



Tapio Humaljoki, Valtteri Kuitula, Miiko Majewski, Joonas Viljanen

Analyysiraportti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tieto- ja viestintätekniikan tutkinto-ohjelma

8.5.2025

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Data	1
2.1	Alueet	1
2.2	Sensorit	2
3	Datan valmistelu	2
4	Analyysit	3
4.1	Lämpötilaerot	3
4.1.1	Lämpötilaerojen tulokset	3
4.1.2	Johtopäätökset lämpötilaerojen tuloksista	6
4.2	Ilmankosteuserot	7
4.2.1	Ilmankosteuserojen tulokset	7
4.2.2	Johtopäätökset ilmankosteuserojen tuloksista	10
4.3	Aurinkoisuuden vaikutus	10
4.3.1	Lämpötilan muutos	11
4.3.2	Kosteuden muutos	12
4.4	Ilmankosteuden muutokset	13
4.4.1	Ilmankosteuden ja lämpötilan suhde	13
4.4.2	Fast Fourier Transform -analyysi	14
4.4.3	Aikasarjan komponenttierottelu	18
4.5	Kategoriavertailu	19
4.5.1	Viher- ja harmaa-alueet	19
4.5.2	Aurinko ja varjo	21
4.5.3	Meri- ja mannerilmasto	22
5	Yhteenveto	23
	Lähteet	1

1 Johdanto

Tässä raportissa käydään läpi useita eri analyyskejä, joissa tutkitaan mikroilmas-tojen välisiä ja sisäisiä eroja eri alueilla pääkaupunkiseudulla. Tutkimuskysy-mykset vaihtelevat analyyseittäin, joten ne käydään läpi analyysi kerrallaan. Analyyseistä koostuva tutkimus on toteutettu osana Metropolia-ammattikorkea-koulun tarjoamaa Monialainen innovaatioprojekti -nimistä kurssia neljän opiske-lijän toimesta.

2 Data

Keväällä 2024 asennettiin useita sensoreita mittaamaan lämpötilaa ja ilmankos-teutta Forum Virium Helsinki -nimisen yhtiön toimesta. Analyyseissä hyödynnet-tiin kyseisten sensorien tuottamaa säädataa. Data saatiin avoimista lähteistä, ja se sisälsi lämpötila- ja ilmankosteusarvoja, jotka olivat tallennettuina ajankohtai-sin aikaleimoin. Datan mukana saatiin myös sensoreiden teknisiä tietoja, kuten laitteiden tunnistet ja sijaintitiedot. Tiedostot olivat gzip-pakkauksessa ja ne lu-ettiin ohjelmallisesti Pythonin pandas-kirjastolla.

2.1.1 Alueet

Tutkimuksessa tarkastellaan kolmea pääkaupunkiseudulla sijaitsevaa tutkimus-alueetta: Vallilaa, Koivukylää ja Laajasalaa. Kaikki alueet sijaitsevat maantieteel-lisesti melko lähellä toisiaan, mutta ne edustavat keskenään erilaisia ympäristö- ja ilmasto-olosuhteita. Sensoreita on asennettu tutkittaville alueille yhteensä 32 kappaletta. Vallilassa sensoreita on 12 kappaletta. Koivukylässä sensoreita on 10 kappaletta, ja Laajasalossa on niin ikään 10 kappaletta.

2.1.2 Sensorit

Analyyseissä hyödynnettyä dataa tuottavat sensorit ovat paristokäyttöisiä lämpötila- ja ilmankosteusantureita. Ne ovat malliltaan Milesight EM300-TH, ja hyödyntävät LoRaWAN-teknologiaa. Sensorit mittaavat ympäristön lämpötilaa ja suhteellista ilmankosteutta automaattisesti 10 minuutin välein ja lähettävät mitaustiedot langattomasti LoRaWAN-yhteyden kautta jatkokäsittelyyn. Yhden sensorin alhainen virrankulutus mahdollistaa noin 3–5 vuoden toiminta-ajan yhdellä paristolla.

Sensorien tekniset tiedot ovat osittain puutteellisia, ja niissä on myös eroja alueittain. Kaikilta alueilta on saatavilla sensorin yksilöivä tunnistetunnus, asennuspäivämäärä, mittausalue (kaupunginosa), sekä reaaliaikaiset lämpötila- ja kosteustiedot. Vallilan sensoreissa on mukana lisätietoja kuten kiinnitystapa, asennusympäristö (esimerkiksi "puussa", "varjossa") ja numeroidut tunnistetunnukset, jotka eivät toistu muiden alueiden sensoreissa. Koivukylän ja Laajasalon sensoreissa on enemmän kenttiä kuten korkeusarvio maanpinnasta, WUDAPT-luokitus sekä katuosoite.

3 Datan valmistelu

Ennen jokaista analyysiä data esikäsiteltiin, jotta tuloksia voitiin pitää luotettavina. Datan lataamisen ja visualisoinnin yhteydessä havaittiin, että mitausten alkuvaiheen arvot eivät vastanneet todellisia olosuhteita. Sensorit raportoivat jatkuvasti noin 22 °C lämpötiloja ensimmäiset pari viikkoa mitausten alkamisesta. Tästä voitiin päätellä, että sensorit eivät toimineet vielä oikein. Alkuvaiheen data päätettiin siis suodattaa kokonaan analyyseistä. Lopullisissa analyyseissä huomioidaan Vallilan mittaukset alkaen 17.6.2024 sekä Koivukylän ja Laajasalon mittaukset alkaen 25.6.2024.

Osassa analyyseistä hyödynnettiin yö- ja päiväaikojen erottelua. Tämä toteutettiin siten, että laskettiin Helsingin auringonnousu- ja -laskuajat päivittäin, ja päiväajan mittaukset rajattiin auringonnousun ja -laskun välille. Lisäksi joissain analyyseissä data on rajattu tietyille aikavälille hyödyntämättä koko mittausjaksoa. Tällaisissa tapauksissa rajauksesta on mainittu erikseen analyysien yhteydessä.

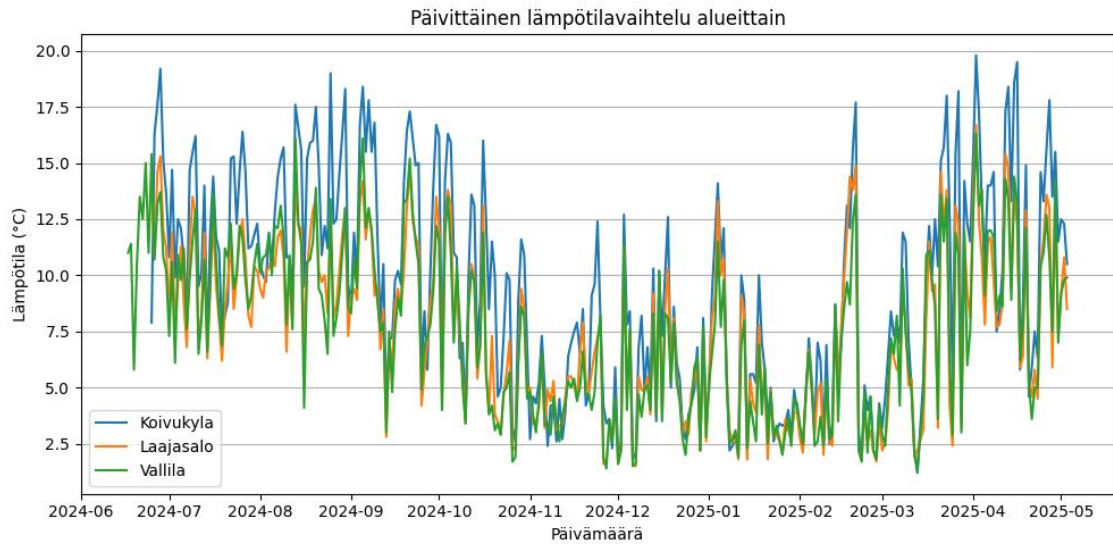
4 Analyysit

4.1.1 Lämpötilaerot

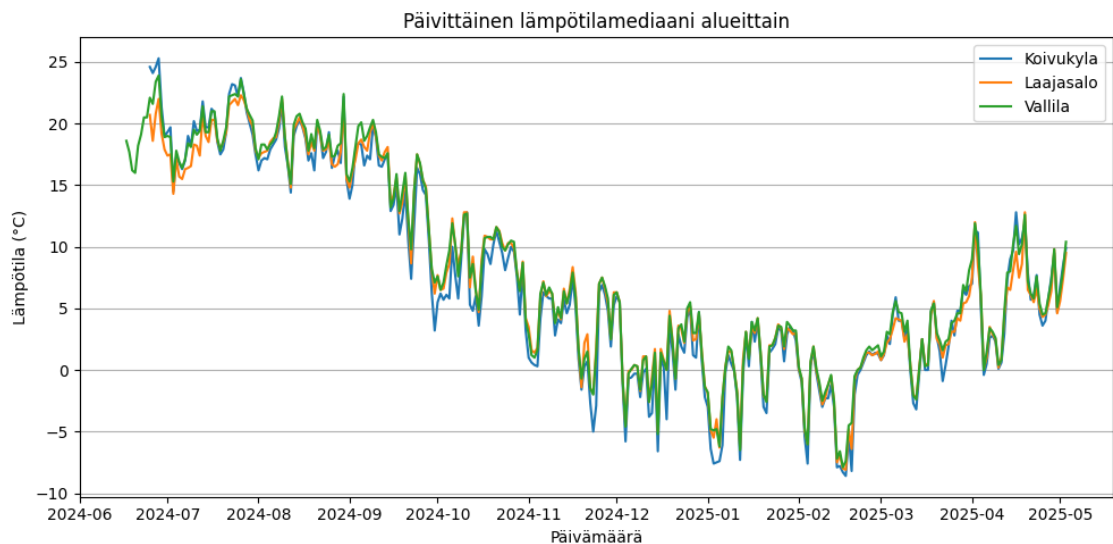
Tässä analyysissä pyrittiin selvittämään mantereisen ilmaston eroavaisuuksia merellisestä ilmastosta lämpötila-arvojen avulla. Analyysin tulosten saamiseksi datan arvojen perustella laskettiin päivittäinen lämpötilavaihtelu sekä lämpötilan mediaani, yön ja päivän välinen lämpötilaero sekä kuukausittaiset yöajan lämpötilojen mediaanit ja minimiarvot.

4.1.2 Lämpötilaerojen tulokset

Päivittäisessä lämpötilavaihtelussa Koivukylä erottui selvästi muista alueista. Koivukylässä lämpötilan keskimääräinen vaihtelu vuorokaudessa oli 9,46 °C. Laajasalossa ja Vallilassa vaihtelu jäi selvästi pienemmäksi, Laajasalossa vaihtelu oli 7,60 °C ja Vallilassa 7,56 °C. (Kuva 1) Sen sijaan päivittäisen lämpötilan mediaaneissa erot olivat pienempiä. Vallilassa lämpötilan mediaani oli keskimäärin 8,31 °C, Laajasalossa 7,73 °C ja Koivukylässä 7,33 °C. Vaikka Vallila oli alueista lämpimin, erot alueiden välillä eivät kuitenkaan olleet suuria. (Kuva 2)



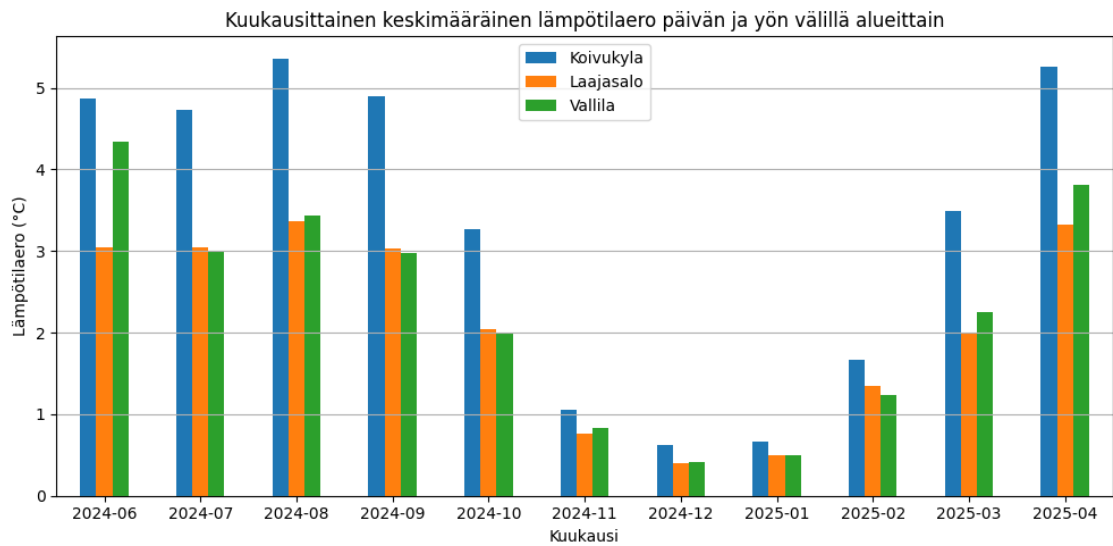
Kuva 1. Päivittäinen lämpötilavaihtelu alueittain.



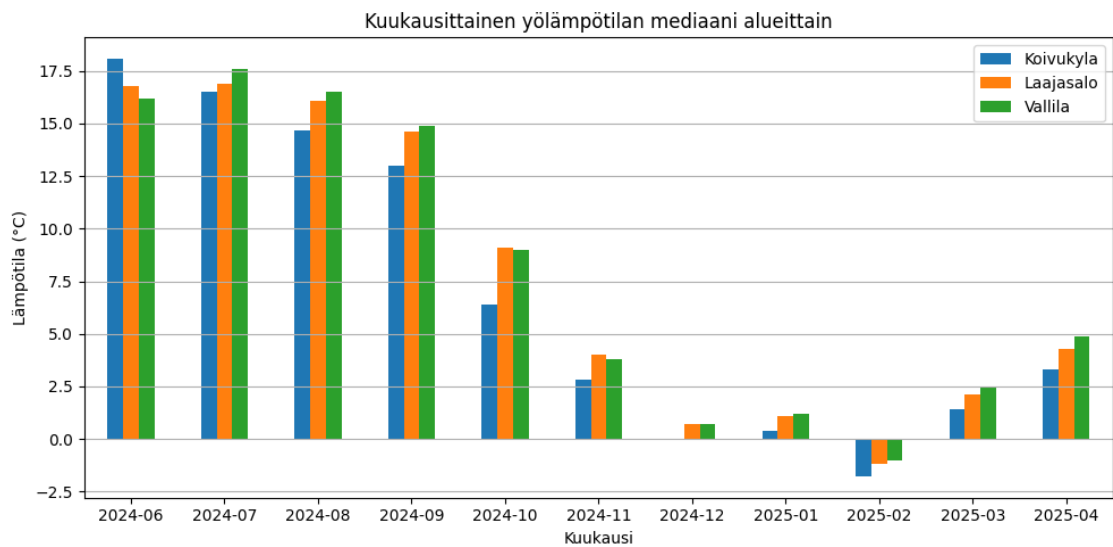
Kuva 2. Päivittäinen lämpötilamediaani alueittain.

Päivän ja yön välistä lämpötilaeroa katsellessa Koivukylässä huomattiin ero verrattuna muihin alueisiin. Koivukylässä keskimääräinen ero oli $3,26\text{ }^{\circ}\text{C}$, kun Vallilassa ero oli $2,25\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja Laajasalossa $2,08\text{ }^{\circ}\text{C}$. (Kuva 3) Kuukausittaisten yöajan lämpötilojen mediaanit olivat korkeimmat Vallilassa, jossa yöajan mediaani oli $7,85\text{ }^{\circ}\text{C}$. Laajasalossa vastaava arvo oli $7,68\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja Koivukylässä $6,80\text{ }^{\circ}\text{C}$. Erot

Vallilan ja Laajasalon välillä olivat pieniä, mutta Koivukylä jäi selvästi niitä viileämmäksi, jopa yli asteen viileämpi verrattuna Laajasaloon. (Kuva 4)



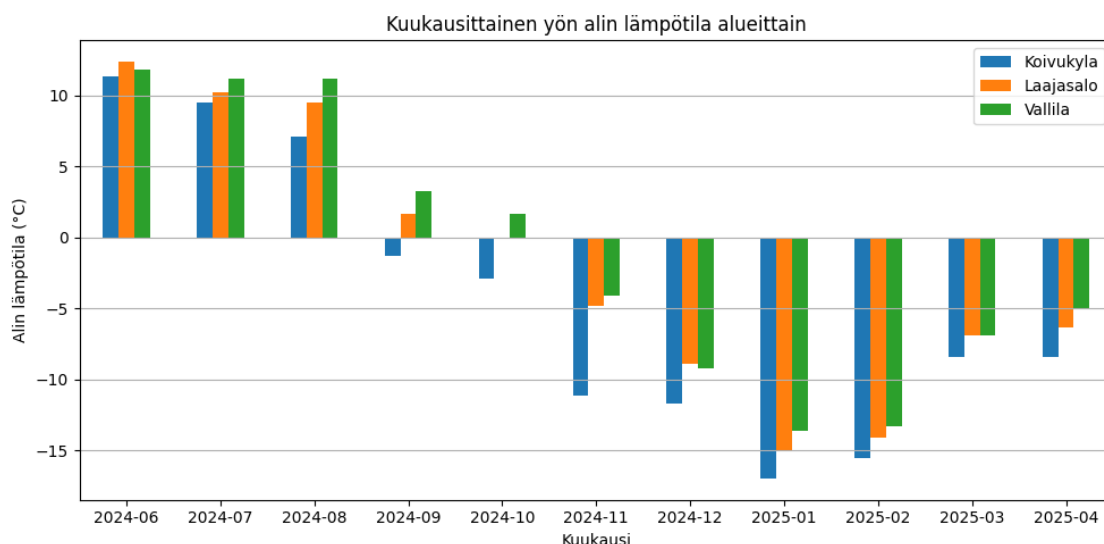
Kuva 3. Kuukausittainen keskimääräinen lämpötilaero päivän ja yön välillä alueittain.



Kuva 4. Kuukausittainen yölämpötilan mediaani alueittain.

Kuukausittaisissa yön alimmissa lämpötiloissa Koivukylä oli alueista kylmin. Esimerkiksi tammikuussa alin mitattu yölämpötila oli jopa -17,0 °C. Laajasalossa

alin lämpötila oli verrattain $-15,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja Vallilassa vain $-13,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Keskimääräiset yön alimmat lämpötilat olivat Koivukylässä $-4,40\text{ }^{\circ}\text{C}$, Laajasalossa $-2,03\text{ }^{\circ}\text{C}$ ja Vallilassa $-1,17\text{ }^{\circ}\text{C}$, joten Koivukylän ja muiden alueiden välillä oli selvä ero. (Kuva 5)



Kuva 5. Kuukausittainen yön alin lämpötila alueittain.

4.1.3 Johtopäätökset lämpötilaerojen tuloksista

Tulosten perusteella Koivukylä erottui selvästi mantereisena alueena, jossa lämpötila vaihteli alueista eniten vuorokauden aikana. Päivän ja yön välinen lämpötilaero oli suurin, ja yöaikaiset lämpötilat olivat kautta vuoden selvästi alhaisempia kuin muilla alueilla. Nämä tulokset selittyvät Koivukylän avoimella ympäristöllä, jossa on suhteellisen vähän lämpöä varastoivia pintoja, jotka voisivat hillitä lämpötilan laskua yöllä. Lisäksi Koivukylä sijaitsee sisämaassa, joten meren tasaava vaikutus puuttuu alueelta.

Laajasalo sijoittui tuloksissa usein Koivukylän ja Vallilan väliin. Vuorokauden lämpötilavaihtelu sekä päivän ja yön ero olivat selvästi pienempiä kuin Koivukylässä, mutta hieman suurempia kuin Vallilassa. Yöaikaiset lämpötilat olivat keskimäärin Vallilaa alhaisempia, mutta selvästi Koivukylää lämpimämpiä. Alueen

merellinen sijainti näkyy tasaisempina lämpötiloina, sillä meri viilentää ilmaa päivisin ja lämmittää yöllä vähentäen lämpötilavaihteluita.

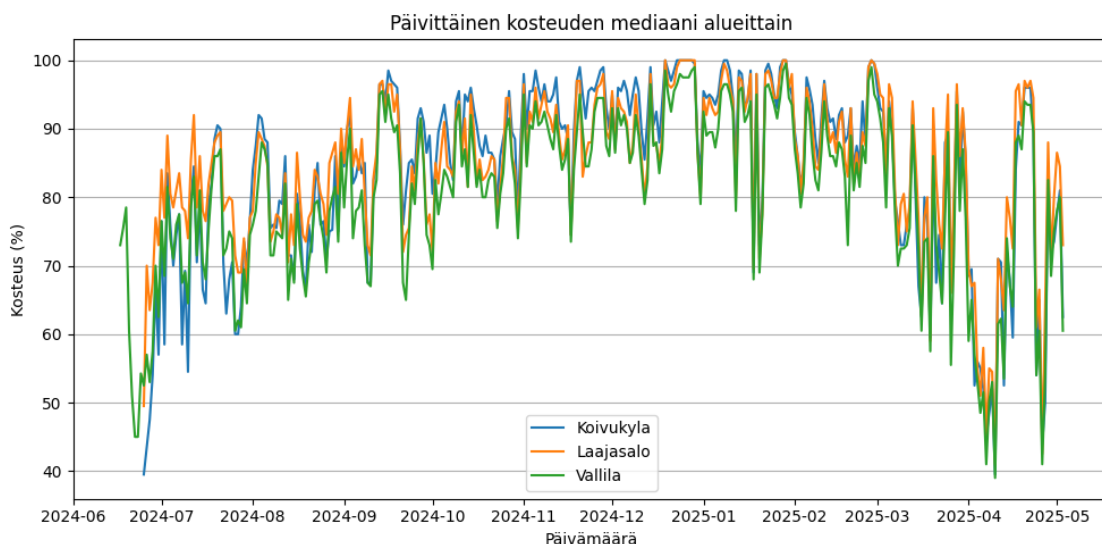
Vallila oli alueista selvästi lämpimin etenkin yöaikaan, mikä hyvin todennäköisesti viittaa alueella olevaan lämpösaarekeilmiöön. Päivittäinen lämpötilan mediaani oli korkein, ja yöaikaiset lämpötilat pysyivät korkeina koko vuoden ajan. Lisäksi yön minimilämpötilat olivat lähes joka kuukausi korkeimmat verrattuna muihin alueisiin. Vallilassa on paljon asfalttia, mikä varastoi herkästi lämpöä, ja tämä voi selittää tulokset.

4.1.4 Ilmankosteuserot

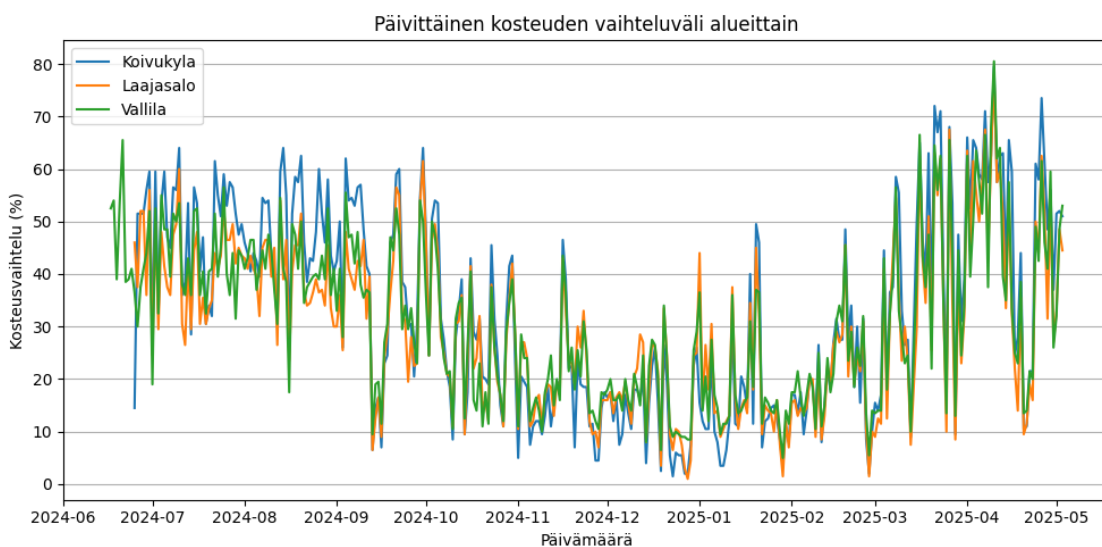
Tässä analyysissä pyrittiin selvittämään ilmankosteusarvojen avulla mantereisen ilmaston eroavaisuuksia merellisestä ilmastosta. Analyysissä laskettiin päivittäinen kosteuden mediaani sekä päivittäinen kosteuden vaihteluväli, päivän ja yön kosteusero sekä kuukausittaisen yöajan kosteuden mediaanit.

4.1.5 Ilmankosteuserojen tulokset

Päivittäisessä kosteuden mediaanissa Laajasalo ja Koivukylä hyvin samankaltaiset. Laajasalossa kosteuden mediaani oli 84,76 % ja Koivukylässä 84,09 %. Vallilassa mediaani oli hieman alempi, 80,43 %. Erot Laajasalon ja Koivukylän välillä olivat melko vähäisiä, mutta Vallila erottui selvästi kuivempana alueena. (Kuva 6) Päivittäisen kosteuden vaihteluväli oli suurin Koivukylässä, missä se oli 32,78 %. Vallilassa vaihteluväli oli 31,10 % ja Laajasalossa 29,78 %. Koivukylässä kosteuden vaihtelu oli siten hieman suurempaa. (Kuva 7)



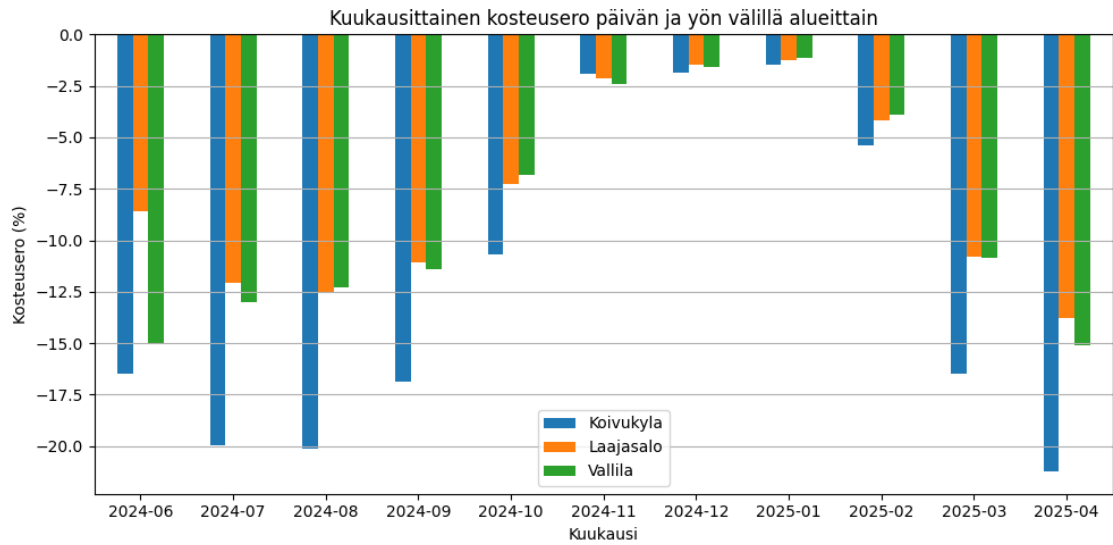
Kuva 6. Päivittäinen kosteuden mediaani alueittain.



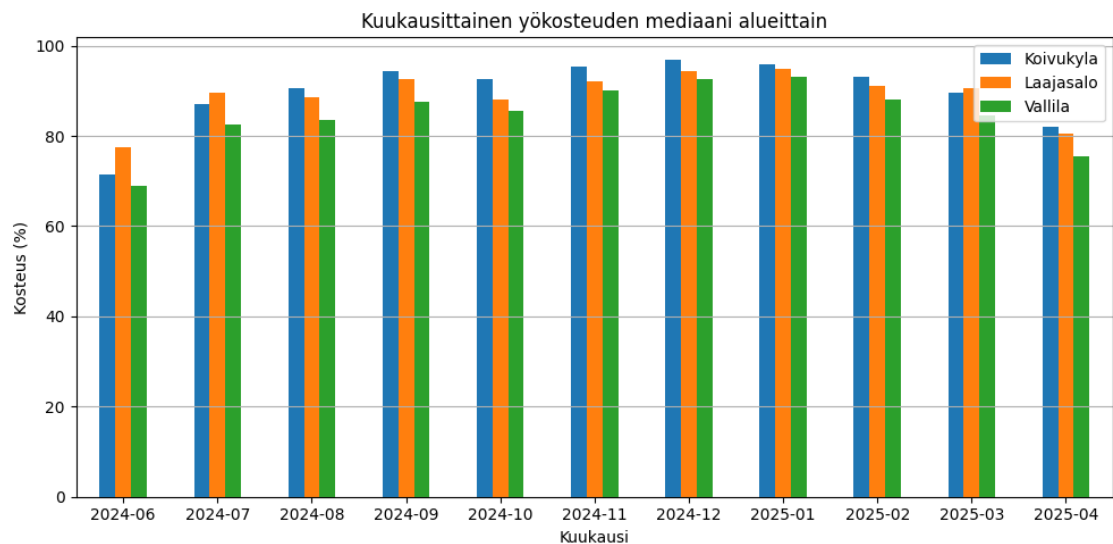
Kuva 7. Päivittäinen kosteuden vaihteluväli alueittain.

Päivän ja yön välinen kosteusero oli negatiivinen kaikilla alueilla, mikä tarkoittaa kosteampia öitä. Koivukylässä ero oli -12,04 %, Vallilassa -8,50 % ja Laajasalossa -7,75 %. Koivukylän ero oli selvästi suurempi kuin muilla alueilla. (Kuva 8) Yöajan kosteuden kuukausittaisissa mediaaneissa Laajasalo ja Koivukylä olivat jälleen hyvin lähellä toisiaan. Koivukylässä yöajan mediaani oli 89,91 % ja Laa-

jasalossa 89,05 %. Vallilassa yöajan kosteuden mediaani oli selvästi alhaisempi, 84,68 %. Erot Laajasalon ja Koivukylän välillä olivat pieniä, mutta Vallila erottui tässä tarkastelussa selkeästi kuivimpana alueena. Koivukylä oli kostein alue yöllä lähes joka kuukausi. (Kuva 9)



Kuva 8. Kuukausittainen kosteusero päivän ja yön välillä alueittain.



Kuva 9. Kuukausittainen yökosteuden mediaani alueittain.

4.1.6 Johtopäätökset ilmankosteuserojen tuloksista

Kosteusanalyysissä Koivukylä erottui alueena, jossa ilmankosteus pysyy korkeana, mutta myös vaihtelee alueista eniten vuorokauden aikana. Päivittäisen kosteuden mediaani oli lähes sama kuin Laajasalossa, mutta vaihteluväli oli selvästi suurin. Päivän ja yön välinen kosteusero oli Koivukylässä selvästi suurin, mikä johtuu todennäköisesti alueen avoimesta ympäristöstä ja vehreydestä. Lisäksi Koivukylä oli öisin alueista kostein lähes joka kuukausi. Vihreä maapinta mahdollistaa tehokkaan kosteuden haihtumisen päivällä ja uudelleen kohoamisen yöllä.

Mitä tulee Laajasaloon, meri tasaa alueen kosteutta tehokkaasti. Kosteuden vaihteluväli sekä päivän ja yön ero jäi Koivukylää vähäisemmäksi, mikä viittaa tasaisempaan ilmankosteuteen. Lisäksi Laajasalon yöajan kosteuden mediaani oli hieman alhaisempi verrattuna Koivukylään, mutta selvästi korkeampi kuin Vallilassa. Alue on hyvin kostea ympäri vuorokauden, mikä käytännössä selittyy meren läheisyydellä.

Alueista selvästi kuivin alue oli Vallila. Päivittäinen kosteuden mediaani oli alhaisin, ja myös yöajan kosteuden mediaani jäi muita alueita selvästi alemmaksi. Vaikka päivittäinen kosteuden vaihteluväli oli lähes Laajasalon tasolla, Vallilassa ei kuitenkaan ollut yhtä kosteaa öisin. Tuloksia selittää Vallila kaupunkimainen ympäristö, jossa on muita alueita vähemmän kasvillisuutta ja kosteutta sitovia maapintoja. Rakennusmateriaalit eivät vapauta kosteutta samalla tavalla kuin luonnollinen maaperä, ja veden haihtuminen on vähäistä.

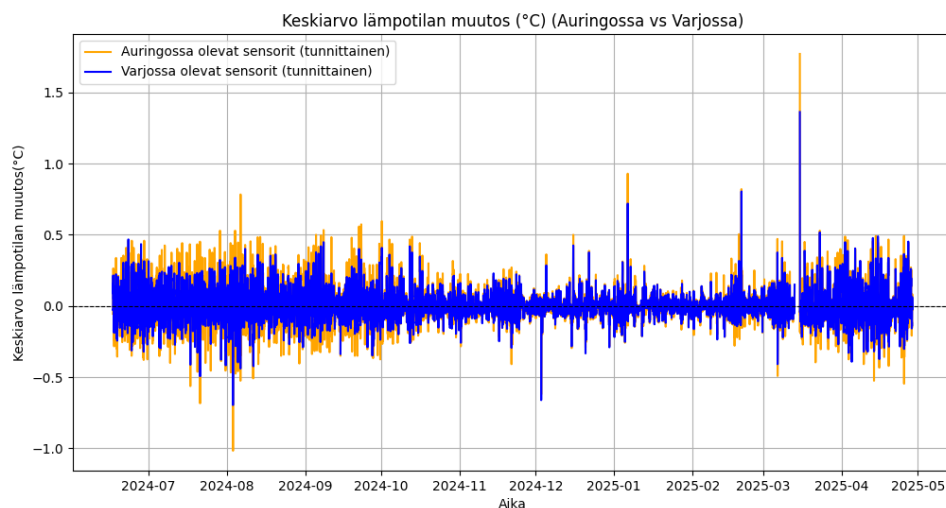
4.1.7 Aurinkoisuuden vaikutus

Tässä analyysissä tarkoituksena oli selvittää aurinkoisuuden vaikutusta lämpötilaan ja ilmankosteuteen Vallilassa. Kyseisellä alueella sijaitsevat sensorit voidaan kahteen joukkoon: aurinkoisella paikalla sijaitseviin sensoreihin ja varjoisella paikalla sijaitseviin sensoreihin. Sensorin tuottama GeoJSON-tiedosto sisältää tiedon siitä, onko sensori aurinkoisella vai varjoisella sijainnilla. Tämä

tieto ilmenee ainoastaan Vallilassa sijaitsevien sensoreiden GeoJSON-tiedoissa, joten analyysi sisältää vain tämän joukon sensoreita.

4.1.8 Lämpötilan muutos

Kuvassa 10 on ryhmitelty Vallilan varjossa ja auringossa olevien sensoreiden mittaukset omiksi joukoiksi. Näistä joukoista on laskettu tunnin aikavälillä tapahtuvien lämpötilamittausten keskiarvo. Keskiarvoista on laskettu lämpötilan muutoksen suuruus viimeiseen tuntiin verrattuna, joista kaavion käyrät muodostuvat. Keltainen käyrä kuvaa auringossa olevien sensoreiden tunnin sisällä tapahtuneen lämpötilamittauksen muutoksen keskiarvoa, ja sininen käyrä kuvaa vastaavaa varjossa olevia sensoreita.



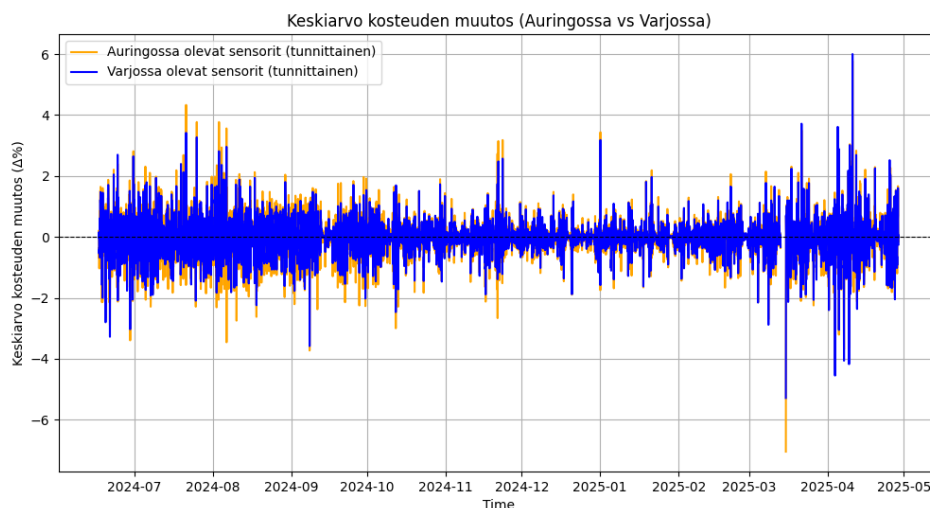
Kuva 10. Auringossa ja varjossa sijaitsevien sensoreiden lämpötilamittausten keskiarvoinen muutos.

Saadusta kaaviosta voidaan havaita, että auringonvalossa sijaitsevat sensorit mittaavat suurempia lämpötilamuutoksia. Erot varjossa oleviin sensoreihin on suurinta kesäaikana, jolloin auringon vaikutus on vahvempaa. Tästä voidaan tulkita auringonvalon johtavan suurempiin sekä nopeampiin vaihteluihin lämpötilassa, erityisesti kesällä.

Eroavaisuuksien havaitseminen Mäkelänkadun kokoisella pienellä alueella nostaa esille varjoisuuden merkityksen mikroilmastossa, sillä suurempi positiivisen muutoksen määrä johtaa korkeampiin lämpötiloihin. Lämpenevän ilmaston takia varjoisuuden merkitys siis kasvaa kaupunkiympäristön mukavuuden ylläpitämisessä.

4.1.9 Kosteuden muutos

Kuvassa 11 kaavion ryhmittely sekä mittausväli on samanlainen kuin aikaisemmassa kaaviossa. Tällä kertaa kaavion arvot ovat tunnin aikavälillä tapahtuvien ilmakehän kosteuden muutosten keskimääräinen suuruus.



Kuva 11. Auringossa ja varjossa sijaitsevien sensoreiden kosteusmittausten keskiarvoinen muutos.

Kaaviosta voidaan havaita ilmakehän kosteuden muuttuvan tunnin aikavälillä enemmän auringossa sijaitsevien sensoreiden kohdalla kuin varjossa sijaitsevien sensoreiden kohdalla. Ero antureiden välillä on suhteessa lievempää kuin lämpötilan mittauksissa lukuun ottamatta muutamia erikoistapauksia.

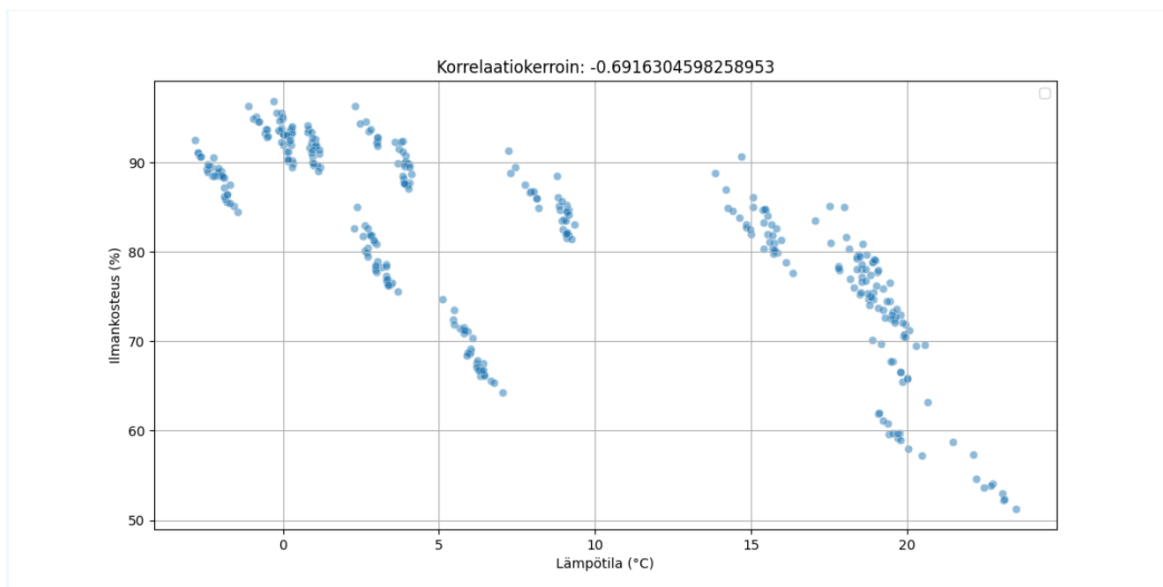
Sateiden aikana alueella on usein varjoista sadepilvien vaikutuksesta, jolloin molemmat sensorityypit ovat varjossa. Sateen päätyttyä, jos sää muuttuu aurinkoisesti, auringon valo pääsee vaikuttamaan parhaiten aurinkoisilla alueilla oleviin sensoreihin. Tämä selittäisi suuremman ilmakeijteen muutoksen aurinkoisten alueiden antureiden mittauksissa. Sateiden yhteydessä tapahtuvan varjoisuuden takia erot eri sensoreiden välillä ovat lievempiä, sillä varjoisuus tuo molemmat sensorit samankaltaisiin olosuhteisiin.

4.1.10 Ilmakeijteen muutokset

Tässä analyysissä tutkittiin ilmakeijteen muutoksia hyödyntämällä useita eri lähestymistapoja. Lämpötilan vaikutusta ilmakeijteen selvitettiin hajontakäivien avulla. Fast Fourier Transform- tai FFT-analyysillä selvitettiin, onko datassa toistuvia kuvioita. Lisäksi aikasarjan komponenttieroittelulla pyrittiin havainnollistamaan lämpötilan muutosta suhteessa aikaan.

4.1.11 Ilmakeijteen ja lämpötilan suhde

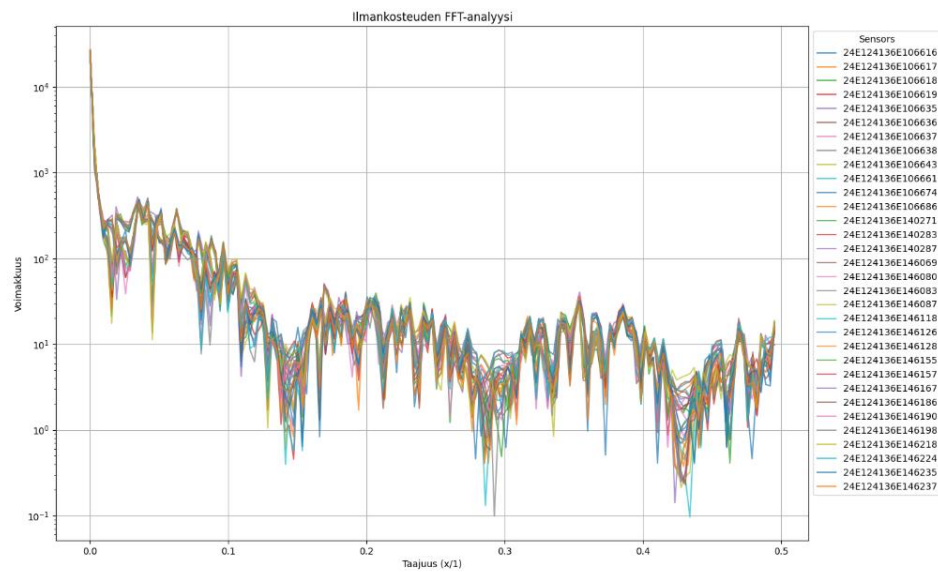
Kuvan 12 kaaviosta voidaan huomata ilmakeijteen laskevan lämpötilan noustessa. Korrelaation kerroin -0.69 ei ole täydellinen, joten hajontaa on jonkin verran. Hajonta saattaisi olla vähäisempää, jos dataa olisi enemmän.



Kuva 12. Ilmankosteuden ja lämpötilan hajontakaavio.

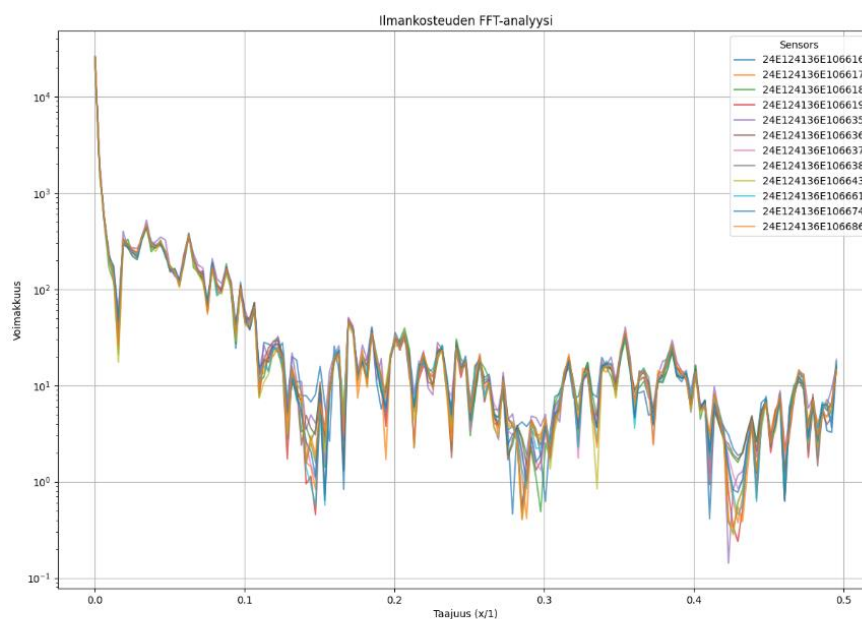
4.1.12 Fast Fourier Transform -analyysi

Fast Fourier Transform-analyysillä etsitään tasaisesti toistuvia muutos kuvioita ilmankosteudessa. Analyysiä kuvastavan kaavion x-akseli kertoo, kuinka usein jokin kuvio toistuu. Y-akseli puolestaan kertoo, kuinka voimakas kuvio on. Tässä analyysissä hyödynnettiin ilmankosteuden päivittäistä keskiarvoa. Kuvan 13 kaavio on kooste kaikista käytössä olevista sensoreista. Siinä nähdään voimakas piikki matalilla taajuuksilla. Tämä viittaa siihen, että suurimmat ilmankosteuden muutokset tapahtuvat pitkällä aikavälillä.



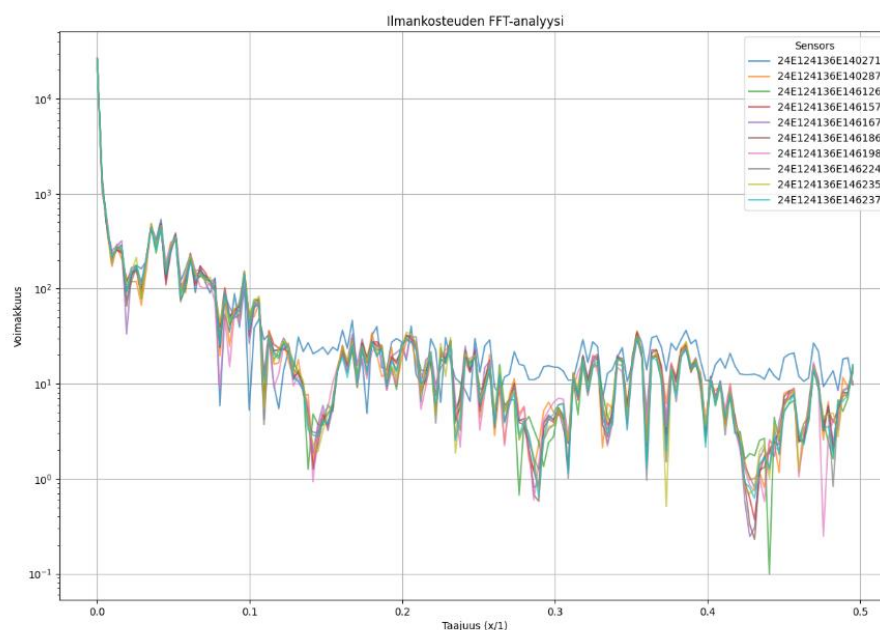
Kuva 13. Fast Fourier Transform -analyysi ilmankosteudesta.

Kuvan 14 kaavioon on eroteltu Vallilassa sijaitsevat sensorit. Näillä sensoreilla on lähes identtinen FFT-spektri, joka kertoo sensoreiden sijaitsevan saman kaltaisessa ympäristössä keskenään.



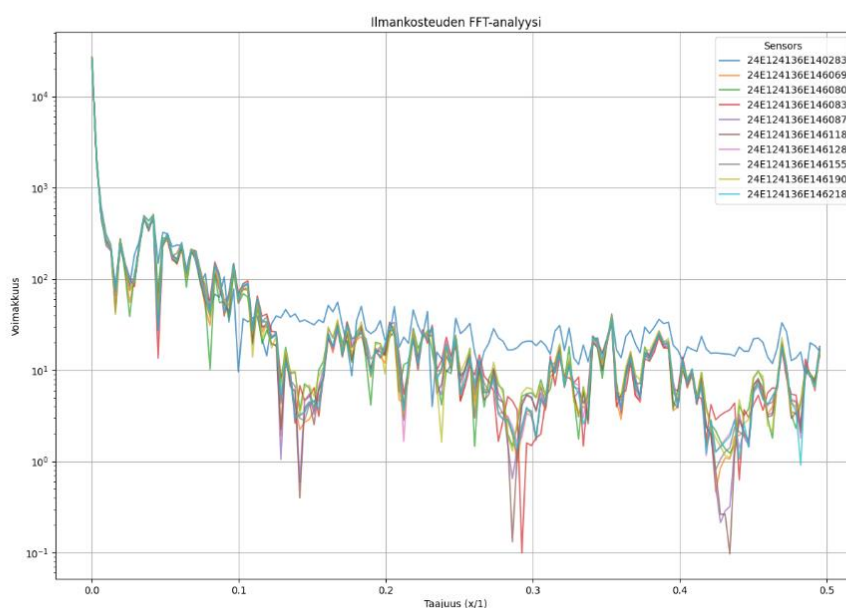
Kuva 14. FFT-kaavio Vallila

Kuva 15 sisältää Laajasalossa sijaitsevat sensorit. Kuvasta erottuu 0271-päätteen sensorin, jota kuvastaa sininen käyrä. Sen arvot poikkeavat huomattavasti muista alueen sensoreista. Kyseinen sensorin sijaitsee ajotien vieressä. Sen lähistöllä on jonkin verran kasvustoa. Verratessa sitä muihin saman alueen antureihin, syytä suurelle eroavaisuudelle ei löytynyt.



Kuva 15. FFT-kaavio Laajasalosta.

Kuvassa 16 on eroteltu Koivukylän sensorit. Kuvasta erottuu 0283-päätteinen anturi, jonka arvot poikkeavat muista antureista. Kyseisen sensorin käyrä on myös hyvin samankaltainen Vallilan 0271-päätteisen sensorin käyrän kanssa. 0283-päätteinen sensori sijaitsee metsätiellä, eli sen ympäristö on hyvin erilainen verrattuna 0271-päätteiseen sensoriin. Syytä käyrien samankaltaisuudelle ei löytynyt.

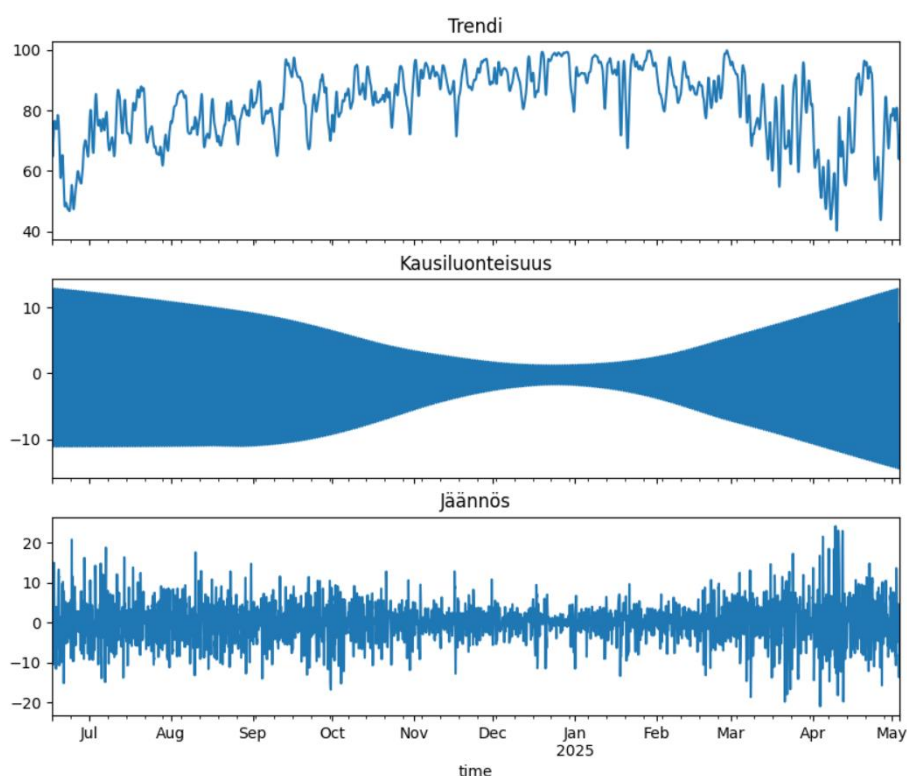


Kuva 16. FFT-kaavio Koivukylästä.

FFT-analyysin aikana löytyviä 0271- ja 0283-päätteisiä sensoreita olisi mielenkiintoista tutkia lisää. Sensorien tuottaman datan eroavaisuuden saattaa selittää esimerkiksi sensorikohtainen vika tai jokin dataan vaikuttava ympäristötekijä.

4.1.13 Aikasarjan komponenttieroittelu

Kuvan 17 kaavio erottelee ilmankosteusdatan aikasarjan eri komponentteihin: trendi, kausiluonteisuus ja jäännös. Trendi tarkastelee päivittäisen ilmankosteuden keskiarvon kehitystä ajan mittaan. Kaavasta voidaan huomata ilmankosteuden olevan keskimäärin suurimmillaan talvikuukausina. Kausiluonteisuus kuvaa ilmankosteuden muutoksen suuruudesta ajan mittaan. Kaaviosta nähdään ilmankosteuden vaihtelu olevan suurinta kesäkuukausina, ja se pienenee talvea kohti mentäessä. Jäännös kuvastaa jäljelle jäänyttä dataa, kun trendi ja kausiluonteisuus on eroteltu muusta datasta. Jäännöksen avulla voidaan etsiä poikkeavia sääilmiöitä ja viallisia sensoreita. Jäännöksessä ei ole huomattavia poikkeamia, joten trendi ja kausivaihtelu ovat suhteellisen tarkkoja.



Kuva 17. Aikasarjan eri komponentit.

4.1.14 Kategoriavertailu

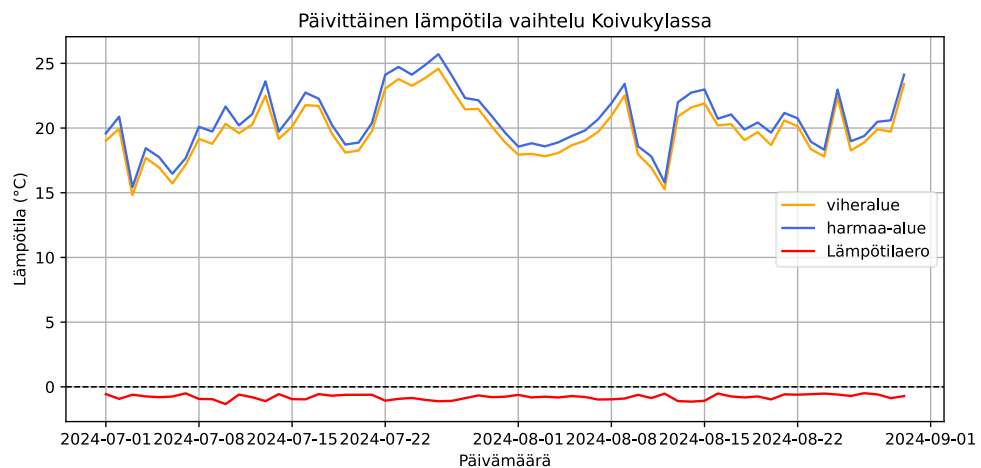
Sensoreita jaettiin eri kategorioihin, jotta eri muuttujia ja niiden vaikutusta pystyttiin tutkimaan sekä yksittäisellä alueella että kaikkien alueiden välillä. Kaikki osion kaaviot ovat luotu auringonnousun ja -laskun väliseltä ajalta.

4.1.15 Viher- ja harmaa-alueet

Viheralueiden vaikutusta mikrotasolla vertailtiin jakamalla sensorit joko viher- tai harmaa-alueisiin. Harmaa-alueilla viitataan alueisiin, jotka ovat pääasiassa betonin ympäröimää, kuten parkkipaikat ja asuinalueet ilman puistoja. Viheralueet sijaitsevat puistossa, metsässä, sekä tien vieressä, mikäli kyseinen tie on jonkin viheralueen välittömässä yhteydessä.

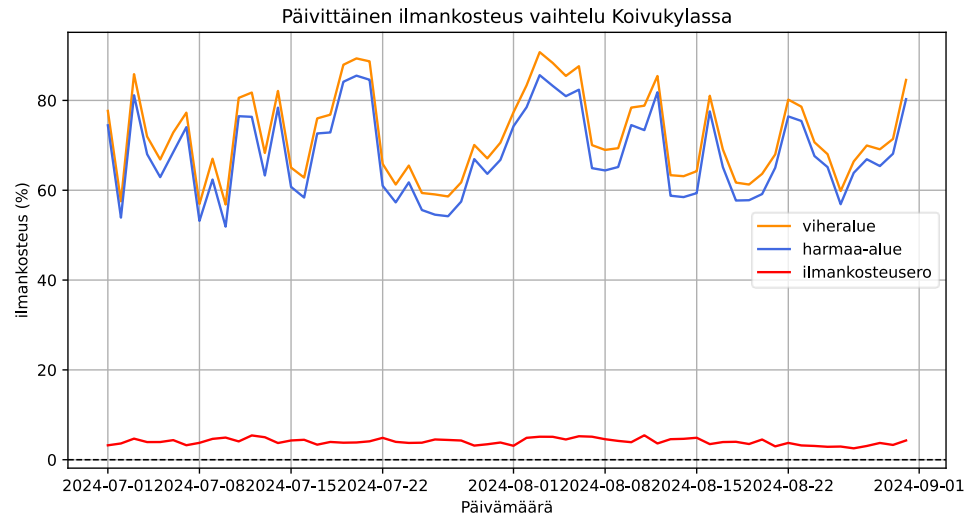
Jotta mahdollisimman moni sensori saatiin sisällytetyksi tutkimukseen, on joidenkin sensorien kategoria epätäydellinen. Esimerkiksi sensorit teiden vieressä, jotka ovat selvästi viher- ja harmaa-alueen välissä, aiheuttavat varmasti pieniä virheitä lukemissa. Mikäli saataisiin mittaukset vain alueilta, jotka voitaisiin erottaa selvästi, olisi ero nykyistä huomattavampi.

Kuvassa 18 verrataan Koivukylän viher- ja harmaa-alueiden lämpötilaeroja vuoden 2024 kesästä alkusyksyyn. Sensorien välillä on huomattavasti selkeä ero, joka on noin 0,5 °C. Tämä ero kuvaa kuitenkin vain ilman lämpötilaa. Alueella oleskelevan havaitsijan huomaama ero on kuitenkin todennäköisesti paljon tätä suurempi. Aurinkoisena kuumana päivänä asfaltti voi olla yli kymmenen astetta lämpimämpi kuin samanlaisissa olosuhteissa oleva nurmikko (1).



Kuva 18. Päivittäinen lämpötilavaihtelu Koivukylässä.

Urbaanien alueiden vaikutus ilmankosteuteen on myös huomattava. Viheralueilla ilmankosteus on jopa 5 % korkeampi (Kuva 19).

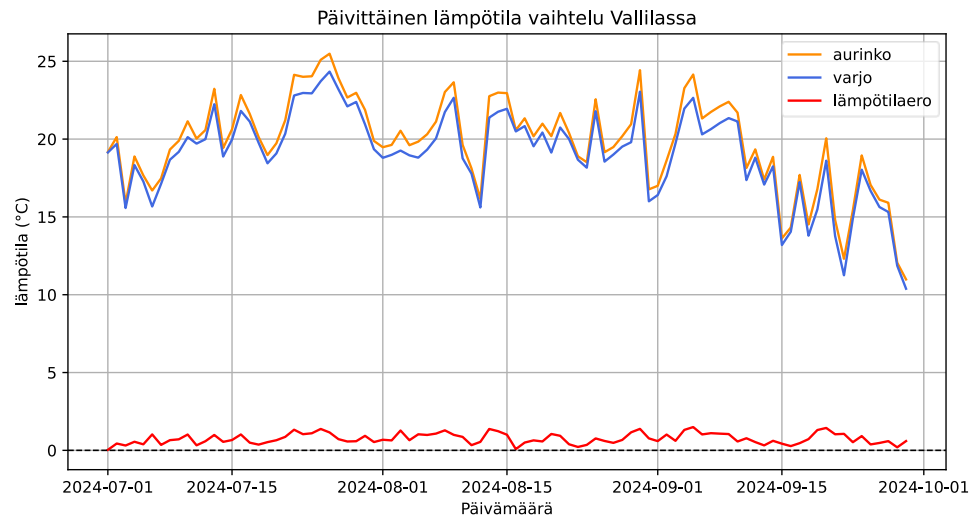


Kuva 19. Päivittäinen ilmankosteuden vaihtelu Koivukylässä

4.1.16 Aurinko ja varjo

Aiemmin suoritetusta auringon ja varjon analyysistä tehtiin myös kategoriaverailu (Kuva 20). Sensorit ovat asetettu Vallilassa Mäkeläntkadulle, jolta tullaan kaatamaan vanhoja puita lähivuosina. Auringossa olevilla sensoreilla on yritetty ennustaa, miten alueen ilmasto tulee muuttumaan puiden kaatamisen jälkeen.

Aurinko- ja varjosensorien suurin mitattu ero on 1,5 °C. Tämä on kuitenkin vain ilman lämpötila. Suorassa auringonvalossa tunnettu lämpötila voi kuitenkin olla jopa 8 °C (2). Alueella on myös paljon rakennuksia, jotka varaavat ja heijastavat lämpötilaa. Tämä entisestään vaikuttaa alueen tunnettuun lämpötilaan.

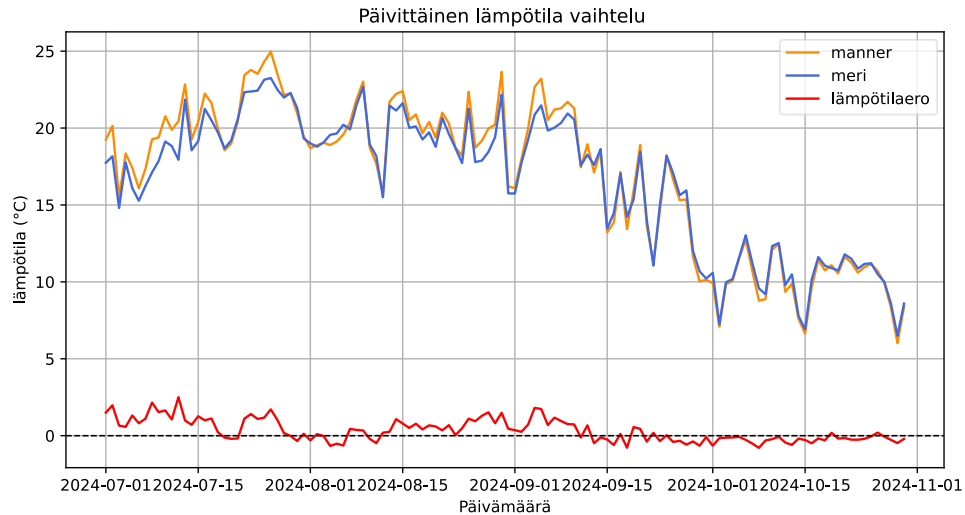


Kuva 20. Päivittäinen lämpötilan vaihtelu Vallilassa

4.1.17 Meri- ja mannerilmasto

Meri-ilmastoksi luokiteltiin kaikki Laajasalossa sijaitsevat sensorit, mannerilmastoksi luokiteltiin Vallilan ja Laajasalon sensorit. Tarkoituksena oli tutkia, kuinka paljon meri vaikuttaa pääkaupunkiseudun ilmastoon. Kuvassa 21 olevaan kaavioon on otettu mukaan kaikki tutkittavat alueet.

Merin tasoittava vaikutus ilmastoon on helposti nähtävistä kaaviosta. Meren lähellä päivittäinen maksimilämpötila pysyy paljon hillitympänä. Suurimmillaan tämä ero on 2,5 °C. Huomioitavaa on myös merituuli, joka saa tunnetun lämpötila eron olemaan tätäkin suurempi.



Kuva 21. Päivittäinen lämpötilan vaihtelu pääkaupunkiseudulla.

5 Yhteenveto

Raportissa käytiin läpi kolmen eri pääkaupunkiseudun alueen eroavaisuuksia sekä paikallisia tuloksia alueille asennettujen sensoreiden tuottaman lämpötila- ja ilmankosteusarvojen perusteella. Analyysien tutkimuskysymykset olivat paikotellen hyvinkin erilaisia, mutta kokonaiskuvassa haluttiin selvittää alueiden mikroilmastoon vaikuttavia tekijöitä.

Analyysien tuloksista voidaan yleisesti tulkita, että alueiden eri tekijöillä, kuten merenläheisyydellä tai aurinkoisuudella, on todettavissa oleva vaikutus mikroilmastoon. Näiden tekijöiden muuttamisessa, esimerkiksi puiden karsimisen yhteydessä, on otettava huomioon sen mahdollisesta vuorovaikutuksesta alueen mikroilmastoon. Kuitenkin täytyy muistaa, että analyyseissä oli käytössä alle vuoden edestä dataa, joten tulosten luotettavuutta tulee tarkastella kriittisesti.

Alueiden mikroilmastojen analysoimisen ja vertailujen avulla voidaan mahdollisesti tehdä parempia arviointeja kaupungin eri hankkeiden vaikutuksesta paikallisen ympäristön mikroilmastoon. Tulevaisuuden analyyseissä tulee huomioida datan monimuotoisuus sekä aikavälin pituuden merkitys laadukkaan analyysin toteuttamiseen.

Lähteet

- 1 Mariano, Zafra. 2023. The floor is lava. Verkkoaineisto. Reuters. <
<https://www.reuters.com/graphics/CLIMATE-CHANGE/URBAN-HEAT/zgpormdkevd/>>. Luettu 8.5.2025.
- 2 Carsley, Alys. 2022. Summer safety: Shade vs Direct Sunshine. wsav: <
<https://www.wsav.com/weather-news/storm-team-3-now/summer-safety-shade-vs-direct-sun-shine/#:~:text=The%20shade%20doesn't%20make,sun's%20rays%20touching%20your%20skin>>. Luettu 8.5.2025.