

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 olennainen osa data- ja alustataloutta, joka on yksi nopeimmin kasvavia aloja. Se tuo mukanaan murroksen, joka vaatii skaalautuvia, luotettavia ja joustavia verkkoja eksponentiaalisesti kasvavien datamäärien luotettavaan hallintaan ja siirtoon. Työelämän ja koulutuksen digitalisoituminen kuten etätö, hybridiopetus ja digitaaliset palvelut vaativat luotettavia ja nopeita yhteyksiä kaikkialla. Koska yhä useammat palvelut ovat datapohjaisia, on verkkojen kapasiteettiin, turvallisuuteen ja luotettavuuteen kiinnitettävä yhtä enemmän huomiota.

Kansainvälinen politiikka vaikuttaa viestintäverkkojen kehitykseen muun muassa rajoittamalla teknologian saatavuutta ja yhteistyötä, erityisesti tilanteissa, joissa esiintyy poliittisia jännitteitä, kauppasanktioita tai turvallisuushuolia. Nämä tekijät voivat rajoittaa tutkijoiden liikkuvuutta, datan jakamista ja yhteishankkeita. Samalla poliittiset suhteet voivat myös edistää yhteistyötä, jos maiden välillä on strategista kumppanuutta tai yhteisiä TKI-tavoitteita. Kansainvälisen kauppapolitiikan muutokset, kuten maailman kauppaa hidastavat tullitoimet, lisääntyvät alueelliset kauppasopimukset ja maailmankaupan ennakoimattomuus, ovat sekä geopoliittisia että taloudellisia tekijöitä, jotka aiheuttavat epävarmuutta ja vaikuttavat suoraan teknologiatuotteiden tuontiin ja vientiin. Kauppa -ja geopolitiikan yhteenkietoutuneisuus lisää vaikutusten kompleksisuutta, ja koska teknologia on yhä tiiviimmin kytkeytynyt kumpaankin em. politiikan alaan, on tärkeää että poliittisella tasolla on hyvä yhteinen ymmärrys teknologiasta ja sen poliittisista ulottuvuuksista horisontaalisesti läpi sektoreiden.

Viestintäverkkojen on oltava toimintavarmoja myös kriisitilanteissa. Meri- ja maakaapelit sekä yhdistävät Suomen tietoverkot muiden maiden tietoverkkoihin ja sen lisäksi Suomen kautta kulkee naapurimaiden tietoliikennettä. Fyysisen turvallisuuden näkökulmasta on olennaista, että tärkeimmät järjestelmät ovat kahdennettuja ja tärkeimmät tietoliikenneyhteydet ovat reittivarmistettu. Sen lisäksi tärkeitä teemoja ovat merikaapeleiden fyysinen suojaaminen, kriittisen infrastruktuurin tihutyöt sekä varaosien riittävyys.

Energiahuollon näkökulmasta energiatehokkuus ja hiilineutraaliusvaatimukset ohjaavat verkkojen suunnittelua ja käyttöä, mikä luo tarpeen energiatehokkaille datakeskuksille ja tukiasemille. Datakeskusten tuottamalla hukkalämmöllä on laajaa potentiaalia vähentää tarvetta polttopohjaiselle lämmöntuotannolle. Energian saatavuuteen ja sen kustannuksiin liittyvät kysymykset vaativat poikkihallinnollista yhteistyötä eri ministeriöiden välillä.

Kvanttitekniologioiden kehitys tulee haastamaan viestinnän ja sen salauksen turvallisuuden aikataululla, jota on vaikea ennakoida. Muutokseen varautuminen kvanttiturvallisen salauksen käyttöön siirtymällä täytyy aloittaa riittävän ajoissa.

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

Viestintäverkot tulee nähdä osana isompaa kokonaisuutta, ekosysteemiä, johon kuuluvat data, laskenta, osaaminen, uudet teknologiat, datakeskukset sekä olennaisesti myös ei-teknologiset tekijät kuten ihmisten alakohtainen ymmärrys teknologian vaikutuksista, mahdollisuuksista ja riskeistä. Tarvitaan laajaa yhteiseen näkemykseen pohjaavaa yhteistyötä eri yhteiskunnan toimijoiden kesken sekä pitkän aikavälin strategista suunnittelua sekä aktiivista kansainvälistä ja EU-tason yhteistyötä.

CSC – Tieteen tietotekniikan keskus Oy:n Kajaanin datakeskus, jossa toimivat supertietokoneet Mahti, Puhti ja LUMI sekä tuleva LUMI-Tekoälytehdas, on esimerkki siitä, miten huipputeknologia, hyvin hallittu data, osaaminen, energiatehokkuus ja kansainvälinen yhteistyö voivat yhdistyä strategiseksi voimavaraksi. LUMI-supertietokone ja tekoälytehdas ovat avainasemassa TKI-toimintaan systemaattisesti ja pitkäjänteisesti allokoitavan rahoituksen hyödyntämisessä ja EU-rahoituksen kotiuttamisessa, jotka kumpikin ovat hallitusohjelmaan kirjattuja tavoitteita, TKI-toiminnan panostuksen ollessa lisäksi ylihallituskautinen strateginen tavoite, jolla halutaan kiihdyttää Suomen kasvua ja kilpailukykyä. Suomen merkittävät kansalliset investoinnit ja valinta yhteiseurooppalaisten supertietokoneiden sijoituspaikaksi vahvistavat Suomen asemaa luotettavana teknologiakeskuksena Euroopassa.

Datan omistajuus on kriittinen tekijä, johon tulee kiinnittää enemmän huomiota. CSC pitää tärkeänä, että laskentakapasiteetin ja teknologian lisäksi panostetaan määrätietoisesti siihen, että data säilyy Suomessa ja Euroopassa, ja että meillä on riittävästi datanhallintaosaamista kaikilla aloilla. Datasta luotava arvo ja osaaminen ei synny Suomeen tai Eurooppaan, jos käyttäjällä ei ole mahdollisuutta hallita oman datansa käyttötarkoitusta. Lisäksi datan vuotaminen aiheuttaa potentiaalisen turvallisuusriskin esim. disinformaation levittämisen muodossa.

CSC:n kansalliset supertietokoneet, LUMI ja LUMI-tekoälytehdas toimivat esimerkkinä siitä, miten data ja laskenta voivat sijaita fyysisesti ja teknisesti samassa infrastruktuurissa, mikä mahdollistaa tehokkaan ja joustavan tekoälyn kehittämisen sekä datanhallinnan ja arvionluonnin Suomelle ja Euroopalle. Tekoälytehtaaseen kuuluu datasets as a service -palvelu, jonka myötä asiakkaat saavat laadukasta dataa käyttöönsä avoimen eurooppalaisen verkkoindeksin kautta. LUMI-

supertietokoneen laskentatehon, laadukkaiden ja ainutlaatuisten datavarantojen sekä räätälöityjen asiantuntiapalvelujen ja tekoälyosaamisen yhdistelmä mahdollistaa sen, että tekoälymalleja voidaan kouluttaa, testata ja skaalata suoraan siellä, missä data sijaitsee, ilman tarvetta siirtää suuria tietomääriä eri järjestelmien välillä. Tämä malli tukee erityisesti tutkimusorganisaatioita ja yrityksiä, jotka tarvitsevat nopeaa, turvallista ja energiatehokasta pääsyä sekä dataan että laskentaan, ja toimii esimerkkinä siitä, miten tulevaisuuden tutkimusinfrastruktuurit voivat rakentua.

Laskentaekosysteemit tuovat monenlaisia hyötyjä verkkojen ja liikenteen näkökulmasta. Esim. reunalaskenta tuo uudenlaisia tekoälykyvykkyyksiä eri käyttötapauksiin, mikä mahdollistaa automaatiota ja älykkäitä järjestelmiä sekä suojatun datan innovaatioita mm. liikenteeseen.

Turvallisuuden näkökulmasta viestintäverkkojen kehityksessä tulee huomioida kriittisen infrastruktuurin suojaaminen, reittivarmistukset, varaosien saatavuus ja mahdollisuus hajautettuun energiantuotantoon sekä vaatimukset täyttävät viranomaispalvelut. Energiaintensiivisille toimijoille, kuten datakeskuksille, tulisi mahdollistaa omavarainen energiantuotanto häiriöiden varalta. Samalla energiatehokkuus ja hiilineutraaliustavoitteet ohjaavat verkkojen ja laitteistojen suunnittelua kohti kestävämpiä ratkaisuja. Edelleenkin tullaan tarvitsemaan erillisiä viranomaisverkkoja ja niihin liittyviä ratkaisuja ja palveluita. FUNET- tutkimusverkko on tärkeä osa Suomen TKI-ekosysteemiä.

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?

Keskeinen riski muodostuu siitä, jos ei ymmärretä digitalisaation ja dataintensiivisyyden mukanaan tuomaa ja edellyttämää väistämätöntä rakenteellisten muutosten tarvetta. Kyse ei ole pelkästä teknologiasta, vaan systeemisestä muutoksesta tavassamme tehdä työtä, tutkimusta ja bisnestä. Digitalisaation vaikutukset ulottuvat turvallisuuteen, yhteiskuntamme perusarvoihin ja kaikille poliittikalohkoille. Olemassa olevien rakenteiden ja prosessien tarkastelu siitä näkökulmasta, miten mahdollisuudet hyödynnetään ja riskit torjutaan, miten arvoa luodaan datasta vastuullisesti ja arvojemme mukaisesti, on kriittistä. Sääntelyn kehittämisessä oleellista on huomata, että keskiössä ei voi olla vain teknologioiden sääntely sinänsä, vaan olemassa olevan sääntelyn tarkastelu siitä näkökulmasta, miten se tukee digitalisaatiota ja datataloutta, ja miten se torjuu niiden riskejä.

Riski muodostuu myös siitä, jos puhutaan pelkästään teknologioista ja unohdetaan ihminen. Ilman ihmisiä ja heidän osaamistaan ja ymmärrystään teknologioista ei ole hyötyä. Osaamisen kehittämiseen tulee kiinnittää huomiota kaikilla aloilla, ei ainoastaan teknologia-alalla itsessään. Tarvitaan alakohtaista ymmärrystä ja osaamista kaikille koulutusasteille ja työelämään.

Digitaalista infrastruktuuria kehitetään sekä kansallisesti että kansainvälisessä ja EU-yhteistyössä. Suomalaiset uusien teknologioiden parissa toimivat yritykset ja muut toimijat ovat aktiivisia EU-tasolla ja Suomi onkin kriittisten digitaalisten teknologioiden, kuten suurteholaskennan, tekoälyn, kvanttiteknologian, puolijohteiden, konnektiviteetin ja datanhallintainfrastruktuurien edelläkävijä.

Suomi isännöi merkittäviä yhteiseurooppalaisia digitaalisia infrastruktuureja, kuten LUMI ja LUMI Tekoälytehdasta, ja Suomi on yksi ensimmäisiä maita, joissa kvanttietokone on kytketty supertietokoneeseen. Maailmanluokan työkalut mahdollistavat maailmanluokan TKI-toimintaa nimenomaan suomalaisille tutkijoille ja yritysille, ja tässä vaiheessa olisi tärkeää hyödyntää EU-rahoitusta infrastruktuuri-ekosysteemien jatkokehittämisessä, laajapohjaisessa yhteistyössä. On tärkeää poistaa pullonkaulat, jotka hidastavat tai estävät EU-rahoituksen tehokasta kotiuttamista Suomeen ja systemaattisesti tunnistaa EU-rahoituksen merkitys osana tutkimus-, kehitys- ja innovaatiotoimintaa. Tämä edellyttää muun muassa riittävää resursointia kansallisiin omarahoitusosuuksiin ja vastinrahoitukseen sekä konkreettista tukea vaativaan hankevalmisteluun. Omarahoitus ja valmistelu on useissa selvityksissä todettu pullonkauloiksi EU-hankkeisiin osallistumiselle. Suomi tekee aktiivisesti EU-ennakkovaikuttamista, ja EU-hankkeet ovat lisäksi tehokas tapa vaikuttaa EU-politiikkaan. Suomen kannattaa hyödyntää nämä mahdollisuudet.

Tietoliikenteen reititykseen liittyy kansainvälisessä politiikassa riskejä, kuten riippuvuus muiden maiden infrastruktuurista, mahdollisuus tiedon valvontaan tai manipulointiin, kyberhyökkäysten uhka, teknologinen ja taloudellinen riippuvuus ulkomaisista toimijoista sekä lainsäädännölliset ristiriidat eri maiden välillä. Nämä tekijät voivat vaarantaa tietoturvaa, palveluiden jatkuvuutta ja digitaalista suvereniteettia. Tästä esimerkkinä tietoliikennekaapelien riskit Itämerellä.

Datatalouden kasvaessa riskit tiivistyvät kysymykseen: Missä datamme on ja mihin tarkoituksiin sitä käytetään? Kuten jo edellä on todettu, CSC pitää tärkeänä omavaraisuutta sekä riippuvuuksien vähentämistä Euroopan ulkopuolisista tekijöistä, ja tässä ei riitä pelkästään se, että on eurooppalaista laskentakapasiteettia. Riskinä on juuri nyt se, että arvoa tuottavan komponentin, eli datan, omistus tai hallinta on ei-eurooppalaisilla organisaatioilla, jolloin emme voi tietää, mihin tarkoituksiin dataa käytetään ja millä seurauksilla. Tämä tarkoittaa myös, että arvo datasta valuu muualle, tuottamaamme dataa käytetään ilman suostumustamme erilaisiin tarkoituksiin, ja paitsi että tämä vie liiketoiminnallista arvoa ulos Suomesta/Euroopasta, se muodostaa myös turvallisuusriskin, joka voi realisoitua esim. disinformaation levittämisen muodossa tai muulla tavoin. Ylipäänsä se, että eurooppalaiset instituutiot ja yritykset ovat niin suurelta osin riippuvaisia ei-eurooppalaisista pilvipalveluista, on riski. Siksi tarvitaan yhteisiä eurooppalaisia julkisia datainfrastruktuureja laskentakapasiteetin rinnalle. Esim. OpenWebSearch.EU-hankkeessa (OWS), jossa CSC on mukana, kehitetään eurooppalaista avointa verkkoindeksiä, joka perustuu eurooppalaisiin arvoihin, lainsäädäntöön ja eettisiin periaatteisiin. Tavoitteena on luoda Euroopan digitaalista suvereniteettia ja demokratiaa vahvistava infrastruktuuri, mahdollistaa puolueettoman ja avoimen tiedonhaun sekä tukee tutkimusta, innovaatiota ja tekoälyn kehitystä ilman riippuvuutta suurista kansainvälisistä hakukoneista. Ei ole myöskään samantekevää, mihin kieliin ja kulttuureihin käyttämämme tekoäly pohjautuu. OWS edistää eurooppalaisiin kieliin pohjautuvien kielimallien kehittämistä, mikä tekee tekoälystä monimuotoisempaa ja avoimempaa. Tämänäyttypisten avoimien alustojen pitkäjänteinen kehittäminen osana eurooppalaista digitaalista infrastruktuuri-ekosysteemiä on erittäin tärkeää paitsi mahdollisuuksien, myös riskien näkökulmasta. Suomalaisten ja eurooppalaisen dataan perustuvien innovaatioiden syntyminen edellyttää myös sääntely-ympäristöä, joka mahdollistaa dataa hyödyntävän tutkimuksen ja tuotekehityksen.

Pilvipalveluiden toimitusketjuja kokonaisuudessaan tulee tarkastella riskien näkökulmasta. Riskeiksi voivat muodostua datan lisäksi esim. ohjelmistokehitys ja open source -ratkaisujen turvallisuus sekä datakeskusten tietoverkot. Lisäksi datamäärien kasvaessa dataan liittyvien palveluiden ja

teknologioiden ilmastovaikutukset moninkertaistuvat ja aiheuttavat haasteita myös energiajärjestelmälle. Teknologiaekosysteemien kehittämistä tuleekin tarkastella tästä näkökulmasta entistä strategisemmin ja pohtia mm. datakeskusinvestointien kestävyyttä ja erilaisia vaikutuksia laajemmin, huomioiden myös energiapolitiikka ja datakeskustoimijoiden vastuullisuus ESG-viitekehyksessä.

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

Suomella on hyvät edellytykset onnistua. Meillä on osaamista ja erinomaiset työkalut dataintensiiviselle TKI- ja yritystoiminnalle. Jos Suomi haluaa säilyttää asemansa johtavana maana kriittisissä digitaalisissa teknologioissa, on myös viestintäverkkojen oltava muutoksessa mukana osana ekosysteemiä, ja tässä kokonaisuudessa poikkihallinnollinen yhteistyö, yhteiset strategiset tavoitteet sekä vahva ymmärrys teknologian riskeistä ja geopoliittisista ulottuvuuksista on tärkeä. Yhtä lailla tämän murroksen mahdollistamat uudet innovaatiot ja niiden potentiaali ja hyöty yhteiskunnalle täytyy tunnustaa ja ymmärtää. Pitkäjänteiset, ylihallituskautiset TKI-panostukset ovat tärkeitä ja niistä tulee pitää kiinni, ja kansallisen TKI-rahoituksen lisäksi EU-rahoituksen osuutta TKI-toiminnassamme tulee systemaattisesti kasvattaa.

Suomi on onnistunut hyvin viestintäverkkoja koskevassa sääntelyssä, mikä näkyy laadukkaina ja kustannustehokkaina verkkoyhteyksinä kuluttajille ja yrityksille. Tästä kilpailutekijästä on syytä pitää kiinni, kun eurooppalainen regulaatio lisääntyy.

Kvanttitekologioiden kehitys tulee haastamaan viestinnän ja sen salauksen turvallisuuden aikataululla, jota on vaikea ennakoida. Muutokseen varautuminen kvanttiturvallisen salauksen käyttöön siirtymällä täytyy aloittaa riittävän ajoissa. Varautumista tukee tietoisuuden lisääminen.

Suomen kannattaa olla aktiivisesti mukana eurooppalaisessa ja kansainvälisessä tietoverkkoyhteistyössä mm. EU-tason verkostojen, EU-hankkeiden ja muun yhteistyön kautta sekä vaikuttamassa alan standardeihin relevanteilla foorumeilla. Arktisten merikaapeliyhteyksien rakentamista tulee systemaattisesti edistää.

Datakeskukset ovat osa tätä ekosysteemiä, ja siksi ne on kytkettävä samaan kokonaisuuteen ja tarkasteltava sekä turvallisuuden että kestävä datatalouden näkökulmista. Siksi datakeskusten käyttötarkoituksia, niiden tuomia verotuloja, niiden kasvu- ja työllisyysvaikutuksia, niiden TKI-toiminnan ja osaamisen kehittämisen potentiaalia, niiden roolia puhtaan siirtymän vauhdittamisessa sekä niiden sosiaalista vastuullisuutta sekä verotusta ja muuta sääntelyä tulee tarkastella kokonaisvaltaisesti osana laajempaa ymmärrystä toimintakentästä ja sen tulevaisuudennäkymistä. Datakeskusten sijoittumisella Suomeen voi olla merkittäviä ja pitkäaikaisia yhteiskunnallisia vaikutuksia, mahdollisuuksia ja riskejä myös huoltovarmuuden ja turvallisuuden näkökulmista.

Myös energiahuollon varmuus ja sen hinta, tietoliikenneyhteyksien häiriöttömyys sekä aktiivinen osallistuminen eurooppalaisen tietoteknisen omavaraisuuden kehittämisessä vaikuttavat Suomen edistysellisyteen turvallisten ja luotettavien viestintäverkkojen ja –teknologioiden käytössä.

Kupiainen Irina
CSC-Tieteen tietotekniikan keskus Oy