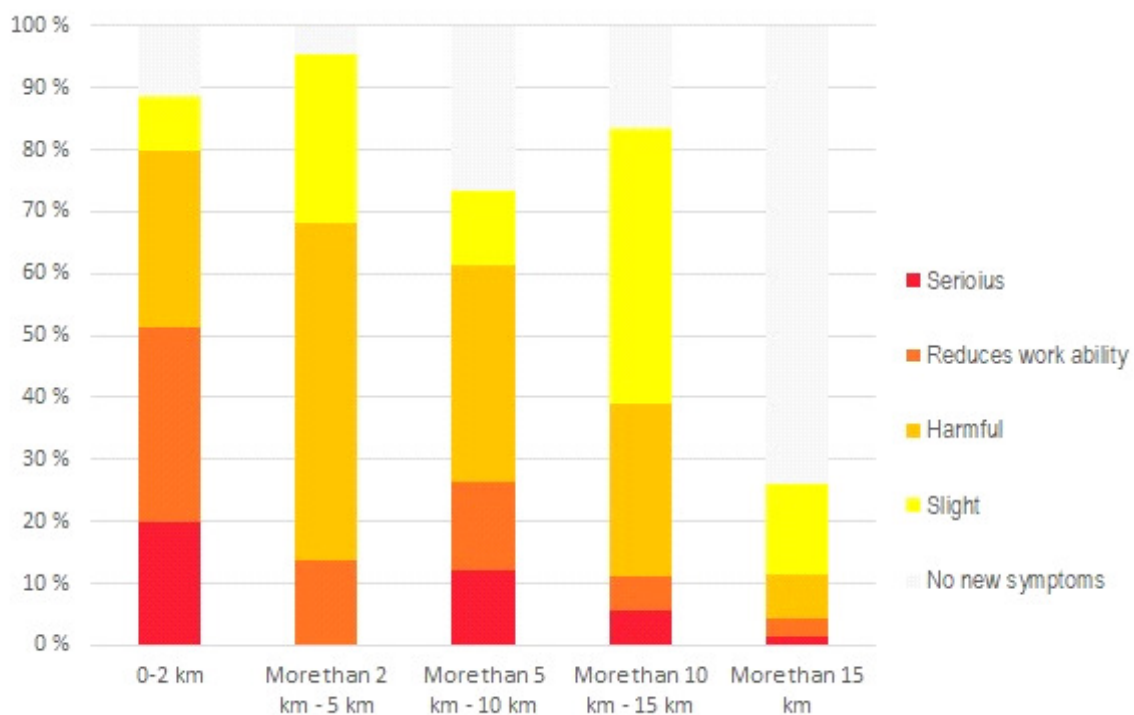


Tutkimuksen otos tehtiin kahdesta (2) eri rekisteristä yksinkertaisella satunnaisotannalla. Toinen rekisteri oli erään yrityksen asiakasrekisteri Pohjois-Pohjanmaalta, toinen erään yhdistyksen jäsenrekisteri Satakunnasta. Tutkimusaineiston keruumenetelmänä käytettiin haastattelua. Kyselytutkimuksessa oli mukana yhteensä 193 ihmistä 46 perheestä. He olivat alueilta, joille oli rakennettu ja otettu käyttöön tuulivoimaloita 0,5–3 vuotta ennen haastatteluhetkeä. Altistumisajan rajana pidettiin kolme vuotta, eikä otokseen hyväksytty perheitä, joiden altistumisaika oli ollut tätä pidempi. Haastattelua varten selvitettiin kunkin perheen etäisyys lähimpään voimalaan tai voimaloihin ja voimalan rakentamis-/käyttöönottoaika-kohta. Osa haastatelluista asui lähellä voimaloita, osa useiden kymmenien kilometrien päässä.

Lisäksi muodostettiin karttamallinnus tuulivoimaloiden infraäänien leviämisestä, jatkuvuudesta ja voimakkuudesta, ts. altistusvyöhykkeistä Suomen karttapohjalle (ks. kuvio 1).

Die Stichprobe zur Pilotstudie wurde nach dem Prinzip der einfachen Zufallsstichprobe zwei (2) verschiedenen Registern entnommen, dem Kundenregister eines Unternehmens in Nordösterbotten und dem Mitgliedregister eines Verbandes in Satakunta. Die Forschungsdaten wurden auf Basis der sog. "Interview-Methode" gesammelt. Insgesamt nahmen 193 Personen aus 46 Familien an den Befragungen teil. Sie kamen aus Regionen, in denen ein halbes bis 3 Jahre vor dem Interview Windkraftanlagen gebaut und in Betrieb genommen worden waren. Die Expositionsdauer wurde auf 3 Jahre limitiert, somit wurde keine Familie mit einer zu langen Expositionsdauer in die Stichprobensammlung zur Studie aufgenommen. Für das Interview wurden der Abstand jeder einzelnen Familie zur nächstliegenden Windkraftanlage bzw. der Anlagen, sowie der Zeitpunkt des Baus und der Inbetriebnahme der Windkraftanlage(n) ermittelt. Einige der Befragten lebten nahe der Anlagen, andere in einer Entfernung von zehn Kilometern.

Darüber hinaus wurde ein Kartenmodell erstellt, um die Expositionszonen (Einwirkungsbereiche), d. h. Ausbreitung, Kontinuität und



Kuvio 2. Oireet suoran etäisyyden mukaan alle tai noin 15 km:n etäisyydellä lähimmästä tuulivoimalasta sekä kauempana, yli 15 km:n etäisyydellä.

Abbildung 2. Symptome in direkter Entfernung zur nächstliegenden Windkraftanlage im Abstand < und = 15 km oder > 15 Kilometer von Windkraftanlagen.

Tilastollisena tutkimusmenetelmänä oli lineaarinen sekamalli, jota käytettiin aineiston tilastollisen merkitsevyyden testaamiseen. Ihmisten oireita selitettiin joko suoralla etäisyydellä (km) lähimpään tuulivoimalaan tai karttamallinnuksen altistusvyöhykkeellä. Selittäjinä olivat lisäksi käytetty rekisteri, henkilön sukupuoli, ikä ja ennakkotietoisuus tuulivoimaloiden mahdollisesta terveyshaitasta.

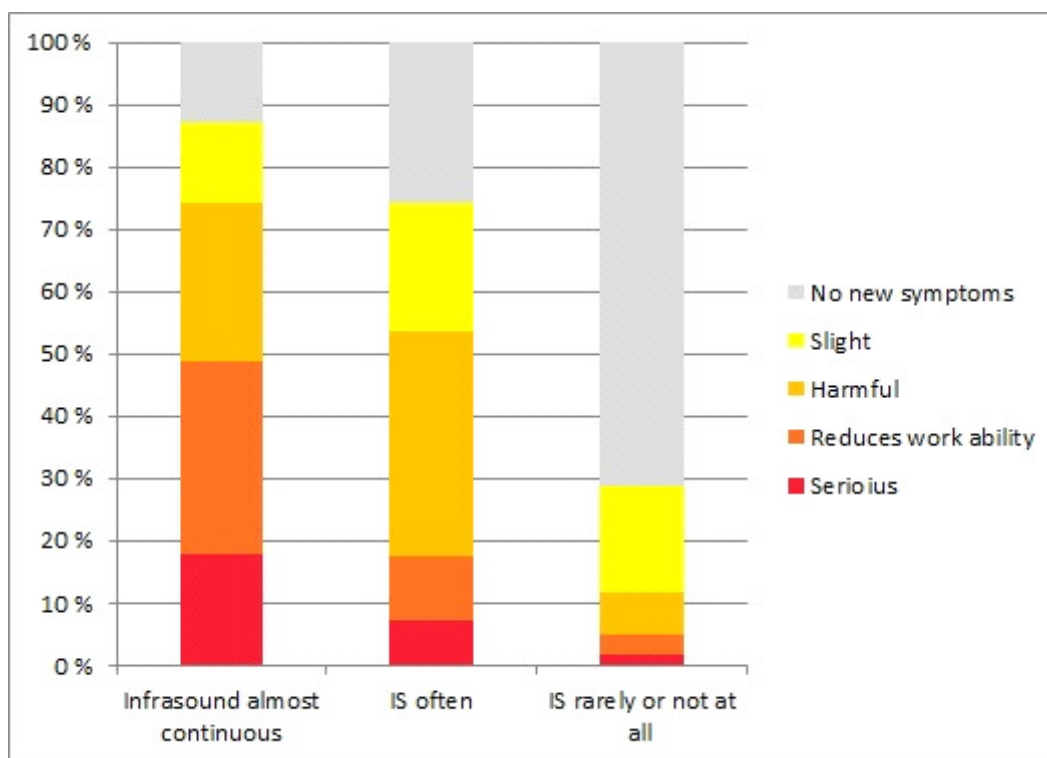
Alle 15 km:n etäisyys voimaloista oli jaettu visuaalisen tarkastelun vuoksi neljään (4) eri etäisyysluokkaan. Vastausten erot näiden kesken olivat pieniä ja poikkesivat selvästi vasta seuraavassa luokassa, jossa etäisyys lähimpään tuulivoimalaan oli yli 15 km (ks. kuvio 2). Haitallista tai vakavampaa oireilua oli selvästi enemmän alle tai noin 15 km:n etäisyydellä voimaloista kuin kauempana niistä.

Karttamallinnuksessa oli käytössä kolme (3) eri altistusvyöhykettä (ks. kuvio 3). Ensimmäisellä vyöhykkeellä lähimpänä voimaloita

Stärke des Infraschalls von Windkraftanlagen, auf einer Karte von Finnland zu darzustellen (siehe Abbildung 1).

Als statistische Untersuchungsmethode wurde ein lineares Mischmodell (LMM) verwendet, um die statistische Signifikanz des Forschungsmaterials zu überprüfen. Die Symptome der Anwohner wurden im Kartenmodell entweder mit der direkten Entfernung (km) zur nächstliegenden Windkraftanlage oder mit der Exposition im Enwirkungsbereich erklärt. Andere erklärende Variablen waren das verwendete Register, das Geschlecht und das Alter der Person und ihr vorab bestehendes Bewusstsein für mögliche gesundheitsschädigende Auswirkungen von Windkraftanlagen.

Die Entfernung von weniger als 15 km zu den Windkraftanlagen wurde für eine visuelle Beobachtung in vier (4) Entfernungsklassen unterteilt. Die Unterschiede in den Aussagen der Interview-Teilnehmer zwischen den Entfernungsklassen waren gering und variierten



Kuvio 3. Oireet lähes jatkuvassa tai usein keskitävissä infraäänialtistuksessa karttamallinnuksen altistusvyöhykkeillä (alle tai noin 15 km tuulivoimaloista sekä kauempana, yli 15–20 km:n etäisyydellä voimaloista).

Abbildung 3. Symptome in einer nahezu kontinuierlichen oder oft anhaltenden Infraschall-Exposition in den Einwirkungsbereichen des Kartenmodells (< und = 15 Kilometer von Windkraftanlagen und weiter als 15–20 Kilometer von den Windkraftanlagen entfernt).

oli tuulivoimaloiden infraääntä kaikilla tuulen suunnilla melko voimakkaana. Toisella vyöhykkeellä voimaloiden aiheuttamaa infraääntä oli usein, tuulen suunnasta johtuen. Kolmannen vyöhykkeeseen ei infraääntä voimaloista laskentamallin mukaan juuri tullut. Karttamallinnus selitti oireita paremmin kuin suora etäisyys lähimpään tuulivoimalaan.

Tilastollisessa analyysissä ei muodostunut merkitsevää p-arvoa suoraan etäisyyden mukaan (km) kasvavalle haitalle. Merkitsevä p-arvo saatiin kokonaisaltistusta kuvaavan karttamallinnuksen mukaiselle haitalle. Lisäksi oireita selittivät henkilön sukupuoli ja ikä. Muut taustamuuttujat eivät selittäneet oireita tilastollisesti merkitsevästi.

Tyypillisimpiä oireita olivat unen häiriintyminen tai yöunen tarpeen muuttuminen, väsymys ja erilaiset säröt.

Tutkimustulosten mukaan tuulivoimaloiden infraäänien aiheuttamaa terveyshaittaa oli huomattavasti enemmän karttamallinnuksen altistusvyöhykkeillä 1–2 kuin kauempana. Tutkimuksen tärkein tulos on, että riskietäisyys kasvaa voimaloiden korkeuden, määrän tai tehon kasvaessa tai ajan kuluessa pitkäaikaisaltistuksessa, ts. riskietäisyys vaihtelee olosuhteiden mukaan. Alueilla, joissa voimaloita oli eri puolilla asuinpaikkaa, terveyshaittoja ilmeni tämän pilottitutkimuksen tekoaikaan vallinneissa olosuhteissa 15–20 km:n etäisyydelle asti voimaloista.

Mahdollisen haitan syntyminen tulee siten tutkia riittävän pitkällä säteellä tuulivoimaloista ja huomioida kaikki ympäristössä olevat tuulivoimalat sekä tyypillisimmät tuulen suunnat. Tämä tutkimus vahvistaa Cerannan ja Pilgerin pitkäaikaistutkimuksen (2004–2016) tulokset koskien tuulivoimaloiden infraäänien leviämistä.

Avainsanat: tuulivoima, infraääni, terveys, terveyshaitta, Pohjois-Pohjanmaa, Satakunta, Suomi

deutlich erst in der nächsten Klasse, in der die Entfernung zur nächsten Windkraftanlage mehr als 15 km betrug (siehe Abbildung 2). Deutlich schädigendere oder schwerwiegenere Symptome traten in weniger als 15 km und bis 15 km Entfernung zwischen Windkraftanlagen und Wohnbebauung auf, als in einer Entfernung von mehr als 15 Kilometern.

Das Kartenmodell umfasste drei (3) verschiedene Expositionszonen (Einwirkungsbereiche) (siehe Abbildung 3). Die nächstgelegenen Windkraftanlagen in der ersten Expositionszone emittierten einen recht starken Infraschall in alle Windrichtungen. Im zweiten Bereich trat, in Abhängigkeit zu den Windrichtungen, Infraschall häufig auf. Im dritten Bereich gab es entsprechend dem Rechenmodell fast keinen Infraschall von Windkraftanlagen. Das Kartenmodell erklärte die Symptome besser, als die direkte Entfernung zur nächsten Windkraftanlage.

Es gab in der statistischen Analyse keinen signifikanten p-Wert für Schädigungen, die direkt gemäß dem Abstand (gem. km) anstiegen. Der signifikante p-Wert wurde für die Schädigung gemäß dem Kartenmodell, das die Gesamtexposition darstellt, erreicht. Darüber hinaus erklärten das Geschlecht und das Alter der Studienteilnehmer die Symptome. Andere Hintergrundvariablen erklärten die Symptome nicht statistisch signifikant.

Die meist genannten typischen Symptome waren Schlafstörungen oder Veränderungen des nächtlichen Schlafbedürfnisses, Fatigue (Erschöpfung, Müdigkeit) und verschiedene Schmerzen.

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass auffällig mehr Gesundheitsprobleme, verursacht durch den Infraschall der Windkraftanlagen, in den Expositionszonen (Einwirkbereichen) 1–2 des Kartenmodells auftreten, als in den weiter entfernten Bereichen. Das wichtigste Ergebnis dieser Studie ist, dass die Risikodistanz wächst, wenn Höhe, Anzahl oder Leistung der Windkraftanlagen zunehmen oder mit der Dauer der Exposition (Einwirkzeit), wenn die Anwohner der Beschallung langfristig ausgesetzt sind, das heißt dass die Risi-

Kirjallisuus: / Literatur:

Ceranna, L. & Pilger, C. (2016). Der unhörbare Schall von Windkraftanlagen. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR). https://www.bgr.bund.de/DE/Themen/Erdbeben-Gefahrdungsanalysen/Seismologie/Kernwaffenteststopp/Projekte/abgeschlossen/hufe_wka.html

Lisätietoja: / Weitere Angaben:

Suomen ympäristöterveys ry [Finnish Association for Environmental Health]. <https://syte.fi>

Regions of Finland [Provinzen Finnlands]. (2019). [https://en.wikipedia.org/wiki/Regions_of_Finland#/media/File:Current_Regions_in_Finland_\(locations\).png](https://en.wikipedia.org/wiki/Regions_of_Finland#/media/File:Current_Regions_in_Finland_(locations).png)

Abhängigkeit von verschiedenen Bedingungen ist. In Regionen mit Windkraftanlagen im Umkreis von Wohngebieten traten Gesundheitsprobleme, unter den gegebenen Bedingungen während der Durchführung dieser Studie, sogar bei ca. 15–20 km von WKA auf.

Der potenzielle Schaden sollte in einem ausreichend großen Radius um die Windkraftanlagen untersucht werden, wobei alle Anlagen in der Umgebung, sowie die am häufigsten auftretenden Windrichtungen zu berücksichtigen sind.

Diese Studie bestätigt die Resultate der langjährigen Forschung von Ceranna und Pilger (2004–2016) zur Ausbreitung des Infraschalls, emittiert durch Windkraftanlagen.

Schlüsselwörter: Windenergie, Windkraft, Infraschall, Gesundheit, Gesundheitsschäden, Nordösterbotten, Satakunta, Finnland

Übersetzung Jutta Reichardt, 07.01.2020

D-25554 Neuendorf-Sachsenbande
windwahn.com, EPAW.org, Regionalverband
Taunus e.V.