

FT Mikko Ahonen

Koulut, langattomat verkot ja terveysriskit

Vedin projektipäällikkönä 2000-luvun alussa Suomen ensimmäiset, lasten mobiilioppimista tutkivat projektit. Huomasimme tutkijakollegoideni ja opettajien kanssa langattomuuden edut käytettävyydessä osalta. Samoin pistimme merkille lasten uteliaisuuden uusien mobiililaitteiden parissa. Samaan aikaan seurasin myös sähkömagneettisten kenttien biologisten vaikutusten tutkimusta ja yhä useampi tutkimus osoittaa mikroaaltolähteiden tuottaman radiotaajuuden säteilyn aiheuttavan vaurioita niin solu- kuin eläinkokeissa. Toukokuussa 2011 WHO/IARC luokittelikin radiotaajuuden säteilyn mahdollisesti karsinogeeniseksi (IARC, 2011). Tässä kirjoituksessa käsittelem kromonisen mikroaaltosäteilyn aiheuttamia terveysriskejä, mutta myös käytäntöjä, miten koulutusteknologiaa voidaan käyttää terveellisemmin ja turvallisemmin koulussa.

Ympäristössämme on muutamassa vuodessa tietyissä kohteissa jopa tuhatkertaistunut mikroaaltosäteilyn, erityisesti pulssimaisen, radiotaajuuden pulssimaisen säteilyn tasot. Luonnossa ei historiallisesti ole ollut pulssimaista radiotaajuista säteilyä itsessään ja ei-pulssimaisen säteilyn tasot ovat minimaaliset. ULA-radio ja analoginen TV ovat nimensä mukaisesti ei-pulssimaisia säteilylähteitä. Vasta GSM-verkkojen ja WLAN-verkkojen kautta on pulssimainen radiotaajuinen säteily yleistynyt ympäristössämme. Kutsuperiaatteella toimivan ICNIRP-kerhon (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) laatimat, Suomessakin voimassaolevat raja-arvot radiotaajuudelle, pulssimaiselle säteilylle (mikroaaltosäteilylle) on laadittu ainostaan lyhytkestoisien (30 minuuttia) lämpövaikutuksen osalta. Nämä raja-arvot eivät suojaa krooniselta, vuosikausia kestävältä mikroaaltosäteilykuormitukselta ja sen biologisilta vaikutuksilta. Euroopan Parlamentti on jo useaan otteeseen todennut, että ICNIRP-raja-arvot ja niiden perusta on vanhentunut. (European Parliament, 2009; Council of Europe, 2011). Kuvaavaa on se, että ICNIRP-raja-arvo 3G:lle on 10.000.000 $\mu\text{W}/\text{m}^2$, kun esimerkiksi Itävallan Salzburgin osavaltiossa otetaan huomioon sähkömagneettisten kenttien biologiset vaikutukset ja suositellaan sisätiloihin alle 1 $\mu\text{W}/\text{m}^2$ säteilykuormitusta matkapuhelintukiasemista!

Yhdessä aivokirurgi Vini Kuranan ja syöpälääkäri Lennart Hardellin kanssa kävimme läpi kaikki epidemiologiset tutkimukset matkapuhelintukiasemista. Yllättäen, 80 % tutkimuksista osoitti lisääntyneen terveysriskiä mikroaaltolähteen vieressä asuville. Esille matkapuhelintukiasemien tutkimuksissa tuli suuri kirjo oireita ja sairauksia, aina hermostollisista oireista rintasyöpään. (Khurana *et al.*, 2011.) Epidemiologinen tutkimus, jossa vertaillaan vahvasti altistuneita vähän altistuneisiin, on aina epätarkka. Esimerkiksi etäisyys tukiasemaan ei aina ole luotettava mittari, johtuen mikroaaltosäteilyn heijastuksista ja eri rakennusmateriaalien läpäisevyyseroista. Koululuokassa tämä vahvin säteilylähde ei yleensä ole matkapuhelintukiasema, vaan WLAN-reititin ja lapsen oma ja muiden koulukaverien langattomat WLAN-antennit tietokoneissa (kannettavissa). On silti hyvä huomionarvoista, että matkapuhelintukiasemien radiotaajuuden säteilyn tehotehoarvot (mittayksikkö $\mu\text{W}/\text{m}^2$, mikrowattia neliömetrille) ovat usein alhaisempia kuin WLAN-tukiaseman vieressä oleskelevalla tai käyttäjän pään kohdalla läppärin WLAN-antennin vieressä istuvalla. Harvoin myöskään käyttäjä altistuu samanaikaisesti matkapuhelintukiaseman lähellä niin monelle säteilylähteelle, kuin luokassa, jossa jokaisella oppilaalla on WLAN-yhteys päällä.

Kappale kirjasta: Suomi, K. & Kajannes, K. (Toim.) (2011). Ymmärrys HOI! Kirja, läppäri ja muuttuva oppiminen. Kustannusyhtiö HAI. Jyväskylä.

Venäjän säteilyturvallisuudesta vastaavan RNCNIRP:n edustajat pitävätkin juuri tätä tilannetta riskialttiina (Wifi In Schools, 2011).

Mitä tiedämme erityisesti WLAN-tekniikan terveysvaikutuksista? Erittäin vähän. WLANin perustaajuus on 2450 MHz eli sama kuin mikroaaltouuneissa. Jotta tietoa pystyttäisiin siirtämään tehokkaasti, lähetetään kannettavien ja WLAN-tukiaseman välillä datapaketit aikaikkunoissa, pulsseina. Pulssimainen säteily käyttää perustaajuuden lisäksi hyvin matalia taajuuksia. Sekä reititin että tietokoneet lähettävät lisäksi laitetunnustaan 10 hertsin taajuudella. Tämä voi olla ongelma, koska myös ihmisen aivot toimivat näillä hyvin matalilla taajuuksilla. Huomionarvoista on se, että ihmisen DNA itsessään voi toimia fraktaaliantennina ja on äärettömän herkkä radiotaajuuden, pulssimaisen säteilyn vaikutuksille (Blank ja Goodman, 2011). Tästä 'ihminen antennina' -ilmiöstä tarkemmin Osmo Hännisen, Paavo Huttusen ja Reijo Koskelon artikkelissa.

Uusimmat tutkimukset osoittavat, että WLAN-tukiaseman radiotaajuinen säteily vaikuttaa aivojen ja sydämen toimintaan. Papageorgiou ja kumppanit (2011) huomasivat, että WLAN-tukiaseman kuormitus vaikutti heikentävästi tutkittavien työmuistiin kun nämä olivat lähellä WLAN-tukiasemaa. Maganioti tutkimusryhmänsä kanssa (2011) huomasi WLAN-tukiaseman tuottaman säteilyn heikentävän aivojen toimintaa alpha- ja beta-alueella. Tämä muutos näkyi naisilla, mutta ei miehillä. Havas ja kumppanit (2010) ovat aikaisemmin huomanneet WLANin kaltaisen mikroaaltosäteilyn muuttavan sydämen lyöntitiheyttä tietyillä ihmisillä. Argentiinalaiset tutkijat huomasit sylissä olevan WLAN-läppärin vaikuttavan haitallisesti sperman liikkuvuuteen (Avendaño *et al.*, 2010), nämä löydökset ovat samanlaisia kännyköiden hedelmällisyyttä heikentävien löydösten kanssa (Agarwal *et al.*, 2008). Kännyköihin liittyvistä löydöksistä ja suosituksista tarkemmin Erja Tammisen kirjoittamassa kappaleessa.

Edellä olevat ovat tutkimuksia, jotka pitäisi toistaa. Vielä ei tiedetä, heijastuvatko nämä häiriöt pitemmällä aikavälillä esimerkiksi immunitetin heikkenemisenä tai veriaivoesteen vuotamisena, vai aiheuttavatko ne vain esimerkiksi toimintahäiriöitä oppilaille. Vaikka näyttö on siis vielä rajallista, tulisi mielestäni tukiasemien sijoitusta ja lasten säteilykuormituksen kestoa miettiä kouluissa vakavasti.

Suosituksia

Israelin hallitus on säätämässä lakia, jolla kouluista tehtäisiin säteilyvapaita alueita, joihin mikroaaltolähettimiä ei saa asentaa ja langattomat laitteet pidetään suljettuna (Jerusalem Post, 2010). Euroopan Ympäristövirasto suosittaa varovaisuusperiaatetta langattomien verkkojen suhteen (EEA, 2007). Langattomien lähiverkkojen osalta Englannin säteilyturvallisuudesta vastaava Sir William Stewart kehottaa kouluja vakavasti harkitsemaan, otetaanko WLAN-laitteiden myötä riski. Englannin opettajien ammattijärjestö puheenjohtaja on ottanut kielteisen kannan WLAN-verkkoihin koulussa (Daily Mail, 2008). Saksassa liittopäivät ja useat osavaltiot Baijerin johdolla ovat ottaneet kriittisen kannan WLAN-verkkojen asentamiseen oppilaitoksiin ja yliopistoihin. Saksan säteilyturvakeskus suosittaa Ethernet-verkkoja WLANien sijaan kouluihin aina kun se vain mahdollista. Englannin hallituksen neuvonantaja, professori Lawrie Challis varoittaa aikuisia ja erityisesti lapsia käyttämästä kannettavia tietokoneita pitkäkestoisesti sylissä WLAN-yhteyden ollessa päällä.

Kappale kirjasta: Suomi, K. & Kajannes, K. (Toim.) (2011). Ymmärrys HOI! Kirja, läppäri ja muuttuva oppiminen. Kustannusyhtiö HAI. Jyväskylä.

Johtopäätökset

Jos langattomat yhteydet ovat riskialttiita, tulisi niitä lasten käyttää mahdollisimman vähän, jos ei ollenkaan. Niin opettajilla, lasten vanhemmilla ja lapsilla tulisi tarvittaessa myös oikeus kieltäytyä mahdollisesti riskialttiin teknologian käytöstä ja/tai jatkuvasta oleskelusta mikroaaltokuormituksen alaisena. Pedagogiikan osalta mobiililaitteita voidaan käyttää havaintojen tekemiseen esimerkiksi valokuvia ottamalla ja muistiinpanojen tekemällä (Syvänen *et al.*, 2003; Ahonen *et al.*, 2005), tutkivan oppimisen periaatteiden mukaan. Tämä ei vaadi jatkuvaa langatonta yhteyttä.

Jos langatonta yhteyttä (GSM data, 3G Data, WLAN) käytetään, tulisi se olla hyvin lyhytaikaista. Jos koulussa on WLAN-verkko, tulisi sen olla kylteillä merkitty (vrt. 'Wi-Fi Zone') ja ulottua vain alueelle, jossa ei jatkuvasti oleskella. WLAN-verkon kattavuutta ja samalla riskiä voi tehokkaasti monitoroida radiotaajuisen säteilyn mittalaitteella. Monessa maassa jo ko. mittalaitteita käytetään WLAN-verkkojen optimointiin ja radiotaajuisen säteilyn minimointiin. Synkronointia ja replikointia tukevat ratkaisut (esim. Lotus Notes -tyyppiset) ovat turvallisempia kuin jatkuvaan langattomaan yhteyteen ja pelkästään palvelimella sijaitsevaan ohjelmistoon perustuvat ratkaisut. Tällöin laitteet sisältävät lähes kaiken tarvittavan toiminnallisuuden ja vain muutokset harvakseltaan päivitetään (replikoidaan) erikseen aukaistavan linjayhteyden yli. Tätä kannattaisi harkita myös Pad-laitteistojen käytön yhteydessä. Kouluissa WLAN-tukiasemien sijaan kestävämpi ratkaisu olisi tarjota riittävästi Ethernet-kaapelipaikkoja, jolloin kannettavan tietokoneen tai Pad-laitteen voi hetkeksi kytkeä haluamassaan paikassa. Samoin erityiset tietokoneiden ja Pad-laitteiden synkronointiasemat ja niitä hyödyntävä pedagogiikka (Soloway, 1999) on kannatettavaa. Asynkronista viestintää siis kannattaa suosia synkronisen, reaaliaikaisen sijaan. Tällä on usein etua myös ajanhallinnan osalta.

Koska pulssimainen radiotaajuinen säteily mahdollisesti vaikuttaa aivotoimintoihin, muistiin ja keskittymiseen, yllä mainitut toimet todennäköisesti myös edistävät oppimista ja oppilaiden terveyttä.

Loppuhuomautus

Kävimme yhdessä fysiologian professori, lääkäri Osmo Hännisen kanssa Opetushallituksessa elokuussa 2010 keskustelemassa koulutusteknologiasta vastaavan opetusneuvoksen ja suunnittelijan kanssa lasten terveystarpeista. Jo 2009 pyysimme OPH:n opetusneuvoksilta audienssia, ilman tulosta. Esittelimme audienssin saatuaamme 2010 OPH:n virkamiehille toimintasuunnitelman:

<http://tinyurl.com/koulusuositus> . Kysyimme, että voisimmeko tulla juttelemaan koulutoimenjohtajille ja opettajille näistä suosituksista ja toimenpiteistä. Nämä OPH:ssa tapaamamme ihmiset eivät ole moista opettajien informaatiotilaisuutta edistäneet tai eivät ole olleet meihin yhteydessä. Lähetimme heille kuitenkin konkreettista lisätietoa, mm. Devra Davisin radiotaajuisen säteilyn biologisia vaikutuksia ja matkapuhelinteollisuuden korruptiota käsittelevän kirjan Disconnect (<http://disconnectbook.com>). Tapasin entisen opetusministerin helmikuussa 2011 vaalitulaisuudessa Tampereella. Kerroin lasten terveystarpeista ja hän pyysi varaamaan ajan ministeriöön vastaanotolle. Tein näin ja minulle hänen sihteerinsä vastasi, että puoleen vuoteen ministeri ei ota vastaan. Nyt on jo uusi opetusministeri toimissaan. Onneksi on edes tämä kirja, jossa voimme avoimesti keskustella aihealueesta.

Kirjoittaja on filosofian tohtori, joka toimii tutkijana Tampereen yliopistossa ja on lisäksi osakkaana Sustainable Mobile Oy:ssä.

Kappale kirjasta: Suomi, K. & Kajannes, K. (Toim.) (2011). Ymmärrys HOI! Kirja, läppäri ja muuttuva oppiminen. Kustannusyhtiö HAI. Jyväskylä.

Lähteet:

Agarwal, A., Deepinder, F., Sharma, R. K., Ranga, G., & Li, J. (2008). Effect of cell phone usage on semen analysis in men attending infertility clinic: an observational study, *Fertility and Sterility*, 89(1), 124128.

Ahonen, M., Syvänen, A. & Vainio, T. (2005). Towards Pervasive and Adaptive Learning Environments. UAHCI Conference Proceedings. CDROM, Lawrence Erlbaum Associates. Las Vegas. USA.

Avendaño C, Mata A, Juarez Villanueva AM, Martinez VS, Sanchez Sarmiento CA (2010). Laptop expositions affect motility and induce DNA fragmentation in human spermatozoa in vitro by a non-thermal effect: a preliminary report” *American Society for Reproductive Medicine*, 66th Annual Meeting: O-249.

Blank, M., & Goodman, R. (2011). DNA is a fractal antenna in electromagnetic fields. *International Journal of Radiation Biology*, 87(4), 409-415. + Video URL: <http://vimeo.com/17266941>

Bundesregierung (2007) Strahlenbelastung durch drahtlose InternetNetzwerke (WLAN). URL: <http://dip.bundestag.de/btd/16/061/1606117.pdf>

Council of Europe (2011). The potential dangers of electromagnetic fields and their effect on the environment. URL: <http://assembly.coe.int/main.asp?Link=/documents/workingdocs/doc11/edoc12608.htm>

Daily Mail (2009). Englannissa opettajien ammattiyhdistys on ottanut kieltävän kannan Wi-Fi-tukiasemille ja kannettavien Wi-Fi –yhteyksille kouluissa. URL: <http://www.dailymail.co.uk/news/article-1039235/Suspend-wi-fi-schools-says-union-chief-following-reports-causes-ill-health.html>

EEA (2007). *European Environmental Agency*. Radiation risk from everyday devices assessed. URL: <http://www.eea.europa.eu/highlights/radiation-risk-from-everyday-devices-assessed>

European Parliament (2009) <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+P6-TA-2008-0410+0+DOC+XML+V0//EN> (kohdat 21-23)

<http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+IM-PRESS+20090401IPR53233+0+DOC+XML+V0//EN&language=EN>

Havas, M., Marrongelle, B., Pollner, E. Kelley, C.R.G. Rees, L. Tully. Provocation study using heart rate variability shows microwave radiation from DECT phone affects autonomic nervous system. *European Journal of Oncology*. Library, vol. 5, 2010 URL: <http://www.icems.eu/papers.htm?f=/c/a/2009/12/15/MNHJ1B49KH.DTL>

Kappale kirjasta: Suomi, K. & Kajannes, K. (Toim.) (2011). Ymmärrys HOI! Kirja, läppäri ja muuttuva oppiminen. Kustannusyhtiö HAI. Jyväskylä.

IARC (2011). IARC classifies radiofrequency electromagnetic fields as possibly carcinogenic to human. The WHO/International Agency for Research on Cancer. *Press release*, No. 208. URL: http://www.iarc.fr/en/media-centre/pr/2011/pdfs/pr208_E.pdf

Jerusalem Post (2011). Knesset panel endorses minimizing school radiation exposure. 23.11.2010. URL: <http://www.jpost.com/NationalNews/Article.aspx?id=196395>

Khurana, V. G., Hardell, L., Everaert, J., Bortkiewicz, A., Carlberg, M., & Ahonen, M. (2010). Epidemiological evidence for a health risk from mobile phone base stations. *International Journal of Occupational and Environmental Health*, 16(3), 263-267. URL: <http://tinyurl.com/TowerEpidemiology> , <http://www.chronicexposure.org>

Maganioti A. E., Papageorgiou C. C., Hountala C. D., Kyprianou M. A., Rabavilas A. D., Papadimitriou G. N., Capsalis C. N. (2010). Wi-Fi electromagnetic fields exert gender related alterations on EEG. *6th International Workshop on Biological Effects of Electromagnetic Fields*, Istanbul, Turkey.

Papageorgiou C. C., Hountala C. D., Maganioti a. E., Kyprianou M. A., Rabavilas A. D., Papadimitriou G. N., Capsalis C. N. (2011). Effects of Wi-Fi signals on the p300 component of event-related potentials during an auditory hayling task. *Journal of Integrative Neuroscience*, 10(2):189–202.

Soloway, E. (1999). Science in the palms of your hands. *Communications of the ACM*, 42(8), 2127.

Syvänen, A., Ahonen, M., Jäppinen, A., Pehkonen, M., Turunen, H. ja Vainio, T. (2003) Accessibility and Mobile Learning. *Proceedings of IFIP eTrain '03 Conference*. Pori. Finland.

Wi-Fi in Schools (2011). Organisation focused on health effects of Wi-Fi. URL: <http://wifiinschools.org.uk>

Kappale kirjasta: Suomi, K. & Kajannes, K. (Toim.) (2011). *Ymmärrys HOI! Kirja, läppäri ja muuttuva oppiminen*. Kustannusyhtiö HAI. Jyväskylä.