Kanadassa on toteutettu laaja tuulivoimaloiden vaikutuksesta lähiasukkaiden terveydentilaan. Tutkimus on ensimmäinen, jossa kerättiin fysiologisia näytteitä tuulivoimaloiden lähellä asuvilta. Tulokset toistavat pitkälti samaa, mitä aiempi tutkimus aiheesta, ja eivät osoittaneet yhteyttä melualtistuksen tai subjektiivisen tai objektiivisesti mitatun stressin välillä.

Kanadan terveysviranomainen (Health Canada) on yhdessä kansallisen tilastoinnista vastaavan viranomaisen kanssa toteuttanut laajan epidemiologisen tutkimusprojektin, jonka tavoitteena on selvittää tuulivoimaloiden äänen yhteyttä raportoituihin oireisiin tuulivoimaloiden lähialueilla ja kerätä tietoa äänen mahdollista vaikutuksista lähiasukkaisen terveyteen. Tutkimusprojektin tuloksista on julkaistu seitsemän eri tutkimusraporttia, joista tarkemmat tiivistelmät alla.

Aineistonhankinta tehtiin keräämällä itseraportoitua aineistoa ja objektiivista terveydentilan mittausaineistoa (hiusten kortisolipitoisuus, verenpaine, syke, unimonitorointi) tuulivoimaloista 600 metrin – 10 kilometrin etäisyydellä asuvilta henkilöiltä. Tämän lisäksi tehtiin äänimittauksia. Tilastotieteellistä mallinnuksen avulla tutkittiin yhteyttä tuulivoimaloiden äänitasojen ja mittausaineiston välillä.

Tutkimus toteutettiin kahdessa Kanadan provinssissa kahdella alueella (Ontario ja Prinssi Edwardin saari), joissa oli riittävä määrä asutusta tuulivoimaloiden lähialueilla. Tutkimuksen aineisto koostuu kyselytutkimuksesta, hius-, ja verenpainenäytteistä sekä uniseurannasta, ja yli 4000 tunnin tuulivoimaloiden äänimittausaineistosta.

Tutkimukseen osallistui yhteensä 1238 kotitaloutta, korkealla 79 osallistumisprosentilla. Tutkimusalueilla oli tuulivoimahankkeita yhteensä 18, joissa tuulivoimaloita oli yhteensä 399. Kaikki potentiaaliset asunnot 600 metrin etäisyydellä voimaloista valittiin tutkimukseen. Sattumanvaraisesti valittiin myös asuntoja 600 metrin - 10 kilometrin etäisyydellä voimaloista. Jokaisesta kotitaloudesta valittiin sattumanvaraisesti yksi 18 - 79 -vuotias vastaaja.

Michaud, D.S., Feder, K., Keith, S.E., Voicescu, S.A., Marro, L., Than, J., Guay, M., Denning, A., Murry B.J., Weiss, S.K., Villeneuve, P.J., van den Berg, F. & Bower, T. 2016. *Effects of Wind Turbine Noise on Self-Reported and Objective Measures of Sleep. SLEEP* 2016; 39.

Lyhyesti: Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää tuulivoimalan äänelle (ulkotiloissa mallinnettuna max 46 dB) altistumisen sekä subjektiivisesti koettujen ja objektiivisesti havaittujen unihäiriöiden välistä yhteyttä. Aineistona toimivat haastattelut sekä seitsemän päivän mittainen kohdehenkilöiden unimallien monitorointi. Tämän lisäksi henkilöt arvioivat unenlaatuaan 30 viimeisen päivän ajalta Pittsburg Sleep Quality Indexin (PSQI) avulla. Objektiivisesti unen laatua (nukahtamisviive, unen laatu, unen kesto, heräämisten määrä, nukahtamisviive heräämisen jälkeen) tarkkailtiin rannemonitorin avulla yhteensä 3772 nukutun yön ajan. Unenlaatuun vaikutti häiritsevästi moni tekijä (esim. jokin lääkitys, terveydelliset syyt, kofeiinin nauttiminen), joista lentoestevalojen välkyntä oli ainoa tuulivoimaan liittyvä muuttuja. Tutkimuksen tulokset eivät tue sitä, että unenlaadun häiriintymisellä ja tuulivoimaloiden äänellä (46 dB L_{Aeq} saakka ulkotiloissa) olisi tilastollisesti merkittävää yhteyttä.

Tutkimukseen osallistui 1238 henkilöä, jotka on valittu satunnaisotannalla kotitalouksista 0,25 - 11,22 kilometrin etäisyydellä tuulivoimavoimaloista. Tuulivoimaloiden ääni oli tutkimuskohteissa ulkotiloissa korkeintaan 46 dB tasolla.

Michaud, D.S., Feder, K., Keith, S.E., Voicescu, S.A., Marro, L., Than, J., Guay, M., Denning, A., McGuire, D., Bower, T., Lavigne, E., Murray, B.J., Weiss, S.K. & van den Berg, F. 2016. *Exposure to wind turbine noise: Perceptual responses and reported health effects.* J. Acoust. Soc. Am. 139 (3).

Lyhyesti: Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää yhteyttä tuulivoimaloiden äänelle altistumisen ja aistihavaintojen (ääni- ja näköhavainto) sekä itsearvioitujen terveysvaikutusten yhteyttä. Tutkimustulosten mukaan tuulivoimaloiden äänen kasvaessa raportoitiin kasvavasti ärtymyksestä tuulivoimaa kohtaan. Äänitason kasvamisen jälkeen tuulivoimalat nähtiin ja kuultiin vastaajien mukaan herkemmin, ja tuulivoiman äänen vaikutuksista koettu huoli kasvoi, etenkin kun äänitaso ylitti alueella 35 dB L_{Aeq}. Terveysvaikutusten ja tuulivoimalan äänen väliltä tutkimus ei löytänyt yhteyttä.

Tutkimukseen osallistui 1238 henkilöä, jotka on valittu satunnaisotannalla kotitalouksista 0,25 - 11,22 kilometrin etäisyydellä tuulivoimavoimaloista. Tuulivoimaloiden ääni oli tutkimuskohteissa ulkotiloissa korkeintaan 46 dB L_{Aeq} tasolla.

Michaud, D.S., Feder, K., Keith, S.E., Voicescu, S.A., Marro, L., Than, J., Guay, M., Denning, A., Bower, T., Villeneuve, P.J., Russell, E., Koren, G. & van den Berg, F. 2016. *Self-reported and measured stress related responses associated with exposure to wind turbine noise.* J. Acoust. Soc. Am. 139 (3).

Lyhyesti: Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, aiheuttaako tuulivoimaloiden lähialueilla asuminen kohonnutta stressitasoa. Tutkimus tarjoaa tärkeää tietoa, sillä se on ensimmäinen tutkimus, jossa tehtiin fysiologisia tutkimuksia tuulivoima-alueiden asukkaille tässä laajuudessa. Henkilöiden stressitasoa tarkasteltiin henkilökohtaisten haastattelujen (Perceived Stress Scale, PSS) avulla sekä sykkeen, verenpaineen, hiusten kortisolipitoisuuden mittauksilla. Tutkimustulosten mukaan subjektiivisesti arvioidulla ja objektiivisesti mitatulla stressitasolla ei ole yhteyttä tuulivoimaloiden äänelle altistumiseen (46 dB L_{Aeq} saakka ulkotiloissa).

Tutkimukseen osallistui 1238 henkilöä, jotka on valittu satunnaisotannalla kotitalouksista 0,25 - 11,22 kilometrin etäisyydellä tuulivoimavoimaloista. Hiuksen kortisolipitoisuuden mittaukseen osallistui noin puolet vastaajista ja verenpaine sekä syke mitattiin 1077 osallistujalta. Tuulivoimaloiden ääni oli tutkimuskohteissa ulkotiloissa korkeintaan 46 dB L_{Aeq} tasolla.

Michaud, D.S., Keith, S.E., Feder, K., Voicescu, S.A., Marro, L., Than, J., Guay, M., Bower, T., Denning, A., Lavigne, E., Whelan, C., Janssen, S.A., Leroux, T. & van den Berg, F. 2016. *Personal and situational variables associated with wind turbine noise annoyance.* J. Acoust. Soc. Am. 139 (3).

Lyhyesti: Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, mitä muuttujia tuulivoimaloiden äänestä koettuun häiriintymiseen liittyy. Siihen, kuinka häiritseväksi tuulivoimaloiden ääni koetaan, liittyy muun muassa seuraavat tekijät: henkilökohtainen hyötyminen tuulivoimahankkeesta, herkkyys äänelle, huoli terveysvaikutuksista, kiinteistön omistajuus, ärsyyntyminen maisemavaikutuksista sekä maakunta, jossa tuulivoimalat sijaitsevat.

Tutkimukseen osallistui 1238 henkilöä, jotka on valittu satunnaisotannalla kotitalouksista 0,25 - 11,22 kilometrin etäisyydellä tuulivoimavoimaloista. Tuulivoimaloiden ääni oli tutkimuskohteissa ulkotiloissa korkeintaan 46 dB tasolla.

Voicescu, S.A., Michaud, D.S., Feder, K., Keith, S.E., Marro, L., Than, J., Guay, M., Denning, A., Bower, T., van den Berg, F., Broner, N. & Lavigne, E. 2016. *Estimating annoyance to calculated wind turbine shadow flicker is improved when variables associated with wind turbine noise exposure are considered.* J. Acoust. Soc. Am. 139 (3).

Lyhyesti: Tutkimustulosten mukaan tuulivoimaloiden lapojen pyörimisen aiheuttamalla välkkeellä (valon ja varjon vaihtelu aurinkoisella säällä) ei ole suoria terveysvaikutuksia. Tutkimukseen osallistui 1238 henkilöä, jotka on valittu satunnaisotannalla kotitalouksista 0,25 - 11,22 kilometrin etäisyydellä tuulivoimavoimaloista. Tuulivoimaloiden ääni oli tutkimuskohteissa ulkotiloissa korkeintaan 46 dB tasolla.

****

Kahdessa alla olevassa artikkelissa kerrotaan, kuinka tutkimusalueella sijaitsevien voimaloiden valmistajien ilmoittamat lähtöäänentasot on vahvistettu mittauksilla. Voimalavalmistajien antamat lähtöäänentasot ovat tulosten (1) mukaan yhtenevät tehtyjen mittausten mukaan. Toisessa (2) artikkelissa kerrotaan kuinka tutkimusprojektin kaikkien 1238 kohteen äänentaso on mallinnettu.

1) Keith, S.E., Feder, K., Voicescu, S.A., Soukhovtse, V., Denning, A., Tsang, J., Broner, N., Leroux, T., Richarz, W. & van den Berg, F. 2016. Wind turbine sound power measurements. J. Acoust. Soc. Am. 139 (3).

2) Keith, S.E., Feder, K., Voicescu, S.A., Soukhovtse, V., Denning, A., Tsang, J., Broner, N., Leroux, T., Richarz, W. & van den Berg, F. 2016. Wind turbine sound pressure level calculations at dwellings. J. Acoust. Soc. Am. 139 (3).