

Tekstiiliantennit

osana tulevaisuuden taistelijan varustusta

Elokuun 26. päivänä 2009 Tampereella soitettiin laatuun ensimmäinen satelliittipuhelu Patrian ja Euroopan Avaruusjärjestön (ESA) välillä. Kyseisestä puhelusta erikoisen tekise, että satelliittipuhelimesta käytetty antenni oli valmistettu tekstiilimateriaaleista. Iridium-satelliittipuhelinjärjestelmään sekä GPS- navigointijärjestelmään suunniteltu tekstiiliantenni on yksi esimerkki verkostokeskeisen sodankäynnin kehitysuunnasta, jossa yksittäisen taistelijan rooli informaatiolinkkinä on nousemassa tärkeään rooliin.

Verkostokeskeisen sodankäynnin edellytyksenä on liikkuvien joukkojen verkottaminen toisiinsa langattomilla tiedon siirtotekniikoilla. Hyvän tilan tietoisuuden vaatimuksena on, että johtokeskusten ja joukkojen, jopa yksittäisten taistelijoiden, järjestelmät kyettään verkottamaan toisiinsa. Tällöin yksittäisten sensorien keräämää informaatiota tilannekuvasta voidaan jalostetusti jakaa sitä tarvitseville.

Lähes reaaliaikaisen tilan tietoisuuden tuominen yksittäisten sotilaan tasolle tarkoittaa, että erilaisten radiolähettimien määrä taistelukentällä tulee kasvamaan ja integroidut radiojärjestelmät vakiintuvat osaksi taistelijan varustusta. Satelliittipaikannus, kaksisuuntainen puhekommunikointi ja digitaalinen tiedonsiirto – sekä ryhmän jäsenten, että laajemman verkoston välillä, ovat ominaisuuksia, jotka kytkeytyvät kiinteästi kansainvälisesti vireillä oleviin tulevaisuuden taistelijan varustusta kehittäviin ohjelmiin.

Tekstiiliantennit – mitä ne ovat?

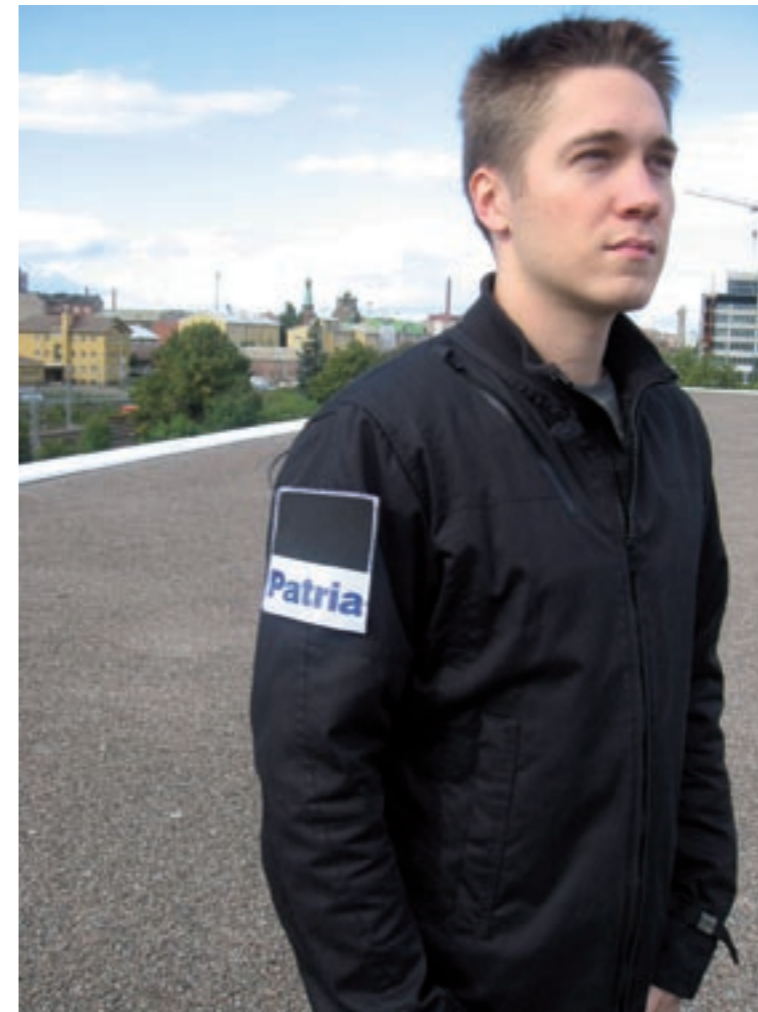
Tavanomaiset piiska- tai harava-antennit soveltuvat hyvin vapaassa tilassa toimiviksi antenneiksi. Nämä eivät kuitenkaan ole optimaalisia kehon välittömässä läheisyydessä käytettäväksi, varsinkaan korkeilla taajuuksilla, koska niiden toiminta on herkkä kehon vaikutukselle. Soveltuvampia antennirakenteita ovat erilaiset matalaprofiiliset antennit, sillä näiden rakenne ehkäisee kehon vaikutusta antennin toimintaan. Toisena etuna on niiden huomaamattomuus käyttäjän kannalta.

Aikaisimmat tarpeet antennien huomaamattomaksi tekemiseksi loivat sotilasso-



vellukset, joissa suuren piiska-antennin piilottaminen toi ryhmän radiomiehelle sekä näkösuojaa tarkka-ampujilta, että paransivat taistelijan liikkumiskykyä. Pitkä antenni hankaloittaa taistelijan etenemistä vaikkokuisessa maastossa, mutta integroimalla antennin osaksi varustusta, tästä ongelmasta on mahdollista päästään eroon.

Puettavalla antennilla tarkoitetaan antennia, joka on suunniteltu käytettäväksi ihmiskehon välittömässä läheisyydessä osana vaatekappausta. Puettavien antennien kehitys juontaa juurensa viime vuosituhanen loppupuolella alkunsa saaneisiin puettaviin tietokoneisiin ja älyvaatteisiin, jolloin ensimmäinen aihetta koskeva julkinen tieteellinen raportti esitteli solmioneulaksi muotoillun puettavan antennin. Aihe herätti välittömästi tutkimus yhteisöjen – sekä akateemisten että teollisten, mielenkiinnon, ja tuosta hetkestä lähtien on puettaviin antenneihin keskittyvä tutkimus ollut jatkuvassa kasvussa. Seuraavana kehitystrendinä oli suunnitella antenni, joka on joustava ja mukautuu käyttäjän liikkeiden mukaan ilman, että antenni häiritsee varsinaisen tekemisen miellyttävyyttä. Tämän seurauksena puettavien antennien kehityksen painopiste on siirtynyt tekstiilimateriaalien soveltamiseen.



Tekstiiliantennit koostuvat nimensä mukaisesti ainoastaan kangasmateriaaleista, joiden ansiosta antenneista saadaan joustavia ja murtumattomia. Antennien sähköä eristävät rakenteet valmistetaan teollisista tekstiileistä tavanomaisia menetelmiä käyttäen. Sähköä johtavat pinnat voidaan tehdä usealla tavalla, kuten esimerkiksi brodeeraamalla johtavaa kuitua suoraan kankaaseen, kutoamalla itsenäisiä pintoja johtavista kuiduista tai painamalla johdepinnat sähköä johtavilla musteilla tai pastoilla suoraan eristävälle kankaille. Materiaalivalinnoilla voidaan suoraan vaikuttaa siihen millaisia ympäristö- ja olosuhterakenteita halutaan antennin sietävän. Tällaisia ovat mm. kulutuskestävyys, vedenpitävyys, erilaisten kemikaalien sieto ja jopa luodinkestävyys.

Suunnitteluhaasteet

Tekstiilimateriaalien etuna on niiden taipuisuus ja keveys. Taipuisuus on ensimmäinen asia, jota vaaditaan vaatteisiin integroitavilta

antenneilta. Tämä ominaisuus luo kuitenkin omat haasteensa antennisuunnittelulle. Tavanomaisiin piirilevy materiaaleihin verrattuna, tekstiilimateriaaleilla voidaan saavuttaa merkittäviä säästöjä antennin painossa, joka taas parantaa taistelijan suorituskykyä. Materiaalivalintoihin on kuitenkin kiinnitettävä huomiota, koska niillä on merkittävä vaikutus antennin suorituskykyyn.

Tarkkaan harkitulla antennirakenteella vuorovaikutus ihmiskudoksen kanssa saadaan minimoitua ja säteilyä suunnattua tehokkaasti pois kehosta. Tällöin sekä taajuussii- ritymää, että hyötysuhteen heikentymistä voidaan tehokkaasti ehkäistä ja myös kehoon imeytyneen säteilytehon määrää saadaan pienennettyä. Uusimmilla tekstiiliantennitekniikoilla voidaan jo saavuttaa yli 80% kokonaishyötysuhde, mikä vetää ver- toja perinteisille antennirakenteille.

Satelliittitietoliikennesovellukset, kuten Iridium ja GPS, käyttävät yleensä signaa-

lin lähetyksessä ympyräpolarisoitua kantoaaltoa. Tällöin vastaanotetun signaalin voimakkuus saadaan riippumattomaksi vastaanottavan antennin asennosta ja puettavissa sovelluksissa tämä on erinomaisen hyödyllinen ominaisuus. Haastavaksi tekstiiliantennien suunnittelun tekee se, että antennin taittaminen siirtää sen resonanssitaajuuksia, mikä erityisesti korostuu ympyräpolarisoiduilla antenneilla. Patrian Iridium/GPS -antennista ainutlaatuisen tekee se, että sen erityinen rakenne ja valmistustoteutus auttavat antennia säilyttämään ympyräpolarisaatio-ominaisuudet taivutuksen alaisenakin.

Tekstiiliantennit osana laajempaa järjestelmää

Keveys ja huomaamattomuus ovat avain- tekijöitä taistelijan varustukseen kehitettävissä järjestelmissä, sillä ylimääräisestä lisäpainosta ja antureista muodostuu hel- posti tehtävää vaikeuttavia tekijöitä en- nemmin kuin sitä tukevia. Suorituskyky- sen järjestelmän tulisi tukea taistelijan tehtävän suorittamista ilman, että käyttä- jän tarvitsisi irrottaa huomiota ympäris- töstä.

Verkottuminen mahdollistaa myös yksit- täisten taistelijoiden käyttämisen toistin- asemana, jolloin signaalin kantavuus riip- puu joukkojen keskinäisestä asemasta, eikä varsinaisen linkkivälin päätepistei- den etäisyydestä. Esimerkiksi usean UAV:n käyttämisen osana moniantennijärjestel- män releointiverkkoa on VHF-taajuuksilla todettu kasvattavan kommunikointietäis- syyttä ja linkkivälin luotettavuutta.

Siviili- ja kriisinhallintatehtävissä, kuten laajoissa pelastus- ja etsintäoperaatioissa, sekä järjestyksenvalvonnan hyödyllisiä ominaisuuksia olisivat esimerkiksi hälytys- ilmoitukset, lyhyet viestit sekä videokuvan siirto. Patrian MASS yhdistettynä kysei- seen järjestelmään mahdollistaisi video- kuvan jakamisen operaation jäsenten vä- lillä. Lisäksi esimerkiksi palomiesten kehon toimintoja mittaavat anturit mahdollistai- sivat yksittäisten pelastustyöntekijöiden rasi- tustason etäseurannan ja siten paran- taisi näiden turvallisuutta.