

Asia: VN/6290/2025

Turvallisuutta ja uutta talouskasvua tietoverkoista -hanke (TUUTTI-hanke)

Kysymykset

Mitkä teknologiset, taloudelliset, geopoliittiset ja muut yhteiskunnalliset muutokset ovat keskeisimpiä viestintäverkkojen kehityksen kannalta seuraavan kymmenen vuoden aikana?

Viestintäverkot ovat murrosten edessä seuraavan 10 vuoden aikana. Kansainvälinen toimintaympäristö on aiempaa vaikeammin ennakoitavissa. Turvallisuustilanne ja eri maissa nousseet nationalismi ja protektionismi vaikuttavat kauppapolitiikkaan, ja tuovat epävarmuutta myös viestintäverkkojen kehittymisen vaatimiin investointeihin. Matkaviestinteknologioissa ollaan siirtymässä kohti 6G-aikaa, mutta muutkin teknologiat vaikuttavat ja muokkaavat viestintäteknologiakenttää.

3GPP-standardointi on luonut turvallisen ja ennustettavan pohjan matkaviestinverkkojen kehittymiselle viimeisen 25 vuoden aikana. Tuorein teknologiasukupolvi, 5G, ei ole kuitenkaan vastannut kaikkiin sille luotuihin odotuksiin. Vain vajaa puolet maailmalla käytössä olevista 5G-verkoista perustuu n.s. StandAlone (SA)-arkkitehtuuriin, koska 5G-siirtymässä on aikanaan haettu vähemmän investointeja vaativaa polkua 4G:stä. 5G SA-arkkitehtuuria tarvittaisiin monien merkittävien 5G-ominaisuuksien hyödyntämiseksi, mm. ”viipaleet” (slicing), matala-latenssinen kommunikointi (URLLC) ja monet suorituskykyyn liittyvät parannukset. Kuluttajille 5G onkin näyttäytynyt vain vaatimattomana parannuksena 4G:hen nähden.

6G:hen kohdistuu nyt mittavat odotukset: tarvitaan ominaisuuksia, jotka houkuttelevat kuluttajia ja yrityksiä maksamaan lisää tietoliikennepalveluista, jotta operaattoreiden kannattaa investoida merkittävästi lisää 6G-infrastruktuuriin. 3GPP:n globaaleille standardeille onkin noussut vaihtoehtoisia haastajia, mm. WiFi mesh-arkkitehtuurit, jotka perustuvat lisensoimattomien taajuuksien käyttämiselle sekä matalan kiertoradan satelliittikommunikointi (mm. Starlink, Amazon Kuiper). Näiden käyttökohteet ovat kuitenkin rajatumpia, eivätkä skaalaudu haastamaan koko viestintäverkkotoimialaa. Verkon resilienssiä voidaan lisätä erilaisten verkkojen älykkäällä yhteiskäytöllä.

Ylipäänsä viestintäteknologioissa on nähtävissä myös erilaisten teknologioiden konvergenssia. Tekoälyn nopeasti lisääntynyt hyödyntäminen ja uudet sovellusalueet (mm. VR/XR, virtuaalitodellisuus) vaativat viestintäverkkojen, sekä keskitetyn laskennan ja reunalaskennan yhteiseloja (3C network, Connected Collaborative Computing). Satelliittiteknologiat, tutkateknologiat ja useiden eri radioteknologioiden yhteiskäyttö on toinen konvergoiva viestintäteknologia-alue – joihin 3GPP:n 6G-standardointityössäkin koitetaan kehittää ratkaisuja. Laskennan ja tietoliikenteen lisääntyessä myös energiankäyttö lisääntyy eli osittain pitää varautua sähkön tarpeen kasvuun ja toisaalta vaatia verkoilta sekä laskennalta energiatehokkuutta. Tietoturva tulee ottaa huomioon heti alusta asti tällaisen hajautetun, älykkään verkon suunnittelussa.

Puolustustoimiala on noussut nopeasti merkittäväksi vaikuttajaksi viestintäratkaisujen tutkimuksessa ja innovoinnissa. Haetaan ratkaisuja vaikeasti havaittavaan ja tahallista häirintää sietävään tietoliikenteeseen. Langattomien radoratkaisujen lisäksi myös optinen kommunikaatioteknologia (sekä kuitu että ilmatie) ovat aktiivisen tutkimuksen kohteena, ja sotilastarkoituksiin kehitettyjä ratkaisuja on odotettavissa myös siviilipuolen sovelluksiin.

Kvanttitekniikan (tai kvanttimekaniikan ilmiöiden) hyödyntäminen ultraturvallisessa kommunikoinnissa on nähtävissä relevanttina teknologiana 10-vuotisjakson aikana. Nyt on jo menossa pilotointeja kvanttiavainten vaihtamiseksi (quantum key distribution), jonka avulla tunnistetaan varmasti mahdolliset salakuunteluyritykset. Rinnalla yhteyksissä tullaan hyödyntämään kvanttiturvallista kryptografiaa tiedon salaamiseen. Pidemmällä tähtäimellä ollaan kehittämässä ”kvantti-internetiä”, kvanttikommunikaatioteknologioita, joissa kvanttitilat saadaan siirtymään pitkienkin etäisyyksien päähän, mahdollistaen esimerkiksi hajautettuja kvanttilaskennan ratkaisuja ja erilaisia hybridikommunikointiratkaisuja klassisten viestintäverkkojen yhdistelminä.

Mitä konkreettisia tarpeita ja teemoja tulisi tarkastella entistä turvallisempien ja talouskasvua luovien viestintäverkkojen ja teknologian kehittämiseksi?

Suomessa on Nokian johdolla pitkä historia viestintäteknologioiden edelläkävijänä. Ei ole kuitenkaan syytä luottaa aiempien onnistumisten luovan automaattisesti jatkossakin menestystä toimialalle. Markkinatarvetta on turvalliselle ja häiriötilanteita sietävälle viestintäteknologialle, joka on energiatehokasta ja kustannustehokasta rakentaa ja ylläpitää. 6G-teknologiassa kehitetään tämääntyypisiä ominaisuuksia, ja myös täydentäville viestintäteknologioille on syytä pitää yllä vahvaa tutkimusta ja teknologiaosaamista.

Kilpailukykyisiä teknologisia ratkaisuja turvalliseen viestintään voidaan mainiosti kehittää Suomessa, mutta tarvitaan konkreettisia testialustoja erilaisten ratkaisujen testaamiseen ja validoimiseen. VTT:n ja yliopistojen NATO DIANA testiverkot ovat hyvä esimerkki käytännön puolustussektorin viestintäteknologiakehitystä tukevista alustoista, mutta niille ei ole vielä osoitettu julkista rahoitusta. Tarvitaan jatkuvia investointeja testiverkkoihin, jotta ympäristöt pysyvät merkityksellisinä ja auttavat suomalaisia alan yrityksiä kehittämään markkinarelevantteja ja todennettuja tuotteita ja palveluita.

Erityisesti puolustussektorin kasvu voi olla merkittävä turvallisten viestintäverkkojen moottori. Tarve on suuri, ja Suomessa on sopivaa osaamista.

Kvanttitekniikan murros ja sovellettavuus viestintäverkkoihin on seuraavan 10 vuoden aikana relevantti aihe. Suomella on hyvä mahdollisuus olla kvanttikommunikointitekniikamurroksen etulinjassa, jos onnistumme varmistamaan riittävät resurssit sekä osaamiseen että kehitys- ja testialustoihin. Yleensäkin optisen tietoliikenteen osaajia tarvitaan lisää nähtävissä oleviin tarpeisiin vastaamiseksi myös kvanttikommunikaation ulkopuolella.

Tarvitsemme lisää huomiota myös 5G/6G-viestintäverkkojen uusia ominaisuuksia hyödyntäville sovelluksille ja palveluille. Panostus viestintäverkkoinfrastruktuuriin ei tuota tuloksia, elleivät yritykset kykene parantamaan omaa kilpailukykyään hyödyntämällä uusia ominaisuuksia.

Mitä kehityksen esteitä, riskejä tai uhkia Suomessa ja Euroopassa on uusien digitalisaatioon nojaavien käyttökohteiden, liiketoiminnan ja sektoreiden kehitykselle sekä näitä tukevien investointien ja innovaatioiden syntymiselle?

Suuret tietoliikennelaitevalmistajat ja operaattorit eivät ole taloudellisesti yhtä vahvassa kunnossa kuin joskus aiemmin. Liiketoiminnan kasvu ja kannattavuus ovat olleet matalaa. Keskimääräinen ARPU (Average Revenue Per User) on ollut pitkään laskusuunnassa, eikä 5G:n käyttöönotto ole vaikuttanut trendiin. Tarvitaan sellaisia ominaisuuksia, joita yritykset ja kuluttajat tarvitsevat.

Avoimet viestintäteknologiastandardit – 3GPP:n johdolla – ovat olleet Suomelle tärkeitä. Standardointityön hitaus ja uusien matkaviestinverkkosukupolvien vaatimat investoinnit ja lisensoituihin taajuuksiin liittyvät epävarmuudet antavat kuitenkin tilaa kilpaileville, yksinkertaisemmille teknologioille (esim. LEO-satelliitit, WiFi). Riskinä on viestintäteknologian fragmentoituminen ja keskittyminen suurten (amerikkalaisten) yritysten suljetuksi pelikentäksi.

Suomelle on edullista, että 6G onnistuu sekä teknologisesti että kaupallisesti. Parhaiten tätä tukisivat nopeat onnistumiset 5G:ssä ja lähivuosien uudet inkrementaaliset ominaisuudet ("5G-Advanced"), joita operaattorit voivat tarjota kaupallisesti menestyksekkäästi ja varmistaa investointikykyä 6G:hen vuosikymmenen lopulla.

Euroopalle on tärkeää parantaa omavaraisuutta satelliittikommunikaatiossa. EU:n Iris2 -satelliittihanke on tässä valossa keskeisen tärkeä. Suomenkin on syytä olla aktiivisesti mukana. Satelliittikommunikaatiota voidaan hyödyntää myös satelliittikuva-aineiston lataamiseen satelliitista maahan silloin kun ei olla maa-aseman palvelualueella eli satelliittitietoliikennettä on mahdollista hyödyntää sekä signaali- että kuvatiedusteluaineiston reaaliaikaisuuden varmistamisessa.

Mitkä asiat vaikuttavat siihen, että Suomi on tulevaisuudessakin edistyksellinen maa turvallisten ja luotettavien viestintäverkkojen ja -teknologioiden käytössä?

Keskeisiä menestystekijöitä ovat: vahva osaaminen tutkimukseen ja tuotekehitykseen, investointikyvykyys uusien verkkoteknologioiden käyttöönottoon ja näkyvyys maailmalla. Me olemme olleet alan kehityksen kärjessä, ja tarvitsemme jatkuvia näyttöjä asemamme ylläpitämiseksi. Näitä saadaan esimerkiksi korkealaatuisista tieteellisistä julkaisuista, patenteista, demoista ja pilotoinneista testiverkoissa ja aktiivisesta vaikuttamisesta standardointityössä. Vahva substanssiosaaminen ja konkreettiset näytöt lisäävät kiinnostusta suomalaisiin alan yrityksiin ja startupeihin.

Korostamme myös yhteistä kansallista tahtotilaa ja yhteistyötä viranomaisten, tutkimuslaitosten ja yritysten kesken. Hienoa olisi, jos maailman ensimmäiset 6G-verkot toimisivat Suomessa, käyttäen Suomessa kehitettyä verkkoteknologiaa.

Suomesta voidaan kehittää myös tunnustettu, johtava puolustussektorin turvallisten, siirrettävien kommunikaatoratkaisujen innovaattorimaa. Tarvitsemme hyvää yhteistyötä ministeriöiden kesken, testialustoja ja -verkkoja ja toimintamallia, jossa yhteiskäyttöiset teknologiat ja innovaatiot saadaan valjastettua puolustussektorin käyttöön ja vastaamaan tämän alueen erityisvaatimuksia.

Aalto Ari
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy