

5G-tekniologian integroiminen Lapin ammattikorkeakoulun opetukseen ja TKI-toimintaan

Johdanto

Lapin Ammattikorkeakoulun tehtävänä on kouluttaa osaajia erityisesti Lapin alueen elinkeinoelämän palvelukseen ja tukea alueen elinkeinoelämän ja alueen yleistä kehittymistä korkean asteen opetuksen ja soveltavan tutkimuksen kautta. Erityisenä haasteena Lapin alueella voidaan pitää pitkiä etäisyyksiä ja harvaa asutusta. Lapin 5G kiihdyttämö-hankkeessa Lapin ammattikorkeakoulu ja Ilmatieteenlaitos tekevät yhteistyötä edistääkseen 5G-tekniologian käyttöönottoa Lapissa. Alueen yrityksille luodaan hankkeen kautta mahdollisuuksia hyödyntää ja kehittää uusia innovaatioita ja palveluita 5G-tekniologiaa hyödyntäen. Raportin lopussa on ehdotuksia ja suosituksia toimenpiteistä, joilla varmistetaan 5G-tekniologian osaamisen integroituminen opetussuunnitelmaan ja opintojaksojen toteutuksiin.

5G-tekniologian hyödyntäminen vaatii alueellista osaamisen kehittämistä. Tässä raportissa esitetään toimenpiteitä, joilla Lapin ammattikorkeakoulussa 5G-tekniologian osaaminen integroidaan opetukseen ja TKI-toimintaan.

5G-tekniologia

5G-tekniologia on viidennen sukupolven matkapuhelintekniologia, joka edustaa merkittävää kehitysaskelta edelliseen 4G LTE -verkkoon verrattuna. Se tarjoaa huomattavasti nopeamman tiedonsiirron, suuremman kapasiteetin ja alhaisemman viiveen, mikä mahdollistaa uudenlaiset sovellukset ja palvelut.

5G:n avulla voidaan saavuttaa parempia siirtonopeuksia. Maksimisiirtonopeudet ovat gigabittejä sekunnissa, mikä mahdollistaa suurikokoisten tiedostojen, kuten videoiden ja virtuaalitodellisuuden sisältöjen, lataamisen ja suoratoiston. Myös lähes reaaliaikainen tiedonsiirto mahdollistuu. 5G-tekniologia pienentää viiveitä, mikä on erityisen tärkeää interaktiivisissa sovelluksissa ja robotiikan etäohjauksessa.

5G:n tuottama siirtokapasiteetin kasvu mahdollistaa suuremman määrän samanaikaisia yhteyksiä, mikä on tärkeää älykkäiden laitteiden ja esineiden internetin (IoT) kehityksessä. Se tukee myös laajempaa langatonta tietoverkkoa, joka mahdollistaa useiden laitteiden samanaikaisen käytön samassa matkapuhelinsolussa ilman suorituskyvyn heikkenemistä.

Yksi 5G:n keskeisistä piirteistä on sen kyky tarjota luotettavaa ja viiveetöntä langatonta yhteyttä. Tämä avaa ovia uudenlaisille sovelluksille, kuten autonomisille ajoneuvoille, älykaupungeille ja teollisuuden automaatiolle.

Hyödyt

5G-tekniikkaan liittyy useita keskeisiä ominaisuuksia ja hyötyjä, jotka tekevät siitä merkittävän kehitysaskelen aiempiin sukupolviin verrattuna:

- 5G-verkko mahdollistaa erittäin nopean tiedonsiirron, mikä avaa mahdollisuuksia uusille sovelluksille, kuten virtuaalitodellisuuksille ja lisätyn todellisuuden sovelluksille.
- Suuri kapasiteetti: 5G pystyy tukemaan suurta määrää samanaikaisia yhteyksiä, mikä on tärkeää IoT-sovellusten, älykaupunkien ja teollisen Internetin kehityksessä.
- Alhainen viive: 5G:n viive on huomattavasti lyhyempi kuin aiemmissa sukupolvissa, mikä on tärkeää reaaliaikaisten sovellusten, kuten etäohjauksen, teollisuusautomaation ja terveydenhuollon, kannalta.
- Luotettavuus: 5G-verkko pystyy tarjoamaan erittäin luotettavan yhteyden kriittisille järjestelmille, kuten autonomisille ajoneuvoille ja teollisuuden automaatiolle.
- Laajempi peittoalue: Matkapuhelinverkkojen laaja kattavuus. Yhteys tietoverkkoon voidaan saada myös syrjäisemmille alueille. Matkapuhelinverkot, erityisesti 4G ja 5G alueilla, ja päätelaitteet vaihtavat kehittyneen roaming ominaisuuden vuoksi yhteyden sujuvasti tukiasemalta toiselle kuuluvuuden optimoimiseksi.

Vaatimukset

5G:n kehittyminen ja käyttöönotto vaikuttavat merkittävästi nykyiseen matkapuhelintekniikkaan. Se luo uusia mahdollisuuksia eri teollisuudenaloille ja vaatii samalla muutoksia infrastruktuuriin, palveluihin ja laitteisiin.

Operaattorit rakentavat 5G-verkkoja ja päivittävät nykyisiä verkkojaan vastaamaan uuden tekniikan vaatimuksia. Samalla tarvitaan investointeja uusiin tukiasemiin, tukiasemien tiheyden lisäämiseen ja optisten kuituyhteyksien rakentamiseen.

5G:n käyttöönotto vaatii myös uusien älykkäiden laitteiden kehittämistä ja päivittämistä. Valmistajat tuovat markkinoille uusia 5G-yhteensopivia älypuhelimia, tietokoneita, IoT-laitteita ja muita päätelaitteita.

Yhteenvedon voidaan todeta, että 5G-tekniikka edustaa merkittävää kehitysaskelta matkapuhelintekniikassa. Se tarjoaa huippunopeuksia, suurta kapasiteettia, alhaista viivettä ja luotettavaa yhteyttä, mikä

avaa uusia mahdollisuuksia monilla eri teollisuudenaloilla. 5G:n käyttöönotto edellyttää kuitenkin merkittäviä investointeja infrastruktuuriin ja laitteisiin.

Opetussuunnitelma Opintojakson sisältö kuvataan kahdessa dokumentissa: opetus- ja toteutussuunnitelmassa. Edellinen Lapin ammattikorkeakoulun opetussuunnitelman kehittämistyö tehtiin vuosien 2019 ja 2021 välisenä aikana, jolloin tekniikan alan koulutuksien opetussuunnitelman rakenne uusittiin. Opetussuunnitelmien kehittäminen oli laaja-alainen kehittämispöytätyö ja se koski sekä päiväopetusta että verkko- ja monimuotoopetusta. Toteutussuunnitelmaan muutoksia tehdään jatkuvasti, kuitenkin siten, että pääasiassa lukukausien vaihtuessa kahdesti vuodessa päivitystarve painottuu edellisen lukukausien loppupuolelle. Tyyppillisesti ennen vuoden vaihdetta ja keväällä ennen kevätlukukauden päättymistä.

Tieto- ja viestintätekniikan opetussuunnitelmassa on kolme suuntautumisvaihtoehtoa eli opintopolkua, joiden kautta opiskelijoilla on mahdollisuus suunnata toisen opiskeluvuoden kevästä alkaen opintojensa sisältöä haluamaansa suuntaan. Opintopolkujen eli suuntautumisen nimet ovat päiväopetuksessa seuraavat:

- Kyberfyysisen järjestelmien kehittäjä
- Ohjelmistonkehittäjä
- Informaation hallinnon asiantuntija

Verkko-opetuksessa ei ole kyberfyysisien järjestelmien suuntautumista, vaan vaihtoehtoina on ohjelmistokehityksen ja informaationhallinnan suuntautumisvaihtoehdot. Tieto- ja viestintätekniikan koulutuksessa on ensimmäistä kertaa opetussuunnitelma verkko-opetuksessa laadittu siten, että käytännössä opiskelijoiden ei tarvitse käydä fyysisesti Lapin ammattikorkeakoulun kampuksilla opintoihin liittyvissä asioissa vaan kaikki opetukseen liittyvä tarjonta on joko etäopetusta tai verkossa tapahtuvaa itsenäistä opiskelua.

Opetussuunnitelmien kehittämistä tehtiin myös muissa tekniikan alan koulutuksissa. Koulutuksien lukukausien teemoitus tehtiin koulutuskohdittain ja niihin sisältyvät opintojaksot ja niiden tavoitteet kuvattiin perustietoihin, jotka toimivat opintojaksojen toteutussuunnittelun lähtötietoina.

Yhteistyössä Tornion tietojenkäsittelyn koulutuksen kanssa lisättiin opintosuunnitelmiin koulutuksien välistä yhteistyötä siten että toimipaikkojen ja koulutuksien välillä voidaan opiskella ja suorittaa opintosuorituksia ristiin erityisesti informaation hallinnon suuntautumisessa.

Opetussuunnitelmien vuositasen suunnitteluprosessi sisältää lukukauden teemaan liittyvien kausiprojektien ja siihen integroitavien opintojaksojen ja niiden sisältöjen suunnittelun. Tämä tehdään opintojaksojen opettajien muodostamissa tiimeissä. Opettajilla on opetussuunnitelmien mahdollistamissa rajoissa mahdollisuus suunnata opintojaksojen sisältö haluamaansa suuntaan.

Lukukauden kausiprojektin aihe voi tulla ulkopuoliselta yritykseltä tai ammattikorkeakoulun TKI -toimintaan liittyvän hankkeen kautta. Etenkin kolmannen vuoden kausiprojekteissa pyritään aihe saamaan ammattikorkeakoulun yhteistyöyrityksiltä tai alueen elinkeinoelämän toimeksiantoina.

Kausiprojekteihin liittyvien toimeksiantojen kautta valitaan soveltuvat teknologiset ratkaisut. Yleensä näihin projekteihin liittyy tietoliikennetkaisu, joissa hyödynnetään langatonta tiedonsiirtoa, kuten mobiiliverkkoja hyödyntävää teknologiaa. Käytettävissä olevan teknologian kypsyysaste on vaikuttanut valittuihin ratkaisuihin. Suurta tiedonsiirtokapasiteettia vaativiin ratkaisuihin kuten kuvien ja videostriimien välitykseen on käytetty LTE eli 4G teknologiaa, mutta sen soveltuvuus esimerkiksi liikkuvien robottien tai dronien ohjaukseen on hyvin haastavaa.

Nykyisissä kausiprojekteissa nopeaa vastetta vaativa reaaliaikaisen videon siirtäminen on langattomasti tehty WiFi teknologiaa käyttäen. Nyt voidaan vastaava laatuaste toteuttaa myös matkapuhelinverkon kautta, joka mahdollistaa huomattavasti laajemman operointialueen koska tukiasemien verkosto kattaa käytännössä 4G tasoisena jo pelkästään suomen maantieteellisellä alueella lähes koko asutuksen piirissä olevan alueen ja 5G teknologia on taajama-alueilla jo nyt käytettävissä. Nopea tiedonsiirto ei vaadi matkapuhelinverkon kattamalla alueella sitä, että rakennettaisiin oma erillinen WiFi-verkko, kun toimitaan kampuksien alueen ulkopuolella.

TKI- ja hanketoiminnassa on aikaisemmin toteutettu hyvin monia tietoliikenneverkkoratkaisuja haastaviin olosuhteisiin harvaanasutuilla tai maaseutumaisissa ympäristöissä esimerkiksi WiFi ja LoRa -teknologioita hyödyntäen. Tällöin alueelle on rakennettu omia tukiasemia tai hyödynnetty palveluntarjoajien ratkaisuja. 5G matkapuhelinteknologia tarjoaa vaihtoehdon, jossa oman konfiguroinnin määrä vähenee huomattavasti ja maantieteellinen alue laajenee, koska matkapuhelinverkot sisältävät tehokkaan mobiililaitteen siirtymisen tukiasemien tuottamien kuuluvuusalueiden välillä. Ominaisuutta kutsutaan nimellä Roaming.

Opiskelijat

Opiskelijoiden kannalta on oleellista, että matkapuhelimien tekniikasta opitaan ne osa-alueet, jotka liittyvät suoranaisesti heidän oletettuun

ammattilliseen profiiliin. Suomenkielisen opetusryhmien suuntautumisvaihtoehdot ovat seuraavat: Ohjelmistosuunnittelu, kyberfyysiset järjestelmät ja informaation hallinto. Englanninkielisen ryhmän opetus painottuu erityisesti koneoppimiseen ja datan hallintaan. Kaikkien suuntautumisien yleistietämykseen kuuluu opiskella tietoverkkojen perusteita, myös langattomat verkot ja matkapuhelinverkot ovat osa tätä kokonaisuutta. Suuntautumisvaihtoehdoissa ei tällä hetkellä, siis vuoden 2023 tilanteessa, ole erityistä opintojaksoa, jossa opeteltaisiin tukiasemien ja radorajapinnan teknologian hallitsemiseen. Opintosuunnitelmien muuttaminen on prosessi, joka kestää lyhimmillään lukukauden verran, mutta opintojaksojen toteutuksiin voidaan tehdä muutoksia huomattavasti vapaammin ja nopeammalla aikataululla. Lapin ammattikorkeakoulun 5G-tukiasemat Rovaniemen ja Kemin kampuksille asennetaan ja konfiguroidaan lukukauden 2023 aikana. Aikaisintaan niihin liittyvä opetus voisi alkaa kevätlukukaudella 2024. Opintojaksojen valmisteluun tarvittava lyhin vasteaika olisi siis vuoden 2023 loppuun asti. Muut koulutusalat voivat hyötyä 5G matkapuhelinteknologian käyttöönotosta ja opetukseen siirtämisestä pääasiassa loppukäyttäjän näkökulmasta. Sähkö- ja automaatiotekniikan ja konetekniikan opetus Kemissä voivat siirtää omien järjestelmiensä tietoliikenteen WiFi-verkoista omassa hallussa olevaan 5G-verkkoon. Esimerkiksi robotiikassa on tarvetta nopealle vasteelle sekä suuren kapasiteetin tiedonsiirtoon eli reaaliaikajärjestelmille.

Lapin 5G kiihdyttämö -hankkeen aikana ei ole opiskelijoiden odotuksia tai tietämystä järjestelmällisesti kysytty, mutta niissä opintojaksoissa, joissa kyseistä teknologiaa on opetettu, on havaittu, että uusin matkapuhelinteknologia kiinnostaa opiskelijoita. He seuraavat aktiivisesti kuinka teknologiaa otetaan käyttöön ja odottavat uuden teknologian tuomia palveluita sekä haluavat ymmärtää niiden taustalla oleva tekniikkaa.

Opetus

Varsinaista 5G-teknologian opintojaksoa ei ole raportin kirjoitushetkellä toteutuksessa olevissa opintosuunnitelmissa eli vuosikurssien 2020 – 2024 ryhmien toteutuksissa.

5G-teknologiaa opetetaan tai on opetettu seuraavissa opintojaksoissa:

- Tietoverkot, 1. vuosikurssin opintojakso
- Langattomat verkot, 2 vuosikurssin kyberfyysisten järjestelmien suuntaava opintojakso

Edellisten opintojaksojen lisäksi 5G-teknologia liittyy kausiprojekteihin välillisesti. Esimerkiksi lukuvuonna 2022- 2023 projektien mobiiliteknologiaa hyödyntävä tiedonsiirto tapahtui LTE pohjaisesti eli 4G-

teknologialla toteutettuina. Syy miksi 5G-teknologiaa ei käytetty projekteissa oli se, että operaattoreiden 5G-verkon kattavuus ja palveluiden tarjonta on ollut hyvin rajoitettua ja toistaiseksi saatavilla vain alueen suurimmissa taajamissa, Rovaniemen ja Kemins kaupunkien alueilla sekä eräissä hiihtokeskuksissa. Verkkojen kattavuus on voimakkaassa kasvussa ja kaikki operaattorit laajentavat palveluidensa tarjontaa siten, että sekä 4G ja 5G tukiasemien kattavuus kasvaa raportin kirjoitushetkellä voimakkaasti.

TKI-toiminnassa 5G-teknologian käytettävyyttä ja palveluiden saatavuutta on testattu sekä Lapin 5G kiihdyttämö -hankkeessa, että eräissä muissa hankkeissa, joissa Lapin AMK tai Ilmatieteen laitos on ollut mukana. Ilmatieteen laitoksen Sodankylän toimipisteen testiradalla on oma toimiva privaatti 5G-verkko. Ilmatieteenlaitoksen 5G-verkon kokeuksista ja käytöstä esimerkiksi tiesään tai vastaavan olosuhteisiin liittyvän tilannekuvan muodostamisesta on hankkeiden kautta saatu ajantasaista tietoa.

Toimivien 5G palveluiden saatavuuden paraneminen mahdollistaa opetuksen painopisteen siirtämisen 5G-teknologian teoriaopetuksesta sen käytännönopetukseen ja kyseisen teknologian hyödyntämiseen TKI-toiminnassa ja yritysyhteistyössä.

Resurssit

Oppilaitoksilla, kuten kaikilla organisaatioilla on useita vaihtoehtoja 5G yhteyden toteuttamiseen. Lapin AMKin osalta seuraavat vaihtoehdot ovat käytössä:

- Yhteistyö teleoperaattorin kanssa: Oppilaitos voi solmia yhteistyösopimuksen paikallisen teleoperaattorin kanssa, joka tarjoaa 5G-palveluita. Lapin ammattikorkeakoululla on kilpailutettuna Telia Oy:n kanssa yritysliittymätyyppinen sopimus matkapuhelinliittymistä ja sen puitteissa voidaan hankkia 5G liittymiä mobiililaitteisiin. Lisäksi voidaan hankkia muiden operaattoreiden 5G liittymiä, jos se on tarpeellista. Tässä on noudatettava Lapin AMKin hankintaohjeistusta.
- 5G-yritysverkko: Teleoperaattorit tarjoavat erityisiä 5G-yritysverkoratkaisuja. Tämä vaihtoehto voisi olla tarjolla esimerkiksi Tornion toimipisteen 5G ratkaisuksi, jonne ei ole tulossa toistaiseksi omaa Lapin AMKin 5G tukiasemaa.
- 5G-tukiaseman asentaminen: Lapin ammattikorkeakoulu on osistanut Nokia Oy:ltä 5G tukiasemat, jotka sijoitetaan Rovaniemen ja Kemins toimipisteisiin.
- Yritysyhteistyö: Oppilaitos voi tehdä yhteistyötä yritysten, tutkimuslaitosten tai muiden organisaatioiden kanssa, jotka ovat jo

toteuttaneet 5G-hankkeita. Esimerkiksi Ilmatieteen laitoksen 5G-verkko Sodankylässä. 5G-verkko on hankittu osana 5G Safe hanketta. Ilmatieteen laitos on Lapin AMKin yhteistyökumppani Lapin 5G kiihdyttämö -hankkeessa ja yhteistyö jatkuu myös hankkeen jälkeen.

- Avoimen lähdekoodin 5G-verkko: Tällainen ratkaisu on mahdollista tukeutuen jo ostettuun Nokian 5G-verkon radiolaitteistoihin ja asentamalla sekä konfiguroimalla oma tukiasema ja Core Network omalle palvelimelle. Toinen vaihtoehtoinen tapa on käyttää ohjelmistoradioratkaisua (Software-Defined Radio, SDR) jossa on erillinen tietokoneeseen kytkettävä radiolaitteisto. Tähän tarkoitukseen on hankittu Arctic 6G -hankkeen toimesta USRP -radio (Universal Software Universal Radio Peripheral).
- Satelliittiyhteys yhdistettynä 5G-verkkoon: Vuoden 2023 alussa uutisoitiin, että ensimmäinen 5G satelliitti on laukaistu avaruuteen osana SpaceX kantoraketin operaatiota. Tämä palvelu ei ole toistaiseksi tarjolla Suomessa vaan kyseessä on vielä kokeiluasteella oleva teknologia. Satelliittiyhteyden kautta tapahtuva 5G-verkon tietoliikenteen odotetaan mahdollistavan esimerkiksi harvaan asuttujen ja erämaisten alueiden tietoliikenneyhteydet nykyistä laadukkaammin. Aiheesta on tekeillä opinnäytetyö osana Lappi-Sat -hanketta, jossa Lapin AMK on mukana osatoteuttajana.

Case-esimerkki

Lapin ammattikorkeakoulun oma 5G privaattiverkko

Lapin ammattikorkeakoulun oman 5G-verkon konfiguroinnin ollessa vielä keskeneräinen, kokemus niistä liittyy lähinnä hankinta- ja käyttöönottovaiheeseen. Varsinaisesta opetuskäytöstä ei ole vielä kokemusta. Lapin ammattikorkeakoulu valitsi vaihtoehdon, jossa siitä tulee 5G operaattori kahdessa maantieteellisessä kohteessa. Rovaniemen ja Kemin kampuksella. Laitteiden hankinta, luvitus ja tukiasemien sekä ydinverkon konfigurointi on hyvin monimutkainen prosessi. Laitteiden toimitus tapahtuu yksikkö ja osa kerrallaan, joten käyttöönotto voi hidastua jopa yhden kaapelin tai liittimen odottelun vuoksi. Jokainen yksityinen verkko on periaatteessa yksilöllinen laitteistojen ja niiden konfigurointien osalta. Erittäin merkittävä osa 5G-verkon liittämässä organisaation muuhun tietoverkkoon on sillä kuinka koko talon tietojärjestelmien ylläpito on järjestetty. Reitittimien ja palvelimien tietoturvallinen konfigurointi vaatii usean henkilön työpanoksen ja koko konfigurointi prosessi kestää viikkoja. Lapin ammattikorkeakoulun tietoverkon fyysinen ylläpito on laitteiden hallinnan ja palvelimien osalta toteutettu ostopalveluna. Jokainen yksittäinen konfiguraatiomuutos reitityksessä voi vaatia hyväksyntäprosessin ja moninkertaisen varmistuksen, että tietoverkon

turvallisuutta ei heikennetä toiminnan seurauksena. Konfigurointi ja järjestelmän yleinen käyttöönotto on suorittajilleen oppimistapah-tuma ja prosessin kulku ja vaiheet on dokumentoitu ja niissä oleva luottamuksellinen tieto on mahdollista poistaa. Tämä materiaali on käytettävissä opetusmateriaaliksi tietohallinnon esimerkkitapauk-sena.

Johtopäätökset

Lapin 5G kiihdyttämö -hankkeen puitteissa tutkittiin ja laadittiin suun-nitelma 5G-tekniikan integroinniksi opetukseen ja sen vaatimia toimenpiteitä opintosuunnitelma ja toteutussuunnitelma tasolla. Hankkeen aikana opetuksessa oli jo ennestään tietoverkkoihin liitty-vää opetusta, johon kyseinen aihealue liittyy luontevasti. Tulevai-suudessa nähdään tarpeelliseksi sisällyttää opetusta entistä laaduk-kaammin minkä mahdollistaa oma 5G-verkko, jonka operaattorina Lapin ammattikorkeakoulu tulee toimimaan. Opetusta voidaan tar-jota ainakin seuraavasti kohdentaen:

- Opetetaan matkapuhelintekniikkaa ja siihen liittyen 5G-tek-nologian erityispiirteitä
- Opetetaan kuinka oman 5G privaattiverkon rakentaminen ja suunnitteleminen toteutetaan perustuen saatuihin kokemuk-siin
- Opetetaan 5G-verkon konfigurointia ja ylläpitoa hyödyntäen omaa 5G-verkkoa ja päätelaitteita.
- Käytetään nopeaa ja viiveetöntä matkapuhelinverkkoa tieto-liikenteessä, jota tarvitaan esimerkiksi reaaliaikajärjestel-missä, kuten robotiikassa. Robotiikan osa-alueita voivat olla esimerkiksi dronit, liikkuvat robotit, videostriimaukset, reaa-liaikainen ohjaus ja monitorointi, turvallisuuteen liittyvät jär-jestelmät ja IoT verkot.
- Tutkimus-, kehitys ja Innovointitoiminta voi käyttää 5G-verk-koa yritys yhteistyössä ja yritysten palveluiden kehittämi-nessä.
- Lapin ammattikorkeakoulu voi hyödyntää 5G-verkon ominai-suuksia ja omaa operaattoristatustaan tulevien hankkeiden toteuttamisessa ja teknologian esittelemisessä yhteistyöyri-tyksille ja organisaatioille.

Lapin 5G kiihdyttämö -hankkeessa saatujen kokemusten perusteella, Lapin ammattikorkeakoulun opetuksen ja opetussuunnitelmien muutta-miseen sellaisiksi, että ne palvelevat alueen yrityksiä ja elinkeinoelä-mää ja edistävät 5G-tekniikan käyttöönottoa ja opiskelijoiden ja am-mattikorkeakoulun henkilökunnan valmiuksia käyttää kyseistä tekno-logiaa, on tarpeellista seuraavassa opetussuunnitelmatyössä tutkia sitä

25.8.2023

vaihtoehtoa, että matkapuhelinteknologia otettaisiin osaksi opetusta vähintään tietoverkkoihin suuntautuvassa opintojaksossa tai kokonaisuudessa tai matkapuhelinteknologian opetus olisi oma opintojaksona.

On lisäksi harkittava mahdollisuutta hajauttaa matkapuhelinteknologian osa-alueet omiksi opintojaksoikseen. Esimerkiksi kolme-erillistä osa-aluetta, jossa oma osuus keskittyisi yleiseen matkapuhelinteknologiaan ja radiotekniikkaan. Toinen osa-alue olisi tukiasemien ja järjestelmien konfigurointi ja ylläpito. Kolmas osa-alue keskittyisi matkapuhelinverkkojen, erityisesti 5G teknologian hyödyntämiseen nopeana reaaliaikaisena tiedonsiirtoväylänä esimerkiksi robotiikassa tai suurien datamäärien, kuten videokuvan ja sensoreiden tuottaman datan viiveettömään siirtämiseen palvelimille tai loppukäyttäjän sovellusohjelmille.