



Liikenne- ja  
viestintäministeriö

# Seuranta- järjestelmien tekniikka

155 MHz:n taajuusalueen käyttöönotto

Liikenne- ja viestintäministeriön

visio

Hyvinvointia ja kilpailukykyä hyvillä yhteyksillä

toiminta-ajatus

Liikenne- ja viestintäministeriö edistää väestön hyvinvointia ja elinkeinoelämän kilpailukykyä. Huolehdimme toimivista, turvallisista ja edullisista yhteyksistä.

arvot

Rohkeus

Oikeudenmukaisuus

Yhteistyö



Julkaisun päivämäärä

26.4.2011

Julkaisun nimi

Seurantajärjestelmien tekniikka, 155 MHz:n taajuusalueen käyttöönotto

Tekijät

Dipl.Ins. Juha Ristilä

Toimeksiantaja ja asettamispäivämäärä

Liikenne- ja viestintäministeriö 1.11.2010

Julkaisusarjan nimi ja numero

Liikenne- ja viestintäministeriön  
julkaisuja 20/2011

ISSN (verkkajulkaisu) 1795-4045

ISBN (verkkajulkaisu) 978-952-243-245-2

URN [http://urn.fi/URN:ISBN: 978-952-243-245-2](http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-245-2)

HARE-numero

Asiasanat

seurantajärjestelmä, jäljitysjärjestelmä, koiratutka

Yhteyshenkilö

Maaret Suomi

Muut tiedot

Tiivistelmä

Metsästäjä voi seurata koiransa liikkeitä maastossa, kun koiran kaulapannassa on pieni GPS-vastaanotin. Paikannussatelliittien perusteella saatu paikkatieto lähetetään radioteitse metsästäjän vastaanottimeen. Radiotienä voidaan käyttää kännykkäverkkoa. Vaihtoehtoisesti voidaan käyttää suoraa radiotaajuutta. Tähän tarkoitukseen on käytettävissä mm. 138 ja 433 MHz:n luvasta vapaat taajuuskaistat.

Viestintävirasto on valmistellut vuodesta 2009 radiotaajuusmääräys 4:n muutosta, jolla vapautettaisiin seurantajärjestelmien käyttöön 6 uutta taajuutta 155 MHz:n alueelta. Muutosta on vastustettu mm. taajuuksien riittämättömyyteen vedoten. Syntyneessä tilanteessa ministeriö kehotti Viestintävirastoa poistamaan 155 MHz:n alueen ehdotuksestaan. Samalla ministeriö nimitti dipl.ins. Ristilän selvittämään 155 MHz:n alueen soveltuvuutta seurantajärjestelmien käyttöön.

Selvitystyön tuloksena ei löytynyt teknisiä perusteita 155 MHz:n taajuusalueen sopimattomuudelle. Erityisesti tarkasteltiin kuuden taajuuden riittävyttä käytännön tilanteissa.



Publikationsdatum	
26.4.2011	
Publikation	
Lokaliseringssystem med direkt radiokontakt på frekvensområdet 155 MHz	
Författare	
Dipl. ing. Juha Ristilä	
Tillsatt av och datum	
Kommunikationsministeriet 1.11.2010	
Publikationsseriens namn och nummer	ISSN (webbpublikation) 1795-4045 ISBN (webbpublikation) 978-952-243-245-2 URN <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-245-2">http://urn.fi/URN:ISBN: 978-952-243-245-2</a> HARE-nummer
Kommunikationsministeriets publikationer 20/2011	
Ämnesord	
lokaliseringssystem, pejling, hund-GPS, spårning	
Kontaktperson	Rapportens språk
Maaret Suomi	finska
Övriga uppgifter	
Sammandrag	
<p>GPS-systemet utnyttjas numera allmänt vid jakt med hund i de nordiska länderna. En jägare kan enkelt följa sin hunds rörelser i terrängen då man fäster en GPS-sändare vid hundens halsband. Den information lokaliseringssatelliterna samlar in skickas genom radiosignaler till jägarens mottagare. Mobiltelefoninätet duger bra till detta. Alternativt används direkt radiokontakt på frekvensområdena 138 MHz eller 433 MHz.</p> <p>På kommunikationsverket har man sen år 2009 förberett en ändring av Radiofrekvensföreskrift 4. Härmed skulle man frigöra 6 nya kanaler vid frekvensområdet 155 MHz. Man har motsatt sig förändringen bl.a. med hänvisning till att det kan bli brist på radiokanalerna i det nya frekvensområdet.</p> <p>Till följd av situationen som uppstått har ministeriet uppmanat Kommunikationsverket att stryka frekvensområdet 155 MHz från sitt reformförslag. Härmed har ministeriet utnämnt dipl.ing. Juha Ristilä att utreda huruvida frekvensområdet 155MHz lämpar sig för ändamålet.</p> <p>Utredningens resultat visar att man inte kan påvisa några tekniska grunder enligt vilka frekvensområdet 155 MHz kunde påstås vara olämpligt för ändamålet. Inom ramen för utredningen har man speciellt tagit fasta på att utreda huruvida dessa sex radiokanaler inom frekvensområdet har tillräcklig kapacitet för det avsedda ändamålet.</p>	



Date	
26 April 2011	
Title of publication	
GPS based dog tracking systems using 155 MHz band for data transmission	
Author(s)	
Dipl. Eng. Juha Ristilä	
Commissioned by, date	
Ministry of Transport and Communications 1 November 2010	
Publication series and number	ISSN (online) 1795-4045 ISBN (online) 978-952-243-245-2 URN <a href="http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-243-245-2">http://urn.fi/URN:ISBN: 978-952-243-245-2</a> Reference number
Publications of the Ministry of Transport and Communications 20/2011	
Keywords	
tracking system, dog tracking	
Contact person	Language of the report
Ms. Maaret Suomi	Finnish
Other information	
Abstract	
<p>GPS based hunter dog tracking is commonly used in the Nordic countries. The dog carries a special GPS collar, which contains a GPS receiver and a data transmitter for sending location data to a hunter's receiver. Mobile phone SMS messages or GPRS data is used for the dog to hunter transmission. As an alternative also direct transmission (without mobile phone technology) is used. For this purpose the 138 and 433 MHz license free frequency bands are used.</p> <p>Finnish Communications Regulatory Authority (FICORA) started in 2009 a process to amend the Radio Frequency Regulation No. 4 to allow six new frequencies on the 155 MHz band for tracking data transmission. The proposal was opposed mainly because the number of channels (six) was considered to be low. The proposal was put to a hold, and the Ministry of Transport and Communication started this study.</p> <p>As a result of this study no technical reason was found, why the six frequencies on the 155 MHz band could not be allowed. The data capacity of the six frequencies was found to be high enough for the studied use cases.</p>	

## Esipuhe

Useimmat perinteisistä metsästyksessä koirien seurantaan käytettävistä tutkista toimivat luvasta vapaiden radiolähettimien yhteistaajuuksilla. Luvasta vapautettujen laitteiden taajuudet ovat pääsääntöisesti harmonisoitu tähän tarkoitukseen ja vapautettu luvanvaraisuudesta koko Euroopassa. Eläinten seurantatarkoituksiin on nykyään saatavilla myös matkaviestinverkkoja hyödyntäviä seurantalaitteita ja GPS:ään perustuvia laitteita, jotka käyttävät tiedonsiirtoon yksityisten radioverkkojen ominaisuuksia. Näiden viimeksi mainittujen laitteiden taajuudet eivät kuitenkaan ole Euroopassa tähän tarkoitukseen harmonisoituja taajuuksia eivätkä Suomessa seurantalaitteiden käyttöön osoitettuja taajuuksia.

Erityisesti 155 MHz:n taajuuksilla toimivia laitteita kohtaan on osoitettu viime vuosina suurta kiinnostusta. Taajuusalueen käyttöönoton on nähty edistävän yhteispohjoismaisen laitekannan syntyä ja laitteiden kehitystä. Toisaalta on esitetty huoli taajuuksien riittävydestä kyseiseen käyttöön.

Liikenne- ja viestintäministeriö asetti dipl.ins. Juha Ristilän selvittämään mahdollisuuksia ottaa 155 MHz:n taajuusalue seurantajärjestelmien käyttöön. Ministeriö kiittää Juha Ristilää ansiokkaasta työstä.

Maaret Suomi  
lainsäädäntöneuvos

## Sisällysluettelo

1.	Johdanto .....	2
2.	Seurantajärjestelmien tilanneanalyysi .....	2
2.1	Radiotaajuuksien tilanneanalyysi .....	5
2.1.1	Käyttäjien tarpeet .....	6
2.1.2	Siirrettävät viestit .....	6
3.	Yhteenveto .....	7

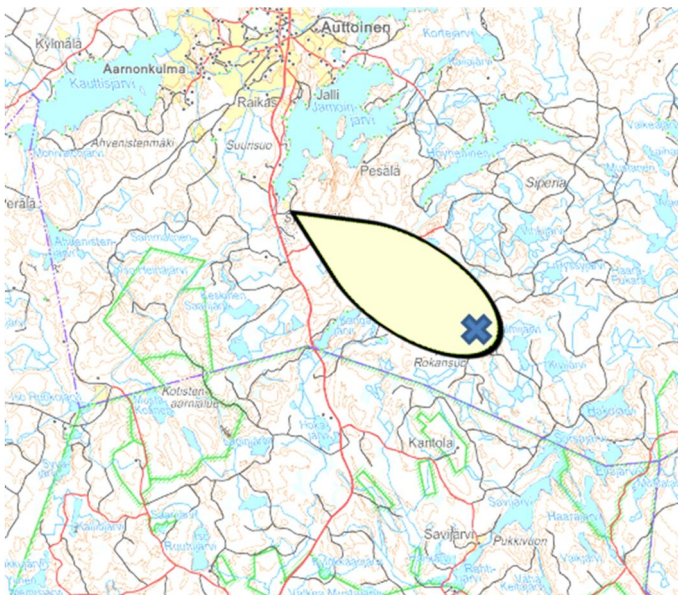
## 1. Johdanto

Tämä on Liikenne- ja viestintäministeriön asettaman selvityshenkilön raportti. Ministeriö asetti minut 1.11.2010 selvittämään 155 MHz:n taajuusalueen uusia mahdollisia käyttötarkoituksia.

Viestintävirasto on pyytänyt 15.10.2009 lausuntoa kuuden taajuuden osoittamisesta 155 MHz:n taajuusalueelta myös seurantajärjestelmien käyttöön. Saaduissa lausunnoissa ehdotusta osin kannatettiin ja osin vastustettiin. Tämä raportti on osa ministeriössä suoritettua asian selvitystyötä. Tässä raportissa käsitellään mm. alkuperäisellä lausuntokierroksella saatujen vastustavien kommenttien teknisiä perusteita.

## 2. Seurantajärjestelmien tilanneanalyysi

Suomalainen laitevalmistaja Tracker Oy on merkittävä seurantajärjestelmien uranuurtaja paitsi Suomessa myös kansainvälisesti. Yritys on suunnitellut ja valmistanut seurantajärjestelmiä vuodesta 1977 alkaen. Koko ajan seurantajärjestelmien tärkein käyttäjäryhmä on ollut metsästäjät. Metsästyskoiran lähtiessä seuraamaan saaliseläintä metsästäjällä on tarve pystyä seuraamaan koiran liikkumista maastossa. Aluksi metsästyskoiraa seurattiin vastaanottimella, jossa oli suuntaava antenni (Kuva 1).



Kuva 1. Suuntimiseen perustuvan seurantajärjestelmän toimintaperiaate. Pisananmuotoinen kuvio on vastaanottimen antennin suuntakuvio. Vastaanotin on pisarakuvion terävässä päässä. Seurattava koira on merkitty X:llä. Kääntämällä vastaanottoantennia siten, että vastaanotettu signaali on mahdollisimman voimakas, saadaan selville koiran suunta, mutta ei sen etäisyyttä.

Kuvan 1 mukaisessa seurantajärjestelmässä koiran kaulapantaan on kiinnitetty pieni radiolähetin, joka lähettää katkottua kantoaaltoa (ASK-modulaatio). Jos seurattavia koiria on useita, jokainen koira tarvitsee oman taajuutensa. Metsästäjä valitsee suuntaavasta vastaanottimestaan oman koiransa taajuuden. Varmuutta siitä, että seurataan oikeaa koiraa, lisätään sillä, että lähettimen kantoaaltoa katkotaan jollakin tunnistettavalla tavalla. Tracker Oy on käyttänyt alusta asti lähettimissä taajuuksia, jotka ovat 230 - 231 MHz:n alueella. Tämä alue varattiin 1990-luvun lopulla muuhun käyttöön. Tilalle löytyi uutena taajuusratkaisuna 138 MHz:n alue, mikä on edelleen nykyisin seurantajärjestelmien käytössä. Vuoden 2011 tammikuussa Tracker Oy myi perinteisen



suuntimisperiaatteella toimivan tekniikkansa amerikkalaiselle Radio Systems Corporationille.

Kaikki nykyisin käytössä olevat seurantajärjestelmät perustuvat GPS-satelliittien käyttöön (GPS, Global Positioning System). Koiran kaulapannassa tai valjaassa on GPS-vastaanotin. Vastaanottimesta saatava paikkatieto välitetään radioteitse metsästäjän laitteeseen. Tällä periaatteella toimiva seurantajärjestelmä näyttää metsästäjälle koiran sijainnin karttapohjalla.

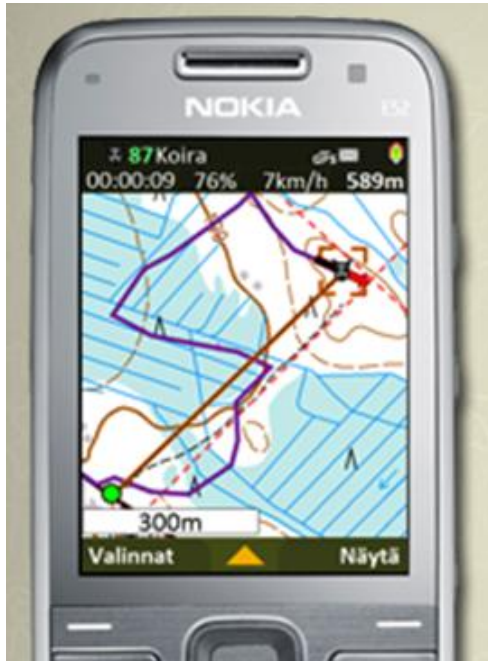
Paikkatiedon siirtoon koiralta metsästäjälle on käytössä kaksi vaihtoehtoista tekniikkaa:

1. Paikkatieto välitetään GSM-verkon kautta, kuvat 2 ja 3. Koiran kaulapannassa on GSM-moduuli SIM-kortteineen. Metsästäjä käyttää navigointitoiminnolla varustettua GSM-puhelinta, johon koiran pannasta lähetetään riittävän usein päivitetty paikkatieto. Käyttäjiltä saadun palautteen mukaan järjestelmä toimii hyvin. Koiran sijainnin voi nähdä jopa satojen kilometrien päästä. Huonoina puolina pidetään sitä, että SIM-kortista seuraa maksu teleoperaattorille, sekä että GSM-tukiasemaverkko ei ole käytännössä täysin kattava.

2. Paikkatieto välitetään suoraan koiran kaulapannassa olevasta radiolähtimestä metsästäjän vastaanottimeen, joka voi olla esim. lisävastaanottimella varustettu navigaattori, kuva 4. Tällä ratkaisulla ei ole edellisessä kohdassa mainittuja heikkouksia (maksut teleoperaattorille ja tukiasemien puute). Tukiasemia ei tarvita, mutta niiden puute rajoittaa radioyhteyden pituutta. Lähettimen teho on pieni ja sekä lähetin että vastaanottimet ovat matalalla. Lisäksi molempien antennien tehokkuus on vaatimaton. Tämän raportin aiheena oleva 155 MHz:n taajuusalueen käyttö liittyy tämän 2. periaatteen mukaiseen paikkatiedon siirtoon radioyhteydellä.



Kuva 2. Koiran kaulapanta, johon on kiinnitetty laitekotelo, joka sisältää GPS-vastaanottimen, GSM-moduulin ja akun. (Tracker Oy)



Kuva 3. GSM-puhelin, johon on lisätty uutena käyttösovellutuksena seurantajärjestelmä. Koiran kulkema reitti ja nykyinen paikkatieto on lähetetty GSM-verkon kautta koiran kaula-pannan laitteesta tähän puhelimeen. (Seurantajärjestelmä: Tracker Oy)



Kuva 4. Seurantajärjestelmä, joka välittää paikkatiedon koiran kaulapannan laitteesta modifioituun navigaattoriin. Navigaattoria voidaan käyttää myös ilman seuranta-järjestelmää. Vasemmalla oleva lyhyempi antenni on GPS-vastaanottoon. Oikealla oleva pidempi antenni ottaa vastaan radioviestit suoraan koiran pannaan lähettimestä ilman tukiasemia tai GSM-järjestelmää. (Garmin)

## 2.1 Radiotaajuuksien tilanneanalyysi

Radiotaajuuksista ja telelaitteista annetun lain (1015/2001) mukaan "Viestintävirasto määrää radiotaajuuksien käytöstä eri käyttötarkoituksiin ottaen huomioon radiotaajuuksien käyttöä koskevat kansainväliset määräykset ja suositukset. Määräyksissä on oltava tiedot taajuusalueen käyttötarkoituksesta sekä tärkeimmistä radio-ominaisuuksista, jotka taajuusaluetta käyttävän radiolaitteen on täytettävä". Tämän lainkohdan perusteella Viestintävirasto on julkaissut määräyksen 4L/2009 M. Määräyksen liitteenä 1 olevassa taajuusjakotaulukossa viitataan Viestintäviraston määräykseen 15 (15Z/2009 M), jossa määritellään seurantajärjestelmille soveltuvat lähettimen taajuudet ja lähetteen radiotekniset ominaisuudet.

Taulukko 1. Seurantajärjestelmissä käytettävät taajuudet ja lähetteen radiotekniset ominaisuudet. (Viestintävirasto 15Z/2009 M, Luvasta vapaiden radiolähettimien yhteistaajuuksista ja käytöstä). Lisärajoituksena on toimintasuhde rajattu 10 %:iin tai vieläkin pienemmäksi.

Taajuusalue	Kanavien määrä	Sallittu lähetysteho, ERP <sup>x)</sup>
138,200 - 138,450 MHz	20	500 mW
433,050 - 434,790 MHz	139	25 mW
863,000 - 870,000 MHz	osakaistoilla 10	25 mW

<sup>x)</sup> ERP, Equivalent Radiated Power, säteilevä teho

Taulukossa 1 esitetyt taajuudet eivät ole EU:ssa eivätkä Suomessa erityisesti määrätty pelkästään seurantajärjestelmien käyttöön, vaan ne kuuluvat EU:ssa ryhmään "Short Range Devices, SRD" ja Suomessa vastaavasti ryhmään "Yleiset lyhyen kantaman radiolaitteet". Muitakin taajuuksia on mahdollista käyttää, mutta taulukossa 1 luetellut taajuudet ovat etusijalla, koska näillä taajuuksilla sallittu lähetysteho on suurempi kuin muilla taajuuksilla. Seurantajärjestelmässä käytettävän koiran lähettimen teho on tärkeä tekijä radioyhteyden syntymisessä. Radioyhteyden syntymistä vaikeuttaa se, että lähetin- ja vastaanottoantenni ovat matalalla. Lisäksi metsästysmaastossa koira saattaa olla maaston painaumassa, joka entisestään vaikeuttaa yhteyden syntymistä. Mahdollisimman korkea lähetysteho parantaa radioyhteyden onnistumisen todennäköisyyttä. Toisaalta koiran mukana ei voida kuvitella kulkevan kovinkaan tehokasta akkua tai muuta energialähdettä.

Taulukossa 1 luetelluista taajuusalueista toinen ja kolmas ovat EU:ssa harmonisoituja radiotaajuuksia, eli ne on nimetty tarkoitukseensa ja vapautettu luvasta koko Euroopassa. Sen sijaan ensimmäinen taajuusalue ei ole harmonisoitu. Laittevalmistajan etu on tuotteen mahdollisimman suuri markkina-alue, joten harmonisoitujen taajuuksien käyttö on selvä etu valmistajalle (ja lopulta myös käyttäjälle).

Taulukosta 1 olevien taajuuksien lisäksi Viestintäviraston määräyksessä 15 on yksi seurantajärjestelmille sopiva taajuusalue ryhmässä "Pienitehoiset valvonta- ja hälytyslaitteet sekä turvapuhelimet". Taajuusalue 169,4000 - 169,4750 MHz on nimetty jäljitysjärjestelmille ja suurin sallittu lähetysteho on 500 mW ERP. Jos käytössä on 12,5 kHz:n kanavarasteri, taajuuksia on 6.

### 2.1.1 Käyttäjien tarpeet

Valtaosa seurantajärjestelmistä hankitaan metsästyskoiran seuraamiseen. Selvityshenkilön tehtävässä olen kuullut myös muista toteutuneista tai suunnitteilla olevista käyttökohteista. Merivartiosto käyttää jo tällä hetkellä seurantajärjestelmiä. Virkatehtävissä käytetään etsintäkoiria, joiden liikkeitä halutaan seurata.

Suunnistuskilpailuja on yritetty muuttaa enemmän yleisöystävällisiksi näyttämällä kilpailijoiden etenemistä reitillään tulostaululla seurantajärjestelmän avulla. Tracker Oy on yhdessä Metsästäjien Keskusjärjestön (MKJ) kanssa asettanut tavoitteeksi, että turvallisuussyiden takia kaikki metsästäjät ja koirat olisivat mukana seurannassa. Seurattaviksi on esitetty myös lähes kaikkia liikkuvia kohteita kuten ajoneuvoja, lapsia, vanhuksia tai lemmikkieläimiä yleensä.

Suomessa on viimeisen 10 vuoden aikana rekisteröity yli 50.000 metsästysrotuista koira. Arviolta seurantajärjestelmä on käytössä yli 30.000 metsästyskoiralle. Pääsääntöisesti metsästäjä seuraa yhtä kohdetta, oman koiransa liikkumista maastossa. Poikkeuksellisesti yksi metsästäjä saattaa seurata muutamaa koira. Voidaan olettaa, että jahtitapahtumassa on käytössä enimmillään seurantajärjestelmiä yhtä monta kuin on koiria. Lukumäärä voi olla käytännössä useita kymmeniä samanaikaisesti seurattavia koiria. Käyttämässäni mitoitusmallissa on 20.000 ha:n alue, jossa on jahdin aikana 200 metsästäjää ja 40 koira.

155 MHz-alueella tulee mahdollisesti käyttöön kuusi taajuutta. Riittääkö niiden tarjoama siirtokapasiteetti? Vastaus riippuu oleellisesti tavasta, jolla viestit lähetetään. Käsittelen aihetta tarkemmin seuraavassa kappaleessa.

### 2.1.2 Siirrettävät viestit

Seurantajärjestelmien radioliikenne muistuttaa tekstiviestien lähettämistä. Kun käytössä on GSM-perusteinen seurantajärjestelmä, koira lähettää oikeastikin automaattisesti paikkatietonsa tekstiviestinä. Voidaan käyttää myös muuta dataliikennettä (General Packet Radio Service, GPRS). Suoraa radioyhteyttä käyttävissä seurantajärjestelmissä ei ole standardoitua tiedonsiirtoa. Käytössä on valmistajakohtaisia siirtomenetelmiä.

Kun kanavarasteri on 12,5 kHz, voidaan olettaa, että lähetteen kaistaleveys on 10 kHz. Modulaatio kannattaa valita niin, että vastaanotto onnistuu pienellä kohinaetäisyydellä. Tällainen modulaatio (esim. fast FSK tai QPSK) käyttää radiospektriä tehokkuudella 2 bps/Hz (bps, bits per second).

Paikkatiedon välittämiseen tarvitaan noin 10 tavua eli yhteensä 80 bittiä. Lisäksi halutaan mahdollisesti välittää muutakin tietoa, mm. ns. haukkutieto (haukkuuko, miten kauan on haukkunut, jne.) Tekstiviestin (SMS) maksimi pituus on 160 merkkiä (á 7 bit) eli 1120 bittiä, mikä voidaan olettaa kaikissa tapauksissa riittävän viestin pituudeksi.

Valitulla modulaatiolla voidaan 10 kHz:n kanavassa siirtää tietoa nopeudella 20 kbps. Viestin lähettäminen kestää tällöin 56 ms. Siirtonopeuteen vaikuttaa jonkin verran myös vastaanottimen lukittumisaika vastaanotettuun signaaliin. Lukkiutumisaika riippuu valitusta modulaatioista ja vastaanottimen toteutuksesta. Varmuuden vuoksi oletetaan arvio 4 ms. Käytännössä lukkiutuminen kannattaisi tehdä niin, että lähetyksen ensimmäinen merkki uhrataan tähän tarkoitukseen. Oletetaan, että yhden viestin vastaanottaminen kestää 60ms. Tämän jälkeen voidaan arvioida, miten suuri osa viesteistä osuu päällekkäin, jolloin toinen tai molemmat viestit jäävät tulematta perille. Jos olisi käytössä jokin järjestely, jolla lähettimien lähetysvuorot jaettaisiin hallitusti,

sekunnissa voitaisiin välittää 16 koiran tiedot. Kun lähetysten alkamishetkiä ei kontrolloida, joudumme arvioimaan viestien päällekkäisyyttä.

Oletetaan alueeksi 20.000 hehtaaria. Neliönmuotoisena alue on 14 x 14 km. Voidaan olettaa, että lähettimen kantomatka on 10 km ja kaikkien 40 koiran lähettimet kuuluvat tarkasteltavana olevassa vastaanottimessa. Oletetaan aluksi, että jokainen lähetin lähettää viestin 10 sekunnin välein. Sen välttämiseksi, että kaksi lähetintä aloittaisi aina samaan aikaan, muutetaan 10 sekunnin väliä satunnaisesti välillä 8 – 12 sekuntia. Törmäysten todennäköisyyttä voidaan arvioida laskemalla, millä todennäköisyydellä  $60 \text{ ms} \times 39$  osuu 10 sekunnin sisällä tiettyyn kohtaan. Vastaus on 0,234 eli törmäys tapahtuu keskimäärin joka neljännen viestin kohdalla. Harventamalla viestien väli 20 sekunniksi törmäysten todennäköisyys puolittuu, mikä lienee hyväksyttävä varmuustaso. Tulos vastaa hyvin Garminin ilmoittamaa samanaikaisten käyttäjien määrää, joka on 20. Esimerkkilaskun tulos voidaan muuttaa sellaiseen muotoon, että 20 lähettimellä ja 10 sekunnin viestien välillä törmäysten todennäköisyys on 0,117. Kaikki edellä olevat laskelmat perustuvat yhden taajuuden käyttöön.

Kuudella taajuudella voi samanaikaisten lähettimien määrä olla 120 olettaen 10 sekuntia viestien väliksi. Jos vaatimuksena on 200 metsästäjän seuraaminen, se onnistuu 5 taajuudella, jos viestien väli on 20 sekuntia tai enemmän. Valitsemalla riittävän pitkä aika viestien lähettämisen välille ehdotetut kuusi taajuutta 155 MHz:n alueella riittävät kaikkiin käytännön tarpeisiin.

### 3. Yhteenveto

Selvästi yleisin ja vaativin käyttö seurantajärjestelmille liittyy metsästykseseen. Metsästyskoiraa halutaan seurata. On ehdotettu myös, että turvallisuuden lisäämiseksi metsästäjien olinpaikkoja tulisi seurata.

Seurantajärjestelmien toiminta perustuu nykyään GPS-satelliiteista saatavaan paikkatietoon. Paikkatiedon siirtoon seurattavalta seuraajalle on kaksi toteutusvaihtoehtoa. Molempia voidaan käyttää erikseen yksin tai niitä voidaan käyttää rinnan. Yhtä seurattavaa voidaan myös seurata kahdella järjestelmällä samaan aikaan. GSM-puhelimen käyttö paikkatiedon siirtoon on ensimmäinen vaihtoehto. Sen huonona puolena pidetään käytön maksullisuutta ja mahdollisesti huonoa tukiasemaverkkoa metsästysalueella. Siksi myös toiselle ratkaisulle on tarvetta. Se perustuu suoraan radioyhteyteen seurattavan lähettimestä seuraajan vastaanottimeen. Valittavana on useita EU-alueella harmonisoituja taajuusalueita, joiden käyttöön ei tarvita käyttö lupaa. Sallitut tehot ovat tosin niin pieniä, että radioyhteys ei toimi metsämaastossa halutulla 10 km:n yhteysetäisyydellä täysin luotettavasti. Siksi Suomessa on käytettävissä myös luvasta vapaa 138 MHz:n taajuusalue, jossa sallittu lähetysteho on korotettu.

Ruotsissa, Norjassa, Tanskassa ja Virossa on käytössä myös vaihtelevasti 1 - 6 taajuutta 155 MHz:n alueella. Käyttökokemusten mukaan näillä taajuuksilla seurantajärjestelmät toimivat hyvin. Yhdellä taajuudella voi toimia samaan aikaan noin 20 järjestelmää. Tässä raportissa suoritettu teoreettinen tarkastelu tuotti samansuuntaisen tuloksen.

Viestintäviraston ehdotuksen mukaisten kuuden taajuuden käyttö 155 MHz:n alueella ei rajoita samanaikaisesti käytettävien seurantajärjestelmien määrää, vaikka kuuluvuusalueella olisi samanaikaisesti 200 seurantajärjestelmää. Seurantajärjestelmien toisilleen aiheuttamat häiriöt eivät ole täysin vältettävissä, mutta ne ovat hallittavissa (törmäysten todennäköisyys noin 10 %). Ehdotettujen kuuden taajuuden käyttö 155 MHz:n alueella parantaisi selvästi käyttäjien mahdollisuutta hyödyntää suoraa

radioyhteyttä käyttäviä seurantalaitteita GSM-yhteyttä käyttävien seurantajärjestelmien rinnalla.

HAASTATTELUT:

Yrjö Virtanen, Järvenpää, metsästäjä, haastattelu 15.1.2011

Hannu Lohi, Tracker Oy, haastattelu 24.1.2011

Mika Luukkanen, Suomenlahden Merivartiosto, haastattelu 15.2.2011

Jukka Salo, Länsi-Suomen Merivartiosto, haastattelu 22.3.2011