

Talvipyöräilyyn vaikuttavat sääolosuhteet

Esimerkkikaupunkeina Oulu, Helsinki ja Joensuu



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Liikenneala, insinööri (AMK)

Kevät 2023

Aatu Eskola

Liikenneala, insinööri (AMK)

Tekijä Aatu Eskola

Työn nimi Talvipyöräilyyn vaikuttavat sääolosuhteet

Ohjaaja Sonja Heikkinen (HAMK), Harri Vaarala & Minna Koukkula (Oulun kaupunki)

Tiivistelmä

Vuosi 2023

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, miten sääolosuhteet vaikuttavat talvipyöräilyyn Oulussa. Selvityksiä tehtiin myös Joensuusta ja Helsingistä, jotka toimivat työssä verokkikaupunkeina. Pyrkimyksenä oli päästä näkemään, miten Oulu valtakunnallisesti pärjää talvipyöräilyssä ja kuinka nykyinen talvihoitourakka 2020–2024 pyöräilyn pääreiteillä, sekä muu talvikunnossapito edesauttaa koko seudun talvipyöräilyä.

Opinnäytetyön tilaajana toimi Oulun kaupunki ja ohjaajina työssä kaupungilta toimivat Harri Vaarala ja Minna Koukkula. Hämeen ammattikorkeakoulusta ohjaajana toimi Sonja Heikkinen.

Työ perustui pitkälti tilastolliseen tarkasteluun ja lähtötietona työssä käytettiin pääasiassa säädataa ja pyöräilyn laskentadataa. Ilmatieteen laitoksen säädatasta saatiin vuorokausittaista lämpötila- ja sademäärätietoa eri kaupungeista ja pyöräilyn pidempiaikaista laskentadataa saatiin kaupunkien omista laskimista. Rajoitukset pyöräilyn laskentadatan saatavuudesta asetti työn kaupungeille omat tarkastelujaksot, jotka pääosin olivat 2018–2023 väliltä.

Tarkastelujen avulla havaittiin, että talvipyöräilyn suosio verrattuna kesän huippumääriin säilyi parhaiten Joensuussa, toiseksi parhaiten Oulussa ja heikoimmin Helsingissä. Lisäksi tutkimuksessa tarkasteltiin sademäärien vaikutusta pyöräilyyn sekä kokovuotisesti että talven pakkaskeleillä, joista kummastakaan ei löytynyt korrelaatiota. Lämpötiladataa yhdistämällä selvitettiin myös, miten lämpimät ja vetiset talvikelit vaikuttaisivat pyöräilyyn. Vaikutukset määriin olivat tällöin pienimmät Joensuussa. Kovimpien lumisateiden päivinä Oulu kumminkin nousi selvästi kärkeen. Yleisesti ottaen Helsinki sijoittui työssä viimeiseksi talvipyöräilyn suhteen, kun taas Joensuu ja Oulu menestyivät tarkasteluissa selkeästi paremmin.

Avainsanat Talvipyöräily, talvikunnossapito, pyöräiliikenne

Sivut 52 sivua

The aim of this thesis was to investigate how weather conditions affect winter cycling in Oulu, and to compare these results to Joensuu and Helsinki. The objective was to gain insights into how Oulu performs in winter cycling on a national level and how the current winter maintenance contracts, especially the one covering the main cycling routes from 2020 to 2024, contribute to winter cycling in the region.

This thesis was commissioned by the City of Oulu and the supervisors were Harri Vaarala and Minna Koukkula. The supervisor from Häme University of Applied Sciences was Sonja Heikkinen.

The thesis was primarily based on statistical analysis, using weather data and calculated cycling data as the main sources of information. Daily temperature and precipitation data from different cities were obtained from the Finnish Meteorological Institute, while longer-term calculated cycling data was obtained from the cities' own calculations. The availability of cycling data imposed limitations on the study, with each city having its own observation periods, mainly between 2018 and 2023, and mostly covering the same time periods.

The analysis examined how the number of cyclists decreased from the peak of summer to the coldest temperatures of winter. From this, it was discovered, for example, that cycling popularity, compared to peak summer levels, remained highest in Joensuu, followed by Oulu, and was lowest in Helsinki. Additionally, the study examined the impact of precipitation on cycling and combined this information with temperature data to determine how the number of cyclists would decrease on warmer winter days with sleet or regular rain. In such situations, Joensuu emerged as the top performer. During days where snowfall was at its highest, Oulu performed the best. Overall, Helsinki ranked lowest in terms of winter cycling in the study, while Joensuu and Oulu performed significantly better.

Keywords Winter cycling, winter maintenance, bicycle traffic

Pages 52 pages

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Kaupunkien pyörävylien talvikunnossapito.....	2
2.1	Oulu	2
2.2	Helsinki.....	6
2.3	Joensuu	7
3	Tietoperusta	8
3.1	Lait katujen kunnossapidosta	8
3.2	Ohjeistukset talvikunnossapidosta	9
4	Sääolosuhteiden tarkastelussa käytettävä data.....	11
4.1	Pyöräilyn laskentapisteet	11
4.1.1	Oulu	12
4.1.2	Helsinki	17
4.1.3	Joensuu.....	18
4.2	Sääasemat	20
4.2.1	Oulu	20
4.2.2	Helsinki	21
4.2.3	Joensuu.....	22
5	Lämpötilan vaikutus pyöräilyyn.....	23
5.1	Oulu	24
5.2	Helsinki.....	30
5.3	Joensuu	35
5.4	Yhteenveto	39
6	Sademäärän vaikutus pyöräilyyn.....	40
6.1	Oulu	40
6.2	Helsinki.....	43
6.3	Joensuu	45
6.4	Yhteenveto	47
7	Päätelmät	48
	Lähteet.....	51

Kuvat, taulukot ja kaavat

Kuva 1. Talvihoitourakan alue 2022–2023 (Oulun kaupunki, henkilökohtainen tiedonanto, 2023).....	3
Kuva 2. Helsingin tehostetun talvihoidon pyöräilyverkko. (Helsingin kaupunki, n.d.-b) ..	6
Kuva 3. Pyörämäärien laskentapisteet (Oulun liikenne, n.d.-b).....	13
Kuva 4. Työssä käytettävät Oulun laskentapisteet.....	15
Kuva 5. Oulun poisjätetyt mittauspisteet.....	16
Kuva 6. Viikon rytmillinen vaihtelu pyöräilymäärissä.....	17
Kuva 7. Arkipäivien liikennesuoritteiden vaihtelu.....	17
Kuva 8. Helsingin laskentapisteet (Helsingin kaupunki, n.d.-a).....	18
Kuva 9. Joensuun EcoCounter laskimien sijainteja (EcoCounter, n.d.)	19
Kuva 10. Oulun Pellonpään sääaseman sijainti (Google, n.d.-c).....	21
Kuva 11. Helsingin Kaisaniemen sääaseman sijainti (Google, n.d.-a)	22
Kuva 12. Joensuun Linnunlahden sääaseman sijainti (Google, n.d.-b)	23
Kuva 13. Lineaarinen korrelaatio pyöräilyn liikennemäärässä ja lämpötilassa Oulussa.	24
Kuva 14. Prosentuaaliset muutokset liikennemäärissä lämpötilojen vaihtuessa Oulussa	26
Kuva 15. Prosentuaalinen muutos liikennemäärissä verrattuna kesäkausien korkeimpiin liikennemääriin Oulussa	27
Kuva 16. Oulun talvihoitourakan ulkopuoliset mittauspisteet	28
Kuva 17. Lämpötilatarkastelu Oulun talvihoitourakan alueen mittauspisteistä verrattuna sen ulkopuolisiin mittauspisteisiin	28
Kuva 18. Talvikuukausien liikennemäärät keskimääräisineen lämpötiloineen Oulussa.	29
Kuva 19. Oulun tarkasteltujen talvikausien keskilämpötilat	30
Kuva 20. Lineaarinen korrelaatio pyöräilymäärien ja lämpötilan välillä Helsingissä	31
Kuva 21. Prosentuaaliset muutokset liikennemäärissä lämpötilojen vaihtuessa Helsingissä	32

Kuva 22. Prosentuaalinen muutos liikennemäärissä verrattuna kesäkausien korkeimpiin liikennemääriin Helsingissä	33
Kuva 23. Talvikuukausien liikennemäärät keskimääräisineen lämpötiloineen Helsingissä	34
Kuva 24. Helsingin tarkasteltujen talvikuukausien keskilämpötilat	35
Kuva 25. Lineaarinen korrelaatio pyöräilymäärien ja lämpötilan välillä Joensuussa	35
Kuva 26. Prosentuaaliset muutokset liikennemäärissä lämpötilojen vaihtuessa Joensuussa	36
Kuva 27. Prosentuaalinen muutos liikennemäärissä verrattuna kesäkausien korkeimpiin liikennemääriin Joensuussa	37
Kuva 28. Talvikuukausien liikennemäärät keskimääräisineen lämpötiloineen Joensuussa	38
Kuva 29. Joensuun tarkasteltujen talvikuukausien keskilämpötilat.....	38
Kuva 30. Kaupunkivertailu lämpötilan vaikutuksesta pyöräilymääriin	39
Kuva 31. Lumisateen ja liikennemäärien korrelointi alle -3 celsiusasteessa Oulussa.....	41
Kuva 32. Dataa Oulun mittausjakson lumisimmista päivistä	42
Kuva 33. Oulun havaintopäivät, jolloin talvikuukausina lämpötila on ollut 0–5 astetta ja sadetta on tullut	43
Kuva 34. Lumisateen ja liikennemäärien korrelointi alle -3 celsiusasteessa Helsingissä	44
Kuva 35. Dataa Helsingin mittausjakson lumisimmista päivistä	44
Kuva 36. Lumisateen ja liikennemäärien korrelointi alle -3 celsiusasteessa Joensuussa	46
Kuva 37. Dataa Joensuun mittausjakson lumisimmista päivistä.....	46

1 Johdanto

Työn taustalla oli tarve lähteä selvittämään sitä, miten Oulussa talviolosuhteet vaikuttavat pyöräilyyn ja luoda tästä aihealueesta mahdollisimman laajasti tunnuslukuja, joita voisi vertailla muiden kaupunkien kanssa, joita työssä on Joensuu ja Helsinki. Työn on tarkoitus myös toimia pohjana ja lähtötietona muulle samankaltaisille jatkotutkimuksille, joissa puututaan talvipyöräilyyn ja lähdetään miettimään keinoja parantamaan sitä. Työssä suuri painoarvo on tilastojen tarkastelulla, erityisesti säädatassa ja pyöräilyn laskentadatassa sekä näiden yhdistämisessä.

Alkuperäisesti työn taustalla oli Oulun kunnossapidosta saatava toteumadata, jolle ei ollut keksitty kaupungilla vielä minkäänlaista käyttöä ja jonka jäsentelyyn ei ollut resursseja. Työn on muovautunut nykyisenkaltaiseksi sen jälkeen, kun huomattiin, että kunnossapidosta saatavaa dataa on erittäin vaikea lähteä tilastollisesti analysoimaan johtuen siitä, että niistä puuttui kaikki tunnistettava tieto, joiden avulla olisi voinut muodostaa toteutuneita reittejä ja kokonaisuuksia.

Työ etenee sillä tavalla, että ensiksi tarkastellaan mukana olevien kaupunkien Oulun, Helsingin ja Joensuun talvikunnossapitosopimuksia ja sitä, minkälaisia vaatimuksia pyöräteiden talvikunnossapidolle on asetettu. Tällä saadaan näkemystä talvikunnossapidon vaatimuksien eroavaisuuksista, ja näiden laatuvaatimusten suhteen voidaan miettiä, ovatko ne riittäviä, kun siirrytään tarkastelemaan toteutuneita pyöräilymääriä erilaisissa sääolosuhteissa. Talvikunnossapitosopimuksien jälkeen käydään läpi työssä käytettävän pyöräilyn laskentapisteet ja niiden sijainnit yhdessä sääasemien ja niiden sijaintien kanssa, koska nämä kaksi muodostavat tärkeän osan työn tietopohjasta. Tämän jälkeen siirrytään varsinaiseen tutkimusosioon, jossa ensiksi käydään läpi pelkän lämpötilan vaikutuksia pyöräilymääriin. Näistä luodaan tunnuslukuja ja kuvaajia, jotka kuvaavat pyöräilymäärien laskemista lämpötilan laskiessa ja näitä vertaillaan eri kaupunkien kesken. Viimeisessä varsinaisessa tutkimusluvussa vielä tarkastellaan sademäärien vaikutusta pyöräilymääriin ja erityisesti sitä, miten rankempi sade ja pudottavat kaupunkien pyöräilymääriä.

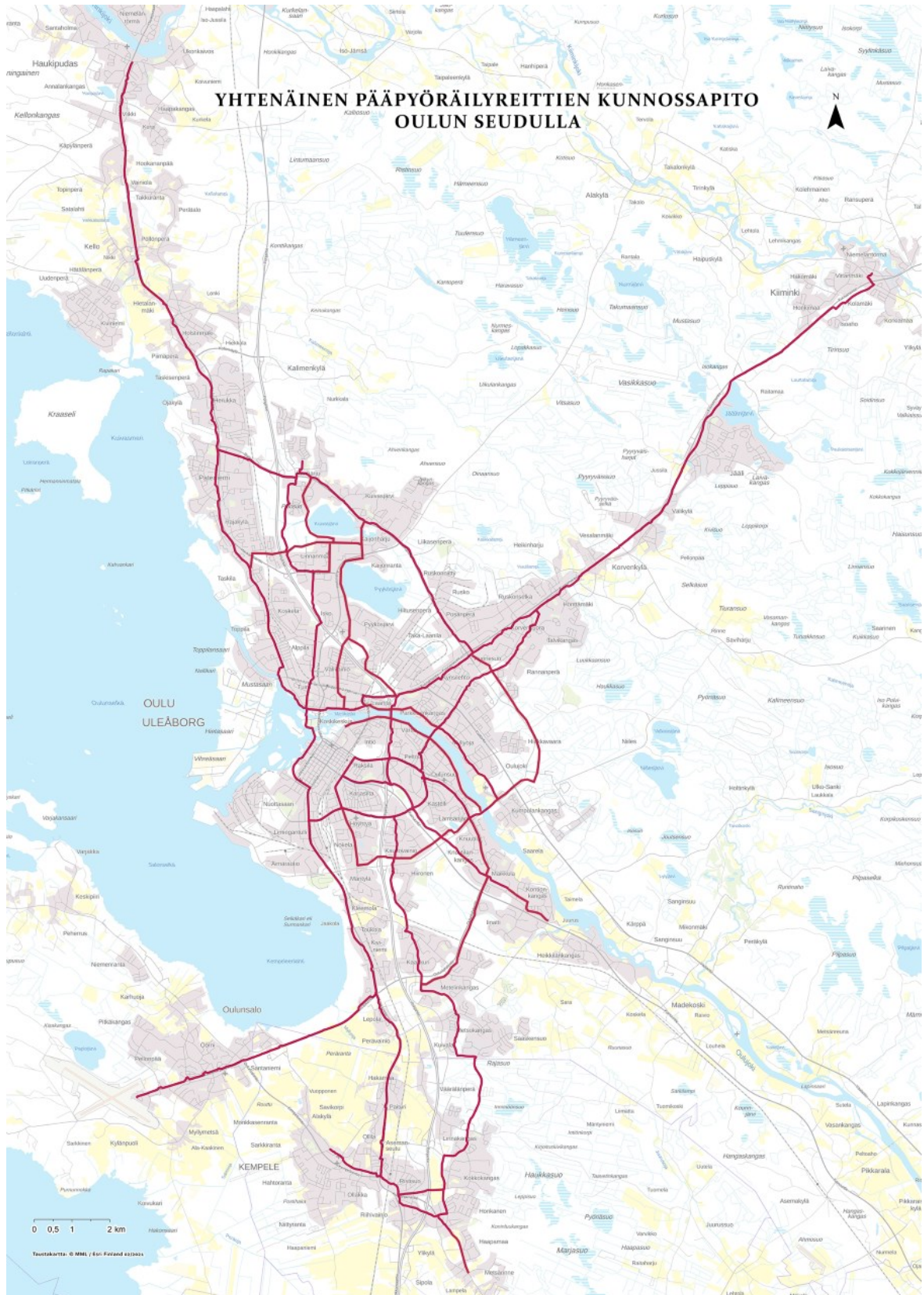
2 Kaupunkien pyörävylien talvikunnossapito

Tässä luvussa katsotaan työssä mukana olevien kaupunkien talvikunnossapitoa ja sitä, minkälaisia vaatimuksia talvikunnossapidolle, erityisesti korkeimmissa kunnossapitoluokissa, on asetettu.

2.1 Oulu

Oulussa pyörävylien talvikunnossapito on jaoteltu kolmeen eri kunnossapitoluokkaan: Super, 1 ja 2. Oulun talvihoitourakka 2020–2024 koskee korkeimpaan superluokkaan kuuluvien pyörävylien talvikunnossapitoa, jota varten on luotu muusta kunnossapidosta erillinen sopimus. Sen alueelle on kilpailutettu oma urakoitsija ja urakan tavoitteena on lisätä ympärivuotista pyöräilyä ja vähentää kaatumistapaturmia. Urakassa olevassa pyöräverkolla on 168 km pääpyöräreittejä, johon kuuluu pyöräilybaanosten lisäksi pääasiassa muita pyöräilyn brändireittejä (Kuva 1). (Urakkaohjelma, henkilökohtainen tiedoksianto, 2020) Muilla pyöräreiteillä talvikunnossapidosta vastaa kyseisen alueen alueurakoitsijat. Talvihoitourakan reittejä hoitaa kesäaikaan myös paikalliset alueurakoitsijat. Alempiin kunnossapitoluokkiin 1 ja 2 kuuluu alemman verkon pyöräiteitä ja laatuvaatimukset niissä ovat superluokkaa selvästi matalampia. (Oulun kaupunki, n.d.-a)

Kuva 1. Talvihoitourakan alue 2022–2023 (Oulun kaupunki, henkilökohtainen tiedonanto, 2023)



Oulun talvihoitourakka on toteutettu kolmen tilaajan kesken. Siinä mukana on Oulun kaupunki, Kempeleen kunta ja ELY-keskus. Tätä tilaajamallia kokeiltiin ensimmäisenä 2017–2020 talvihoitourakassa, missä tavan koettiin olevan onnistunut ja sen käyttöä jatkettiin seuraavan talvihoitourakan kaudella. Tavoitteena tilaajamallissa on vähentää talvikunnossapidon laatuvaihteluja erityisesti niissä kohdissa, missä tien kunnossapitovastuu vaihtuu. Jokaisen tilaajan vastuualueella on urakoitsijalle asetettu samat laatuvaatimukset ja tavoitteena on, että pääpyöräreitillä ollessaan pyöräilijä ei huomaisi minkäänlaisia laadunvaihteluja vastuualueiden kesken. (Väylävirasto, 2019) Urakoitsijaa on painotettu siinä, että he eivät tee työtä tilaajaa varten, vaan tekevät työtä asiakkaalle. Tämän ajatuksen taustalta tilaaja on saanut asetettua talvihoitourakkaan monia erilaisia vaatimuksia, joiden avulla loppukäyttäjän eli pyöräilijän hyöty ja kokemus maksimoidaan. (Urakkaohjelma, henkilökohtainen tiedoksianto, 2020)

Keskeisimmät laatuvaatimukset kunnossapitoluokissa tulevat lumien senttirajoista, jotka pyöräteillä määrittelevät talvikunnossapitotoimien aloittamisen. Superluokassa lähtökynnykseksi on määriteltä lumen ja sohjon suhteen päiväsaikaan 2 cm, jolloin kunnossapitotoimien pitää olla jo käynnissä, minkä takia urakoitsija sitoutuu tarkkailemaan säätä ja ennakoimaan omaa toimintaansa. Yöaikaan 23 ja 05 välillä vaatimukset ovat väljemmät ja lumen suhteen lähtökynnyksenä on 4 cm ja sohjon suhteen 3 cm. Toimenpideaika, jolloin koko verkko tulisi olla aurattuna on päivällä 3 tuntia ja yöllä 5 tuntia. Päiväaikaan maksimisyvyys lumelle on 4 cm ja sohjolle 3 cm. Yöaikaan puolestaan lumella 5 cm ja sohjolla 4 cm. Nämä arvot eivät saisi ylittyä muulloin kuin poikkeuksellisen voimakkaan lumisateen aikana, jolloin lunta tulisi yli 20 cm neljässä tunnissa, mitä kumminkin tapahtuu vain hyvin harvoin. Käytännössä esimerkiksi jatkuvan suhteellisen voimakkaan lumisateen aikana urakoitsijan täytyy mitoittaa omia toimenpiteitään siten, että maksimisyvytydet eivät ylitä. Tyypillisillä aurasreiteillä koko verkkoa ei välttämättä saada pidettyä päivällä jatkuvasti alle 4 sentissä, jolloin urakoitsijan täytyy ottaa lisäkalustoa käyttöön joko itseltään tai omilta aliurakoitsijoiltaan. (Tehtäväkortit, henkilökohtainen tiedoksianto, 2020)

Liukkaudentorjunnan suhteen alkutalvesta sekä loppukeväästä voidaan harkitusti käyttää tilaajalla hyväksyttämiä mietoja ja ympäristöystävällisiä liuoksia, kuten formiaattia. Käyttömäärä tulee kumminkin minimoida eikä se saa aiheuttaa haittaa ympäristölle, väylän rakenteelle tai käyttäjille. Vakiintuneen talven pinnan ollessa polanteella

liukkaudentorjuntamenetelmiksi valitaan sepeli, kalliomurske, hiekoitushiekka tai näiden yhdistelmä. Niiden rakenteelle on vaatimuksia, eivätkä ne saa haitata tai vahingoittaa liikennettä esimerkiksi terävällä soralla, joka voi puhkoa pyöränrenkaita. Hiekoitusmateriaalit hyväksytetään myös tilaajalla. Vaihtoehtoisesti liukkaudentorjuntaan erityisesti vakiintuneen talven aikana usein riittää vain väylänpinnan tasainen ja tiivis karhentaminen. (Tehtäväkortit, henkilökohtainen tiedoksianto, 2020)

Tyypillisimmistä talvikunnossapitosopimuksista poikkeavasti Oulun talvihoitourakassa urakoitsija pääsee itse vaikuttamaan kauden aikana omiin tuloihin sanktioiden ja bonusten muodossa. Senttirajojen ylittyminen on yksi sanktion kohde urakoitsijalle asetetuista vaatimuksista. Suorien vaatimusten lisäksi tarjousvaiheessa tilaaja esittää urakoitsijalle vaihtoehtoja laatulupauksista, joiden noudattamisesta urakoitsija voi kerätä itselleen bonuksia. Ne tuovat urakkaan vaihtoehtoisia lisävaatimuksia. Urakoitsijan valitsemat laatulupaukset siirtyvät kunnossapitokauden alkaessa urakan vaatimuksiksi, joista voidaan sitten antaa sanktioita tai bonuksia. Eniten bonuksia tuottavia esimerkkejä on käytettävän kaluston ja sen varustelun vaatimukset (vähän häiritsevät rengaskuvioinnit, lumilingot, harjuskoneet, vähäpäästöisyys ja käyttövoimat), toimenpiteiden kirjaaminen ja kehitystyöhön osallistuminen. Julkisuudessakin esillä ollut laatulupaus on, että urakoitsija auraajineen pyöräilisi auraamallaan väylillä. Tällä pyritään siihen, että auraajat saavat palautetta ja tuntumaa omasta työstään. (Laatulupaukset, henkilökohtainen tiedoksianto, 2020)

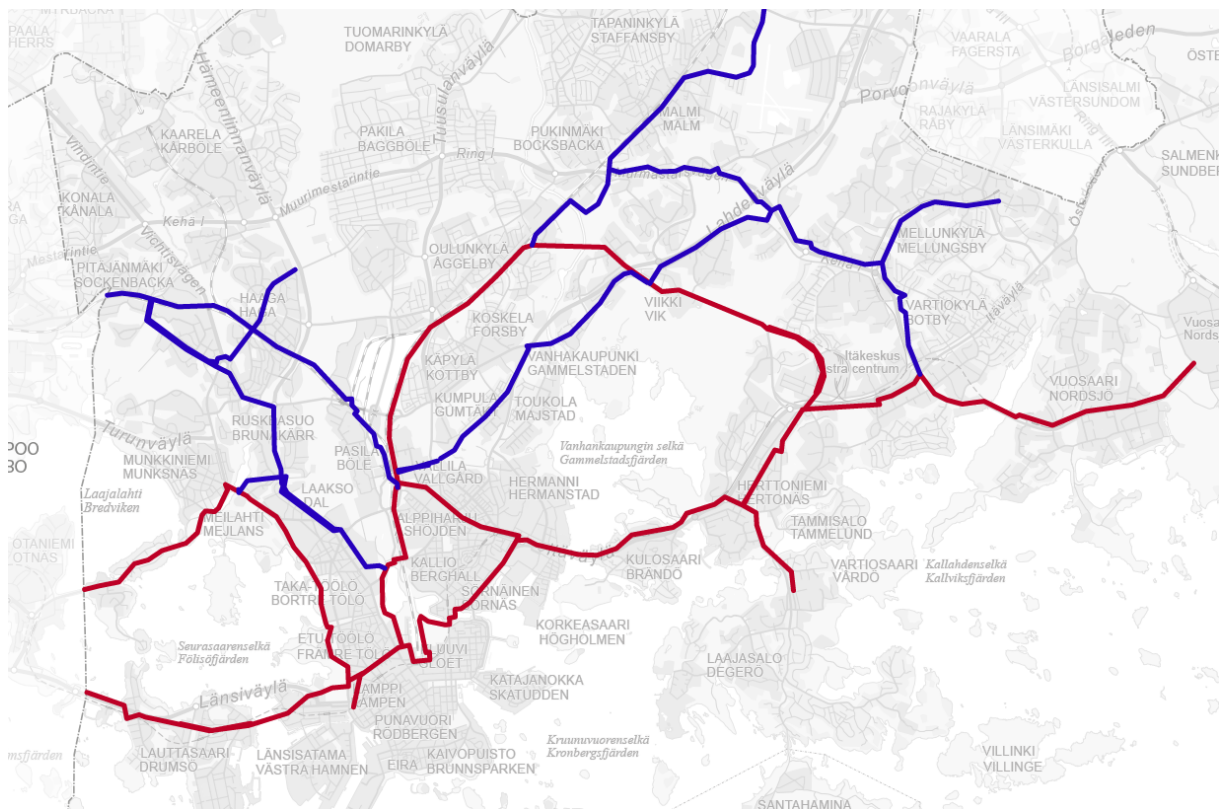
Alemmilla kunnossapitoluokilla vaatimustasot laskevat ja näillä alueilla kunnossapidosta vastaavat yksittäisen urakoitsijan sijaan oman alueensa alueurakoitsijat. Superluokkaa yhden matalammalla olevassa kunnossapitoluokassa 1 aurausta lähestytään hieman eri näkökulmasta ja pyörätiet pyritään auramaan neljän tunnin kuluessa siitä, kun lumikerrosta on tullut 3 cm. Jos yöllä on tullut lunta, verkko täytyy olla arkaamuisin aurattu klo 07 mennessä sekä klo 16 mennessä. Sohjonpoiston toimenpiteet aloitetaan sohjokerroksen ylitettyä 2 cm. Liukkaudentorjunnan suhteen pyörätiet hiekoitetaan tai suolataan kolmen tunnin kuluessa jäätymisen huomaamisesta. Kunnossapitoluokassa 2 puolestaan pyörätiet aurataan kuuden tunnin kuluessa siitä, kun lumikerros ylittää 5 cm ja toimenpiteet suoritetaan kunnossapitoluokan 1 jälkeen. Sohjoa lähdetään poistamaan, kun sitä on tullut 4

cm ja liukkaudentorjuntaa lähdetään suorittamaan neljän tunnin kuluttua jäätymisen huomaamisesta. (Oulun kaupunki, n.d.-a)

2.2 Helsinki

Helsingissä kunnossapitoluokkia pyöräteillä löytyy neljä kappaletta. Oulun tavoin, myös Helsingissä on muusta verkosta eritelty tehostetun talvihoidon pyöräreitit, jonka lisäksi muilla pyöräteillä on käytössä A, B ja C luokat. Tehostettuun reittiin kuuluu noin 95 km pyöräreitä (Kuva 2). ja aluetta on vuosittain laajennettu. (Helsingin kaupunki, n.d.-b)

Kuva 2. Helsingin tehostetun talvihoidon pyöräilyverkko. (Helsingin kaupunki, n.d.-b)



Tehostettu verkosto on jaettu reitteihin, joita hoidetaan harjaussuolauksella (Kuva 2 punaisella) ja reitteihin, joita hoidetaan tehostetulla aurauksella (Kuva 2 sinisellä). Harjaussuolauksen reittiä hoidetaan tehostetusti arkisin klo 7–19 välillä ja viikonloppuisin klo 7–17. Siinä lumi poistetaan harjaamalla ja liukkaudentorjuntaa hoidetaan liuossuolalla. Kovemmillä pakkasilla reitillä joskus käytetään myös sepeliä. Tehostetun aurauksen reitti pyritään saamaan aurattua klo 07 mennessä aamulla ja reittiä hoidetaan tehostetusti klo 03–17 välillä. Tavoitteena on saada reitti aurattua viimeistään 4 tunnin kuluessa lumisateen

päätyttyä. Syksyllä ja alkutalvesta liukkautta torjutaan suolauksella ja talvella hiekoituksella. (Helsingin kaupunki, n.d.-b) Tehostetun talvihoidon pyöräilyreittejä on tavoitteena laajentaa 150 km mittaiseksi verkostoksi vuoteen 2025 mennessä (Helsingin kaupunki, 2020).

Alemman luokan pyöräteillä talvikunnossapito hoidetaan hoitoluokkien mukaisessa järjestyksessä A:sta C:hen. Aurauksen aloittaminen alkaa silloin, kun lumikerroksen paksuus ylittää 5 cm. Yöllisten lumisateiden suhteen A luokka tulee olla aurattuna klo 07 mennessä, B-luokka klo 10 mennessä ja C-luokka klo 12 mennessä. A luokassa klo 03–17 välillä reitti aurataan 4 tunnin kuluessa lumisateen päättymisestä, B luokassa klo 06–17 välillä samoin 4 tunnin kuluessa ja C luokassa 04–13 välillä 8 tunnin kuluessa. Jatkuvan lumisateen aikana pyritään pitämään A ja B luokat kulkukelpoisina ja niiden jälkeen vasta C luokka. (Helsingin kaupunki, n.d.-b)

2.3 Joensuu

Joensuussa jalankulku- ja pyöräilyväylät lukeutuvat kunnossapitoluokkiin, joita ovat laatukäytävät ja luokat A ja B. Jokaiselle luokalle on myös määritelty omat laatuvaatimuksena lumen poiston, sohjon poiston, toimenpideaikojen yms. suhteen. (Joensuun kaupunki, 2018)

Laatuvaatimuksiltaan laatukäytävät kuuluvat talvikunnossapidon korkeimpaan luokkaan. Lumenpoiston eli aurauksen toimenpiteet pitää aloittaa lumikerroksen ylitettyä 1,5 cm paksuuden. Märkä lumi ja sohjo puolestaan tulee poistaa välittömästi niiden synnyttyä. Laatukäytävillä maksimilumenpaksuus on 3 cm ja toimenpideaikat pitää mitoittaa niin, ettei tämä paksuus koskaan ylittyisi, kumminkin enintään 3 tunnin kuluessa toimenpiteiden aloittamisesta. Sohjon suhteen toimenpideaika on sama, mutta paksuus ei saisi koskaan ylittää 2 cm. A luokassa lähtökynnys aurauksen aloittamiseksi on 3 cm ja B luokassa 5 cm. Toimenpideaika A luokassa on 4 tuntia ja B luokassa 6 tuntia. A luokassa kumminkin yöllinen lumisade pitää olla aurattuna klo 07 mennessä ja B luokassa klo 10 mennessä. Suurimmat määrät, mitä lunta saa maassa olla, on A luokassa 6 cm ja B luokassa 10 cm, eli kaksi kertaa lähtökynnyksen verran. (Joensuun kaupunki, 2018)

Liukkaudentorjunnan suhteen lumen poistossa kaikissa luokissa vaaditaan käytettäväksi pintaa karhentavaa terää tai muuta lisälaitetta, joka hoitaa saman tehtävän. Tilanteen vaatiessa liukkaudentorjuntaan käytetään lisäksi sepeliä. (Joensuun kaupunki, 2018)

3 Tietoperusta

Tässä luvussa käydään läpi yleisellä tasolla ohjeistuksia ja lakeja, mitä Suomessa on olemassa katujen talvikunnossapidosta erityisesti pyöräteillä.

3.1 Lait katujen kunnossapidosta

Katujen kunnossapidolla lyhykäisyydessään tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joiden tarkoituksena on pitää katu liikenteen tarpeiden edellyttämässä tyydyttävässä kunnossa. Se, kuinka korkealuokkaista kunnossapitoa kadulle vaaditaan, riippuu kadun liikenteellisestä merkityksestä, liikenteen määrästä, sääolosuhteista ja niiden ennakoitavista muutoksista ja vuorokaudenajoista. Lisäksi kunnossapitotasoa määriteltessä otetaan huomioon eri liikennemuotojen tarpeet, terveysnäkökulma, liikenneturvallisuus ja liikenteen esteettömyys. Kunnossapidoksi lasketaan esimerkiksi rikkoutuneen päällysteen korjaus, sorapäällysteen tasaisena pitäminen ja sorapäällysteestä tulevan pölyn sitominen. Kunnossapitoon sisältyy myös katualueella olevien istutusten, kalusteiden, korokkeiden, kaiteiden, liikennemerkkien ja muiden vastaavien laitteiden kunnossapito. Lisäksi vielä talvikunnossapito lasketaan kunnossapitoon eli lumen ja jään poisto, kadun pinnan tasaisena pito, liukkaudentorjunta, liukkauden torjunta-aineksen poistaminen sekä katuojien, sadevesikourujen ja -kaivojen avoinna pitäminen. Kunnossapitoa ei tule sotkea puhtaanapitoon, josta on säädetty omat lait, ja joka käsittää kadulle kerääntyneen lian, lehtien ja roskien poistamista kadulta. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 547/2005 § 3, § 9)

Vastuu katujen kunnossapidosta lähtökohtaisesti on kunnalla. Jalkakäytävien kohdalla kumminkin vastuuta tulee myös tontinomistajille. Heidän velvollisuutensa on pitää tontin kohdalla oleva jalkakäytävä käyttökelpoisena. Tämä tarkoittaa lumien ja jäiden poistamista, liukkaudentorjuntaa ja siihen käytetyn aineksen poistamista. Tontin omistaja on myös velvollinen tarvittaessa poistamaan lumivallit jalkakäytävältä tai sen vierestä sekä pitämään

jalkakäytävän vieressä olevan katuojan ja sadevesikourun vapaana lumesta ja jäästä. Tontille johtavan kulkutien eli tonttiliittymän kunnossapidosta vastaa myös tontinomistaja.

Tapauksissa, joissa tontin edestä menee eroteltu jalankulku- ja pyöräväylä, siirtyy kunnossapitovastuu kokonaan kunnalle. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 547/2005 § 4) Tilanteissa, joissa ei saavuteta riittävää talvikunnossapidon tasoa esimerkiksi pientaloalueilla tai alueilla, joilla kunnossapitovastuu jakautuu erittäin epätasapuolisesti, voi kunta ottaa hoitoonsa siellä olevia jalkakäytäviä. Tässä tilanteessa kunnalla on myös oikeus periä maksua tontin omistajilta tehdyistä kunnossapidon toimenpiteistä. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 547/2005 § 8)

Kunta voi itse määrittellä, miten talvikunnossapitoa sekä laissa asetettuja velvollisuuksia lähdetään hoitamaan. Tällä tavoin jokainen kunta pääsee itse määrittelemään tavoitetasoa ja kunnossapitoluokkia, jotka asettavat vaatimuksia suoritustavoille, suoritusajoille, kalustolle, käytettäville aineille ja lumen käsittelylle. (Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 547/2005 § 14) Tämän nojalla esimerkiksi pyöräväylien talvikunnossapidossa voi olla kaupunkien välillä paljon eroavaisuuksia, kuten luvussa 2 nähtiin.

3.2 Ohjeistukset talvikunnossapidosta

Väyläviraston pyöräliikenteen suunnitteluohjeessa (2020) on kuvattu yleisiä ohjenuoria ja arvoja, joita voi ottaa huomioon talvikunnossapidon suunnittelussa pyöräteillä. Pääperiaatteena on, että pyöräliikenteen keskeisten reittien tulisi olla käytettävissä ympäri vuoden kaikissa keliolosuhteissa. Kunnossapidolla tuetaan pyöräliikenteen suunnittelua ja siihen liittyviä suunnittelukriteerejä, joita ovat turvallisuus, suoruus, yhdistävyys, vaivattomuus ja miellyttävyys. Talvikunnossapidolla pyritään erityisesti parantamaan turvallisuutta esimerkiksi torjumalla liukkaita, joka aiheuttaa erityisesti haasteita. Suurin osa pyöräilijöiden yksittäisönnettömyyksistä ja tapaturmista johtuukin juuri liukkaudesta. (Väylävirasto, 2020)

Pyöräteiden kunnossapitoalueet jakaantuvat yleensä eri alueurakoitsijoille, jonka takia on tärkeää, että kunnossapidossa on selkeät ja yhteiset laatuvaatimukset, joista urakoitsijoiden

on pidettävä kiinni. Laatuvaatimuksiin voidaan kytkeä urakoitsijalle bonus- ja sanktiojärjestelmiä. Mikäli tapahtuu liukastumisesta aiheutuvia vammoja, jotka talvikunnossapidon laiminlyönti on aiheuttanut, tulee kunnossapidosta vastaava taho korvausvelvolliseksi, eli pyöräteillä kunta. Tämä korostaa tilaajan ja urakoitsijan välillä tehtävää yhteistyötä ja urakoitsijan sitoutumista asetettuihin vaatimuksiin. (Väylävirasto, 2020)

Suunnitteluohjeessa nostetaan esille ELY-keskuksen talvikunnossapitoluokat pyöräliikenteen väylien hoidossa ja niitä ovat K1 ja K2. Lähtökohtina yleisellä tasolla kumminkin on, että kunnossapidon taso ei saisi vaihdella yhtenäisillä reiteillä ja yhteydet keskustoihin ja palvelukeskittyymiin pysyisivät kulkukelpoisina vuoden ympäri. Jokaista vähän liikennöityä tai oikaisevaa pyöräreittiä ei kumminkaan tarvitse ottaa talvikunnossapidon piiriin, vaan tällaiset vähäisen merkityksen väylät voivat talvella toimia latupohjina. (Väylävirasto, 2020)

Kunnossapitoluokkaan K1 kuuluvat useimmat rakennetulla alueella olevat pyöräilyn pääväylät ja muut väylät, joilla on paljon työ- ja koulumatkaliikennettä, tai jotka johtavat merkittäville joukkoliikenteen solmupisteille. Luokkaan K2 kuuluu pääasiassa rakentamattomalla alueella olevien pyöräilyn väylien lisäksi rakennetulla alueella sijaitsevat rauhallisen liikenneympäristön asiointiliikennettä palvelevat tai muuten vähäliikenteiset väylät. Keskeisiä laatuvaatimuksia luokassa K1 ovat lumen maksimisyvyys 3 cm, lumenpoiston toimenpideaika 3 h, liukkaudentorjunnan toimenpideaika 2 h ja suurin polanteen epätasaisuuden korkeus 2 cm. Väylät tulevat olla hoidettuina ennen aamun huipputunteja klo 06 mennessä. Eroavaisuuksiin luokassa K2 tulee lumen maksimisyvyys 4 cm, lumenpoiston toimenpideaika 4 h ja väylänhoidon aamuinen takaraja klo 07. Näiden laatuvaatimusten ulkopuolelle voi ottaa erillisiä kohteita, joille määritellään omat laatuvaatimukset. Näitä kohteita voi olla esimerkiksi joukkoliikenteen solmukohtat, sairaalat ja toimimisesteisten kuten näkövammaisten usein käyttämät reitit. Luokkien K1 ja K2 ulkopuolelle voi lisäksi ottaa erillisiä laatukäytäviä, joihin asetetaan kovempia vaatimuksia, entä luokassa K1. (Väylävirasto, 2020) Näitä oli tässä työssä tarkastelluissa kaupungeissa Oulussa talvihoitourakkaan sisältyvät pyöräilyn pääreitit, Helsingin tehostetun talvihoidon pyöräreitit ja Joensuun laatukäytävät.

Lisäksi suunnitteluohjeessa on nostettu esille keskeisiä ohjenuoria liittyen talvikunnossapidossa tehtäviin toimenpiteisiin. Lumen poisto on tärkeää siltä kannalta, että sen oltua väylällä tarpeeksi kauan, alkaa se pakkautumaan epätasaiseksi polanteeksi, joka vaikeuttaa väylän käyttöä ja heikentää turvallisuutta. Tämä taas johtaa ylimääräisiin toimenpiteisiin eli polanteen poistoon tai tasaukseen. Liittymäalueilla kertynyt lumi ei saa muodostaa näkemäesteitä ja lumen poistoa varten varataan paikkoja, joista se ei sulaessa valu pyöräteille. Lumen poistoon liittyen perinteisen aurauksen sijaan, tai lisäksi, voidaan käyttää lumilinkoa tai harjausta. Polanteiden suhteen väylät on pidettävä polanteesta kokonaan vapaana tai polanne on vaihtoehtoisesti pidettävä tasaisena. Polanteen tasaushöyläyksessä tehdään pinta karheaksi ilman, että syntyy pyöräilyä haittaavia uria. Jos tiedetään lähitulevaisuudessa olevan lämpimämpi jakso, niin polanteen pintaa ohennetaan, ettei se pehmetessä aiheuta haittaa pyöräilijälle. Liukkaudentorjuntaan sopivia menetelmiä ovat suolaus ja harjaus. Suolauksen parhaat käyttötilanteet ovat silloin, kun lämpötila vaihtelee nollan molemmin puolin. Suolaus vaatii puhtaanapitoa ajatellen myös väylän harjausta. Suolaukselle hyviä paikkoja ovat kohteet, joissa pituus- tai leveyskaltevuudet ovat suuria, esimerkiksi mäissä ja kurveissa. Irtohiekkaa ei suositella käytettäväksi pyöräilyn pääväylillä, koska se voi olla vaarallista kurvien ja mäkien kaltaisissa kohteissa. Jos sen käyttö kuitenkin on välttämätöntä, tulee materiaaliksi valita sellaista, joka ei aiheuta rengasrikkoja. (Väylävirasto, 2020)

4 Sääolosuhteiden tarkastelussa käytettävä data

Tässä luvussa esitellään työssä tietopohjana toimivat kohteet eli pyöräilyn laskentapisteet ja niiden sijainnit kaupungeissa sekä sääasemat ja niiden sijainnit.

4.1 Pyöräilyn laskentapisteet

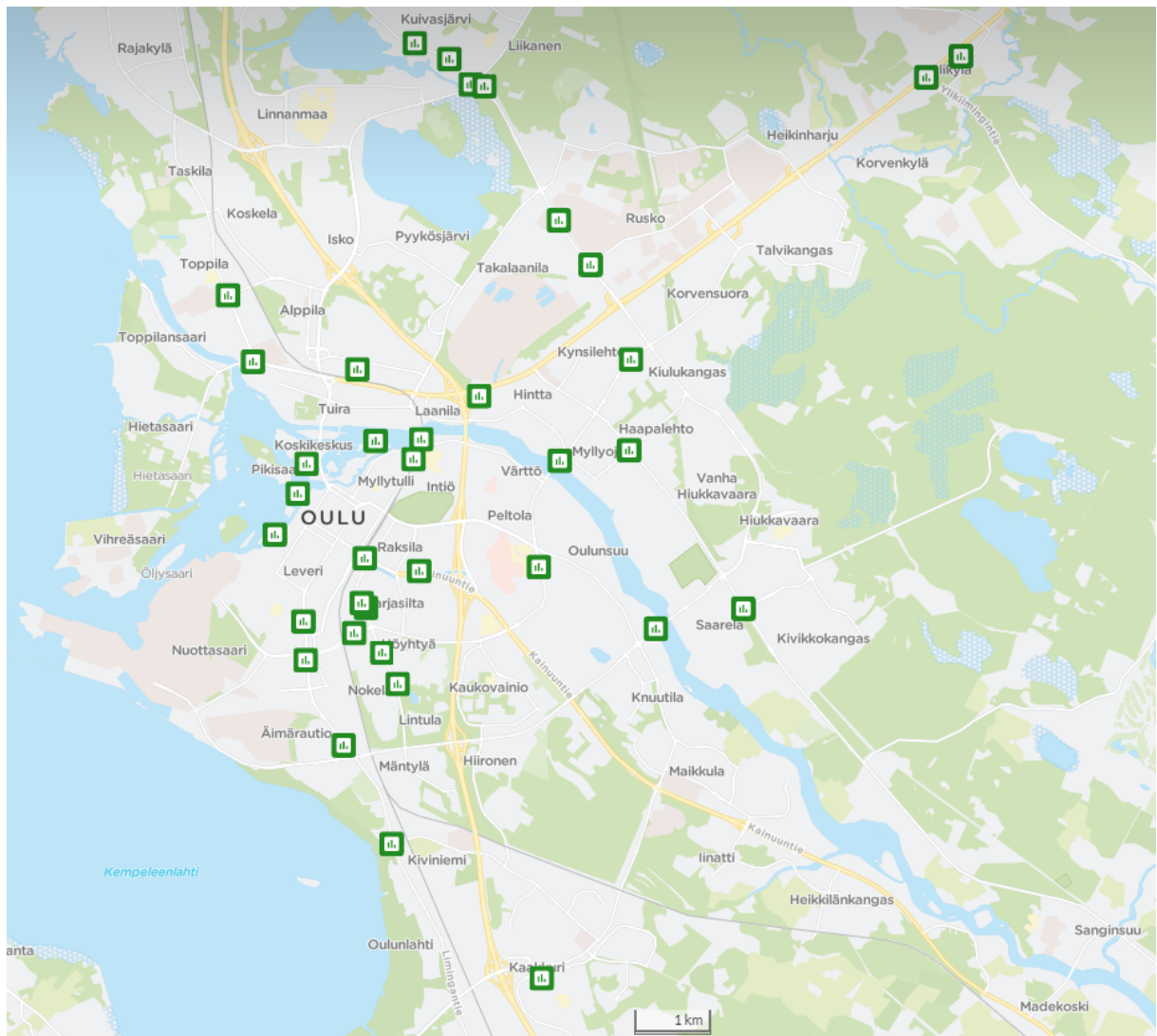
Pyöräilijämäärien laskentametodit perustuvat jokaisessa tarkastellussa kaupungissa hyvin pitkälti EcoCounter-laskimiin. Näillä pystyy tekemään jatkuvaa ympärivuotista mittausta ja koostamaan päiväkohtaisia pyöräilymääriä, joita tässä työssä käytetään. Laskeminen toimii maahan tai päällysteeseen kaivettavalla kaapelilla, joka muodostaa sähkömagneettisen induktiosilmukan. Laskin osaa erottaa pyöräilijät kaikista muista kulkumuodoista, kuten autoista, mopoista tai sähköpotkulaudoista pyöräteiden lisäksi myös sekaliikenneväylillä.

(EcoCounter, n.d.-a) Tarkastelluissa kaupungeissa laskimet ovat kytkettyinä reaaliaikaisiin seurantajärjestelmiin, joihin laskimet lähettävät jatkuvaa tietoa pyöräilymääristä.

4.1.1 Oulu

Oulun liikenne -palveluun on kerätty pyörävyliien varteen asetetuista mittauslaitteista saatua laskentatietoa. Palvelu itsessään hakee tietoa Oulun liikenteen avoimesta GraphQL-rajapinnasta ja päivittää tietoa omaan palveluunsa tunnin välein. Samaan rajapintaan tulee esimerkiksi myös kunnossapidon reaaliaikaiset toimenpiteet. (Oulun liikenne, n.d.-b) Laskimia on asennettu pääasiassa 2010-luvun loppupuolelta eteenpäin muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, joten tilastoja löytyy Oulun nykyisen talvihoitourakan kaudelta kattavasti (Oulun liikenne, n.d.-a). Laskentapisteitä kartalla on esitetty kuvassa 3 ja niitä on Oulussa yhteensä 47 kappaletta.

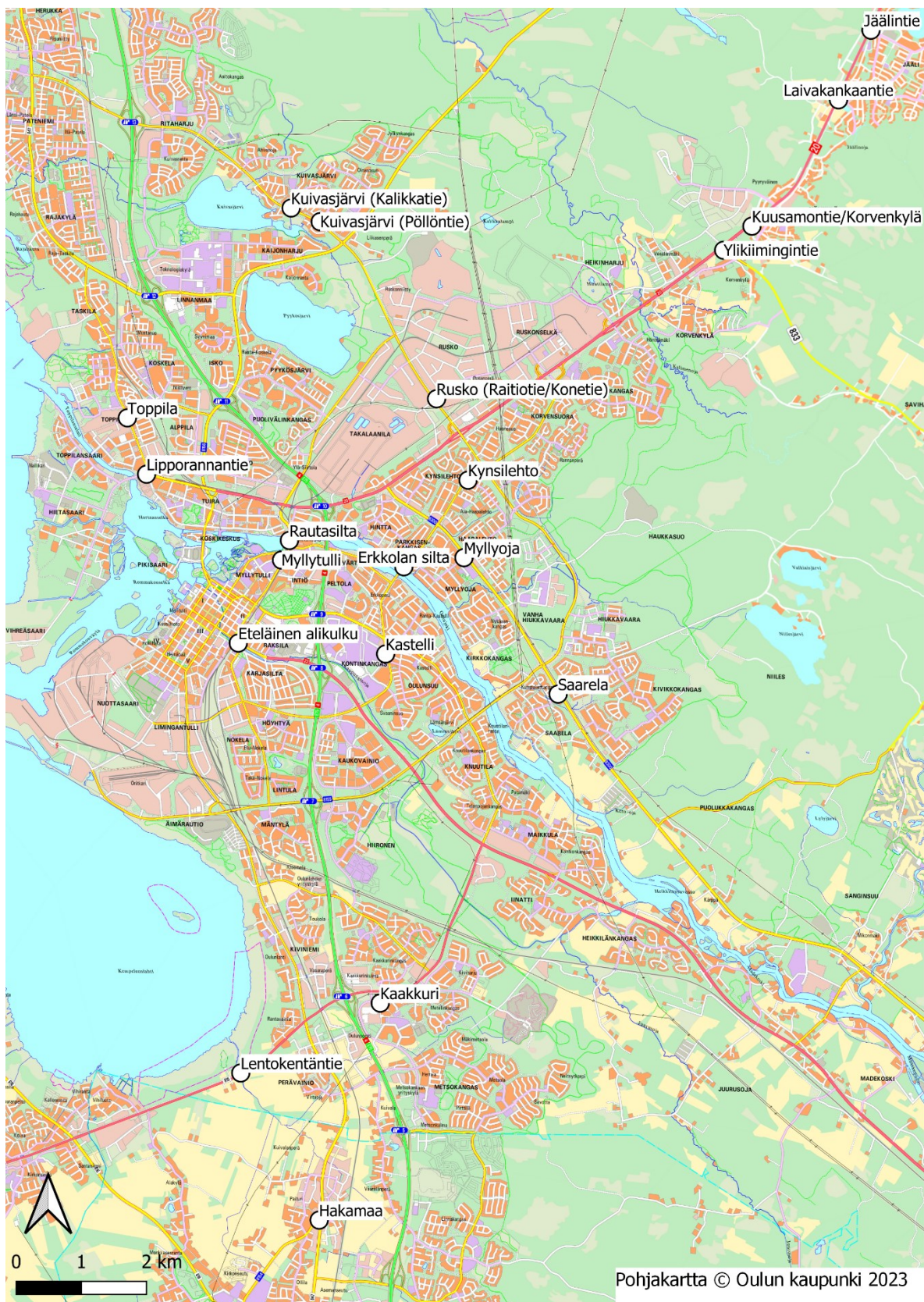
Kuva 3. Pyörämäärien laskentapisteet (Oulun liikenne, n.d.-b)



Laskentapisteillä ei kuitenkaan pystytä saamaan selville koko kaupungin totuudenmukaista vuorokautista pyöräilijämäärää, joka olisi tämänlaisessa työssä ideaalitilanne. Kun lähdetään tutkimaan kokonaisvaltaisesti sään ja kunnossapidon vaikutuksia pyöräilijämääriin, valitaan täten mahdollisimman monta laskentapistettä, jotta tarkasteluun saadaan mahdollisimman suuri otoskoko. Työssä mukana olevat mittauspisteet on esitetty kuvassa 4 ja niitä on yhteensä 20 kappaletta. Tarkastelussa käytetään pyöräilymäärien automaattisesti korjattua dataa, jossa mittausjärjestelmä pyrkii korjaamaan yleisesti havaittuja virheitä, kuten vikatilanteita ja laitteen ohi ohjattua liikennettä. Tämä joissain tapauksissa muuttaa liikennemääriä muutamalla prosenttiyksiköllä. Jokaisesta mittauspisteestä saatava raakadata on tarkastettu työtä varten ja siitä on suodatettu pois pisteet, joissa on pidempiä mittausjaksoja, joista dataa ei ole saatavilla. Tarkastelussa mukana olevista mittauspisteistä

täten voi puuttua pelkästään joitain yksittäisiä päiviä, jotka automaattisesti pystytään korjaamaan Oulun liikenteen palvelussa. Automaattinen korjaus perustuu tällöin havaittuun liikennemäärään viikonpäivän, vuodenajan ja sään mukaan. Lisäksi suurimmassa osassa mittauspisteitä ei ole saatu mittausdataa aikajaksolta 19.10. – 14.11.2022 joten tämä aikajakso on jätetty kaikista mittauspisteissä huomioimatta. Johtuen siitä, että mittauspisteitä on asennettu vasta 2010-luvun loppupuolella ja 2020-luvun alkupuolella, saamme valitsemistamme pisteistä liikennemäärätietoja kolmelta talvijaksolta. Aikaisin päivämäärä, jolloin kaikki pisteet olivat toiminnassa, oli 4.11.2020 ja tarkasteluja tehdään täten ajanjaksolla 4.11.2020 – 5.4.2023.

Kuva 4. Työssä käytettävät Oulun laskentapisteet



Poisjätettyjä mittauspisteitä on listattu kuvaan 5. Yhteensä 22 kappaletta jätettiin pois pidempien jaksojen vuoksi, jolloin mittausdataa ei olla saatu. Lisäksi Kiimingistä, Kempeleeltä

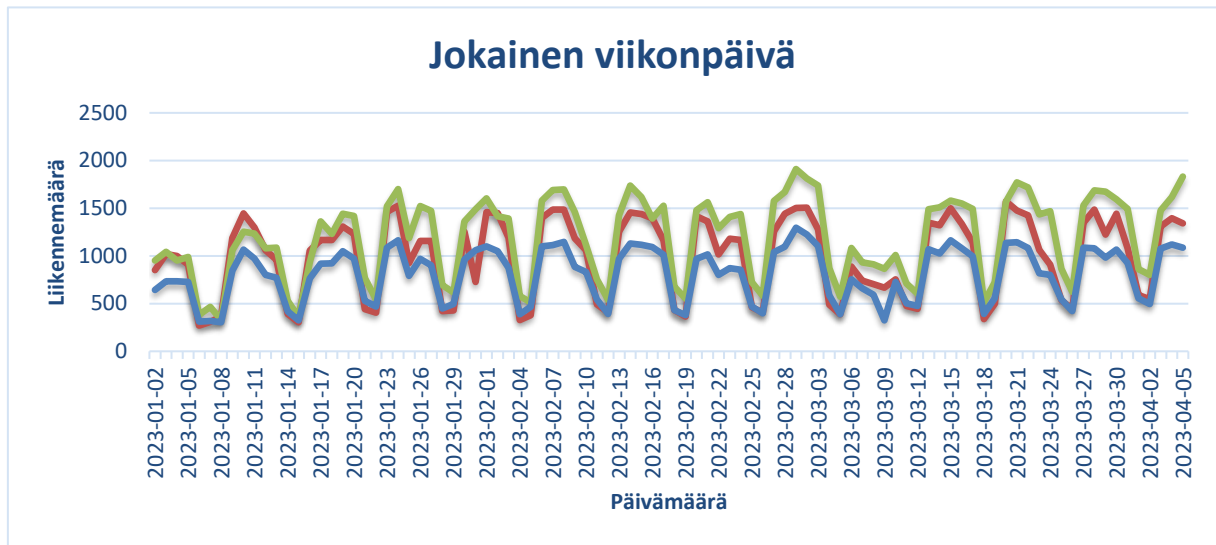
ja Tupokselta on jätetty pois yhteensä kuusi mittauspistettä, jolloin pääpaino saataisiin enemmän Oulun keskustaan ja sitä ympäröiviin alueisiin, joissa liikkumistottumukset eivät eroaisi toisistaan liikaa, ja tällöin saadaan parhaiten selvitettyä sään vaikutusta pyöräilymääriin poistamalla mahdollisimman moni muu ulkoinen tekijä.

Kuva 5. Oulun poisjätetyt mittauspisteet

Poisjätetty piste	Katkon aika
Haukipudas/Kiiminkijoki	11/2022 ->
Herukka	12/2020 - 01/2021
Kuivasjärvi (Raitiotie/Alakyläntie)	Koko mittausjakso
Rusko (Raitiotie/Kiillette)	Useita yksittäisiä päiviä
Välivainio (Sorvarintie)	Useita yksittäisiä päiviä
Kuusamontie/Laanila	12/2020 - 01/2021 ja 05/2021 - 06/2021
Poikkimaanatie	4 kpl katkojaksoja pituudeltaan 2vk - 2kk
Patosilta	06/2021 - 11/2021
Raatti	09/2021 - 01/2022
Pikisaarensilta	4 kpl katkojaksoja pituudeltaan 2vk - 2kk
Hollihaka	Koko mittausjakso
Limingantulli (Limingantie/Kempeleentie)	08/2022 - 12/2022
Limingantie	08-2022 - 12/2022
Äimärautio	08/2022 ->
Maikkulan baana	06/2021 - 10/2021
Karjasilta	04/2021 - 07/2021
Taka-Lyötty	11/2020 - 05/2021
Karjasilta (Joutsentie/Paljetie)	11/2020 - 04/2022
Höyhtyä (2kpl)	11/2020 - 12/2021
Oulunlahti (Limingantie)	Useita yksittäisiä päiviä

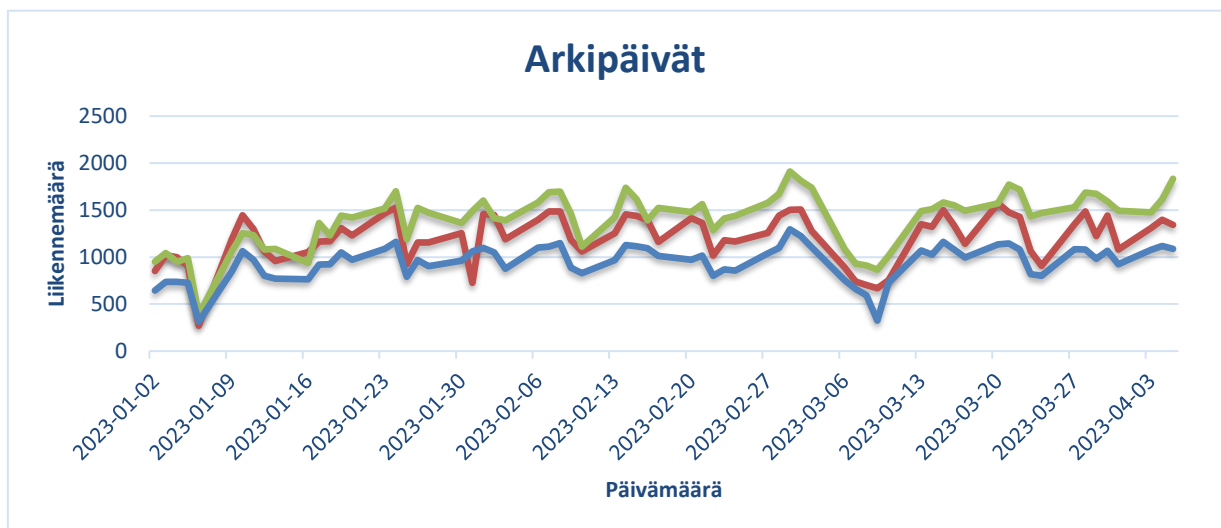
Oulun liikenteen palvelusta heti alkutekijöissä liikennemääriä ladatessa ja tilastoidessa voi huomata isoja hyppäyksiä säännöllisin väliajoin (Kuva 6). Siinä on otettu esimerkiksi Erkkolan sillan, Eteläisen alikulun ja Rautasillan mittauspisteet. Tämä kertoo siitä, että viikonloppuisin, erityisesti sunnuntaisin, pyöräilymäärät vähenevät huomattavasti oletettavasti johtuen työmatkapyöräilyn poisjäännistä laskennoista. Jotta sääolosuhteiden vaikutuksista pyöräilyn määriin saadaan mahdollisimman realistista dataa, jätetään tarkastelusta pois viikonloput eli lauantait ja sunnuntait, jolloin pääpaino siirtyy työ- ja koulumatkapyöräilyn tarkasteluun, ja siihen, miten paljon sääolosuhteet vaikuttavat kulkumuodon valintaan arkipäivinä Oulussa.

Kuva 6. Viikon rytmillinen vaihtelu pyöräilymäärissä



Kuvassa 7 näkyy pelkästään arkipäivien liikennemäärät Erkkolan sillalla, Eteläisellä alikululla ja Rautasilalla. Säännöllinen jaksottainen vaihtelu on poistettu, jolloin sääolosuhteiden vaikutusta päästään tarkastelemaan paremmin.

Kuva 7. Arkipäivien liikennesuoritteiden vaihtelu

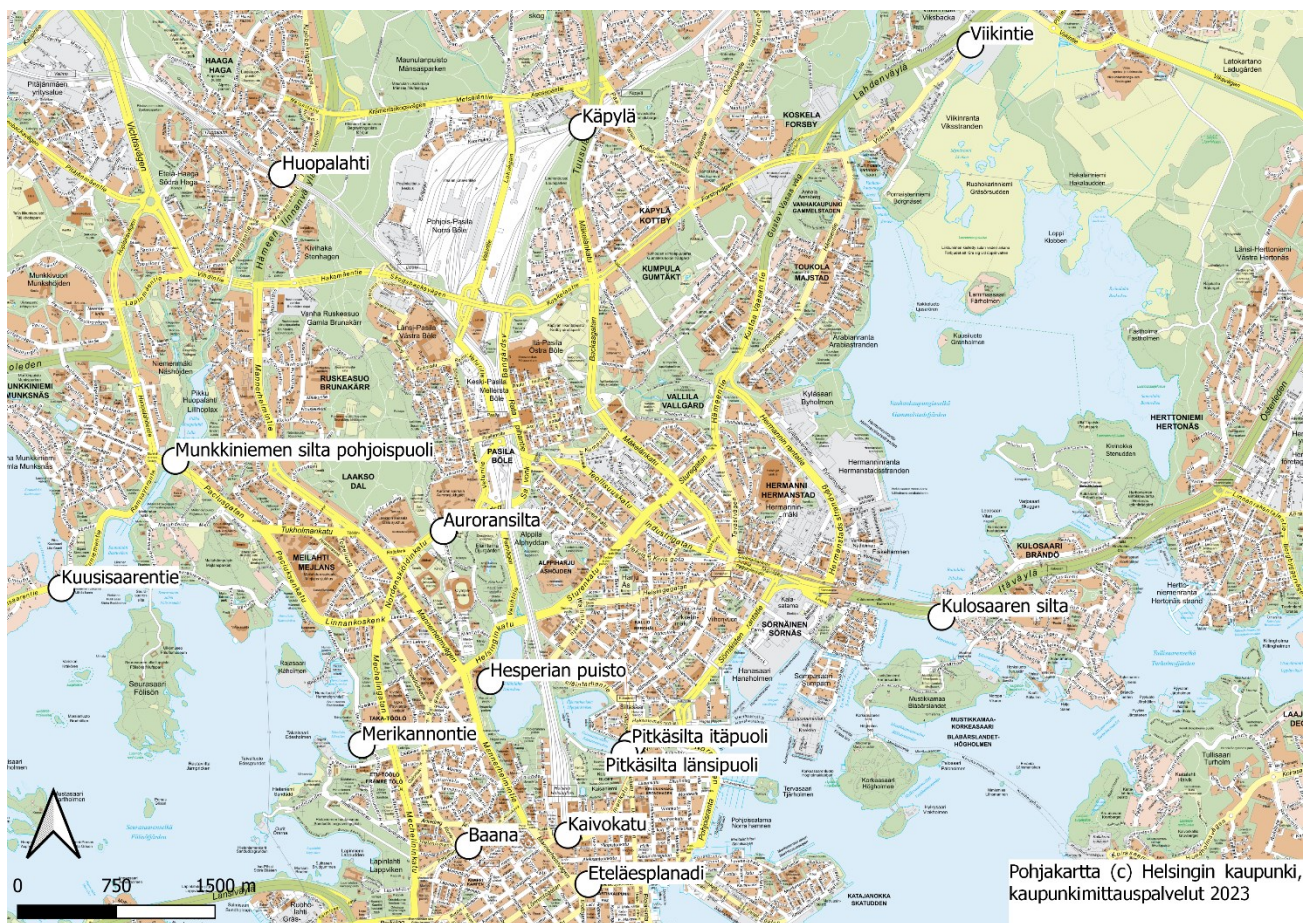


4.1.2 Helsinki

Helsingin avoimen datan portaalista saadaan selvitettyä kattavat pyöräilyn liikennemäärät kaupungin alueelta. Laskentaa löytyy hieman kauemmalta ajalta, kuin Oulusta ja koneellisia laskentapisteitä on 20 kappaletta. Tarkastelua varten näitä on suodatettu siihen pisteeseen,

että saadaan mittausjakso, jonka aikana mahdollisimman moni laskin olisi käytössä ilman katkoksia. Pidempien katkojen takia joitain mittauspisteitä täytyy ottaa tarkastelusta kokonaan pois. Mittausajanjaksoksi saatiin 6.5.2018 – 31.12.2022. Siinä käytettävät laskentapisteen on osoitettu kuvassa 8. Kuten Oulun mittauksissa tehtiin, myös Helsingistä suodatetaan viikonloput pois lopullisesta aineistosta, jolloin pääpaino tarkastelulle tulee arkipäivien liikennemääristä.

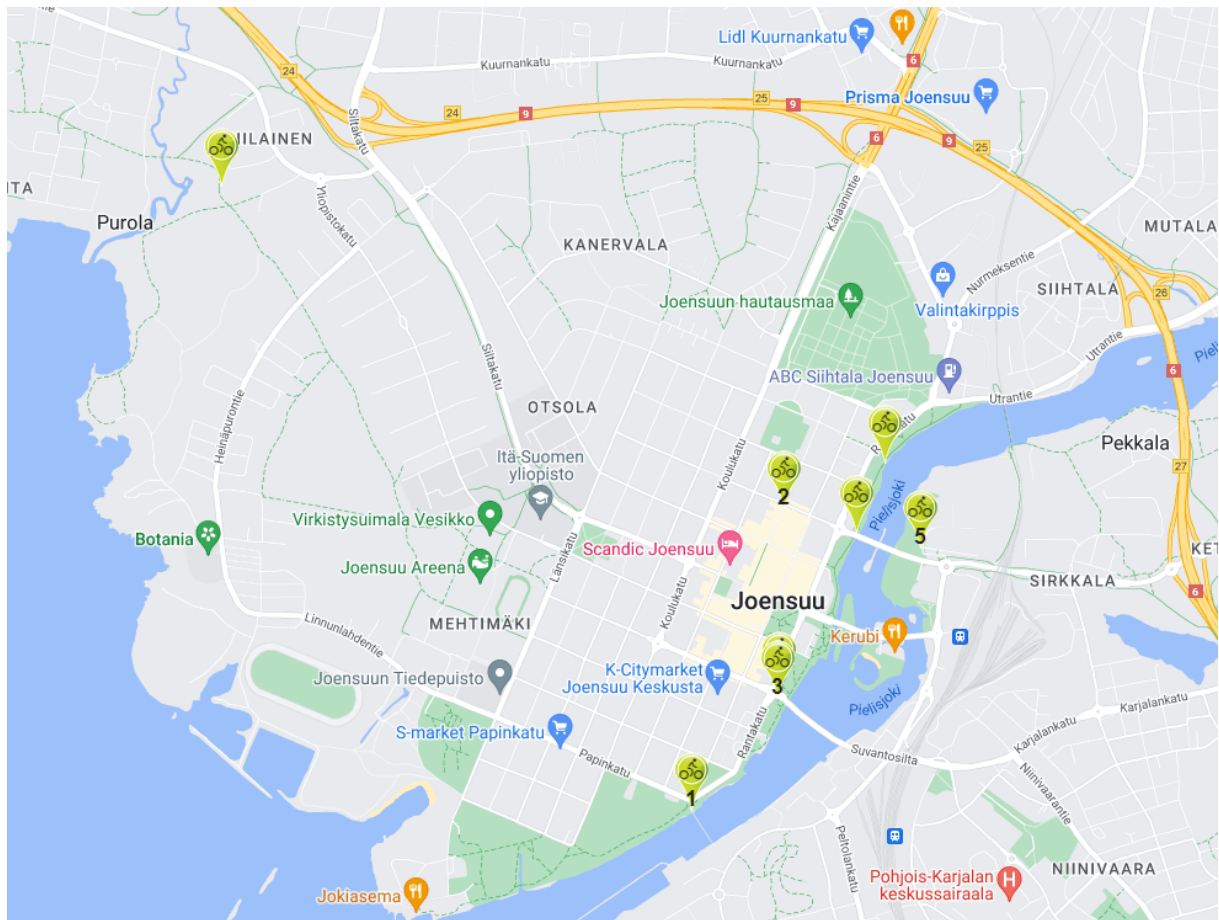
Kuva 8. Helsingin laskentapisteen (Helsingin kaupunki, n.d.-a)



4.1.3 Joensuu

Joensuun kohdalta pidempiaikaista laskentadataa sai työtä varten suoraan kaupungin liikennesuunnittelusta. Mittauspisteitä tarkastelua varten on 8 kappaletta. Kuvassa 9 on kuvakaappaus Joensuun reaaliaikaisen mittauksen seurantasivulta, josta näkee laskinten paikkoja kaupungissa.

Kuva 9. Joensuun EcoCounter laskimien sijainteja (EcoCounter, n.d.)



Haasteena tässä mittausaineistossa on laitevioista johtuvat aukot aineistossa, joita on täydennetty korjauslaskennalla, jossa on otettu mahdollisimman paljon huomioon vuodenaika ja sääolosuhteet, mutta tulokset eivät silti välttämättä ole täysin totuudenmukaisia. Mittausajanjaksoksi valikoitui jakso, jolloin kaikki laskimet ovat olleet toiminnassa ja aikaisin päivämäärä tähän on 1.10.2018 ja viimeisin 31.12.2022. Korjattua dataa löytyy kaikilta laskimilta paitsi kahdelta, joten tässä tapauksessa ei voida lähtemään poistamaan laskimia, joilla häiriöitä on ollut, vaan otetaan korjattu data mukaan tarkasteluun. Yhteensä korjattuja päivähavaintoja yksittäisillä laskentapisteillä mittausjaksolla on 947 kpl, kun päivähavaintoja yhteensä on 12 424 kpl. Aineistossa täten tulee olemaan noin 7,6 % korjattua dataa. Aineistosta tullaan muiden kaupunkitarkastelujen tavalla taas suodattamaan viikonloput pois ja tarkastelussa keskitytään arkipäiviin.

4.2 Sääasemat

Työssä käytettävää säädataa saadaan Ilmatieteen laitoksen mittauspisteiltä. Jokaisesta kaupungista valitaan yksi mittauspiste, josta saadaan mahdollisimman edustavat luvut säästä pyöräilyn reiteillä.

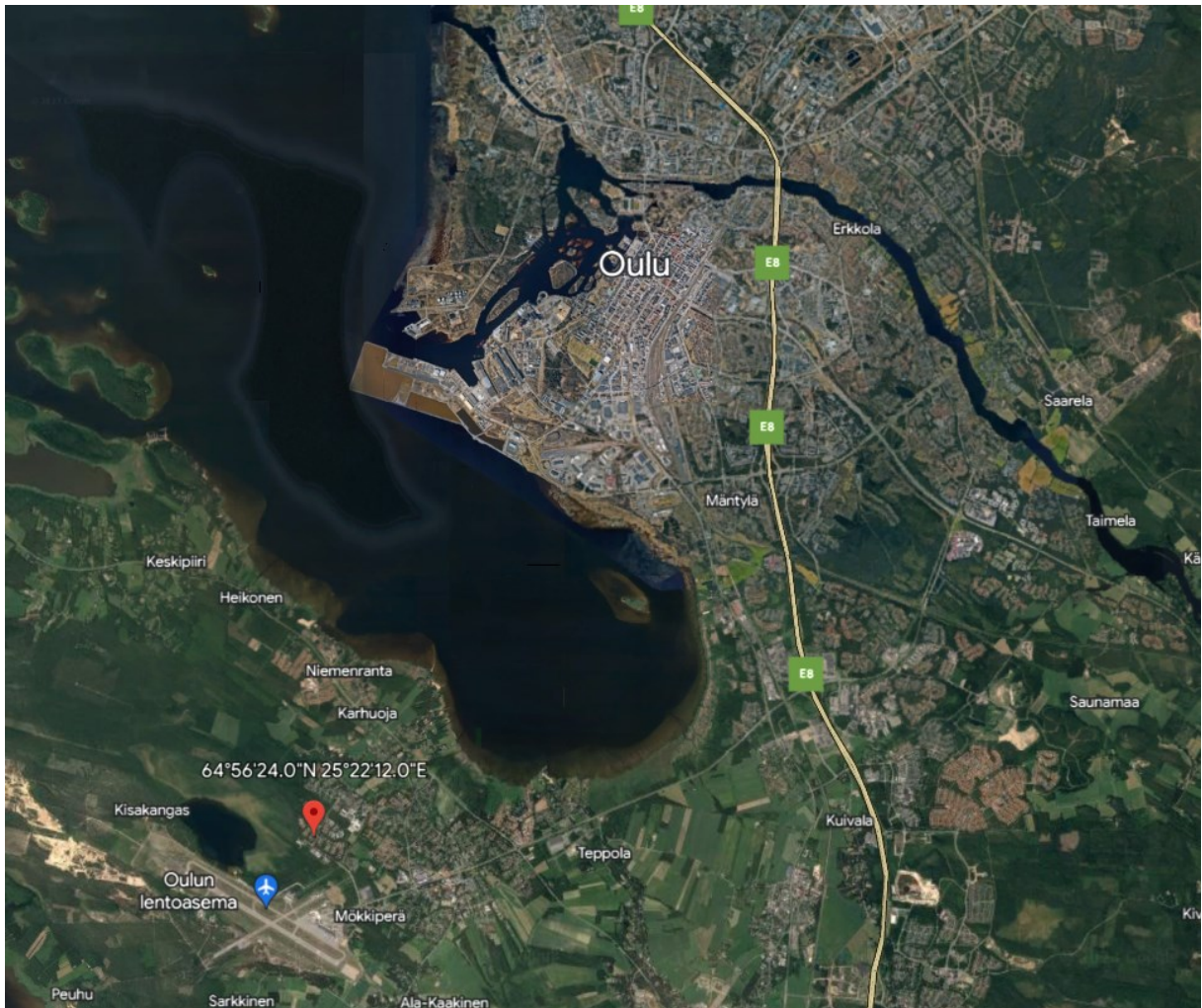
4.2.1 Oulu

Sääasemia, joista saadaan dataa sekä sademääristä että lämpötiloista, löytyy Oulun seudulta 3 kappaletta: lentoasemalta, Vihreäsaaren satamasta ja Oulunsalon Pellonpäästä.

Säähavaintoja on mahdollista selvittää 10 minuutin, tunnin tai vuorokauden kokoisilla havaintoväleillä. Työssä tarkastellaan vuorokauden keskimääräisiä sademääriä ja lämpötiloja.

Maantieteellisesti lähin sääasema pääpyöräreittiverkkoa olisi Vihreäsaaren satamassa, mutta siitä saatavat arvot edustavat enemmän Oulun rannikkoseutua, eikä kaupunkia, jossa ilmasto on mantereisempi. Lentoaseman ja Pellonpään asemat ovat hyvin lähellä toisiaan, joten työssä käytetään Pellonpään asemasta saatavia mittaustuloksia. Sijainti näkyy kuvassa 10 Oulunsalon niemen juurella. Lähin harva mäntyvaltainen sekametsä sijaitsee noin 30 metrin päässä asemasta lounaispuolella. Lyhin etäisyys mereen on 3–4 kilometriä etelässä ja lounaassa sekä 2,5–3 kilometriä koillisessa. Itä- ja kaakkoispuolella on laajoja peltosavikkoalueita, joiden korkeus vaihtelee 0–20 metrin välillä. Länsipuolella, Oulunsalon niemellä, on mäntykangasta, joka on myös 0–20 metriä merenpinnan yläpuolella. Oulun kaupunki sijaitsee noin 10 kilometrin päässä pohjoiskoillisessa suunnassa ja idän puolella on myös pienempiä asutuskeskuksia kuten Oulunsalo ja Kempele. (Ilmatieteen laitos, n.d.)

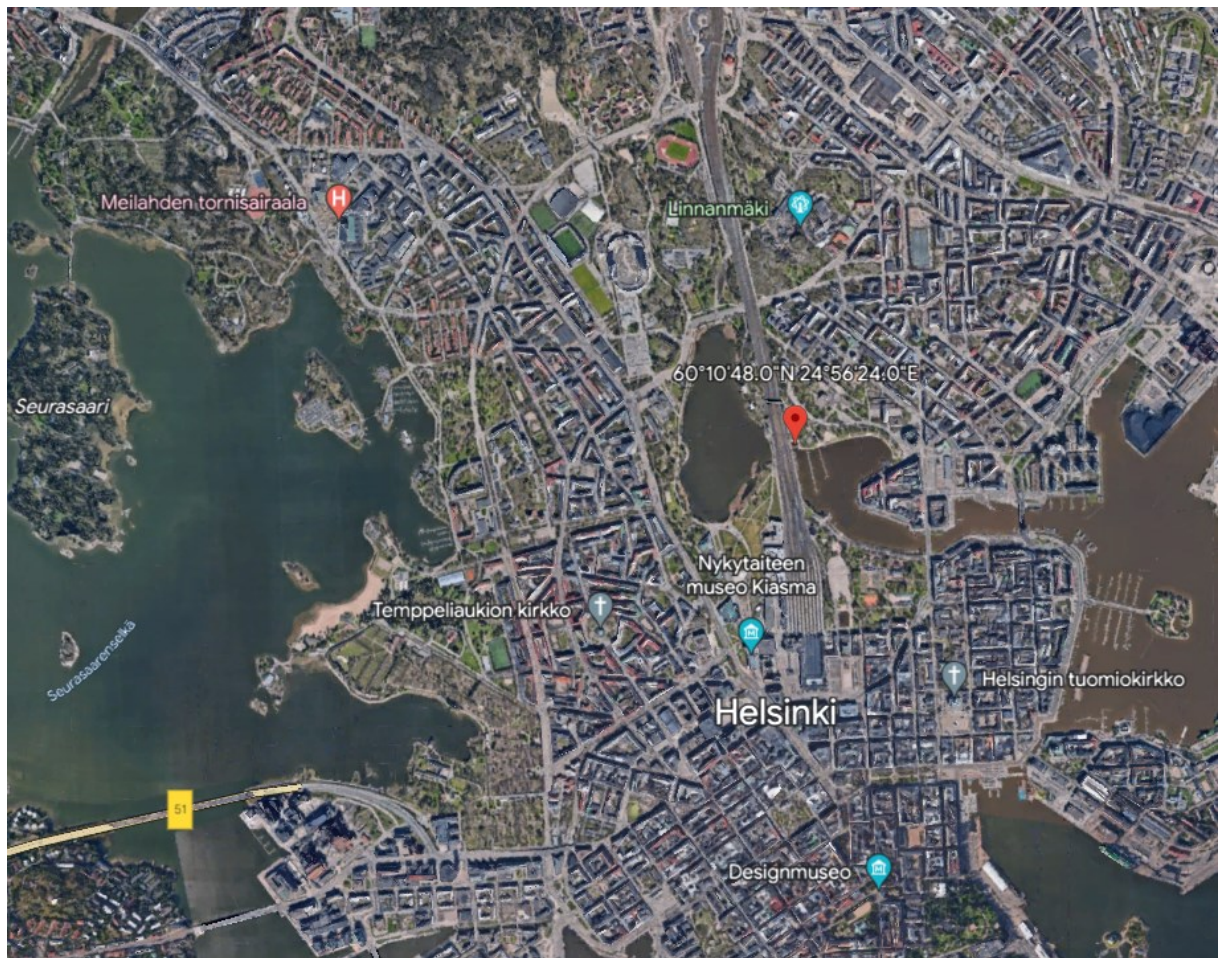
Kuva 10. Oulun Pellonpään sääaseman sijainti (Google, n.d.-c)



4.2.2 Helsinki

Helsingin mittausasemaksi valikoitui ilmatieteen laitokselta Kaisaniemen asema. Se on Suomen pisimpään toiminnassa ollut säähavaintoasema vuodesta 1844 lähtien. Se on sijainnut nykyisellä paikallaan Helsingin yliopiston kasvitieteellisen puutarhan kupeessa vuodesta 1962 lähtien. Asemasta saatava data edustaa Helsingin keskusta-alueen suuria puistoja. (Ilmatieteen laitos, n.d.) Kartalla se on esitetty kuvassa 11.

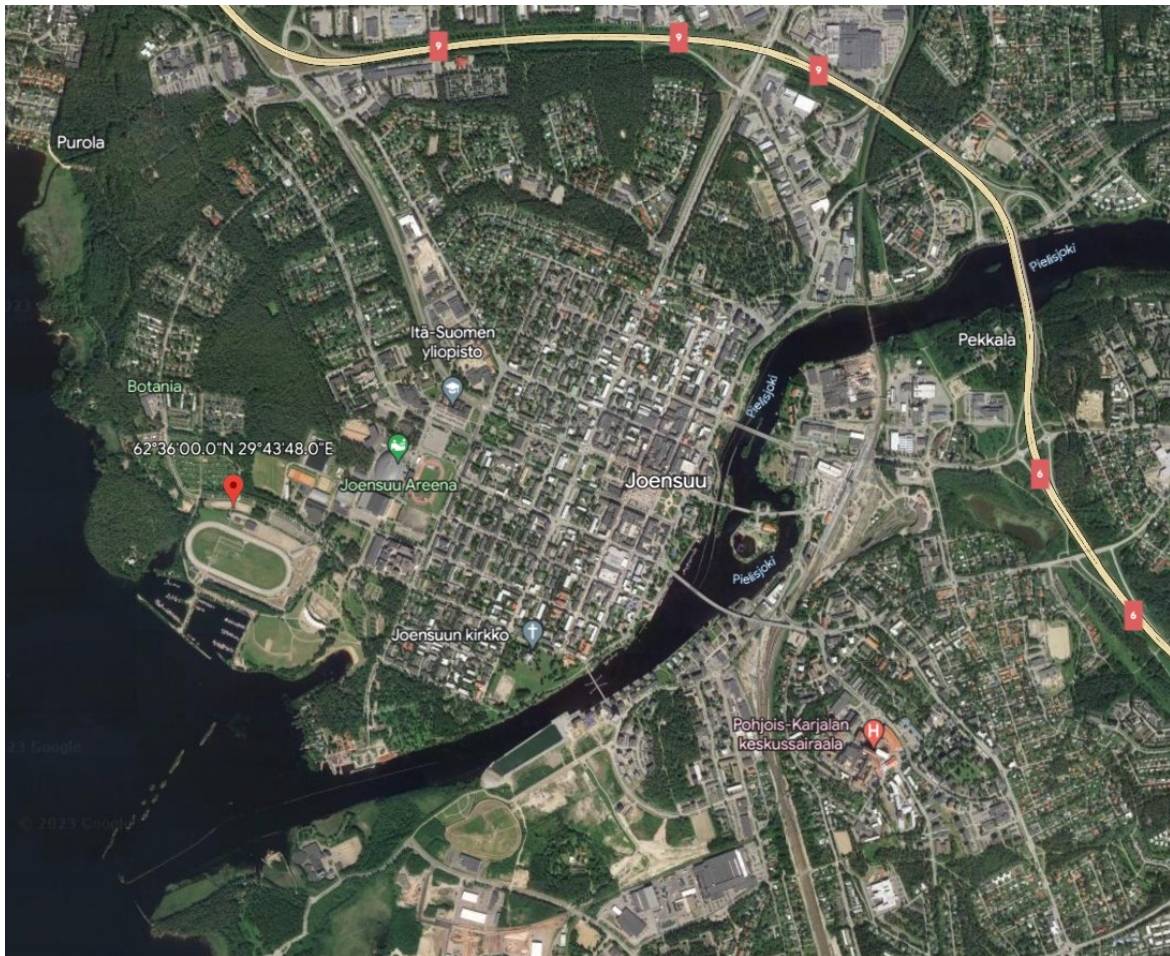
Kuva 11. Helsingin Kaisaniemen sääaseman sijainti (Google, n.d.-a)



4.2.3 Joensuu

Joensuusta sääasemaksi valikoitui Linnunlahden asema. Asema sijaitsee Joensuun kaupunkikeskustan länsipuolella, väljällä puutarha-alueella, suojassa pensaiden, matalahkon puuston ja matalien rakennusten ympäröimänä. Lähimmillään asema on Pyhäselän rantaan vain 300 metrin päässä. Ympäristö on järvirikasta aluetta, järvisyys 10 km säteellä asemasta on 30 %. Muutoin ympäristö koostuu laajasta kuivasta mäntykankaasta, joka kuuluu Salpausselkään, sekä alavammasta, soistuneesta kangasmetsästä. Lämpötila kuvaa hyvin Joensuun kaupunkialuetta. (Ilmatieteen laitos, n.d.) Kartalla sijainti on esitetty kuvassa 12.

Kuva 12. Joensuun Linnunlahden sääaseman sijainti (Google, n.d.-b)



Tällä pisteellä on ollut mittauskatkoja kahtena ajanjaksona 7.9. – 22.10.2020 ja 26.4. – 22.6.2021, joten nämä ajanjaksot liikennemäärineen jätetään tarkastelussa huomioimatta.

5 Lämpötilan vaikutus pyöräilyyn

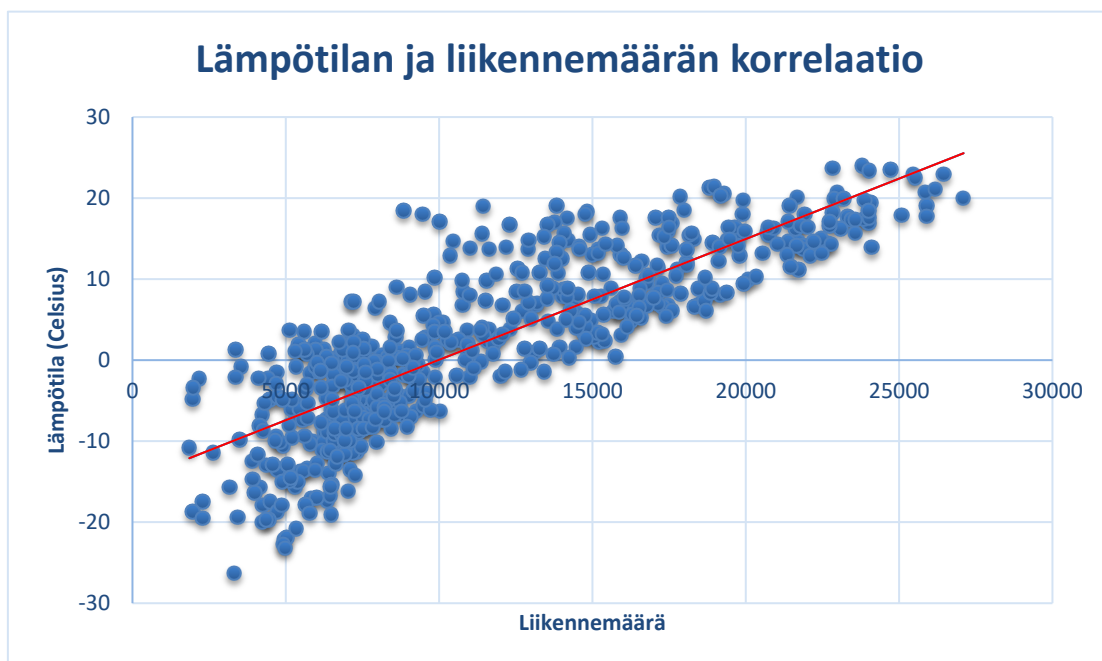
Tässä luvussa pyritään selvittämään sitä, miten eri sääolosuhteet vaikuttavat pyöräilijämääriin talvikausilla Oulussa ja vertailla näitä tuloksia Helsinkiin ja Joensuuhun. Tavoitteena on saada selville, millä tavalla lämpötilavaihtelut ja varsinkin lämpötilan laskeminen vaikuttaa yleiseen pyöräilymäärään. Lisäksi tarkastelussa otetaan huomioon luvussa 6 tarkasteltavat sademäärät ja lumisateiden vaikutukset pyöräilymääriin. Tällä tavalla saadaan luotua kuvaa siitä, millä tavalla eri kaupunkien talvikunnossapitoimilla ja talvipyöräilyyn panostamisella pystytään vähentämään sääolosuhteellista ja kausittaista vaihtelua pyöräilymäärissä. Lämpötilojen ja sademäärien suhteen pyritään luomaan kuvaajia ja niihin liittyviä prosenttilukuja, jotka kuvastavat näiden vaikutusta pyöräilymääriin, sekä

lisäksi pyritään etsimään merkityksellisimpiä raja-arvoja, jolloin pyöräilymäärät romahtaisivat huomattavasti. Tärkeimpinä tietoina näiden tutkimisessa käytetään pyöräilyn laskentapisteitä ja sääasemia, joita luvussa 4 esiteltiin.

5.1 Oulu

Lähdettäessä tutkimaan lämpötilan ja pyöräilyn liikennemäärien korrelaatioita, voidaan ensimmäiseksi yleisellä tasolla selvittää, löytyykö korrelaatiota ylipäätensä. Tätä voidaan laskea Pearsonin korrelaatiokertoimella. Se kertoo liikennemäärän ja lämpötilan lineaarisesta korrelaatiosta ja tarkemmin korrelaation suunnasta ja voimakkuudesta. Sillä voi olla arvoja -1 ja 1 välillä, missä 1 tarkoittaa täydellistä positiivista korrelaatiota eli liikennemäärän kasvaessa lämpötila kasvaisi suhteellisesti yhtä suurella volyymilla. Korrelaatiokerroin -1 kertoisi liikennemäärien sen sijaan pienentyessä lämpötilan kasvaessa ja korrelaatiokertoimen arvo 0 tarkoittaa, ettei korrelaatiota ole ollenkaan. Koko mittausjaksolta korrelaatiokertoimeksi saadaan noin 0,80. Tämä viittaisi voimakkaaseen positiiviseen korrelaatioon, eli liikennemäärät kasvavat reilusti ilman lämmetessä. Koko mittausjakson yhteistä korrelaatiota on graafisesti esitetty kuvassa 13.

Kuva 13. Lineaarinen korrelaatio pyöräilyn liikennemäärässä ja lämpötilassa Oulussa



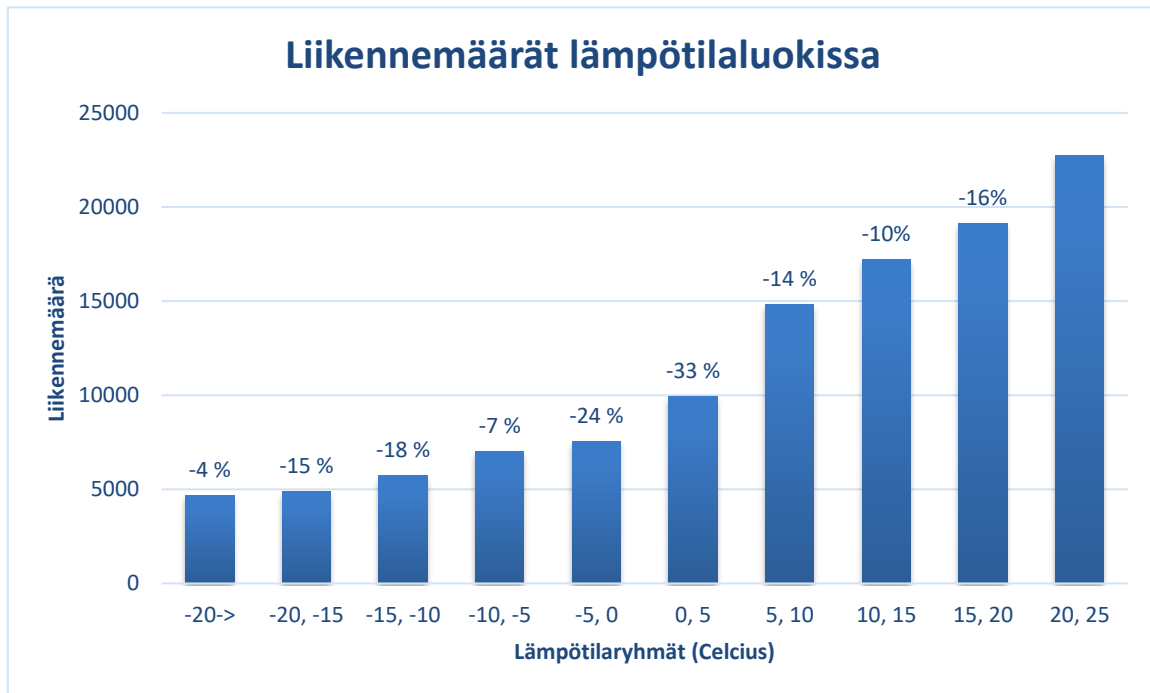
Kuvan 13 punainen viiva kuvaa lineaarista korrelaatiota ja siitä voi hieman jo luoda kuvaa, miten lämpötila vaikuttaa liikennemääriin. Siniset pallot ovat yksittäisten päivien liikennemääriä, joihin on kytketty sen päivän keskimääräisen lämpötilan tieto.

Todellisuudessa korrelaatio ei välttämättä ole vain lineaarinen suora viiva ja kuvaajastakin voi huomata, että viivan pitäisi alkaa kaartamaan alaspäin kuvaajan oikeassa laidassa, minkä takia korrelaatiota kuvaisi paremmin vapaammalla kädellä piirretty viiva. Tämän takia tarkastelussa on syytä mennä pelkästään lineaarista korrelaatiota syvemmälle.

Kuvan 13 dataa voidaan lähteä muokkaamaan siten, että ensiksi luodaan lämpötilaryhmät 5 asteen välein, jolloin esimerkiksi -15 ja -20 muodostavat omat ryhmän, jonka jälkeen voidaan laskea sille lämpötilavälille keskimääräinen liikennemäärä. Matalin mitattu keskimääräinen vuorokauden lämpötila on -26 astetta ja korkein 24 astetta. Tästä välistä saadaan muodostettua 10 lämpötilaryhmää.

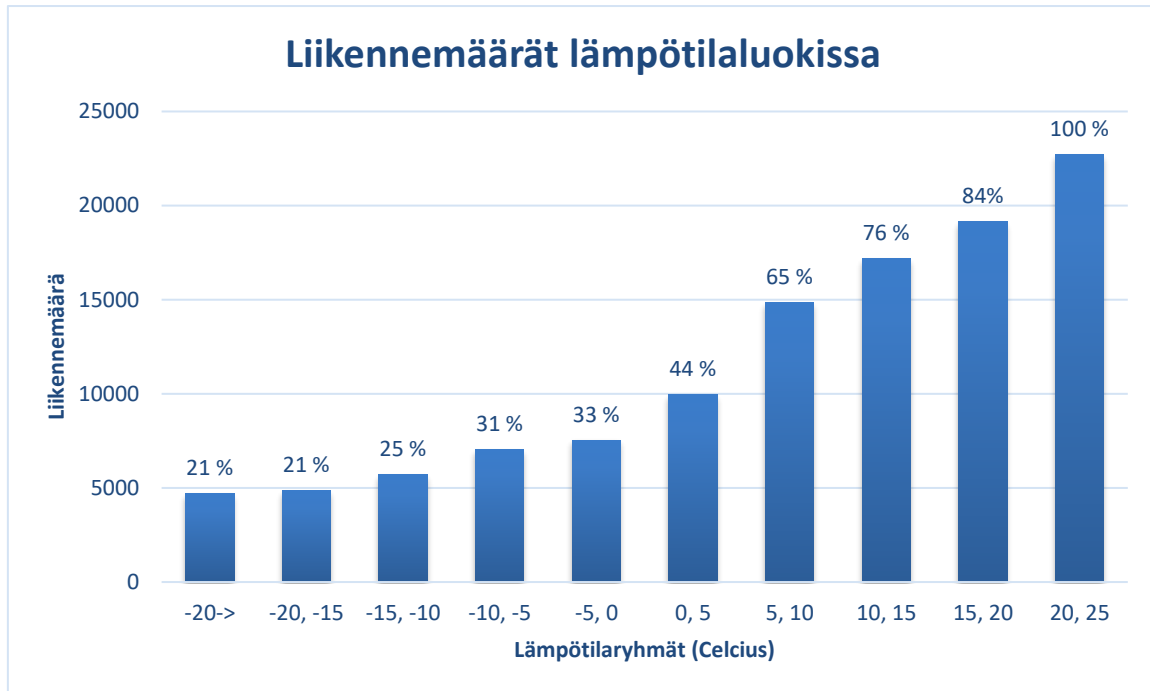
Liikennemäärät ovat yhteenlaskettuja lukuja valikoituneista mittauspisteistä, joten itse liikennemäärät eivät ole kuvaajassa niin relevantti tieto, kuin suhteellinen liikennemäärien vaihtelu lämpötilaryhmien kesken. Kuvasta 14 voidaan tulkita, että suurimmat romahdukset pyöräilijämäärissä tapahtuu, kun lähestytään 0 astetta ja pakkaskelejä. Ennen pakkaskelejä lämpötilojen tippuessa 5 astetta, suurimmat pudotukset pyöräilymäärissä ovat noin 15 %. Nollakelin molemmin puolin tapahtuu isoimmat romahdukset pyöräilymäärissä. Nollakeleistä pakastuessa enemmän ei tule välitöntä pudotusta liikennemäärästä, mutta -10 asteen kylmemmälle puolelle mentäessä määrät taas putoavat 15–20 % viiden celsiusasteen välein. Kumminkin mittausjakson kylmimmissä päivissä alle -20 asteessa ei enää nähdä juurikaan pienenemistä liikennemäärissä.

Kuva 14. Prosentuaaliset muutokset liikennemäärissä lämpötilojen vaihtuessa Oulussa



Kuvasta 15 vielä nähdään suhteelliset pudotukset liikennemäärissä verrattuna kesän huippumääriin. Prosenttiasteista huomaa heti, että muutokset ovat paljon pienempiä pakkaskeleillä verrattuna siihen, kun lämpötila alkaa ensimmäistä kertaa laskemaan kesien huippukeleistä. Voidaan myös tulkita, että Oulun seudulla varsinaisena talvipyöräily kautena lämpötila ei ole kovin suuri tekijä kulkumuodon valitsemisessa arkipäivisin. Talvipyöräily kylmemmillä keleillä näyttää ylläpitävän suhteellisen samanlaisia liikennemääriä lämpötilasta riippumatta.

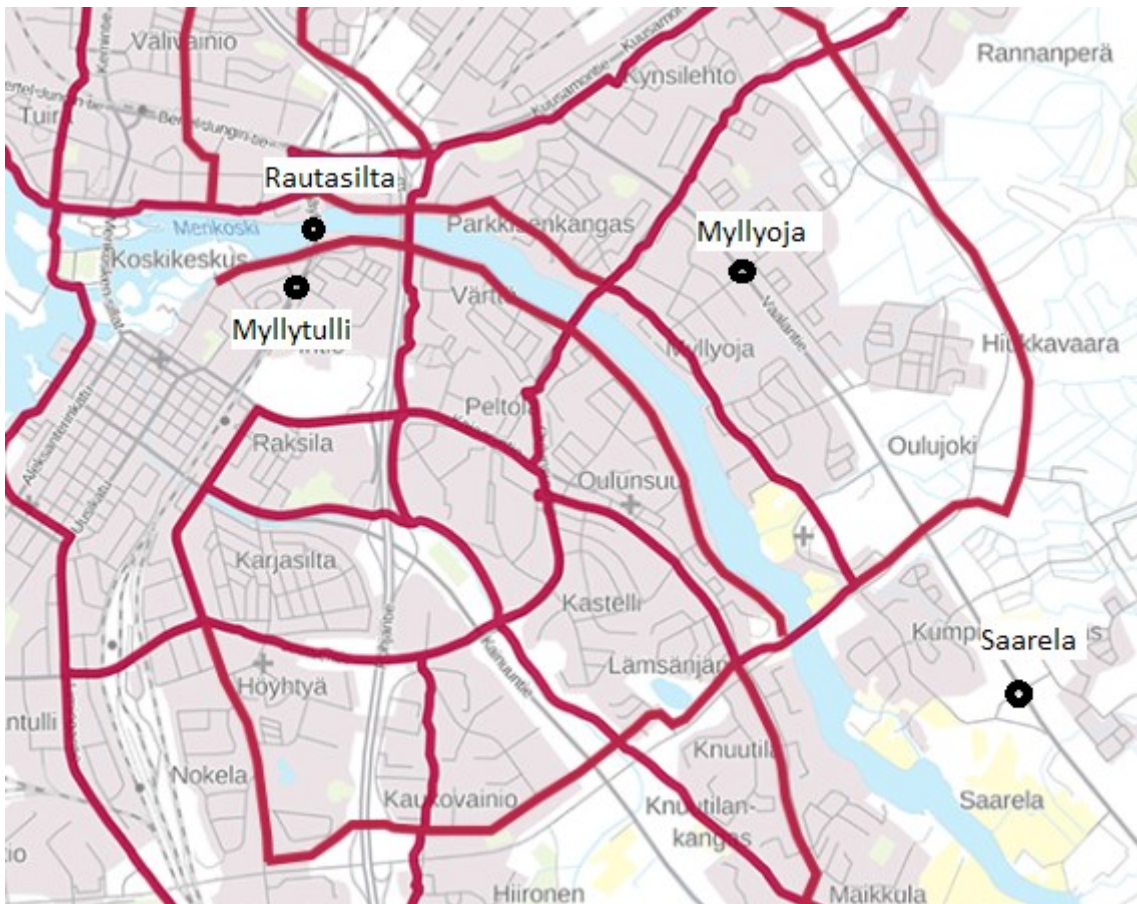
Kuva 15. Prosentuaalinen muutos liikennemäärissä verrattuna kesäkausien korkeimpiin liikennemääriin Oulussa



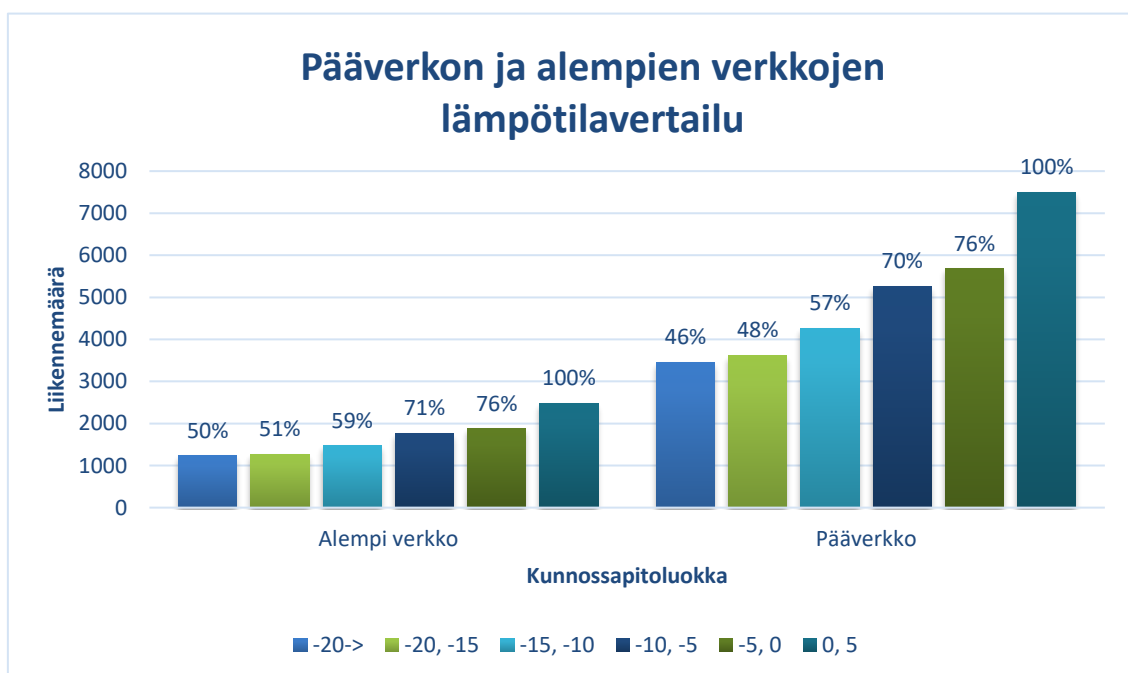
Tulokset kuvastavat myös hyvin pitkälti Traficomien henkilöliikennetutkimuksessa (2021) esiin tulleita lukuja Oulun seudulta. Matkaluku Oulun seudulla talvella pyörällä on 0,22 matkaa/hlö/vrk ja vastaavasti kesällä 0,59, mikä vastaa noin 63 % pudotusta. Talvikuukausia henkilöliikennetutkimuksessa vastasi jouluihelmikuu ja kesäkuukausia kesä-elokuu. Näiden kuukausien yhteinen keskilämpötila Oulussa usein osuu talvella -5 ja -10 asteen väliin ja kesällä 15 ja 20 asteen väliin (Oulun kaupunki, n.d.-b). Mittauspisteiden tyypilliset liikennemäärät näissä talvilämpötiloissa oli 7 025 ja kesälämpötiloissa 19 143. Näiden lämpötilojen välillä liikkua pudotus on myös 63 %.

Samanlaista tarkastelua voidaan tehdä vielä hieman tarkemmin erottamalla mittauspisteistä ne pisteet, jotka ovat talvihoitourakan alueella ja ne, jotka ovat hierarkkisesti alemmaa kunnossapidon aluetta. Oulun 20 mittauspisteestä Myllyoja, Saarela, Myllytulli ja Rautasilta (Kuva 16) eivät kuulu talvihoitourakan alueeseen ja näistä voidaan tehdä erikseen lämpötilatarkastelut, jotka ovat esitettyinä kuvassa 17.

Kuva 16. Oulun talvihoitourakan ulkopuoliset mittauspisteet



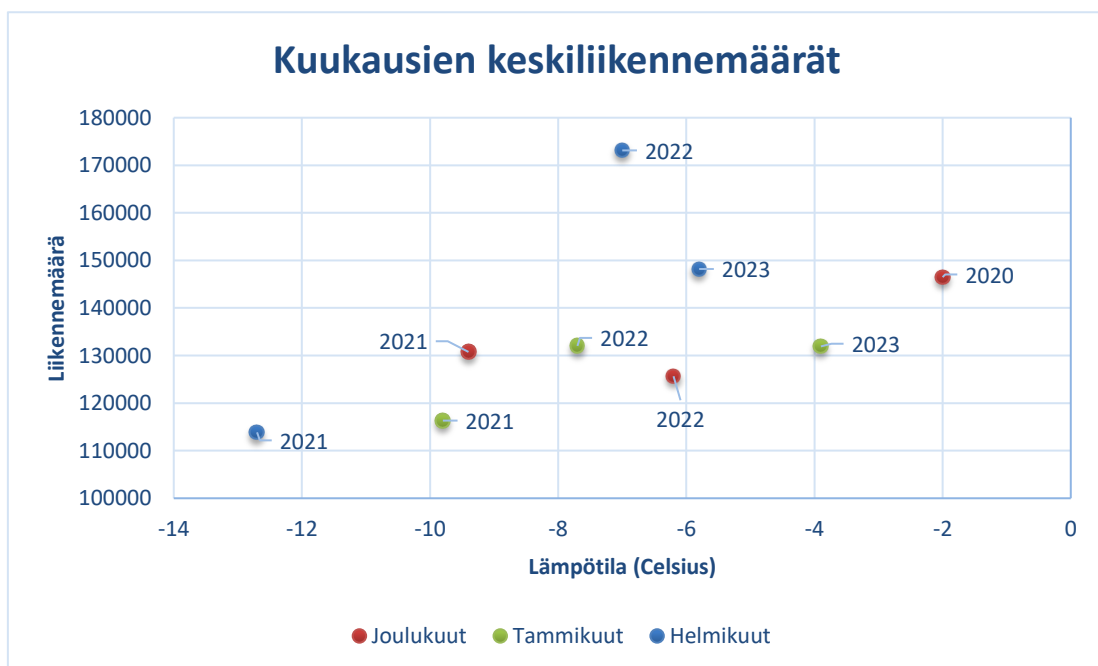
Kuva 17. Lämpötilatarkastelu Oulun talvihoitourakan alueen mittauspisteistä verrattuna sen ulkopuolisiin mittauspisteisiin



Näistä kahdesta kuvasta nähdään, ettei lämpötilalla talvisin ole juurikaan tekemistä sen kanssa, miten pyöräilymäärät lähtevät putoamaan kylmempään mennessä, kun vertaillaan superkunnossapitoluokkaa ja alempia kunnossapitoluokkia. Pitää kuitenkin huomioida, että alemman verkon mittauspisteet olivat suhteellisen lähellä kunnossapidon superluokan verkkoa, jolloin mahdolliset tulokset eivät välttämättä ole samaa luokkaa, jos vertaisi katuosuuksia, jotka ovat selvästi erillään superluokan verkosta.

Lopuksi voidaan vielä tutkia kuukausittaisten keskilämpötilojen vaikutusta sen kuun pyöräilymääriin erityisesti talvikuukausina. Laskentapisteistä saatavalla datalla voidaan laskea yhteen jokaiselle mittausjakson talvikuukaudelle (joulukuu-helmikuu) niiden liikennemäärät kolmelta eri vuodelta. Nämä ovat niiden kuukausien keskimääräisten lämpötilojen kanssa esitettynä kuvassa 18.

Kuva 18. Talvikuukausien liikennemäärät keskimääräisineen lämpötiloineen Oulussa



Tästä nähdään, kuinka kylmempinä talvikuukausinakin lämpötila vaikuttaa pyöräilymääriin. Vaihtelu ei ole kumminkaan liikennemäärällisesti kovin suurta varsinkaan joului- ja tammikuussa sen parhaimmillaan ollessa noin 10–20 %. Helmikuussa puolestaan liikennemäärät viimeisen kolmen vuoden aikana ovat voineet kasvaa jopa puolella verrattuna kylmimpään helmikuuhun, jossa keskilämpötila oli -12.7 celsiusastetta.

Näiden tarkastelujen talvikausien (joulu-helmikuu) keskilämpötilat näkyvät kuvassa 19. Viimeisen 15 vuoden keskilämpötilat talvikausilla ovat olleet työssä käytettävällä sääasemalla noin -7,1 astetta, joten tarkastelujaksolla ei juurikaan ole erityisen poikkeuksellisia talvia.

Kuva 19. Oulun tarkasteltujen talvikausien keskilämpötilat

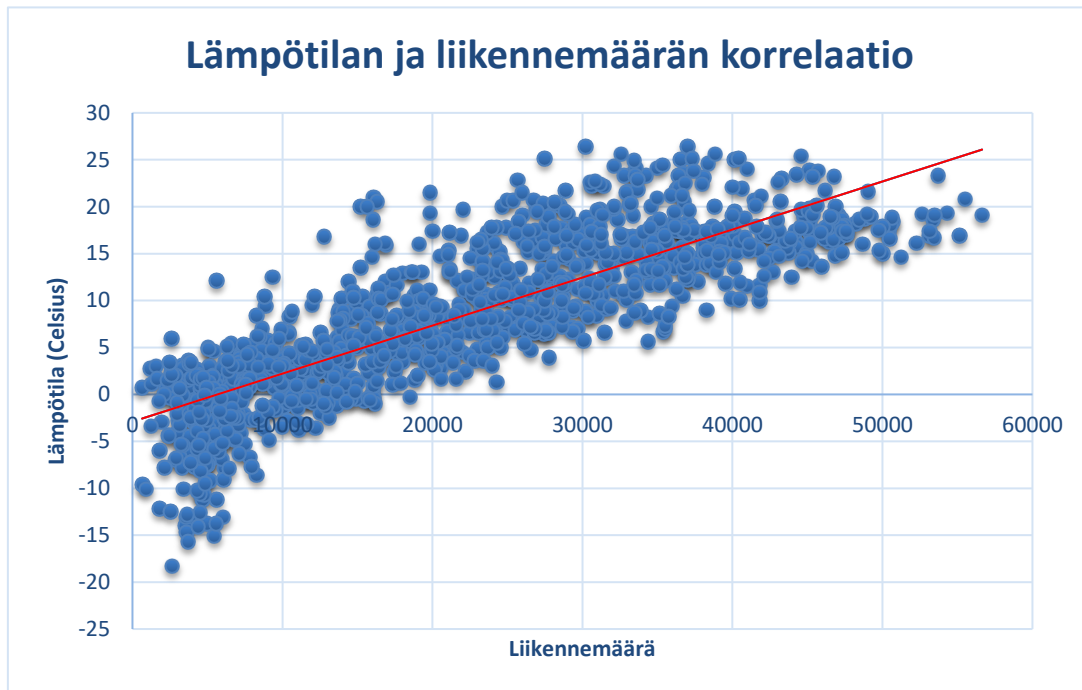
Talvikausi	Keskilämpötila
20-21	-8,2
21-22	-8,0
22-23	-5,3

5.2 Helsinki

Tässä luvussa myös katsotaan ensiksi yleistä korrelaatiota lämpötilan ja liikennemäärän välillä. Sen jälkeen katsotaan, miten pyöräilymäärät lähtevät laskemaan eri lämpötilaryhmissä ja viimeiseksi vielä katsotaan kokonaisten talvikuukausien liikennemäärällisiä vaihteluita ja keskilämpötilan vaikutusta niihin.

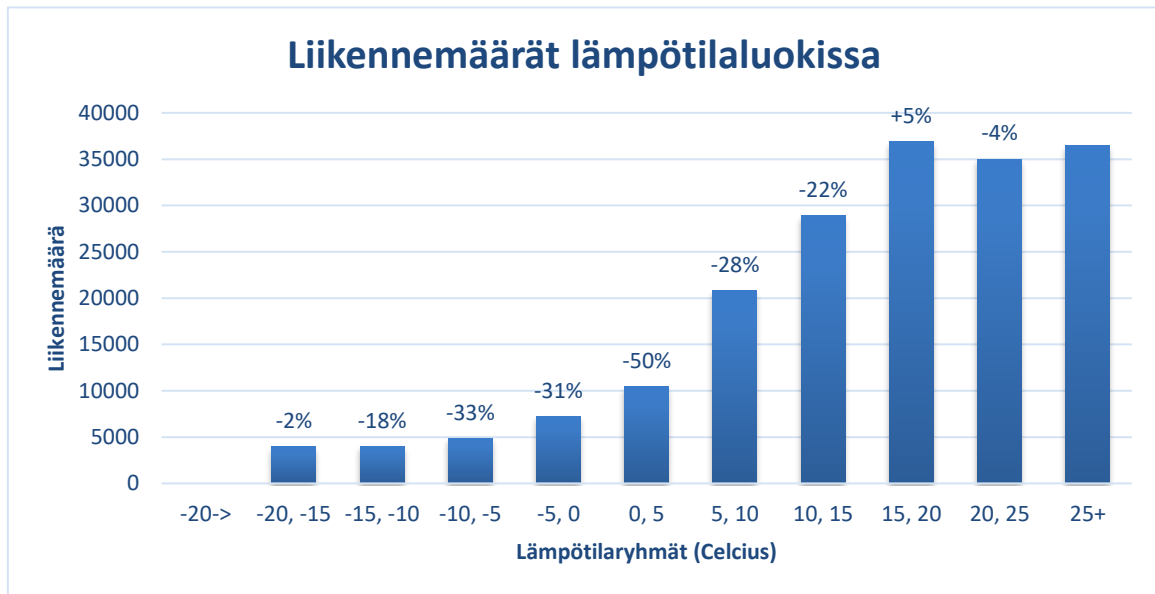
Ensiksi voidaan hyvin yleisellä tasolla katsastaa lämpötilan ja pyöräilymäärän yleistä korrelaatiota. Tätä on esitetty kuvassa 20.

Kuva 20. Lineaarinen korrelaatio pyöräilymäärien ja lämpötilan välillä Helsingissä



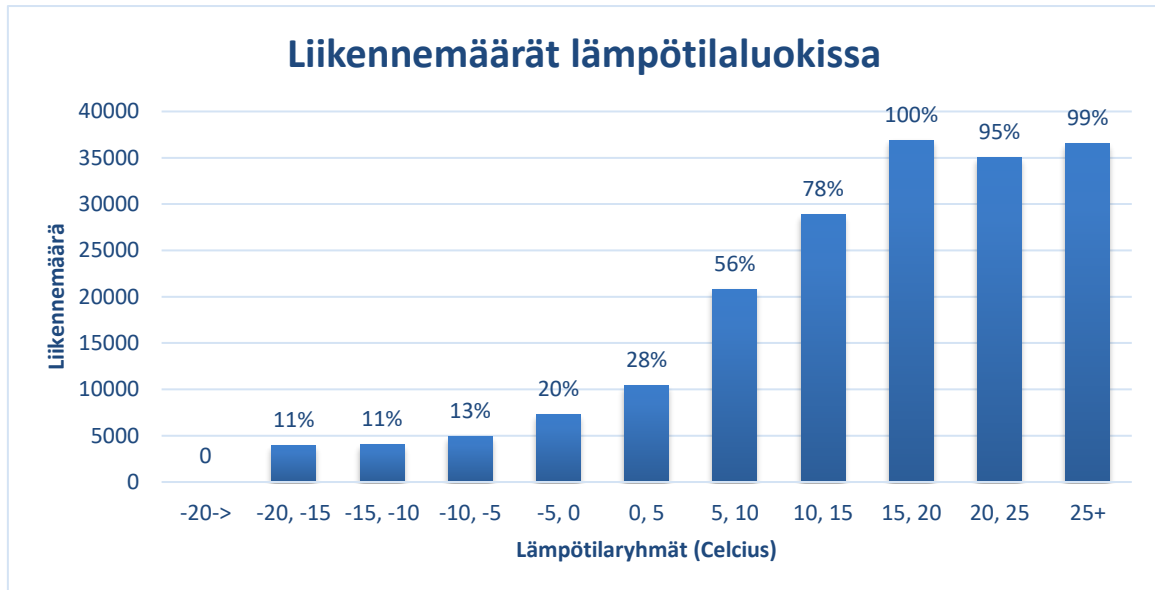
Heti Oulun vastaavasta kuvaajasta eroavaksi tekijäksi voi huomata suuren määrän havaintoja, jolloin liikennemäärä on erittäin vähäinen kylmimpinä päivinä, joten talvipyöräily näyttää olevan pienemmässä suosiossa. Lämpimimpinä päivinä pyöräilymäärät näyttävät hieman vähenevän. Itse korrelaatiokertoimeksi aineistosta saadaan noin 0,78 eli korrelaatio on vahvaa. Seuraavaksi korrelaatiota tutkitaan yksityiskohtaisemmin luomalla Oulun tapaan lämpötilaryhmät 5 asteen välein ja katsomaan siitä, millä tahdilla pyöräilymäärät Helsingissä lähtevät putoamaan kesien lämpötiloista. Tätä on visualisoitu kuvassa 21.

Kuva 21. Prosentuaaliset muutokset liikennemäärissä lämpötilojen vaihtuessa Helsingissä



Helsingissä pyöräilijöiden suosituin lämpötila näyttää olevan 15–20 välillä. Tätä lämpimämmälle mentäessä pyöräilymäärät tippuvat muutamia prosentteja. Ilman kylmenemisellä näyttää kumminkin olevan Oulua paljon radikaalimpi vaikutus pyöräilymäärien romahtamiseen. Ensi silmäyksellä vastaavat Oulun kuvaajien pylväät näyttävät paljon tasaisemmilta verrattuna Helsingin kuvaajaan. Suurin romahdus molemmilla kaupungeilla kumminkin tapahtuu, kun siirrytään 5–10 celsiusasteesta 0–5 välille. Oululla tämä pudotus oli 33 %, mutta Helsingissä puolestaan jopa 50 %. Kylmimmissä asteissa muutokset lämpötilaryhmissä ovat enemmän Oulun kaltaisia, mutta Helsingin liikennemäärät kumminkin ovat romahtaneet siinä vaiheessa kesään verrattuna paljon Oulua enemmän. Tätä tarkastelua esitetään vielä kuvassa 22.

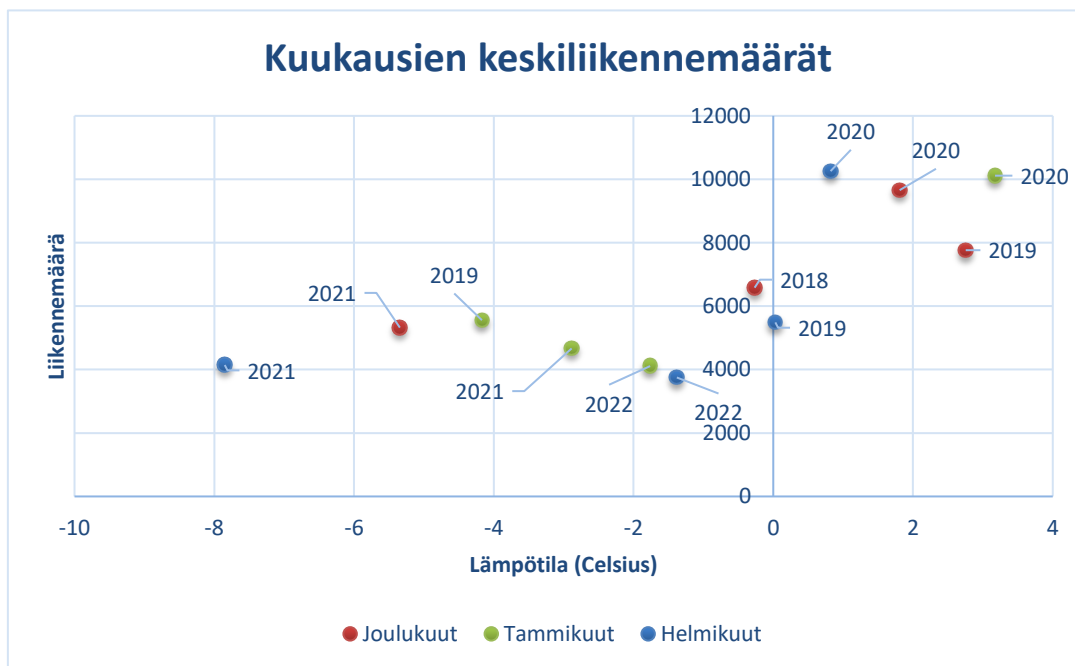
Kuva 22. Prosentuaalinen muutos liikennemäärissä verrattuna kesäkausien korkeimpiin liikennemääriin Helsingissä



Tästä selvästi näkee pakkaskelien vaikutuksen Helsingin pyöräilymääriin. Pääsääntöisesti pakkasella ollessa pyöräilymäärät ovat vain 10–20 % siitä, mitä ne kesällä voisivat olla. Oulussa puolestaan samat prosenttiluvut pyörivät 20–35 % välillä. Ilmatieteen laitoksen aineistosta voidaan katsoa talvikuukausien keskilämpötiloja, jotka Helsingissä yleensä osuvat 0 ja -5 asteen välille, kun taas Oulussa ne osuvat -5 ja -10 välille. Tämä tarkoittaisi sitä, että tyypillisimmin talvikuukausina Helsingissä pyöräilee 20 % kesän määrästä ja Oulussa puolestaan 31 %. Kylmimpien kelien kanssa vertailua ei päässyt tekemään, koska Helsingissä ei tarkastelujaksolla ollut yhtäkään päivää, jolloin keskilämpötila olisi laskenut alle -20. Alle -15 asteisia päiviä oli myös pelkästään 3 kappaletta, minkä jälkeen ilman lämmitessä havaintomäärät alkoivat selvästi nousemaan.

Viimeiseksi selvitetään talvikuukausien (joulu-helmikuu) tyypilliset liikennemäärät ja niiden korrelointi kuukauden keskilämpötilaan. Mittausajanjakson takia tiedot saadaan kerättyä neljältä talvelta alkaen talvikaudelta 2018–2019. Tuloksia on esitetty kuvassa 23.

Kuva 23. Talvikuukausien liikennemäärät keskimääräisineen lämpötiloineen Helsingissä



Oulua lämpimämmässä Helsingissä talvikuukausien keskimääräiset lämpötilat välillä kipuavat välillä plussan puolelle. Keskimääräisesti eri vuosien talvikuukausien pyöräilymäärissä on selvästi enemmän vaihtelua Ouluun verrattuna. Pääsääntöisesti näyttää, että lämpimimmät kuukaudet, jolloin keskilämpötila on nollan yläpuolella, houkuttelevat selvästi kylmimpiä kuukausia enemmän pyöräilijöitä. Nollaa astetta ja sen lähiympäristö näyttää olevan raja-arvo, jolloin on kaikista vähiten pyöräilijöitä ja erityisesti tammikuun ja hieman myös helmikuun kohdalla pyöräilijämäärät ovat matalammat nollassa asteessa kuin tätä selvästi kylmemmissä asteissa. Joulukuussa ei näin juurikaan ole ja tätä oletettavasti voisi selittää sillä, että lumien sulaminen tammi- ja helmikuussa karkottaa pyöräilijöitä. Lumimäärät eivät joulukuussa eivät välttämättä ole näin isoja tai sitä ei ole ollenkaan, eikä kuva täten osoita korrelointia sen suhteen samalla tavalla.

Näiden tarkastelujen talvikausien (joulu-helmikuu) keskilämpötilat näkyvät kuvassa 24. Viimeisen 15 vuoden keskilämpötilat talvikausilla ovat olleet työssä käytettävällä sääasemalla noin -2,4 astetta, joten tarkastelujaksolla ei juurikaan ole erittäin poikkeuksellisia talvia.

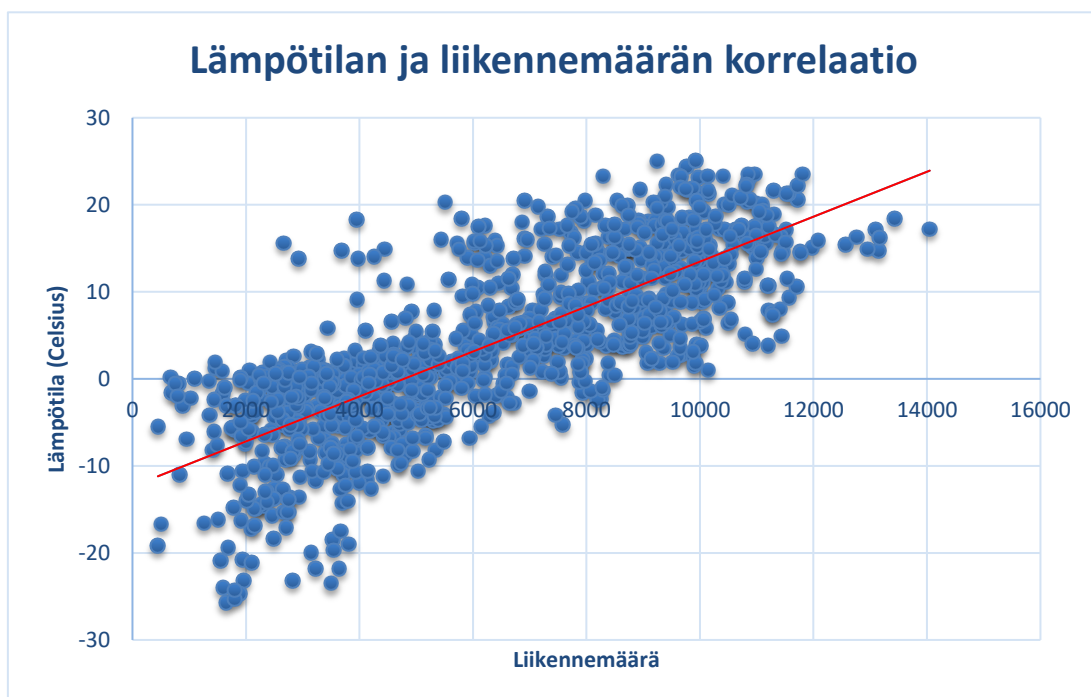
Kuva 24. Helsingin tarkasteltujen talvikausien keskilämpötilat

Talvikausi	Keskilämpötila
18-19	-1,5
19-20	2,2
20-21	-3,0
21-22	-2,8

5.3 Joensuu

Tässä luvussa myös noudatetaan samaa kaavaa, missä katsotaan ensin lineaarista korrelaatiota ja hajontakuviota, jonka jälkeen tarkastellaan lämpötilaryhmissä tapahtuvia muutoksia pyöräilymäärissä. Lopuksi katsotaan talvikuukausien vaihteluja eri vuosien kesken keskimääräisissä kuukausilämpötiloissa ja verrataan näitä kaikkia Oulun vastaaviin kuvaajiin. Korrelaatiota ja hajontaa on esitetty kuvassa 25.

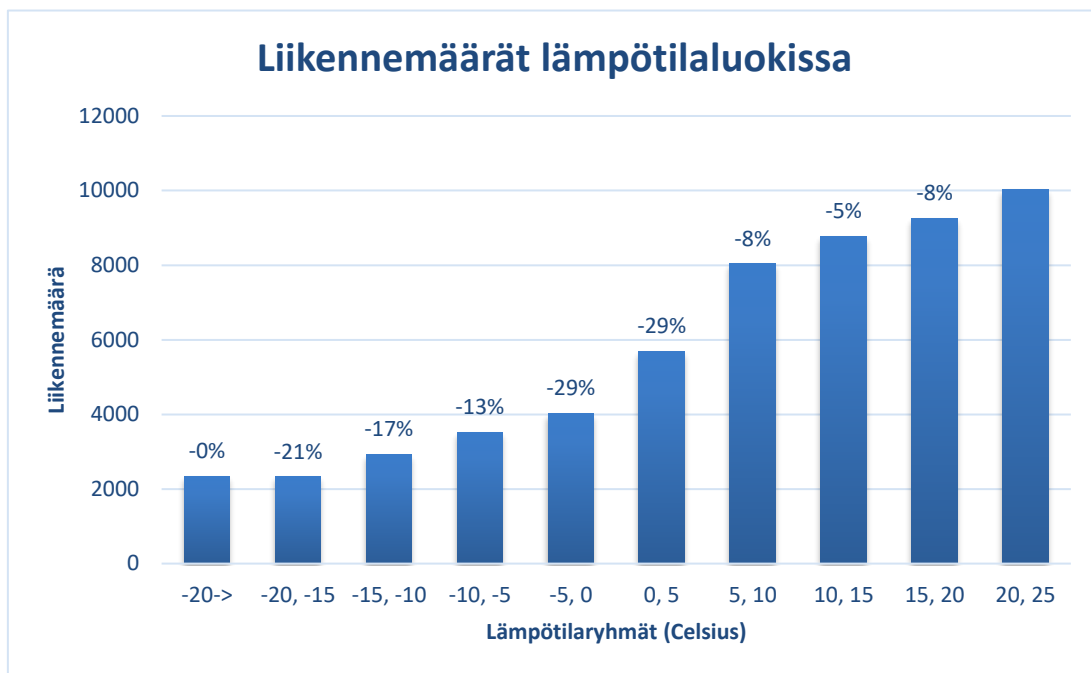
Kuva 25. Lineaarinen korrelaatio pyöräilymäärien ja lämpötilan välillä Joensuussa



Korrelaatio näyttää hyvin paljon Oulun mallilta. Hajonta on jonkin verran suurempaa, mitä Oulussa, jossa havaintopäivät olivat pääsääntöisesti lähempänä korrelaatioviivaa. Lämpötiloja näyttää olevan tarjolla myös Helsinkiä enemmän kylmemmästä päästä, minkä takia korrelaatioviiva on jyrkempi. Kylmimpien päivien pyöräilymäärät näyttävät myös Oulun

tavalla olevan Helsinkiä korkeammalla, eikä havaintopäiviä ole kovin monta, joissa liikennemäärä lähentelisi nollaa. Itse korrelaatiokertoimeksi aineistosta saadaan noin 0,78, mikä viittaa jälleen vahvaan positiiviseen korrelaatioon. Yksityiskohtaisempaa tarkastelua lämpötilaryhmineen on esitetty kuvassa 26.

Kuva 26. Prosentuaaliset muutokset liikennemäärissä lämpötilojen vaihtuessa Joensuussa



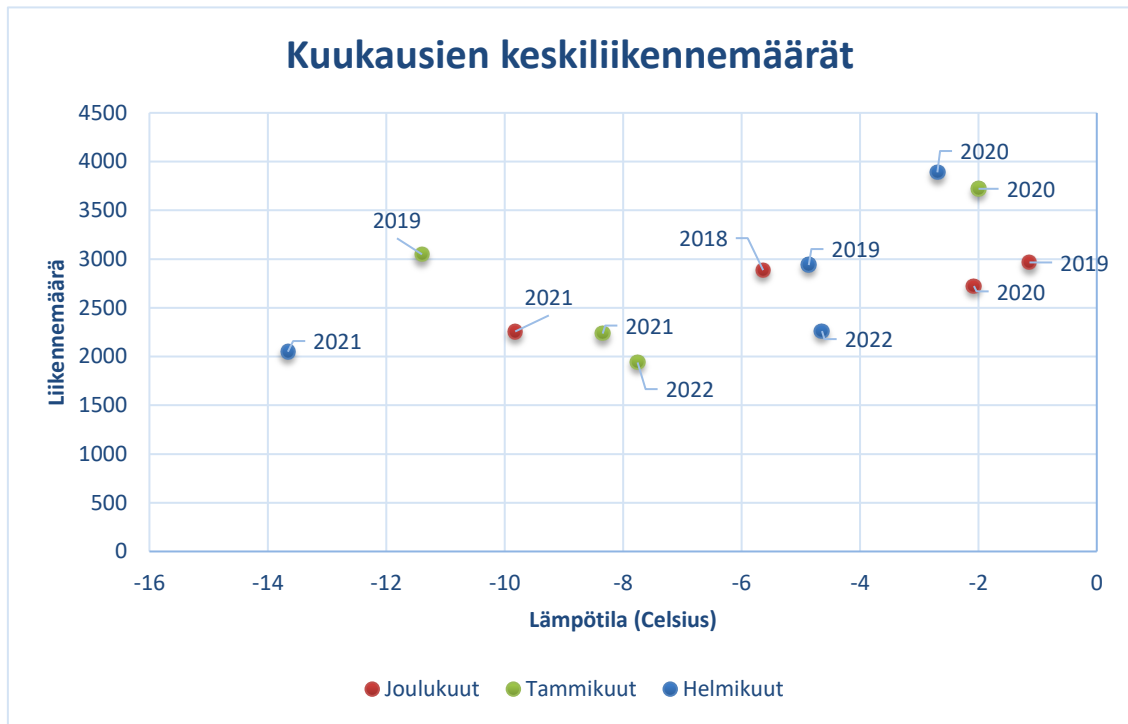
Tätä kuvaajaa ei välttämällä ensi silmäyksellä erota Oulun mallista, sillä Joensuussakin näyttää siltä, että pudotukset pyöräilymäärissä kylmempään säähän siirryttäessä ovat maltillisia. Suurimmat romahdukset ovat edelleen nollaan asteeseen ja pakkaspuolelle siirryttäessä. Siitä edelleen kylmetessä pudotukset ovat keskimäärin noin 15 % lämpötilaryhmää kohden. Eroavaisuutena Ouluun näyttää kumminkin olevan 5–20 celsiusasteen välillä olevat säät, jolloin pudotukset pyöräilymäärissä eivät ole niin suuria. Kuvassa 27 samaa asiaa on esitelty, mutta jokaista lämpötilaryhmää on siinä verrattu lämpimämpien kelien huippumääriin.

Kuva 27. Prosentuaalinen muutos liikennemäärissä verrattuna kesäkausien korkeimpiin liikennemääriin Joensuussa



Tässä nähdään pakkaskelien talvipyöräilyn suhteellisen määrän kesäpyöräilijöihin olevan muutamia prosentteja korkeampi, entä Oulussa. Jos talven keskilämpötilat osuisivat -5 ja -10 välille, niin Oulussa tällöin pyöräilee tyypillisimmin noin 31 % kesän huipusta, kun taas Joensuussa pyöräilisi 35 %. Talvikuukausien keskimääräisiä lämpötiloja ja liikennemääriä ja niiden vaihteluja on esitetty kuvassa 28.

Kuva 28. Talvikuukausien liikennemäärät keskimääräisineen lämpötiloineen Joensuussa



Helmikuussa Oulun tavalla nähdään taas suurimpia vaihteluita liikennemäärien kesken sen parhaimmillaan tuplaantuessa silloin, kun keskilämpötila oli noin -14 astetta verrattuna vuoteen, jolloin keskilämpötila oli noin -2 astetta. Joulukuu näkee taas maltillisempaa vaihtelua liikennemäärissä, kuten Oulussakin, mutta tammikuussa vaihtelua on selvästi Oulua enemmän.

Näiden tarkastelujen talvikausien (joulu-helmikuu) keskilämpötilat näkyvät kuvassa 29. Viimeisen 15 vuoden keskilämpötilat talvikausilla ovat olleet työssä käytetyllä sääasemalla noin -7,0 astetta, joten tarkastelujaksolla ei juurikaan ole erityisen poikkeuksellisia talvia.

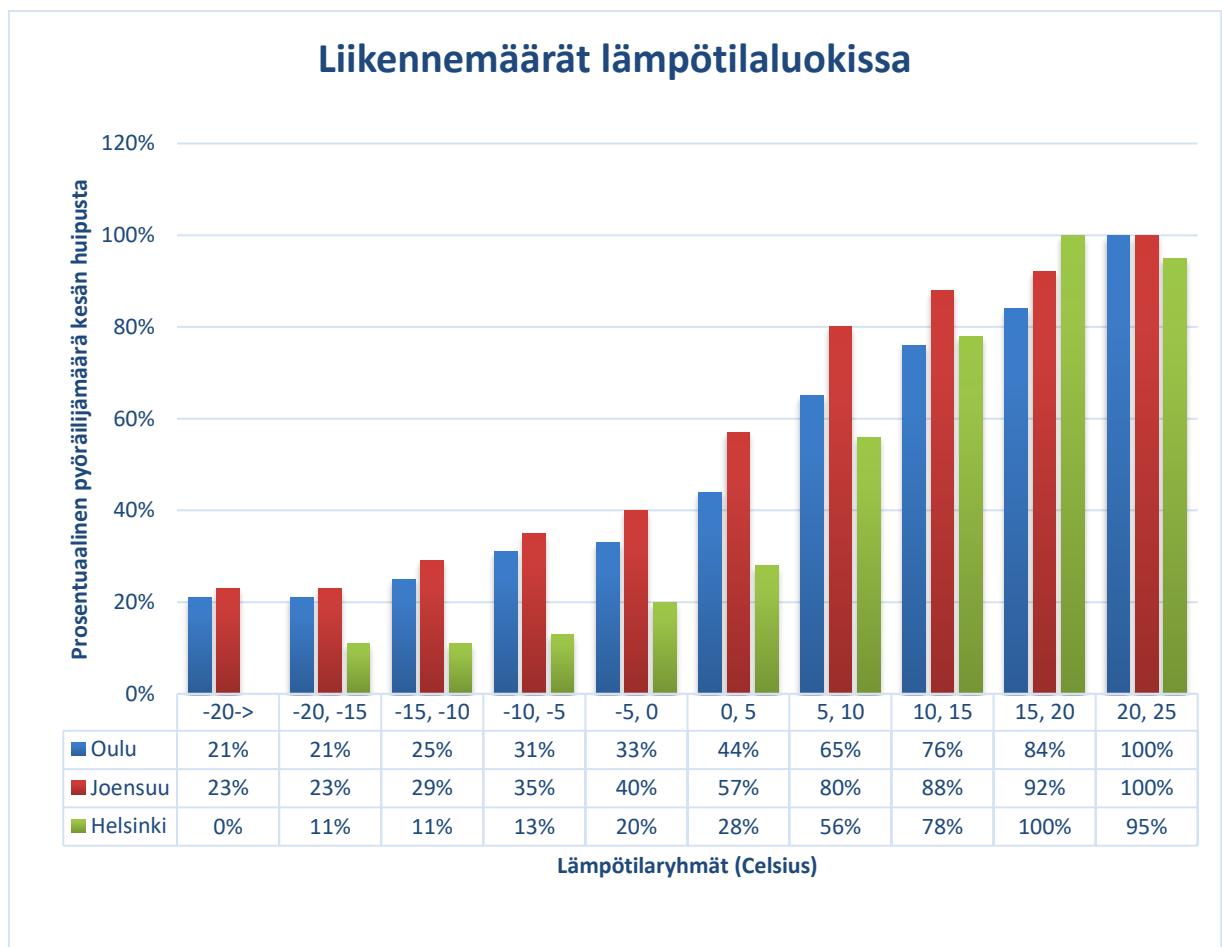
Kuva 29. Joensuun tarkasteltujen talvikausien keskilämpötilat

Talvikausi	Keskilämpötila
18-19	-7,3
19-20	-1,9
20-21	-8,0
21-22	-7,4

5.4 Yhteenveto

Parhaaksi vertailun kohteeksi tarkasteltujen kaupunkien välillä syntyi lämpötilaryhmien vaikutukset pyöräilyyn. Kuvassa 30 on vielä yhdistettynä samaan kuvaajaan jokaisen kaupungin pyöräilymäärän putoamiset eri lämpötiloissa. Vertailukohtana tässä taas pidettiin kesäajan pyöräilyn huippumääriä, jotka Oulussa ja Joensuussa osuivat 20–25 celsiusasteen välillä ja Helsingissä 15–20 celsiusasteen välille.

Kuva 30. Kaupunkivertailu lämpötilan vaikutuksesta pyöräilymääriin



Kesän lämpötiloista laskeutuessa nähdään, että Oulu ja Joensuu selvästi ylläpitävät pyöräilyn suosiota paremmin Helsinkiin verrattuna. Joensuu on kumminkin Oulua vielä edellä varsinkin lämpötiloissa, joissa ollaan vielä plussan puolella, mutta joissa on jo lähdetty laskeutumaan kesälämpötiloista. Pakkaselle siirryttäessä erot alkavat tasaantumaan enemmän, mutta kuitenkin jokaisessa lämpötilaryhmässä Joensuu on silti Oulua edellä. Helsingissä talvipyöräilymäärät verrattuna kesään ovat yleisellä tasolla pelkästään noin puolet ja joskus

vähemmänkin verrattuna Oulun ja Joensuun määriin. Kumminkaan tämä ei suoraan kerro talvipyöräilyyn suosiosta, sillä tässä pyöräilymääriä verrataan vain kesän korkeimpiin huippuihin. Jos kesällä pyöräilijämäärät räjähtävät, niin se peilautuisi huonosti, kun aletaan vertaamaan talven lukuja niihin.

Kun katsotaan kokonaisten talvikuukausien pyöräilymääriä, kaupunkien välille ei voinut juurikaan minkäänlaista yhteistä linjaa havaita. Helsinkiä tarkastellessa, kumminkin voidaan havaita, että kuukauden keskilämpötilan ollessa nollassa asteessa, tulee selvä raja-arvo, jolloin pyöräilymäärät alkavat putoamaan selvästi, mikä myös huomattiin lämpötilatarkasteluissa yksittäisten päivähavaintojen kohdalla jokaisessa kaupungissa jollain asteella. Samanlaista kuukausittaista tarkkailua ei Joensuusta ja Oulusta kumminkaan voinut tehdä, sillä talvikuukausien keskilämpötilat olivat tarkastelujakson aikana pakkasen puolella. Tämänlaista tarkastelua voisi kumminkin tehdä enemmän, mikäli joillain kaupungeilla on pidempiaikaista pyöräilylaskentadataa saatavilla. Tämänlaisen tarkastelun perusteella voi esimerkiksi luoda ennustemääriä tuleville talvikuukausille, mutta pidempiaikainen tarkastelu ei kumminkaan ota niin hyvin huomioon viimeaikaisempia panostuksia talvipyöräilyyn ja talvikunnossapitoon.

6 Sademäärän vaikutus pyöräilyyn

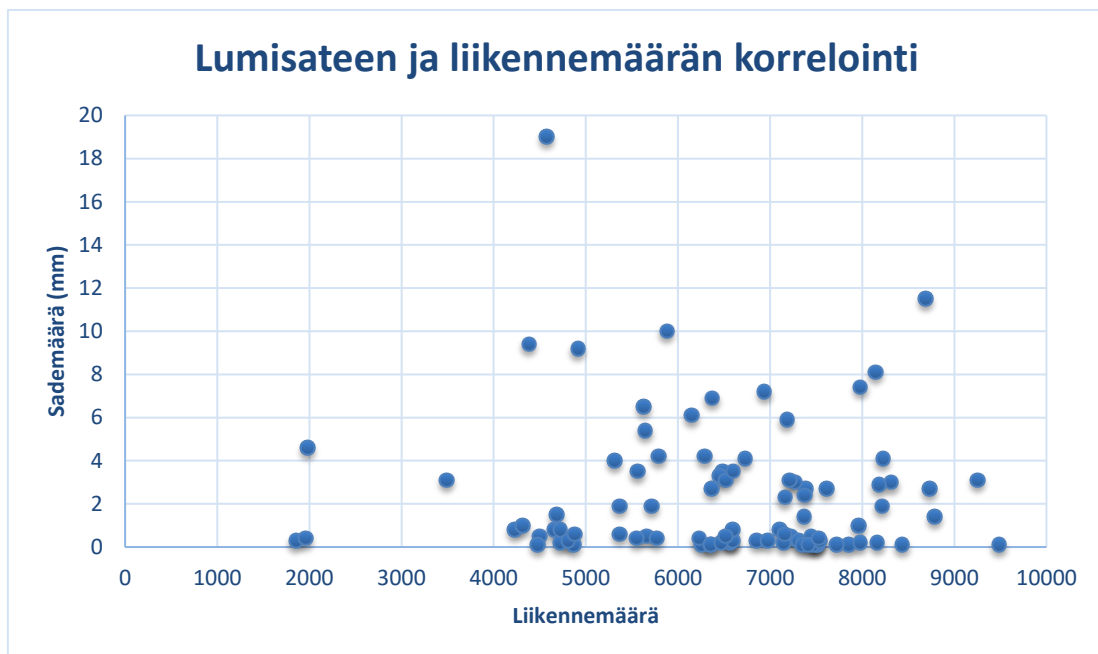
Tässä luvussa tarkastellaan sademäärän yleistä korrelaatiota pyöräilymäärien kanssa, minkä jälkeen tarkastellaan tapauksia, jolloin lumisade on ollut rankempaa tai lumisadetta on tullut räntänä tai muuna vetisenä olomuotona.

6.1 Oulu

Luvun 5.1 tavoin, lähettäessä tutkimaan sademäärien vaikutuksia pyöräilyyn, voimme ensiksi selvittää korrelaatiokertoimen avulla lineaarista riippuvuutta. Mittauskaudelta tulokseksi saadaan noin -0,06. Sen ollessa lähellä nollaa, voidaan todeta, ettei lineaarista korrelaatiota ole sademäärän ja liikennemäärien välillä. Koska työssä keskitytään enemmän talvipyöräilyyn tutkimiseen, suodatetaan aineistosta pois päivät, jolloin keskilämpötila on ollut korkeampi kuin -3 celsiusastetta. Tätä kylmemmissä lämpötiloissa voidaan jo olettaa, että sade tulisi pääosin lumena ja näin saataisiin osviittaa siitä, vaikuttaako Oulun

talvikunnossapito ja lumen aeraus pyöräilijämääriin. Korrelaatiokerroin ei kuitenkaan suodatetussa aineistossakaan juurikaan muutu aiemmista arvoista sen ollessa edelleen -0,06. Tuloksia tästä on Kuvassa 31. Kuvaajasta on vielä suodatettu pois havaintopäivät, jolloin sadetta ei ole tullut. Sademäärää on aineistossa myös mitattu nestemäisenä sademääränä ja ilmatieteen laitoksella mittausta on tehty punnitsemalla sitä. Täten lumisateella 1 mm vettä ei ole sama asia, kuin 1 mm lunta, vaan nyrkkisääntönä on, että 1 mm vettä olisi yleensä 10 mm lunta eli yhden senttimetrin. Yksinkertaistettuna kuvaajan y-akseli vastaa lumisenttimetrejä. Kuvaajasta voidaan tulkita, että Oulun seudulla talvipyöräilijöitä ei näytä haittaavan lumisateen määrä.

Kuva 31. Lumisateen ja liikennemäärien korrelointi alle -3 celsiusasteessa Oulussa



Seuraavaksi kartoitetaan mittausajanjaksolta sateisimmat päivät lumimäärän suhteen ja pyritään vertaamaan näiden päivien pyöräilymääriä keskiarvoihin kyseisen päivän lämpötilaryhmässä. Kuten aiemmin mainitti, sademäärä yleensä ei korreloi juurikaan pyöräilymäärien kanssa, mutta selvitetään hieman samaa asiaa nyt vain kunnossapidon kannalta haastavimmilta päiviltä, jolloin sademäärät ovat pääasiassa noin 6 mm tai enemmän vuorokaudessa. Tämä vastaisi noin 6 cm lunta vuorokaudessa ja tässä laadukkaan talvikunnossapidon tärkeys korostuu. Näitä päiviä mittausjaksolle osuu 11 kappaletta. Tässä tarkastelussa käytettävä data on esitetty kuvassa 32.

Kuva 32. Dataa Oulun mittausjakson lumisimmista päivistä

Pvm	Sademäärä (mm)	Ilman lämpötila (degC)	Päivän liikennemäärä	Vertailukeskiarvo	Pudotus
04/02/2022	19	-12,9	4574	5734	-25 %
25/11/2021	11,5	-4,3	8694	7546	13 %
21/01/2021	10	-10	5882	5734	3 %
23/02/2021	9,4	-13	4386	5734	-31 %
22/01/2021	9,2	-10,6	4915	5734	-17 %
23/11/2021	8,1	-7,4	8146	7026	14 %
22/03/2023	7,4	-5,8	7980	7026	12 %
20/12/2022	7,2	-6,2	6937	7026	-1 %
15/02/2022	6,9	-11,3	6371	5734	10 %
24/02/2021	6,5	-9,4	5631	7026	-25 %
24/03/2023	6,1	-7,7	6151	7026	-14 %

Vertailukeskiarvon sarakkeessa käytetään 5 celsiusasteen välisiä lämpötilaryhmiä ja niiden liikennemäärällisiä keskiarvoja, joita selvitettiin luvussa 5. Lumisien päivien toteutuneita liikennemääriä verrataan tyypilliseen liikennemäärään sen omassa lämpötilaryhmässä. Kun lasketaan yhteen sarakkeet ”Päivän liikennemäärä” ja ”Vertailukeskiarvo” ja jaetaan liikennemäärät keskiarvoilla, saadaan selville, että päivinä, jolloin lumisadetta tulee yli 6 cm, pyöräilyn liikennemäärä on 97,6 % siitä, mitä se tyypillisesti olisi eli määrä tippuu vain vähän reilu 2 %.

Samoin, miten tehtiin Oulun lämpötilatarkastelussa, tässäkin mittauspisteet voidaan erotella talvihoitourakkaan kuuluviin pisteisiin ja sen ulkopuolisiin pisteisiin. Tällä tavalla voidaan tarkastella, miten eri aurasuureet ja talvikunnossapidon priorisointi eroaa korkeimman prioriteetin talvihoitourakan väylillä ja alemman hierarkian väylillä. Kumminkin aineistoa tarkastellessa saadaan hyvin samankaltaiset vastaukset, talvihoitourakan väylillä kovassa lumisateessa pyöräilijämäärät putoavat noin 15 %, kun taas alemmilla väylillä ne putoavat noin 16 %. Huomiona tässä vertailussa taas, että superluokan ulkopuoliset mittauspisteet ovat kumminkin hyvin lähellä superluokan väyliä, eikä mittauspisteitä selvästi erillään pääverkosta ole.

Yhtenä tarkasteluna sateen suhteen voidaan vielä ottaa tilanne, jossa talvikuukausina lämpötila olisi plussan puolella, jolloin sade tulisi pääasiassa vetenä tai räntänä. Aineistoa voidaan täten suodattaa ottamalla huomioon pelkästään päivät, jolloin sadetta on tullut, jolloin lämpötila on ollut 0–5 välillä ja kuukausi on ollut joulukuusi-helmikuu. Havaintopäiviä tällöin saadaan 13 kappaletta ja tämä aineisto on kuvassa 33.

Kuva 33. Oulun havaintopäivät, jolloin talvikuukausina lämpötila on ollut 0–5 astetta ja sadetta on tullut

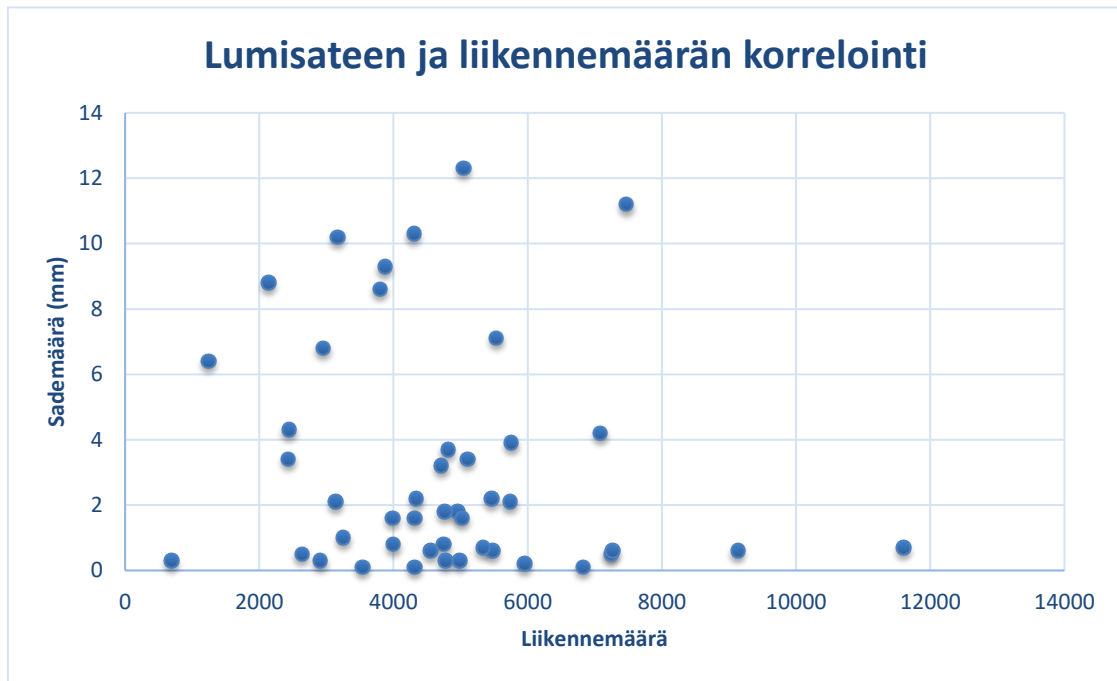
Pvm	Sademäärä (mm)	Ilman lämpötila (degC)	Liikennemäärä yhteensä
7/12/2020	0,6	1,2	7268
16/12/2020	3	0,1	7035
21/12/2020	5,7	3,5	5590
22/12/2020	0,9	2,1	5956
23/12/2020	2,5	0,8	4437
31/12/2020	4,3	0,9	7440
12/1/2022	0,2	0,6	7194
19/1/2022	1,1	2,5	7519
12/1/2023	3,2	1,9	5416
13/1/2023	3,2	1,3	5627
16/1/2023	5	1,1	5309
9/2/2023	0,8	2,2	6748
17/2/2023	0,2	0,9	7206

Keskimääräinen liikennemäärä näinä päivinä kaikilla mittauspisteillä yhteensä on ollut 6 365, kun keskiarvo 0–5 lämpötilaryhmässä ympäri vuoden on 9 915, mikä viittaa noin 36 % pudotukseen. Jos tarkastellaan vielä näiden talvikuukausien liikennemääriä silloin, kun sadetta ei ole ollut ollenkaan, niin saadaan keskimääräiseksi pyöräilysuoritteeksi 7 161, mikä viittaa noin 28 % pudotukseen tämän lämpötilaryhmän tyypillisestä kokovuotisesta liikennemäärästä. Havaintopäiviä tällöin on pelkästään 6 kappaletta. Kumminkin tarkastelun kannalta voi olla reilua myös verrata liikennemääriä tyypillisimpiin talvikuukausien keleihin, jolloin keskilämpötila pyörisi Oulun seudulla -5 ja -10 välillä. Tällöin keskimääräinen liikennemäärä olisi 7 025 ja tähän verrattuna pelkkä lämmin keli (0–5 astetta) nostaisi määriä noin 2 %, kun taas lämmin keli vesi- tai räntäsateen kera pudottaisi määrää 9 %.

6.2 Helsinki

Luvun 6.1 tavoin luodaan ensiksi Helsingistä hajontakuviota, josta silmämääräisesti näkee, miten lumisateen määrä korreloisi pyöräilymäärien kanssa. Suodatetaan aineistoa samalla tavalla eli otetaan huomioon vain päivät, jolloin sadetta on tullut ainakin jonkin verran ja jolloin päivän keskilämpötila on ollut alle -3 celsiusasteen. Tulos tästä on esitetty kuvassa 34.

Kuva 34. Lumisateen ja liikennemäärien korrelointi alle -3 celsiusasteessa Helsingissä



Samalla tavalla kuin Oulussa, kuvasta ei juurikaan voida päätellä minkäänlaista korrelaatiota, eikä -0,14 korrelaatiokerroin, joka aineistosta saadaan, viittaa myöskään korrelaatioon. Täten lumisateen vaikutusta pyöräilyyn päästään tutkimaan paremmin ottamalla huomioon vain lumisimpia päiviä, joita on esitetty kuvassa 35. Aineistosta on suodatettu esille vain päivät, jolloin sademäärä on ollut yli 6 mm ja lämpötila alle -3 astetta.

Kuva 35. Dataa Helsingin mittausjakson lumisimmista päivistä

Pvm	Sademäärä (mm)	Ilman lämpötila (c)	Vertailukeskiarvo	Liikennemäärä	Pudotus
28/01/2019	12,3	-7,3	4897	5045	-3 %
16/01/2019	11,2	-5,3	4897	7470	-53 %
04/02/2022	10,3	-3,9	7256	4310	41 %
09/03/2021	10,2	-6,7	4897	3174	35 %
12/12/2022	9,3	-7,3	4897	3875	21 %
13/12/2022	8,8	-7,8	4897	2137	56 %
29/01/2019	8,6	-4,5	7256	3804	48 %
02/02/2021	7,1	-4,3	7256	5532	24 %
21/01/2021	6,8	-4,1	7256	2953	59 %
26/12/2022	6,4	-3,4	7256	1243	83 %

Vertailukeskiarvot ovat kuvastamassa luvussa 5 selvitettyjä pyöräilymääriä eri lämpötilaryhmissä. Laskemalla liikennemäärät ja vertailukeskiarvot yhteen ja jakamalla ne

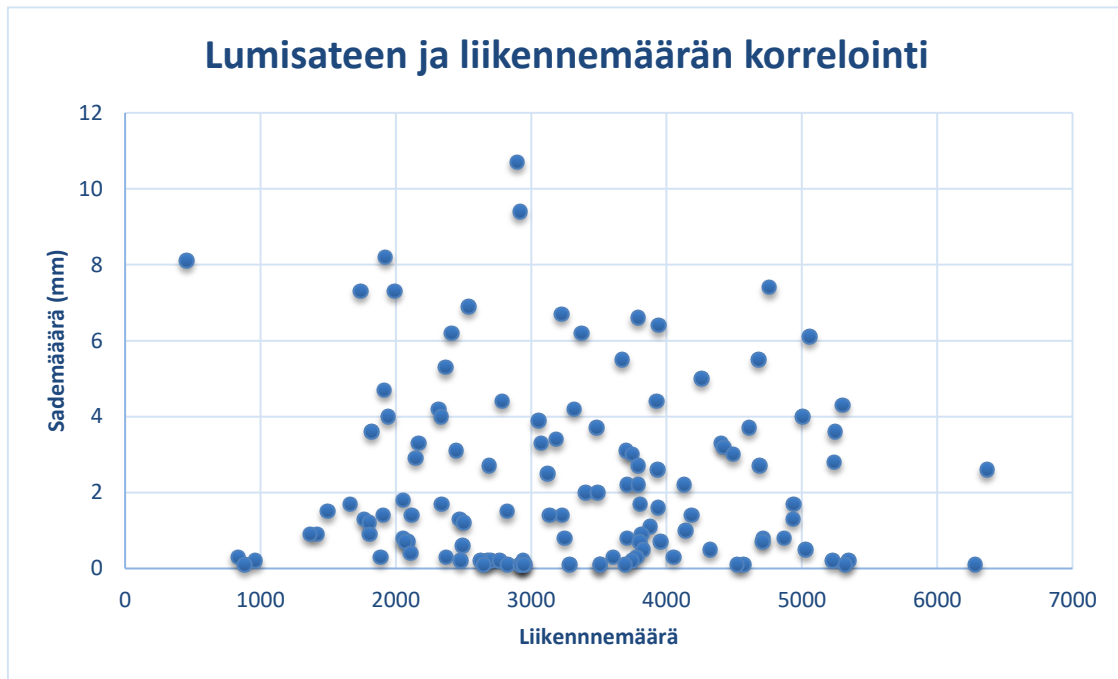
keskenään, saadaan selville, että erittäin lumisina päivinä pyöräilymäärät laskivat Helsingissä noin 31 %. Oulussa tämä luku puolestaan oli samanlaisessa tarkastelussa 2 %, mikä olisi kertomassa esimerkiksi talvikunnossapidon tasoerosta. Helsingissä lumisateen kovuus selvästi haittaa pyöräilijöitä enemmän, entä Oulussa.

Tarkastellaan myös Helsingin suhteen tilanne, jossa talvikuukausina lämpötila olisi 0–5 välillä, mikä viittaisi lumien sulamisen kannalta vetisiin keleihin sekä räntä- tai vesisateeseen. Lämpimämmässä Helsingissä havaintopäiviä syntyy reilusti Oulua enemmän, yhteensä 90 kpl. Huomiona, että tarkastelujakso Helsingissä oli kumminkin hieman Oulua pidempi ja niitä esiteltiin luvussa 4.1. Keskimääräinen liikennemäärä havaintopäivillä, jotka täyttivät nämä ehdot, oli 6 595. Helsingissä keskimääräinen liikennemäärä koko vuodelta 0–5 asteessa oli 10 444 eli tähän verrattuna liikennemäärä putoaisi 37 %. Tyypilliseen helsinkiläiseen talvikeliin 0 ja -5 asteen välillä pudotus keskimääräisestä 7 256 liikennemäärästä on 9 %. Jos verrataan lukuja sateettomien päivien kannalta samoin ehdoin eli talvikuukausina, jolloin lämpötila on ollut 0–5 astetta, saadaan havaintomääräksi 38 ja keskimääräiseksi liikennesuoritteeksi 8 102. Verrattuna samaan koko vuoden lämpötilaryhmään 0–5, tämä on 22 % pudotus ja verrattuna tyypilliseen talvilämpötilaan 0 ja -5 välillä, tämä on 12 % nousu.

6.3 Joensuu

Edellisten kaupunkien tavoin voidaan huomata, ettei lumisademäärissä sellaisenaan ole juurikaan korrelointia pyöräilymäärien kanssa Joensuussakaan. Korrelaatiokertoimeksi näiden kahden välille aineistosta, josta on suodatettu sateettomat päivät pois, saadaan -0,16, mikä ei myöskään viittaa korrelaatioon. Hajontakuviota aineistosta on visualisoimassa kuva 36.

Kuva 36. Lumisateen ja liikennemäärien korrelointi alle -3 celsiusasteessa Joensuussa



Jotta saadaan tarkastelua kovemmissa lumisateista ja niiden korrelaatioista, joita edellisissäkin kaupungeissa on löydetty, suodatetaan aineistosta taas esille havaintopäivät, jolloin sademäärä on ollut yli 6 mm ja lämpötila alle -3 astetta. Otos tästä on kuvassa 37.

Kuva 37. Dataa Joensuun mittausjakson lumisimmista päivistä

Päivämäärä	Sademäärä (mm)	Ilman lämpötila (degC)	Vertailukeskiarvo	Liikennemäärä	Pudotus
30/11/2021	10,7	-7,9	3515	2897	18 %
02/04/2020	9,4	-3,2	4028	2918	28 %
05/01/2022	8,2	-6,6	3515	1923	45 %
25/12/2018	8,1	-5,5	3515	454	87 %
28/01/2020	7,4	-7,5	3515	4760	-35 %
31/12/2018	7,3	-7,5	3515	1993	43 %
30/12/2021	7,3	-5,7	3515	1740	51 %
22/01/2021	6,9	-11	2929	2537	13 %
22/02/2019	6,7	-11,7	2929	3227	-10 %
29/11/2021	6,6	-14,1	2929	3791	-29 %
05/02/2019	6,4	-8,2	3515	3943	-12 %
21/01/2021	6,2	-10,7	2929	3373	-15 %
24/02/2021	6,2	-10,1	2929	2411	18 %
23/11/2021	6,1	-4	4028	5058	-26 %

Vertailukeskiarvot ovat kuvastamassa luvussa 5 selvitettyjä pyöräilymääriä eri lämpötilaryhmissä. Laskemalla liikennemäärät ja vertailukeskiarvot yhteen ja jakamalla ne keskenään, saadaan selville, että erittäin lumisina päivinä pyöräilymäärät laskisivat 11 %

tyypilliseen talvipäivään verrattuna. Oulun vastaava luku oli 2 %, mikä viittaisi Oulun olevan edellä talvikunnossapidossa ja siinä, miten vähän voimakkaat lumisateet haittaavat pyöräilyä.

Havaintopäiviä, jossa otetaan huomioon vain talvikuukaudet, jolloin lämpötila on 0–5 välillä ja sadetta on tullut, on yhteensä 41 kappaletta. Liikennemäärä tällöin on keskimäärin 3 369. Keskimääräinen liikennesuorite koko vuodelta Joensuussa lämpötilaryhmässä 0–5 on 5 679 eli tähän verrattuna lämpimämpinä talvikuukausina määrät putoaisivat 41 %. Tyypillisenä talvikuukautena Joensuun keskilämpötila kumminkin pyörii -5 ja -10 välillä, jolloin liikennesuorite oli 3 515 kpl. Tähän verrattuna lämpimämpänä ja sateisena talvipäivänä pyöräilymäärät putoaisivat 4 %. Lämpimämpien sateettomien talvipäivien kohdalla keskimääräinen liikennesuorite pyörällä on 3 825. Tällöin otoskoko kumminkin supistuu 7 kappaleeseen. Näiden päivien keskimääräistä pyöräilysuoritetta verratessa samaan koko vuoden lämpötilaryhmään, pyöräilymäärät kasvaisivat 14 %. Verratessa tyypilliseen talvilämpötilan suoritteeseen saadaan tulokseksi 9 % nousu pyöräilymäärissä.

6.4 Yhteenveto

Tarkastelujen kautta tässä pääluvussa yhdeksi tärkeimmäksi uudeksi tiedoksi saatiin lumisateisimpien päivien vaikutukset pyöräilymääriin kaupunkien kesken. Aineistosta suodatettiin esille jokaisen kaupungin kohdalla päivät, jolloin lunta oli keskimäärin tullut yli 6 cm vuorokaudessa ja lämpötila oli alle -3 astetta. Oulussa tällainen sade aiheuttaa pyöräilymääriin noin 2 % pudotuksen, Helsingissä 35 % pudotuksen ja Joensuussa 11 % pudotuksen. Näissä täytyy pitää kumminkin otoskoko mielessä, sillä näitä ehtojen täyttäviä päiviä tarkastelujaksolle osui Oulussa 11, Helsingissä 10 ja Joensuussa myös 14. Nämä prosentuaaliset pudotukset kumminkin kuvastavat viimeisimpien talvikunnossapitosopimuksien aikaa ja sitä, miten paljon pyöräilijöitä haittaa kovempi lumisade tarkastelluissa kaupungeissa.

Tarkastellessa talvikuukausien lämpimämpiä ja vetisempiä päiviä, jolloin lämpötila oli 0–5 välillä ja sadetta oli tullut ainakin jonkun verran, saatiin pitkälti samannäköisiä tuloksia.

Verratessa pyöräilymääriä tämänlaisina päivinä tyypillisen talvikuukauden pyöräilymääriin, nähtiin Oulussa 9 % pudotus, Helsingissä 9 % pudotus ja Joensuussa 4 % pudotus. Kumminkin pyöräily samoissa lämpötiloissa 0–5 asteessa talvikuukausina, verrattuna muihin kuukausiin ja koko vuoteen, on selkeästi epäsuositumpaa. Kun verrattiin koko vuoden keskimääräisiä pyöräilymääriä tässä lämpötilaryhmässä, saatiin selville, että Oulussa määrät putoavat 36 %, Helsingissä 37 % ja Joensuussa 41 %. Täten huomataan, että luvussa 5 esitetyt lämpötilaryhmien pyöräilymäärät riippuvat myös vuodenajasta ja sademäärästä. Talvella 5 asteessa ei pyöräillä samaa vertaa, mitä esimerkiksi syksyllä 5 asteessa.

7 Päätelmät

Työssä tavoitteena oli lähteä selvittämään talvipyöräilyn tilannetta Oulussa ja verrata sieltä saatavia tuloksia Joensuuhun ja Helsinkiin. Keskeisimpiä asioita, joita saatiin selville, olivat pyöräilyn liikennemäärien laskuprosentit lämpötilan laskiessa päivä- ja kuukausitasolla, sekä lumisateen ja pyöräilymäärän korrelaatio erilaisissa sääolosuhteissa.

Yleisellä tasolla varsinaisista tutkimuslukuista 5 ja 6 voidaan huomata, että Helsinki pitää selvää häntäpäätä jokaisessa talvipyöräilyyn liittyvissä näkökulmissa. Joensuu näyttää yleisellä tasolla ylläpitävän pyöräilyn suosiota hieman Oulua paremmin, kun talven pyöräilymääriä verrataan kesän huippumääriin. Jos tyypillisen talvipäivän pyöräilymääriä verrataan kesän huippumääriin, niin saadaan selville, että Joensuussa tällöin pyöräilee vielä 35 % kesän määrästä, Oulussa 31 % ja Helsingissä 20 %. Oulussa pyöräilymäärät putoavat vähiten rankimpien lumisateiden päivinä silloin, kun lunta olisi tullut yli 6 cm vuorokaudessa. Oulussa pudotus on melkein olematon 2 %, Joensuussa 11 % ja Helsingissä 35 %. Näitä lukuja selittämässä ensisijaisesti olisi lumen poiston ja aurauksen määrän ja laatutasojen erot. Vetisien talvipäivien aikaan, jolloin vuorokauden keskilämpötila oli 0–5 asteen välillä ja sadetta olisi tullut, nousee Joensuu kärkeen Oulun ja Helsingin pitäessä jaettua toista sijaa. Tämänlaisten päivien aikaan Joensuun pyöräilymäärät putoavat 4 %, kun Oulussa ja Helsingissä ne putoavat 9 %.

Työn aikana tuli esille myös useita jatkotutkimus tai -kehitystarpeita. Alun perin työssä oli tarkoitus ottaa tarkasteluun myös Oulun superluokan kunnossapitotoimenpiteiden vaikutukset, mistä dataa on reaaliajassa kerätty talvihoitourakan kaudelta. Näiden

hyödyntäminen kuitenkin osoittautui erittäin haastavaksi johtuen siitä, että kunnossapitodatassa ei ollut minkäänlaisia tietoja, joista olisi voinut muodostaa auraukselle ja kunnossapidolle reittikokonaisuuksia. Kunnossapidosta saatava data on tällä hetkellä yksittäisten kadunpätkien GeoJSON-tieto toimenpiteen kuvauksella ja ajankohdalla. Kunnossapitodatan keräykseen olisi jatkossa hyvä yhdistää yksilöivänä tietona esimerkiksi kaluston ID-numero. Vaihtoehtoisesti tätä varten voisi kerätä ajettavan reitin ID tai kuljettajan ID. Tämän avulla tilastollista tarkastelua varten ajettujen reittien muodostaminen olisi paljon selvempää ja helpompaa. Toinen asia, jota jatkotarkasteluissa ja tutkimuksissa voidaan hyödyntää, on 2022–2023 asennetut sääasemat pyöräbaanosten varsissa, jotka pystyvät mittaamaan esimerkiksi lumikerrosten ja polanteiden paksuuksia. Pidempiaikaisten mittausjaksojen jälkeen näiden tietojen yhdistämistä kunnossapitodataan voisi käyttää esimerkiksi tarkastelemaan kunnossapidolle asetettujen vaatimusten toteutumista toimenpideaikojen ja senttirajojen suhteen ja sen perusteella harkita vaatimusten kiristämistä tai löysentämistä, mikäli datan avulla pystytään osoittamaan, että esimerkiksi 3 cm lumikerroksen lähtökynnys toimisi yhtä hyvin kuin 2 cm. Tämänlaista tilannetta tukevaa dataa voisi myös hankkia EcoCounter-laskimista, joita sijoitettaisiin kauemmaksi superkunnossapitoluokan väyliltä ja tätä kautta kerättäisi dataa säätilojen vaikutuksesta alemmissa kunnossapitoluokilla.

Jatkotutkimuksia miettien tätä opinnäytetyötä ja yleisestikin esimerkiksi valtakunnallista henkilöliikennetutkimusta voitaisiin lähteä syventämään paljon enemmän. Esimerkiksi valtakunnallisessa tarkastelussa kaikkia opinnäytetyössä esiin tulleita tarkasteluita ja kuvaajia voisi tuottaa erikseen viikonlopuille, yksittäisille päiville, loma-ajoille tai juhlapyhille. Kaupungit, maakunnat ja koko valtio voisi muodostaa omia kokonaisuuksia, joiden tuloksia voisi verrata toisiinsa. Toisaalta pyöräilymäärien laskentadataa ei ole niin paljoa saatavilla, että tämän toteuttaminen kävisi käden käänteessä ja lähtöaineiston keräämisessä pitäisi nojautua enemmänkin määritellyn kohderyhmän seurantaan. Toisaalta itse tässä työssäkin esitettyjä asioita voidaan aiheitasolla lähettää vielä syventämään esimerkiksi lähtemällä tarkkailemaan tuntitasolla pyöräilymääriä etenkin aamuisin, jolloin päätös päivän kulkumuodosta yleensä tehdään. Aamulla esimerkiksi 06-09 aikaan voisi tarkastella, millä tavalla lämpötila ja sademäärä tai -muoto vaikuttavat kulkumuodon valitsemiseen työ- tai koulumatkalle.

Lopuksi voidaan todeta, että opinnäytetyö on tuonut uutta tietoa tukemaan pyöräliikenteen suunnittelua talvipyöräilyn suhteen. Kaupunkien talvikunnossapitovaatimusten tasoa voi peilata muihin kaupunkeihin sekä työn tutkimusosassa esiin tulleisiin arvoihin, ja sitä kautta voi miettiä, miten paljon esimerkiksi aurauksen laatuun ja määrään kannattaa kaupungeissa panostaa yhdessä muiden talvikunnossapitometodien kanssa. Pyöräliikenteen kehittäminen on erittäin ajankohtainen asia kaupungeissa ja se on usein sidottu keskeiseksi osaksi kaupunkien strategioita kestävien kulkumuototapojen kehittämisessä ja hiilineutraaliustavoitteissa.

Lähteet

- EcoCounter. (n.d.). [Joensuun EcoCounter laskimien sijainteja]. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://data.eco-counter.com/ParcPublic/?id=251#>
- EcoCounter. (n.d.-a). *Zelt Evo -laskin*. Haettu 20.5.2023 osoitteesta <https://www.eco-counter.com/produits/zelt-range/urban-zelt/>
- Google. (n.d.-a). [Helsingin Kaisaniemen sääaseman sijainti]. Haettu 16.4.2023 osoitteesta <http://tiny.cc/k8a6vz>
- Google. (n.d.-b). [Joensuun Linnunlahden sääaseman sijainti]. Haettu 16.4.2023 osoitteesta <http://tiny.cc/l8a6vz>
- Google. (n.d.-c). [Oulun Pellonpään sääaseman sijainti]. Haettu 16.4.2023 osoitteesta <http://tiny.cc/i8a6vz>
- Helsingin kaupunki. (n.d.-a) *Helsingin laskentapisteet [Kuva 8]*. Haettu 15.4.2023 osoitteesta <https://www.hel.fi/fi/paatoksenteke-ja-hallinto/tietoa-helsingista/kartat-ja-paikkatieto/paikkatiedot-tehokayttoon/avoimet-paikkatiedot>
- Helsingin kaupunki. (2020). *Pyöräliikenteen kehittämissuunnitelma 2020-2025*. <https://www.hel.fi/static/liitteet/kaupunkiymparisto/julkaisut/julkaisut/julkaisu-31-20.pdf>
- Helsingin kaupunki. (n.d.-b). *Pyöräteiden talvihoito*. Haettu 13.5.2023 osoitteesta <https://www.hel.fi/fi/kaupunkiymparisto-ja-liikenne/pyoraily/pyorateiden-talvihoito>
- Ilmatieteen laitos. (n.d.). *Ilmatieteen laitoksen havaintoasemat*. Haettu 16.4.2023 osoitteesta <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/havaintoasemat>
- Joensuun kaupunki. (2018). *Työkohtainen tehtävälueetelo, liikennealueet*. <https://www.joensuu.fi/documents/144181/2457718/Liikennealueiden+ty%C3%B6kohtainen+teht%C3%A4v%C3%A4luettelo.pdf/c56b8101-1237-885d-3292-a38017464bcd>
- Laki kadun ja eräiden yleisten alueiden kunnossa- ja puhtaanapidosta 547/2005 <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2005/20050547>
- Oulun liikenne (n.d.-a). *Kävelyn ja pyöräilyn liikennemäärät*. Haettu 16.4.2023 osoitteesta https://analytics.sitowise.com/kapy_oulu/
- Oulun liikenne (n.d.-b). *Oulun liikenteen reittiopas*. Haettu 16.4.2023 osoitteesta <https://www.oulunliikenne.fi/>

Oulun kaupunki. (n.d.-a) *Katujen kunnossapito*. Haettu 16.4.2023 osoitteesta

<https://www.ouka.fi/oulu/kadut-kartat-ja-liikenne/katujen-kunnossapito>

Oulun kaupunki. (n.d.-b). *Säätietoja*. Haettu 17.4.2023 osoitteesta

<https://www.ouka.fi/oulu/oulu-tietoa/saatietoja>

Traficom. (2021). *Henkilöliikennetutkimus 2021: Oulun seutu*.

<https://www.traficom.fi/sites/default/files/media/file/HLT2021%20seutujulkaisu%20Oulun%20seutu.pdf>

Väylävirasto. (2019). *Hyvä talvikunnossapito lisää pyöräilyntoa Oulun seudulla*.

<https://vayla.fi/-/hyva-talvikunnossapito-lisaa-pyorailyntoa-oulun-seudulla>

Väylävirasto. (2020). *Pyöräliikenteen suunnittelu*

https://ava.vaylapilvi.fi/ava/Julkaisut/Vaylavirasto/vo_2020-18_pyoraliikenteen_suunnittelu_web.pdf