

Opinnäytetyö (YAMK)

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma

YTEJOS13

2017

Kimmo Komulainen

# TETRAVERKKOJEN YHTEENLIITTÄMISEN TARVE JA TEKNISET RATKAISUT

OPINNÄYTETYÖ (YAMK) | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Teknologiaosaamisen johtamisen koulutusohjelma

2017 | 45

Ohjaajat: Yliopettaja Osmo Eerola ja Markus Kujala Erillisverkot

Kimmo Komulainen

## TETRAVERKKOJEN YHTEENLIITTÄMISEN TARVE JA TEKNISET RATKAISUT

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Erillisverkot Oy. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää verkkovierailun mahdollisuus naapurivaltioiden kanssa. VIRVE:n eri viranomaiskäyttäjiltä kartoitettiin verkkovierailuominaisuuden tarvemäärää sekä toiminnan tarpeellisuutta.

Opinnäytetyössä kerrotaan TETRA-standardista, VIRVE-viranomaisverkosta sekä sen käyttäjiä. Käsitellään myös verkkovierailua, Ruotsin ja Norjan verkkovierailun projektia sekä Erillisverkkojen verkkovierailutestiä.

Opinnäytetyön tutkimus toteutettiin webropol-kyselynä VIRVE-pääkäyttäjryhmälle. VIRVE-pääkäyttäjryhmässä on eri organisaatioiden VIRVE:n käyttäjien asiantuntijat, joilla on paras tietotaito organisaationsa VIRVE-käytöstä.

Opinnäytetyön tuloksena toimeksiantaja saa tietoa verkkovierailun tarpeellisuudesta ja sen käytettävyydestä eri VIRVE:n viranomais- käyttäjryhmiltä. Päätelmänä voidaan todeta, että verkkovierailu on kaikkien VIRVE:n viranomaisten mielestä ajankohtainen.

ASIASANAT:

Verkkovierailu, testit, VIRVE

MASTER'S THESIS THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree programme in Technological Competence Management

2017 | 45

Instructor: Osmo Eerola, Principal Lecturer and Markus Kujala Erillisverkot

Kimmo Komulainen

## THE INTERCONNECTION NEED AND TECHNICAL SOLUTIONS IN TETRA NETWORK

The present master's thesis was commissioned by Erillisverkot Oy. The aim of the thesis is to determine the roaming possibilities with the neighbouring states. A survey was conducted among the different groups of authorities using VIRVE. The survey focused on the need for the roaming feature as well as on the extent to which it is necessary.

The thesis describes the TETRA standard, the VIRVE public authority network and its users. In addition, it discusses roaming, the roaming project with Sweden and Norway, as well as the roaming test of Erillisverkot Oy.

The study was carried out by conducting a Webropol-survey among the VIRVE administrator group. VIRVE administrator group comprises of the VIRVE expert users who have-, the best knowledge of how their respective organizations use VIRVE.

As a result of the present study, the sponsor gets information about the necessity and availability of network visits among different VIRVE public user groups. Finally, it can be concluded that all VIRVE authorities consider network visits relevant.

### KEYWORDS:

Roaming, testing, VIRVE

# SISÄLTÖ

<b>KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO</b>	<b>5</b>
<b>1 JOHDANTO</b>	<b>8</b>
<b>2 TETRA ISI JA VERKKOJEN YHDISTÄMINEN</b>	<b>10</b>
2.1 ISI ryhmäpuhelun migraatio ja paikallinen käyttäjä	19
2.2 ISI yksilöpuhelu migraatio ja paikallinen käyttäjä	19
2.3 Vertailumenetelmät TETRA-TETRA yhteentoimivuudesta	19
2.4 Norjan-Ruotsin ISI-verkot	20
2.5 RAKEL	21
2.6 NÖDNETT	21
2.7 TCCA ISI IOP määritteet 1-4 vaiheissa	26
<b>3 ISI TESTIT ERILLISVERKKOJEN TESTIKESKUSTEN VÄLILLÄ</b>	<b>27</b>
<b>4 KOHTI POHJOISMAISTA TETRA-VERKKOA</b>	<b>32</b>
4.1 Tutkimuksen toteutus	32
4.2 Kyselylomake ja aineiston hankinta	32
4.3 Kohderyhmä	33
4.4 Aineiston analyysi	33
4.5 Tutkimuksen tulokset	33
4.6 Päätelaitteet joihin voidaan päivittää ISI-palvelu	35
<b>5 JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>36</b>
5.1 Johtopäätökset kyselystä	36
5.2 Eri työryhmiin selvitettävät asiat	36
5.3 Esimerkki puheryhmärakenteesta FIN-SWE ISI	37
<b>6 YHTEENVETO</b>	<b>38</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>41</b>

## LIITTEET

- Liite 1 (1). Kysymykset VIRVEN pääkäyttäjärühmälle  
Liite 1 (2). Erillisverkkojen ISI testit

## KUVAT

Kuva 1. VIRVEN liittymäjakauma tammikuu 2012 (Yritysvastuuraportti 2012)	11
Kuva 2. TETRA-verkon rakenne (Penttinen 2006, 42)	13
Kuva 3. Inter-System Interface (Junttila.& Rantama. 2011, 68)	15
Kuva 4. Ruotsin ja Saksan ISI-testit 2010 (Mobileeurope 2010)	16
Kuva 5. Verkkovierailu kahden maan välillä (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)	17
Kuva 6. Verkkovierailu ryhmäpuhelu ilman migraatiota (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)	18
Kuva 7. Ilmarajapinta migraatio (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)	18
Kuva 8. Ryhmäpuhelumigraatio (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)	19
Kuva 9. Yksilöpuhelumigraatio (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)	19
Kuva 10. Verkkovierailu ISI (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)	20
Kuva 11. Puheryhmien rakenne Ruotsin ja Norjan ISI-projektissa (SITEP 2015)	22
Kuva 12. Häätäkeskus kohdentaa puheryhmät Web-sovelluksen kautta (SITEP 2015)	23
Kuva 13. Puheryhmien kohdentaminen tekstiviestillä SDS (SITEP 2015)	23
Kuva 14. Käsikirjat rajat ylittävään yhteistyöhön (SITEP 2015)	24
Kuva 15. ISI-IOP vaiheet (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)	26
Kuva 16. Erillisverkkoven ISI-testiverkko (Argos 2017)	28
Kuva 17. Yksilöpuhelu (Odini 2009)	29
Kuva 18. Ryhmäpuhelu (Odini 2009)	29
Kuva 19. Verkkovierailu yksilöpuhelu ryhmäpuhelu (Odini 2009)	30
Kuva 20. Verkkovierailuominaisuuksilla olevien päätelaitteiden määrä	35
Kuva 21. Puheryhmät Suomi-Ruotsi verkkovierailussa (SITEP 2015)	37
Kuva 22. Bittium-virannomaisälypuhelin (BITTIUM 2017)	39
Kuva 23. TETRA-sovellus älypuhelimessa (Azetti Networks 2017)	40

## TAULUKOT

Taulukko 1. Puheryhmien rakenne.	22
Taulukko 2. Ruotsin ja Norjan ISI-projekti 2015 ja 2017	25
Taulukko 3. Erillisverkkojen ISI-testit (Kujala 2017, sähköpostiviesti)	27
Taulukko 4. Verkkovierailukysymyksien vastaukset taulukossa	34
Taulukko 5. Päätelaitteet, joihin voidaan päivittää ISI-toiminto.	35

## KÄYTETYT LYHENTEET TAI SANASTO

AI	Air Interface. Ilmarajapinta.
AIE	Air Interface Encryption. Ilmarajapinnan salaus.
DMI	Direct Mode Interface. Suorakanavarajapinta
DMO	Direct Mode. Suorakanava
DQPSK	Differential Quadrature Phase Shift Keying. Modulaatiotekniikka.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute. Eurooppalainen telealan standardointi-instituutti
GSM	Global System for Mobile Communications. Yleiseurooppalainen digitaalinen matkaviestintäjärjestelmä.
IP	Internet Protocol. Verkkokerroksella käytettävä.
ITSI	Individual TETRA Subscriber Identity. TETRA-käyttäjän numero.
ISDN	Integrated Services Digital Network. Piirikytkentäinen puhe- linverkköjärjestelmä, -digitaalinen monipalveluverkko.
ISI	Inter-System Interface. Yhteen liitettyjen TETRA-verkkojen välinen rajapinta
ISITEP	Inter System Interoperability for Tetra-TetraPol Networks. Yhteentoimivuus.
ISSI	Individual Short Subscriber Identity. Yksilöllinen lyhyt tilaaja-numero.
K	Autentication key. Autentikointiavain.

Migraatio	Verkkovierailu
MCPTT	Mission Critical Push-To-Talk
MCC	Mobile Country Code. Maakoodi
MNC	Mobile Network Code. Verkkonumero
MoU	Memorandum of Understanding. Kuvaa kahden- tai monivälisestä sopimuksesta kahden tai useamman osapuolen kanssa.
MSB	Myndig för samhällsskydd och beredskap. Ruotsin siviili menojen vastaava virasto.
NMI	Network Management Interface. Verkonhallinta-rajapinta
PDN	Packet Data Network. Pakettidataverkko.
PEI	Peripheral Equipment Interface. Laiterajapinta.
PPDR	Public Protection & Disaster Relief.
PSTN	Public Switched Telephone Network. Yleinen puhelinverkko.
TDMA	Time Division Multiple Access. Aikajakokanavointi.
TEA1/2/3	TETRA-verkon salausalgoritmeja.
TEI	Terminal Trunked Radio. TETRA-laitetunnus.
TETRA	Terrestrial Trunked Radio
TETRAPOL	EADS-nimisen valmistajan (Matran) kehittämä sinänsä avoin teknologia viranomaisverkkojen toteuttamiseen. Tetrapol-teknologialla ei ole virallisen standardin asemaa eikä se ole riippumaton, sillä EADS omistaa kaikki järjestelmässä tarvittavat keskeiset patentit.
TMO	Trunked Mode Operation. Radio toimii TETRA-verkossa (sen peittoalueella) tavalliseen tapaan.
SDS	Short Data Service. TETRA-verkon tekstiviesti.

VIRVE

Viranomaisradioverkko



# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana oli Suomen Erillisverkot Oy. Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää verkkovierailun mahdollisuus naapurivaltioiden kanssa. Ensimmäiset keskustelut käytiin Ruotsin TETRA-operaattorin Rakelin kanssa 17.6.2013. Ruotsin ja Suomen tarve on lähtenyt Haaparanta-Tornio-viranomaisyhteistyöstä. Heillä on ollut käytössä kaksi analogisesti yhdistettyä TETRA puheryhmää nimeltä FIN-SWD1 ja FIN-SWD2. Ensin työssä selvitetään TETRA ISI standardia/tekniikkaa ja verkkojen yhdistämistä. Mallina käytetään Ruotsin ja Norjan ISI-verkkovierailuprojektia. VIRVEN organisaatioilta kartoitettiin verkkovierailuominaisuuden tarvemäärää ja toiminnan tarpeellisuutta.

Erillisverkkoihin kuuluu Suomen valtion sataprosenttisesti omistama Suomen Erillisverkot Oy ja sen kokonaan omistamat tytäryhtiöt VIRVE Tuotteet ja Palvelut Oy, Suomen turvallisuusverkko Oy, Suomen VIRVE-verkko Oy, Leijonaverkot Oy ja Johtotie Oy. Konsernin kaikki toimipisteet sijaitsevat Suomessa ja pääkonttori on Espoossa. Erillisverkkojen tehtävänä on turvata yhteiskunnan kriittistä johtamista ja tietoyhteiskunnan palveluja kaikissa olosuhteissa. Toiminnassa korostuvat erityisesti turvallisuus ja jatkuvuus. Konserni pyrkii saavuttamaan erinomaisen asiakastyytyväisyyden sekä edelläkävijyyden toimintavarman tietoliikenteen ja korkealaatuisten palveluiden tarjonnalla.

Konsernin perinteinen toiminta on sisältänyt valtakunnallisen viranomaisverkko VIRVEN operoinnin ja radiopäätelaite- ja huoltotoiminnan. Nykyisin konserni omistaa ja operoi myös merkittävää osaa Suomen teleliikennettä palvelevista teletuotantotiloista ja tarjoaa johtojen sijaintitietoa. Konsernin kehitys jatkuu kohti laajempia vastuita turvallisuusalan toimijana. Viime vuosien muutokset ovat lisänneet tehtäviä yhteiskunnan turvallisuuden varmistajana. (Yritysvastuuraportti 2012, 5).

Sisäministeri on asettanut VIRVE-yhteistyöryhmän ja VIRVE-pääkäyttäjärühmän, joissa on edustus keskeisistä ministeriöistä ja keskusvirastoista sekä Huoltovarmuuskeskuksesta. Erillisverkot esittelee ryhmille VIRVE-verkon varmistamiseen ja kehittämiseen liittyvät suunnitelmat. Yhteistyöryhmä linjaa parannettavien kohteiden tärkeysjärjestyksen. Yhteistyöryhmä on kutsunut tekniseen valmistelutyöhön asiantuntijoita eri toimijoilta, jotka muodostavat VIRVEN pääkäyttäjärühmän. Ryhmä kokoontuu noin 10 kertaa vuodessa. Erillisverkoilla on edustus molemmissa ryhmissä.

Merkittävänä muutoksena vuonna 2012 konserniin perustettiin tytäryhtiö Suomen Turvallisuusverkko Oy. Yhtiön tavoitteena on kehittää verkkopalvelu, joka tukee valtion turvallisuuden kannalta tärkeiden viranomaisten korkeaa varautumisastetta. Perusajatuksena on varmistaa, että eri turvallisuusviranomaisten tietoliikenne suojataan ja käytettävyys varmistetaan. Lisäksi turvallisuusviranomaisten kriittinen tietoaineisto varastoidaan ja hallinnoidaan Suomessa. Vuonna 2014 tapahtui liikkeenluovutus puolustusvoimilta Suomen Turvallisuusverkko Oy:lle. Ennen liikkeenluovutusta tietoliikenneverkon kattavuutta ja kapasiteettia sekä langattomia järjestelmiä ja tarjottavia tietoliikennepalveluita kehitettiin ja verkon suojausta parannettiin.

Tehdyt ratkaisut turvallisuustoimintojen keskittämisestä Suomen Erillisverkot -konserniin mahdollistavat turvallisuusviranomaisten toimintatapojen merkittävän tehostamisen. Konsernin toimet tukevat myös valtion tuottavuusohjelman tavoitteiden saavuttamista. Palveluiden tuottamisessa Suomen Erillisverkot -konserni pyrkii kustannustehokkuuteen hyödyntämällä olemassa olevia resursseja, palveluita ja organisaatioita. Esimerkiksi laitetilojen yhteiskäyttö ja niihin liittyvät energiaratkaisut tehostavat keskeisten turvallisuudesta vastaavien viranomaisten ICT-tilojen käyttöä. Konsernin eri liiketoiminta-alueiden synergiaetujen etsiminen on keskeinen osa toimintojen kehittämistä.

Viranomaisverkko VIRVEN tekniset vaatimukset kasvavat, kun langattoman laajakaisetaisen tiedonsiirron tarve lisääntyy. Jatkossa keskeistä on yhteistyö kaupallisten verkko-operaattoreiden kanssa. Uudenlainen tapa tuo etuja viranomaisviestintään. (Yritysvastuuraportti 2012, 5).

## 2 TETRA ISI JA VERKKOJEN YHDISTÄMINEN

Suomen ja Ruotsin välistä rajat ylittävää yhteistoimintaa on tehty Tornio-Haaparanta välillä vuodesta 2000. Yhteistoiminnassa on käytetty puheryhmiä, jotka on yhdistetty analogisesti käyttäen tiettyjä puheryhmiä, mitkä kuuluvat eri maissa. Tarve ISI verkkovierailun käytölle on keskusteluissa ollut jo 2013. Ruotsi ja Norja sopivat verkkovierailun käyttöönotosta sekä sen toteutuksesta ensin ja he haluavat verkkojensa verkkovierailun toimivan ennekuin neuvottelevat Suomen ja Ruotsin välisestä verkkovierailusta. Vuoden 2016 lopussa ISI-verkkovierailu on otettu käyttöön Ruotsin ja Norjan välillä, joten asia on taas ajankohtainen.

Terrestrial Trunked Radio TETRA-standardin ensimmäinen osa julkaistiin vuonna 1995. Tärkeimmät osa-alueet ovat olleet jo jonkin aikaa valmiit, ja standardia kehitetään edelleen tarpeiden ja uusien vaatimusten mukaisesti. TETRA on maailmanlaajuinen standardi, jota ammattilaiset käyttävät joka puolella maailmaa.

TETRA-standardin turvallisuusominaisuudet ovat huomasti kehittyneemmät verrattuna perinteiseen analogiseen radioteknologiaan. Järjestelmä varmentaa automaattisesti jokaisen käyttäjän oikeuden viestiä verkossa. Toisin sanoen käyttäjä autentikoidaan. Radioviestintä ilmateilla on salattu, mikä tarkoittaa että viranomaisia ei voi salakuunnella. (Heikkonen ym. 2005,7).

On mahdollista rakentaa sekä pieniä (yhden tukiaseman) että suurempia (maailmanlaajuisia tai suurempiakin) TETRA-standardiin perustuvia verkkoja. TETRA-verkkoja voidaan myös liittää yhteen, jolloin eri maiden viranomaiset pystyvät parempaan yhteistyöhön rajavyöhykkeillä. Esimerkiksi Euroopan Unionin Schengen-sopimus edellyttää yhteistyötä tehostavaa viestintää. (Heikkonen ym. 2005,8).

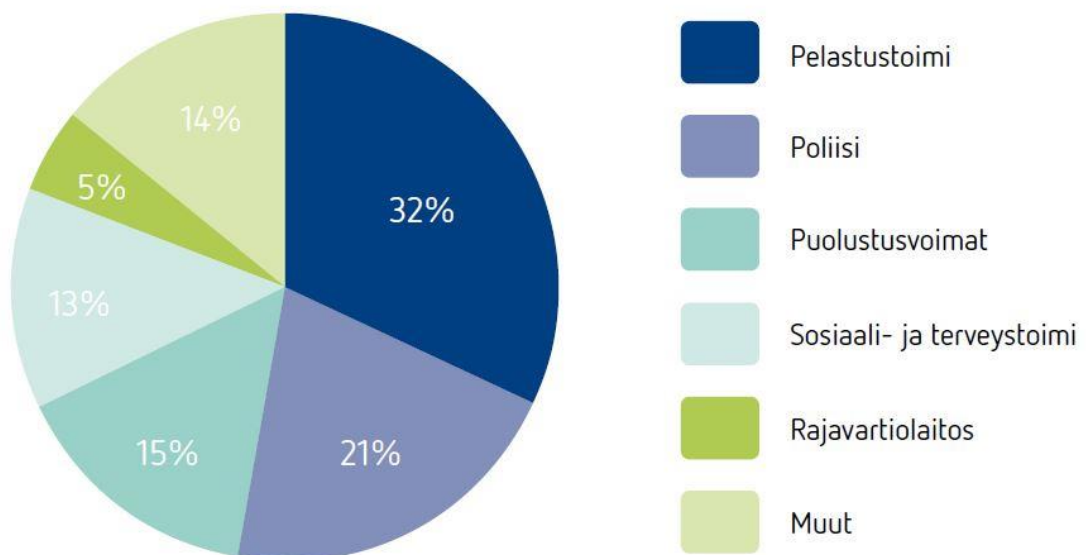
TETRA on viranomaiskäyttöön suunniteltu digitaalinen verkko, joka on ETSIn määrittelemä standardi (J Penttinen 2006,39). TETRA-standardi on tarkoitettu kansainväliseksi standardiksi, jonka pohjalta eri maiden viranomaiset voivat rakentaa keskenään yhteensopivia viranomaisverkkoja ja näin mahdollistaa kansainvälisten toimintatilanteiden viestinnän normaalisti käytössä olevilla välineillä.

TETRA-verkko mahdollistaa viranomaisten viestiliikenteessä tarvitsemat erityisominaisuudet, kuten tehokkaat puheryhmäpuhelut, puheluiden priorisoinnin ja hätäpuhelut. TETRA-verkko mahdollistaa myös VIRVEN dataviestinnän. Dataviestintä pitää sisällään

statusviestit, lyhydataviestit sekä Internet Protocol paketti datan (Suomen Erillisverkot Oy 2006).

Kuvasta 1 nähdään VIRVEN liittymien jakauma eri käyttäjäryhmiin vuoden 2012 alussa. Suurimmat käyttäjäryhmät ovat pelastus, poliisi, puolustusvoimat ja sosiaali- ja terveystoimi. Pelastustoimi on suurin käyttäjäryhmä kolmanneksen osuudella kaikista liittymistä. Neljän suurimman käyttäjäryhmän yhteenlaskettu osuus kaikista on 82 prosenttia. Ei-viranomaiskäyttäjiin kuuluvat mm. turva-alan yritykset ja energialaitokset. Käyttäjäryhmissä ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia viime vuosina ja käyttäjämäärän kasvu on ollut maltillista.

### VIRVE-verkon liittymämäärät 31.12.2012 (32 951 kpl)



Kuva 1. VIRVEN liittymäjakauma tammikuu 2012 (Yritysvastuuraportti 2012)

TETRA toimii Euroopassa viranomaisten käytössä 380–400 MHz:n taajuusalueella. VIRVE-verkko on toteutettu noin 1300 VIRVE tukiasemalla ja sillä on saatu melkein täydellinen maantieteellinen peitto Suomen alueelle. Tunneleissa ja rakennuksissa pystytään peittoaluetta parantamaan toistimilla (repeater) ja gateway -toiminteella. Verkon solujen halkaisijat vaihtelevat kaupunkien noin 4 kilometristä maaseudun 40 kilometriin.

Tiedonsiirrossa TETRA käyttää aikajakoista TDMA-kanavointia (Time Division Multiple Access). TETRAssa taajuudet on jaettu 25 kHz:n kokoiisiin kanaviin ja jokainen taajuuskanava jaetaan neljään aikaväliin. (Heikkonen ym. 2005,7).

TETRAn normaali toimintaperiaate on trunking-verkkojen mukainen. Kuvassa 2 on esitetty TETRA-verkon periaatteellinen rakenne.

TETRAn radorajapintaa kutsutaan nimellä AI (air interface). Radorajapintaa voidaan käyttää joko matkaviestimien ja verkkojen välillä (1) tai suoriin matkaviestinten välisiin yhteyksiin (6). (Penttinen 2006,41).

TETRA-tukiasemien ja keskusten välinen rajapinta voidaan toteuttaa GSMstä tutulla 64 kb/s PCM-transmissiolla. Erona on kuitenkin se, että yksittäiset radorajapinnan kanavat alimultipleksataan 8 kb/s-lohkoihin. Kapasiteettia voidaan siis käyttää tukiaseman ja keskustan välillä periaatteessa kaksi kertaa tehokkaammin verrattuna GSMn 16 kb/s pituisiin alimultipleksattuihin Abis-rajapinnan lohkoihin.

Kun TETRA-yhteys luodaan käyttäjän ja verkon välille, käyttäjän tunnistus ja radorajapinnan salaus toteutetaan varsin samantyyppisten periaatteiden mukaisesti kuin GSMssä. Erona GSMään on tunnistus ja salausalgoritmien eron lisäksi se, että TETRA-järjestelmä mahdollistaa niin sanotun molemminpuolisen tunnistuksen (mutual authentication). Tämän ansiosta päätelaitetta käyttävä viranomainen voi varmistua siitä, että hän käyttää aitoa TETRA-verkkoa. (Penttinen 2006,42).

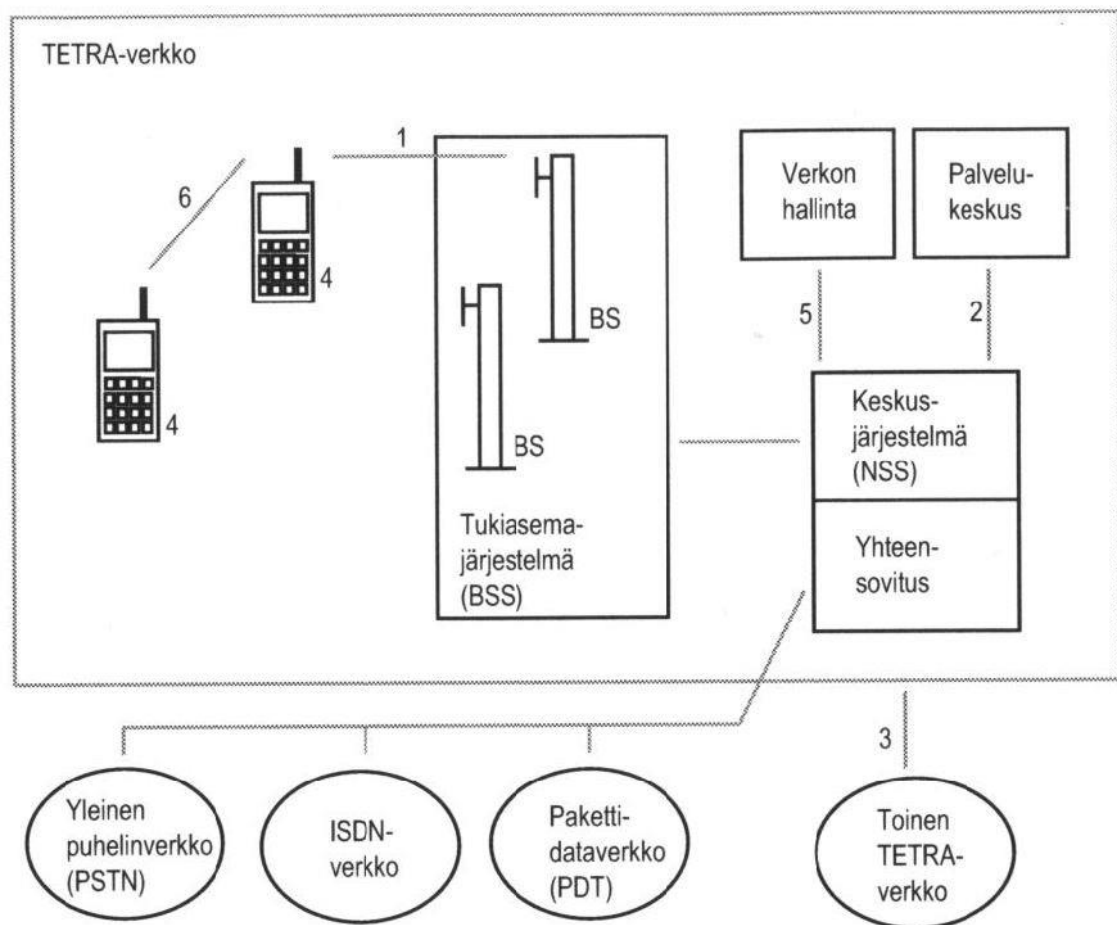
Kun kaksi TETRA-verkkoa kytketään toisiinsa, käytetään järjestelmien välistä rajapintaa (ISI, inter-system interface), joka on merkitty oheiseen kuvaan rajapinnan numerolla (3). TETRA tarjoaa siten periaatteessa mahdollisuuden myös eräänlaiseen verkkovierailuun (roaming), aivan kuten julkiset GSM-verkotkin.

TETRA-viestimiin voidaan kytkeä oheislaitteita, kuten tietokoneita ja päätteitä, laiterajapinnan PEI (4) kautta (peripheral equipment interface). Päätteet mahdollistavat muun muassa laitteiden ja verkon välisen datasiirron, ja siten esimerkiksi reaaliaikainen hidas videokuvan lähetyksen onnettomuuspaikalta on mahdollista.

Yksi TETRA-verkon tärkeistä elementeistä on palvelukeskus. Se tarkoittaa paikkaa, jossa esimerkiksi hälytysviestit vastaanotetaan. Palvelukeskus on yhteydessä keskusjärjestelmään joko suoraan tai erillisen kauttakulkuverkon (PSTN:n, ISDN:n, PDN:n jne.) kautta. Palvelukeskuksen rajapintaa kutsutaan nimellä LSI (line station interface). Se on merkitty kuvaan numerolla 2.

TETRA-järjestelmään on määritelty myös yhteydet ulkopuolisiin verkkoihin, joita voivat olla esimerkiksi kiinteä puhelinverkko (PSTN, public switched telephone network), ISDN-verkko ja pakettikytkentäinen verkko (PDN, packet data network).

Kuten GSM:ssä myös TETRAssa verkon ylläpitoon ja hallintaan tarvitaan erillinen verkonhallintaelementti, joka on yhteydessä keskusjärjestelmään NMI-rajapinnan (network management interface) kautta. NMI on TETRAn ainoa mahdollinen rajapinta. Verkonhallintaan on mahdollista kytkeytyä esimerkiksi erillisen päätteen kautta. (Penttinen 2006,43).



Kuva 2. TETRA-verkon rakenne (Penttinen 2006, 42)

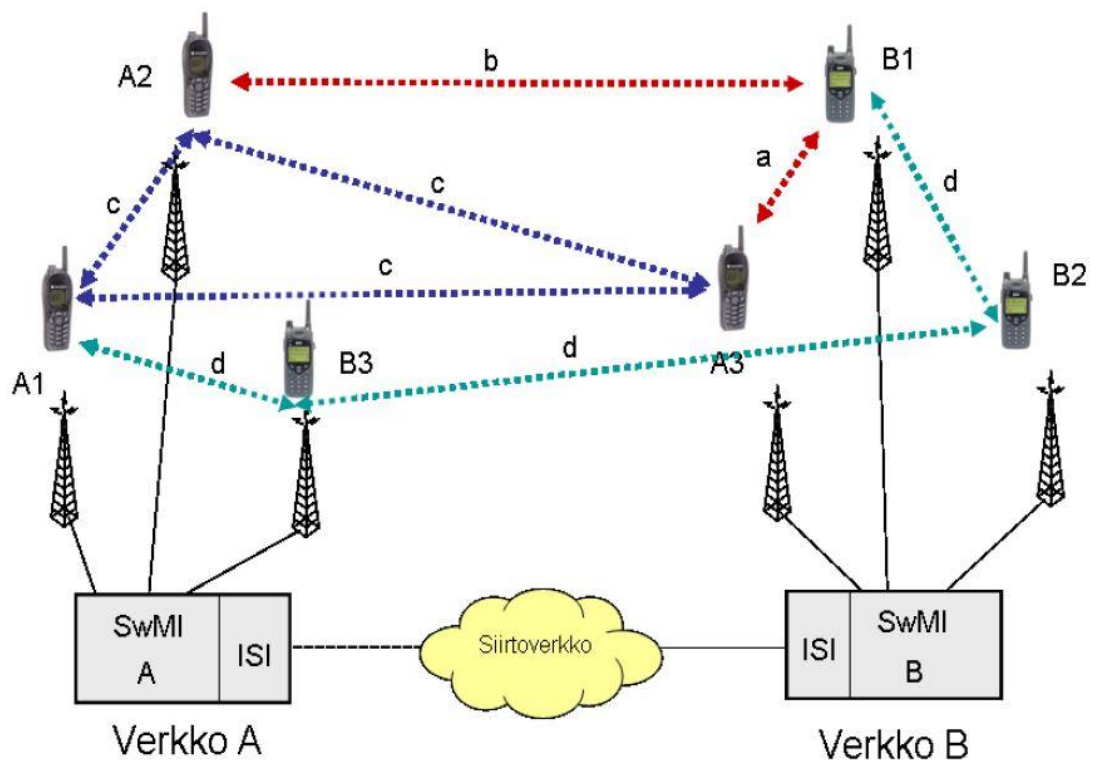
ETSI:n TETRA-projektissa on uusien TETRA-standardien myötä kiinnitetty erityistä huomiota tulevien käyttäjätarpeiden huomioimiseen. Yksi merkittävä tarve on nopea tiedonsiirto (HSD, HIGH Speed Data), josta käytetään TETRAn yhteydessä puhuttaessa nimeä TEDS (TETRA Enhanced Data System). Tiedonsiirtohaasteiden ratkaisemi-

seksi pohditaan myös mahdollisuuksia kaupallisten verkkojen hyödyntämiseksi ja TETRA-verkkojen dynaamista yhteiskäyttöä esimerkiksi nykyisten 3G- ja 4G-verkkojen kanssa. (Junttila & Rantama 2011, 20-27).

Tetra Inter System Interface (ISI) on avoimen rajapinnan standardeja, joilla voidaan yhdistää kaksi tai useampi TETRA-verkko, saman sekä eri valmistajien TETRA-järjestelmiä. Ne tarjoavat rajalliset TETRA-palvelut käyttäjäryhmille kyseisissä verkoissa. Tyypillisiä tapauksia ovat rajat ylittävät TETRA-viestintäpalvelut muiden riippumattomien TETRA-verkkojen kanssa, jotka toimivat samassa maassa/kaupungissa. Nämä verkot voivat olla esim. sähkölaitos, jolla on oma TETRA-verkko maan/kaupungin sisällä. Kaupallisissa verkoissa käytetyn roaming-termin sijasta käytetään turvallisuusverkoissa termiä migraatio, jolla siis tarkoitetaan päätelaitteen siirtymistä verkosta toiseen (verkkovierailu).

TETRA-verkkoja on tarvetta kytkeä yhteen mm. seuraavista syistä:

- verkkovierailu: verkon A käyttäjä vierailee toisen maan verkossa B ja haluaa käyttää radiotaan siellä joko paikalliseen yksilöpuheluun tai ryhmäpuheluun (tapaus a)
- verkkojen väliset puhelut: verkon A käyttäjä soittaa kotiverkostaan toiseen verkkoon B käyttäjälle (tapaus b)
- verkkojen väliset ryhmäpuhelut: A-verkon käyttäjä voi vieraillessaan B-verkossa osallistua myös A-verkon ryhmäpuheluihin (tapaus c) tai sitten verkkojen A ja B paikalliset puheryhmät voidaan kytkeä yhteen (tapaus d, käyttäjät voivat olla omissa verkoissaan tai vierailulla toisessa verkossa)
- verkon laajennus: erilliset verkot kytetään yhteen ja saadaan laajempi verkko. (Kuva 3.)



Kuva 3. Inter-System Interface (Junttila.& Rantama. 2011, 68)

ETSn TC TETRA on määritellyt verkkojen välisen yhteistoiminnan ISI-spesifikaatioissaan EN 300 392-3-x, x=1...5 ja TS 100 392-3-y, y=6...8. Näissä määritellään verkon lisätoiminnot, joilla voidaan toteuttaa yksilöpuhelut, ryhmäpuhelut, tekstiviestit SDS ja liikkuvuuden hallinta. On huomattava, että tarkoituksena ei ole, että yhteenkytketyt verkot toimisivat kuin yksi laajempi verkko, vaan että käyttäjät voivat tehdä verkkovierailun ja käyttää vieraan verkkoa sekä myös omia palveluja.

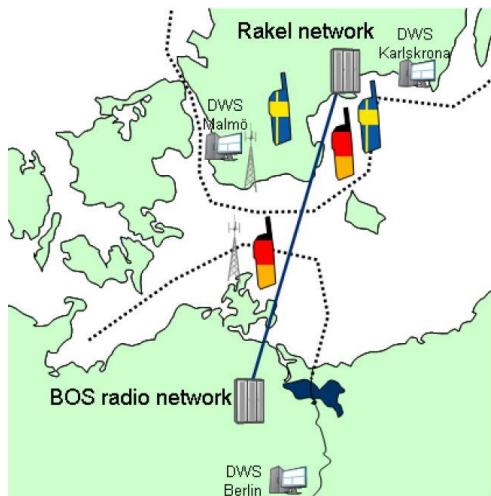
Liikenteen sujumuuden ja liikkuvuuden mahdollistamiseksi TETRA-verkko-operaattorit voivat tarjota tehokkaan yhteistyön järjestelmiä, joissa käyttäjät liittyvät eri järjestelmiin tarvittaessa.

Turvallisuus on kriittisen tärkeää useille TETRA-käyttäjille, TETRA-standardi tarjoaa standardoidun IP-data-yhdyskäytävän liittämään yhteen IP-pakettidatapalvelut joko suoraan kahden verkon yhteiselle palvelimelle tai verkkojen välillä.

Kolmen maan pilotti suoritettiin vuonna 2003 Belgian, Saksan ja Hollannin välillä onnistuneesti. Projektissa panostettiin TETRA standardiin ja yhteentoimivuustodistukseen (TCCA IOP). (Junttila & Rantama. 2011,68)



Ruotsin ja Saksan välillä tehtiin rajat ylittävä TETRA-koekäyttö 2010. Järjestelmät olivat molemmilla mailla samat Airbus ISI ph1 versio.



Kuva 4. Ruotsin ja Saksan ISI-testit 2010 (Mobileeurope 2010)

SISF (Integrated System for Border Security) ISI-testit tehtiin vuonna 2010 Romaniasa, jossa järjestelmät olivat eri valmistajien Airbus-Motorola TETRA ISI ph1 -versiolla. Siinä oli mukana rajavartiosto ja Phase-projektin käyttäjät.

TETRA-yhteensopivuustodistus TCCA ISI IOP -määritelmät ja testitapaukset ISI ph3-versiolla:

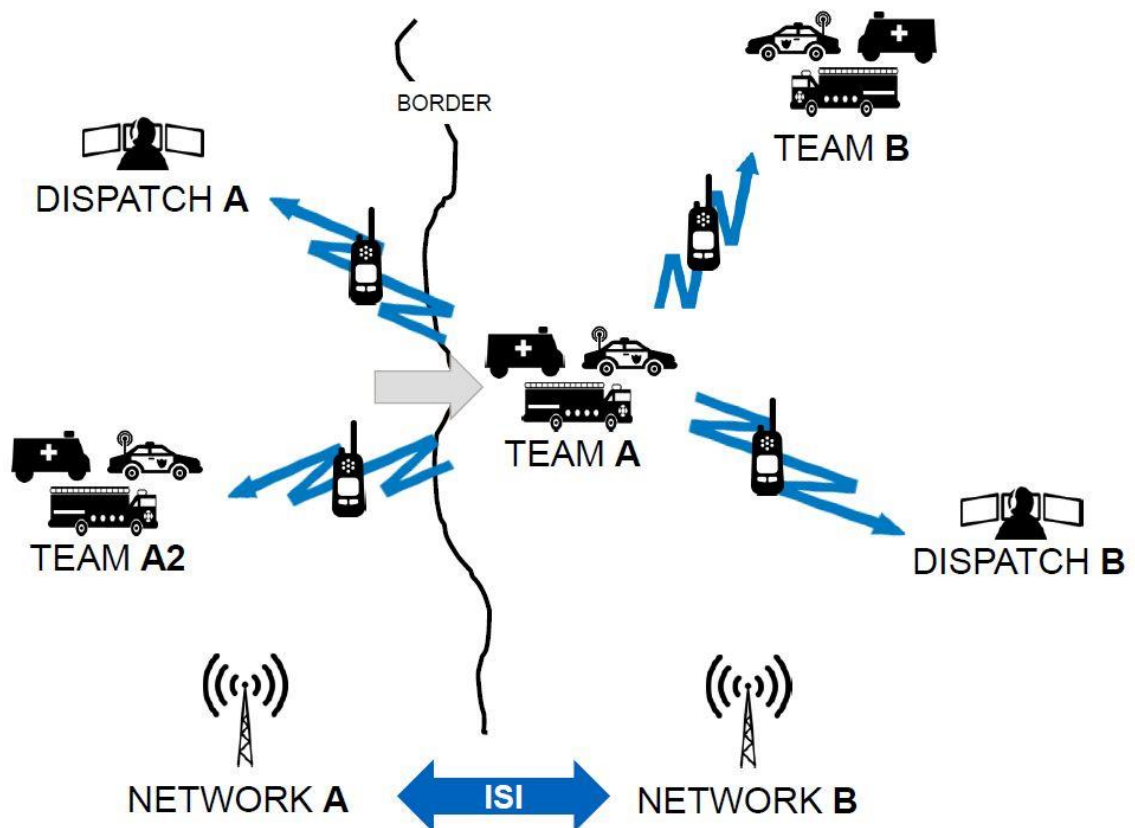
- Airbus-Airbus TETRA ISI IOP -sertifikaatit 2008, 2012
- Airbus-Motorola TETRA ISI IOP -sertifikaatit 2008

TETRA ISI-verkkovierailu mahdollistaa seuraavat ominaisuudet: radiokäyttäjien siirtymisen (migraatio) sekä liikkuvuuden hallinnan, radiokäyttäjien väliset (päästä-päähän) puhelut, yksittäiset puhelut radiokäyttäjien ja julkisten kiinteiden tai matkapuhelinverkkojen välillä, viestinnän radiokäyttäjien ja komentokeskuksen välillä sekä puheryhmien mahdollisen laajentamisen eri maiden verkkojen välillä sekä-, lyhyt data- ja tilaviestinnän.

TETRA ISI-tuote on saatavilla Airbus Defence and Space sekä muiden eri valmistajien päätelaitteisiin. ISI-sertifiointitesti on tehty myös muiden TETRA-päätelaitevalmistajien ja siihen liittyvä TETRA-toimivuustodistus on julkaistu.

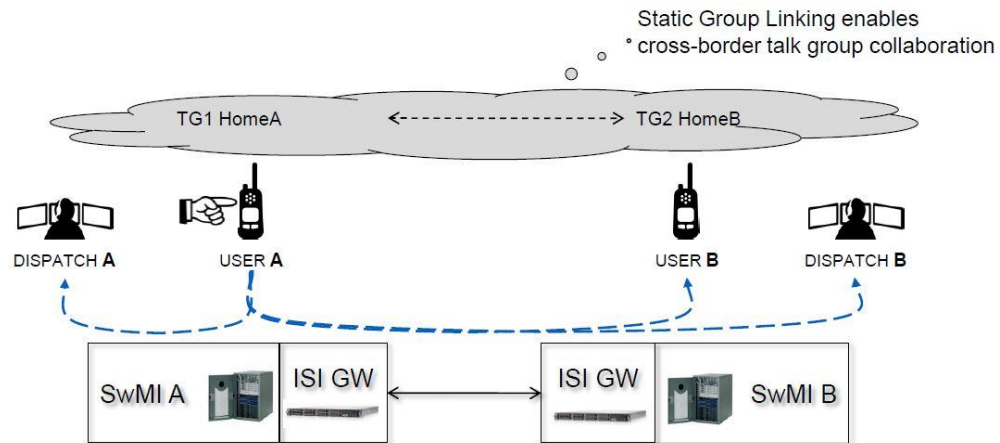
Seuraavissa kuvissa on esitetty ISI-verkkovierailun käyttötapauksia.

Kuvassa 5 verkon A:n radioliittymiä käyttävät yksiköt siirtyvät verkon B alueelle ja pysyvät kommunikoimaan verkon B yksiköiden kanssa radioillaan. Viestiliikenteeseen osallistuu myös molempien verkkojen käyttöpaikat (DISPATCH A ja DISPATCH B). On syytä huomata, että oikeutus palveluihin naapurimaassa saadaan omassa maassa (hyväksytyt verkon käyttäjät). Autentikointi naapurimaassa suoritetaan kotimaan tietojen perusteella.



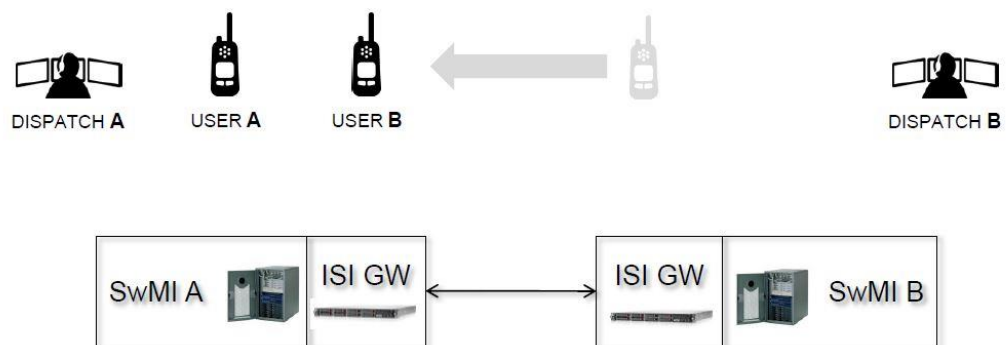
Kuva 5. Verkkovierailu kahden maan välillä (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)

Kuvassa 6 yhdistetään verkon A puheryhmä TG1 verkon B puheryhmään TG2. Hälytyskeskus B antaa verkon A käyttäjälle verkon B puheryhmäoikeudet.



Kuva 6. Verkkoverailu ryhmäpuhelu ilman migraatiota (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)

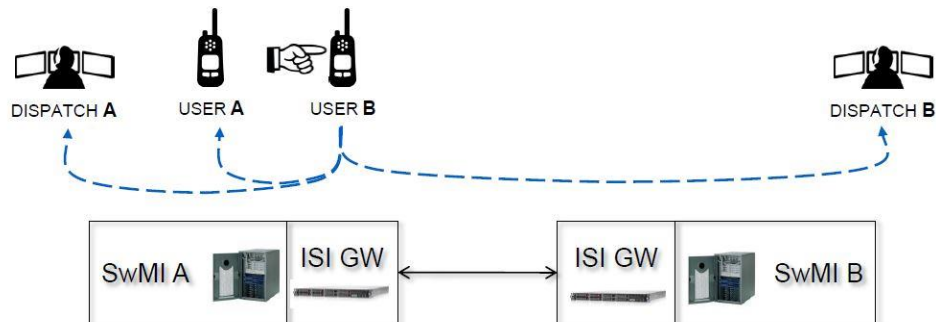
Kuvassa 7 radio-migraatio tapahtuu verkon vaihdolla ja autentikointi suoritetaan kotiverkkoon. Puheryhmän vaihto (jos sama ryhmäosoite käytössä, päätelaite voi jatkaa samassa valitussa ryhmässä).



Kuva 7. Ilmarajapinta migraatio (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)

Staattinen ryhmän yhdistäminen on esitetty kuvassa 8. Siinä puheryhmä TG1 on verkossa A ja puheryhmä TG2 on verkossa B. Päätelaitte ja hätäkeskukset voivat molemmissa verkoissa liittyä (jos pääsy myönnetään).

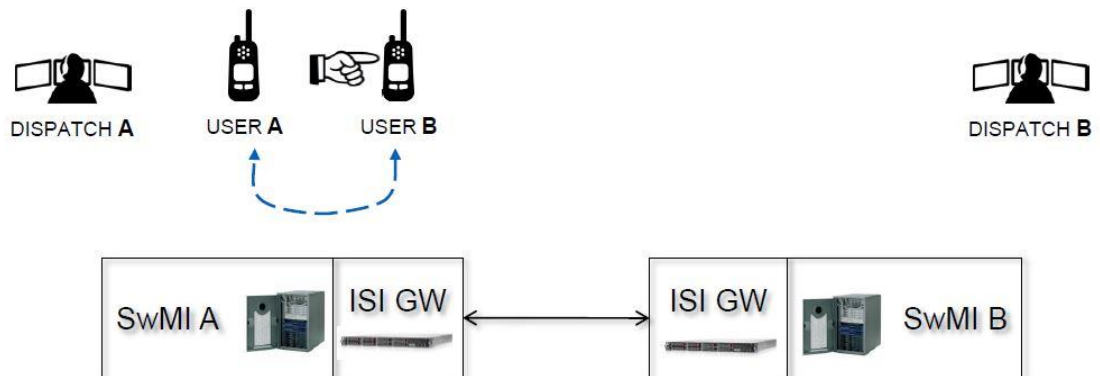
## 2.1 ISI ryhmäpuhelun migraatio ja paikallinen käyttäjä



Kuva 8. Ryhmäpuhelumigraatio (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)

## 2.2 ISI yksilöpuhelu migraatio ja paikallinen käyttäjä

Kuvassa 9 käyttäjä B valitsee käyttäjän A täyden numeron esimerkiksi: +46455249xxxxxx sisältäen maa-/verkko-koodin. Täysi kaksisuuntainen puhelu on pysyvä.






























Kuva 9. Yksilöpuhelumigraatio (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)

## 2.3 Vertailumenetelmät TETRA-TETRA yhteentoimivuudesta

Kuvasta 10 voi nähdä mitkä ominaisuudet toimivat päätelaitteessa (Terminal GW) valvomossa Control Room GW9 ja TETRA ISlissä. Ryhmäpuhelu toimii kaikissa versiois-

sa. Puhelun E2EE päästä-päähän salausta toimii vain TETRA ISI:ssä. Ryhmä lyhytsanoma SDS toimii valvomo ja ISI:ssä. Muut loput ominaisuudet kuten TPI/TCI, yksilöpuhelu, E2EE päästä-päähän salattu puhelu, tekstiviesti, migraatio ja autentikointi kotiverkoon.

Functionality	Terminal GW	Control Room GW	TETRA ISI
Clear Group Calls			
E2EE Group Calls			
Group addressed SDS			
TPI/TCI			
Clear Individual Calls			
E2EE Individual calls			
Individual SDS			
Terminal migration			
Auth from home			

Kuva 10. Verkkovierailu ISI (Junttila, K.& Rantama, M. 2011)

## 2.4 Norjan-Ruotsin ISI-verkot

Ensimmäinen konkreettinen ISI-hanke Euroopassa oli Norjan ja Ruotsin välillä vuonna 2016 valmistunut verkkovierailu maiden välillä. Norjalla ja Ruotsilla on 1619 km pituinen yhteinen raja. Koska molemmat maat ovat osa Schengenin sopimusta ja kansalaisten liikkuminen maiden välillä on avointa, tämä johtaa siihen, että viranomaisilla on tarve hallita mahdollisia suuria yleisötapahtumia, valtion vierailuja, kansainvälistä rikollisuutta, terrorismin ja ympäristökatastrofia raja-alueilla. Norja ja Ruotsin valtion virastot vastaavat sen kehittämisestä ja hätäviestinnän käyttöönotosta molempien maiden välillä. Yhteistyökumppaneita ovat Motorola Systems ja Airbus ja he ovat vastuussa tarvittavan teknologian kehittämisestä. RAKEL-verkko kattaa koko Ruotsin vuodesta 2010 lähtien ja nykyään heillä on yli 55 000 käyttäjää. Norjassa Nödnett kehitettiin vaiheittain ja se on kattanut koko maan vuodesta 2015 lähtien. Heidän verkossa on 40 000 käyttäjää.

Verkkovierailu helpottaa rajat ylittävää yhteistyötä ja se on jo yli kolmen vuoden ajan keskittynyt komentojen sekä yhteistyö-menetelmien yhteiseen koulutukseen. Pääatarkoi-

tuksena on varmistaa tehokas rajat ylittävä viestintä-, tarjoamalla hätäpalvelut kunkin maan välillä. Tämä vaikuttaa siihen, että hätätilanteiden ja onnettomuuksien sattuessa näin saadaan parasta mahdollista huomiota ja hoitoa. Kun kyse on hengenvaarasta, kansallisten rajojen merkitys poistuu kuten esimerkiksi yhteisissä suurissa onnettomuuksissa, tulipaloissa, poliisien toimenpiteissä ja sairaankuljetuksessa (ambulanssi matkat). (Junttila, K.& Rantama, M. 2011).

## 2.5 RAKEL

RAKEL on Ruotsin TETRA-verkko. Järjestelmän käyttäjiä ovat: poliisi, ambulanssi, pelastuspalvelut, tulli, merivartiosto, armeija, vankilat, mm. Järjestelmän omistaa ja hallinnoi Ruotsin MSB. (MSB 2017)

RAKEL kattaa 99,84 % Ruotsin väestöstä ja 95 % maan alasta. RAKEL-järjestelmä on suunniteltu kestäämään ankaria sääsuhteita ja sähkökatkoksia. Tavoitteena on, että tukiasemilla on sähkönsaannin osalta varavoimaa seitsemän päivän ajan. (Rakel 2016)

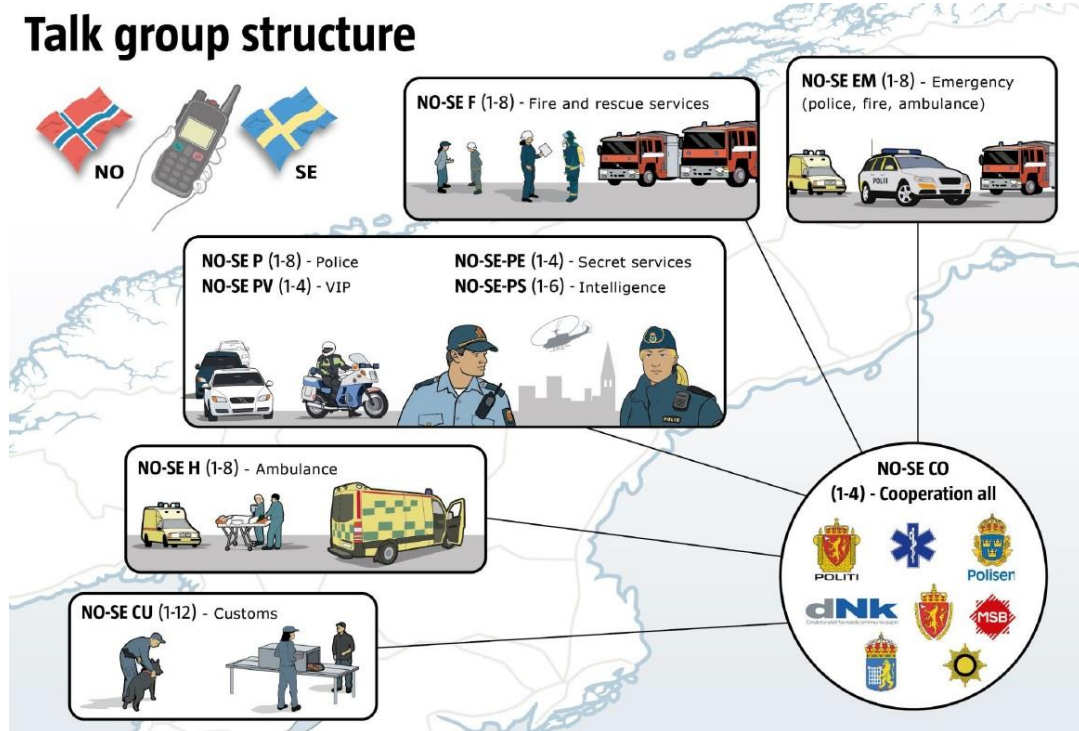
## 2.6 NÖDNETT

Erillinen osasto DNK (Directorate for Emergency Communications) perustettiin ensimmäinen huhtikuuta 2007 NÖDNETTIin ja se hallinnoi uuden digitaalisen viestintäverkon kehittämistä. NÖDNETT-verkko kattaa koko Norjan 2015. (Norwegian Public Safety Radio 2016)

NÖDNETT-runkoverkko koostuu useista suojatuissa paikoissa olevista kytkimistä (MSO) ja se perustuu Dimetran IP-alustaan. Ydinverkko on yhdistetty valtakunnallisen radioverkon 2100 tukiaseman välillä joustavalla siirtoverkon 300 renkaalla ja 600 kytkimellä. Radioverkko sisältää yli 300 tunnelia ja ilmasta maahan kattavuuden, niin pelastus- ja poliisien helikoptereiden välillä. (Motorolasolution 2017).

Ruotsin ja Norjan projektin tavoite on, että hätäpalvelun kautta voidaan kommunikoida keskenään. Ruotsin RAKEL-päätelaitteita voi käyttää missä vain Norjassa ja vastavasti Norjan NÖDNETT päätelaitteita voi käyttää missä vain Ruotsissa. Lisäksi he voivat kommunikoida heidän omien valvomoidensa kanssa.

Puheryhmien rakenne Ruotsin ja Norjan välillä on jaettu niin, että jokaisen verkkovierailua tarvitsevan tahon välille on luotu omat puheryhmät, joilla he voivat kommunikoida keskenään. Lisäksi on luotu yhteistoimintapuheryhmä nimeltä NO-SE CO. Kuvassa 11 on esitetty puheryhmien rakenne maiden välillä.



Kuva 11. Puheryhmien rakenne Ruotsin ja Norjan ISI-projektissa (ISITEP 2015)

Taulukossa 1 on esitetty Ruotsin ja Norjan ISI:n yhteistyö-puheryhmät maiden välillä. Käytössä on yhteensä 62 puheryhmää:

Taulukko 1. Puheryhmien rakenne.

Käyttäjä	Puheryhmä
Yhteistyö kaikille	NO-SE CO 1-4
Hätä, Poliisi, Palo ja Ambulanssi	NO-SE EM 1-8
Palo ja Pelastus palvelut	NO-SE F 1-8
Poliisi	NO-SE P 1-8
VIP	NO-SE PV 1-4
Turvallisuus palvelut	NO-SE-PE 1-4
Tiedustelu	NO-SE-PS 1-8
Ambulanssi	NO-SE H 1-8
Asiakkaat, Tulli ym.	NO-SE CU 1-12

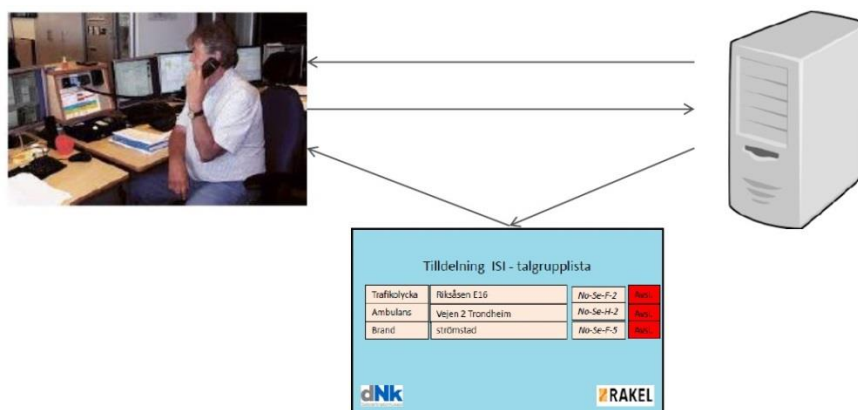
Puheryhmien tarve jaetaan käytettävissä olevien puheryhmien kanssa. Kuvassa 12 hälytyskeskus kohdentaa puheryhmät ja antaa yleiskuvan. Se voidaan tehdä sen joko web-sovelluksella tai SDS-tekstiviestillä ja puhelin on aina varayhteys.



Kuva 12. Hätäkeskus kohdentaa puheryhmät Web-sovelluksen kautta (ISITEP 2015)

Valvomo pyytää NO-SE-puheryhmät web-sovelluksesta tai vaihtoehtoisesti valvomo voi poimia mahdollisen puheryhmän listalta. Valvomo vastaanottaa mahdollisen puheryhmän web-sovellukseen hälytyskeskuksen viestin kautta.

Puheryhmän kohdentaminen SDS-tekstiviestillä esitetään kuvassa 13. Valvomo pyytää NO-SE- puheryhmän SDS-tekstiviestinä. Valvomo vastaanottaa tekstiviestin SDS-hälytyskeskuksen mahdollisesta puheryhmästä ja on myös mahdollisuus samanaikaisesti päivittää se web-sovellukseen.



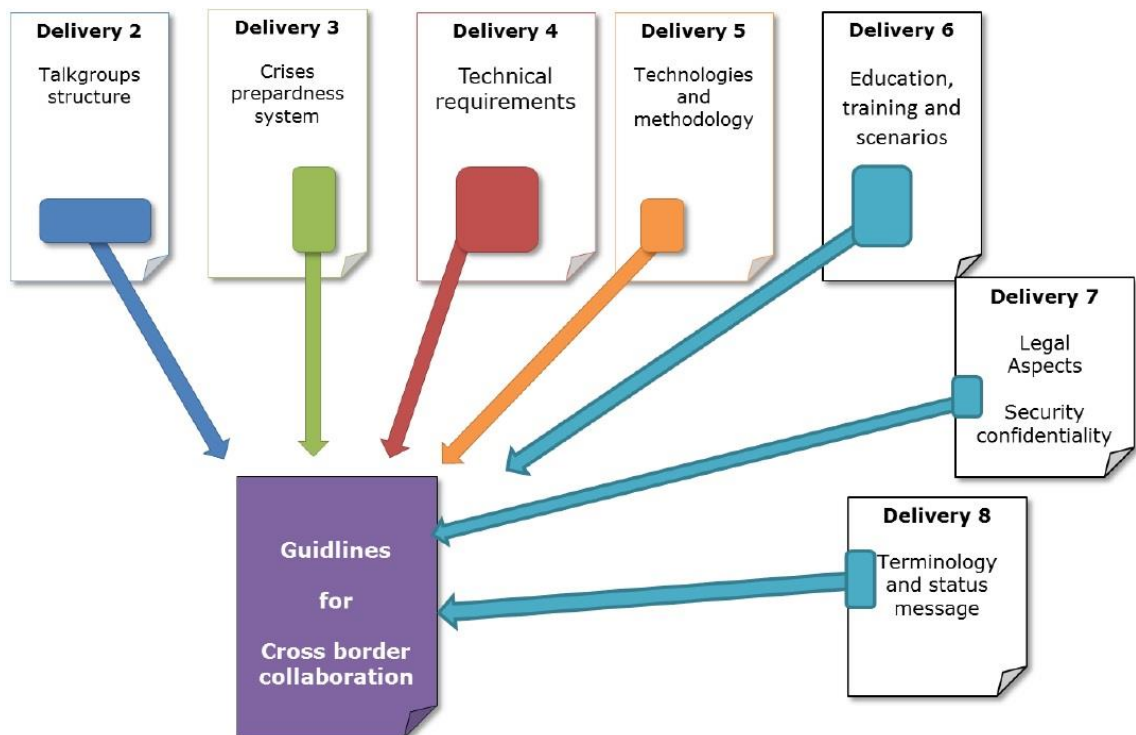
Kuva 13. Puheryhmien kohdentaminen tekstiviestillä SDS (ISITEP 2015)

Ruotsin ja Norjan välille on laadittu verkkovierailusopimus joka sisältää seuraavaa: osapuolet, tarkoitus ja tausta, määritelmät ja tutkinat, edellytykset tulevista ISI-



käyttäjistä, kuinka ISI-palvelut toimitetaan, kustannuksien jakaminen, maksut sekä maksuehdot, oikeudet ja velvollisuudet sekä yhteistyö, tehtävien luottamuksellisuus, sopimuskauden pituus sekä mahdollinen peruutus. Lisäksi on sovittu myös vikailmoitusten rutiineista.

Norjalla ja Ruotsilla on turvallinen kansallinen TETRA-verkko ja he voivat määritellä TETRA-verkkonsa käyttäjät. Loppukäyttäjän rooli on yleinen turvallisuus ja ISI-palvelu. ISI tarjoaa mahdollisuuden siirtyä eriverkkojen välillä. Kuvassa 14 kuvataan eri työryhmiä mitkä oli perustettu rajat ylittävään käsikirjan tekemiselle.



Kuva 14. Käsikirjat rajat ylittävään yhteistyöhön (ISITEP 2015)

Kuvan perusteella voidaan todeta, että on perustettu työryhmiä, jotka käyvät läpi erinäisiä asioita keskenään. Nämä asiat pitää ottaa huomioon suunniteltaessa rajat ylittävään yhteistyötä.

Työryhmät ovat seuraavat:

Työryhmä 2. Puheryhmien rakenne: ryhmässä sovitaan puheryhmien rakenteesta, millainen sen pitäisi olla maiden välisessä yhteistyössä.

Työryhmä 3. Kriisivalmius järjestelmä: Eri maissa on tehty kriisivalmius-suunnitelmat eri katastrofien varalle.

Työryhmä 4. Tekniset vaatimukset: Pitää ottaa huomioon, että järjestelmät ovat teknisesti liitettävissä toisiinsa. Mahdollisten uusien tulevien ohjelmapäivityksien huomioonottaminen pitää ottaa myös huomioon.

Työryhmä 5. Tekniikat ja menetelmät: Saman valmistajan TETRA-keskuksia on helppo yhdistää ja työryhmän tarkoitus on suunnitella mitä tekniikkaa ja menetelmää käytetään, kun verkot yhdistetään.

Työryhmä 6. Koulutus ja skenaariot: Eri maiden välillä on riittävän usein järjestettävä koulutuksia ja skenaarioita siitä, mitä sellaista voisi tapahtua, missä viranomaisapua tarvitaan maiden välillä.

Työryhmä 7. Oikeudelliset näkökohdat ja turvallisuus sekä luottamuksellisuus: Oikeudelliset ja turvallisuudelliset näkökulmat on syytä selvittää maiden välillä.

Työryhmä 8. Terminologia ja tilaviestit: Tietojen saaminen ja antaminen maiden välillä.

Seuraavassa taulukossa 2 on esitetty Ruotsin ja Norjan ISI-projektin vaiheet joista voidaan nähdä miten määränpähän on päästy vuonna 2015 ja 2017. (SITEP 2015)

Taulukko 2. Ruotsin ja Norjan ISI-projekti 2015 ja 2017

Vuosi	Kuukausi	Testit
2015	Syyskuu	- ISI-testit Motorola&Airbus välillä
		- Fleetmap ja provisioinnit
		- Loppu testisuunnitelma SwMI-asiakastestit TPMG
	Lokakuu	- Parannettiin Norjan ja Ruotsin testijärjestelmää ISillä tuetulla versiolla
		- Siirtoyhteys E1 IP-verkon Oslon ja Tukholman välille
Marraskuu		- SwMIn asetukset ja provisioinnit se osajärjestelmät
		- ISI-testit, loppuviritys järjestelmien kanssa ja profiilit MSI, MSB, DNK, Airbus ja Teracom.
	Joulukuu	- Arvioida, paketoita ja päivittää 2016 testit
2016	Tammi/Helmikuu	- Virallinen hyväksytty SR8.3 ISI DNK MSI
		- Siirtoverkon laajentaminen IP VPN ja GoS ISI
	Huhti/Toukokuu	- Integraatio ja testit kahdella ISI-GW SwMI (tarpeeton ratkaisu)
		- Julkaisu ja valvomo SW-testaus
		- Päivittää SR8.3 valtakunnallisesti ja aktivoita ISI Nördnett ja Rakel verkossa
	Kesä/Heinäkuu	- Asentaa ISI-GW 3 testiympäristö ja valmistella sertifiointi-IOP
		- Tekniset radiopäätelaite testit (MS), Norjan ja Ruotsin valvomoiden välillä
	Elo/Lokakuu	- Testiversio MS ohjelmasta, valvomo-ohjelma ja ISI-testit Norjan ja Ruotsin E2EE käyttäjien kanssa
		- Valmistelut Norja ja Ruotsi ISI-esittelyyn
	Marraskuu	- SITEP esittely ISistä elävässä rajat ylittävissä harjoituksessa.
2017		- Rajat ylittävien palveluiden sertifiointi ja radiopäätelaiteet ISILLE. Elävä strategia käyttäjäorganisaatiolle aktivoitu.

## 2.7 TCCA ISI IOP määritteet 1-4 vaiheissa

TETRA Association TF (Technical Forum) on vaiheistanut ISI:n toteutuksen useampaan vaiheeseen ja luonut niitä varten TIP (TETRA Interoperability Profile)-spesifikaatiot ja testisuunnitelmat (IOP Test Plan) jokaista verkon toiminnetta varten.

Ensimmäinen ISI IOP-sertifikaatin on saanut EADS (nykyinen Cassidian) vuonna 2007 TETRA:n järjestelmätasolle Release 5. Se sisälsi seuraavat verkkojenväliset toiminnot: verkkovierailu, yksilöpuhelu, statusviesti ja tekstiviestit SDS. Vuonna 2009 EADS sai ISI IOP-sertifikaatin yhteistoiminnasta Motorola Dimetra IP:n kanssa. EADS:n järjestelmätaso oli Rel 5.5 (W5 15.6-0) ja Motorolan R6.1-ISI v2. Testatut toiminnot olivat verkkovierailu, yksilöpuhelu ja SDS.

Kuvassa 15 on esitetty ISI-IOP-vaiheet eli miten on ratkottu ISI eri ominaisuudet vaihe kerrallaan. Vaiheissa 1 ja 2 on ratkottu perusominaisuudet kuten autentikointi, yksilöpuhelu, ryhmäpuhelu, järjestelmän ulkopuolinen puhelu ja lyhytviestit. Vaiheessa 3 on keskitytty salauksiin, ilmatiesalaus, päästä-päähän salaus puhelussa ja hätäpuhelu. Vaihe 4 keskittyy lisäpalveluihin, ilmatien eri salautyyppeihin ja pakettidataan.

	Feature	Scenario
Phases 1 & 2	Authentication	
	Individual Call	<ul style="list-style-type: none"> <li>Individual call to a subscriber from the home SwMI (while migrated)</li> <li>Individual call to a subscriber from the visited SwMI (while migrated)</li> <li>Individual call to a subscriber from another SwMI (while migrated)</li> <li>Individual call to a foreign subscriber (not migrated)</li> </ul>
	Group Call	<ul style="list-style-type: none"> <li>Group call when located in group home SwMI</li> <li>Group call when not located in group home SwMI</li> </ul>
	Telephone Call	<ul style="list-style-type: none"> <li>Outgoing Calls</li> <li>Incoming Calls</li> </ul>
	Status	
	Short Data Service	
Phase 3	Mobility Management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Migration authorisation by the home SwMI, through provisioning in foreign SwMI</li> <li>Group access mgmt by the group's home SwMI, through pre-provisioning in the foreign SwMI</li> </ul>
	Air Interface Encryption	<ul style="list-style-type: none"> <li>DCK Encryption</li> </ul>
	Emergency Call	
	End-to-End Encryption	
	Supplementary Services	<ul style="list-style-type: none"> <li>Call Line Identification Presentation</li> <li>Talking Party Identification</li> <li>Preemptive Priority Call</li> <li>Late Entry</li> <li>Air-to-Ground-to-Air Operation</li> </ul>
Phase 4	Supplementary Services	<ul style="list-style-type: none"> <li>Enable/Disable</li> <li>Individual DGNA</li> <li>Preemptive Priority Call</li> <li>Barring of Outgoing Calls</li> <li>Barring of Incoming Calls</li> </ul>
	Air Interface Encryption	<ul style="list-style-type: none"> <li>OTAR of GCK</li> <li>OTAR of SCK</li> </ul>
	Packet Data	

Kuva 15. ISI-IOP vaiheet (Junttila, K. & Rantama, M. 2011)

### 3 ISI TESTIT ERILLISVERKKOJEN TESTIKESKUSTEN VÄLILLÄ

Erillisverkot testasi ISI ominaisuutta testikeskuksien välillä 14.1.2016. Itse en päässyt osallistumaan testeihin, kun olin rauhanturvaajana Libanonissa. Testeillä pyrittiin selvittämään ISI verkkovierailuominaisuuksia. Testit oli jaettu yhdeksään eri ryhmään. VIRVE-verkossa on samanlaiset maakoodit kuin mobiiliverkossa eli Suomen VIRVE-verkon maakoodi MCC on 244 ja MNC verkkonumero riippuu käyttäjistä. Se on jaettu käyttäjäkohtaisesti. Tässä testissä pelattiin verkkonumeroilla 1003 ja 1004. VIRVE-verkon tilaajien numero-pituus on 7 numeroa. VIRVE-verkossa on myös samalla tavalla suuntanumero kuin mobiiliverkossa ja se on 04552 ja sen jälkeen tulee SSI eli tilaajanumero. Tähän testiin oli luotu myös puheryhmiä molempiin verkkoihin 4 kpl. Taulukossa 3 on esitetty tilaajat ja puheryhmät.

Taulukko 3. Erillisverkkojen ISI-testit (Kujala 2017, sähköpostiviesti)

Radio Subscribers					
Mnemonic	MNI	SSI	Network A / B		
MS A1	244-1003	7980814	Network A TREVI1		
MS A2	244-1003	7980917	Network A TREVI1		
MS B1	244-1004	7980104	Network B TREVI2		
MS B2	244-1004	7980904	Network B TREVI2		
Talk groups					
			ISI-link		Linked group
ISI-Group A1	244-1003	7984411	Ctrl (ohjaava)	Network A TREVI1	ISI-Group B1
ISI-Group A2	244-1003	7985511	Part. (osallistuva)	Network A TREVI1	ISI-Group B2
Group A3	244-1003		-	Network A TREVI1	-
Group A4	244-1003		-	Network A TREVI1	-
ISI-Group B1	244-1004	7984444	Part. (osallistuva)	Network A TREVI2	ISI-Group A1
ISI-Group B2	244-1004	7985555	Ctrl (ohjaava)	Network A TREVI2	ISI-Group A2
Group A3	244-1004		-	Network A TREVI2	-
Group A4	244-1004		-	Network A TREVI2	-



Kuva 16. Erillisverkkojen ISI-testiverkko (Argos 2017)

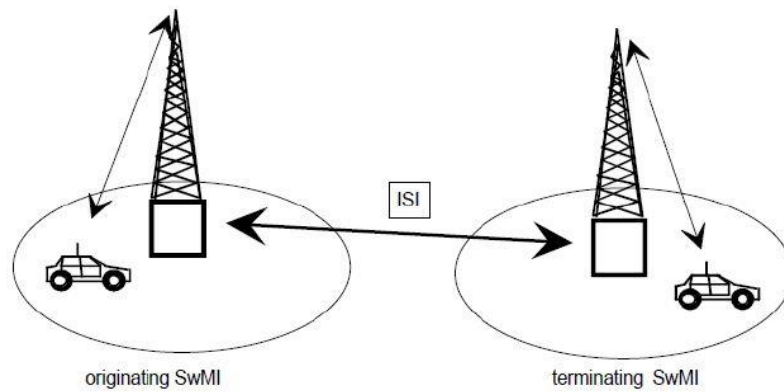
Seuraavat ominaisuudet testeissä verkkojen A ja B välillä tehtiin onnistuneesti:

#### Verkko-ominaisuudet

- ISI yhdyskanava (järjestelmien välinen yhteys E1)
- Rekisteröinti naapuriverkkoon
- Verkkovierailu tilaaja-profiilissa vierailijan verkossa
- Usean tilaajan verkkovierailu-profiili vierailijan verkossa
- Automaattinen verkkovierailu
- Päätelaite sallittuihin verkkoihin
- AIE Ilmarajapinta-salaus

#### Tilaajan toiminteet

- ISI yksilöpuhelu
- ISI yksilöpuhelu – verkkovierailu käyttäjä ja kotilähtettäjä
- ISI yksilöpuhelu – verkkovierailukäyttäjä ja kotiverkko käyttäjä

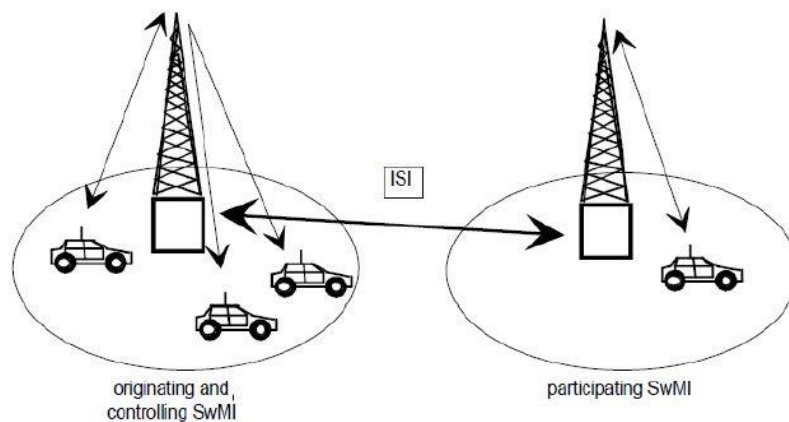


Kuva 17. Yksilöpuhelu (Odini 2009)

- Yksilöpuhelu – kaksi verkkovierailu käyttäjää
- Yksilöpuhelu – verkkovierailu ja paikalliset käyttäjät
- ISI yksilöpuhelu yleisestä puhelinverkosta PSTN
- Yksilöpuhelu yleiseen puhelinverkkoon PSTN
- ISI yksilö lyhytsanoma palvelu
- ISI yksilö lyhytsanoma palvelu – verkkovierailu käyttäjä & koti lähettäjä
- ISI yksilö lyhytsanoma palvelu – verkkovierailu käyttäjä ja kotiverkkokäyttäjä
- Yksilö lyhytsanoma palvelu – kaksi verkkovierailu käyttäjää

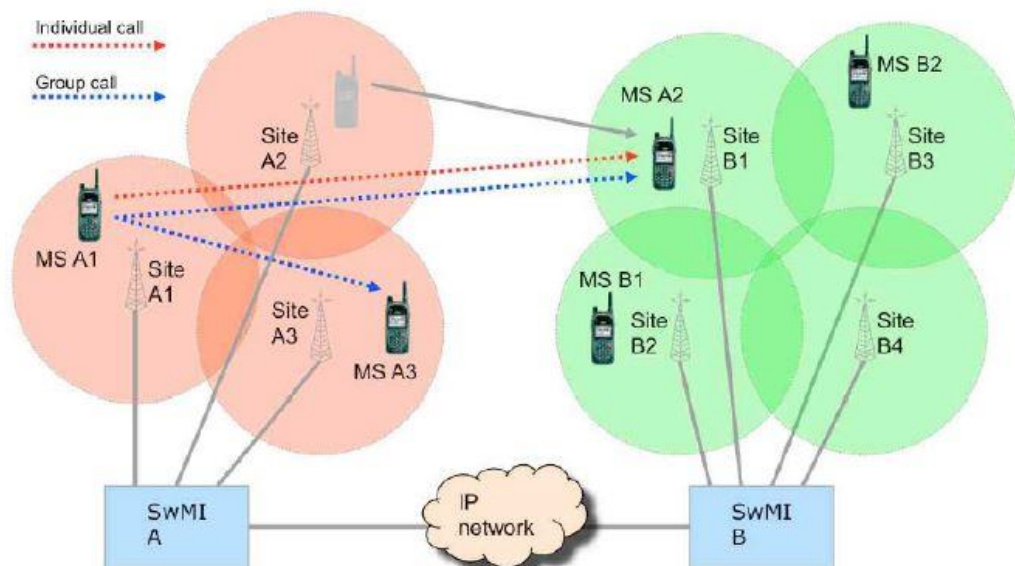
#### Ryhmäpuheluominaisuudet

- ISI ryhmäpuhelu – käyttäjät kuuluvat yhteen verkkoon
- ISI ryhmäpuhelu – käyttäjät kuuluvat useisiin verkkoihin



Kuva 18. Ryhmäpuhelu (Odini 2009)

- Liittyä staattisesti liittyviin ryhmiin
- Liittyä staattisesti liittyviin ryhmiin – verkkovierailu ja paikalliset käyttäjät
- ISI ryhmäpuhelu – verkkovierailu käyttäjä
- ISI ryhmä lyhytsanoma viesti
- ISI hätäryhmä status viesti lähettäjäille
- ISI hätäryhmä status viesti
- ISI ryhmä lyhytsanoma kotiverkkoon
- ISI ryhmä status viesti kotiverkkoon
- Liittyä paikalliseen ryhmään – verkkovierailija käyttäjä
- Paikallinen ryhmä – verkkovierailija ja paikalliset käyttäjät
- Paikallinen ryhmä – käyttöoikeudet
- Paikallinen ryhmäpuhelu – verkkovierailija käyttäjä
- Paikallinen ryhmä lyhytsanoma viesti – verkkovierailija käyttäjä
- Status viesti kohti paikallista lähettäjäryhmiä – verkkovierailija käyttäjä
- Paikallisesti yhdistyvät staattiset liittymät yksi tai useampi paikallisryhmä
- Hätäpuhelu ennalta määrättyyn paikalliseen puheryhmään
- Paikkatiedon lähetys kotiverkkoon



Kuva 19. Verkkovierailu yksilöpuhelu ryhmäpuhelu (Odini 2009)

Tiettyjä ominaisuuksia ei voitu testata, koska kyseessä oli verkkonumeroon kohdistuva verkkovierailu. Oikeasti testissä olisi pitänyt olla eri maan maakoodi ja silloin olisi varmaan saatu testattua myös alla olevat palvelut. Testit tullaan tekemään uudelleen kunakin maan kanssa erikseen, kun verkkovierailu otetaan käyttöön maiden välillä.

- Verkkovierailulupa kotiverkossa
- Verkkovierailulupa naapuriverkossa
- Vierailevien käyttäjien massa provisiointi
- Manuaalinen verkkovierailu
- Tilaajan autentikointi
- ISI yksilö status palvelu – verkkovierailu käyttäjä & koti lähettäjä
- ISI yksilö status palvelu – verkkovierailu käyttäjä ja kotiverkkokäyttäjä
- Yksilöllinen status viesti - kaksi verkkovierailija käyttäjä
- Yksilöllinen hätä status viesti verkkovierailija käyttäjä
- Paikallisesti yhdistyvät kaksi tai useampi ryhmäliittymää
- Paikallisesti yhdistyvät vierailija ryhmäkäyttäjät
- Paikallisesti staattinen vieraileva ryhmäliittymä
- Purkautuva paikallinen vieraileva ryhmäkäyttäjä
- Purkautuva staattinen vieraileva ryhmäliittymä käyttäjä
- Hätäpuhelu staattisesti liittyviin ryhmiin
- Hätäpuhelu paikallisiin riippuvaisiin ryhmälähtettäjiin
- Hätäpuhelu ennalta määrättyyn paikalliseen puhelin numeroon (PSTN)
- Hätäpuhelu ennalta määrättyyn ITSI numeroon
- Paikkatiedon lähetys vierailijan verkkoon
- Paikkatiedon lähetys kotiverkkoon ja vierailijan verkkoon
- Paikkatiedon lähetys kotiverkkoon ja vierailijan verkkoon sekä kolmanteen verkkoon



## 4 KOHTI POHJOISMAISTA TETRA-VERKKOA

Jotta Suomen, Norjan, Ruotsin ja Viron välillä voidaan alkaa neuvottelemaan verkkovierailun ominaisuuden käytön aloittamisesta, on ensin syytä selvittää Suomen viranomaisten halukkuus. Ruotsi on ilmaissut halukkuuden heti kun he ovat saaneet loppuun Norjan ja Ruotsin välisen ISI-projektin eli 2017 voidaan alkaa neuvottelemaan heidän kanssaan. Suomen VIRVE-verkko on Airbusin valmistama, mikä helpottaa verkkovierailun toteutusta. Suomi osallistui tarkkailijana Norjan ja Ruotsin väliseen harjoitukseen, joka järjestettiin syksyllä 2016. Ruotsin ja Norjan välisestä ISI-projektista kannattaa ottaa mallia.

### 4.1 Tutkimuksen toteutus

Tämä tutkimus toteutettiin yhdessä Suomen Erillisverkot Oy:n kanssa. Opinnäytetyön tutkimus toteutettiin kyselytutkimuksena käyttäen Webropol kyselylomaketta. Kysymykset lähetettiin seitsemälle VIRVE-pääkäyttäjälle. Kyselyn tuottamalla aineistolla pyrittiin selvittämään VIRVE-käyttäjäorganisaatioiden mielipide verkkovierailuun.

### 4.2 Kyselylomake ja aineiston hankinta

Kyselylomakkeen rakensin tutkimusongelmieni ympärille. Ensin selvitin tutkimusongelmat ja niiden pohjalta aloin rakentamaan kyselylomaketta ja miettimään tutkimusmenetelmää. Kun tutkimusmenetelmä selvisi, tein kyselylomakkeen (liite 1). Kyselylomakkeen perus lähtökohdiksi tuli selkeys, helppo ja nopea vastattavuus, kiinnostavuus sekä käyttökelpoisuus juuri tutkittavan aiheen kannalta.

Lähetin kaikille kyselyyn osallistuneille tahoille tutkimuksesta ennakkovaroituksen sähköpostitse. Aineistonkeruumenetelmänä käytin Webropol-tutkimukseen soveltuvaa kyselyä. Kyselylomake rakentui sähköiseen muotoon Webropol-sivuston avulla. Kyselyyn vastaaminen tapahtui internetissä. Kysely sisälsi yhteensä 7 eri kohtaa. Näistä viisi oli monivalinta kysymyksiä. Viimeinen kysymys oli vapaasana-kysymys. Vapaasana kysymyksellä tarkoitetaan kohtaa, mihin vastaaja voi kertoa asioita tai mielipiteitä, mitä ei varsinaisessa kyselyssä kysytty. Kyselylomakkeen testasin neljällä henkilöllä, joista

kolme oli Suomen Erillisverkot Oy:n henkilöä. Kyselyyn viittaava internetlinkki lähetettiin VIRVE-pääkäyttäjryhmälle.

#### 4.3 Kohderyhmä

Tutkimuksen kohderyhmä on VIRVEN pääkäyttäjät, jotka ovat VIRVEN käyttäjien erityisasiantuntijat ja he vastaavat heidän organisaationsa VIRVE kehityksestä. Selvitettävät asiat VIRVE käyttäjiltä ovat heidän halukkuus ISI toiminnalle, ISI käyttäjämäärän haarukointi eri organisaatioista ja mahdollisuuden kustannuksien jakamisesta. Mahdollinen kustannuksien jakaminen voidaan toteuttaa esimerkiksi VIRVEN käyttäjien kuukausimaksun korotuksella tai sitten sitä ei oteta huomioon ja kuukausimaksua ei koroteta ollenkaan.

#### 4.4 Aineiston analyysi

Tutkimuksen aineiston analysointimenetelmänä käytin Excel-tilukkolaskenta-ohjelmaa. Aineiston analyysissä käytin myös hyväkseni Webropol-internet sivuston ominaisuuksia. Webropol on vuonna 2002 valmistunut suomalainen kysely- ja analysointisovellus, joka toimii selaimen välityksellä. Webropol on yhteensopiva Microsoft Officeen kanssa, joten tiedon siirto erinäisten sovellusten välillä on helppoa.

#### 4.5 Tutkimuksen tulokset

Tutkimuksen osallistuivat VIRVE-pääkäyttäjät eri VIRVEN käyttäjäorganisaatiosta. Heidän ammattitaito ja tietämys VIRVEN kehityksestä ja tulevaisuudesta on erimaista. Sen takia kyselyssä ei tarvinnut selostaa kohderyhmille ensin, mistä on kysymys verkkovierailussa. Kysymykset olivat: 1. Mikä on organisaatiosi? 2. Tekeekö organisaatiosi toiminnallista yhteistyötä Ruotsin, Norjan tai Viron kanssa. 3. Mitä mieltä olet verkkovierailun tarpeellisuudesta? 4. Kuinka monta päätelaitetta organisaatiosi tarvitsisi verkkovierailuominaisuudella olevan? 5. Olisitko valmis maksamaan verkkovierailusta olevista kustannuksista? 6. Olisiko syytä tehdä myös Viron kanssa verkkovierailusopimus? 7. Halutessasi voit kommentoida oman mielipiteen tähän. (Taulukko 4).

Kaikki organisaatiot: Rajavartiolaitos, Poliisi, Tulli, Hätäkeskus, Sosiaali/Terveys, Pelastus ja Puolustusvoimat vastasivat kysymyksiin. Tuloksista voidaan lukea, että melkein kaikki VIRVEN eri käyttäjät tekevät toiminnallista yhteistyötä Ruotsin, Norjan ja Viron kanssa. Ainoastaan sosiaali/terveys-puoli ei tee toiminnallista yhteistyötä Viron kanssa.

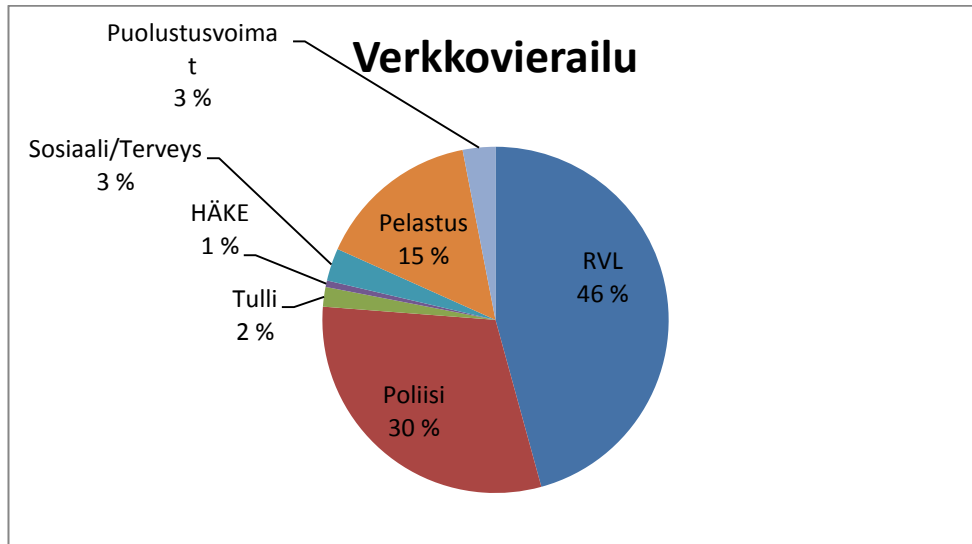
Kaikki näkivät verkkovierailun tarpeelliseksi ja ajankohtaiseksi. Ihan kaikki eivät olleet valmiita maksamaan verkkovierailusta koituvia kustannuksia. Kustannuksien nostopaineet eivät olleet ajankohtaisia pitkään aikaan. Kaikilla kysymykseen osallistuneilla on VIRVE-viranomaisverkko käytössä.

Tarve verkkovierailuominaisuuksilla olevien VIRVE päätelaitteiden yhteismääräksi oli 3260 ja Hälytyskeskuksen tarve tulee olemaan myös DWS-käyttöpaikoissa sekä lisäksi muutamissa VIRVE päätelaitteessa.

Taulukko 4. Verkkovierailukysymysten vastaukset taulukossa

Kysymys 1. Mikä on organisaatio?	Kysymys 2. Tekeekö organisaatiosi toiminaista yhteistyötä Ruotsin, Norjan tai Viron kanssa?			Kysymys 3. Mitä mieltä verkkovierailun tarpeellisuudesta?	Kysymys 4. Kuinka monta päätelaitetta organisaatiosi tarvitsisi verkkovierailuominaisuuksilla olevan?	Kysymys 5. Olisiko valmis maksamaan verkkovierailu ominaisuuksista olevista kustannuksista?	Kysymys 6. Olisiko syytä tehdä myös Viron kanssa verkkovierailusopimus?
	Ruotsi	Norja	Viro				
Organisaatio	Ruotsi	No rja	Vi ro	Tarpeellinen	Kpl (Verkkovierailu)	Valmis maksamaan	Myös viron kanssa
RVL	X	X	X	Kyllä	1500	Ei	Kyllä
Poliisi	X	X	X	Kyllä	1000	Kyllä	Kyllä
Tulli	X	X	X	Kyllä	60	Ei	Kyllä
HÄKE	X	X	X	Kyllä	1 Käyttöpaikkoihin/tietoj.	Kyllä	Kyllä
Sosiaali/Terveys	X	X		Kyllä	100	Kyllä	Ei
Pelastus	X	X	X	Kyllä	<500	Ei	Kyllä
Puolustusvoimat	X	X	X	Kyllä	100	Kyllä	Kyllä

Kuten kuvasta 20 nähdään, suurimmat käyttäjäryhmät VIRVEN verkkovierailuominaisuuksilla tulisivat olemaan Rajavartiolaitos, Poliisi ja Pelastus. Näillä toimijoilla on varmaan suurin tarve verkkovierailulle.



Kuva 20. Verkkovierailuominaisuuksilla olevien päätelaitteiden määrä

#### 4.6 Päätelaitteet joihin voidaan päivittää ISI-palvelu

Taulukossa 5 on luettelo terminaaleista joihin valmistajien on mahdollisuus päivitettävä ISI-palvelut.

Taulukko 5. Päätelaitteet, joihin voidaan päivittää ISI-toiminto.

Valmistaja	Käsiterminaali	Ajoneuvoterminaali
Motorola	3000, 6000 ja 8000 sarjat	5000 sarja
Sepura	STP 9000, STP8x sarjat	SRG 3900 ja SRH 3900
Airbus	Th1n, TH9, TH9i, TH9 Ex, THR9+ ja THR880i	TMR880i

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

### 5.1 Johtopäätökset kyselystä

Vastaukset sain kaikilta seitsemältä VIRVE viranomaiskäyttäjältä. Viranomaisista Poliisilla, Rajavartiolaitoksella, Tullilla ja Puolustusvoimilla oli toiminnallista yhteistyötä. Kaikki pitivät verkkovierailua tarpeellisena. Verkkovierailuominaisuudella olevien VIRVE liittymien yhteismäärä oli n. 3300 käyttäjää. Kuukausimaksun kustannuksien mahdolliseen nousuun suhtauduttiin asiallisesti. Kustannuksiin oltiin valmiita osallistumaan, vaikka siihen ei mahdollisesti mennä. Verkkovierailu myös Viron kanssa olisi syytä toteuttaa, vaikka Viro ei olisi heti valmis lähtemään siihen. Loppupäätelmänä voidaan pitää sitä, että verkkovierailu Ruotsin, Norjan ja mahdollisesti Viron kanssa on käyttäjäorganisaatioiden mielestä hyvä ratkaisu ja mahdollistaa yhteistoiminnan heidän kanssaan.

### 5.2 Eri työryhmiin selvitettävät asiat

Projektia varten tulisi perustaa eri työryhmiä, jotka selvittävät erinäiset asiat, jotka pitää ottaa huomioon. Projekteissa kannattaa ottaa Ruotsin mallin työryhmät, jotka ovat: 2 puheryhmien rakenne, 3 kriisivalmius-järjestelmä, 4 tekniset vaatimukset, 5 tekniikat ja menetelmät, 6 koulutus ja skenaariot, 7 oikeudelliset näkökohdat ja turvallisuus sekä luottamuksellisuus ja 8 terminologia ja tilaviestit. Tästä tuloksena saadaan käsikirja rajat ylittävään viestintään.

Projektin tulisi myös selvittää:

- E1 ISI GW Verkkoyhteys Ruotsin RAKEL keskuksen ja Suomen VIRVE-verkon välille. Samoin Norjan NÖRTELL keskuksen ja suomen VIRVE-verkon välille.
- Tuleva puheryhmien rakenne, niin Ruotsin kuin Norjan viranomaisten kanssa.
- Tekniset ratkaisut
- Testit ja harjoitukset

### 5.3 Esimerkki puheryhmärakenteesta FIN-SWE ISI

Yhteistyö puheryhmät maiden välillä (yht. 62 puheryhmää). Tämä tulee olemaan haaste nykyiselle päätelaite-kannalle. THR880i mahtuu vain 2000 puheryhmää ja näiden puheryhmien lisäykset nykyisiin puheryhmärakenteeseen tulee miettiä uudelleen tiettyjen VIRVE käyttäjien kanssa. Ruotsin ja Norjan kanssa verkkovierailusta tulevien puheryhmien lukumäärä on noin 124 kpl. Tässä esimerkki millainen se voisi olla Suomen ja Ruotsin välillä (kuva 21):

FIN-SWE CO 1 – 4 (yhteistyö kaikille)

FIN-SWE EM 1 – 8 (häätä poliisi, palo ja ambulanssi)

FIN-SWE F 1 – 8 (palo ja pelastus palvelut)

FIN-SWE P 1 -8 (poliisi)

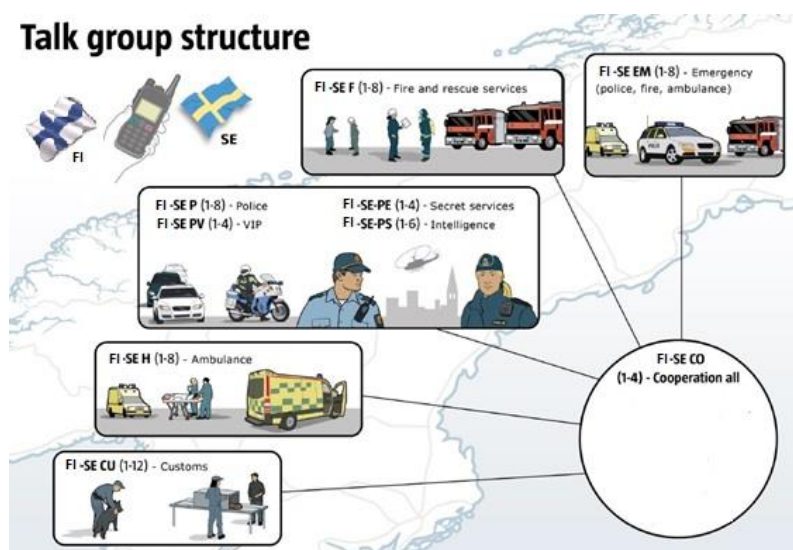
FIN-SWE PV 1 – 4 (VIP)

FIN-SWE-PE 1 – 4 (turvallisuus palvelut)

FIN-SWE-PS 1 – 6 (tiedustelu)

FIN-SWE H 1- 8 (ambulanssi)

FIN-SWE CU 1 – 12 (asiakkaat, tulli ym.)



Kuva 21. Puheryhmät Suomi-Ruotsi verkkovierailussa (ISITEP 2015)

## 6 YHTEENVETO

Verkkovierailun ottamiseksi käyttöön niin Norjan kuin Ruotsin kanssa ei ole mitään esitettyä käyttäjien kannalta. Mallia kannattaa ottaa Ruotsin ja Norjan välisestä ISI-verkkovierailu-projektista. Testit osoittavat, että verkot voidaan yhdistää. Tulevaisuudessa maanvälisiin harjoituksiin kannattaa panostaa.

Suomi ja Norja ovat solmineet esisopimuksen verkkovierailun ottamisesta käyttöön 8.2.2017 Tanskan Kööpenhaminassa. Pitää muistaa että Suomen ja Norjan välinen valti-onraja on noin 736 km pitkä. Suomi ja Norja aloittavat uuden yhteistyön viranomaisverkon käytössä. Jatkossa maiden yhteistoiminta parantuu, kun viranomaiset käyttävät rajaseudulla yhteistä viestintäkanavaa. Tekninen valmius verkkovierailuun valmistuu vuoden 2017 aikana ja se tullaan ottamaan käyttöön vuoden 2018 aikana, kertoo VIRVE-verkkoa operoiva Erillisverkot.

Viranomaisyhteistyö nousee uudelle tasolle, kun Suomi ja Norja aloittavat viranomaisverkkojensa Inter-System-Interface eli ISIn-käytön. Kyseessä on verkkovierailu, jossa viranomaiset käyttävät yhteistä viestintäkanavaa ja -ryhmiä. VIRVE-palveluiden liiketoimintajohtaja Jarmo Vinkvistin mukaan verkkovierailu tehostaa kommunikointia ja yhteistoimintaa. ”Viranomaisverkon operaattorina luomme tekniset olosuhteet, joissa viranomaisilla on mahdollisuus kommunikoida paitsi kotimaassa, myös rajan yli”. Aivan yksinkertaista viranomaisverkkojen yhteistoiminta ei ole. Suomen VIRVE on Airbusin toimittama TETRA-pohjainen verkko, kun Norjalaisilla on Motorolan verkko. Niiden tekniseen yhteensovittamiseen voidaan ottaa mallia Ruotsin ja Norjan verkkoyhteistyöstä, jossa vastaava on jo tehty. Ruotsi ja Norja ovat ottaneet oman ISIn käyttöön vuoden 2016 lopussa, ja virallisesti maiden viranomaisverkko avataan tämän vuoden maaliskuussa. Pelkkä verkkojen yhdistäminen ei riitä viranomaistoiminnassa, vaan eri maiden viranomaisten pitää sopia käytettävistä johtamis- ja viestintämalleista keskenään. Se tulee olemaan haastavaa, koska vastaan tulee lainsäädäntöön, toimivaltuuksiin ja johtamissuhteisiin liittyviä kysymyksiä.

Esimerkiksi voi ottaa tulipalon. Norjassa poliisi on johtovastuussa siitäkin, kun Suomessa operaatiota johtaa pelastuslaitos. Toimintamallien yhteensovittaminen vaatii paljon työtä viranomaisten kesken. Onnistuneen yhteistoiminnan taustalla on yleinen luottamus omiin ja naapurimaan viranomaisiin sekä viranomaisten kokemus yhteistyös-

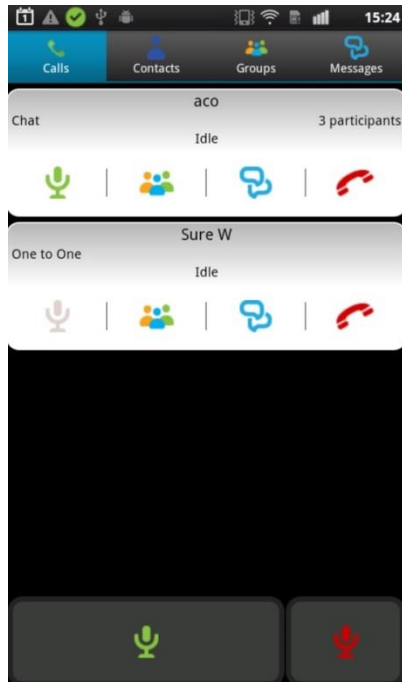
tä yli organisaatorajojen. Suomessa ja Pohjoismaissa näissä asioissa ollaan Euroopan edelläkävijöitä ja se luo hyvän pohjan rajat ylittävälle yhteistyölle. VIRVE-verkossa kulkee viikossa 50 miljoonaa lyhytsanomaviestiä, jotka sisältävät esimerkiksi paikkatietoja. Lyhytsanomaviestit ovat turvallisuustoiminnan kannalta olennainen osa, ja maiden viranomaisverkkojen tietojärjestelmien mahdollinen myöhäisempi yhdistäminen toisi huomattavia etuja rajaseudun toimimiseen. Kun verkkovierailu on toteutettu Norjan kanssa on tarkoitus se toteuttaa myös Ruotsin kanssa tämän jälkeen. Ruotsalaisten kanssa on jo tehty valmistelutyötä, mutta päätöksiä ei vielä ole tehty. (Elektroniikka Tietoliikenne Nanotekniikka 2017).

Miten käy tulevaisuudessa ISI-verkkovierailun, kun VIRVE-verkko korvataan uusilla tulevaisuuden ratkaisulla. Verkon luvataan toimivan aina vuoteen 2025 asti ja varmaan pidempäänkin. LTE tulee olemaan tulevaisuuden tuote, jossa VIRVE verkkokin varmaan tulee olemaan ja ISI-verkkovierailu on helpompi toteuttaa. Viranomaispäätelaitteen tulee varmaan korvaamaan esim. Bittium -viranomaisälypuhelin (-kuva 22), jossa on Bittium Secure Suite-taustajärjestelmä ja se on salattu. Tetra appisovellusta voidaan käyttää myös Bittiumin tuotteessa. Esimerkiksi Mission Critical Push-To-Talk (MCPTT) -järjestelmä muuttaa älypuhelimien (Android) tehokkaaksi radiopuhelimeksi (kuva 23). Järjestelmä hyödyntää kaikkia matkapuhelinverkkoja (2G,3G ja 4G), WLAN-verkkoja sekä tarvittaessa myös VHF- ja UHF- radiotaajuuksia. Järjestelmällä on mahdollista korvata nykyinen VIRVE-viranomaisverkko. (smartphonesolutions.fi 2017).



Kuva 22. Bittium-virannomaisälypuhelin (BITTIUM 2017)





Kuva 23. TETRA-sovellus älypuhelimessa (Azetti Networks 2017)

## LÄHTEET

Argos 2017. Argos analyzing the TETRA cross-border connection. Viitattu 17.4.2017.  
<http://www.xpro.co/index.php/articles/48-argos-analyzing-cross-border-tetra>

Azetti Networks 2017, Push-toTalk Over Cellular. Viitattu 14.4.2017.  
[www.azetti.com/products/push-to-talk-over-cellular](http://www.azetti.com/products/push-to-talk-over-cellular)

Bittium 2017. Bittium Tough Mobile-Secure and strong LTE smartphone. Viitattu 16.4.2017. <http://www.bittium.com/BittiumToughMobile>

Eletroniikka Tietoliikenne Nanotekniikka 2017. Suomi ja Norja yhteistyöhön viranomaisverkossa. Julkaistu 8.2.2017. Viitattu 16.04.2017 <http://etn.fi/index.php/13-news/5811-suomi-ja-norja-yhteistyoehoen-viranomaisverkoissa>

Heikkonen. K, Pesonen. T, Saaaristo T. 2005. VIRVE-RADIO. Helsinki: Edita Prima Oy.

ISITEP 2015. Topic 1: Norway-Sweden ISI. Julkaistu 24.9.2015. Viitattu 13.4.2017  
<http://isitep.eu/perch/resources/01-20150924-isitep-user-forum-topic1.pdf>

Junttila, K.& Rantama, M. 2011. Pelastustoimen langattoman tiedonsiirron tarpeet ja toteutusmahdollisuudet tulevaisuussa. Viitattu 17.4.2017.  
[https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47592/Hult\\_Taina.pdf?sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/47592/Hult_Taina.pdf?sequence=1)

Laitinen, M. & Bjerrum-Niese, C. 2011. CROSS-BORDER COMMUNICATIONS WITH ISI. Viitattu 13.4.2017 <http://isitep.eu/perch/resources/6-isi-from-motorola-and-airbus.pdf>

Mobileeurope 2010. EADS Defence&Security to enable world's first operational cross-border communication between two nationwide TETRA networks. Julkaistu 27.3.2010. Viitattu 17.4.2017. <http://www.mobileeurope.co.uk/Press-Wire/6001>

Motorolasolution 2017. Motorola Solutions Takes Networking to the Extreme. Julkaistu 4.12.2015. Viitattu 13.4.2017. <https://newsroom.motorolasolutions.com/news/motorola-solutions-takes-networking-to-extreme.htm>

MSB 2017. Välkommen till MSB!. Viitattu 13.4.2017. <https://www.msb.se>

Norwegian Public Safety Radio 2016. Wikipedia no. Viitattu 13.4.2017  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Norwegian\\_Public\\_Safety\\_Radio](https://en.wikipedia.org/wiki/Norwegian_Public_Safety_Radio)

Odini 2009. Whitepaper On-Demand Intelligent Network Interface. Julkaistu Lokakuu 2009. Viitattu 17.4.2017.  
<http://www.odini.org/images/rohill/whitepaper%20odini%20issue%201.1.pdf>

Penttinen.J. 2006. Tietoliikennetekniikka: 3G ja erityisverkot. Helsinki: WSOY.

Radio Resource Mission Critical communications 2016. Norway, Sweden Test First Live TETRA connection Across Borders. Sandra Wendelken. Julkaistu 12.8.2016. Viitattu 13.4.2017 [www.rrmediagroup.com/Features/FeaturesDetails/FID/686](http://www.rrmediagroup.com/Features/FeaturesDetails/FID/686)

Rakel 2016. Wikipedia sv. Viitattu 13.4.2017 <https://sv.wikipedia.org/wiki/RAKEL>

Smartphonessolutions.fi 2017. Opass MCPTT-järjestelmän hankintaan. Viitattu 16.4.2017. [http://www.smartphonesolutions.fi/1\\_28\\_mcptt-j-rjestelm-n-hankinta-oppaan-lataaminen.html](http://www.smartphonesolutions.fi/1_28_mcptt-j-rjestelm-n-hankinta-oppaan-lataaminen.html)

Yritysvastuuraportti 2012. Yritysvastuuraportti 2012 Suomen Erillisverkot -konserni. Viitattu 17.4.2017. [https://www.erillisverkot.fi/files/60/suomen\\_erillisverkot\\_-\\_yritysvastuuraportti\\_2012\\_uusi\\_www.pdf](https://www.erillisverkot.fi/files/60/suomen_erillisverkot_-_yritysvastuuraportti_2012_uusi_www.pdf)

Liite 1.

Kysymykset VIRVEN pääkäyttäjryhmälle.

1. Mikä on organisaatiosi:
  - Rajavartiolaitos
  - Poliisi
  - Pelastus
  - Sosiaali/terveys
  - Tulli
  - Puolustusvoimat
  - joku muu
  
2. Tekeekö organisaatiosi toiminnallista viranomaistyötä Ruotsin, Norjan tai Viron viranomaisten kanssa.
  - Ruotsin
  - Norjan
  - Viron
  
3. Mitä mieltä olet verkkovierailun tarpeellisuudesta
  - tarpeellinen
  - ei tarpeellinen
  
4. Kuinka monta päätelaitetta organisaatiosi tarvitsisi verkkovierailuominaisuuksilla olevan
  - lukumäärä sarakkeeseen
  
5. Olisitko valmis maksamaan verkkovierailusta olevista kustannuksista (kuukausimaksu nousisi)
  - en ole
  - olisin
  
6. Olisiko syytä tehdä myös Viron kanssa verkkovierailusopimus?
  - kyllä
  - Ei
  
7. Halutessasi voit kommentoida oman mielipiteen tähän. Kiitos vastauksista.

## Liite 2. Erillisverkkojen ISI-testit.

		PRIORITY	
		1	2
1		<b>ISI channels optimisation</b>	
	1.1	ISI channel trunking	x
2		<b>Subscriber Migration and security</b>	
	2.1	Registration in another network than its home network	x
	2.2	Migration permission in the home network	x
	2.3	Migration permission in the visited network	x
	2.4	Migrating subscriber profile in the visited network	x
	2.5	Several Migrating subscriber profiles in the visited network	x
	2.6	Mass provisioning of visiting users	x
	2.7	Manual Migration	x
	2.8	Automatic Migration Performance	x
	2.9	Terminal - permitted network	x
	2.10	Subscriber authentication	x
	2.11	Air Interface Encryption	x
3		<b>Individual Call</b>	
	3.1	ISI Individual speech call	x
	3.2	ISI Individual speech call – migrated user and home dispatcher	x
	3.3	ISI Individual speech call – migrated user and user in home network	x
	3.4	Individual speech call – two migrated users	x
	3.5	Individual speech call –migrated and local users	x
	3.6	ISI Individual speech call from telephone PSTN	x
	3.7	Individual speech call to telephone PSTN	x
	3.8	ISI Individual short data service	x
	3.9	ISI Individual short data service – migrated user & home dispatcher	x
	3.10	ISI Individual status service – migrated user & home dispatcher	x
	3.11	ISI Individual short data service – migrated user and user in home network	x
	3.12	ISI Individual status service – migrated user and user in home network	x
	3.13	Individual short data service – two migrated users	x
	3.14	Individual status service – two migrated users	x
	3.15	Individual emergency status message – migrated user	x
4		<b>Group Call using statically linked Groups</b>	
	4.1	ISI Group speech call – users belonging to one network	x
	4.2	ISI Group speech call – users belonging to several network	x
	4.3	Joining a statically linked group	x
	4.4	Joining a statically linked group – migrated and local users	x
	4.5	Group addresses used for statically linked groups	x
	4.6	ISI group speech call – migrated user	x
	4.7	ISI group short data message	x
	4.8	ISI emergency group status message to dispatchers	x
	4.9	ISI emergency group status message	x
	4.11	ISI group short data message to home network	x
	4.10	ISI group status message to home network	x
5		<b>5 Local Group Calls</b>	
	5.1	Joining a local group – migrated user	x
	5.2	Local group – migrated and local users	x
	5.3	Local group – user rights	(x) x
	5.4	Local Group speech Call – migrated user	x
	5.5	Local Group short data message – migrated user	x
	5.5	Local Group Status message – migrated user	x
	5.6	Status message towards a local group of Dispatchers – migrated user	x
6		<b>6 Local Combining of Groups</b>	
	6.1	Local Combining of a statically-linked group with one or more local groups	x
	6.2	Local semi-combining of two or more linked groups	x
	6.3	Local Combining of two or more linked groups	x
7		<b>Local DGNA operations</b>	
	7.1	Providing a local group to a visiting user	x
	7.2	Providing a statically linked group to a visiting user	x
	7.3	Removing a local group from a visiting user	x
	7.4	Removing a statically linked group from a visiting user	x
8		<b>Emergency Call</b>	
	8.1	Emergency call to the statically linked group	x
	8.2	Emergency call to local Dispatcher	x
	8.3	Emergency call to location-dependent group of Dispatcher	x
	8.4	Emergency call to a pre-defined phone number (PSTN)	x
	8.5	Emergency call to a pre-defined ITSI	x
	8.6	Emergency call to a pre-defined local group	x
9		<b>Positioning</b>	
	9.1	Positions sending to home network	(x) x
	9.2	Positions sending to visited network	x
	9.3	Positions sending to home network and visited network	x
	9.4	Positions sending to home network and visited network and to a third network	x