadiosüsteemide kiirgusväljast.

16. Piirangud

- 16.1. riigisaladuse kaitse:
kooskõlas kehtiva Riigisaladuse ja salastatud välisteabe kaitse korraga;
- 16.2. toetus projekti elluviimisele:
vajadusel nõustab kaitsevägi erialase ekspertiisiga;
- 16.3. muud piirangud:
lepitakse kokku projekti käigus.

17. Projekti tulemid:

- a. Labori- ja välikatsetuste vahetulemuste kohta esitada kontrollmõõtmiste protokollid ning projekti vahearanded, märkides ära mõõtemetoodika ja kasutatud mõõtmisvahendid vastavalt ajagraafikule punktis 13;
- b. Esitada elektromagnetilise raadiokiirguse neelduvusmaterjalide näidiste mõõtmiste parameetrid ning mõõtemetoodika tuulegeneraatorite katmiseks etappides 1 ja 2;
- c. Välikatsetuste tulemused tuulepargi ja kaitseväge raadiosüsteemide koostoimimisel etappides 1 ja 2.

18. Võimalikud projektis osalejad:

- 18.1. võimearendaja poolne osaleja projektimeeskonnas (lõppkasutaja esindaja) kapten Lembit Mitt ja kapten Mihkel Lohk;
- 18.2. võimearendaja poolne hinnangu ja kooskõlastuse andja projektile, vahearannetele ja lõpparuandele kapten Alar Kalmus, vajalikke volitusi omav projekti koordinaator teadusnõunik, Lembit Kulmar.

Lähteülesande koostaja:

Ants Kiviselg
major
vanemstaabiohvitser