



Sofia Koskela

ASUINYMPÄRISTÖN GEOSPATIAALISET OMINAISUUDET JA NIIDEN
VAIKUTUKSET IKÄÄNTYVIEN IHMISTEN FYYSISEEN AKTIIVISUUTEEN

Maantieteen pro gradu -tutkielma

Turku 2020

TURUN YLIOPISTO
Luonnontieteiden ja tekniikan tiedekunta
Maantieteen ja geologian laitos

KOSKELA, SOFIA: Asuin ympäristön geospaatialiset ominaisuudet ja niiden vaikutukset
ikäntyvien ihmisten fyysiseen aktiivisuuteen

Pro gradu -tutkielma, 76 s., 14 liites.
Maantiede, 40 op
Toukokuu 2020

*Turun yliopiston laatujärjestelmän mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu
Turnitin Originality Check -järjestelmällä.*

Moderneissa länsimaissa elämäntapa on muuttunut niin, että voidaan puhua globaalista liikkumattomuuden pandemiasta. Samaan aikaan maailma kaupungistuu ja väestö ikääntyy, joten kaupunkisuunnittelulla olisi tärkeää luoda fyysistä aktiivisuutta edistäviä asuin ympäristöjä. Ensin olisi kuitenkin tärkeä tunnistaa, mitkä ovat ikääntyvien ihmisten liikkumisen kannalta oleellisia asuin ympäristön piirteitä, sillä aikaisempi tutkimus on painottunut tutkimaan lapsien, aikuisten ja vanhusten liikkumista.

Tässä pro gradu -tutkielmassa tarkasteltiin, vaikuttaako ikääntyvien ihmisten asuin ympäristön geospaatialiset, eli kodin sijaintiin ja sen lähiympäristön ominaisuuksiin liittyvät piirteet heidän fyysisen aktiivisuutensa määrään. Vastemuuttujana oli luokiteltu itseraportoitu fyysinen aktiivisuus, joka saatiin Turun yliopiston kansanterveystieteen laitoksen *Finnish Retirement and Aging* (FIREA) -pitkittäistutkimuksesta, joka seuraa ikääntyvien julkisen sektorin työntekijöiden terveyttä ennen ja jälkeen eläköitymisen.

Ympyränmuotoiset asuin ympäristövyöhykkeet muodostettiin jokaisen osallistujan kodista 250, 500, 1000, 1500 ja 2000 metrin säteellä, jotta mittakaavan vaikutuksia voitiin arvioida. Asuin ympäristön geospaatialisia ominaisuuksia määriteltiin 12 avoimista paikkatieto- ja kaukokartoitusaineistoista. Nämä voidaan jakaa kolmeen eri teemaan: viher- ja sinialueisiin, tieverkostoon sekä maanpeitteen monimuotoisuuteen liittyviin muuttujiin. Lisäksi testattiin kotikunnan ja asuinpaikan kaupunki-maaseutumaisuuden vaikutuksia. Näiden eri ominaisuuksien vuorovaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen testattiin robustilla keskiarvotestillä, Kruskal-Wallis testillä, ja Khiin neliö -testillä.

Tutkielmassa havaittiin yllättävästi, että viheralueilla oli negatiivinen yhteys ikääntyvien fyysisen aktiivisuuden määrään. Tieverkostoon liittyvillä ominaisuuksilla oli kaikilla, ja yhdellä maanpeitteen monimuotoisuuden mittarilla joidenkin aktiivisuusryhmien osalta, positiivinen yhteys. Sinialueilla ja liikuntapaikoilla ei havaittu yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen. Tulokset vaihtelivat asuin ympäristövyöhykkeen koon mukaan. Fyysisen aktiivisuuden määrä ei vaihdellut asuinpaikan kunnan eikä kaupunki-maaseutumaisuuden mukaan.

Kaupunkisuunnittelun tulee tulevaisuudessa keskittyä hyvien tieyhteyksien ylläpitoon ja kehittämiseen, ja tämä tutkimus ei kumoa viher- ja sinialueisiin liittyviä lukuisia positiivisia terveyshyötyjä. Jatkossa olisi hyvä tutkia ympäristölle altistumista tarkemmin käyttämällä objektiivisesti mitattua fyysisen aktiivisuuden aineistoa, ja sen perusteella määrittää, millaisissa ympäristöissä ihmiset liikkuvat ja miten he todellisuudessa altistuvat erilaisille ympäristön piirteille.

Asiasanat: Asuin ympäristö, fyysinen aktiivisuus, vihreys, rakennettu ympäristö, käveltävyys, paikkatieto

UNIVERSITY OF TURKU
Faculty of Science and Engineering
Department of Geography and Geology

KOSKELA, SOFIA: Geospatial characteristics of living environment and their effects to aging workers physical activity

Master's thesis, 76 p., 14 appendices.
Geography, 40 ECTS
May 2020

The originality of this thesis has been checked in accordance with the University of Turku quality assurance system using the Turnitin Originality Check service.

In Western countries, the way of life has changed so that one can speak of a global pandemic of physical inactivity. At the same time, the world is urbanizing and the population is aging, so it would be important for urban planning to create living environments that promote physical activity. However, it would be important to first identify the features of the living environment that are relevant to the physical activity of aging people, as previous research has focused on the physical activity of children, adults and the elderly.

This master's thesis examined whether the geospatial features of the living environment of older people, i.e. those related to the location of the home and the characteristics of its immediate surroundings, affect the amount of their physical activity. The dependent variable was self-reported physical activity data, classified according to five activity classes. This data was obtained from the *Finnish University Retirement and Aging (FIREA)* longitudinal study by the Public Health Department of the University of Turku. This study monitors the health of public sector aging workers before and after retirement.

Circular living zones were drawn around each participant's home with a radius of 250, 500, 1000, 1500, and 2000 meters to assess the effects of scale. The 12 geospatial characteristics of the living environment were determined from open spatial and remote sensing datasets. These can be divided into three different themes: variables related to green and blue areas, the road network, and land cover diversity. In addition, the effects of urban-rurality and the home municipality were tested. The interactions of these different features with physical activity were tested with a robust means test, the Kruskal-Wallis test, and the Chi-square test.

Surprisingly, the study found that green areas had a negative association with the aging workers' physical activity. On the contrary, the road network related characteristics showed a positive association with physical activity. Similarly, one measure of land cover diversity showed a positive effect on some classes of physical activity. No association with physical activity was observed with the blue areas and sport and leisure facilities. The results varied according to the size of the living zone. The amount of physical activity did not vary according to the municipality of residence or urban-rurality.

Urban planning must continue to focus on maintaining and developing good road networks, and this research does not negate the numerous positive health benefits associated with green and blue areas. In the future, it would be useful to study environmental exposure in more detail using objectively measured physical activity data, and to determine in which environments people move and how they are actually exposed to different environmental features.

Keywords: Living environment, physical activity, greenness, built environment, walkability, GIS

Sisällysluettelo

1. Johdanto	5
2. Tutkimuksen teoreettinen viitekehys.....	8
2.1. Fyysinen aktiivisuus ja yhdyskuntasuunnittelu	8
2.2. Paikkatietoaineistot ja -menetelmät terveystieteellisessä tutkimuksessa	12
2.3. Kaukokartoitusaineistot elinympäristön laadun kartoittamisessa	15
2.4. Asuinympäristön ominaisuudet ja fyysinen aktiivisuus	19
2.5. Asuinympäristö maantieteellisenä ja toiminnallisena kokonaisuutena	26
2.7. Käsitteet	29
3. Materiaalit ja menetelmät	30
3.1. Tutkimuksen empiirinen asetelma.....	30
3.2. Tutkimuksen aineistot ja muuttujat.....	32
3.2.1. Fyysisen aktiivisuuden aineisto	32
3.2.2. Paikkatietoaineistot ja selittävät muuttujat	35
3.3. Muuttujien tilastollinen tarkastelu, testien valinta ja analysointi.....	42
4. Tulokset	47
4.1. Asuinympäristön vaikutukset fyysiseen aktiivisuuteen eri mittakaavatasoilla	47
4.2. Fyysinen aktiivisuus kunnittain, maakunnittain ja kaupunki-maaseutumaisilla asuinympäristöillä.....	55
5. Pohdinta	56
5.1. Tulosten merkitsevyys	56
5.2. Menetelmälliset ja aineistolliset vahvuudet sekä haasteet	59
5.3. Jatkotutkimusmahdollisuudet.....	63
6. Johtopäätökset	65
Kiitokset	66
Kirjallisuus	67
Liitteet	

1. Johdanto

Maailma kaupungistuu ja väestö ikääntyy. Elämäntapa on länsimaissa muuttunut niin, että voidaan puhua jo globaalista liikkumattomuuden pandemiasta (Beaglehole ym. 2011; Kohl ym. 2012). Fyysisen aktiivisuuden edistäminen on tärkeää, sillä sen liian vähäinen määrä lisää riskiä sairastua ei-tarttuviin tauteihin ja aiheuttaa esimerkiksi Suomessa miljardiluokan kustannuksia muun muassa terveydenhuoltoon ja elinkeinoelämään (Vasankari & Kolu 2018). Suomessa vain noin viidesosa aikuisista saavuttaa terveystieteelliset suositukset (Husu ym. 2018), joten tilanne voisi olla parempi.

Asuinalueiden ja -ympäristöjen sekä terveyden välisiä vuorovaikutussuhteita on tutkittu yhä enemmän viimeisen 20 vuoden aikana (Diez Roux 2001, Ellaway & Macintyre 2010, Fletcher-Lartey & Caprarello 2016). Tämä tutkimus sijoittuu terveystieteelliseen tutkimuskenttään, jossa ihmisten terveyttä ja ympäristön välisiä vuorovaikutussuhteita voidaan tutkia maantieteellisten teorioiden ja metodologioiden avulla (Brown, McLafferty & Moon 2010). Olennaisia kysymyksiä ovat, miten sijainnin, etäisyyden, mittakaavan ja spatio-temporaalisuuden vaihtelut vaikuttavat yksilön ja suurempien populaatioiden terveyteen ja tautien ilmenemiseen.

Terveystieteellisessä tutkimuskentässä avainasemassa ovat paikkatieto-järjestelmien ja -menetelmien hyödyntäminen, joiden avulla on tarkasteltu muun muassa teemoja sairauksien levinneisyyden kartoittamisesta terveysteknologian työkalujen kehittämiseen (Nykiforuk & Flaman 2011; Lyseen ym. 2014; Shaw & McGuire 2017). Lisäksi kaukokartoitusaineistojen hyödyntäminen on kasvanut, sillä nykyään on käytettävissä useita ilmaisia, avoimesti saatavilla olevia kaukokartoitus-aineistoja. Paikkatieto- ja kaukokartoitusaineistojen pohjalta voidaan luoda objektiivisesti mitattuja asuinympäristön ominaisuuksia kuvaavia mittareita (Nordbø ym. 2018), joita voidaan hyödyntää asuinympäristöjen ja terveyden välisten vuorovaikutuksien tutkimiseen.

Kaupunki- ja aluesuunnittelulla voidaan osaltaan luoda fyysistä aktiivisuutta edistäviä asuinympäristöjä, ja siten ehkäistä liikkumattomuudesta aiheutuvia terveydellisiä ja taloudellisia haittoja (Jalkanen ym. 2017; Vasankari & Kolu 2018). Mutta ensin täytyy

tietää, mitkä ovat näitä fyysistä aktiivisuutta edistäviä asuin ympäristön piirteitä. Fyysistä aktiivisuutta on verrattu tutkimuksissa kymmeneen erilaisiin asuin ympäristön ominaisuuksiin. Esimerkiksi luonnon ympäristön, eli vihreyden ja vesistöjen, sekä rakennetun ympäristön fyysisillä ominaisuuksilla on havaittu olevan positiivinen, fyysistä aktiivisuutta edistävä vaikutus (Brownson ym. 2009; Sallis ym. 2016; Markevych ym. 2017; Gascon ym. 2017; Fong ym. 2018).

Tutkimusten välinen vertailu on kuitenkin vaikeaa, sillä saman ympäristöominaisuusteeman muuttajat on voitu määritellä eri tavoilla, esimerkiksi asuin ympäristön vihreys tai käveltävyys. Harvoin on myöskään vertailtu samassa tutkimuksessa useita eri asuin ympäristön ominaisuuksia käyttämällä systemaattisesti samaa menetelmää, etenkin ikääntyvien ihmisten ikäluokassa. On voitu esimerkiksi testata vain vihreyden vaikutuksia fyysiseen aktiivisuuteen (esim. Dewulf ym. 2016) tai rakennetun ympäristön vaikutuksia (esim. Van Cauwenberg ym. 2018).

Lisäksi tulokset on raportoitu usein puutteellisesti käyttämällä vain yhdenlaista asuin ympäristön määritelmää, joten mittakaavan vaikutuksia tuloksiin ei ole voitu arvioida (Brownson ym. 2009). Joidenkin tutkimuksien mukaan asuin ympäristön vyöhykkeen koolla ei kuitenkaan ole väliä (Villanueva ym. 2014; Browning & Lee 2017), joten tulokset eivät ole yhteneväisiä. Jatkuvia ympäristömuuttujia on myös voitu luokitella epäsopivasti esimerkiksi kvartiileihin (Barnett ym. 2017). Tämä tutkimus tarkastelee laajasti eri teemojen ympäristömuuttujien vaikutuksia sekä arvioidaan asuin ympäristön mittakaavan vaikutuksia.

Ihmisten liikkumisaktiivisuus vaihtelee eri ikävaiheissa (Bauman ym. 2012), ja tässä tutkimuksessa keskitytään tarkastelemaan eläköitymisen kynnyksellä olevien, ikääntyvien ihmisten fyysistä aktiivisuutta. Ympäristötekijöiden suhdetta fyysiseen aktiivisuuteen on tutkittu vähemmän juuri ikääntyvillä ihmisillä, verrattuna lapsiin ja aikuisiin (Bauman ym. 2012). Asuin ympäristön ja fyysisen aktiivisuuden tutkimuksissa ikääntyvien ihmisten, noin 58-65 vuotiaiden ikäluokka, on usein sisällytetty aikuisten, 18-65 vuotiaat kattavaan ikäluokkaan (esim. Frank ym. 2005), keski-ikäisten ja ikääntyvien 40-91 vuotiaiden ikäluokkaan (esim. Jia ym. 2018) tai ikääntyvien ja vanhusten, kaikki yli 60 vuotiaat kattavaan ikäluokkaan (esim. Chaudhury ym. 2016).

Tässä tutkimuksessa käytetty vastemuuttuja-aineisto fyysisestä aktiivisuudesta on osa Turun yliopiston kansanterveystieteen laitoksen vuonna 2013 aloittamaa ”*Finnish Retirement and Aging*” (FIREA) pitkittäistutkimusta. Tutkimus on kokonaisuudessaan kuvattu Leskinen ym. (2018b) artikkelissa, mutta lyhyesti kerrottuna, siinä seurataan ikääntyviä työssäkäyviä suomalaisia ennen ja jälkeen eläköitymisen, ja mitataan erilaisia terveystuuttuja. Näistä yksi on tässä tutkimuksessa käytetty vastemuuttuja, itsenäisesti raportoitu fyysinen aktiivisuus.

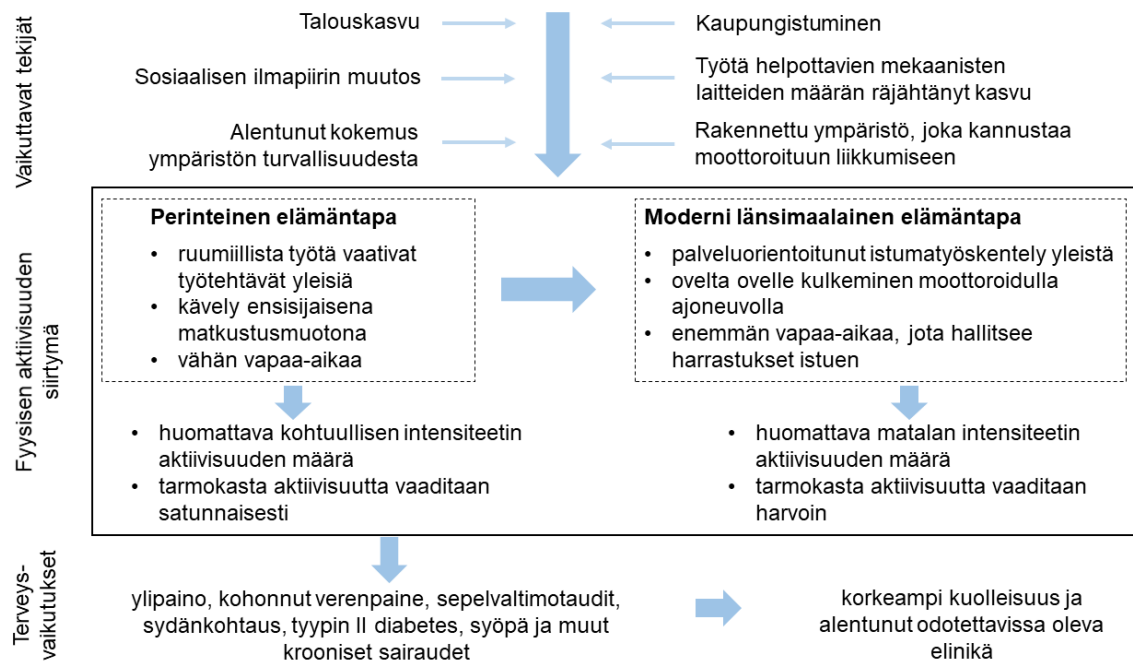
Tämän tutkimuksen tavoitteena on tutkia, vaikuttaako ikääntyvien ihmisten asuin ympäristön geospaatialiset, eli kodin sijaintiin ja sen lähiympäristön ominaisuuksiin liittyvät piirteet heidän fyysisen aktiivisuutensa määrään. Tätä tavoitetta tutkitaan seuraavien tutkimuskysymysten avulla:

- 1) Mitkä asuin ympäristön geospaatialiset ominaisuudet vaikuttavat fyysiseen aktiivisuuteen?
- 2) Millä mittakaavatasolla, eli etäisyydellä kodin sijainnista, lähiympäristön ominaisuudet liittyvät fyysiseen aktiivisuuteen selkeimmin?
- 3) Onko ikääntyvien ihmisten fyysisessä aktiivisuudessa eroja riippuen asuinpaikan kunnasta, maakunnasta tai kaupunki-maaseutumaisuudesta?

2. Tutkimuksen teorettinen viitekehys

2.1. Fyysinen aktiivisuus ja yhdyskuntasuunnittelu

Ihmisten ajanvietto voidaan jakaa viiteen eri osa-alueeseen: nukkumiseen, vapaa-aikaan, työn tekemiseen, matkustamiseen (töihin, harrastuksiin) ja kotona olemiseen (Pratt ym. 2004). Fyysinen aktiivisuus painottuu näissä enimmäkseen vapaa-aikaan sekä matkustamiseen, sekä fyysisyyttä sisältävään työhön. Fyysisen aktiivisuuden määrä on vähentynyt ihmisten elintapojen muuttuessa vuosikymmenien varrella, kun uusi teknologia on tullut osaksi päivittäistä elämää ja ihmiset ovat muuttaneet maalta kaupunkeihin. Fyysisen aktiivisuuden vähenemiseen on monia syitä, joita Katzmarzyk & Mason (2009) kuvaavat kattavasti artikkelissaan. He esittävät mallin (kuva 1), joka on tiivistetty esitys alentuneeseen fyysiseen aktiivisuuteen johtaneista syistä ja niiden seurauksista. Niin kuin mallista voidaan huomata, esimerkiksi kaupungistuminen sekä moottoroituja ajoneuvoja suosiva rakennettu ympäristö ovat tekijöiden joukossa.



Kuva 1. Fyysisen aktiivisuuden siirtymään johtaneet syyt ja seuraukset (mukaillen Katzmarzyk & Mason 2009: 277).

Globaalisti voidaan puhua jo liikkumattomuuden pandemiasta (Beaglehole ym. 2011; Kohl ym. 2012), sillä liikkumattomuus aiheuttaa ei-tarttuvia tauteja, kuten II tyypin diabetesta sekä sydän- ja verisuonisairauksia, jotka johtavat vuosittain jopa yli viiden miljoonan ihmisen kuolemaan (Lee ym. 2012). Fyysisen aktiivisuuden vähäinen määrä heijastuu suoraan yhteiskunnan kustannuksiin. Suomalaisen tutkimuksen (Vasankari & Kolu 2018) mukaan liian vähäinen fyysinen aktiivisuus aiheuttaa muun muassa kustannuksia terveydenhuollossa, tuottavuudessa, koti- ja laitoshoidossa, työttömyysturvaetuuksissa, syrjäytymisessä sekä tuloverojen menetyksiä. Yhteensä nämä kustannukset ja tuottavuuden menetykset muodostavat Suomessa jopa 3,2–7,5 miljardin euron kuluerän vuosittain. Fyysisen aktiivisuuden edistäminen ja huomioiminen ovatkin yhteiskuntien terveyden ja talouden kannalta merkittäviä asioita.

Koska kaupungistuminen on yksi maailmalla vallitsevista megatrendeistä, täytyy yhdyskuntasuunnitteluun kiinnittää erityistä huomiota fyysisen aktiivisuuden osalta. Yhdistyneiden kansakuntien selvityksessä (UN Environment... 2017) on arvioitu, että globaalisti vuosittain tulisi rakentaa jopa New Yorkin verran uutta rakennuskantaa joka kuukausi seuraavan 40 vuoden aikana. Nyt ja tulevaisuudessa olisikin ensiarvoisen tärkeää ottaa huomioon fyysinen aktiivisuus ja se, miten sitä voitaisiin edistää yhdyskuntasuunnittelun keinoin. Suomessa kaupungistumisaste on noin 85 % ja ennustettu määrä vuonna 2050 on 90 % (UNDESA 2019). Maailmanlaajuiseen (kaupungistumisaste tällä hetkellä 55 %, UNDESA 2019) kaupungistumisasteeseen verrattuna Suomen tilanne on erilainen. Kun nopeammin kaupungistuvissa maissa täytyy keskittyä uuden rakentamiseen, Suomessa on jatkossa tärkeää kehittää jo olemassa olevia kaupunkiympäristöjä ihmisten liikkumisen kannalta.

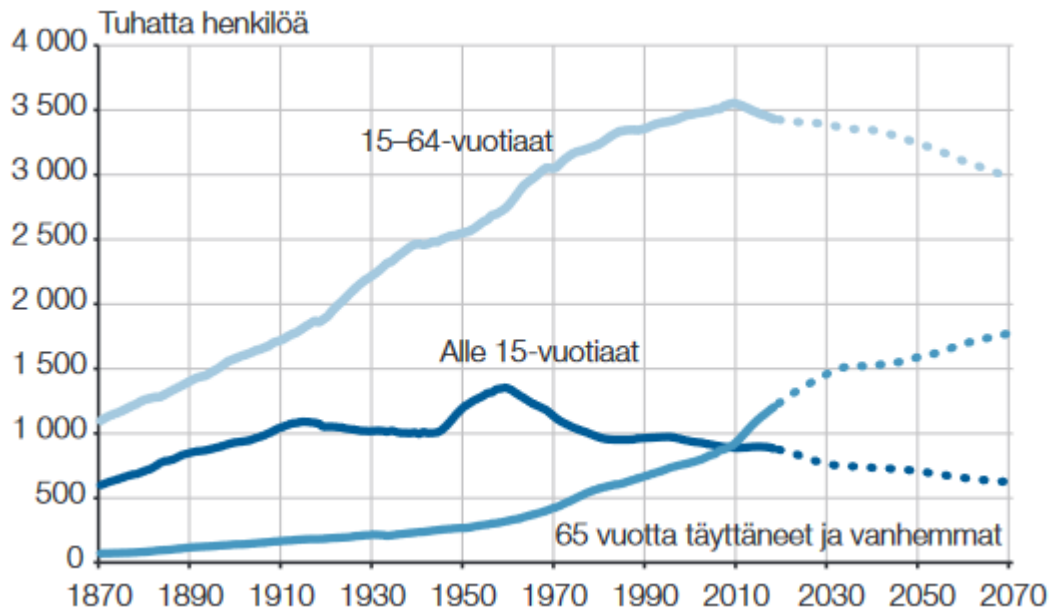
Suomessa kävelyn ja pyöräilyn huomioiminen on kaupunkisuunnittelussa etusijalla, mikä edistää samalla fyysistä aktiivisuutta. Tämä mainitaan Suomen valtakunnallisissa alueidenkäyttötavoitteissa (Valtioneuvoston päätös... 2017). Jalkanen ym. (2017) kiteyttää teoksessaan erilaisia keinoja, joilla voidaan luoda viihtyisää ja toimivaa asuinympäristöä, fyysinen aktiivisuus huomioiden. Virkistysalueet, kuten puistot, urheilukentät ja muut liikuntapaikat sekä reitit ovat hyviä liikkumisen paikkoja.

Palvelut tulisi sijoittaa lähelle toisiaan ja niiden tulisi olla helposti saavutettavissa. Lisäksi, kun huolehditaan monimuotoisesta kaupunkirakenteesta, jossa useita kaupunkikeskuksen palveluita ja työpaikkoja sijoitetaan eri rakennuksiin, se synnyttää liikettä alueella. Asuinalueiden lähipalvelut, kuten bussipysäkit, alakoulut ja päiväkodit, tulisivat myös olla saavutettavissa helposti kävelen. Asuinympäristön yleiseen viihtyvyyteen liikkumista edistävänä asiana pitää myös kiinnittää huomiota. Viihtyvyyteen liittyvät niin kauniit maisemat ja kasvillisuus, kuin turvallisuus. Erityisesti Pohjois-Euroopassa kaupunkimaiseen elämiseen kuuluu vihreyden arvostaminen, joten viheralueita on haluttu säilyttää (Kabisch ym. 2016). Etelä-Euroopassa on puolestaan vähemmän viheralueita johtuen vuosikymmenten ja -satojen aikana toteutetuista toimenpiteistä.

Suomessa tilanne on suhteellisen hyvä, mutta esimerkiksi Yhdysvalloissa on asuinalueita, joissa yllämainitut asiat ovat liikkumisen näkökulmasta puutteellisia. Esimerkiksi Atlantan keskustan ulkopuoliset alueet on suunniteltu niin, että palvelut ovat helposti saavutettavissa omalla autolla, jolloin kävelylle ja pyöräilylle ei ole sijaa (Sallis ym. 2011). Vaikka fyysinen aktiivisuus mainitaan Suomen alueidenkäyttötavoitteissa välillisesti kävelyn ja pyöräilyn kehittämisessä, vain noin viidesosa suomalaisista aikuisista saavuttaa terveysliikuntasuosituksen (Husu ym. 2018). UKK-instituutin liikuntasuositusten (Liikkumalla terveyttä – askel kerrallaan 2019, Vireyttä liikkumalla 2019) mukaan 18–64 vuotiaiden aikuisten ja yli 65-vuotiaiden tulisi harrastaa ainakin 2 tuntia 30 minuuttia reipasta tai 1 tunti ja 15 minuuttia rasittavaa liikuntaa viikoittain.

Ympäristötekijöiden suhdetta fyysiseen aktiivisuuteen ei ole tutkittu niin laajamittaisesti ikääntyvillä ihmisillä, kuin lapsilla ja aikuisilla (Bauman ym. 2012). Väestön ikääntyminen on kaupungistumisen lisäksi eräs globaali megatrendi, mikä aiheuttaa omat haasteensa, sillä fyysisen aktiivisuuden määrän on havaittu vähenevän ihmisten vanhetessa (Sallis 2000; Milanović ym. 2013; McPhee ym. 2015). Suomessa etenkin yli 65 vuotta täyttäneiden määrä tulee jatkossa lisääntymään (kuva 2). On tärkeää, että ihmisten liikkumiseen kiinnitettäisiin erityistä huomiota työelämästä eläkkeelle siirtymisen vaiheessa, sillä fyysisen aktiivisuuden on havaittu lisäävän

terveitä elinvuosia (Leskinen ym. 2018a). Tutkimukset osoittavat, että istumisen määrä kasvaa eläköitymisen jälkeen (Leskinen ym. 2018b) ja fyysisen aktiivisuuden määrä alkaa vähenemään muutaman vuoden eläkkeellä olon jälkeen (Stenholm ym. 2016).



Kuva 2. Väestö ja väestöennuste ikäryhmittäin (Suomi lukuina 2019: 4).

Jotta alueita ja kaupunkeja voitaisiin kehittää entistä paremmin aktivoimaan fyysistä liikkumista, täytyy ensin tietää, mitkä ovat ne asuin ympäristön piirteet, joilla on havaittu olevan positiivisia vaikutuksia fyysisen aktiivisuuden määrään, etenkin ikääntyvillä ihmisillä. Kun luodaan liikkumista aktivoivia elinympäristöjä ja palvelurakenteita, voidaan niillä vaikuttaa sekä vapaa-ajalla että matkustaessa tapahtuvaan liikkumiseen ja sen laatuun (Handy ym. 2002; Borodulin ym. 2018). Tutkijoiden mukaan fyysisen aktiivisuuden tukemiseen tarvitaan yhteistyötä niin liikenne-, kaupunki- ja viheraluesuunnittelun sekä maisema-arkkitehtuurin, poliittisten säädösten ja kansanterveystieteen välillä (Vasankari & Kolu 2018; Salvo ym. 2018). Terveystieteiden puolella voidaan keskittyä yksilötason ohjaukseen, kun taas aluesuunnittelutahot pitävät huolen siitä, että asuin ympäristö olisi mukava ja miellyttävä, ja että siellä olisi hyvät puitteet liikunnan harrastamiselle.

2.2. Paikkatietoaineistot ja -menetelmät terveysmaantieteellisessä tutkimuksessa

Terveysmaantiede on suhteellisen uusi maantieteellinen alatieteenala. Sen voidaan katsoa kehittyneen lääketieteellisestä maantieteestä, joka vallitsi 1960-luvulle asti, jolloin tutkimus keskittyi enimmäkseen sairauksien kartoittamiseen eli siihen, miksi sairauksia ilmenee tietyssä ajassa ja paikassa (Mayer 2010). Huomattavin muutos tapahtui kuitenkin vasta 1990-luvulla, mitä Kearns & Moon (2002) käsittelevät artikkelissaan. Vähitellen on tultu siis kohti monipuolisempaa tutkimuskenttää, joka tutkii kansanterveyteen, terveyden eriarvoisuuden sekä ympäristöön liittyviä kysymyksiä maantieteellisten teorioiden ja menetelmien avulla (Brown, McLafferty & Moon 2010).

Paikkatiedon käytöstä on tullut yksi laajimmin hyödynnetyistä menetelmistä ympäristöepidemiologiaan liittyvässä tutkimuksessa (Nordbø ym. 2018), jota myös terveysmaantiede sivuaa. Paikkatietojärjestelmien hyödyntämistä voidaankin pitää koko terveysmaantieteen perustana. Paikkatiedolla tarkoitetaan tietoa reaali maailman asiasta tai ilmiöstä, jonka sijainti Maan suhteen tunnetaan, ja paikkatietojärjestelmillä (engl. *geographic information system = GIS*) voidaan puolestaan tallentaa, hallita, analysoida ja esittää paikkatietoa (Geoinformatiikan sanasto 2018).

Terveysmaantieteessä paikkatietoaineistoja ja -menetelmiä on käytetty esimerkiksi sairauksien levinneisyyden kartoittamiseen, analysoimiseen ja ennustamiseen, riskien analysointiin, terveysteknologian työkalujen kehittämiseen (Nykiforuk & Flaman 2011; Lyseen ym. 2014; Shaw & McGuire 2017). Paikkatietomenetelmillä voidaan myös profiloida yhteisöjen terveyttä ja tutkia asuinalueiden ja terveyden välisiä vuorovaikutussuhteita (Nykiforuk & Flaman 2011). Kiinnostus tutkia asuinalueiden ja terveyden välisiä vuorovaikutussuhteita onkin kasvanut merkittävästi viimeisen 20 vuoden aikana (Diez Roux 2001, Ellaway & Macintyre 2010, Fletcher-Lartey & Caprarelli 2016). Paikkatiedon avulla voidaan luoda erilaisia fyysisen ympäristön ominaisuuksien indikaattoreita, kuten naapuruston vihreyttä ja

rakennettua ympäristöä kuvastavia mittareita, joita voidaan linkittää yksilön tai yhteisöjen terveysaineistoihin. Tätä tematiikkaa käsitellään tarkemmin luvussa 2.4.

Terveysmaantieteellisessä tutkimuksessa sovelletaan maantieteelle ominaisia käsitteitä. *Sijaintia* voidaan esittää pisteenä maan pinnalla, ja näitä pisteitä voivat olla esimerkiksi sairaalat tai ihmisten kodit (Gesler 1992). Terveyttä voidaan tutkia erilaisissa *paikoissa* tai *alueilla*, joihin liittyy *mittakaavan* käsite. Paikka voi olla pieni, esimerkiksi ergonominen työpiste, joka parantaa työntekijän terveyttä vähentämällä selkäkipuja (Frumkin ym. 2011). Paikka voi toisaalta olla hyvin suuri, esimerkiksi planeettamme Maa, jonka ekosysteemipalvelut mahdollistavat muun muassa terveellisen ruoan tuottamisen. Alueellisilla yksiköillä mittakaava voi vaihdella yksilötason lähiympäristöstä naapurustoon, kaupunkiin tai valtiotasolle asti (Gartrell 2002). Mittakaavan vaikutuksista tutkimustuloksiin kerrotaan vielä tarkemmin luvussa 2.5. Erilaisten paikkojen ja alueiden välisiä terveystietoja voidaan myös vertailla keskenään.

Etäisyyden avulla voidaan tarkastella, kuinka kaukana henkilön asuinpaikasta tai naapurustosta on esimerkiksi lähin terveyskeskus, puisto tai saastuttava tehdas (Gartrell 1992). Lisäksi voidaan tutkia, miten kauas taudit leviävät. Laajempia kokonaisuuksia, *maisemia*, voidaan puolestaan tarkastella terveysmaantieteessä terapeuttien maisemien myötä (Gesler 1992). *Aika* voi olla myös yksi tarkasteltavista ominaisuuksista, sillä terveyteen vaikuttavat tekijät voivat vaihdella vuorokauden ja vuodenaikojen mukaan (Gartrell 2002). Kun ajallinen aspekti yhdistetään sijaintiin, voidaan puhua ilmiön *spatio-temporaalisuudesta*. Esimerkiksi pitkittäistutkimuksissa voidaan seurata yksilön altistumista asuinympäristön hyvälle ja huonoille ominaisuuksille hänen muuttohistoriansa perusteella (esim. Burton ym. 2009).

Paikkatiedon ja -menetelmien hyödyntämiseen liittyy lukuisa määrä erilaisia huomioitavia asioita, mikä vaatii erityisosaamista. Jotta mitään paikkatietoaineistoja voidaan hyödyntää, aineistojen määrän ja laadun on oltava hyvänlaatuista tutkittavalla alueella (Shaw & McGuire 2017). Avainasemassa ovat aineiston käytettävyyden kannalta aineistojen tarkkuus, oikeellisuus, kattavuus sekä sopivuus tutkittavaan ilmiöön (Heywood ym. 2011, Lyseen ym. 2014). Terveysmaantieteessä hyödynnettyjä

aineistoja käydään läpi perusteellisemmin luvussa 2.4. Lisäksi merkittävien tulosten saamiseksi olisi tärkeää, että voidaan tehdä syvällisempiä analyysyjä pelkkien karttaesitysten sijasta (Green 2012).

Terveysmaantieteellisissä tutkimuksissa eettiset näkökulmat on myös otettava huomioon, etenkin silloin, kun käsitellään henkilökohtaisia tietoja, tai kohdennetaan tarkkoja sijaintiin perustuvia analyysyjä asuinalueiden hyvydestä siellä asuvien asukkaiden ominaisuuksien ja toiminnan perusteella. Paikkatietomenetelmiä hyödyntävissä tutkimuksissa tässä on oltava erityisen tarkkana, koska henkilökohtaiset tiedot on linkitetty sijaintitietoon. Tutkijoilla, jotka pääsevät käsiksi tällaisiin yksilötason aineistoihin, on suuri vastuu aineistojen asianmukaisesta käsittelystä.

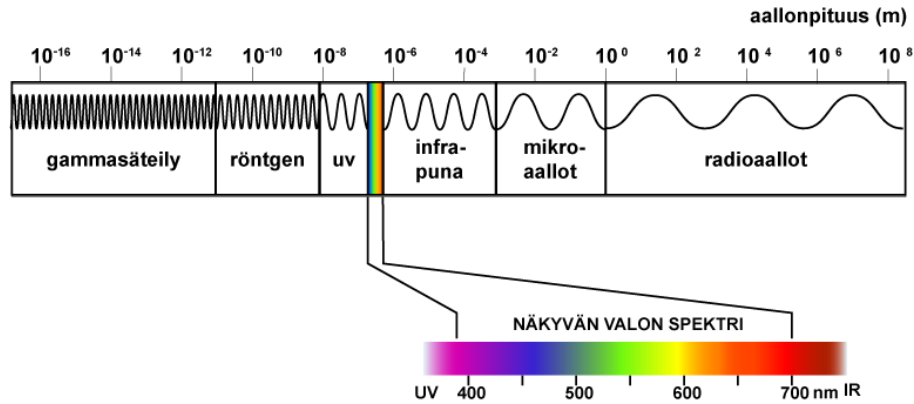
Perinteisesti tutkimushenkilöiden anonymiteetti voidaan varmistaa osoittamalla jokaiselle henkilölle sattumanvarainen ID-numero, mutta kun tietoihin yhdistetään spatiaalinen ulottuvuus, anonymiksi muutetut tiedot voidaan saada selville kartasta (Steinberg & Steinberg 2015). Ongelmaksi tämä muodostuu siinä vaiheessa, jos aineistoa tai tutkimustuloksia on tarkoitus julkaista tutkimusryhmän ulkopuolella. Tutkimuseettisten kysymysten takia ei saisi koskaan julkaista tietoa yksilöistä, vaan aineisto pitää esittää laajempina yksikköinä, joista yksilöitä ei voi tunnistaa. (Armstrong ym. 1999).

2.3. Kaukokartoitusaineistot elinympäristön laadun kartoittamisessa

Paikkatietomenetelmien ja -aineistojen lisäksi terveystieteessä on hyödynnetty myös kaukokartoitusmenetelmiä ja -aineistoja. Kaukokartoitus voidaan määritellä eri tavoin, mutta peruseriaate on sama: tutkittavasta kohteesta saadaan tietoa laitteella ilman, että ollaan fyysisessä kontaktissa kyseiseen kohteeseen (Campbell & Wynne 2011). Terveystieteellisessä tutkimuksessa voidaan soveltaa *ympäristön kaukokartoitusta*, jossa tietoa maan ja veden pinnoista saadaan ylhäältä alaspäin otetuista kuvista, jotka mittaavat Maasta heijastunutta tai säteilyä sähkömagneettista säteilyä (Campbell & Wynne 2011).

Kun tutkitaan asuin ympäristöjen vaikutuksia fyysiseen aktiivisuuteen, satelliittikuvia on usein käytetty asuin ympäristön vihreyden määrittämiseen (Markevych ym. 2017; Fong ym. 2018). Kaukokartoitusaineistoja on myös käytetty muissa ympäristön ja terveyden välisten vuorovaikutusten tutkimuksissa, esimerkiksi satelliittikuvien avulla on voitu vihreyden lisäksi määritellä läpäisemättömiä pintoja sekä mitata kaupunkien yöllistä valosaastetta, ja tutkia niiden vaikutuksia sydän- ja verisuonitauteihin (Lane ym. 2018). Satelliitti- ja ilmakuvien avulla on myös mahdollista tarkastella maankäytön muutoksia, joita on verrattu esimerkiksi ihmisten elintapojen muuttumiseen (Giraldo, Chaudhari & Schulz 2012).

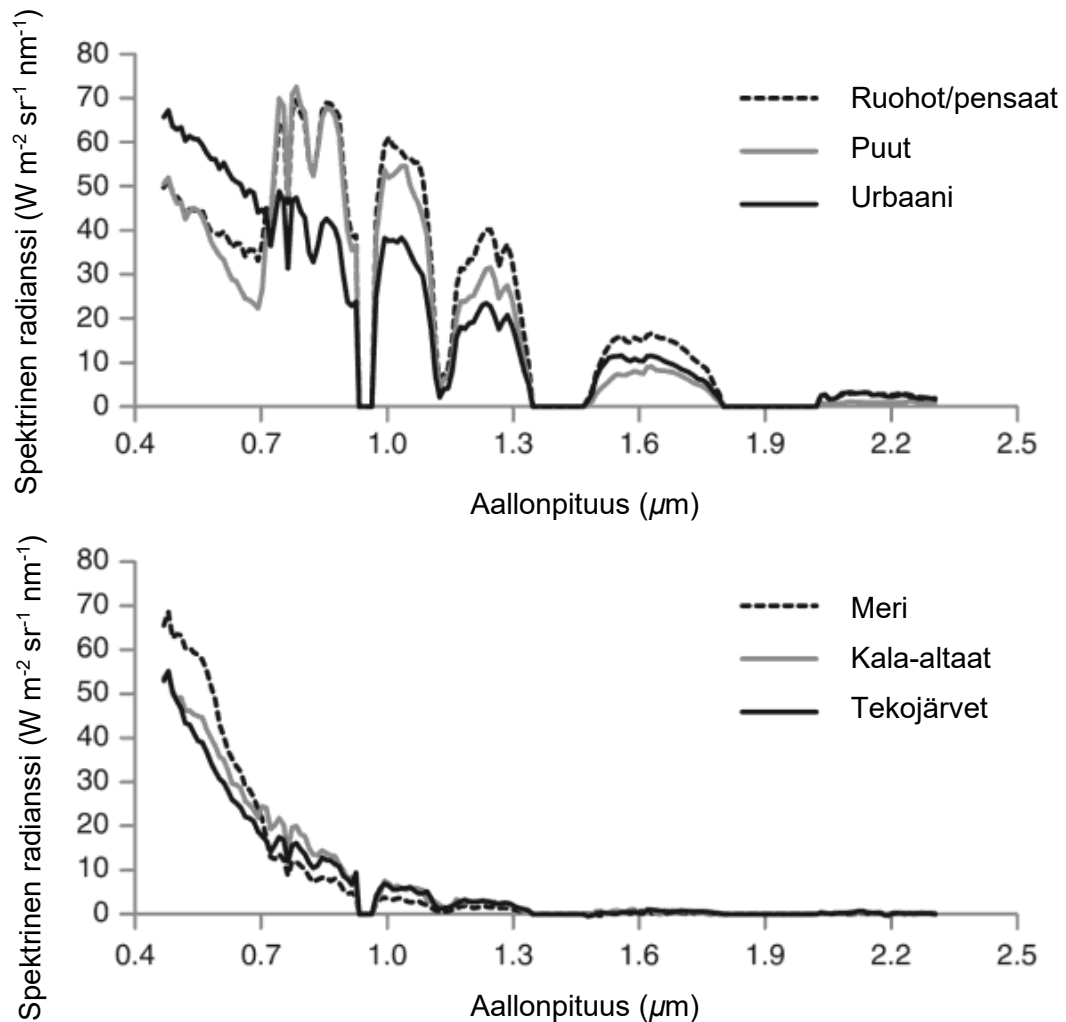
Kaukokartoituksen toiminta perustuu siihen, että satelliitissa, lentokoneessa tai muussa alustassa kiinni oleva sensori mittaa sähkömagneettista säteilyä sen spektriltä (kuva 3). Kaukokartoitus voi olla aktiivista, jossa sensori itse toimii säteilylähteenä, tai passiivista, jossa sensori mittaa luonnollista Maasta heijastunutta tai säteilyä, Auringosta lähtöisin olevaa sähkömagneettista säteilyä (Lavender & Lavender 2015). Sensori voi mitata eri aaltoalueita, joita kutsutaan kanaviksi. Niiden määrä sensorissa viittaa spektraaliseen resoluutioon, joka vaikuttaa satelliittikuvaan. Esimerkiksi yksikanavaisella sensorilla saadaan yksivärisiä kuvia, ja monikanavaisella sensorilla on mahdollista saada värillisiä satelliittikuvia, joita voidaan hyödyntää elinympäristön laadun kartoittamisessa.



Kuva 3. Sähkömagneettisen säteilyn spektri (Lähde: Härmä 2020).

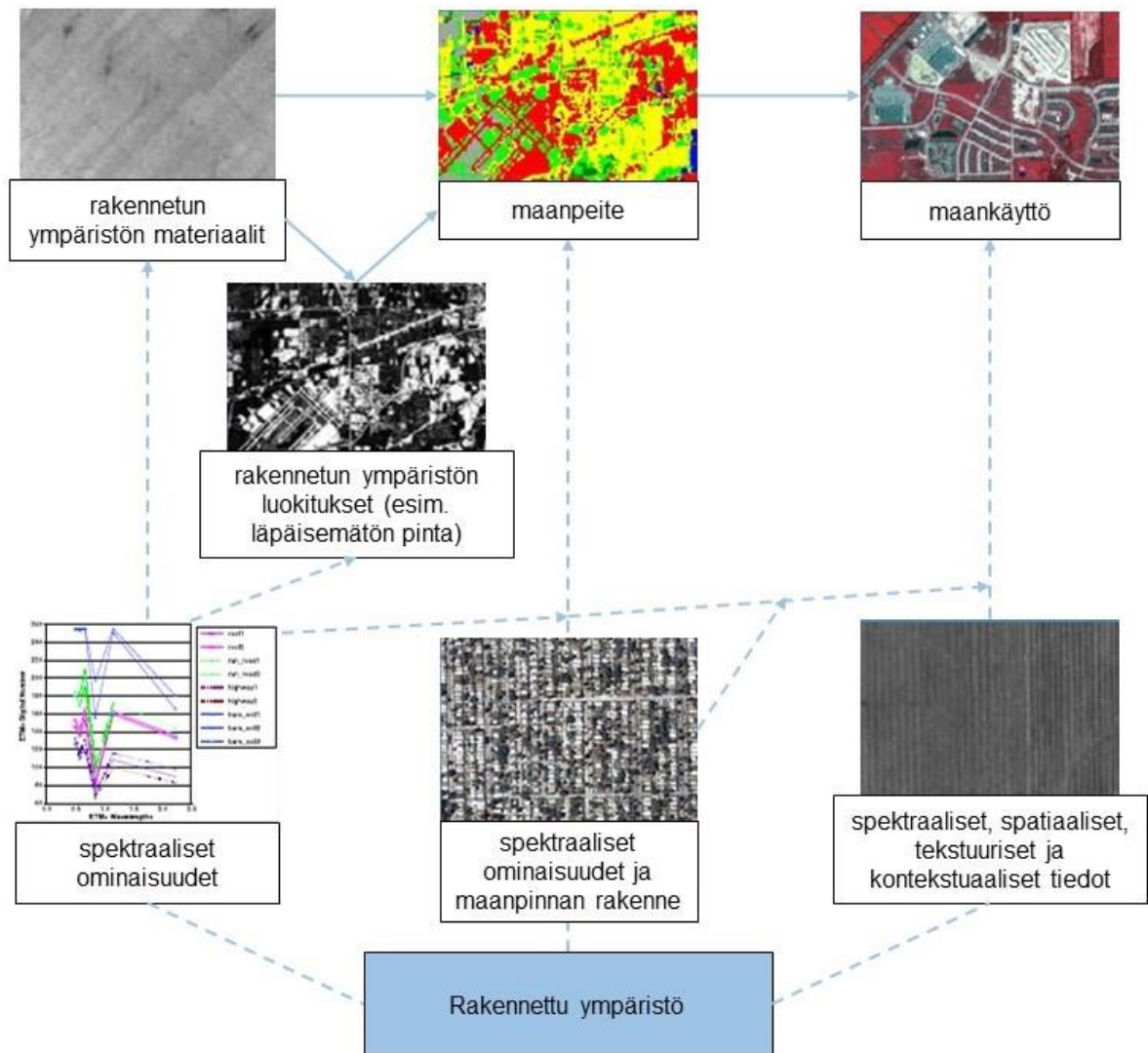
Erilaiset pinnat heijastavat ja säteilevät Auringon valoa eri tavoin, joten satelliittikuvista voidaan tunnistaa ja luokitella erilaisia maanpeitteitä, kun tarkastellaan niille ominaisia spektraalisia tunnuspiirteitä (kuva 4). Esimerkiksi vihreyden määrittelyssä käytetään kasvillisuusindeksejä, jotka pohjautuvat näihin tunnuspiirteisiin, kun tiedetään, miten kasvillisuus reagoi eri aallonpituuksiin (Jones & Vaughan 2010). Samaan ideaan perustuvat myös rakennetun ja vettä läpäisemättömän ympäristön mittaamiseen kehitetyt menetelmät (Weng 2012; Sun ym. 2017). Satelliittikuvien käyttö vaatii myös kuvankäsittelyä (tarkemmin esim. Lillesand, Kiefer & Chipman 2015), ja näiden tunnuspiirteiden avulla voidaan poistaa kuvista esimerkiksi pilviä ja varjoja.

Spektraaliset tunnuspiirteet ovat kuitenkin vain yksi osa satelliittikuvien tulkintaa. Visuaalisessa kuvien tulkinnassa voidaan hyödyntää spatiaalisia, kontekstuaalisia sekä tekstuurisia piirteitä, joiden avulla voidaan tunnistaa erilaisia maankäyttömuotoja (kuva 5). Kuvien tulkintaa helpottaa hyvä spatiaalinen resoluutio eli satelliittikuvan pikselikoko. Tarjolla on erilaisia satelliittikuvatuotteita, jotka vaihtelevat matalan resoluution tuotteista, keskitason ja korkean resoluution tuotteisiin (Jones & Vaughan 2010). Terveysmaantieteellisessä tutkimuksessa on useimmiten käytetty 30 metrin spatiaalisen resoluution Landsat-satelliitin ja 250 metrin resoluution MODIS-sensorin kuvia (Fong ym. 2018). Nykyään on myös saatavilla Sentinel-2 satelliittiparin tuotteita, joissa spatiaalinen resoluutio on hieman tarkempi: 20 metriä näkyvän valon ja infrapunaa aaltoalueilla (Drusch ym. 2012).



Kuva 4. Erilaisten maanpeitteiden spektraalisia tunnuspiirteitä (mukaiillen Lillesand, Kiefer & Chipman 2015: 277).

Temporaalinen resoluutio kuvaa aikaa, jolla satelliitti kuvaa saman kohdan (Lavender & Lavender 2015). Tämä vaihtelee satelliitin mukaan, muutamasta päivästä muutama viikkoon. Esimerkiksi Landsat satelliitilla tämä on 16 päivää (Irons ym. 2012), Sentinel-2 satelliiteilla viisi päivää (Drusch ym. 2012) ja MODIS-kuvia saadaan samasta kohdasta parin päivän välein (Barnes ym. 1998). Terveysmaantieteellisessä tutkimuksessa on oleellista käyttää tutkimusajan kuvia. Tämä voi olla välillä haastavaa, jos temporaalinen resoluutio on suuri, ja kuvaushetkelle osuu pilvinen päivä. Esimerkiksi vihreyttä kuvaavia kasvillisuusindeksejä muodostaessa voidaan välillä joutua käyttämään useamman vuoden keskiarvoja (Markevych ym. 2017).



Kuva 5. Kaavio rakennetun ympäristön ominaisuuksien suhteista toisiinsa (mukaillen Weng 2012).

Yksi isoimmista kaukokartoituksen hyödyistä on se, että voidaan tutkia laajoja maantieteellisiä alueita. Samalla säästetään kenttätöihin kuluva aikaa ja kaukokartoituskuviin käyttäminen on turvallista. Esimerkiksi Charreire ym. (2014) on tutkinut Google Earthin ja Street View:n avulla rakennetun ympäristön piirteitä, joita on verrattu fyysiseen aktiivisuuteen ja ruokailutottumuksiin. Satelliittikuvien saatavuus on ajansaatossa parantunut, ja edellä mainitut palvelut ovat ilmaisia, joten kuka tahansa voi käyttää aineistoja. Satelliittikuvia voi nykyisin tarkastella ja analysoida myös ilmaisella Google Earth Enginen pilvipalvelulla (Gorelick ym. 2017).

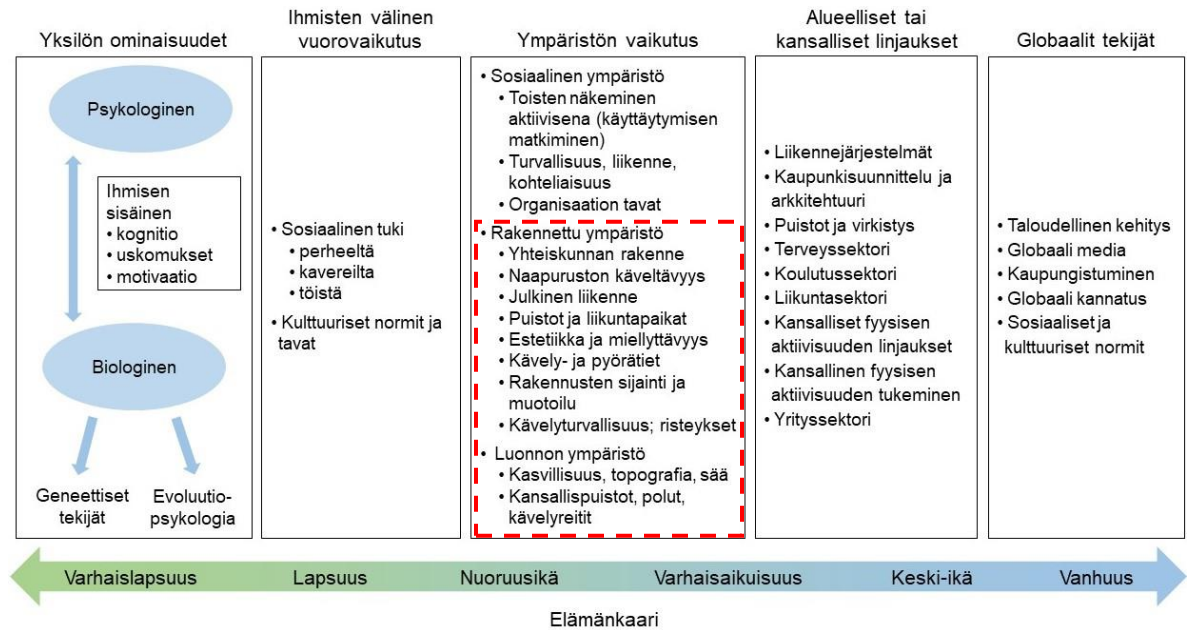
2.4. Asuinympäristön ominaisuudet ja fyysinen aktiivisuus

Ihminen altistuu jokapäiväisessä elämässään eri tavalla ympäristölle: kemiallisesti esim. ilman pienhiukkasille ja saasteille, fyysisesti esim. sääolosuhteille ja liikenneonnettomuuksille, henkisesti esim. väkivallan pelolle ja äänekkäille väkijoukoille ja taudinaiheuttajille esim. ihmisten ja eläinten välittämille tartuntataudeille tai rakennusten huonosta laadusta johtuville taudeille (Lyseen ym. 2014). Toblerin (1970) kehittämän maantieteen ensimmäisen lain mukaan kaikki asiat liittyvät toisiinsa, mutta lähellä olevat asiat ovat enemmän samankaltaisia kuin kaukana toisistaan olevat asiat. Terveysmaantieteessä lakia voidaan soveltaa siten, että ihmiset, jotka asuvat lähellä toisiaan, altistuvat samankaltaiselle ympäristölle. Tämä voi tarkoittaa altistumista toisaalta ympäristön saasteille ja taudinaiheuttajille, toisaalta samalla asuinalueella olevilla ihmisillä on samankaltaiset mahdollisuudet hyödyntää alueen ominaisuuksia, kuten virkistysalueita ja tieverkostoa.

Fyysisen aktiivisuuden ja ympäristön välisiä vuorovaikutussuhteita on tutkittu vasta 1990-luvun puolivälistä lähtien, mihin eri tieteenalat ovat tuoneet omat vahvuutensa (Sallis 2009). Kansanterveys- ja käyttäytymistiede ovat tuoneet vahvan kvantitatiivisen lähestymistavan mittareiden kehittämiseen ja arviointiin, kaupunki- ja liikennesuunnittelu ovat kehittäneet ympäristön mittareita ja vapaa-aikatutkimus on tuonut ymmärryksen viihtyisistä fyysistä aktiivisuutta edistävästä ympäristöistä ja estetiikasta. Ihmisen fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavat monet eri tekijät aina yksilötason ominaisuuksista globaalin tason tekijöihin, jotka ovat keskenään vuorovaikutuksissa toisiinsa (kuva 6). Lisäksi liikkumisen määrä vaihtelee eri ikävaiheiden mukaan.

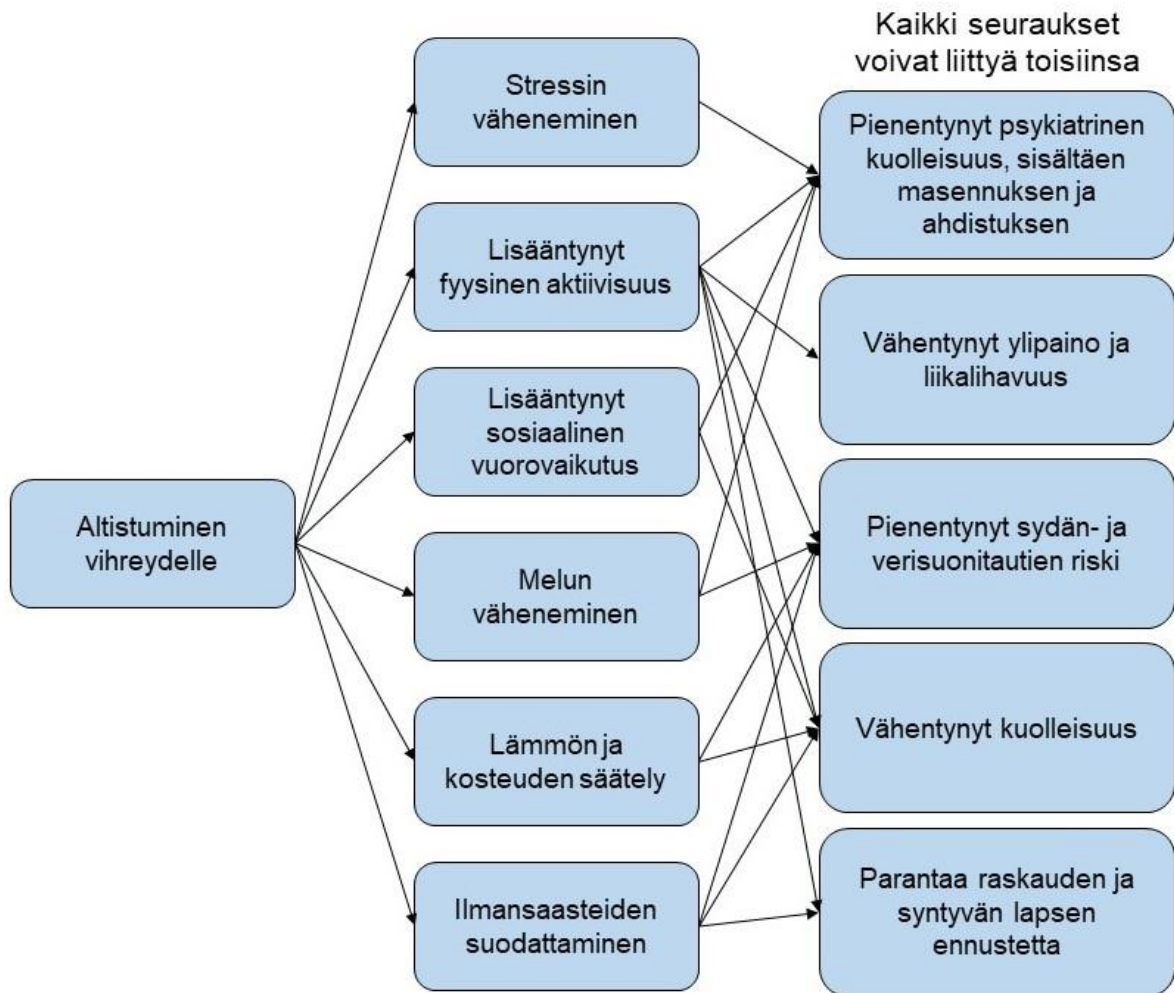
Tämän tutkimuksen kannalta oleellimmat ovat sekä luonnon- että rakennetun asuinympäristön fyysiset piirteet. Fyysistä aktiivisuutta on tutkittu vertaamalla sitä kymmeneen erilaisiin asuinympäristön muuttujiin. Näitä ovat muun muassa naapuruston vihreyden ja vesialueisiin, rakennettuun ympäristöön, maanpeitteen monimuotoisuuteen ja käveltävyyteen liittyvät asuinympäristön ominaisuudet

(Brownson ym. 2009; Jakubowski & Frumkin 2010; Chaudhury ym. 2016; Gascon ym. 2017; Fong ym. 2018).



Kuva 6. Sovellettu ekologinen malli fyysistä aktiivisuutta määrittävistä tekijöistä (mukaillen Bauman ym. 2012: 259).

Vihreydellä on havaittu olevan useita reittejä vaikuttaa ihmisten terveyteen (kuva 7). Vihreydelle altistuminen vähentää muun muassa altistumista kuumuudelle, äänelle ja ilmansaasteille, helpottaa stressiä sekä mahdollistaa terveellisten aktiviteettien, kuten urheilun ja sosialisoitumisen harrastamista (James ym. 2015; Markevych ym. 2017). Fyysisen aktiivisuuden suhdetta vihreyteen on tutkittu lukuisissa eri tutkimuksissa, ja tulokset ovat olleet vaihtelevia. Pääosin vihreydellä on havaittu olevan positiivinen yhteys fyysiseen aktiivisuuteen (James ym. 2015; Markevych ym. 2017; Fong ym. 2018). Kuitenkin esimerkiksi Ord ym. (2013) mukaan vihreyden määrällä ei havaittu olevan yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen ja esimerkiksi Picavet ym. (2016) mukaan suuremmalla asuin ympäristön vihreyden määrällä on ollut jopa negatiivinen yhteys fyysiseen aktiivisuuteen.



Kuva 7. Vihreyden hypoteettiset linkit ihmisen terveyteen (mukaillen James ym. 2015: 132).

Tutkimusten vertaileminen keskenään ei kuitenkaan ole yksiselitteistä johtuen useista eri tekijöistä. Asuinympäristön vihreyttä on voitu mitata eri tavoilla, joko määrittelemällä se satelliittikuvista, tai käyttämällä luokiteltuja maanpeiteaineistoja. Kasvillisuuden määrittelyyn kaukokartoitusmenetelmin on olemassa kymmeniä vaihtoehtoja (Xue & Su 2017), mutta *Normalized Vegetation Difference Index* (NDVI, Rouse ym. 1973) on yksi suosituimmista kasvillisuusindekseistä, jota on käytetty laajasti ihmisten terveyteen liittyvissä tutkimuksissa (esim. Villeneuve ym. 2012; James ym. 2015; Brown ym. 2016; Dadvand ym. 2016; Fong ym. 2018). NDVI:n on myös todettu soveltuvan hyvin asuinalueiden vihreyden määrittämiseen ja sitä on helppo käyttää (Rhew ym. 2011). Vaikka NDVI yksi vihreyden mittari, senkin arvot riippuvat lähtöaineistoista ja niiden käsittelystä, jotka puolestaan voivat vaikuttaa

tutkimustuloksiin ja siten eri tutkimusten väliseen vertailuun. On esimerkiksi voitu käyttää eri spatiaalisen resoluution kuvia, ja indeksi on voitu laskea joko yhdestä satelliittikuvasta, tai keskiarvona useista kuvista (Markevych ym. 2017; Fong ym. 2018).

Luokiteltuja maanpeiteaineistojakin on useita, mikä vaikeuttaa eri maissa tehtyjen tutkimusten välistä vertailua. Euroopassa on esimerkiksi käytössä CORINE (*Co-ordination of Information on the Environment*) ohjelma, jonka Euroopan komissio käynnisti vuonna 1985. Sen tarkoituksena oli luoda yhdenmukainen järjestelmä keräämään tietoa Euroopan maankäyttömuodoista (Büttner 2014). Tällä hetkellä CORINE maanpeiteaineistoja on julkaistu viideltä eri ajanhetkeltä vuosilta 1990, 2000, 2006, 2012 ja uusin 2018. Sen spatiaalinen resoluutio on neljässä ensimmäisessä aineistossa 25 x 25 metriä ja uusimmassa se on 20 x 20 metriä. CORINE maanpeiteaineistoa on käytetty esimerkiksi vihreyden prosentuaalisen osuuden määrittelyyn ihmisen asuinympäristössä (esim. Pietilä ym. 2015; Dewulf ym. 2016). Muissa maissa on myös omia kansallisia maanpeiteaineistoja, joita on käytetty vihreyden määrittelyyn, kuten 30 metrin spatiaalisen resoluution maanpeiteaineistoa Yhdysvalloissa (Reid ym. 2018) ja 25 metrin resoluution aineistoa Isossa-Britanniassa (Dalton ym. 2016).

Myös asuinympäristön vesialueiden eli jokien, järvien ja rannikoiden merkitystä fyysiseen aktiivisuuteen on tarkasteltu, mutta ei niin laajasti, kuin asuinympäristön vihreyden vaikutusta. Vesialueilla on havaittu olevan samankaltaisia terveysvaikutuksia ihmisten terveyteen, kuin vihrealueilla. Vesialueiden läsnäolo vähentää muun muassa stressiä, edistää fyysisistä aktiivisuutta ja tasoittaa kuumia lämpötiloja (Grellier ym. 2017). Vesialueet ovat tärkeitä ikääntyville ihmisille, sillä vesialueilla havaittiin olevan fyysisistä aktiivisuutta edistävä vaikutus, etenkin niillä, joilla oli vaikeuksia kävelyssä (Keskinen ym. 2018). Gascon ym. (2017) puolestaan vertaili kirjallisuuskatsauksessaan useita vesialueisiin liittyviä kvantitatiivisia tutkimuksia. Katsaus osoitti, että 13 tutkimuksella oli havaittu positiivisia vaikutuksia ihmisten fyysiseen aktiivisuuteen. Gascon ym. (2017) kuitenkin huomautti, että eri tutkimusten vertailu oli vaikeaa, koska tutkimuksia oli tehty kuitenkin suhteellisen

vähän ja niissä oli käytetty keskenään erilaisia menetelmiä ja vesialueita kuvaavia muuttujia.

Luonnonympäristön piirteiden lisäksi on tutkittu paljon rakennetun ympäristön vaikutuksia fyysiseen aktiivisuuteen. Brownsonin ym. (2009) kirjallisuuskatsauksen mukaan useimmin käytettyjä rakennetun ympäristön ominaisuuksia olivat erilaiset maankäytön monimuotoisuutta mittaavat indeksit, liikuntapaikkoihin pääsy sekä tiestön rakennetta kuvaavat mittarit. Näiden lisäksi on verrattu asukastiheyttä sekä erilaisia komposiitti-indeksejä, kuten käveltävyyksindeksiä, joka koostuu useasta eri muuttujista. Tulokset ovat myös kansainvälisesti yhtenäisiä. Esimerkiksi Sallis ym. (2016) on tutkinut rakennetun asuin ympäristön piirteitä 14 kaupungissa kymmenessä eri maassa. Tutkimuksen mukaan positiivinen ja lineaarinen yhteys fyysiseen aktiivisuuteen havaittiin asuntojen, risteysten tiheydellä ja joukkoliikenteen tiheydellä sekä puistojen määrällä.

Tiestön rakennetta on mitattu teiden yhdistyneisyydellä eli asuinalueiden risteysten määrällä, jolla on havaittu selkeä positiivinen yhteys fyysisen aktiivisuuden edistäjänä (McCormack & Shiell 2011; Witten ym. 2012; Sallis ym. 2016). Myös liikuntapaikkojen vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen on tutkittu. Sallis ym. (2009) mukaan pääsy matalan kustannuksen liikuntapaikkoihin lisäsi fyysistä aktiivisuutta, kun liikuntapaikka oli maksimissaan 10-15 minuutin kävelymatkan päässä asuinpaikasta. Toisessa tutkimuksessa, Halonen ym. (2015) tutkivat pitkittäistutkimuksessa liikuntapaikkojen määrää 500 metrin etäisyydellä kodista. Havaittiin, että etäisyyden kasvaessa liikuntapaikkojen määrä väheni, samoin kuin fyysisen aktiivisuuden määrä. Toisaalta liikuntapaikkojen parempi saatavuus ei tutkimuksen mukaan lisännyt liikkumista.

Maanpeitteen monimuotoisuuden hyötyjä on tutkittu eri tieteenaloilla, muun muassa liikenteen, kansanterveystieteen ja talouden näkökulmasta (Song, Merlin & Rodriguez 2013). Liikennesuunnittelun kannalta monien toimintojen, kuten kauppojen, työpaikkojen ja muiden asiointikohteiden, läheisyys vähentää moottoroitujen ajoneuvojen käyttöä ja lyhentää kävelymatkoja. Terveystieteiden kannalta monimuotoisuus lisää aktiivista liikkumista eli kävelyä ja pyöräilyä, etenkin, kun erilaisia

maankäyttömuotoja on lähellä asutusta. Taloudellisesta näkökulmasta puolestaan monimuotoisuus nostaa alueen arvoa. Maanpeitteen monimuotoisuutta on käytetty myös kuvastamaan maiseman esteettisyyttä (Frank ym. 2013). Ihmisiä motivoi liikkumaan esteettiset tekijät, kuten luonnonelementit (esim. kasvillisuus, rannat), vehreys ja kiinnostavien määränpäiden läsnäolo (Salvo ym. 2018). Edellä mainittujen tekijöiden on havaittu lisäävän ulkona vietettyä aikaa, lisäksi ne tarjoavat palauttavia kokemuksia, kun ihmiset kävelevät tai harrastavat muuta ulkoiluaktiviteettiä.

Maanpeitteen monimuotoisuutta voidaan mitata eri tavoilla, mikä vaikuttaa tutkimusten tuloksiin. Tarkasteltavien maankäyttömuotojen lukumäärästä riippuu, mikä on soveltuva maankäytön monimuotoisuutta kuvastava indikaattori. Jos tarkastellaan yhtä maankäytön muotoa, voidaan käyttää prosenttiosuutta mittaavaa indeksiä tai läsnäoloa (engl. *presence/absence*) mittaavaa indikaattoria. Jos tarkastellaan useampaa maankäyttöä, Song, Merlin & Rodriguez (2013) suosittelee entropiaindeksin käyttöä, koska sitä on selkeä käyttää ja sen arvot vaihtelevat intuitiivisesti arvovälillä nolasta yhteen. Entropiaindeksi tunnetaan myös toiselta nimeltään Shannonin tasaisuusindeksinä (SHEI), joka määritellään tarkemmin tämän tutkielman menetelmäosiossa.

Maanpeitteen monimuotoisuudella on havaittu vaihtelevia yhteyksiä fyysiseen aktiivisuuteen. Keskinen ym. (2018) tutkimuksessa käytettiin 13-luokkaista Shannonin tasaisuusindeksiä, sekä maankäyttömuotojen lukumäärää, ja testattiin näiden vaikutuksia 75-90 vuotiaiden fyysiseen aktiivisuuteen. Tulokset olivat ristiriitaisia: maanpeitteen monimuotoisuudella ja maankäyttömuotojen lukumäärällä havaittiin ulkona liikkumiseen kannustava vaikutus niiden joukossa, joilla ei ollut hankaluuksia kävellä. Kun taas niillä, joilla oli kävelyrajoitteita, monimuotoisuus ei edistänyt fyysisen aktiivisuuden määrää. Sallis ym. (2016) tutkimuksessa maanpeitteen monimuotoisuudella ei puolestaan havaittu yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen.

Maanpeitteen monimuotoisuus on myös usein sisällytetty käveltävyyssiindeksiin, jonka määrittely vaihtelee tutkimuksien kesken. Käveltävyyssiindeksi muodostuu maanpeitteen monimuotoisuuden lisäksi vähintään kahdesta muusta rakennettua ympäristöä kuvastavista ominaisuudesta: risteysten tiheydestä ja asukas- tai

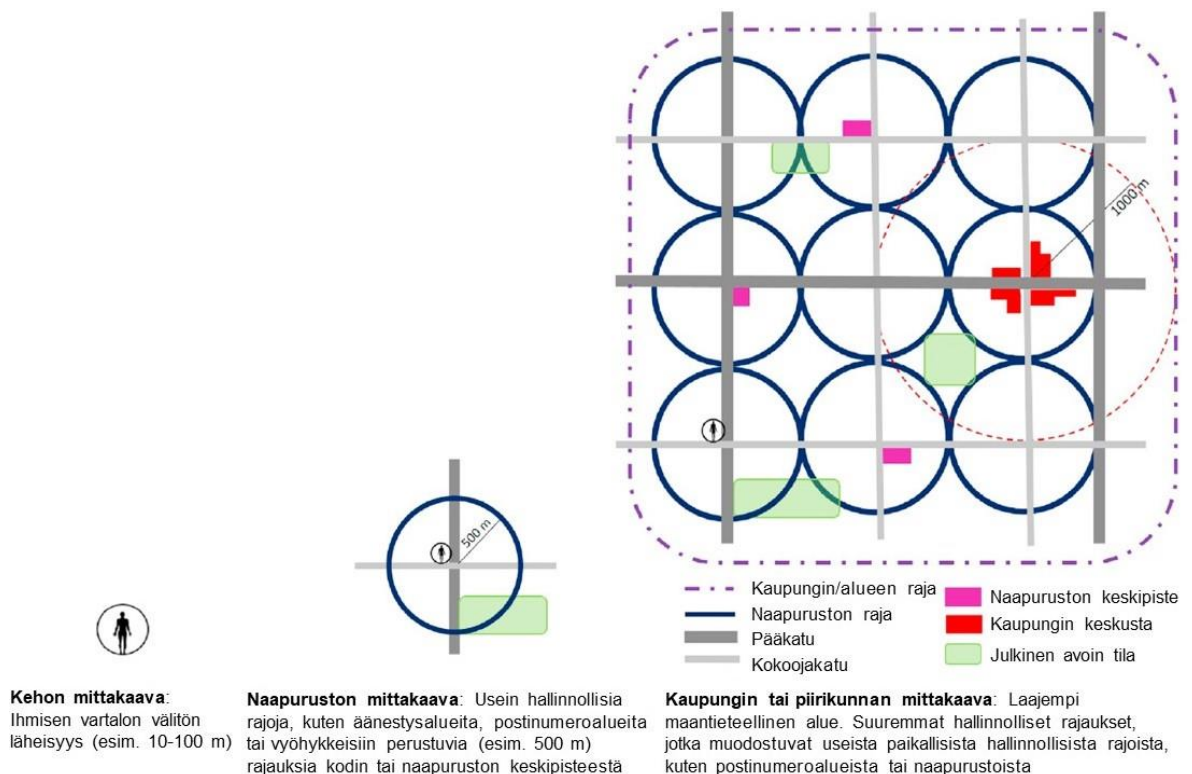
asuntotiheydestä (Frank ym. 2005; Leslie ym. 2007; Portegijs y. 2017). Näiden lisäksi on voitu käyttää myös kauppojen todellista kerrosneliömäärää (Frank ym. 2010), mutta sopivan paikkatietoaineiston löytäminen havaittiin haastavaksi (Leslie ym. 2007).

Aikaisemmissa tutkimuksissa käveltävyyssindeksit on myös usein luokiteltu, mikä hankaloittaa tutkimusten välistä vertailua. Arvot on jaoteltu esimerkiksi tertiileihin (Portegijs ym. 2017, Li ym. 2018), kvartiileihin (Frank ym. 2005, Leslie ym. 2007, Christian ym. 2011) tai desiileihin (Frank ym. 2010). Jatkuvaa muuttujaa on puolestaan käytetty harvemmin (esim. Villanueva ym. 2014). Lisäksi maankäytön monimuotoisuus on voitu määritellä eri tavoin, mitä Christian ym. (2011) tarkastelee kirjallisuuskatsauksessaan. Tulokset vaihtelivat riippuen siitä, minkälaista maankäyttömuotojen yhdistelmää oli käytetty käveltävyyssindeksin muodostamisessa. Vaihtelu johtuu osittain siitä, minkälaisia aineistoja on saatavilla eri maissa tutkimuskäyttöön. Esimerkiksi Euroopassa maankäytön monimuotoisuuden muodostamiseen käytetään usein Corine maanpeiteaineistoa (esim. Portegijs ym. 2017), kun taas käveltävyyssindeksin alkuperämaassa Yhdysvalloissa on käytetty korttelikohtaista maankäyttöaineistoa (Frank ym. 2005).

Kaikki asuinympäristön ja yksilön ominaisuudet ovat vuorovaikutuksessa toisiinsa (Diez Roux 2001). Yksi suurista haasteista asuinympäristön ominaisuuksien ja fyysisen aktiivisuuden välisessä tutkimuksessa on ihmisten asuinpaikan valinnan ja ympäristön ominaisuuksiin liittyvät kausaalisuuden kysymykset. Ongelmana on se, että liikkuvatko ihmiset enemmän, koska lähiympäristössä on fyysistä aktiivisuutta edistäviä ominaisuuksia, vai muuttavatko jo valmiiksi paljon liikkuvat ihmiset alun alkaen fyysistä aktiivisuutta edistäville asuinalueille. Kausaalisuutta on pohdittu asuinympäristön vihreyden (esim. Coombes ym. 2010; Dalton ym. 2016; Fong ym. 2018), rakennetun ympäristön ja käveltävyyden konteksteissa (Frank ym. 2005; Barnett ym. 2017). Lisäksi tutkimuksissa olisi jatkossakin tärkeää ottaa huomioon taustamuuttujien vaikutus, kuten ikä, sukupuoli, sosioekonominen asema, ja tarkastella myös kaupunki-maaseutumaisen asuinpaikkojen välisiä eroja (Cauwenberg ym. 2011; Picavet ym. 2016).

2.5. Asuinympäristö maantieteellisenä ja toiminnallisena kokonaisuutena

Samoihin aikoihin, kun asuinympäristön ja terveyden välisiä vuorovaikutuksia alettiin tutkia enenevässä määrin 2000-luvun alusta lähtien, nousi kysymykset naapurustojen ja asuinalueiden relevantista määrittelystä. Asuinpaikan lähiympäristö, jolla se vaikuttaa ihmisen terveyteen, vaihtelee tutkittavan hypoteesin ja terveystuottajan välillä (Diez Roux 2001; Labib ym. 2020). Useissa tutkimuksissa käytetään hallinnollisia tai geopoliittisia rajoja, koska niiden käyttö on helppoa ja aineistoja on valmiiksi saatavilla tietyllä naapuruston rajauksella (Root 2012). Ongelmaksi muodostuu se, että onko asuinympäristön tai naapuruston koko ollenkaan relevantti suhteessa tutkittavaan terveystuotteen (Root 2012). Esimerkiksi, jos tutkitaan ilmansaasteiden vaikutusta ihmisen terveyteen, mittakaava voi olla pienempi (kuva 8). Kun taas tarkastellaan fyysistä aktiivisuutta, lähiasuinympäristön koon tulee olla suurempi (Markevych ym. 2017; Labib ym. 2020).



Kuva 8: Mittakaavahavainnollistus. (mukaiillen Labib et al. 2020: 2)

Fyysisen aktiivisuuden ja asuinympäristön ominaisuuksien yhteydessä on käytetty vaihtelevasti erilaisia asuinympäristöjä. Ne on määritelty esimerkiksi vyöhykemäisinä eli ympyrän muotoisina asuinalueina, jotka on voitu määritellä tutkimukseen osallistujan kodin ympärille (Nordbø ym. 2018) tai laajemman alueen, kuten postinumeroalueen keskipisteen ympärille (Dalton ym. 2016). Joissakin tutkimuksissa lähiasuinympäristö on puolestaan määritelty alueena, joka muodostuu tietyn matkan kulkemisena tieverkostoa pitkin (Nordbø ym. 2018). Joissain tutkimuksissa on myös käytetty hallinnollisia tilastoyksiköitä (Leslie ym. 2007; Hawkesworth ym. 2017; Labib ym. 2020).

Koska mikään asuinalue ei ole vakiintunut käyttöön, on tutkimusten vertailu keskenään vaikeaa. Kirjallisuuden perusteella ympyrän muotoisten vyöhykemäisten asuinympäristöjen käyttö on yleistä (Browning & Lee 2017; Nordbø ym. 2018; Labib ym. 2020), mutta niidenkin koko vaihtelee. Asuinympäristöt ovat vaihdelleet muutaman sadan metrin vyöhykkeistä muutaman kilometrin kokoihin asuinympäristövyöhykkeisiin (Nordbø ym. 2018). Tutkimuksissa usein toistuvia etäisyyksiä määritellä vyöhyke on 5 ja 10 minuutin aikana ehditty kulkema matka, eli noin 500 metriä ja 1000 metriä. Prins ym. (2014) selvittivät GPS-aineistoa hyödyntäen, miten kauas vanhemmat ihmiset liikkuvat kodistaan. Tutkijat ehdottavat vyöhykemäisten asuinalueiden sopivaksi kooksi vyöhykkeitä 729 ja 1165 metrin väliltä, jos tarkastellaan jalan liikkumista, ja pyöräilyaineiston perusteella puolestaan hieman suurempia vyöhykkeitä 1665 ja 2772 metrin väliltä. Kuten voidaan huomata, tämäkään tutkimus ei antanut yksiselitteistä vastausta.

Aikaisempia tutkimuksia on kritisoitu siitä, että niistä puuttuu hienostuneempi ymmärrys maantieteellisistä teorioista, kuten *Modifiable Area Unit Problem* (MAUP) -ilmiön ja mittakaavan huomioon ottamisesta (Root 2012). Esimerkiksi naapurustojen ja asuinalueiden kokoja ei olla määritelty kunnollisin perustein, että miksi jokin tietty lähiasuinympäristön koko tai yksikkö on valittu. MAUP-ilmiö koostuu kahdesta komponentista: mittakaavasta ja jaottelusta (engl. *scale and aggregation*) (Openshaw & Taylor 1979), jolla on havaittu olevan vaikutus tutkimuksen tuloksiin (Root 2012; Labib ym. 2020).

Tutkimusten mukaan suurempi spatiaalinen yksikkö näyttää todennäköisemmin tilastollisesti merkitseviä tuloksia kuin pienempi (Browning & Lee 2017; Labib ym. 2020). Esimerkiksi Reid ym. (2018) vertailivat erilaisia ympyränmuotoisia vyöhykkeitä ja satelliittikuvien resoluutioita. Tuloksien mukaan suuremmat asuin ympäristö-vyöhykkeet näyttivät useammin positiivisia yhteyksiä vihreyden ja itseraportoidun terveyden välillä. Tähän asti ei ole pystytty määrittelemään yksiselitteistä lähiasuin ympäristöä kuvaavaa spatiaalista yksikköä, joten olisi tärkeää, että tutkijat raportoisivat tuloksia eri mittakaavatasoilla (Brownson ym. 2009). MAUP-ilmioon liittyy myös niin kutsuttu *small number problem*, jossa havaintojen määrä kasvaa, kun alueellinen yksikkö kasvaa (Gartrell 2002). Asuin ympäristöjen kohdalla tämä vaikuttaa siihen, että laajempi asuin ympäristö mittaa enemmän ympäristön ominaisuuksia, esimerkiksi suuremmalla asuin alueella voidaan havaita enemmän tietoa tai vihreyden määrää, kuin pienemmällä asuin alueella.

MAUP-ilmion lisäksi asuin ympäristön ja terveyden teemaan liittyvissä tutkimuksissa tulisi testata muuttujien spatiaalinen autokorrelaatio, sillä se liittyy usein terveyden ja asuin ympäristön ominaisuuksien aineistoihin (Labib ym. 2020). Autokorrelaatio tarkoittaa sitä, että havaintoarvot ovat toisistaan riippuvaisia, ja spatiaalinen autokorrelaatio sitä, että samanlaiset arvot klusteroituvat spatiaalisesti lähekkäin (Griffith 1992). Aineisto ei ole spatiaalisesti autokorreloitunut, kun arvot ovat jakaantuneet tilaan tai spatiaaliseen yksikköön sattumanvaraisesti. Spatiaalinen autokorrelaatio vaikuttaa tilastolliseen testaukseen lisäten tyypin I riskiä ja tilastollisten testien tulosten virheellistä tulkintaa. Esimerkiksi Labid ym. (2020) kirjallisuuskatsauksen mukaan vain 9 tutkimusta 93 tutkimuksesta testasi aineiston spatiaalista autokorrelaatiota ja Nordbø ym. (2018) kirjallisuuskatsauksessa sitä ei mainittu yhdessäkään tutkimuksessa.

2.7. Käsitteet

Ikääntyvät ihmiset ovat tämän tutkimuksen kohdeikäluokka. Tällä tarkoitetaan 58-64 vuotiaita aikuisia, jotka ovat siirtymässä eläkkeelle.

Fyysinen aktiivisuus tarkoittaa tässä tutkimuksessa lähtökohtaisesti ulkona tapahtuvaa aktiivista liikkumista jalan tai pyöräillen. Liikkumista sisätiloissa eikä autolla tai muulla moottoroidulla ajoneuvolla tässä tutkimuksessa huomioida.

Asuinympäristö voidaan määritellä useilla eri tavoin. Tässä tutkimuksessa asuinympäristö tarkoittaa FIREA-tutkimuskohortin osallistujien kotien ympärille määriteltyjä ympyrän muotoisia erikokoisia vyöhykkeitä (engl. *buffers*). Tutkimuksessa voidaan myös viitata **asuinympäristövyöhykkeisiin** ja **mittakaavatasot** tarkoittavat erikokoisia vyöhykkeitä, kuten 500 metrin tai 1500 metrin säteen vyöhykettä.

Tutkimuksessa käytetään **ympäristöindikaattoreita** kuvaamaan asuinympäristön piirteitä, joita kutsutaan myös **geospatiaalisiksi ominaisuuksiksi**. Nämä ovat objektiivisesti paikkatieto- tai kaukokartoitusaineistoista määriteltyjä asuinympäristöä kuvaavia mittareita. Näistä voidaan käyttää myös termiä **ympäristömuuttuja**.

Asuinympäristön **vihreydellä** tarkoitetaan NDVI-kasvillisuusindeksin perusteella määriteltyä asuinympäristön vihreyttä. **Viheralueilla** tarkoitetaan Corine maanpeiteluokituksen perusteella muodostettua kokonaisuutta, joka sisältää puistot, maatalousalueet, metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat sekä kosteikot ja avoimet suot. **Metsät** puolestaan määritellään Corine maanpeiteluokituksen ”Sulkeutuneet metsät” -luokan perusteella.

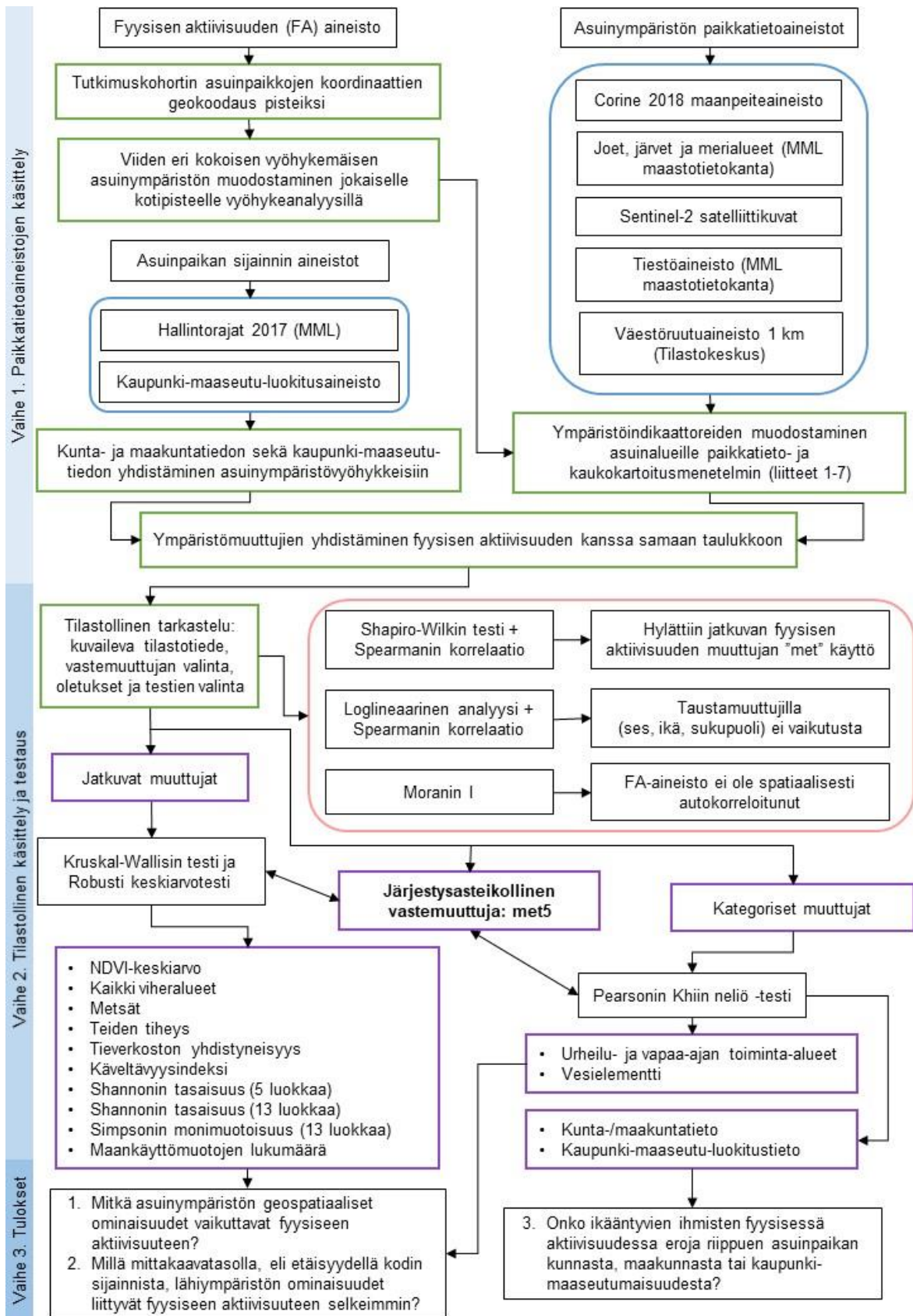
Sinialueet tarkoittavat tässä tutkimuksessa luonnonmukaisia vesistöjä; yli 1000 neliömetrin kokoisia järviä ja yli viisi metriä leveitä jokia, sekä kaikkia merialueita.

3. Materiaalit ja menetelmät

3.1. Tutkimuksen empiirinen asetelma

Tämän tutkimuksen tarkoitus on tutkia, vaikuttaako ikääntyvien ihmisten lähiasuin ympäristön geospaatialiset ominaisuudet heidän fyysisen aktiivisuutensa määrään seuraavan tutkimusasetelman avulla (kuva 9). Tämä tutkimus pohjautuu positivistiseen tieteelliseen lähestymistapaan (Gartrell 2002: 26–27), jossa hyödynnetään kvantitatiivista aineistoa (kuva 9, vaihe 1) ja etsitään tilastollisia säännönmukaisuuksia, joita voitaisiin yleistää koko populaatioon eli ikääntyvien ihmisten tutkimuskohorttiin (kuva 9, vaihe 2).

Tutkimuksen ensimmäinen vaihe koostuu paikkatieto- ja vastemuuttaja-aineistojen käsittelystä. Fyysisen aktiivisuuden aineistosta jokaiselle kotipisteelle muodostetaan viisi erikokoista asuin ympäristövyöhykettä, joille määritellään lähiympäristöä kuvaavia ominaisuuksia eli ympäristöindikaattoreita. Lisäksi asuin ympäristöille määritellään niiden sijaintitieto kunnittain ja maakunnittain, sekä asuin ympäristön kaupunki-maaseutumaisuus. Toinen vaihe sisältää tilastollisen käsittelyn ja testauksen, jossa määritellään tutkimuksen vastemuuttaja, aineistolle sopivat tilastolliset menetelmät sekä testataan, tarvitseeko fyysisen aktiivisuuden taustamuuttujia tai spatiaalista autokorrelaatiota ottaa huomioon. Viimeisessä vaiheessa tarkastellaan tutkimuksen tilastollisia tuloksia.



Kuva 9. Tutkielman empiirinen asetelma.

3.2. Tutkimuksen aineistot ja muuttajat

3.2.1. Fyysisen aktiivisuuden aineisto

Tutkimuksessa käytettiin vastemuuttujana itseraportoitua fyysisen aktiivisuuden aineistoa, joka saatiin tähän tutkimuskäyttöön Turun yliopiston Kansanterveystieteen laitoksen FIREA-tutkimusryhmältä (Aktiivisena eläkkeelle... 2019). Aineisto oli kerätty vuosina 2014–2017 toteutetussa kyselyssä, joka oli kohdennettu niille julkisen sektorin työntekijöille, joiden eläköitymispäivä oli vuosien 2014 ja 2019 aikana, ja olivat töissä vuonna 2012 valikoiduilla kunnilla tai sairaanhoitopiireillä (Leskinen ym. 2018b). Kyselyssä fyysistä aktiivisuutta mittasi kysymys, jonka vastaukset oli muunnettu MET-arvoiksi (MET = metabolinen ekvivalentti eli lepoaineenvaihdunnan kerrannainen) jokaisen liikunnan rasittavuusluokan osalta kertomalla viikoittainen tuntimäärä rasittavuutta vastaavalla kertoimella. Samanlaista muunnosta on käytetty aikaisemmassa FIREA-julkaisussa (Stenholm ym. 2016), jossa kävelyä, reipasta kävelyä, kevyttä juoksua ja reipasta juoksua vastaavat MET-arvot (kertoimet) olivat vastaavassa järjestyksessä 3.5, 5, 8 ja 11.

Kuinka paljon liikutit vapaa-aikana tai työmatkalla viimeksi kuluneen vuoden aikana keskimäärin? Miten suureksi arvioit harjoittamasi liikunnan rasittavuuden?	<u>liikunnan määrä yhteensä viikossa</u>					
	<u>Liikunnan rasittavuus</u>	Ei lainkaan	Alle ½ tuntia	Noin tunti	2-3 tuntia	4 tuntia tai enemmän
<i>(vastaa kaikkiin neljään kohtaan)</i>						
1) Kävelyä vastaavaa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
2) Reipasta kävelyä vastaavaa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
3) Kevyttä juoksua (hölkkää) vastaavaa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
4) Reipasta juoksua vastaavaa.....	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

Kuva 10. FIREA-tutkimuksen kyselyssä ollut itseraportoitua fyysistä aktiivisuutta mitannut osuus.

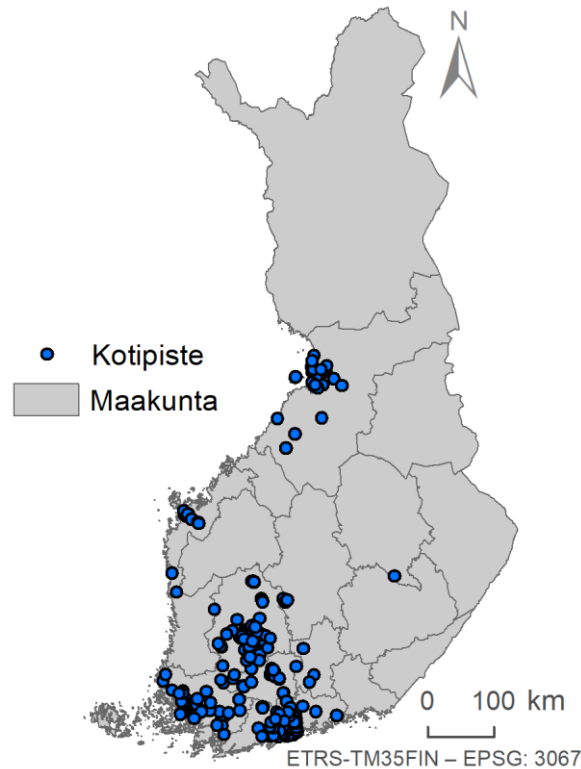
FIREA-tutkimusryhmä oli käsitellyt aineiston taulukkomuotoon, joka sisälsi tutkimuksen osallistujien kotiosoitteiden koordinaatit, taustamuuttujina iän, sukupuolen ja ammattiaseman ja vastemuuttujana fyysisen aktiivisuuden määrän sekä jatkuvana (met) että luokiteltuna (met5) muuttujana (taulukko 1). Yksilösuojan takia

aineistoa käsiteltiin koko tutkimuksen ajan luottamuksellisesti suojatulla verkkolevyllä, ja tutkimuksen tuloksista ei ole mahdollista tunnistaa yksittäisiä henkilöitä, eikä esimerkiksi tarkastella kotipaikan sijainteja tarkasti.

Tutkimukseen osallistujien kotien koordinaatit muunnettiin *shapefile*-sijaintipisteiksi (kuva 11) paikkatieto-ohjelmistossa, ja niitä käytettiin vyöhykemäisten asuinalueiden muodostamisessa. Asuinympäristön mittakaavan merkityksen tarkastelua varten jokaiselle kotipisteelle määriteltiin viisi erikokoista ympyränmuotoista asuinympäristöä 250, 500, 1000, 1500 ja 2000 metrin säteellä vyöhykeanalyysillä (engl. *buffer analysis*). Yksi koti sijaitti merellä ilmeisesti väärin koordinaattitietojen vuoksi, joten kyseinen asuinympäristö ja osallistuja jätettiin pois tilastollisista analyyseistä. Paikkatiedon käsittelyyn käytettiin tässä tutkimuksessa ArcMap 10.5.1 (ESRI, Redlands, CA, USA) -ohjelmistoa.

Taulukko 1. Tutkimuksen vastemuuttuja ja sen taustatiedot.

Muuttuja	N	Minimi	Maksimi	Selite
id	885	1	885	Henkilönumero
itakoord	885	-	-	Kotiosoitteen itäkoordinaatti (EUREF-FIN)
pohjkoord	885	-	-	Kotiosoitteen pohjoiskoordinaatti (EUREF-FIN)
supu	885	1	2	Sukupuoli (1=mies, 2=nainen)
ika	885	58	64	Ikä mittausvuonna
ses	885	1	3	Ammattiasema (1=erityisasiantuntija, 2=asiantuntija ja toimistyo, 3=palvelu ja fyysinen tyo)
met	885	0	137.5	Fyysinen aktiivisuus, jatkuva (MET-tuntia viikossa)
met5	885	0	4	Fyysinen aktiivisuus, luokiteltu: 0=hyvin vähän, < 7 MET-tuntia viikossa 1=vähän, < 14 MET-t/vko 2=kohtuullisesti, ≥ 14 ja < 30 MET-t/vko 3=paljon, ≥ 30 ja <60 MET-t/vko 4=hyvin paljon, ≥ 60 MET-t/vko



Kuva 11. Tutkielmassa käytetyt FIREA-aineiston asuinpaikat (N=884). (Maakunnat © MML Hallintorajat 2017.)

Asuinpaikkoihin liitettiin myös tiedot, mihin maakuntaan, kuntaan ja kaupunki-maaseutuluokitukseen ne kuuluvat, jotta voitaisiin tarkastella, onko asuinpaikan sijainnilla vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen. Maakunnat ja kunnat saatiin Maanmittauslaitoksen vuoden 2017 hallintorajat -aineistosta (Hallintorajat 2017), joka ladattiin PalTuli-palvelusta. Tutkimusaineiston kotipaikat ovat selvästi painottuneet neljään maakuntaan, joista eniten henkilöitä on Uudeltamaalta (N=326), Pirkanmaalta (N=274), Varsinais-Suomesta (N=177) ja Pohjois-Pohjanmaalta (N=107). Loput olivat sijoittuneet Kanta-Hämeeseen (N=33), Pohjanmaalle (N=19) ja vain muutama Päijät-Hämeeseen (N=3), Satakuntaan (N=2) ja vain yksi Pohjois-Savoon (N=1). Kunnista eniten kotipaikkoja sisältäneet olivat puolestaan Tampere (N=171), Helsinki (123), Espoo (N=78), Oulu (N=98) ja Turku (N=61).

Kaupunki-maaseutu-luokitusaineisto (Helminen ym. 2014) ladattiin puolestaan SYKEN avoimien paikkatietoaineistojen latauspalvelusta. Kyseinen aineisto sisältää luokituksen, jossa Suomi on jaoteltu seitsemään alueluokkaan vuoden 2013 tietojen pohjalta (Helminen ym. 2014). Aineistossa maaseutu on jaettu neljään kategoriaan (sulkeissa kotipaikkojen lukumäärät kyseisessä luokassa): harvaan asuttuun maaseutuun (N=4), ydinmaaseutuun (N=20), kaupungin läheiseen maaseutuun (N=40) ja maaseudun paikalliskeskuksiin (N=17). Kaupunkimaiset alueet on puolestaan jaoteltu kaupungin kehysalueiksi (N=56), ulommiksi kaupunkialueiksi (N=311) ja sisemmiksi kaupunkialueiksi (N=437). Aluksi oli tarkoitus testata kaupunki-maaseutu-luokituksen suhdetta fyysisen aktiivisuuden määriin käyttämällä 7-jakoista luokitusta, mutta koska valtaosa henkilöistä asui kaupunkimaisissa ympäristöissä, edellä mainitut maaseutumaiset alueet yhdistettiin yhdeksi maaseutu-luokaksi (N=81) ja kolme kaupunkimaista aluetta yhtenäiseksi kaupunki-luokaksi (N=803), joten kaupunki-maaseutu-muuttujasta puhuttaessa tästä eteenpäin tarkoitetaan sen kaksijakoista vaihtoehtoa.

3.2.2. Paikkatietoaineistot ja selittävät muuttujat

Tutkielmassa määriteltiin jokaiselle viidelle erikokoiselle vyöhykemäiselle asuinympäristölle 11 erilaista aikaisempaan kirjallisuuteen pohjautuvaa ympäristöindikaattoria. Koska Shannonin tasaisuusindeksi laskettiin kahdella erilaisella Corine-maanpeiteluokituksella, asuinaluevyöhykkeille tuli yhteensä 12 ympäristön vastemuuttujaa. Tutkimuksessa vertailtiin laajasti erityyppisiä indikaattoreita, jotka voidaan jakaa kolmen eri aihepiirin mukaisesti viher- ja sinialueisiin, tieverkostoon sekä luonnon monimuotoisuuteen perustuviin muuttujiin (taulukko 2). Alla on kuvattuna lyhyesti jokaisen ympäristöindikaattorin muodostaminen, ja yksityiskohtaisemmat työvaiheet löytyvät puolestaan liitteiden 1–7 vuokaavioista

Taulukko 2. Asuinympäristöille määritellyt ympäristöindikaattorit aihepiireittäin ja niiden määritelmät.

Indikaattori	Määritelmä	Aineisto ja spatiaalinen resoluutio	Hypoteesi	Esimerkkitutkimuksia
<i>Viher- ja sinialueet</i>				
NDVI-keskiarvo	NDVI=NIR-RED/NIR+RED, NDVI-keskiarvo (0-1) asuinympäristössä	Sentinel-2, 20 x 20 m 2015-2017 mediaanikompositiitti	Korkeampi asuinympäristön NDVI, "vihreys", indikoii elinvoimaisempaa ja liikkumisaktiivisuutta edistävää ympäristöä	Jia ym. (2018)
Kaikki viheralueet	Viheralueiden prosentuaalinen osuus asuinympäristöstä sisältäen metsät, maanviljelysalueet ja puistot	Corine 2018, 20 x 20 m; luokat kts. liite 6	Viherympäristöt edistävät ihmisten fyysistä aktiivisuutta	Dicavet ym. (2016); Pietiä ym. (2015)
Metsät	Metsien prosentuaalinen osuus asuinympäristöstä	Corine 2018, 20 x 20 m; luokat kts. liite 6	Metsät edistävät ihmisten fyysistä aktiivisuutta	Pietiä ym. (2015)
Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet	Alueen läsnäolo (kyllä/ei) asuinympäristössä	Corine 2018, 20 x 20 m; luokat kts. liite 6	Jos urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueita on asuinympäristössä, ihmiset ovat enemmän aktiivisia	Halonen ym. (2015)
Vesielementti	Vesielementin läsnäolo (kyllä/ei) asuinympäristössä	Järvet ja joet: MML:n ranta10-aineisto Merialueet: MML maastotietokanta; 1: 10 000	Vesielementin läsnäolo lisää fyysistä aktiivisuutta	Keskinen ym. (2018)

Tieverkosto					
Teiden tiheys	Teiden kokonaispituus (km) / asuinympäristön pinta-ala (km ²)	MML maastotieto- kannan tiestö; 1: 10 000	Suurempi teiden tiheys luo enemmän mahdollisia liikumisreittejä ja edistää fysistä aktiivisuutta	Coombes ym. (2010)	
Tieverkoston yhdistyneisyys	Risteyksien määrä / asuinympäristön pinta-ala (km ²)	MML maastotieto- kannan tiestö; 1: 10 000	Parempi teiden yhdistyneisyys luo enemmän mahdollisia liikumisreittejä ja edistää fyysistä aktiivisuutta	Coombes ym. (2010); Witten ym. (2012)	
Kävelävyysindeksi	Kävelävyysindeksi = (6 x maankäytön monimuotoisuuden z-luku) + (asukastiheyden z-luku) + (risteyksien tiheyden z-luku)	Corine 2018, Tilastokeskuksen 1 km väestöruutuaineisto, MML maastotieto- kannan tiestö	Parempi alueen kävelävyys edistää fyysistä aktiivisuutta	Frank ym. (2005); Portegijs ym. (2017)	
Maanpeitteen monimuotoisuus					
Shannonin tasaisuusindeksi (<i>Shannon's evenness</i>)	$SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^m (P_i \times \ln P_i)}{\ln m}$, jossa P _i = maankäyttöluokan osuus ja m = maankäyttöluokkien lukumäärä asuinympäristössä	Corine 2018, 20 x 20 m; luokat kts. liite 6	Monimuotoisemmat asuinympäristöt lisäävät fyysisen aktiivisuuden määrää	Frank ym. (2005); Keskinen ym. (2018)	
Simpsonin monimuotoisuusindeksi (<i>Simpson's diversity</i>)	$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2$, jossa P _i = maankäyttöluokan osuus	Corine 2018, 20 x 20 m; luokat kts. liite 6	Monimuotoisemmat asuinympäristöt lisäävät fyysisen aktiivisuuden määrää	-	
Maankäyttömuotojen lukumäärä	Maankäyttöluokkien lukumäärä N asuinympäristössä	Corine 2018, 20 x 20 m; luokat kts. liite 6	Mitä enemmän erilaisia maankäyttömuotoja on asuinympäristössä, sitä enemmän ihmiset liikkuvat	Keskinen ym. (2018)	

Viher- ja sinialueet aihepiiriin lukeutuva *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) -keskiarvo kuvastaa asuinalueen vihreyttä, jonka määrittelyyn (liite 1) käytettiin satelliittikuvia. Indeksien on alun perin kehittänyt Rouse ym. (1973) ja se voidaan matemaattisesti esittää muodossa:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}},$$

jossa NIR on lähi-infrapun aallonpituuden kanava ja RED on punaisen aallonpituuden kanava. NDVI:n arvot vaihtelevat -1 ja +1 välillä; vesi-, pilvi- ja lumialueet saavat negatiivisia arvoja, kun taas kasvillisuusalueet saavat positiivisia arvoja. Mitä suurempia arvot ovat, sitä enemmän vihreää kasvillisuutta on satelliittikuvan pikselissä ja sen myötä asuinympäristöllä, ja mitä lähempänä arvot ovat nollaa, sitä vähemmän on kasvillisuutta tai se on huonokuntoisempaa.

NDVI-rasterikuva tehtiin Google Earth Enginen (<https://earthengine.google.com/>) koodieditorilla, jossa muodostettiin Sentinel-2 satelliitin vuosien 2015–2017 kesä- elokuun kuvista NDVI-mediaanikuvakomposiitti (toistettava JavaScript-koodi on kuvattu liitteessä 7). NDVI-komposiitti tuotiin ArcMapiin, jossa komposiitin vesialueet leikattiin Maanmittauslaitoksen vesialueilla (kts. vesielementin kuvaus alla), sillä komposiittiin oli jäänyt etenkin rannikkojen ruovikoista epäselviä rantaviivoja. Tämän jälkeen maa-alueiden negatiiviset NDVI-arvot korjattiin vielä nolliksi, sillä ainoastaan vesialueet voivat saada negatiivisia arvoja, ja etteivät ne alentaisi asuinalueille laskettavia keskiarvoja (Fuertes ym. 2016, Markevych ym. 2016). Jokaisen erikokoisen asuinalueen NDVI-keskiarvojen laskemiseen käytettiin ArcMapin *Model Builder* -toimintoa, joka automatisoi laskuprosessin. Prosessin tuloksena saatiin viisi eri taulukkoa jokaisen asuinalueeseen mukaisesti ja ne vietiin lopuksi Exceliin.

Suomen ympäristökeskuksen avointen paikkatietoaineistojen latauspalvelusta ladattiin CORINE maanpeite 2018 -aineisto (Corine maanpeite 2018), josta johdettiin puolestaan loput viheralueisiin ja luonnon monimuotoisuuteen liittyvät muuttujat (liite 2). Maanpeiteaineisto luokiteltiin muuttujakohtaisesti (liite 6), ja jokaisesta luokituksesta muodostettiin erilliset rasteritasot (kaikki viheralueet, metsät, urheilu- ja vapaa-ajantoiminta-alueet, 5- ja 13-luokkainen maanpeiteluokitus). ArcMapin *Model*

Builder -toiminnolla laskettiin jokaisen maanpeiteluokan pinta-alat eri asuinaluevyöhykkeillä. Pinta-alojen laskemiseen sekä asuinaluevyöhykkeet, että Corine maanpeiteaineisto muunnettiin yhteneväisiksi kahden metrin spatiaalisen resoluution rastereiksi. Tulostaulukot vietiin jälleen Exceliin, jossa laskettiin manuaalisesti kaikkien viheralueiden ja metsien prosentuaaliset osuudet asuinalueella, urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueiden läsnäolo, maankäyttömuotojen lukumäärä 13-luokkaisella maanpeiteluokituksella sekä Shannonin tasaisuus ja Simpsonin monimuotoisuus indeksit sekä 5-luokkaisella että 13-luokkaisella maanpeiteaineiston luokituksella.

Simpsonin diversiteetti-indeksi (*Simpson's Diversity Index, SIDI*) voidaan esittää seuraavasti:

$$SIDI = 1 - \sum_{i=1}^m P_i^2 ,$$

jossa P_i on maanpeiteluokan osuus koko maisemasta eli asuinalueen pinta-alasta. SIDI ottaa huomioon sekä maanpeiteluokkien määrän että niiden tasaisuuden toisiinsa nähden. SIDI:n arvot vaihtelevat nollan ja yhden välillä, ja $SIDI=0$, kun asuinalueella on vain yhtä maanpeiteluokkaa ja SIDI lähestyy yhtä, kun maanpeiteluokkien määrä asuinalueella kasvaa samalla kun luokkien suhteelliset osuudet tasaantuvat (Fragstats diversity metrics 2018). SIDI:n arvot esittävät todennäköisyyttä, jolla kaksi satunnaisesti valittua asuinalueen pikseliä kuuluisivat eri maanpeiteluokkiin. Simpsonin diversiteetti-indeksin hyvä puoli on se, että se ei ole herkkä maisemassa oleville harvinaisille maanpeiteluokille ja arvoalueen vakiointi helpottaa tulosten tulkintaa.

Toinen maanpeitteen monimuotoisuutta kuvaava indeksi, Shannonin tasaisuusindeksi (*Shannon's Evenness Index, SHEI*), kuvastaa tässä tapauksessa maanpeiteluokkien jakautuneisuutta asuinalueella. Indeksii voidaan esittää muodossa:

$$SHEI = \frac{-\sum_{i=1}^m (P_i \times \ln P_i)}{\ln m} ,$$

jossa P_i on maanpeiteluokan osuus koko maisemasta ja m on maisemassa olevien maankäyttöluokkien määrä. Arvot vaihtelevat nollan ja yhden välillä ja $SHEI=0$, kun

maisemassa on vain yhtä maanpeiteluokkaa ja arvo lähestyy nollaa, kun maisemaa dominoi vahvasti yksi maanpeiteluokka. SHEI on puolestaan 1, kun kaikkia maanpeiteluokkia on maisemassa tasaisesti.

Vesielementti-muuttujan määrittelyssä (liite 3) käytettiin SYKEN latauspalvelusta ladattua Maanmittauslaitoksen tuottamaa Ranta10 Järvet ja Ranta 10 Joet -aineistoja (Ranta10... 2016) sekä Maanmittauslaitoksen maastotietokannan merenrantaviiva-aineistoa (Maanmittauslaitos, Maastotietokanta 07/2018). Keskistä ym. (2018) mukailten järvistä valittiin kaikki yli 1000 neliömetrin kokoiset järvet ja joista kaikki yli viisi metriä leveät joet. Merenrantaviivasta muodostettiin merialuepolygoni, joka yhdistettiin jokien ja järvien kanssa yhtenäiseksi vesialueaineistoksi. Vesialueista poistettiin vielä ilmakuvien avulla jäte- ja maatalousvesialtaat. Vesialueet yhdistettiin lopulta vyöhykemäisiin asuinalueisiin, ja saatiin Exceliin vietävä taulukko, jossa vesielementin läsnäolo oli koodattu arvoilla 1 ja sen poissaolo arvoilla 0.

Tieverkoston liittyvät indikaattorit, teiden tiheys, tieverkoston yhdistyneisyys (liite 4) ja käveltävyyssindeksi (liite 5) määriteltiin Maanmittauslaitoksen avoimien aineistojen tiedostopalvelusta ladatun Tiestö osoitteilla -aineiston (Maastotietokanta 2019) perusteella. *Model Builder* -toiminnolla yhdistettiin ladattujen karttalehtien tiestöt yhtenäiseksi koko tutkimusalueen kattavaksi tieaineistoksi, josta luotiin "käveltävä tieaineisto" poistamalla moottoritiet, talvitiet, lossit ja lautat. Yhdistämällä käveltävä tieaineisto vyöhykemäisiin asuinalueisiin, laskettiin jokaiselle asuinalueelle ensin teiden pituus, ja sitten teiden tiheys jakamalla teiden pituus asuinalueen pinta-alalla. Mitä suurempi tiheysluku, sitä enemmän käveltävää tiestöä asuinalueella on.

Tieverkoston yhdistyneisyys määriteltiin laskemalla kaikkien kolmen tai useamman tien muodostamien risteyksien määrä, ja alle 10 metrin päässä toisistaan olevat risteykset yhdistettiin yhdeksi risteykseksi. Näin on tehnyt suomalaisessa kontekstissa muun muassa Portegijs ym. (2017). Tieverkoston yhdistyneisyys laskettiin lopuksi jakamalla näiden risteyksien määrä asuinalueen pinta-alalla. Mitä suurempi tieverkoston yhdistyneisyysarvo, sitä enemmän risteyksiä asuinalueella on. Nämäkin tieverkoston taulukot vietiin lopuksi paikkatieto-ohjelmistosta Exceliin.

Käveltävyyssindeksin määrittelyssä käytettiin edellä mainittua tieverkoston yhdistyneisyyttä, toisin sanoen risteyksien tiheyttä. Tämän lisäksi käytettiin CORINE maanpeiteaineiston 5-jakoisen luokituksen pohjalta tehtyä Shannonin tasaisuusindeksiä. Näistä laskettiin käveltävyyssindeksiä varten z-luvut Excelissä. Käveltävyyssindeksiä varten tarvittiin vielä asukastiheys, joka laskettiin Tilastokeskuksen 1 km x 1 km väestöruutuaineiston (Väestöruutuaineisto 1 km x 1 km 2018) perusteella. Ruutuaineisto yhdistettiin asuinalueisiin, joille laskettiin tarkempi ”painotettu väestömäärä” (ks. vuokaavio liite 5), sillä vyöhykemäinen asuinalue saattoi osua usean eri ruudukon kohdalle, ja siten väestömäärän suora yhdistäminen asuinalueisiin olisi vääristänyt määrää liioitellusti. Asukastiheydestä laskettiin lopuksi myös z-luvut ja käveltävyyssindeksi määriteltiin seuraavasti:

$$\text{Käveltävyyssindeksi} = (6 \times \text{maankäytön monimuotoisuuden z-luku}) + (\text{asukastiheyden z-luku}) + (\text{risteyksien tiheyden z-luku}).$$

Käveltävyyssindeksissä arvot voivat vaihdella nollan molemmin puolin, suurempien arvojen indikoivan parempaa käveltävyyttä. Korkeat käveltävyyssindeksin arvot voidaan tulkita niin, että kaupunki tukee ihmisten fyysistä aktiivisuutta, kun taas pienet arvot tarkoittavat, että kaupunkilaiset liikkuvat enemmän autoilla kuin jalkaisin (Dobesova & Krivka 2012).

3.3. Muuttujien tilastollinen tarkastelu, testien valinta ja analysointi

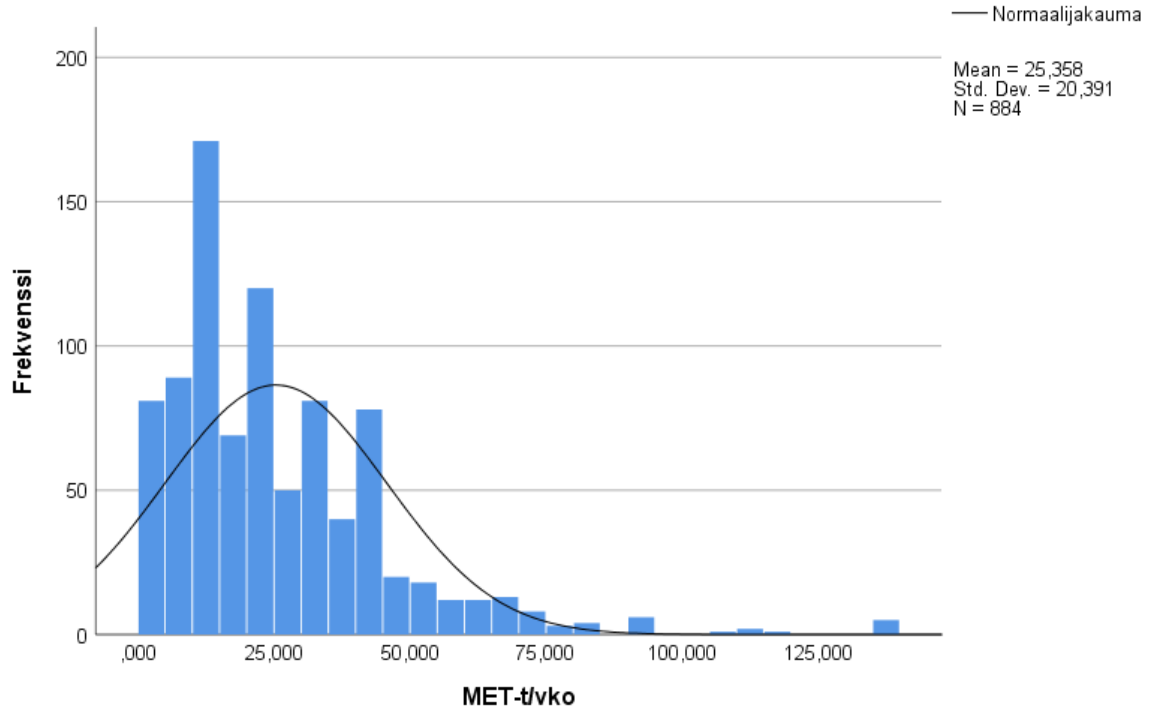
Tilastolliset analyysit valittiin niin, että ne soveltuivat testaamaan jokaista ympäristöindikaattoria (N=12) suhteessa fyysiseen aktiivisuuteen, jokaisella erikokoisella asuinaluevyöhykkeellä (N=884 x 5 asuinaluekokoa). Muuttujat on listattu taulukossa 3, jossa asuin ympäristön muuttujat sisältävät sekä taulukossa 2 esitetyt ympäristöindikaattorit, että asuinpaikan sijaintia kuvastavat muuttujat. Tutkimusaineiston tilastolliseen analysointiin käytettiin SPSS-ohjelmistoa (IBM Corp. Released 2016. IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.).

Taulukko 3. Tilastollisissa analyyseissä käytetyt muuttujat.

Vastemuuttuja		Taustamuuttujat		Asuin ympäristön muuttujat	
Jatkuva	Järjestysasteikollinen	Jatkuvat	Kategoriset	Jatkuvat	Kategoriset
met	met5	Ikä	Sosio-ekonominen asema	NDVI-keskiarvo	Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet
			Sukupuoli	Kaikki viheralueet	Vesielementti
				Metsät	Kunta
				Teiden tiheys	Maakunta
				Tieverkoston yhdistyneisyys	Kaupunki-maaseutu-luokitus
				Käveltävyysindeksi	
				Shannonin tasaisuus (5 luokkaa)	
				Shannonin tasaisuus (13 luokkaa)	
				Simpsonin monimuotoisuus (13 luokkaa)	
				Maankäyttömuotojen lukumäärä	

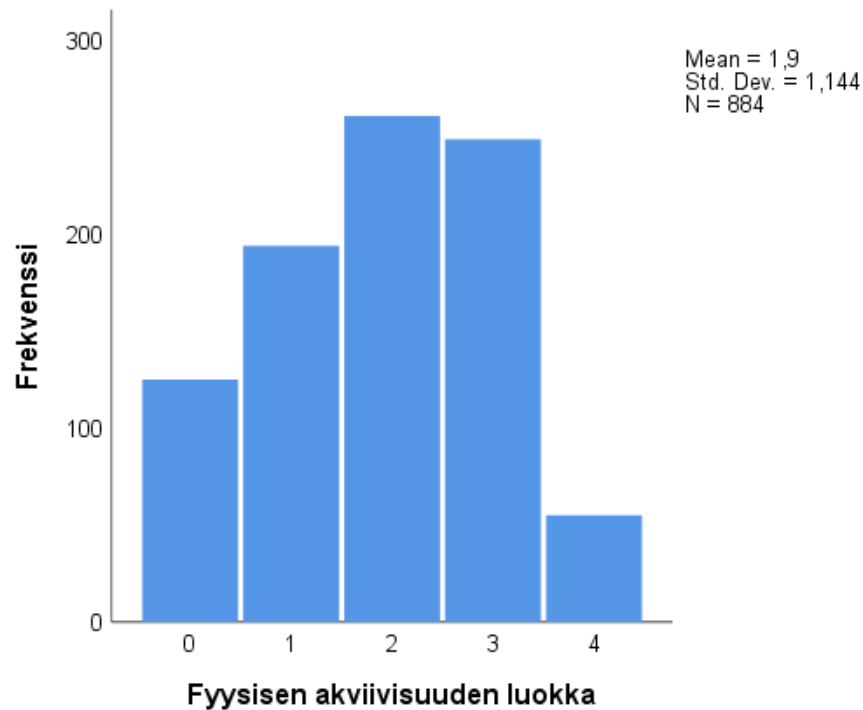
Aluksi tarkasteltiin vastemuuttujan, jatkuvan ja järjestysasteikollisen fyysisen aktiivisuuden määrän, tilastollisia ominaisuuksia. Jatkuvan muuttujan ”met” suhdetta jatkuviin asuinaluemuuttujiin voi mallintaa lineaarisella regressioanalyysillä, jonka tärkein oletus on selitettävän ja selittäjän suoraviivainen riippuvuus (Chatterjee & Simonoff 2012). Toisena oletuksena on multinormaalijakauma, eli selittävien ja selitettävän muuttujien yhteisjakauman tulisi olla normaali.

Jatkuvan muuttujan "met" normaalijakautuneisuus testattiin Shapiro-Wilkin testillä, jonka mukaan se ei ollut normaalisti jakautunut ($p < 0.001$). Lisäksi muuttujan jakauma oli vinoutunut (kuva 12). Met-muuttujan ja jatkuvien ympäristöindikaattoreiden välinen korrelaatiotarkastelu tehtiin tulkitsemalla epäparametrisia Spearmanin korrelaatiokertoimia, joiden mukaan selitettävän ja selittävien väliset korrelaatiot olivat pääosin hyvin heikkoja ja tilastollisesti ei-merkitseviä (p -arvot > 0.05). Joukossa oli myös joitain tilastollisesti merkitseviä tuloksia (p -arvot < 0.05), mutta koska lineaarisen regressiomallin oletukset eivät täytyneet jokaisen muuttujan kohdalla viidellä erikokoisella asuinympäristöllä, aineiston analysointi lineaaristen regressiomallien ja jatkuvan met-muuttujan avulla hylättiin.



Kuva 12. Jatkuvan met-muuttujan (MET-t/vko) jakauma.

Fyysisen aktiivisuuden vastemuuttujaksi valittiin järjestysasteikollinen met5-muuttuja (kuva 13), jonka luokkien raja-arvot on selitetty taulukossa 1. Taustamuuttujien vaikutusta vastemuuttujaan tarkasteltiin kahdessa vaiheessa. Ensin iän (jatkuva muuttuja) vaikutusta järjestysasteikolliseen met5-muuttujaan testattiin Spearmanin korrelaatiokertoimella. Analyysin mukaan iällä ei ollut yhteyttä liikkumiseen (mallin $p=0.694$, korrelaatiokerroin 0.013). Lisäksi tehtiin toinen testi, loglineaarinen analyysi, jolla voitiin mallintaa sukupuolen (supu) ja ammattiaseman (ses) vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen (met5). Parhaan mallin generoiva luokka oli {ses*supu, met5} ja mallin uskottavuusosamääräyhteensopivuustestin p -arvo = 0.668. Tämä osoitti, että sukupuolella ja ammattiasemalla ei ollut merkitystä aktiivisuustasoihin. Tutkimusaineisto voitiin siis analysoida ilman taustamuuttujien huomioon ottamista.



Kuva 13. Järjestysasteikollisen met5-muuttujan frekvenssit.

Lisäksi testattiin, onko selitettävä met5-muuttuja spatiaalisesti autokorreloitunut. Tämä testattiin Moranin I testillä jokaisella viidellä erikokoisella asuinympäristöllä ArcMap-ohjelmistolla. Nollahypoteesina on, että aineisto on jakautunut sattumanvaraisesti eli sijainti ei ole selittävä tekijä fyysisen aktiivisuuden kannalta. Testit osoittivat, että järjestysasteikollinen liikkumismuuttuja "met5" ei ole spatiaalisesti autokorreloitunut (p -arvot > 0.05 jokaisella viidellä eri asuinaluekoolla testatessa), joten sitä ei myöskään tarvinnut ottaa huomioon seuraavissa tilastollisissa analyyseissä.

Selittävien jatkuvien muuttujien laatikkojana-kuvaajat asuinympäristöittäin on esitetty liitteissä 8–12, joista voi tarkastella muuttujien hajontaa jokaisessa aktiivisuusluokassa. Tutkimusaineiston jatkuvat selittävät muuttujat analysoitiin käyttämällä epäparametrisia menetelmiä: robustia keskiarvotestiä ja Kruskal-Wallisin testiä, koska normaalijakaumaoletus ei toteutunut Shapiro-Wilkin testin mukaan jokaisessa met5-muuttujan luokassa. Robusti keskiarvotesti vertailee useiden vastemuuttujan itsenäisten ryhmien välisiä eroja keskiarvoissa, tässä tapauksessa jatkuvien ympäristömuuttujien keskiarvoja jokaisessa met5-muuttujan luokassa (Wilcox 2012). Robusti keskiarvotesti on käytännössä parametrinen yksisuuntaisen varianssianalyysin vastine, joka ei oleta aineiston normaalijakautuneisuutta eikä samahajontaisuutta (Field 2018: 564).

Epäparametrinen Kruskal-Wallisin testi puolestaan vertailee useiden itsenäisten ryhmien välisiä eroja vertailemalla niiden hajontoja (Field 2018: 307–309), tässä tapauksessa jatkuvien ympäristömuuttujien hajontoja jokaisessa met5-muuttujan luokassa. Aktiivisuusluokkien väliset parittaiset vertailut tehtiin "*All pairwise*" -vaihtoehdolla, ja p -arvoille tehtiin Bonferroni-korjaukset, jossa p -arvot kerrottiin vertailtavien parien määrällä ($N=10$). Näiden epäparametristen testien avulla voidaan selvittää, onko asuinaluevyöhykkeen ympäristön ominaisuuksilla tilastollisesti merkitsevää yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen. Lisäksi parittaisista vertailuista nähdään, onko havaittu yhteys liikkumista edistävä vai ei, ja miten asuinaluevyöhykkeen koon muutos vaikuttaa tuloksiin.

Kahden kategorisen muuttujan välisiä suhteita voidaan puolestaan tarkastella esimerkiksi Pearsonin Khiin neliö -testillä (Agresti 2012). Testin oletuksena on, että suuremmissa kuin 2x2-ristiintaulukoissa kaikkien odotettujen frekvenssien tulee olla suurempia kuin yksi ja maksimissaan 20 % niistä saa olla pienempiä kuin viisi (Field 2018: 849). Oletukset tarkistettiin kategoristen ympäristömuuttujien ja asuinpaikan sijaintia kuvastavien muuttujien osalta suhteessa luokiteltuun liikkumismuuttujaan. Oletukset eivät täytyneet jokaisella asuinaluekoolla kategoristen ympäristömuuttujien osalta, mutta niistä keskustellaan lisää seuraavan luvun 4.1. tulososiossa.

Asuinpaikan sijainnin tarkastelussa käytettiin geokoodattuja kotipaikkapisteitä. Maakuntien osalta Khiin neliö -testeihin valittiin lopulta vain neljän eniten kotipaikkoja sisältäneiden maakuntien (Uusimaa, Pirkanmaa, Varsinais-Suomi ja Pohjois-Pohjanmaa) asuinpaikat, koska ristiintaulukoita tarkastelemalla kaikkien kymmenen maakunnan osalta testin ehdot eivät täytyneet liiallisten nollasolujen määrän takia. Samaten kunnista valikoituvat lopulliseen analyysiin viiden eniten kotipaikkoja sisältäneiden kuntien (Tampere, Helsinki, Oulu, Espoo ja Turku) havainnot. Kaksiluokkaisen kaupunki-maaseutu-luokituksen mahdolliset vaikutukset luokiteltuun fyysiseen aktivisuuteen testattiin puolestaan sekä kaikilla että vain neljän eniten kotipaikkoja sisältäneiden maakuntien asuinpaikoilla.

4. Tulokset

4.1. Asuinympäristön vaikutukset fyysiseen aktiivisuuteen eri mittakaavatasoilla

Kaikilla viheralueisiin ja tieverkostoon liittyvillä ympäristöindikaattoreilla, sekä yhdellä maanpeitteen monimuotoisuuden muuttujalla havaittiin tilastollisesti merkitsevä yhteys ikääntyvien ihmisten fyysiseen aktiivisuuteen (taulukot 3 ja 4). Yhteys kuitenkin havaittiin vain osalla erikokoisista asuinympäristövyöhykkeistä. Asuinympäristövyöhykkeen koon muutos vaikuttaa tuloksiin siten, että mitä suurempi lähiasuinympäristön koko on, sitä enemmän niillä havaittiin asuinympäristön ominaisuuksien tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä fyysiseen aktiivisuuteen. Tämä havainnollistaa MAUP-ilmiön käytännössä.

NDVI-muuttujaa tarkasteltaessa sillä havaitaan tilastollisesti merkitsevä yhteys vasta suurimmilla asuinaluevyöhykkeillä, kun taas Corine 2018 pohjaisella kaikki viheralueet-indikaattorilla havaitaan yhteys kaikilla muilla, paitsi pienimmällä 250 metrin asuinaluevyöhykkeellä. Corine 2018 aineiston metsillä on puolestaan robustin keskiarvotestin mukaan yhteys fyysiseen aktiivisuuteen vain 500 metrin vyöhykkeellä, ja Kruskal-Wallis testin mukaan 500 ja 2000 metrin asuinaluevyöhykkeellä.

Tieverkostoon liittyvien indikaattorien osalta molemmat testit havaitsivat yhteneväisesti tilastollisesti merkitseviä tuloksia kaikissa muissa asuinympäristöissä, paitsi pienimmällä 250 metrin kokoisella vyöhykkeellä ja käveltävyyssindeksin osalta vaikutuksia fyysiseen aktiivisuuteen havaittiin vasta 1500 ja 2000 metrin kokoisilla asuinaluevyöhykkeillä. Molempien testien mukaan asuinympäristön maanpeitteen monimuotoisuudella ei ole oikein vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen minkään ympäristöindikaattorin perusteella. Ainoastaan 5-luokkainen Shannonin tasaisuusindeksi sai tilastollisesti merkitseviä tuloksia 1500 ja 2000 metrin vyöhykkeillä Kruskal-Wallis testin mukaan.

Taulukko 3. Jatkuvien ympäristöindikaattoreiden ja fyysisen aktiivisuuden välinen suhde, robustin keskiarvotestin tulokset (p-arvot).

Indikaattori	Robusti keskiarvotesti				
	Asuinaluevyöhykkeen koko				
	250 m	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
<i>Viheralueet</i>					
NDVI-keskiarvo	0,150	0,171	0,166	0,074	0,021*
Kaikki viheralueet	0,230	0,073	0,033*	0,023*	0,008*
Metsät	0,297	0,043*	0,117	0,176	0,072
<i>Tieverkosto</i>					
Teiden tiheys	0,437	0,045*	0,005*	0,004*	0,006*
Tieverkoston yhdistyneisyys	0,433	0,014*	0,003*	0,001*	0,004*
Käveltävyysindeksi	0,41	0,904	0,223	0,045*	0,010*
<i>Maanpeitteen monimuotoisuus</i>					
Shannonin tasaisuus (5 luokkaa)	0,689	0,984	0,485	0,085	0,054
Shannonin tasaisuus (13 luokkaa)	0,777	0,499	0,705	0,851	0,670
Simpsonin monimuotoisuus (13 luokkaa)	0,629	0,245	0,555	0,892	0,520
Maankäyttömuotojen lukumäärä	0,555	0,070	0,106	0,947	0,891

* tilastollisesti merkitsevä tulos, p-arvo < 0.05

Taulukko 4. Jatkuvien ympäristöindikaattoreiden ja fyysisen aktiivisuuden välinen suhde, Kruskal-Wallis testin tulokset (p-arvot).

Indikaattori	Kruskal-Wallis testin tulos				
	Asuinaluevyöhykkeen koko				
	250 m	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
<i>Viheralueet</i>					
NDVI-keskiarvo	0,136	0,093	0,071	0,031*	0,006*
Kaikki viheralueet	0,103	0,021*	0,018*	0,019*	0,009*
Metsät	0,124	0,018*	0,067	0,088	0,042*
<i>Tieverkosto</i>					
Teiden tiheys	0,310	0,036*	0,002*	0,002*	0,003*
Tieverkoston yhdistyneisyys	0,346	0,028*	0,002*	0,001*	0,003*
Käveltävyysindeksi	0,345	0,892	0,113	0,010*	0,004*

Maanpeitteen monimuotoisuus

Shannonin tasaisuus (5 luokkaa)	0,611	0,986	0,367	0,029*	0,010*
Shannonin tasaisuus (13 luokkaa)	0,884	0,624	0,638	0,761	0,757
Simpsonin monimuotoisuus (13 luokkaa)	0,730	0,267	0,538	0,856	0,625
Maankäyttömuotojen lukumäärä	0,690	0,167	0,182	0,880	0,847

* tilastollisesti merkitsevä tulos: p-arvo < 0.05

Yksinään tulostaulukoiden 3 ja 4 tarkastelu ei riitä, sillä ne eivät kerro mitään eri fyysisen aktiivisuusluokkien (taulukko 1) välisistä eroista tai siitä, onko havaittu yhteys ollut positiivinen vai negatiivinen. Tilastollisesti merkitsevien aktiivisuusluokkien väliset parittaiset vertailut ovat kuvattuna taulukossa 5, jossa näkyy tarkemmin, onko asuinalueen ympäristöindikaattorin yhteys ollut positiivinen vai negatiivinen, ja minkä aktiivisuusluokkien välillä.

Taulukko 5. Robustin keskiarvotestin ja Kruskal-Wallis testin jälkeiset *post hoc* -parittaisvertailutulokset (p-arvot) eri aktiivisuusluokkien välillä (0 matalin, 4 korkein). Kruskal-Wallis parittaisvertailujen tuloksille on tehty Bonferroni-korjaukset. Merkitsevien tulosten perässä "+/-" ilmaisee, onko indikaattorin yhteys positiivinen vai negatiivinen, kun on verrattu enemmän liikkuvien indikaattorin keskiarvoa/hajonnan sijaintia vähemmän liikkuvien arvoon.

Aktiivisuusryhmät indikaattoreittain	Robusti keskiarvotesti				Kruskal-Wallis			
	Asuinalueen koko				Asuinalueen koko			
	500 m	1000 m	1500 m	2000 m	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
<i>Viheralueet</i>								
Keskiarvo-NDVI								
0-1				0,041*-		0,374		0,345
0-2				0,002*-		0,074		0,015*-
0-3				0,005*-		0,259		0,022*-
0-4				0,000*-		0,042*-		0,025*-
1-2				0,387		1,000		1,000
1-3				0,379		1,000		1,000
1-4				0,105		1,000		1,000
2-3				0,994		1,000		1,000
2-4				0,311		1,000		1,000
3-4				0,327		1,000		1,000
Kaikki viheralueet								
0-1		0,085	0,012*-	0,054	0,702	0,689	1,000	0,593
0-2		0,070	0,047*-	0,005*-	0,035*-	0,102	0,131	0,026*-
0-3		0,019*-	0,019*-	0,003*-	0,408	0,631	0,367	0,083

0-4	0,001*-	0,000*-	0,000*-	0,048*-	0,014*-	0,016*-	0,018*-	
1-2	0,952	0,567	0,348	1,000	1,000	1,000	1,000	
1-3	0,517	0,363	0,223	1,000	1,000	1,000	1,000	
1-4	0,045*-	0,021*-	0,024*-	1,000	0,429	0,257	0,588	
2-3	0,455	0,739	0,736	1,000	1,000	1,000	1,000	
2-4	0,037*-	0,056	0,106	1,000	1,000	1,000	1,000	
3-4	0,120	0,091	0,177	1,000	0,349	0,585	1,000	
<i>Metsät</i>								
0-1	0,047*-			0,309			1,000	
0-2	0,051			0,027*-			0,078	
0-3	0,009*-			0,540			0,347	
0-4	0,006*-			0,046*-			0,099	
1-2	0,740			1,000			1,000	
1-3	0,586			1,000			1,000	
1-4	0,140			1,000			1,000	
2-3	0,361			1,000			1,000	
2-4	0,090			1,000			1,000	
3-4	0,263			0,970			1,000	
<i>Tieverkosto</i>								
<i>Teiden tiheys</i>								
0-1	0,008*+	0,003*+	0,005*+	0,017*+	0,072	0,020*+	0,035*+	0,113
0-2	0,017*+	0,003*+	0,002*+	0,002*+	0,037*+	0,003*+	0,004*+	0,007*+
0-3	0,001*+	0,001*+	0,000*+	0,001*+	0,080	0,010*+	0,004*+	0,006*+
0-4	0,016*+	0,001*+	0,000*+	0,000*+	0,358	0,025*+	0,017*+	0,016*+
1-2	0,732	0,842	0,745	0,373	1,000	1,000	1,000	1,000
1-3	0,985	0,679	0,598	0,359	1,000	1,000	1,000	1,000
1-4	0,811	0,266	0,180	0,099	1,000	1,000	1,000	1,000
2-3	0,732	0,534	0,846	0,996	1,000	1,000	1,000	1,000
2-4	0,572	0,199	0,267	0,285	1,000	1,000	1,000	1,000
3-4	0,799	0,400	0,317	0,283	1,000	1,000	1,000	1,000
<i>Tieverkoston yhdistyneisyys</i>								
0-1	0,003*+	0,004*+	0,001*+	0,014*+	0,055	0,025*+	0,040*+	0,121
0-2	0,009*+	0,001*+	0,000*+	0,001*+	0,037*+	0,001*+	0,001*+	0,006*+
0-3	0,005*+	0,000*+	0,000*+	0,000*+	0,053	0,011*+	0,004*+	0,004*+
0-4	0,018*+	0,001*+	0,002*+	0,001*+	0,272	0,052*+	0,029*+	0,036*+
1-2	0,803	0,837	0,544	0,370	1,000	1,000	1,000	1,000
1-3	0,922	0,322	0,327	0,238	1,000	1,000	1,000	1,000
1-4	0,801	0,363	0,285	0,165	1,000	1,000	1,000	1,000
2-3	0,924	0,483	0,744	0,810	1,000	1,000	1,000	1,000
2-4	0,639	0,484	0,527	0,468	1,000	1,000	1,000	1,000
3-4	0,739	0,857	0,700	0,552	1,000	1,000	1,000	1,000
<i>Käveltävyysindeksi</i>								

0-1	0,011*+	0,002*+	0,109*+	0,133
0-2	0,007*+	0,000*+	0,005*+	0,004*+
0-3	0,002*+	0,000*+	0,033*+	0,011*+
0-4	0,007*+	0,000*+	0,158	0,060
1-2	0,905	0,593	1,000	1,000
1-3	0,429	0,444	1,000	1,000
1-4	0,543	0,236	1,000	1,000
2-3	0,496	0,835	1,000	1,000
2-4	0,609	0,461	1,000	1,000
3-4	0,997	0,558	1,000	1,000
<i>Maanpeitteen monimuotoisuus</i>				
Shannonin tasaisuus (5 luokkaa)				
0-1			0,204	0,229
0-2			0,015*+	0,009*+
0-3			0,088	0,018*+
0-4			0,403	0,149
1-2			1,000	1,000
1-3			1,000	1,000
1-4			1,000	1,000
2-3			1,000	1,000
2-4			1,000	1,000
3-4			1,000	1,000

* tilastollisesti merkitsevä tulos, $p < 0.05$

Kaikilla viheralueisiin liittyvillä asuin ympäristön ominaisuuksilla on negatiivinen yhteys fyysisen aktiivisuuden määrään (taulukko 5). Eli vihreyttä ja metsää on ollut kaikilla erikokoisilla asuinaluevyöhykkeillä keskimäärin vähemmän, kun aktiivisuuden määrä on kasvanut. Päinvastaisesti kaikilla tieverkoston indikaattoreilla on havaittu olevan positiivinen yhteys liikkumiseen. Tilastollisesti merkitsevien tulosten kohdalla asuinaluevyöhykkeillä on ollut enemmän tieverkostoa ja risteyksiä, sekä parempi käveltävyys, kun fyysisen aktiivisuuden määrä on kasvanut. Lisäksi vain yhdellä maanpeitteen monimuotoisuutta kuvastavalla indikaattorilla, 5-luokkaisella Shannonin monimuotoisuusindeksillä, on ollut positiivinen yhteys liikkumiseen 1500 ja 2000 metrin kokoisilla asuinalueilla.

Parittaisvertailuista nähdään myös, että riippuen asuinaluevyöhykkeen koosta, fyysisen aktiivisuuden yhteys ympäristömuuttujiin vaihtelee eri aktiivisuusluokkien välillä. Esimerkiksi kaikki viheralueet -muuttujan kohdalla 1000 metrin asuinympäristöllä negatiivinen yhteys fyysiseen aktiivisuuteen on havaittu luokkien 0-3, 0-4, 1-4 ja 2-4 välillä, kun taas 2000 metrin asuinaluevyöhykkeellä yhteydet on havaittu luokkien 0-2, 0-3, 0-4 ja 1-4 välillä. Lisäksi parittaisvertailujen tutkimustulokset vaihtelevat valitun testin mukaan. Esimerkiksi 5-luokkaisella Shannonin tasaisuusindeksillä ei ole havaittu robustilla keskiarvotestillä yhtään tilastollisesti merkitseviä tuloksia, kun taas Kruskal-Wallis testin mukaan positiivinen yhteys on havaittu muutaman aktiivisuusluokan välillä; 1500 metrin asuinympäristö-vyöhykkeellä hyvin vähän liikkuvien (0) ja kohtuullisesti liikkuvien (2) välillä, ja 2000 metrin vyöhykkeellä edellisen lisäksi hyvin vähän liikkuvien (0) ja paljon liikkuvien (3) välillä.

Kummallakaan kategorisella asuinympäristömuuttujalla, vesielementin läsnäolo ja urheilu- ja vapaa-ajantoiminta-alueen läsnäolo, ei ollut tilastollisesti merkitsevää vaikutusta ikääntyvien ihmisten fyysisen aktiivisuuden määrään (taulukko 6, kaikki p-arvot > 0.05). Osassa tapauksista (taulukossa 6 harmaalla) Pearsonin Khiin neliö -testin oletukset eivät kuitenkaan täyttyneet, joten niiden osalta tulokset ovat epäluotettavia ja ne on jätettävä huomiotta.

Taulukko 6. Kategoristen asuin ympäristömuuttujien Pearsonin Khiin neliö -testin tulokset.

Asuinalueen koko	Vesielementin läsnäolo				
	N	χ^2	df	p-arvo	Testin oletukset täyttyivät
250 m	884	9,111	4	0,058	Kyllä
500 m	884	4,656	4	0,324	Kyllä
1000 m	884	1,476	4	0,831	Kyllä
1500 m	884	2,56	4	0,634	Ei
2000 m	884	5,499	4	0,24	Ei

Asuinalueen koko	Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueen läsnäolo				
	N	χ^2	df	p-arvo	Testin oletukset täyttyivät
250 m	884	2,07	4	0,723	Kyllä
500 m	884	3,511	4	0,476	Kyllä
1000 m	884	4,224	4	0,377	Ei
1500 m	884	5,685	4	0,224	Ei
2000 m	884	2,942	4	0,568	Ei

Taulukossa 7 on esitetty yhteenveto kaikista asuin ympäristön indikaattoreista, ja niiden yhteyksistä ikääntyvien ihmisten fyysiseen aktiivisuuteen. Vihreällä olevat (+) tarkoittavat sitä, että indikaattorilla on havaittu olevan positiivinen yhteys liikkumisen määrään kaikkien, tai ainakin joidenkin aktiivisuusryhmien välillä. Punaisella (-) merkityt tarkoittavat puolestaan sitä, että havaittu yhteys on ollut negatiivinen. Keltaisella (0) merkityt solut taas osoittavat, että indikaattorilla ei havaittu tilastollisesti merkitseviä tuloksia vastaavalla asuin ympäristöllä. Pienimmällä 250 metrin asuinaluevyöhykkeellä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä tuloksia. Viher- ja sinialueisiin kuuluvilla ympäristöindikaattoreilla ei havaittu suurimmassa osassa tapauksissa ollenkaan tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä, ja kun havaittiin, yhteys oli negatiivinen. Tieverkostoon liittyvillä muuttujilla havaittiin puolestaan eniten tilastollisesti merkitseviä, positiivisia yhteyksiä ikääntyvien ihmisten liikkumisen määrään. Maanpinnan monimuotoisuuden osalta ainoastaan 5-luokkainen Shannonin tasaisuusindeksillä mitattu monimuotoisuudella on positiivinen yhteys kahden suurimman asuinaluevyöhykkeen osalta.

Taulukko 7. Yhteenveto asuinympäristön ominaisuuksien vaikutuksista ikääntyvien ihmisten fyysiseen aktiivisuuteen.

Indikaattori	Asuinalueen koko				
	250 m	500 m	1000 m	1500 m	2000 m
<i>Viher- ja sinialueet</i>					
NDVI-keskiarvo	0	0	0	-	-
Kaikki viheralueet	0	-	-	-	-
Metsät	0	-	0	0	0
Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet	0	0	0	0	0
Vesielementti	0	0	0	0	0
<i>Tieverkosto</i>					
Teiden tiheys	0	+	+	+	+
Tieverkoston yhdistyneisyys	0	+	+	+	+
Käveltävyysindeksi	0	0	0	+	+
<i>Maanpeitteen monimuotoisuus</i>					
Shannonin tasaisuus (5 luokkaa)	0	0	0	+	+
Shannonin tasaisuus (13 luokkaa)	0	0	0	0	0
Simpsonin monimuotoisuus (13 luokkaa)	0	0	0	0	0
Maankäyttömuotojen lukumäärä	0	0	0	0	0

4.2. Fyysinen aktiivisuus kunnittain, maakunnittain ja kaupunki-maaseutumaisilla asuinympäristöillä

Pearsonin Khiin neliö -testin mukaan kaupunkimaisella tai maaseutumaisella ympäristöllä ei ole tilastollisesti merkitsevää vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen, $\chi^2 (4, N=884) = 7.880, p = 0.096$. Testi toistettiin vielä valitsemalla vain neljän suurimman maakunnan asuinpaikat ja saatiin jälleen tilastollisesti ei-merkitsevä tulos, $\chi^2 (4, N=824) = 9.325, p = 0.053$. Näiden perusteella voidaan todeta, että ikääntyvien ihmisten kohdalla ei ole väliä fyysisen aktiivisuuden määrän kannalta, eli siinä, asuuko henkilö kaupunkimaisessa tai maaseutumaisessa asuinympäristössä.

Khiin neliö -testin mukaan myöskään maakuntatason sijainnilla ei ollut tilastollisesti merkitsevää yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen, $\chi^2 (12, N=824) = 14.481, p = 0.271$. Suurimpien kaupunkienkaan välillä ei havaittu tilastollisesti merkitseviä eroja aktiivisuustasoissa, $\chi^2 (16, N=531) = 13.782, p = 0.615$. Ikääntyvillä ihmisillä näyttäisi olevan samanlaiset edellytykset harrastaa liikuntaa asuinpaikan sijainnista, maakunnasta ja kunnasta, riippumatta.

5. Pohdinta

5.1. Tulosten merkitsevyys

Tämä tutkimus toi lisää selvyttä siihen, miten lähiasuin ympäristön ominaisuudet vaikuttavat ikääntyvien ikäluokan fyysiseen aktiivisuuteen. Yllättävä löydös oli, miten asuin ympäristön vihreydellä havaittiin negatiivinen yhteys liikkumiseen eli mitä suurempi oli liikkumisen määrä, sitä vähemmän asuin ympäristössä oli vihreyttä mitattuna kolmella eri indikaattorilla. Tulos ei ole ainoa laatuaan, esim. Picavet ym. (2016) havaitsi samansuuntaisia tuloksia. Ei voida kuitenkaan suoraan sanoa, että vihreyden määrä pienentäisi fyysisen aktiivisuuden määrää, havaittu vuorovaikutus on vain negatiivinen.

Yllättävää oli myös se, miten vesistöjen läsnäololla kotipaikan lähiympäristössä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä fyysiseen aktiivisuuteen. Tätä voi selittää se, että Suomessa muutenkin paljon vesistöjä, tunnetaanhan maamme tuhansien järvien maana. Kahden kilometrin säteellä lähes jokaisella tutkimuksen osallistujalla oli jokin vesielementti lähiympäristössään. Niiden läsnäolo lähiympäristössä ei ole Suomessa mitenkään harvinaista, verrattuna esimerkiksi Keski-Euroopan maihin, joten vesistöihin suhtautuminen liikkumaan aktivoimaan tekijänä voi riippua myös kulttuurista (Gascon ym. 2017). Vesialueiden merkitystä tutkittaessa täytyy siis ottaa huomioon eri maiden välinen konteksti.

Tämä tutkimus ei kumoa viher- ja sinialueiden lukuisia terveyshyötyjä, vaikka niillä ei havaittukaan fyysistä aktiivisuutta edistäviä vaikutuksia. Lisäksi, kun viher- ja sinialueilla halutaan panostaa ihmisten terveyteen, sillä on myös muita positiivisia vaikutuksia kaupunkiympäristöihin. Terveyshyötyjen lisäksi viher- ja sinialueet säätelevät esimerkiksi hulevesiä, vähentävät melua ja saasteita (Gascon ym. 2017; Markevych ym. 2017), niitä myös käytetään kaupunkisuunnittelussa muotoiluelementteinä (Jalkanen ym. 2017).

Maanpeitteen monimuotoisuudella havaittiin positiivinen yhteys vain 5-luokkaisella Shannonin tasaisuusindeksillä määriteltynä. Kun samalla aineistolla testattiin Simpsonin monimuotoisuusindeksiä, ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä

eikä silloin, kun käytettiin 13-luokkaista maanpeiteaineistoa. Tämä osoittaa sen, miten aineiston luokittelulla ja valitulla monimuotoisuusindeksillä on merkitystä. Mielenkiintoista oli huomata, että 5-luokkainen Shannonin tasaisuusindeksi antoi yhteneväisiä tuloksia käveltyysindeksin kanssa, jossa käytettiin samaa maanpeiteluokitusaineistoa. Tämä osoittaa maanpeitteen monimuotoisuuden merkityksen käveltävyyden edistäjänä ja vahvistaa aikaisempia tutkimustuloksia (Song, Merlin & Rodrigues 2013).

Kaikilla tieverkostoon liittyvillä muuttujilla havaittiin positiivinen yhteys liikkumiseen. Tästä voi päätellä, että tämän ikäluokan ihmisille hyvät tieverkostot ovat tärkeitä, joita pitkin on helppo kulkea. Tulos ei ole yllättävä, sillä suomalaiset tiet ovat yleisesti ottaen varsin käveltäviä, toisin sanoen ne sisältävät jalkakäytävät ja kevyen liikenteen väyliä on paljon. Vertailun vuoksi esimerkiksi Yhdysvalloissa piti kenttätöin varmistaa alueen käveltävyys (Frank ym. 2010). Teiden tiheyden ja tieverkoston yhdistyneisyyden osalta asuin ympäristön koolla ei näyttäisi olevan merkitystä, joka on yhteneväinen Villanuevan ym. (2014) tutkimustulosten kanssa.

Asuinpaikan sijainnilla kunnittain ja maakunnittain ei ollut merkitystä fyysiseen aktiivisuuteen. Tämä osoittaa sen, että suomalaiset suuret kaupungit ovat suhteellisen tasa-arvoisessa asemassa koko valtion alueella ja jokaisella tämän tutkimuksen osallistujalla on yhtäläiset mahdollisuudet harrastaa liikuntaa. Asuinpaikan kaupunki-maaseutumaisuudella ei myöskään havaittu vaikutusta, mutta tulosta voi toisaalta selittää se, että valtaosa (N=803) ikääntyneistä ihmisistä asui kaupunkimaisilla alueilla verrattuna maaseutumaisiin (N=81) asuin ympäristöihin. Tulokset eivät myös vaihdelleet tässä ikäluokassa sukupuolen tai sosio-ekonomisen aseman mukaan, joten julkisen sektorin työntekijät ovat yhtäläillä aktiivisia tai inaktiivisia. Koska sukupuolten välillä ei havaittu eroja, voi se indikoida myös liikkumisen turvallisuudesta. Esimerkiksi Hollannissa havaittiin, että asuinalueen turvallisuus lisäsi naisten vapaa-ajan pyöräilyä (Kramer ym. 2013).

Tutkimusten mukaan suurempi asuin ympäristön koko näyttää todennäköisemmin tilastollisesti merkitseviä tuloksia (Labib ym. 2020), mikä voidaan havaita myös tässä tutkimuksessa. Tutkimuksen suurimmat 1500 ja 2000 metrin säteen

asuin ympäristövyöhykkeet osoittivat tilastollisten testien perusteella keskenään saman verran tilastollisesti merkitseviä tuloksia, kun taas 250 metrin asuin ympäristövyöhykkeellä ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä minkään ympäristön ominaisuuden kanssa.

Voidaan arvioida, että 250 metrin kokoinen asuin ympäristö on liian pieni mittaamaan fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavia ympäristötekijöitä, mikä tukee aikaisempaa tutkimusta, jossa ympäristölle altistuminen tapahtuu liikkuesssa laajemmalla alueella kuin aivan kodin lähiympäristössä (Labib ym.2020). Myös Hillsdon ym. (2015) havaitsivat, että 60 % ulkona liikkumisesta tapahtui kauempana kuin 800 metriä kodin ulkopuolella. Mittakaavan vaikutuksia pitäisi testata kuitenkin tilastollisesti tarkemmin, sillä pelkkä tulosten raportoiminen eri kokoisilla alueilla ei riitä, vaikka se jotain osviittaa antaakin ja osoittaa, että valitulla asuin alueen koolla on merkitystä tuloksiin.

5.2. Menetelmälliset ja aineistolliset vahvuudet sekä haasteet

Tämän tutkimuksen vahvuutena oli, että useita erilaisia asuin ympäristön indikaattoreita verrattiin fyysiseen aktiivisuuteen samalla menetelmällä, sekä testattiin niiden vaikutuksia erikokoisilla asuinaluevyöhykkeillä. Tutkimuksessa oli myös suuri otos, melkein 900 kotipaikkaa. Lisäksi jatkuvien muuttujien osalta käytettiin kahta tilastollista testiä, jotka antoivat yhteneväisiä tuloksia lukuun ottamatta muutamia eroja parittaisvertailuissa. Kahden eri testin käyttö toisaalta vahvisti tutkimustuloksia, mutta toisaalta hieman toisistaan poikkeavat tulokset osoittavat, että tilastollisen testin valinnalla on vaikutuksia tuloksiin.

Tutkimuksen yksi suurimpia haasteita oli löytää tilastolliset testit, jotka soveltuivat testaamaan kaikkia 12 ympäristöindikaattoria jokaisella viidellä erikokoisella asuin ympäristöllä. Tilastotieteessä suositellaan yleensä parametrusten testien käyttöä, jos mahdollista, mutta tässä tutkimuksessa jouduttiin käyttämään jatkuvien muuttujien osalta epäparametrisiä testejä, sillä kaikki muuttujat eivät olleet normaalisti jakautuneita. Keskiarvojen tai hajontojen sijainnin testaus ei ole kovin yleistä, vaan on käytetty muita menetelmiä, esimerkiksi lineaarista regressioanalyysiä (Laatikainen ym. 2018), logistista regressioanalyysiä (Villanueva ym. 2014) tai monitasoista regressioanalyysiä (Witten ym. 2012).

Aikaisemmin ympäristöindikaattorit on myös voitu luokitella. Esimerkiksi on vertailtu ylimmän kvartiilin käveltävyyden naapurustoja alimman kvartiilin käveltävyyden asuinalueisiin (Leslie ym. 2007). Vastaavasti on tehty myös vihreyden osalta esimerkiksi Dalton ym. (2016) tutkimuksessa. Tässä tutkimuksessa päädyttiin käyttämään keskiarvoihin ja hajontojen sijaintiin pohjautuvia testejä ilman indikaattoriaineistojen luokitteluja, sillä indikaattoreita oli pystyttävä vertaamaan keskenään eri kokoisilla asuinaluevyöhykkeillä. Jos ympäristöindikaattorit olisi luokiteltu edellä mainittujen esimerkkien mukaisesti, niin jokaisen kvartiilin raja-arvot olisivat olleet jokaisella asuin ympäristövyöhykkeellä erilaiset, ja erikokoisten vyöhykkeiden keskinäinen vertailu olisi ollut vaikeaa, ellei mahdotonta.

Tutkimuksessa käytettiin kyselyllä kerättyä itseraportoitua fyysisen aktiivisuuden aineistoa, johon liittyy muutamia epävarmuuksia. Vastajat voivat sekä yli- että aliarvioida liikunnan määrän verrattuna objektiivisesti mitattuun fyysisen aktiivisuuden määrään (Vasankari & Kolu 2017). Fyysistä aktiivisuutta voidaan mitata objektiivisesti esimerkiksi kiihtyvyyssanturilla (Hillsdon ym. 2015; Tamura ym. 2019), mutta Vasankari & Kolu (2018) suosittelevat, että molempia mittaustapoja käytettäisiin tarkemman fyysisen aktiivisuuden määrän arvioimiseksi. Tämän tutkimuksen fyysisen aktiivisuuden aineisto saatiin käyttöön valmiiksi kerättynä ja käsiteltynä, joten sen mittaustapaan ei pystytty enää vaikuttamaan. Jatkotutkimuksissa tämä tulisi huomioida, sillä esimerkiksi Barnett ym. (2017) havaitsivat, että rakennetun ympäristön ja fyysisen aktiivisuuden väliset tulokset vaihtelivat objektiivisesti mitatun ja itseraportoidun fyysisen aktiivisuuden välillä.

Asuinympäristöt voidaan määritellä eri tavoin, ja tässä tutkimuksessa valittiin ympyränmuotoiset vyöhykemäiset asuinalueet. Joissain tutkimuksessa on käytetty tieverkostoa pitkin muodostettuja verkostovyöhykkeitä (esim. Nordbø ym. 2018), mutta esimerkiksi Cutts ym. (2009) mukaan vyöhykemäiset alueet olisivat parempia, koska verkostomaiset vyöhykkeet eivät kuvasta kaikkia epävirallisia reittejä, joita pitkin ihmiset kulkevat lähimpiin viheralueisiin. Optimaalisin vaihtoehto olisi kuitenkin käyttää GPS-pohjaista liikkumisaineistoa, sillä sen avulla saadaan tarkka tieto siitä, missä ihmiset liikkuvat ja voidaan muodostaa todellisia ympäristöjä, joissa ihmiset kulkevat (Tamura ym. 2019).

Asuinympäristön ominaisuuksien indikaattoreiden määrittelyyn vaikuttaa oleellisesti käytetyn paikkatieto- ja kaukokartoitusaineiston laatu, jonka haasteilta ei välttytty tässä tutkimuksessa. Esimerkiksi metsät ja kaikki viheralueet määriteltiin Corine maanpeiteaineiston pohjalta, jonka maanpeitetyyppien luokittelutarkkuudeksi on ilmoitettu ≥ 85 % kaikissa aikaisemmissa Corine maanpeiteaineistoissa (Büttner 2014). Metsiksi määriteltiin tässä tutkimuksessa Corine maanpeiteaineiston sulkeutuneet metsät (liite 6), joten harvapuustoisia metsäalueita ei huomioitu, mikä on voinut vaikuttaa myös tutkimuksen tuloksiin. Kaikki viheralueet -muuttuja sisälsi puolestaan puistot, maatalousalueet, metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat sekä

kosteikot ja avoimet suot (liite 6). Tämä muuttuja olisi voitu muodostaa myös toisin, esimerkiksi ilman soita tai maatalousalueita. Erilaisten luokitustapojen vaikutuksista voisi tehdä myös oman erillisen tutkimuksensa, sillä luokitustapoja on niin monia. Maanpeitteen monimuotoisuudenkin luokittelut voitaisiin tehdä lukuisilla eri maanpeitteen luokkien yhdistelmillä.

Asuinympäristön kokonaisvihreyden määrittelyyn NDVI-kasvillisuusindeksillä liittyy ajoitukseen liittyviä kysymyksiä. Itseraportoitu liikkumisaineisto kerättiin kyselyllä vuosien 2014 ja 2019 aikana ja NDVI-aineisto muodostettiin puolestaan keskiarvona kesien 2015–2017 kuvista, joten se ei kuvaa tarkkaa ajanhetkeä, milloin henkilö altistuu vihreydelle. Ihmisten liikuntamäärä vaihtelee vuodenaikojen mukaan (Reilly & Peiser 2006), ja kyselyllä kerätty fyysisen aktiivisuuden aineisto kuvasti keskimääräistä liikkumista koko vuoden aikana. Jatkossa voisi myös tarkastella, onko vihreyden vuodenaikaisvaihtelulla merkittävää vaikutusta fyysiseen aktiivisuuteen.

Liikuntapaikkojen määrittelyyn käytettiin myös Corine maanpeiteaineistoa, joka voi vaikuttaa siihen, miksei sillä havaittu olevan tilastollisesti merkitsevää yhteyttä liikkumiseen. Corine maanpeiteaineisto on liian epätarkkaa havaitsemaan kaikkia liikuntapaikkoja, ja sen sijaan tutkimuksessa olisi tullut käyttää Jyväskylän yliopiston ylläpitämää LIPAS-aineistoa, joka sisältää sekä ulko- että sisäliikuntapaikat pistemäisenä aineistona (Jyväskylän yliopisto, Lipas Liikuntapaikat.fi). Tätä aineistoa käytettiin Halonen ym. (2015) tutkimuksessa, kun tarkasteltiin liikuntapaikkojen määrää ja etäisyyttä niihin omasta kotipaikasta.

Käveltävyysindeksin laskemisessa mahdolliset epätarkkuudet johtuivat maankäytön monimuotoisuuden sekä väestömäärään aineistoista. Käveltävyysindeksi on kehitetty Yhdysvalloissa (Frank ym. 2005), joissa on tyypillisempää, että maa-alalla on vain tietyntyypistä maankäyttöä, toisin kuin esimerkiksi Euroopassa, jossa samalla alueella voi olla useampia maankäyttömuotoja (Dobesova & Krivka 2012). Esimerkiksi Suomessa kaupunkien keskustoissa on kerrostaloja, joissa on kivijalkaliikkeitä ja ylempänä samassa talossa on asuinhuoneistoja. Asumisen ja kaupallisen luokan erottaminen toisistaan on hankalaa, ja Corine maanpeiteaineistossa on tästä johtuvia epätarkkuuksia, sillä yksi ruutu edustaa aina yhtä maankäytön muotoa, vaikka

todellisuudessa se ei sitä olisikaan. Dobesovan & Krivkan (2012) mukaan fyysistä aktiivisuutta tukee parhaiten maankäytön monimuotoisuus, joka koostuu asuntojen, kaupallisten ja toimistojen todellisesta kerrospinta-alasta.

Kerrospinta-ala-aineiston saatavuus paikkatietomuodossa voi olla kuitenkin haasteellista (Leslie ym. 2007). Suomessa Maanmittauslaitos ylläpitää yhteistyössä kuntien kanssa näitä tietoja, mutta ainakaan toistaiseksi aineisto ei ole avoimesti helposti saatavilla. Tieto ei ole salattua, joten teoriassa tällaisen aineiston käyttö olisi mahdollista, mutta sen kerääminen on työlästä, sillä se pitäisi pyytää jokaisesta kunnasta erikseen. Tämän vuoksi Corine maanpeiteaineiston käyttö on suoraviivaisempaa, mutta sen epätarkkuudet heijastuvat suoraan käveltävyysindeksin tarkkuuteen ja siten tuloksiin.

Käveltävyysindeksin määrittelyssä toinen aineistoon liittyvä haaste oli väestömäärä, sillä tässä käytettiin Tilastokeskusten 1 km x 1 km ruutuaineistoa. Tilastokeskus tuottaa myös tarkempaa YKR-dataa 250 x 250 metrin ruutukoossa, mutta se on maksullista, ja sitä ei ollut saatavilla tähän tutkimuskäyttöön. Lisäksi käveltävyysindeksiä ei laskettu maapinta-alalle niin kuin esim. Portegijs ym. (2017) on tehnyt, sillä eri asuinympäristövyöhykkeiden vertailtavuus olisi kärsinyt, sillä vesialueet tuli ottaa huomioon muissa indikaattoreissa.

5.3. Jatkotutkimusmahdollisuudet

Tämä tutkimus ei anna vastausta pari vuosikymmentä esillä olleeseen ongelmaan: mikä olisi sopivan kokoinen asuinympäristön määritelmä, kun tarkastellaan fyysistä aktiivisuutta ja ympäristön vaikutuksia. MAUP-ilmiön tilastolliseen testaukseen sopivan kokoinen asuinympäristön valitseminen olisi tärkeää, mutta vieläkin ei tiedetä, miten se tulisi tehdä (Labib ym. 2020). Lisäksi vyöhykemäiset asuinympäristöt ovat hyvin staattinen tapa määritellä asuinympäristö, mutta se on varsin käytetty menetelmä edelleen. Vyöhykkeiden määrittelemisen on nopeaa ja kustannustehokasta, joten kerralla voidaan tutkia suuria datamääriä. Vyöhykemäiset asuinympäristöt eivät kuitenkaan ole välttämättä paras mahdollinen tapa kuvata asuinympäristöä edes erikokoisilla säteillä määriteltynä. Tarkan GPS-aineiston lisäksi asuinympäristön ominaisuuksien vaikutuksia voitaisiin testata muodostamalla erilaisia aktiivisuusalueita, jotka muodostuvat yksilön arjen paikoista (Laatikainen ym. 2018).

Tässä tutkimuksessa ei myöskään kontrolloitu niin kutsuttua *self-selection* aspektia eli kausaalisuuden kysymyksiä. Tätä voidaan yrittää kartoittaa aineiston tuottamisvaiheessa, jossa kyselyllä selvitetään syitä, miksi henkilö on muuttanut asuinalueelle (Fong ym. 2018). Fyysisen aktiivisuuden on todettu myös vaihtelevan riippuen liikkumisen tyypistä, esimerkiksi työmatkaliikunnan ja arkiliikunnan välillä (McCormack & Shiell 2011). Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin fyysisen aktiivisuuden kokonaismäärää eli aineisto käsitti kaikki eri liikkumisen muodot. Jatkossa voisi selvittää, mitkä ympäristön piirteet edistävät arkiliikuntaa ja työmatkaliikennettä.

Tässä tutkimuksessa ei käsitelty erilaisia saavutettavuusindikaattoreita eli etäisyyksiä esimerkiksi viheralueisiin, puistoihin, sinialueisiin tai liikuntapaikkoihin, joilla on havaittu vaihtelevia yhteyksiä fyysiseen aktiivisuuteen (Halonen ym. 2015; Schipperijn ym. 2017; Völker ym. 2018; Klompaker ym. 2018). Lisäksi on lukuisia muita rakennetun ympäristön ominaisuuksia, joita ei tässä tutkimuksessa huomioitu, kuten valaistuksen määrää tai viheralueiden laatua (Brownson ym. 2009). Lisäksi, Sallis ym. (2016) huomasivat tutkimuksessaan, että useiden ympäristömuuttujien yhdistelmät selittivät paremmin vaihteluita liikkumisen määrässä verrattuna yksittäisiin

muuttujiin. Tämä tarkoittaa sitä, että aktiivisuutta edistävien ympäristöjen luomiseen tarvitaan monipuolista lähestymistapaa eri ominaisuuksien osa-alueilta. Jatkotutkimuksissa voisi kehittää ”yhteismallin”, joka koostuu useista eri asuin ympäristön ominaisuuksista. Käveltävyysindeksi on yksi esimerkki tällaisesta muuttujasta, mutta voisi pohtia, olisiko olemassa muita malleja, jotka koostuisivat esimerkiksi vihreydestä, sinialueista ja käveltävyydestä.

Tämän tutkimuksen menetelmät keskittyivät kvantitatiivisen aineiston analysointiin, vaikka fyysiseen aktiivisuuteen vaikuttavat lukuisat muut tekijät, kuin pelkästään objektiivisesti mitatut asuin ympäristön geospaatialiset ominaisuudet. Tiedetään, että muun muassa yksilön sosiaaliset suhteet, turvallisuuden tunne, kävelyteiden kunto, koiran tai auton omistaminen vaikuttavat kaikki henkilön fyysiseen aktiivisuuteen (Strath ym. 2012; Devereux-Fitzgerald ym. 2016; Salvo ym. 2018; Cole ym. 2019). Jotta voidaan ymmärtää kokonaisvaltaisesti ikääntyvien ihmisten liikkumista, tulisi sekä fyysisen ympäristön lisäksi ottaa huomioon yksilölliset kokemukset ja mieltymykset. Tällaisten kvantitatiivisen ja kvalitatiivisen aineiston hyödyntämistä tulisi pohtia jo tutkimusasetelmaa laatiessa (Diez Roux 2001).

Niin kuin jo Sallis (2009) totesi jo vuosikymmen sitten, mikään tutkimusala ei voi yksinään tarttua kaikkiin fyysisen aktiivisuuden ja asuin ympäristön vuorovaikutussuhteisiin. Tarvitaan yhteistyötä niin kansanterveystieteen, käyttäytymistieteen, maantieteen, arkkitehtien ja kriminologien välillä, jotta voidaan hahmottaa kaikkia niitä seikkoja, jotka liittyvä siihen, miten ihmiset liikkuvat ympäristössään. Jatkotutkimus tarvitsee poikkitieteellistä yhteistyötä, jotta voidaan ymmärtää syvemmin ympäristön ominaisuuksien ja fyysisen aktiivisuuden välisiä vuorovaikutussuhteita.

6. Johtopäätökset

Viher- ja sinialueeteeman ympäristöindikaattoreilla ei havaittu suurimmassa osassa tapauksissa ollenkaan tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä, ja kun havaittiin, yhteys oli negatiivinen. Tieverkostoon liittyvillä muuttujilla havaittiin puolestaan eniten tilastollisesti merkitseviä, positiivisia yhteyksiä ikääntyvien ihmisten liikkumisen määrään. Maanpeitteen monimuotoisuuden osalta ainoastaan 5-luokkaisella Shannonin tasaisuusindeksillä mitatulla monimuotoisuudella havaittiin positiivinen yhteys kahden suurimman asuinaluevyöhykkeen osalta. Asuinympäristön koko vaikuttaa tuloksiin siten, että mitä suurempi on asuinympäristön vyöhyke, sitä enemmän niillä havaitaan tilastollisesti merkitseviä yhteyksiä ympäristömuuttujan ja fyysisen aktiivisuuden välillä. Asuinpaikan sijainnilla tai kaupunki-maaseutumaisuudella ei havaittu tilastollisesti merkitsevää yhteyttä, joten tutkimukseen osallistujilla on yhtäläiset edellytykset harrastaa liikuntaa asuinpaikasta riippumatta.

Tässä tutkimuksessa käytettyjä menetelmiä voi jatkojalostaa myös muuhun tutkimukseen, kun halutaan tarkastella ympäristön ominaisuuksia. Tässä keskityttiin tarkastelemaan ikääntyvien ihmisten tutkimuskohorttia, mutta samoja menetelmiä voidaan soveltaa myös eri ikäluokkiin, ja menetelmiä voi myös kehittää edelleen. Indikaattoreita voi myös jatkossa muodostaa erilaisille aktiivisuusympäristöille, jotka kuvastavat tarkemmin yksilön liikkumista ympäristössä ja siten eri ympäristön ominaisuuksille altistumista.

Lähiasuinympäristöjen tutkimisesta voidaan myös laajentua tarkastelemaan kokonaisia kaupunginosia tai kaupunkeja, ja tutkia, vaihtelee esimerkiksi väestön demografiset ominaisuudet ympäristön piirteiden mukaan. Kunnilla on paljon paikkatietoaineistoa, mutta on mahdollista, että niitä ei käytetä esimerkiksi kaavoituksen tukena ja fyysisen aktiivisuuden edistämässä täydellä potentiaalilla. Tämä tutkimus tarjoaa menetelmäkirjaston, jolla voidaan fyysisen aktiivisuuden lisäksi tarkastella myös monia muita terveyden- ja hyvinvoinnin vasteita, ja kehittää hyvinvointia tukevia asuinympäristöjä.

Kiitokset

Ensimmäisenä haluan kiittää ohjaajaani Niina Käyhköä, jolta sain kuin tilauksesta aiheen, joka yhdisti sopivasti vahvuuksiani ja kiinnostuksen kohteitani, kun en itse osannut muotoilla niitä järkeväksi tutkimusaiheeksi. Täsmälliset ja asiantuntevat kommentit auttoivat myös eteenpäin. Kiitokset myös Carlos Gonzales Inca, jolta sain apua menetelmien valinnassa ja aineiston käsittelyssä.

Kiitos yhteistyöstä kansanterveystieteen laitoksen Sari Stenholm ja muu FIREA-tutkimusryhmän porukka, jolta sain fyysisen aktiivisuuden aineiston käyttööni ja vinkkejä tutkimusaiheen rajaukseen.

Kiitos myös perheelle ja ystäville tuesta, ja erityisesti opiskelukavereille, joilta sai aivan korvaamatonta vertaistukea tässä elämääkin suuremmalta tuntuvassa työssä.

Lopuksi vielä iso kiitos Samuelille, jonka tukea ilman graduprosessi olisi ollut huomattavasti raskaampi. Olemme seuranneet toistemme opiskelumatkaa hyväksyntäkirjeestä valmistumiseen asti, ja se on aika siistiä se!

Kirjallisuus

- Agresti, A. (2012). *Categorical data analysis. Wiley Series in Probability and Statistics 792*, 3. p. 742 s. New Jersey.
- Aktiivisena eläkkeelle. Eläkkeelle siirtyminen, terveys ja hyvinvointi. Finnish Retirement and Aging Study (FIREA). 24.6.2019. <<http://www.utu.fi/fi/yksikot/firea/Sivut/home.aspx>>
- Almanza, E., Jerret, M., Dunton, G., Seto, E. & M. A. Pentz (2012). A study of community design, greenness, and physical activity in children using satellite, GPS and accelerometer data. *Health & Place* 18, 46–54.
- Armstrong, M.P., Rushton, G. & D.L. Zimmerman (1999). Geographically masking health data to preserve confidentiality. *Statistics in Medicine* 18, 497–525.
- Barnes, W.L., Pagano, T.S. and V. V. Salomonson (1998). Prelaunch Characteristics of the Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) on EOS-AM1. *IEEE Trans. on Geoscience and Remote Sensing* 4, 1088–1100.
- Barnett, D.W., Barnett, A., Nathan, A., Van Cauwenberg, J. & E. Cerin (2017). Built environmental correlates of older adults' total physical activity and walking: a systematic review and meta-analysis. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 14: 103, 1–24.
- Bauman, A., Reis, R.S., Sallis, J.F., Wells, J.C., Loos, R.F. & B.W. Martin (2012). Correlates of physical activity: why are some people physically active and others not? *Lancet* 380, 258–271.
- Beaglehole, R., Bonita, R., Horton, R. ym. (2011). Priority actions for the non-communicable disease crisis. *Lancet* 377: 1438–47.
- Borodulin, K., Jousilahti, P., Mäki-Opas, T., Männistö, S., Valkeinen, H. & H. Wennman (2018). Fyysinen aktiivisuus ja istuminen. *Teoksessa* Koponen, P., Borodulin, K., Lundqvist, A., Sääksjärvi, K. & S. Koskinen (toim.): *Terveys, toimintakyky ja hyvinvointi Suomessa. FinTerveys 2017 -tutkimus*, 38–41.
- Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (2010). Neighbourhoods and health. *Teoksessa* Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (toim.): *A companion to health and medical geography*, 1–11. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Brown, S. C., Lombard, J., Wang, K., Byrne, M. M., Toro, M., Plater-Zeberk, E., Feaster, D. J. Kardys, J., Nardi, M. I., Perez-Gomez, G., Pantin, H. M. & J. Szapocznik (2016). Neighborhood Greenness and Chronic Health Conditions in Medicare Beneficiaries. *American Journal Preventative Medicine* 51:1,78–89.
- Browning, M. & K. Lee (2017). Within What Distance Does “Greenness” Best Predict Physical Health? A Systematic Review of Articles with GIS Buffer Analyses across the Lifespan. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14: 675, 1–21.
- Brownson, R.C., Hoehner, C.M., Day, K., Forsyth, A. & J.S. Sallis (2009). Measuring the built environment for physical activity. State of science. *American Journal of Preventive Medicine* 36:4S, S99–S123.
- Burton, N.W., Haynes, M., Wilson, L.-A. M., Giles-Corti, B., Oldenburg, B.F, Brown, W.J., Giskes, K. & G. Turrel (2009). HABITAT: A longitudinal multilevel study of physical activity change in mid-aged adults. *BMC Public Health* 9: 76, 1–11.

- Büttner, G. (2014). CORINE Land Cover and Land Cover Change products. *Teoksessa Manakos, I. & M. Braun (toim.): Land use and land cover mapping in Europe, Remote Sensing and Digital Image Processing* 18, 55–74.
- Campbell, J.B. & R.H. Wynne (2011). *Introduction to Remote Sensing*. 5. p. 667 s. Guilford Press, New York.
- Charreire, H., Mackenbach, J.D., Ouasti, M., Lakerveld, J., Compernelle, S., Ben-Rebah, M., McKee, M., Brug, J., Rutter, H. & J.-M. Oppert (2014). Using remote sensing to define environmental characteristics related to physical activity and dietary behaviours: A systematic review (the SPOTLIGHT project). *Health & Place* 25, 1–9.
- Chatterjee, S. & J.S. Simonoff (2012). *Handbook of Regression Analysis. Wiley Handbooks in Applied Statistics* 5. 252 s. New Jersey.
- Chaudhury, H., Campo, M., Michael, Y. & A. Mahmood (2016). Neighbourhood environment and physical activity in older adults. *Social Science & Medicine* 149, 104–113.
- Christian, H.E, Bull, F.C., Middleton, N.J., Knuiaman, M.W., Divitini, M.L., Hooper, P., Amarasinghe, A. & B. Giles-Corti (2011). How important is the land use mix measure in understanding walking behaviour? Results from the RESIDE study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 8: 55, 1–12.
- Cole, R., Koohsari, M.J., Carver, A., Owen, N. & T. Sugiyama (2019). Are neighborhood environmental attributes more important for older than for younger adults' walking? testing effect modification by age. *Journal of Aging and Physical Activity* 27, 354–359.
- Colombo, D., Serino, S., Tuena, C., Pedroli, E., Dakanalis, A., Cipresso, P. & G. Riva (2017). Egocentric and allocentric spatial reference frames in aging: a systematic review. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews* 80, 605–621.
- Coombes, E., Jones, A.P. & M. Hillsdon (2010). The relationship of physical activity and overweight to objectively measured green space accessibility and use. *Social Science & Medicine* 70, 816–822.
- Corine maanpeite (2018). Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 10.3.2020.
<<http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7B6833C06E-BF77-4F0B-A066-B94AE98392EA%7D>>
- Cutts, B.B., Darby, K.J., Boone, C.G. & A. Brewis (2009). City structure, obesity, and environmental justice: an integrated analysis of physical and social barriers to walkable streets and park access. *Social Science & Medicine* 69: 9, 1314–1322.
- Dadvand, P., Bartoll, X., Basagna, X., Dalmau-Bueno, A., Martinez, D., Ambros, A., Cirach, M., Triguero-Mas, M. Gascon, M., Borrell, C. & M. J. Nieuwenhuijsen (2016). Green spaces and General Health: Roles of mental health status, social support, and physical activity. *Environmental International* 91, 161–167.
- Dalton, A.M., Wareham, N., Griffin, S. & A.P. Jones (2016). Neighbourhood greenspace is associated with a slower decline in physical activity in older adults: A prospective cohort study. *SSM -Population Health* 2, 683–691.
- Devereux-Fitzgerald, A., Powell, R., Dewhurst, A. & Fench (2016). The acceptability of physical activity interventions to older adults: A systematic review and meta-synthesis. *Social Science & Medicine* 158, 14–23.

- Dewulf, B., Neutens, T., Van Dyck, D., de Bourdeaudhuij, I., Broekx, S., Beckx, C. & N. Van de Weghe (2016). Associations between time spent in green areas and physical activity among late middle-aged adults. *Geospatial Health* 11: 411, 225–232.
- Diez Roux, A.V. (2001). Investigating neighborhood and area effects on health. *American Journal of Public Health* 91: 11, 1783–1789.
- Dobesova, Z. & T. Krivka (2012). Walkability Index in the Urban Planning: A Case Study in Olomouc City. *Teoksessa Burian, J. (toim.) Advances in spatial planning*, 179–196. InTech, Croatia.
- Drusch, M., Del Bello, U., Carlier, S., Colin, O., Fernandez, V., Gascon, F., Hoersch, B., Isola, C., Laberinti, P., Martimort, P., Meygret, A., Spoto, F., Sy, O., Marchese, F., & P. Bargellini (2012). Sentinel-2: ESA's Optical High-Resolution Mission for GMES Operational Services. *Remote Sensing of Environment* 120, 25–36.
- Ellaway, A. & S. Macintyre (2010). Neighbourhoods and health. *Teoksessa Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (toim.): A companion to health and medical geography*, 399–417. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS Statistics*. 5. p. 1070 s. SAGE Publications, Lontoo.
- Fletcher-Lartey, S.M. & G. Caprarelli (2016). Application of GIS technology in public health: successes and challenges. *Parasitology* 143, 401–415.
- Fong, K.C., Hart, J.E. & P. James (2018). A review of epidemiologic studies on greenness and health: updated literature through 2017. *Current Environmental Health Reports* 5, 77–87.
- Fragstats diversity metrics (2020). 19.3.2020.
<<http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/documents/Metrics/Diversity%20Metrics/DIVERSITY%20METRICS.htm>>
- Frank, L.D., Schmid, T.L., Sallis, J.F., Chapman, J. & B.E. Saelens (2005). Linking objectively measured physical activity with objectively measured urban form. Findings from SMARTRAQ. *American Journal of Preventative Medicine* 28: 2S2, 117–125.
- Frank, L.D., Sallis, J.F., Leary, L., Cain, K., Conway, T.L. & P.M. Hess (2009). The development of a walkability index: application to the Neighborhood Quality of Life Study. *British Journal of Sports Medicine* 44, 924–933.
- Frank, S., Fürst, C., Koschke, L., Witt, A. & F. Makeschin (2013). Assessment of landscape aesthetics—validation of a landscape metrics-based assessment by visual estimation of the scenic beauty. *Ecological Indicators* 32, 222–231.
- Frumkin, H., Wendel, A.M., Abrams, R.F & E. Malizia (2011). An Introduction to Healthy Places. *Teoksessa Dannenberg, A.L., Frumkin, H. & R.J. Jackson (toim.): Making Healthy Places. Designing and Building for Health, Well-being, and Sustainability*, 3–30. Island Press, Lontoo.
- Fuertes, E., Markevych, I., Bowatte, G., Gruziova, O., Gehring, U., Becker, A., Berdel, D., von Berg, A., Bergström, A., Brauer, M., Brunekreef, B., Brüske, I., Carlsten, C., Chan-Yeung, M., Dharmage, S.C., Hoffmann, B., Klümper, C., Koppelman, G.H., Kozyrskyj, A., Korek, M., Kull, I., Lodge, C., Lowe, A., MacIntyre, E., Pershagen, G., Standl, M., Sugiri, D., Wijga, A. & J. Heinrich, J. (2016). Residential greenness is differentially associated with childhood

- allergic rhinitis and aeroallergen sensitization in seven birth cohorts. *Allergy* 71: 10, 1461–1471.
- Gartrell, A.C. (2002). *Geographies of health. An Introduction*. 294 s. Blackwell Publishers Ltd, Oxford.
- Gascon, M., Zijlstra W., Vert, C., White, M.P. & M.J. Nieuwenhuijsen (2017). Outdoor blue spaces, human health and well-being: A systematic review of quantitative studies. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 220, 1207–1221.
- Geoinformatiikan sanasto (2018). Sanastokeskus TSK. Maanmittauslaitos, Helsinki. 4. p. 126 s.
- Gesler, W.M. (1992). Therapeutic landscapes: medical issues in light of the new cultural geography. *Social Science and Medicine* 34: 7, 735–746.
- Giraldo, M.A., Chaudhari, L.S. & L.O. Schulz (2012). Land-use and land-cover assessment for the study of lifestyle change in a rural Mexican community: The Maycoba Project. *International Journal of Health Geographics*. 11: 27, 1–9.
- Gorelick, N., Hancher, M., Dixon, M., Ilyushenko, S., Thau, D. & R. Moore (2017). Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. *Remote Sensing of Environment* 202, 18–27.
- Green, C. (2012). Geographic Information Systems and public health: Benefits and challenges. *Purple Paper* 37, 1–12.
- Grellier, J., White, M.P., Albin, M., Bell, S., Elliott, L.R., Gascón, M., Gualdi, S., Mancini, L., Nieuwenhuijsen, M.J., Sarigiannis, D.A., van den Bosch, M., Wolf, T., Wuijts, S. & L.E. Fleming (2017). BlueHealth: a study programme protocol for mapping and quantifying the potential benefits to public health and well-being from Europe's blue spaces. *BMJ Open* 7, 1–10.
- Griffith, D.A. (1992). What is spatial autocorrelation? Reflections on the past 25 years of spatial statistics. *L'Espace géographique* 21: 3, 265–280.
- Hallintorajat (2017). Maanmittauslaitos, Helsinki. 10.3.2020.
<<https://etsin.fairdata.fi/dataset/e746fb84-d2c9-49cf-af6e-4d358326e84a>>
- Halonen, J.I, Stenholm, S., Kivimäki, M., Pentti, J., Subramanian, S.V., Kawachi, I. & J. Vahtera (2015). Is change in availability of sports facilities associated with change in physical activity? A prospective cohort study. *Preventive Medicine* 73, 10–14.
- Handy, S. L., Boarnet, M. G., Ewing, R., & R.E. Killingsworth (2002). How the built environment affects physical activity. *American Journal of Preventive Medicine* 23: 2 S, 64–73.
- Helminen, V., Nurmio, K., Rehunen, A., Ristimäki, M., Oinonen, K., Tiitu, M., Kotavaara, O., Antikainen, H. & J. Rusanen (2014). Kaupunki-maaseutu-alueuokitus. Paikkatietoihin perustuvan alueuokituksen muodostamisperiaatteet. *Suomen ympäristökeskuksen raportteja* 25. 64 s.
- Heywood, I., Cornelius, S & S. Carver (2011). *An introduction to geographical information systems*. 4. p. 446 s. Pearson, Lontoo.
- Hillsdon, M., Coombes, E., Griew, P. & A. Jones (2015). An assessment of the relevance of the home neighbourhood for understanding environmental influences on physical activity: how far from home do people roam? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 12: 100, 1–8.

- Husu, P., Sievänen, H., Tokola, K., Suni, J., Vähä-Ypyä, H., Mänttari, A. & T. Vasankari (2018). Suomalaisten objektiivisesti mitattu fyysinen aktiivisuus, paikallaanolo ja fyysinen kunto. *Opetus- ja kulttuuriministeriön julkaisuja* 30/2018. Helsinki. 57 s.
- Härmä, O. (2020). Sähkömagneettinen säteily. e-Oppi Oy.
- Jakubowski, B. & H. Frumkin (2010). environmental metrics for community health improvement. *Preventing Chronic Disease* 7: 4, 1–10.
- Jalkanen, R., Kajaste, T., Kauppinen, T., Pakkala, P. & C. Rosengren (2017). *Kaupunkisuunnittelu ja asuminen*. 4. p. 283 s. Rakennustieto Oy, Helsinki.
- James, P., Banay, R. F., Hart, J. E. & F. Laden (2015). A Review of the Health Benefits of Greenness. *Environmental Epidemiology* 2, 131–142.
- Jia, X., Yu, Y., Xia, W., Masri, S., Sami, M., Hu, Z., Yu, Z. & J. Wu (2018). Cardiovascular diseases in middle aged and older adults in China: the joint effects and mediation of different types of physical exercise and neighborhood greenness and walkability. *Environmental Research* 167, 175–183.
- Jones, H.G. & R.A. Vaughan (2010). *Remote sensing of vegetation. Principles, techniques, and applications*. 353 s. Oxford University Press, New York.
- Kabisch, N., Strohbach, M., Haase, D. & J. Kronenberg (2016). Urban green space availability in European cities. *Ecological Indicators* 70, 586–596.
- Katzmarzyk, P.T. & C. Mason (2009) The physical activity transition. *Journal of Physical Activity and Health* 6, 269–280.
- Keskinen, K.E., Rantakokko, M., Suomi, K., Rantanen, T. & E. Portegijs (2018). Nature as a facilitator for physical activity: Defining relationships between the objective and perceived environment and physical activity among community-dwelling older people. *Health & Place* 49, 111–119.
- Klompmaaker, J.O., Hoek, G., Bloemsma, L.D., Gehring, U., Strak, M., Wijga, A.H., van den Brink, C., Brunekreef, B., Lebret, E. & N.A.H. Janssen (2018). Green space definition affects associations of green space with overweight and physical activity. *Environmental Research* 160, 531–540.
- Kohl, H. W., Craig, C.L., Lambert, E.V, Inoue, S., Alkandari, J.R., Leetongin, G. & S. Kahlmeier (2012). The pandemic of physical inactivity: global action for public health. *Lancet* 380, 294–305.
- Korpela, M., Ylen, M., Tyrväinen, L. & H. Silvennoinen (2010). Favorite green, waterside and urban environments, restorative experiences and perceived health in Finland. *Health Promotion International* 25: 2, 200–209.
- Kramer, D., Maas, J., Wingen, M. & A.E. Kunst (2013). Neighbourhood safety and leisure-time physical activity among Dutch adults: a multilevel perspective. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 10: 11, 1–10.
- Laatikainen, T.E., Hasanzadeh, K. & M. Kyttä (2018). Capturing exposure in environmental health research: challenges and opportunities of different activity space models. *International Journal of Health Geographies* 17: 29, 1–14.
- Labib, S.M., Lindley, S. & J.J. Huck (2020). Spatial dimensions of the influence of urban green-blue spaces on human health: A systematic review. *Environmental Research* 180, 1–22.

- Laitio, M. & O. Maijala (2010). Alueidenkäytön strateginen ohjaaminen. *Suomen ympäristö 28/2010*. Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto, Helsinki. 58 s.
- Lane, K.J., Stokes, E.C., Seto, K.C., Thanikachalam, S., Thanikachalam, M. & M.L. Bell (2017). Associations between greenness, impervious surface area, and nighttime lights on biomarkers of vascular aging in Chennai, India. *Environmental Health Perspectives* 1–8.
- Lavender, S. & A. Lavender (2015). *Practical handbook of Remote Sensing*. 203 s. Routledge Handbooks Online.
- Lee, I.M., Shiroma, E.J., Lobelo, F., Puska P., Blair, S.N. & P.T. Katzmarzyk (2012). Effect of physical inactivity on major non-communicable diseases worldwide: and analysis of burden of disease and life expectancy. *Lancet* 380: 219–99.
- Leskinen, T., Stenholm, S., Aalto, V., Head, J., Kivimäki, M. & J. Vahtera (2018a). Physical activity level as a predictor of healthy and chronic disease-free life expectancy between ages 50 and 75. *Age and ageing* 0, 1–7.
- Leskinen, T., Pulakka, A., Heinonen, O.J., Pentti, J. Kivimäki, M., Vahtera, J. & S. Stenholm (2018b). Changes in non-occupational sedentary behaviours across the retirement transition: the Finnish Retirement and Aging (FIREA) study. *Journal of Epidemiology and Community Health* 0, 1–7.
- Leslie, E., Coffee, N., Frank, L., Owen, N., Bauman, A. & G. Hugo (2007). Walkability of local communities: Using geographic information systems to objectively assess relevant environmental attributes. *Health & Place* 13, 111–122.
- Li, Y, Yatsua, H., Hanibuchi, T., Hirakawa, Y., Ota, A., Uemura, M., Chiang, C., Otsuka, R., Murata, C., Tamakoshi, K., Toyoshima, H. & A. Aoyama (2018). The association between objective measures of residence and worksite neighborhood environment, and self-reported leisure-time physical activities: The Aichi Workers' Cohort Study. *Preventive Medicine Reports* 11, 282–289.
- Liikkumalla terveyttä – askel kerrallaan (2019). Viikoittainen liikkumisen suositus 18–64-vuotiaille. UKK-instituutti. 8.2.2020.
<<https://www.ukkinstituutti.fi/liikkumisensuositus/aikuisten-liikkumisen-suositus>>
- Lillesand, T.M., Kiefer, R.W. & J.W. Chipman (2015). *Remote Sensing and Image Interpretation*. 7. p. 736 s. John Wiley & Sons, Chichester.
- Lyseen, A.K., Nøhr, C., Sørensen, E.M., Gudes, O., Geraghty, E.M., Shaw, N.T. & C. Bivona-Tellez (2014). A Review and Framework for Categorizing Current Research and Development in Health Related Geographical Information Systems (GIS) Studies. *IMIA Yearbook of Medical Informatics* 110, 110–124.
- Maankäyttö- ja rakennuslain uudistus (2019). Ympäristöministeriö. 8.2.2020.
<<https://www.ym.fi/mrluudistus>>
- Maastotietokanta (2019). Maanmittauslaitos, Helsinki. 10.3.2020.
<<https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset/maastotietokanta-0>>
- Markevych, I., Standl, M., Sugiri, D., Harris, C., Maier, W., Berdel, D. & J. Heinrich (2016). Residential greenness and blood lipids in children: a longitudinal analysis in GINIplus and LISApplus. *Environmental Research* 151, 168–173.

- Markevych, I., Schoierer, J., Hartig, T., Chudnovsky, A., Hystad, P., Dzhambov, A.M., de Vries, S., Triguero-Mas, M., Brauer, M., Nieuwenhuijsen, M.J., Lupp, G., Richardson, E.A., Astell-Burt, T., Dimitrova, D., Feng, X., Sadeh, M., Standl, M., Heinrich, J. & E. Fuertes (2017). Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environmental Research* 158, 301–317.
- Mayer, J.D. (2010). Medical geography. *Teoksessa Brown, T., McLafferty, S. & G. Moon (toim.): A companion to health and medical geography*, 33–54. Wiley-Blackwell, Oxford.
- McCormack, G. & A. Shiell (2011). In search of causality: a systematic review of the relationship between the built environment and physical activity among adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical activity* 8: 125, 1–11.
- McPhee, J.S., French, D.P., Jackson, D., Nazroo, J., Pendleton, N. & H. Degens (2015). Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology* 17, 567–580.
- Milanović, Z., Pantelić, S., Trajković, N., Sporiš, G., Kostić, R. & N. James (2013). Age-related decrease in physical activity and functional fitness among elderly men and women. *Clinical Interventions in Aging* 8, 549–556.
- MRL = Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132). 8.2.2020. <www.finlex.fi>
- Nordbø, E.C, Nordh, H., Raanaas, R.K. & G. Aamodt (2018). GIS-derived measures of the built environment determinants of mental health and activity participation in childhood and adolescence: A systematic review. *Landscape and Urban Planning* 177, 19–37.
- Nykiforuk, C.I.J. & L.M. Flaman (2011). Geographic Information Systems (GIS) for Health Promotion and Public Health: A Review. *Health Promotion Practice* 12: 1, 63–73.
- Openshaw, S., & P. Taylor (1979). A million or so correlated coefficients. *Teoksessa Wrigley, N. & R. Bennet (toim.): Statistical applications in the spatial sciences*, 127–144. Routledge and Keagan Publishers, Lontoo.
- Ord, K., Mitchell, R. & J. Pearce (2013). Is level of neighbourhood green space associated with physical activity in green space? *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 10: 127, 1–8.
- Picavet, H.S.J., Milder, I., Kruize, H., de Vries, S., Hermans, T. & W. Wandel-Vos (2016). Greener living environment healthier people? Exploring green space, physical activity and health in the Doetinchem Cohort Study. *Preventive Medicine* 89, 7–14.
- Pietilä, M., Neuvonen, M., Borodulin, K., Korpela, K., Sievänen, T. & L. Tyrväinen (2015). Relationships between exposure to urban green spaces, physical activity and self-rated health. *Journal of Outdoor Recreation and Tourism* 10, 44–54.
- Portegijs, E., Keskinen, K.E., Tsai, L.-T., Rantanen, T. & M. Rantakokko (2017). Physical limitations, walkability, perceived environmental facilitators and physical activity of older adults in Finland. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14: 333, 1–14.
- Pratt, M., Macera, C. A., Sallis, J. F., O'Donnell, M., & L.D. Frank (2004). Economic interventions to promote physical activity: Application of the SLOTH model. *American Journal of Preventive Medicine* 27: 3, 136–145.

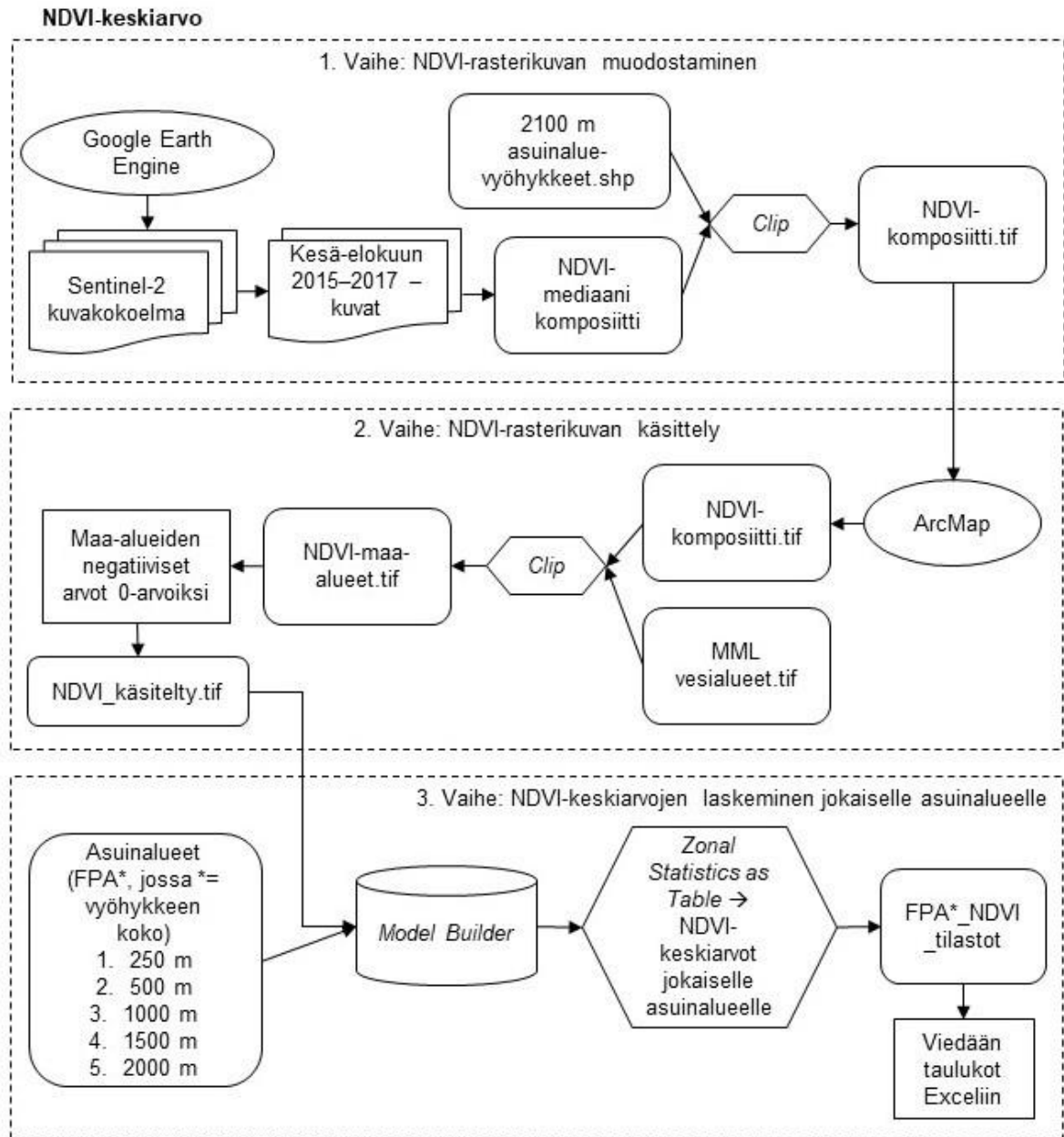
- Prins, R.G., Pierik, F., Etman, A., Sterkenburg, R.P., Kamphuis, C.B.M. & F.J. van Lenthe (2014). How many walking and cycling trips made by elderly are beyond commonly used buffer sizes: Results from a GPS study. *Health & Place* 27, 127–133.
- Ranta10 - rantaviiva 1:10 000 ja uomaverkosto (2016). Suomen ympäristökeskus, Helsinki. 10.3.2020.
<<http://metatieto.ymparisto.fi:8080/geoportal/catalog/search/resource/details.page?uuid=%7BA40A94CB-4905-4489-9C03-52B6CE9F66CD%7D>>
- Reid, C.E., Kubzansky, L.D., Li, J., Shmool, J.L. & J.E. Clougherty (2018). It's not easy assessing greenness: a comparison of NDVI datasets and neighborhood types and their associations with self-rated health in New York City. *Health & Place* 54, 92–101.
- Reilly, T. & B. Peiser (2006). Seasonal variations in health-related human physical activity. *Sports Medicine* 36: 6, 473–485.
- Rhew, I.C., Vander Stoep, A., Kearney, A., Smith, N.L. & M.D. Dunbar (2011). Validation of the Normalized Difference Vegetation Index as a measure of neighborhood greenness. *Annals of Epidemiology* 21: 12, 946–952.
- Root, E.D. (2012). Moving neighborhoods and health research forward: using geographic methods to examine the role of spatial scale in neighborhood effects on health. *Annals of the Association of American Geographers* 102: 5, 986–995.
- Rouse, J. W., Haas, R. H., Schell, J. A., Deering & W. D. (1973). Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: Third ERTS Symposium, NASA SP-351, 309–317.
- Sallis, J.F. (2000). Age-related decline in physical activity: a synthesis of human and animal studies. *Medicine and Science in Sports and Exercise* 32: 9, 1598–1600.
- Sallis, J.F. (2009). Measuring physical activity environments. A brief history. *American Journal of Preventative Medicine* 36: 4S, S86–S92.
- Sallis, J.F., Bowles, H.R., Bauman, A., Ainsworth, B.E., Bull, F.C., Craig, C.L., Sjöström, M., De Bourdeaudhuij, I., Lefevre, J., Matsudo, V., Matsudo, S., Macfarlane, D.J., Gomez, L.F., Inoue, S., Murase, N., Volbekiene, V., McLean, G., Carr, H., Heggbo, L.K., Tomten, H. & P. Bergman (2009). Neighborhood environments and physical activity among adults in 11 countries. *American Journal of Preventative Medicine* 36: 6, 484–490.
- Sallis, J.F., Millstein, R.A. & J.A. Carlson (2011). Community design for physical activity. *Teoksessa* Dannenberg, A.L., Frumkin, H. & R.J. Jackson (toim.): *Making healthy places. Designing and building for health, well-being, and sustainability*, 33–49. Island Press, Lontoo.
- Sallis, J.F., Cerin, E., Conway, T.L., Adams, M.A., Frank, L.D., Pratt, M., Salvo, D., Schipperijn, J., Smith, G., Cain, K.L., Davey, R., Kerr, J., Lai, P., Mitáš, J., Reis, R., Sarmiento, O.L., De Bourdeaudhuij, I. & N. Owen (2016). Physical activity in relation to urban environments in 14 cities worldwide: a cross-sectional study. *Lancet* 387, 2207–2217.
- Salvo, G., Lashewicz, B.M., Doyle-Baker, P.K. & G.R. McGormack (2018). Neighbourhood Built environment influences on physical activity among adults: A systematized review of qualitative evidence. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15: 897, 1–21.
- Schipperijn, J., Cerin, E., Adams, M.A., Reis, R., Smith, G., Cain, K., Christiansen, L.B., van Dyck, D., Gidlow, C., Frank, L.D., Mitáš, J., Pratt, M., Salvo, D., Schofield, G. & J.F. Sallis (2017).

- Access to parks and physical activity: An eight country comparison. *Urban Forestry and Urban Greening* 27, 253–263.
- Shaw, N.T. & S.K. McGuire (2017). Understanding the use of geographical information systems (GISs) in health informatics research: a review. *Journal of Innovation in Health Informatics* 24: 2, 228–233.
- Song, Y., Merlin, L. & D. Rodriguez (2013). Comparing measures of urban land use mix. *Computers, Environment & Urban Systems* 42, 1–13.
- Steinberg, S.L. & S.J. Steinberg (2015). *GIS research methods: Incorporating spatial perspectives*. 434 s. Esri Press, California.
- Stenholm, S., Pulakka, A., Kawachi, I., Oksanen, T., Halonen, J.I., Aalto, V., Kivimäki & J. Vahtera (2016). Changes in physical activity during transition to retirement: a cohort study. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 13: 51, 1–8.
- Strath, S.J., Greenwald, M.J., Isaacs, R., Hart, T.L., Lenz, E.K., Dondzila, C.J. & A.M. Swartz (2012). Measured and perceived environmental characteristics are related to accelerometer defined physical activity in older adults. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity* 9: 40, 1–9.
- Sun, Z., Wang, C., Guo, H. & R. Shang (2017). A Modified Normalized Difference Impervious Surface Index (MNDISI) for automatic urban mapping from Landsat imagery. *Remote Sensing* 9: 942, 1–18.
- Suomi lukuina (2019). Tilastokeskus, Helsinki. 8.2.2020. <www.stat.fi>
- Tamura, K., Wilson, J.S., Goldfeld, K., Puett, R.C., Klenosky, D.B., Harper, W.A. & P.J. Troped (2019). Accelerometer and GPS data to analyze built environments and physical activity. *Research Quarterly for Exercise and Sport* 90: 3, 395–402.
- Tobler, W.R. (1970). A computer movie simulating urban growth in the Detroit region. *Economic Geography*, 46, 234–240.
- Tyrväinen, L., Silvennoinen, H., Korpela, K. & M. Ylen (2007). Luonnon merkitys kaupunkilaisille ja vaikutus psyykkiseen hyvinvointiin. *Metlan työraportteja* 52: 57–77
- UN Environment and International Energy Agency (2017). *Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector*. Global Status Report 2017.
- UNDESA = United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision (ST/ESA/SER.A/420)*. New York: United Nations. 103 s.
- Väestöruutuaineisto 1 km x 1 km (2018). Tilastokeskus, Helsinki. 17.11.2018. <https://www.stat.fi/org/avoindata/paikkatietoaineistot/vaestoruutuaineisto_1km.htm>
- Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista (2017). Ympäristöministeriö. 8.2.2020. <[https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet\(13419\)](https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Elinymparisto_ja_kaavoitus/Maankayton_suunnittelujarjestelma/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet/Valtakunnalliset_alueidenkayttotavoitteet(13419))>
- Van Cauwenberg, J., Nathan, A., Barnett, A., Barnett, D.W. & E. Cerin (2018). Relationships between neighbourhood physical environmental attributes and older adults' leisure-time physical activity: a systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine* 48, 1635–1660.

- Vasankari, T. & P. Kolu (2018). Liikkumattomuuden lasku kasvaa – vähäisen fyysisen aktiivisuuden ja heikon fyysisen kunnan yhteiskunnalliset kustannukset. *Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja* 31. 70 s.
- Villanueva, K., Knuiman, M., Nathan, A., Giles-Corti, B., Christian, H., Foster, S. & F. Bull (2014). The impact of neighborhood walkability on walking: Does it differ across adult life stage and does neighborhood buffer size matter? *Health & Place* 25, 43–46.
- Villeneuve, P. J., Jerret, M., Su, J. G., Burnett, R. T., Chen, H., Wheeler, A. J. & M. S. Goldberg (2012). A cohort study relating urban green space with mortality in Ontario, Canada. *Environmental Research* 115, 51–58.
- Vireyttä liikkumalla. (2019). Viikoittainen liikkumisen suositus yli 65-vuotiaille. UKK-instituutti. 8.2.2020. <<https://www.ukkinstituutti.fi/liikkumisensuositus/yli-65-vuotiaiden-liikkumisen-suositus>>
- Völker, S., Heiler, A., Pollman, T., Claßen, T., Hornberg, C. & T. Kistemann (2018). Do perceived walking distance to and use of urban blue spaces affect self-reported physical and mental health? *Urban Forestry and Urban Greening* 29, 1–9.
- Weng, Q. (2012). Remote sensing of impervious surfaces in the urban areas: Requirements, methods, and trends. *Remote Sensing of Environment* 117, 34–49.
- Wilcox, R. (2012). *Introduction to robust estimation and hypothesis testing*, 3. p. 690 s. Academic Press, Amsterdam.
- Witten, K., Blakely, T., Bagheri, N., Badland, H., Ivory, V., Pearce, J., Mavoa, S., Hinckson, E. & G. Schofield (2012). Neighborhood built environment and transport and leisure physical activity: findings using objective exposure and outcome measures in New Zealand. *Environmental Health Perspectives* 120: 7, 971–977.
- Xue, J. & B. Su (2017). Significant remote sensing vegetation indices: a review of developments and applications. *Journal of Sensors* 2017, 1–17.

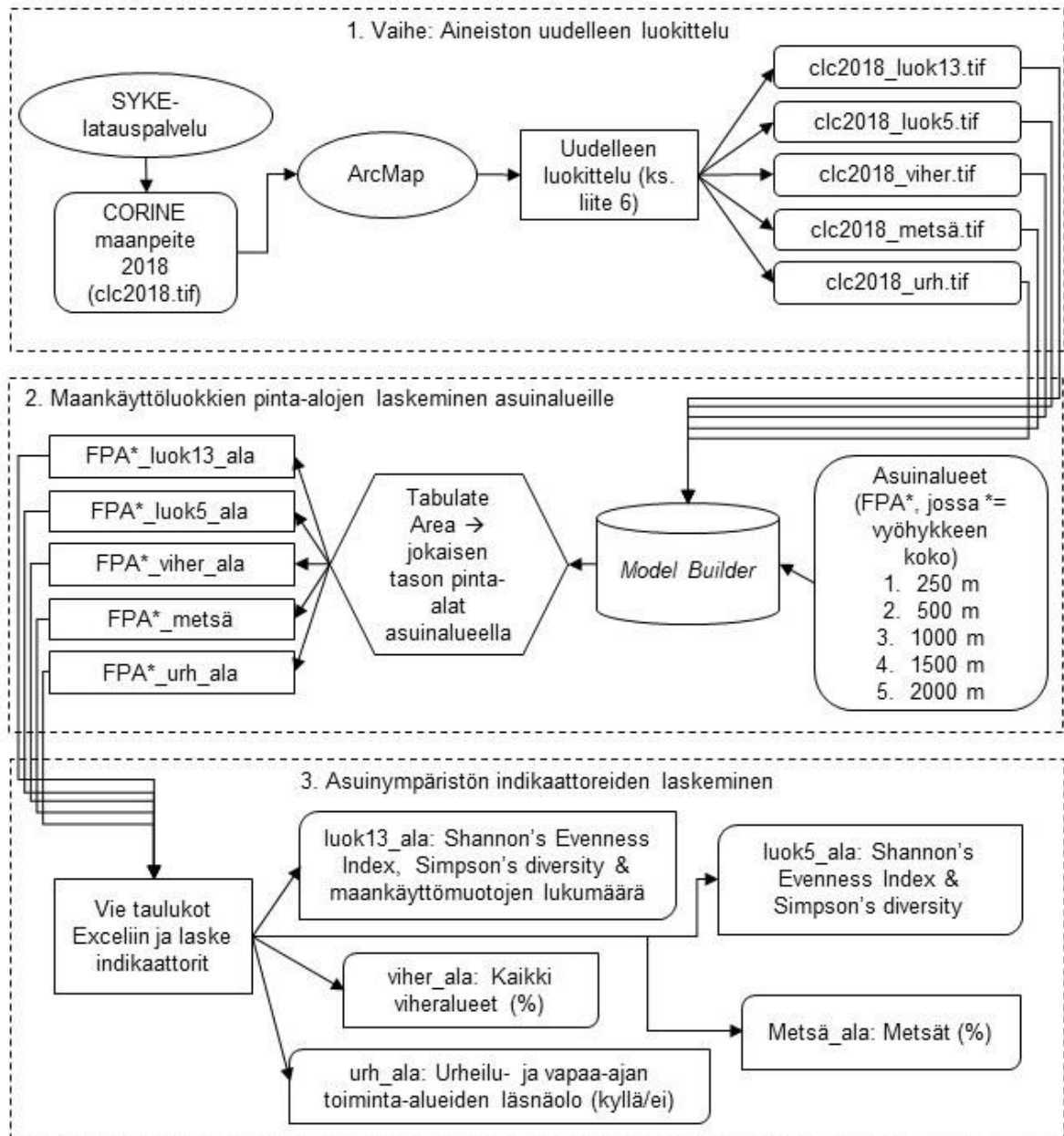
Liitteet

Liite 1. NDVI-keskiarvo-indikaattorin muodostaminen



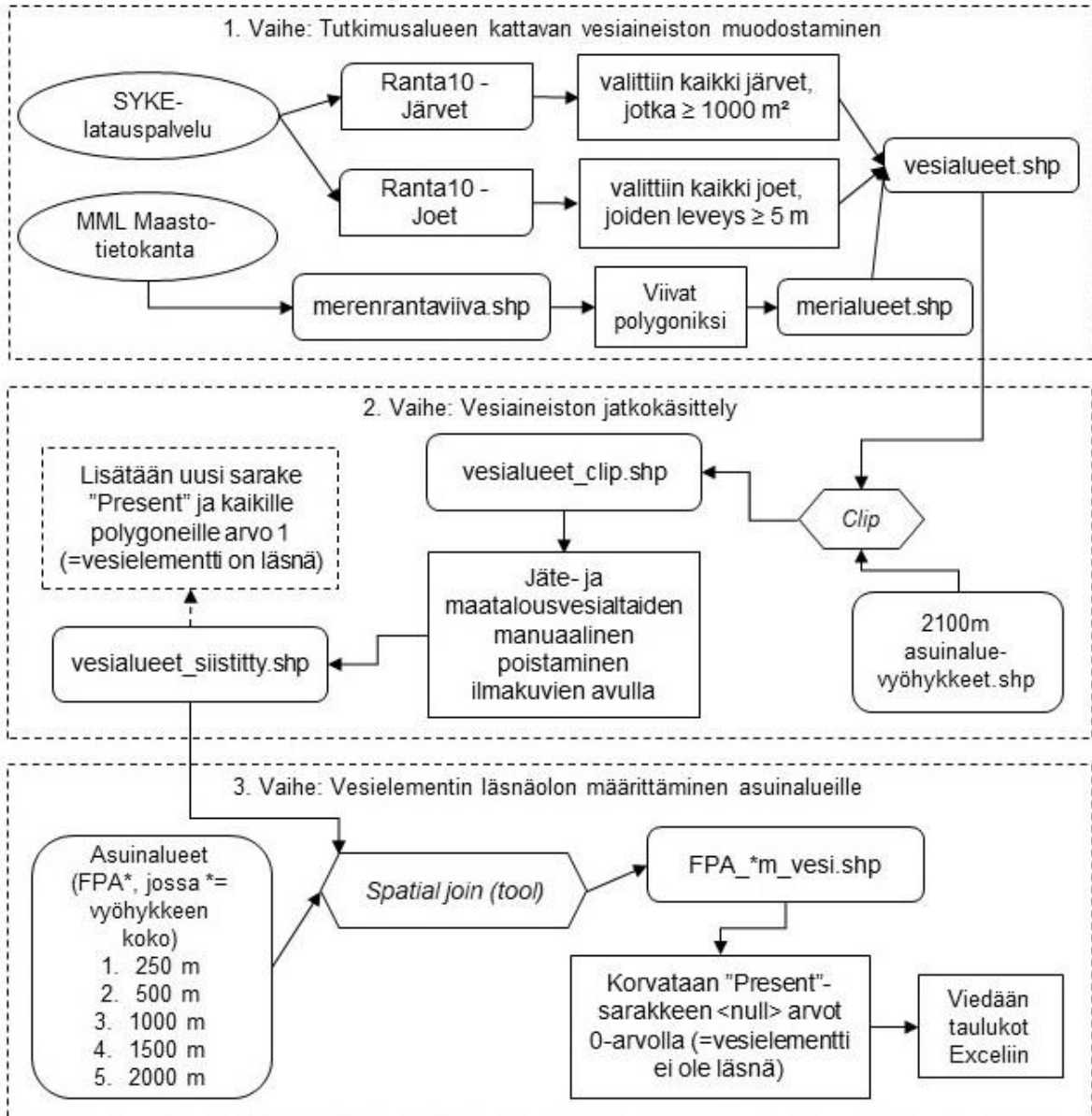
Liite 2. Corine 2018 maanpeiteaineistosta johdetut indikaattorit

CORINE 2018 maanpeiteaineistosta johdetut indikaattorit

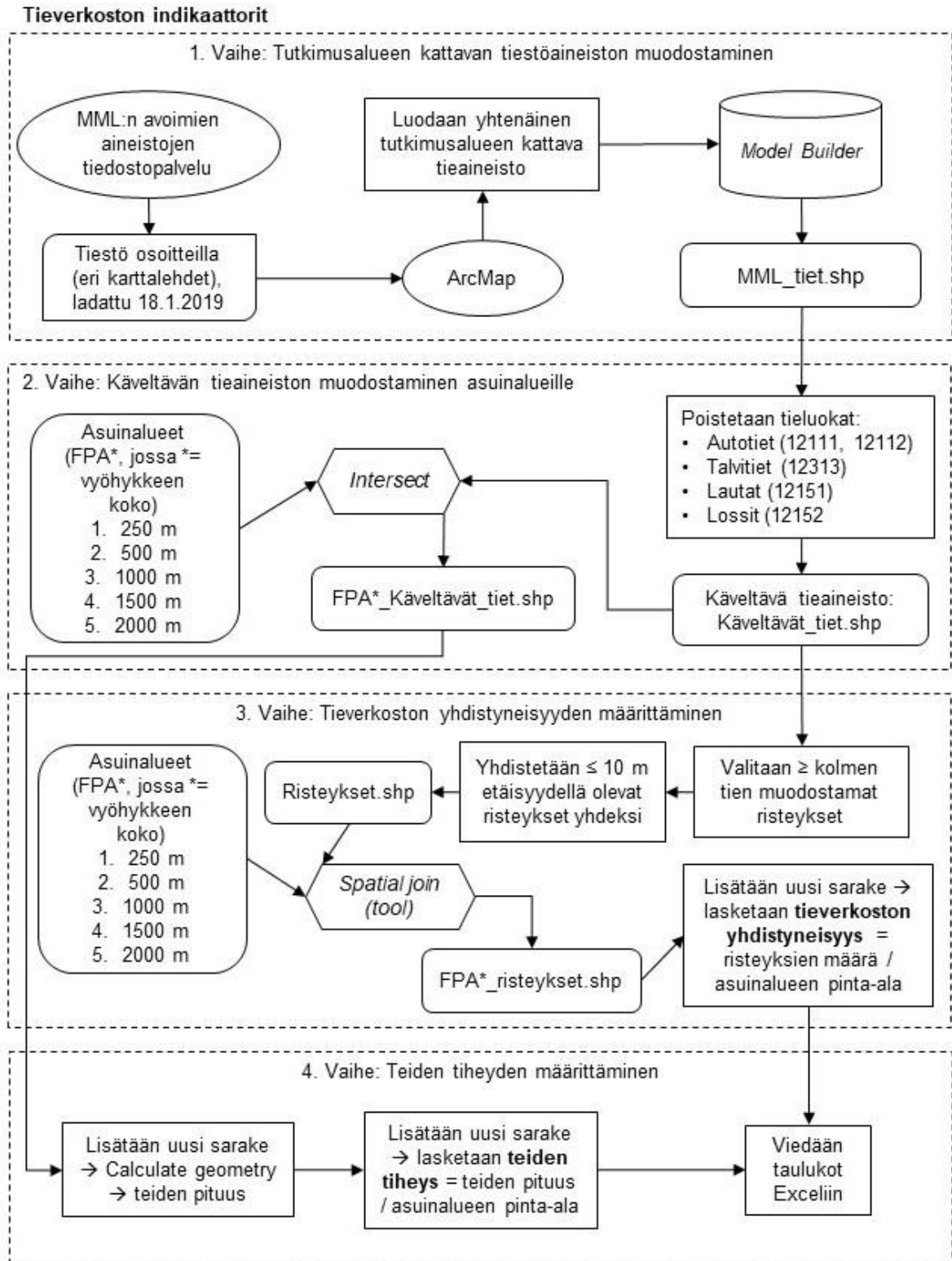


Liite 3. Vesielementin läsnäolo -muuttujan muodostaminen

Vesielementin läsnäolo -muuttuja

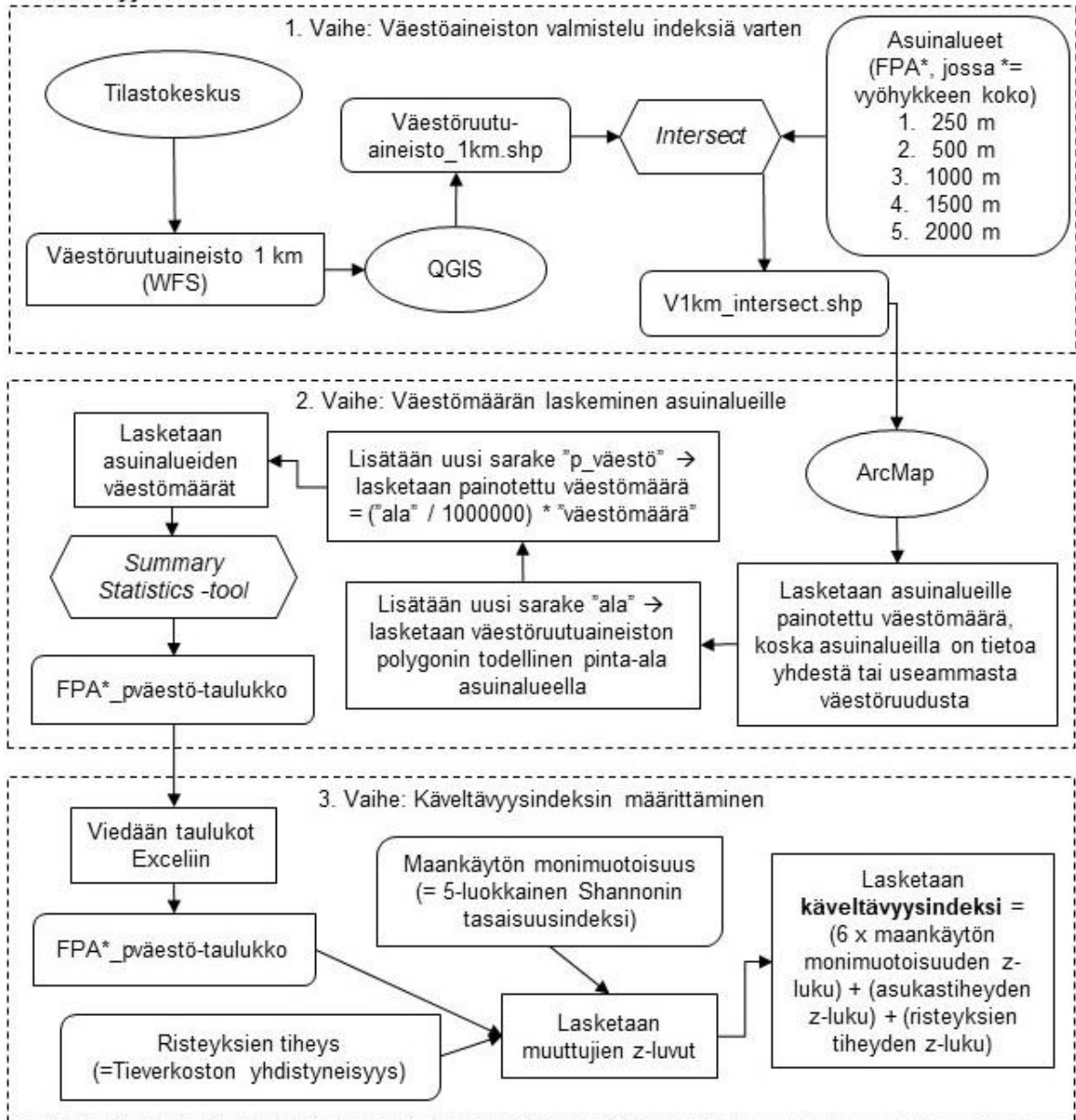


Liite 4. Tieverkoston indikaattorit



Liite 5. Käveltävyyssindeksin määrittely

Käveltävyyssindeksi



Liite 6. Ympäristöindikaattoreissa käytetyt Corine 2018 maanpeiteaineiston luokittelut

Kaikki viheralueet

Level4 luokka 1411 "Puistot" +
Level1 luokat 2 "Maatalousalueet", 3 "Metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat"
ja 4 "Kosteikot ja avoimet suot"

Metsät

Level2 luokka 31 "Sulkeutuneet metsät"

Urheilu- ja vapaa-ajan toiminta-alueet

Level4 luokat 1411 "Puistot", 1422 "Muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta -alueet",
1423 "Golfkentät" ja 1424 "Raviradat"

5-jakoinen luokittelu: Shannonin tasaisuus- ja käveltyvyysindeksi (Portegijs ym. 2017 mukaillen)

1. Asuinalueet
Level4 luokat 1111 "Kerrostaloalueet" ja 1121 "Pientaloalueet"
2. Palvelut
Level4 luokka 1211 "Palveluiden alueet"
3. Virkistys- ja vapaa-ajan toiminta-alueet
Level2 luokka 14 "Virkistys- ja vapaa-ajan toiminta-alueet"
4. Metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat
Level1 luokka 3 "Metsät sekä avoimet kankaat ja kalliomaat"
5. Muut
Level4 luokat 1212 "Teollisuuden alueet", 1221 "Liikennealueet", 1231 "Satama-alueet", 1241 "Lentokenttäalueet", 1311 "Maa-ainesten ottoalueet", 1312 "Kaivokset", 1321 "Kaatopaikat", 1331 "Rakennustyöalueet" +
Level1 luokat 2 "Maatalousalueet", 4 "Kosteikot ja avoimet suot" ja 5 "Vesialueet"

13-jakoinen luokittelu: Shannonin tasaisuus- ja Simpsonin monimuotoisuusindeksi (Keskinen ym. 2018 mukaillen)

1. Asuinalueet
Level4 luokat 1111 "Kerrostaloalueet", 1121 "Pientaloalueet", 1211 "Palveluiden alueet" ja 1421 "Vapaa-ajan asunnot"
2. Muut rakennetut alueet
Level4 luokat 1212 "Teollisuuden alueet", 1221 "Liikennealueet", 1231 "Satama-alueet", 1241 "Lentokenttäalueet", 1311 "Maa-ainesten ottoalueet", 1312 "Kaivokset", 1321 "Kaatopaikat", 1331 "Rakennustyöalueet"
3. Virkistys- ja vapaa-ajan toiminta-alueet

Level4 luokat 1411 "Puistot", 1422 " Muut urheilu- ja vapaa-ajan toiminta – alueet", 1423 "Golfkentät" ja 1424 "Raviradat"

4. Viljelysmaat

Level4 luokka 2111 "Pellot"

5. Monivuotiset viljelmät

Level4 luokka 2221 "Hedelmäpuu- ja marjapensasviljelmät"

6. Laidunmaat

Level3 luokka 231 "Laidunmaat"

7. Heterogeeniset maatalousvaltaiset alueet

Level3 luokat 243 "Pienipiirteinen maatalousmosaiikki" ja 244 "Puustoiset pelto- ja laidunmaat"

8. Metsät

Level2 luokka 31 "Sulkeutuneet metsät"

9. Harvapuustoiset metsät

Level2 luokka 32 "Harvapuustoiset metsät, pensastot sekä avoimet kankaat"

10. Avoimet kankaat- ja kalliomaat

Level2 luokka 33 "Avoimet kankaat ja kalliomaat"

11. Sisämaan kosteikot ja avosuot

Level2 luokka 41 "Sisämaan kosteikot ja avosuot"

12. Rannikon kosteikot

Level2 luokka 42 "Rannikon kosteikot"

13. Vesialueet

Level2 luokat 51 "Sisävedet" ja 52 "Merivedet"

Liite 7. Google Earth Enginen NDVI-mediaanikomposiitin määrittelyn JavaScript-koodi

```
// Script to make a NDVI median composite of Sentinel-2 images
// © Carlos Gonzales Inca & Sofia Koskela

// Define study area
// AOI Finland
var AOI_Fin = ee.FeatureCollection('ft:x'); // replace x with an
AOI Fusion Table id
Map.addLayer(AOI_Fin,0, 'AOI Finland');
Map.setCenter(24.20011875, 62.33983907505045, 6);

// Download Sentinel-2 image collection and filter by cloud cover
var s2 = ee.ImageCollection("COPERNICUS/S2")
    .filterMetadata('CLOUDY_PIXEL_PERCENTAGE', 'less_than',
20)
    .filterBounds(AOI_Fin);
//print(s2,'s2_list');

// Get images just for the summer months
var s2_summer =
s2.filter(ee.Filter.calendarRange(2015,2017,'year'))
    .filter(ee.Filter.calendarRange(6,8,'month'));
print(s2_summer,'s2_summer_list');

// Cloud masking
var cirrusBitMask = ee.Number(2).pow(10).int();
var cloudBitMask = ee.Number(2).pow(11).int();
function maskS2clouds(image) {
    var qa = image.select('QA60');
    var mask = qa.bitwiseAnd(cirrusBitMask).eq(0).and(
        qa.bitwiseAnd(cloudBitMask).eq(0)); // Both flags are
zero, indicating clear conditions.
    return image.updateMask(mask);
}

// Mask all images in the collection using .map function
var s2_summer_cfreet = s2_summer.map(maskS2clouds);

// Add date and NDVI bands for each image in the collection
var timeField = 'system:time_start';
var addVariables = function(image) {
    var date = ee.Date(image.get(timeField));
```

```

    var years = date.difference(ee.Date('2014-01-01'), 'year');
    return image
    // Add a NDVI band.
    .addBands(image.normalizedDifference(['B8',
'B4']).rename('NDVI'))
    .float()
    // Add a time band. (Not necessary)
    .addBands(ee.Image(years).rename('t').float());
};

// Run the function on the "s2_summer_cfree"
var s2_summer_ndvi = s2_summer_cfree.map(addVariables);

// Make a median pixel composite (includes median of the NDVI
values)
var s2_summer_ndvi_med = s2_summer_ndvi.median();
Map.setCenter(24.20011875, 62.33983907505045, 6);
Map.addLayer(s2_summer_ndvi_med, {bands: ['B4', 'B3', 'B2'], max:
2000}, 'median');
print(s2_summer_ndvi_med, 's2_summer_ndvi_med');

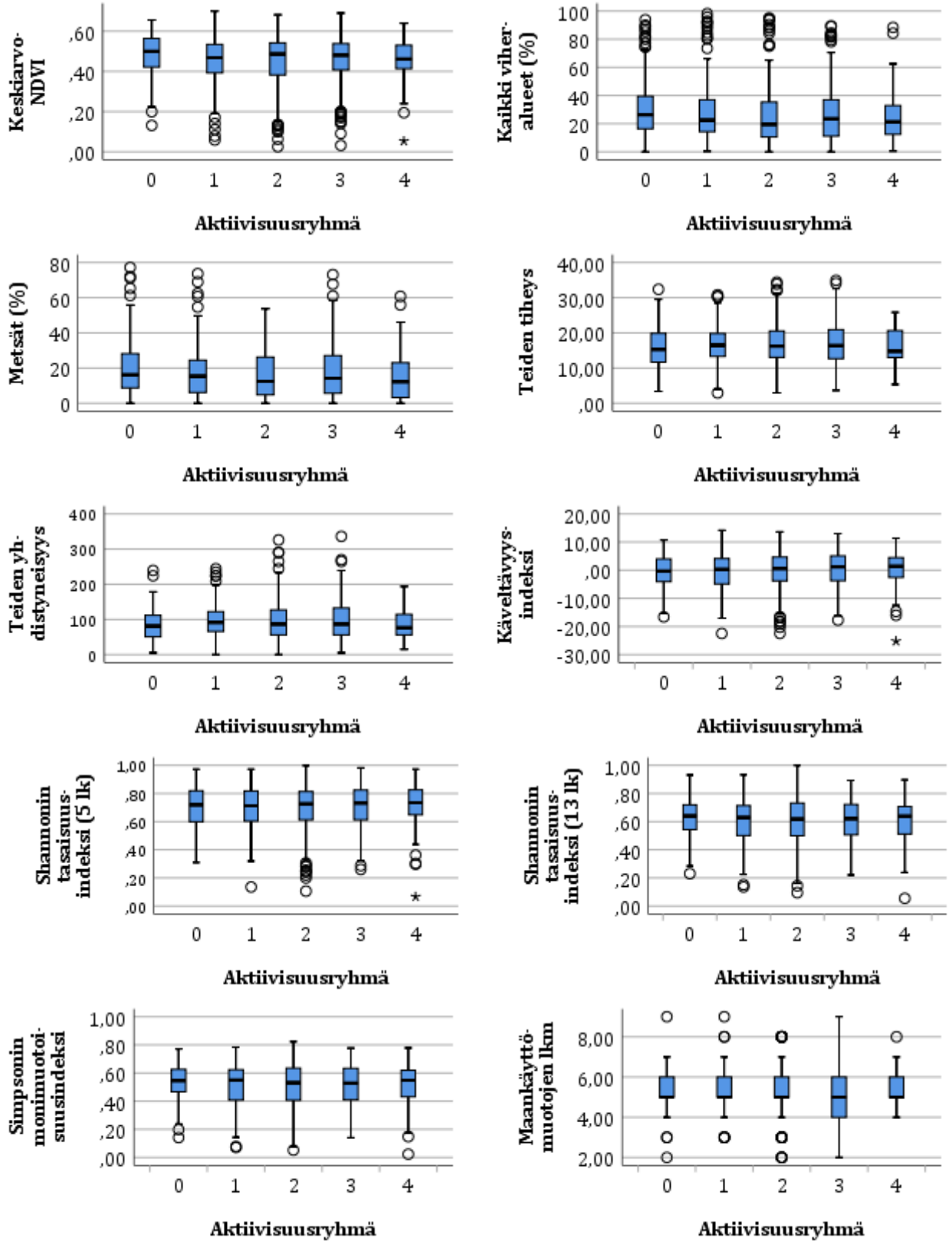
// Display the NDVI band
var NDVI_median = s2_summer_ndvi_med.select('NDVI');
Map.addLayer(NDVI_median, {min: -1, max: 1, palette: ['blue',
'white', 'green']}, 'NDVI median');

// Clip the composite with smaller AOI
var AOI2 = ee.FeatureCollection('ft:x'); // replace x with an AOI2
Fusion Table id
var NDVI_clipped = NDVI_median.clip(AOI2);
print('NDVI clipped:', NDVI_clipped);
Map.addLayer(NDVI_clipped, {min: -1, max: 1, palette: ['blue',
'white', 'green']}, 'NDVI median clipped');

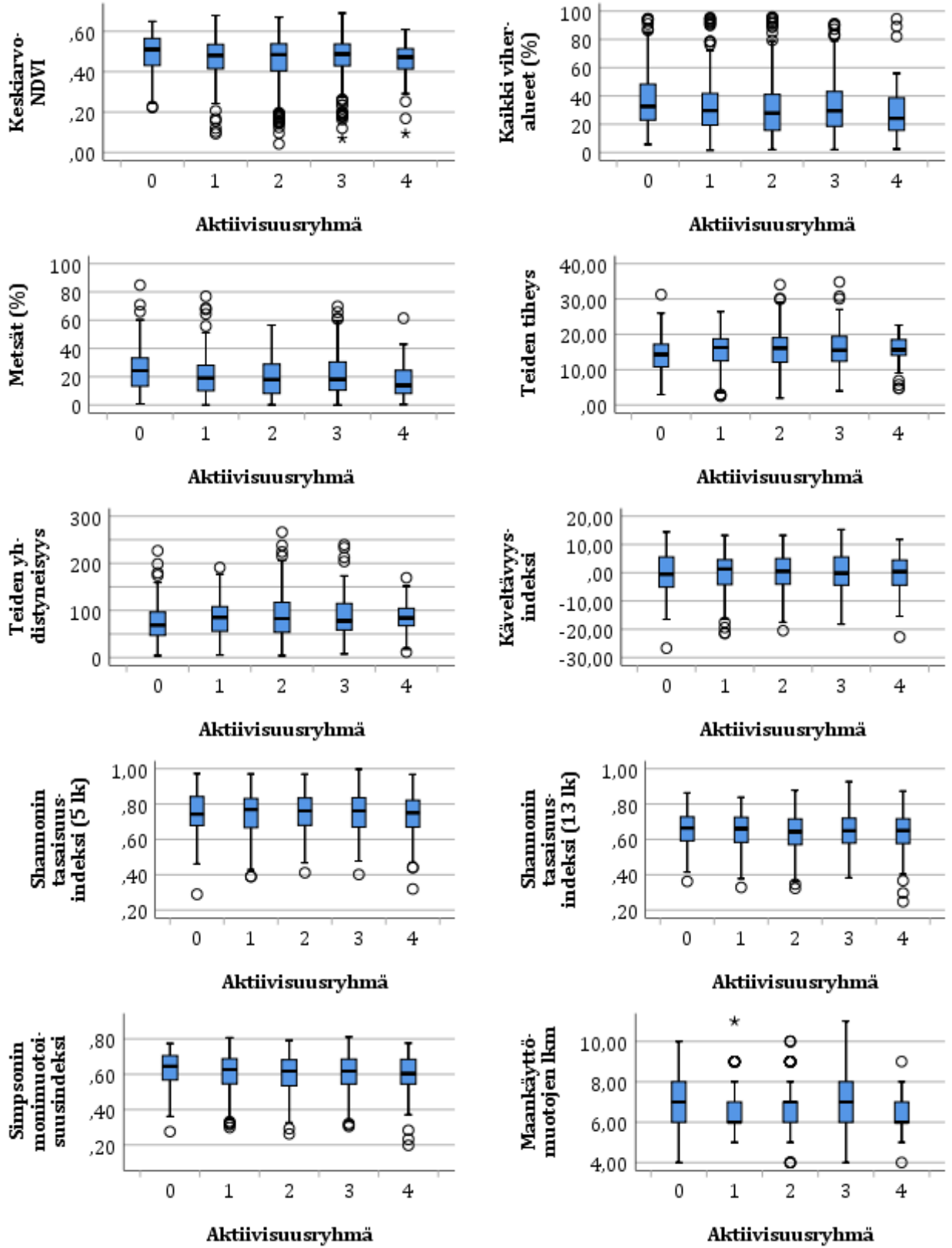
// Export the clipped composite
Export.image.toDrive({
  image: NDVI_clipped,
  description: 'NDVIcomposite',
  scale: 10,
  crs: 'EPSG:3067',
  region: AOI_Fin,
  maxPixels: 5397303259
});

```

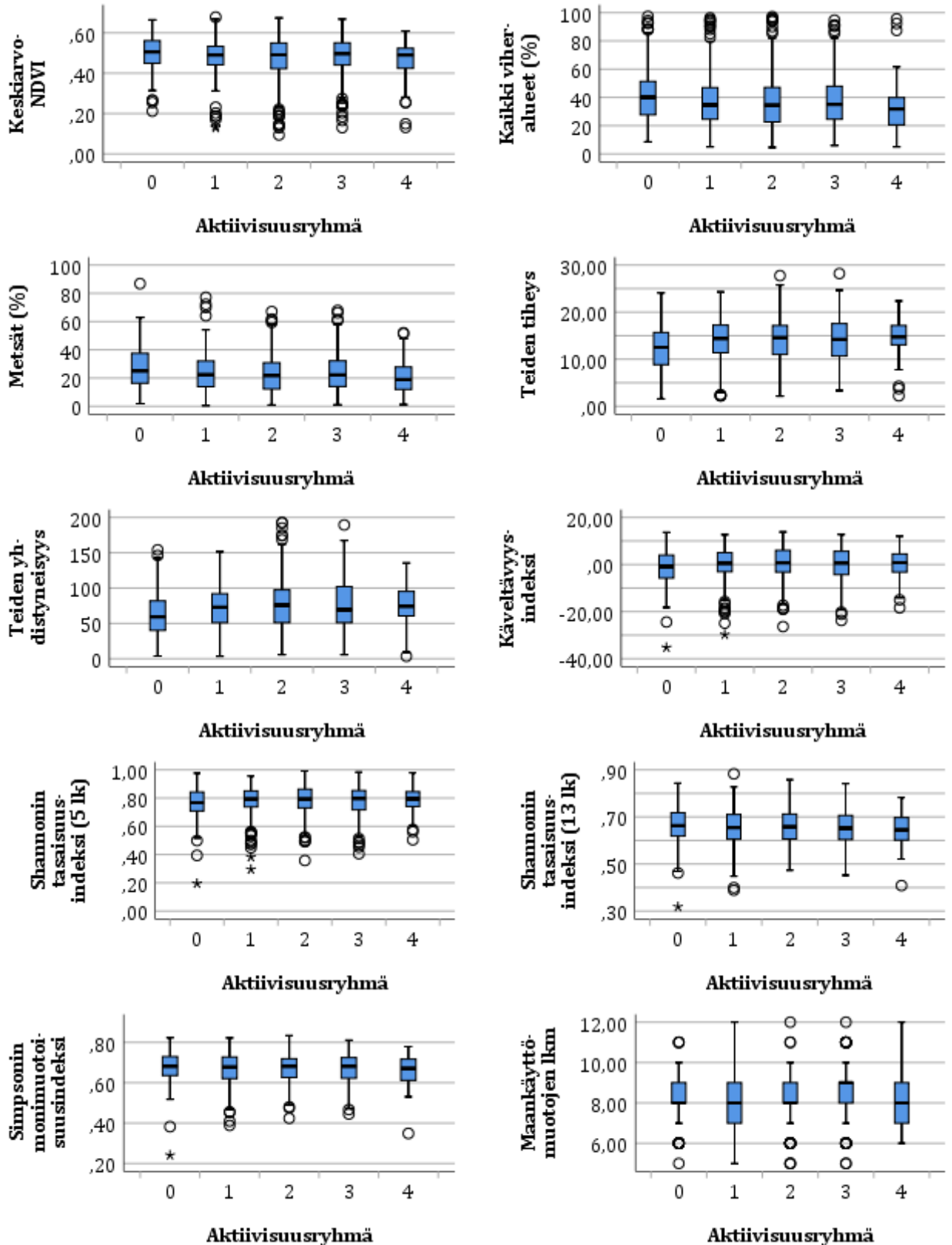
Liite 8. Jatkuvien ympäristömuuttujien laatikko-jana -kuviot, 250 m asuin ympäristö



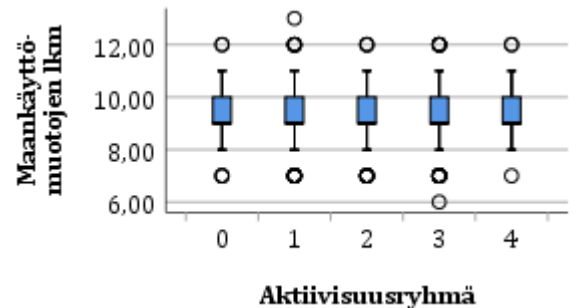
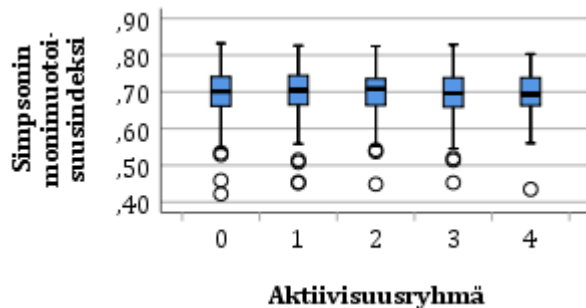
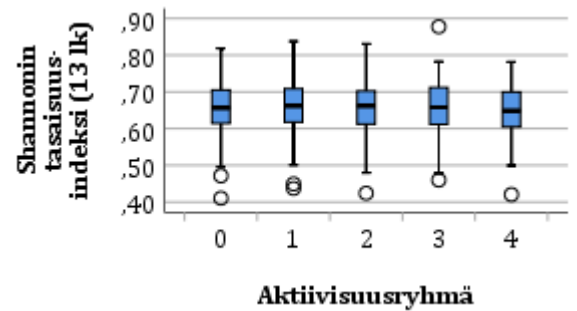
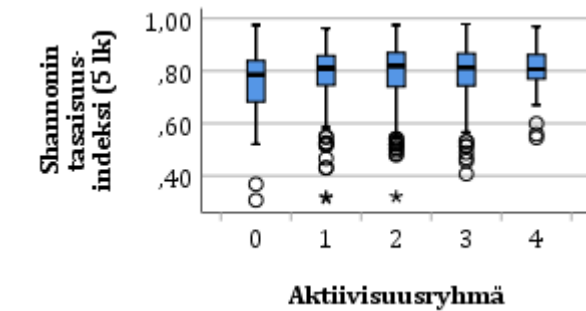
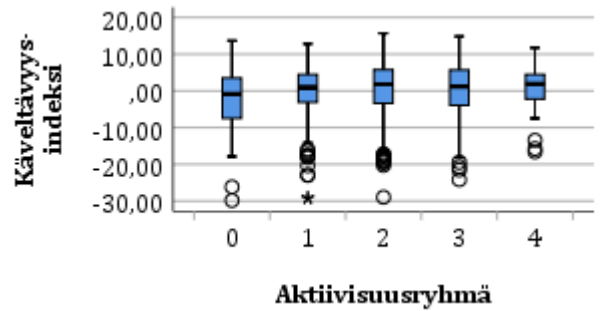
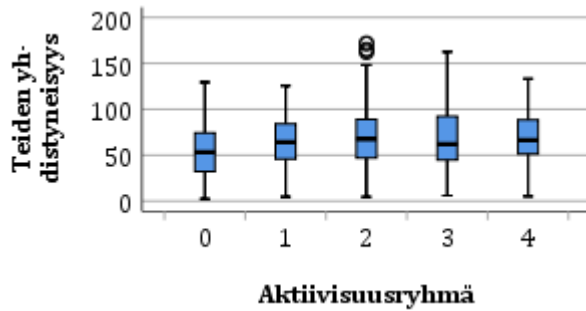
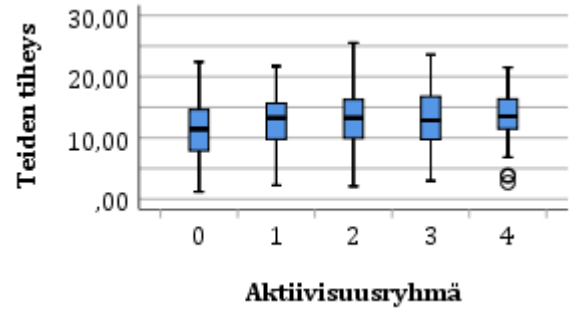
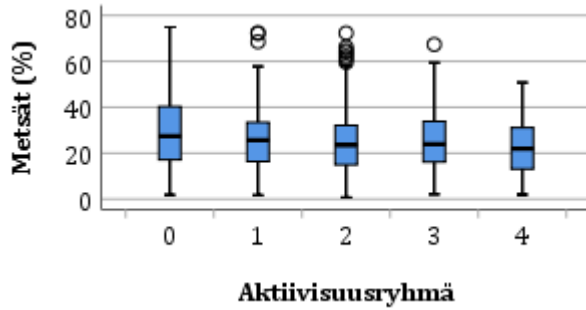
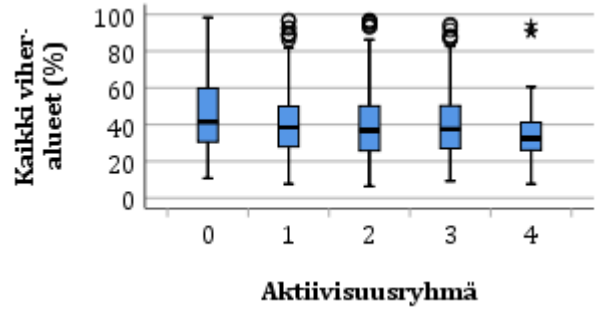
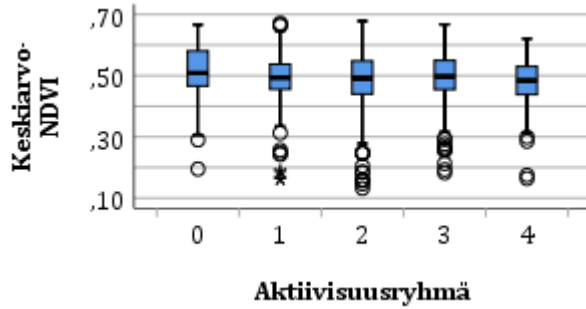
Liite 9. Jatkuvien asuinympäristömuuttujien laatikko-jana -kuviot, 500 m asuinympäristö



Liite 10. Jatkuvien asuin ympäristömuuttujien laatikko-jana -kuviot, 1000 m asuin ympäristö



Liite 11. Jatkuvien asuin ympäristömuuttujien laatikko-jana -kuviot, 1500 m asuin ympäristö



Liite 12. Jatkuvien asuin ympäristömuuttujien laatikko-jana -kuviot, 2000 m asuin ympäristö

