

Tartu Ülikool

Loodus- ja täppisteaduste valdkond

Ökoloogia ja maateaduste instituut

Geograafia osakond

Bakalaureusetöö geograafias (12 EAP)

Ilmastiku mõju inimeste tegevusruumile Tallinna näitel

Lea Sophie Noe

Juhendaja: Anto Aasa

Tartu 2024

Annotatsioon

Ilmastiku mõju inimeste tegevusruumile Tallinna näitel

Ilm on üks paljudest teguritest, mis mõjutab inimeste mobiilsuskäitumist ning tegevuskohtade valikut. Käesoleva bakalaureusetöö eesmärgiks on nutitelefoni rakenduses MobilityLog kogutud GPS andmete abil uurida, milline on ilmastiku mõju Priisle ja Kalamaja elanike tegevusruumile. Analüüsis keskendutakse kahele aspektile: sesoonsuse mõjule ning ekstreemse ilma mõjule. Ekstreemse ilma mõju uuritakse kuumalaine ja lumetormi näitel, võrreldes tegevusruumi suurust ekstreemsetel perioodidel ja tavapärase ilma ajal. Töö tulemusena selgus, et sesoonsus mõjutab mõlema linnaosa elanike tegevusruumi suurust. Tallinlaste tegevusruum oli tunduvalt suurem hiliskevadel ja suvel. Ekstreemse ilma mõju tegevusruumi suurusele oli seevastu mitmekesisem ja erines linnaosade vahel. Erinevus ekstreemse ilmaga päevade ja võrdluspäevade vahel ei olnud statistiliselt oluline. See annab põhjust, et teemat veel tulevikus edasi uurida.

Märksõnad: ilm, sesoonsus, tegevusruum, mobiilpositsioneerimine

CERCS kood: S230 Sotsiaalne geograafia

Abstract

The impact of weather on the daily activity space of Tallinn's residents

Weather is one of the many factors that influence people's daily mobility and choice of activities. The aim of this thesis is to look at the impact weather has on Tallinn's resident's activity space by using data collected by MobilityLog, a GPS-based mobile phone tracking app. The analysis focuses on the impact of seasonality and the impact of extreme weather, using a snowstorm and heatwave as examples of extreme weather. The results show that seasonality clearly impacts the size of people's activity space in both Priisle and Kalamaja. The impact of extreme weather is more complex and shows differences between neighborhoods. No statistically significant difference was found in activity space size between days with extreme weather and days with average weather, which shows that this topic needs further research.

Keywords: weather, seasonality, activity space, mobile phone tracking

CERCS code: S230 Social geography

Sisukord

1. Sissejuhatus.....	4
2. Teoreetiline ülevaade.....	6
2.1 Sesoonsus ja selle mõju liikumiskäitumisele.....	6
2.2 Ilmastiku mõju mobiilsusele.....	7
2.3 Ekstreemne ilm Eestis.....	9
2.4 Tegevusruum.....	10
2.5 Mobiilpositsioneerimine ja rakendus MobilityLog.....	12
3. Materjal ja meetodika.....	14
3.1 Andmed.....	14
3.2. Uurimusala.....	15
3.2.1 Kliima.....	15
3.3 Uuritav ajaperiood.....	16
3.4 Meetodika.....	18
4. Tulemused.....	20
4.1 Tegevusruumi sesoonne varieeruvus.....	20
4.2 Ekstreemse ilma mõju tegevusruumi suurusele.....	22
4.2.1 Lumetorm.....	22
4.2.2 Kuumalaine.....	25
4.2.3 Statistiline test.....	28
4.3 Väljavõtted tegevusruumide geomeetriast.....	29
5. Arutelu.....	31
6. Kokkuvõte.....	34
Summary.....	35
Tänuavaldused.....	36
Kasutatud kirjandus.....	37
Lisa 1. Lihtlitsents.....	41

1. Sissejuhatus

Ilm on kogu aeg meie ümber ja see mõjutab meie igapäevast liikumist ning tegevusi rohkem, kui me esmapilgul arvata suudaks. Ilmast sõltub igapäevaselt see, mis me selga paneme, millise transpordivahendiga me tööle või kooli sõidame, millise teekonna me sealjuures valime ning milliste tegevustega me oma vaba aja sisustame. Aastaaegade olemasolu ja vaheldumine mõjutab ka inimühiskonna toimimist laiemalt. Pang *et al.* (2016) kirjutavad, et inimeste mobiilsuskäitumist linnades on uuritud ruumilistest, ajalistest teguritest ja sotsiaalsetest sidemetest lähtuvalt, kuid vähem on tähelepanu pööratud ilmastiku mõjule, kuigi selle mõju on oluline, sest inimesed otsustavad ilma järgi, milliseid sihtkohti külastada. Näiteks toovad teadlased, et vähesed inimesed oleks nõus külma ja pilvise talveilmaga pargis jalutama. Teadmine selle kohta, kus ja kui palju inimesed teatud ilmaga liiguvad, aitaks ka elukorralduslikes küsimustes, nagu transpordiplaneerimine, kaupluste ja teenuste paigutamine ning ülerahvastatuse vältimine (Pang *et al.*, 2016).

Kliimamuutuste tõttu on sagenemas ekstreemsed ilmastikuolud, mis mõjutavad inimekäitumist veelgi ulatuslikumalt. Eluohtlikud kuumalained, liigsetest sademetest tingitud üleujutused, jäised lumetormid – kõik need piiravad inimeste liikumist ja ühiskonna toimimist. Liigsed sademed võivad häirida transpordivõrgustikku ning ekstreemsed temperatuurid sunnivad inimesi kodus püsima, kuna pikalt väljas liikudes oht saada tervisekahjustusi. Böcker *et al.* (2013) kirjutavad, et inimesed puutuvad igapäevase liikumise, eriti jalgsi käimise ja kergliiklusvahendite kasutamise käigus kokku erinevate ilmastikutingimustega ning seega tasub uurida kliimamuutuste mõju sellele eluvaldkonnale. Muutused liikumiskäitumises võivad väljenduda inimeste igapäevase tegevusruumi kokkutõmbumises. Tegevusruumi on kasutatud, et kirjeldada inimeste igapäevast ruumikasutust ning saadud teadmisi on kasutatud transpordiplaneerimises ja demograafiliste protsesside kirjeldamises (Patterson ja Farber, 2015) ning samuti sotsiaalse ebavõrdsuse tuvastamises (Schönfelder ja Axhausen, 2003), kuid siiani on vähem uuringuid, mis vaataksid nii pikaajase kui ka ekstreemse ilmastiku mõjule tegevusruumi suurusele.

Antud lõputöö eesmärgiks on kasutada nutitelefonipõhiseid GPS-positsioneerimise andmeid ja nende põhjal arvutatud tegevusruumide geometriat, et välja selgitada kuidas ilm mõjutab

inimeste mobiilsuskäitumist, mis väljendub ka tegevusruumi suuruses. Selle uurimisel pöoran tähelepanu kahele aspektile:

- Sesoonsuse mõjule, mis on Eesti geograafilise asukoha puhul selgelt välja kujunenud ning tingib aasta lõikes suure varieeruvuse nii temperatuurides kui päeva pikkuses, mis mõjutab inimeste elulaadi. Sesoonsuse mõju kirjeldamine enne ekstreemse ilmastiku mõju uurimist on samuti oluline, kuna selle mõjud avalduvad sesoonsete mõjudega koos.
- Ekstreemse ilma mõjule, kuna kõik mitteharjumuspärane võib mõjutada inimeste käitumist rohkem kui harjumuspärased sündmused. Kuigi Eesti on ilma poolest rahulik paik maailmas, on ka siin sagenemas kuumalained ning tormid, millega kohanemiseks on vaja mitmekülgset teadmisi nende mõjude kohta.

Sellest tulenevalt on antud lõputöö uurimisküsimusteks:

- 1.) Kuidas mõjutab sesoonsus tegevusruumi suurst?
- 2.) Kuidas mõjutab ekstreemne ilmastik tegevusruumi suurst?

Antud lõputöö ülesehitus on järgmine: esiteks tutvustan töö teoreetilist tausta, sealhulgas sesoonsuse mõju inimeste liikumiskäitumisele ning ka ilmastiku mõju inimeste ruumilisele käitumisele. Antud töö käsitleb inimeste mobiilsuskäitumist läbi tegevusruumi kontseptsiooni, seega tutvustan lühidalt selle sisu, selle kasutust varasemates uuringutes ning tegevusruumi mõõtmiste meetodeid. Samuti tutvustan lühidalt mobiilpositsioneerimist ning andmete kogumiseks kasutatud rakendust. Järgnevalt tutvustan oma andmestikku, uurimisala ning annan ülevaate töö jaoks valitud ekstreemse ilma sündmustest. Järgnevalt tutvustan andmeanalüüsi metoodikat. Jätkan tulemuste, arutelu ning kokkuvõttega.

2. Teoreetiline ülevaade

2.1 Sesoonsus ja selle mõju liikumiskäitumisele

Sesoonsus iseloomustab nähtuste iga-aastast kordumist sarnasel kujul ning nähtused on sealjuures kõik otseselt või kaudselt seotud looduses perioodiliselt toimuvate muutustega (Silm ja Ahas, 2010). Eestis on väljakujunenud neli selget aastaaga: kevad, suvi, sügis, talv, mis on tingitud maale saabuva päiksekiirguse hulga varieerumisest aasta lõikes, samuti mõjutab aastaegade kestust üldine laiuskraadile omane tsirkulatsioon ning Läänemere soojusmahutavus (Ahas *et al.*, 2007). Sesoonsed muutusi inimkäitumises põhjustavad nii välised, keskkonnast tulevad tegurid kui ka sisemised, indiviidist tulevad tegurid. Samuti saab eristada mõjusid nii indiviidi tasemel kui ka ühiskonna tasemel. Väline, looduskeskkonnast tulenev mõju on näiteks ilma ja päeva pikkuse muutmine aastaegade lõikes ning sisemiseks mõjuks asjaolu, et sesoonsed rütmid mõjutavad inimese sees toimuvaid protsesse, ehk meie “bioloogilist kella”, mis omakorda võivad mõjutada indiviidi käitumist (Silm ja Ahas, 2010). Ühiskonna tasemel mõjutavad inimeste käitumist sesoonselt muutuvad sotsiaalsed struktuurid, sealhulgas erinevad pühad ja puhkuste ajad ning aastaegade seotud traditsioonid (Silm ja Ahas, 2010). Chan ja Ryan (2009) on uurinud erinevate aastaegade ja nendega kaasnevate ilmastikutingimuste mõju inimeste tervisele ja füüsilisele aktiivsusele, võttes eelduseks, et liiga kõrged või madalad temperatuurid, lumi, vihm ja tuul mõjutavad seda, kui meeldiv on välitingimustes liikuda. Leiti, et parasvöötme kliimas olid inimesed talvel füüsiliselt vähem aktiivsed kui ülejäänud aastaegadel, muuhulgas oli talvel jalutamise maht 2 kuni 3 korda väiksem kui muudel aastaegadel (Dannenberg *et al.*, 1989).

Sesoonsuse mõju on varasemalt uuritud ka geograafia osakonnas. Silm ja Ahas (2010) uurisid, kuidas varieerub Eesti elanikkonna paiknemine aastaegade lõikes. Leiti, et aastaegadel on tuntav mõju inimeste paiknemisele ning kõige tugevamalt väljendub see suvekuudel, mil linnade rahvaarv väheneb ning maapiirkondadesse tuleb elanikke juurde, eriti saartele, ranniku lähedusse ning talude lähedusse (Silm ja Ahas, 2010). Suvise migratsiooni põhjused on nii kultuurilised kui kliimast tulenevad, põhjusteks tuuakse muuhulgas pikki koolivaheaegasid, traditsiooni lapsi suveks vanavanemate juurde maale viia, töölt pikema puhkuse võtmine suvekuudel ning kliima poolest on Eestis suvekuudel kõige sobivamad tingimused välitingimustes puhkuse veetmiseks,

sealhulgas metsas ja veekogudes käimiseks (Silm ja Ahas, 2010). Ahas *et al.* (2007) on uurinud sesooneid erinevusi Eesti turismis ning leiti, et aastaajast sõltuvalt koonduvad Eestit külastavad turistid erinevatesse piirkondadesse. Suvekuudel külastatakse eelkõige rannikut ja saari ning talvel külastatakse rohkem sisemaa piirkondi, kus on paremad võimalused talispordi tegemiseks ning suuremates linnades (Tallinn, Tartu) oli väiksem sesoonne kõikumine turistide hulgas (Ahas *et al.*, 2007). Saharov (2013) uuris bakalaureuse töö raames sesoonsuse mõju tallinlaste tegevusruumi suurusele kahe aasta näitel. Leiti, et inimeste inimeste tegevusruumi ulatus ning tegevuskohtade arv varieerus aastaegade lõikes ning varieeruvus oli kahe uuritud aasta vahel väga sarnane, mis kinnitab väidet, et sesoonsus on iga-aastaselt korduv nähtus. Suvel oli tallinlaste tegevusruum üle kahe korra suurem kui talvel ning mida kõrgemad olid temperatuurid, seda rohkem oli inimestel erinevaid tegevuskohti (Saharov, 2013).

2.2 Ilmastiku mõju mobiilsusele

Lisaks sesoonsete rütmide uurimise mobiilsuskäitumises, on ilmastiku mõju vaadatud ka üksikute päevade ja nädalate lõikes. Selline lähenemine annab ehk rohkem teadmisi selle kohta, kuidas konkreetsed ilmastikunäitajad (õhutemperatuur, sademed, tuul, õhuniiskus, pilvisus) inimeste mobiilsust mõjutavad. Ilmastiku mõju on palju uuritud läbi modaalsuse, ehk inimeste transpordiviisi valiku, näiteks Böcker *et al.* (2019) uurisid neljas Põhja-Euroopa linnas kuidas ilm mõjutab transpordivahendi valikut, reisi pikkust, reisi eesmärki ning kuivõrd põimitud reis oli. Autorite sõnul on oluline uurida kõiki neid mobiilsuse aspekte koos, et saada aimu, kuidas ilmastik inimeste igapäevaelu mõjutab. Leiti, et pilvkattest tingitud hämarus vähendab aktiivsete liikumisviiside kasutust. Samuti vähendas külm, sajune ning tuuline ilm rattasõitute osakaalu ning suurendas autoga tehtud sõitude hulka. Külm ja tuuline ilm vähendas ka vaba aja veetmise eesmärgil tehtud reise arvu. Teisest küljest leiti, et temperatuuridel üle 25 °C vähenes rattareiside hulk Oslos, Stavangeris ja Stockholmis, mis viitab sellele, et kuumus on samuti takistus aktiivsete liikumisviiside kasutamises ning inimesed eelistavad pigem mõõdukaid temperatuure (Böcker *et al.*, 2019).

Pang *et al.* (2016) analüüsisid ilmaennustuse andmete ja asukohatempliga Instagram'i postituste abil ilmastiku mõju inimeste mobiilsuskäitumisele 13 erinevas linnas üle maailma. Uuriti, kuidas temperatuur, õhurõhk, tuule kiirus ning õhuniiskus mõjutasid sotsiaalmeedia kasutajate asukoha registreerimiste hulka ning registreeritud asukohtade vahelisi liikumisi. Leiti, et registreeritud

asukohtade hulk ja temperatuuri seos oli normaaljaotuse sarnane ning asukohtade hulk oli väiksem väga madalate või kõrgete temperatuuride puhul ning suurem mõõdukate temperatuuride puhul, millest järeldati, et mõõdukad temperatuurid mõjuvad soodsalt inimeste mobiilsusele (Pang *et al.*, 2016). Kuid see temperatuur, mida peeti mõõdukaks ja mille puhul inimesed olid kõige aktiivsemad, sõltus sellest, millises kliimavöötmes linn asub, näidates seda, et ilmastiku mõju uurimisel ei tasu alahinnata ka harjumuste ja kohanemise mõju (Pang *et al.*, 2016). Böcker *et al.* (2019) jõudsid oma Põhjamaade linnu hõlmava mobiilsusuuringud sarnase järelduseni, et ilma mõju tugevus sõltub paljuski infrastruktuurist ja sellest, kuivõrd harjunud elanikud mõne ilmastikuoluga on. Näiteks tuli välja, et lumi ei mõjutanud Oslo ja Stockholmi elanike liikuvust kuigi palju, kuid Stavangeri ja Utrechti elanikud, kes ei ole lumega harjunud, liikusid lumise ilmaga tunduvalt lähemaid distantse (Böcker *et al.*, 2019). Teiste ilmastikunäitajate (sademed, tuul, õhuniiskus, õhurõhk) puhul esines Pang *et al.* (2016) uurimuses linnade vahel rohkem erinevusi, kuid autorid järeldasid, et kõrgem õhurõhk ja õhuniiskus ning madalad tuulekiirused avaldasid positiivset mõju mobiilsusele. Leiti ka, et ilmastiku mõju on tugevam kindlat tüüpi asukohtade ja tegevuste puhul, näiteks oli ilm vähem takistuseks inimese kodukoha ümbruses ja söögikohtade läheduses ning suurem meelelahutusasutuste, töökohtade, kaupluste ning välitegevusteks mõeldud alade ümbruses (Pang *et al.*, 2016).

Samuti on uuritud inimeste liikumist ekstreemsetes ilmaoludes. Kliimamuutuste tõttu on sagenemas ekstreemsed ilmaolud ning ühiskond peab nendega kohanema. Ekstreemsed ilmastikuolud on ilmastikutingimused, mis eristuvad oluliselt uuritava piirkonna ja aastaaja normist (IPCC, 2023). Ilmastikusündmust võib pidada ekstreemseks, kui selle esinemise tõenäosus on haruldasem kui pikaajaliste ilmavaatluste põhjal tehtud tihedusfunktsiooni 10 või 90 protsentiili piir (IPCC, 2023).

Zhang *et al.* (2019) uurisid, kuidas ekstreemsed ilmastikusündmused mõjutasid Nanjingi elanike linnasisest liikumist. Uuringus võeti vaatluse alla busside ja taksosõitute trajektoorid rekordilise vihmajärgu ja lumetormi ajal. Selgus, et vihm ei mõjutanud linlaste liikumist nii drastiliselt kui lumetorm. Vihm algas õhtul ning liikuvuse olulist vähenemist oli näha ainult järgneva päeva hommikul ja lõunal, seejärel hakkas liikuvus sujuvalt taastuma ja jõudis sama päeva õhtuks juba normaalsele tasemele. Lumetormi mõju oli seevastu tuntav kuni 78 tundi peale sündmuse lõppu.

Lumetormi puhul tuli välja ka tugev ööpäevane rütm, kus oli näha, et inimeste päevane liikumine oli väga häiritud. Uurijad märkasid ka linnasiseseid erinevusi toimetulekus: linna lõunapoolses jõukamas osas taastus liikuvus kiiremini kui mujal. Autorid selgitavad erinevust sellega, et Nanjing asub Lõuna-Hiinas, kus lumetormid on haruldased ning linna valmisolek sellega toimetulekuks on väike. (Zhang *et al.*, 2019)

2.3 Ekstreemne ilm Eestis

Eesti ilmastiku äärmused on maailmaga võrreldes üsna tagasihoidlikud, kuid siiski ohustavad siinset piirkonda äärmuslikud õhutemperatuurid ja sademete hulgad, tormid, äikesed, pagid ning talvel tuisk, tugev lumesadu ja jäävihm (Paljak *et al.*, 2012). Käesolevas töös on ekstreemse ilma sündmusteks valitud lumetorm ja kuumalaine, seega tutvustan nende kahe esinemist Eestis lähemalt. Lumetormidest on lähiajaloost märkimisväärsemad 2010. aasta lumetorm Monika ning 2022. aasta lumetorm Birgit. Monika saabus Eestisse 10. detsembril 2010, tormi ajal sada maha kuni 60 cm lund ning suurim mõõdetud tuule kiirus oli 26,2 m/s, tugeva lumesaju tõttu jäid Tallinna-Narva maanteel lõksu mitmed autod, bussid ja veokid (Kallis *et al.*, 2019). Tormi tagajärgedega tegelemiseks kasutati kaitseväe abi, kes abistasid inimesi eelkõige Lääne-Virumaal ja Tallinnas (Eesti Kaitsevägi, 2010). Torm Birgit algas ööl vastu 12. detsembril 2022 ning tõi tugeva lumesaju üle Eesti. Saaremaal ja Hiiumaal olid raskete teolude tõttu koolid suletud ning esines hulganisti elektrikatkestusi. Päästeametil oli esimese päeva õhtuks 70 tormiga seotu väljakutset, sealhulgas tuli aidata teelt välja sõitnud või lumme kinni jäänud sõidukeid (Päästeamet, 2022).

Eestis ja teistes Balti riikides on kuumalaineid uurinud Jaagus *et al.* (2024), kes tundsid huvi selle vastu, kuidas on kuumalainete iseloom muutunud ajaperioodil 1951–2021. Kuigi kuumalained esinevad sagedamini madalamatel laiuskraadidel, on kliimamuutuste tõttu need sagenemas ka Balti riikides. Kuumalainet defineeritakse enamasti ööpäeva maksimumtemperatuuri ja miinimumtemperatuuri järgi, kuumalaine puhul on need temperatuurid kõrgemad kui 90. protsentiili väärtused, Eestis loetakse päev kuumaks ka, kui päevane maksimum on $\geq 27^{\circ}\text{C}$ (Jaagus *et al.*, 2024). Eestis on perioodil 1951–2021 suurenenud kuumade päevade hulk 1,2 päeva võrra kümnendi kohta, sealjuures on soojemad suved koondunud vaatlusperioodi lõppu, ehk 21. sajandisse. Suure kuumade päevade osakaaluga suved on sel sajandil olnud aastatel 2002, 2010, 2014, 2018 ja 2021. Leiti, et kuigi kuumalainete

maksimumtemperatuurid ei ole palju muutunud, on kuumalained vaadeldud ajaperioodi jooksul pikemaks muutunud ja esinemissagedus suurenenud. (Jaagus *et al.*, 2024)

2.4 Tegevusruum

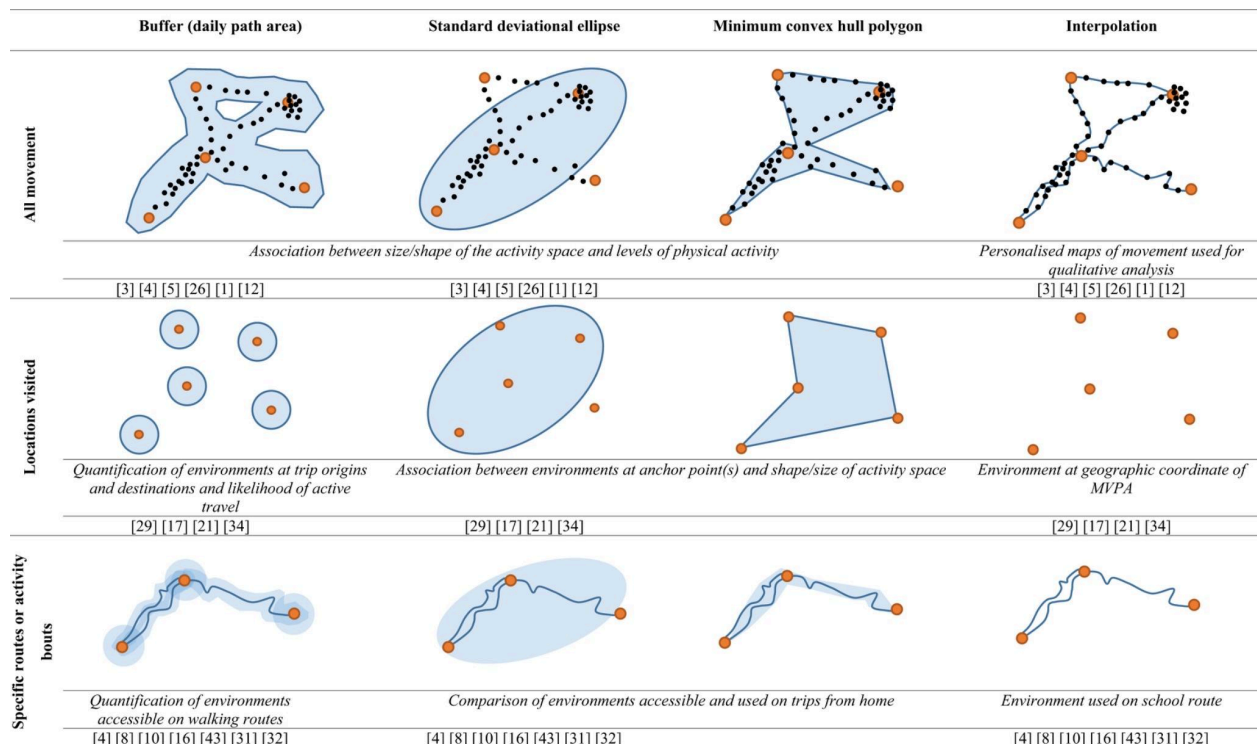
Tegevusruumi kontseptsioon töötati välja eelmise sajandi 60.–70. aastatel, et kirjeldada inimeste arusaama neid ümbritsevast ruumist ning sellest tulevat aeg-ruumilist käitumist (Schönfelder ja Axhausen, 2004). Tegevusruumi idee arengusse on oluliselt panustanud Hägerstrand (1970) ajageograafia kontseptsiooniga, mille loomisel ta rõhutas, et regionaalteadustes tuleks rohkem tähelepanu pöörata indiviidide ruumilisele käitumisele. Ruumilises mõttes iga inimene justkui eksisteerib oma aeg-ruumilise prisma sees, milles asub kodukoht ning selle mõtted on piiratud nii aja kui teadaolevate kohtade kauguse ja transpordivõimaluste poolest (Hägerstrand, 1970). Indiviidi igapäevane teekond läbi aeg-ruumilise prisma võib tegevustest sõltuvalt varieeruda, kuid inimene ei saa eksisteerida väljaspool algset prisma (Hägerstrand, 1970). Golledge'i ja Stimson'i (1997) sõnul mõjutavad tegevusruumi kuju kolm olulist aspekti: kodu asukoht, regulaarsed tegevuskohad ning nende tegevuskohade vaheline liikumine. Dijst (1999) on välja toonud tegevusruumide kolm tasandit:

- Tegelik tegevusruum, moodustub kohtadest, mida inimene igapäevaelus realselt külastab.
- Potentsiaalne tegevusruum, mis koosneb kohtadest, mida inimesel on võimalik külastada kindlaksmääratud ajaperioodi jooksul.
- Tajutav tegevusruum, mis on justkui mentaalne kaart kõikidest inimesele teadaolevatest kohtadest. Inimene ei pruugi neid realsuses kunagi külastada.

(Dijst, 1999)

Tegevusruumi võib käsitleda kui geomeetrilist indikaatorit, mille kuju on määratud igapäevaelus külastatud kohtade ja nendevaheliste liikumiste järgi (Schönfelder ja Axhausen, 2004). Smith *et al.* (2019) on teinud süstemaatilise ülevaate sellest, kuidas on tegevusruumi geomeetriat käsitletud erinevates uuringutes. Tegevusruumi kuju ja ulatust saab leida kasutades liikumistrajektoore, olulisi tegevuskohti või kindlate tegevuste ning marsruutidega seotud liikumisi. Kuju leidmiseks arvutatakse andmepunktide ümber puhvrid, standardhälve ellipsid või miinimumpolügonid (joonis 1) (Smith *et al.*, 2019). Schönfelder ja Axhausen (2003) kasutasid oma uurimustöös erinevaid tegevusruumi mõõtmise viise ja tõid välja nende tugevusi ja nõrkusi

ning leidsid, et usaldusellipsite meetod kipub ülehindama tegevusruumi suurust. Kerneli tiheduste meetod sobib hästi tihedalt külastatud kohtade tuvastamiseks, kuid ei anna infot tegevuskohtadevahelise liikumise kohta. Lühima teekonna võrgustikud seevastu mõõdavad kohtade vahelist distantsi ning seega iseloomustavad liikumist tegevuskohtade vahel (Schönfelder ja Axhausen, 2003). Antud bakalaureuse töös kasutan igapäevaste liikumistrajektoorde ja puhvrite abil arvutatud tegevusruumi geomeetria.



Joonis 1. Tegevusruumide geomeetria leidmine. (Smith *et al.*, 2019)

Tegevusruumi on palju kasutatud, et kirjeldada ja võrrelda erinevate sotsiaalsete gruppide ruumikasutust ning sellest tulenevat sotsiaalset ebavõrdust ning väljakutseid transpordiplaneerimises, näiteks on Dijst (1999) uurinud töötavate meeste ja naiste vahelisi erinevusi ruumikasutuses ning Schönfelder ja Axhausen (2003) on kasutanud tegevusruumi, et uurida sotsiaalset eraldust Saksamaa linnade elanike seas. Viimase töö puhul võeti eelduseks, et haavatavamate (eakad, naised, väiksema sissetulekuga) inimeste tegevusruum erineb keskmisest (Schönfelder ja Axhausen, 2003). Patterson ja Farber (2015) mainivad, et lisaks transpordiplaneerimisele on tegevusruumi hakatud kasutama ka demograafiliste protsesside uurimises, kriminoloogias ning tervisega seotud uuringutes. Ilmastiku uurimiseks on

tegevusruumi geomeetriat vähem kasutatud, kuid näiteks on uuritud ilmastiku mõju tegevuskohtade valikule. Horanont *et al.* (2013) on uurinud, kuidas ilm mõjutab Tokyo elanike tegevuskohtade valikut. Leiti, et inimesed tegid kõige pikemaid peatusi külmal del päevadel, kui temperatuur oli alla 5 °C. Samuti uuriti tegevuste varieeruvust ning leiti, et tugeva vihmajuu ja tuulise ilma puhul olid inimeste tegevused mitmekesisemad, st et uuritavad tegid peatusi väga paljudes erinevates kohtades (Horanont *et al.*, 2013). Uuriti ka seda, kuidas ilma mõju varieerub linnaosade lõikes. Leiti, et madala temperatuuri mõju oli suurim Lääne-Tokyoos ning samuti oli mõju sedavõrd suurem, mida kaugemal inimene elas rongipeatusest (Horanont *et al.*, 2013).

2.5 Mobiilpositsioneerimine ja rakendus MobilityLog.

Mobiilpositsioneerimine tähendab mobiiltelefoni asukoha määramist ruumis, asukoha leidmiseks kasutatakse raadiolaineid ning lisaks saab eristada GPS-i ja võrgupõhist meetodit, mille puhul määratakse telefoni asukoht mobiilivõrgu antennide suhtes (Ahas *et al.*, 2010). Mobiilpositsioneerimist saab jagada aktiivseks ning passiivseks positsioneerimiseks, aktiivse positsioneerimise puhul saadab mobiiltelefon ise välja asukohapäringuid, passiivse positsioneerimise puhul kasutatakse mobiilsideoperaatorite logidesse automaatselt salvestatud andmeid ning võrgustikupõhise mobiilpositsioneerimise täpsuse määrab tavaliselt mobiilvõrkude “rakkude” tihedus (Ahas *et al.*, 2010). Võrgupõhise mobiilpositsioneerimise abil on Tartu Ülikoolis uuritud elanike sesoonset paiknemist (Silm ja Ahas, 2010).

Käesolevas töös kasutan GPS-põhist mobiilpositsioneerimist. GPS mobiilpositsioneerimise tarbeks on Tartu Ülikooli mobiilsuslabor välja töötanud rakenduse MobilityLog. Rakendus arendati koostöös Cambridge'i ülikooliga ning seda hakati mobiilsuslaboris kasutama 2013. aastast alates (Poom, 2019). GPS andmeid saab tänapäeval edukalt kasutada tegevusruumi uurimiseks. Nutitefon on kujunenud igapäevaselt kaasaskantavaks esemeks, seega saab rakenduse abil uurida pikaajaliselt ja üksikasjalikult inimeste mobiilsuskäitumist (Poom, 2019). Sellist tüüpi uuringud on isikupõhised ning vajavad osalejate luba nende andmete korjamiseks ja töötlemiseks ning ka teadlased peavad sealjuures taotlema eetikaluba ning uuringutes rangelt järgima privaatsuse põhimõtteid (Poom, 2019). Kuna GPS andmete kasutamine lubab teha personaliseeritumaid uuringuid kui seda võimaldab üldistatud suurandmete kasutamine, loodi MobilityLog'ile intervjuu tugi, mille abil saab koguda kvalitatiivseid andmeid külastatud kohtade kohta (Poom, 2019). Rakendus kogub infot kasutaja asukoha ja telefoni kasutuse kohta.

Asukohainfo jaoks salvestatakse GPS koordinaadid, UTC ja telefoni kellaeg. Asukoha salvestamine käivitub, kui rakendus tuvastab liikumist 3 korda järjest 10-sekundiliste vahedega ning seejärel salvestatakse asukohta aeglase liikumise (kuni 3 m/s) puhul iga 16 sekundi tagant ja kiirema liikumise puhul iga sekund. Pikkade pauside eraldamiseks küsib rakendus asukohainfot ka paigalseismise puhul, kui telefon ei ole 15 minuti jooksul liikunud. Kogutud asukohaandmed saadetakse töötlemiseks automaatselt mobiilsuslabori serveritesse, kus andmed puhastatakse ning tulemuseks on iga kasutaja kohta päevastatistika, milles on liikumiste, peatuste ja andmeaukude koondinfo. Andmestikku lisatakse ka mobiiltelefoni asukoha ning kõnetoimingute info ning aasta lõpuks koostatakse kasutajate aastastatistika, millega lõpeb automaatne andmekorje ja -töötlus ning edasine andmetöötlus sõltub uurija huvidest (Poom, 2019). MobilityLog abil kogutud andmetega on projekti "Ruumilise eraldatuse nõiarangi geograafiline analüüs" raames uuritud Tallinna näitel sotsiaalmajandusliku staatuse ja elukoha mõju inimeste liikumisstiilidele (Silm *et al.*, 2024). Rakenduse abil kogutud andmeid antakse ka geograafia osakonna tudengitele bakalaureuse- ning magistritöö tarbeks (Poom, 2019).

3. Materjal ja metoodika

3.1 Andmed

Selles töös kasutan projekti "Ruumilise eraldatuse nõiaringi geograafiline analüüs" (nr PRG306) raames kogutud andmeid. Tegevusruumi andmed on kogutud eelnevalt tutvustatud (vt peatükk 2.5) rakenduse MobilityLog abil. Puhastatud ja õiges ajalises järjekorras GPS punktide põhjal on arvutatud iga päeva kohta liikumisjooned (*movement paths*), millele on omakorda arvutatud 20-meetrine puhver ning saadud tegevusruumi geometria. 20-meetrine puhver arvestab tänavakanjoni mõõtmetega ning iseloomustab inimese vahetult kogetavat keskkonda. Liikumisjoontest on arvutatud päeva jooksul läbitud teekonna pikkus (*day mileage*), linnulennuline kaugust algus- ja lõpp-punkti vahel ning puhverpolügonidest tegevusruumi pindala (*path area*), tegevusruumi übermõõt (*path area perimeter*) ning tegevusruumi kompaktsus (*Polsby-Popper compactness*). Polsby-Popper kompaktsuse näitaja väärtused varieeruvad 0 ja 1 vahel ning mida kompaktsem kujund, seda suurem väärtus. Väärtus 1 on võimalik vaid täiusliku ringjoone puhul ning väärtus 0 sirgjoone puhul. Polsby-Popper kompaktsust arvutatakse valemiga:

$$PP(D) = \frac{4\pi A(D)}{p^2},$$

kus D tähistab uuritavat kuju, $A(D)$ on kuju pindala ning p on kuju übermõõt (Crisman ja Jones, 2014). Töös kasutan vaid kolme parameetrit: läbitud teekonna pikkus, tegevusruumi pindala ning tegevusruumi kompaktsus.

Selles töös kasutan kõikset valimit, ehk analüüsitakse kõikide projekti PRG306 raames MobilityLog'i kasutanud isikute andmeid. Kasutajate hulk varieerus uuringuperioodi (5. mai 2020–6. aprill 2022) jooksul ning seda tuleb järeltuste tegemisel silmas pidada.

Tegevusruumi andmed on konfidentsiaalsed ning nende kasutamiseks oli vajalik sõlmida leping kasutaja ning TÜ Mobiilsuslabori vahel. Andmete kasutamine on võimalik ainult mobiilsuslabori poolt hallatavas arvutisüsteemis, millele on ligipääs läbi Tartu Ülikooli arvutivõrgu. Arvutisüsteemile ligipääsemiseks kasutasin tarkvara Microsoft Remote Desktop.

Samuti kasutasin Tallinn-Harku aeroloogiajaamas salvestatud ilmaandmeid, mis on vabalt ligipääsetavad ja allalaaditavad Keskkonnaagentuuri ilmaportaalist. Töös on kasutatud temperatuuri (°C), tuulekiirust (m/s) ja suhtelist õhuniiskust (%), et arvutada külma- ja kuumaindeksid. Samuti on kasutatud 1991–2020 kliimanormide tabelit ning ööpäeva andmeid, et välja valida ekstreemse ilmaga päevad ning vastavad normilähedase ilmaga võrdluspäevad.

3.2. Uurimusala

Antud uurimistöö uurimispiirkonnaks on Tallinn ning täpsemalt võtan vaatluse alla kahe linnaosa elanikud – Kalamaja ja Priisle. Kalamaja asub linnasüdames, piirnedes ühelt poolt merega ja teiselt poolt vanalinnaga. Tegemist on gentrifitseeritud linnaosaga, mille elanikel on enamjaolt kõrgemad sissetulekud. Ühendatus teiste linnaosadega on hea ning sealne tänavaruum soodustab jala liikumist, samuti on kättesaadav eri liiki ühistransport ja sõidukite rent. Priisle on 1980. aastatel ehitatud paneel lamurajoon, mis asub Tallinna idaservas ning on linnasüdamest umbes 10 km kaugusel. Ühendus linnasüdamega on tagatud linnasisese kiirtee kaudu ning samuti tiheda ühistranspordivõrguga, lisaks on olemas kergliiklusteede võrgustik, mis lubab liikuda ka jala või ratta/tõukerattaga (Silm *et al.*, 2024). Transpordi kättesaadavus on mõlemas linnaosas hea, kuid Kalamajas on teenuste kättesaadavus ja mitmekesisus parem (Silm *et al.*, 2024). Viimane asjaolu võib mõjutada inimeste liikumisvajadust ning seega ka tegevusruumi suurust, mistõttu võrdlen oma analüüsis kahe linnaosa elanikke.

3.2.1 Kliima

Tallinn kuulub Köppeni kliimaklassifikatsiooni järgi kategooriasse Dfb (külmade talvedega ja soojade suvedega aastaringselt niiske kliima) (Peel *et al.*, 2007). Tabelis 1. on toodud Tallinn-Harku ilmajaama kohta arvutatud kliimanormid kasutades 30 aastast perioodi 1991–2020.

Tallinnas on 1991–2020 kliimanormide järgi kõige soojem kuu juuli nii ööpäevase keskmise poolest kui keskmise maksimaalse temperatuuri poolest. Samuti on juulis mõõdetud ilmajaama absoluutne maksimum temperatuur. Keskmiselt on kõige külmem kuu veebruar, kuid absoluutne miinimum mõõdeti jaanuaris. Kõige tuulisem periood on novembrist jaanuarini ning kõige sajusem kuu on august.

Tabel 1. Kliima normid Tallinn-Harku ilmajaamas 1991–2020 keskmise järgi. (Ilmateenistus, 2024a)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	aasta
Keskmine temperatuur (°C)	-2,9	-3,6	-0,6	4,8	10,2	14,5	17,6	16,5	12,0	6,5	2,0	-0,9	6,4
Keskmine min temperatuur (°C)	-5,5	-6,2	-3,7	0,7	5,2	9,8	13,1	12,3	8,4	3,7	-0,2	-3,1	2,9
Absoluutne min temperatuur (°C)	-29,4	-27,3	-21,2	-12,0	-5,0	0,0	4,0	3,2	-4,1	-10,5	-18,8	-24,3	-29,4
Keskmine max temperatuur (°C)	-0,7	-1,0	2,8	9,5	15,4	19,2	22,2	21,0	16,1	9,5	4,1	1,2	9,9
Absoluutne max temperatuur (°C)	9,2	8,7	15,9	27,2	31,4	31,1	34,3	34,2	28,0	20,0	13,7	11,6	34,3
Sademed (mm)	56	40	37	35	37	68	82	85	58	78	66	59	700
Keskmine tuule kiirus (m/s)	3,7	3,5	3,4	3,3	3,1	3,0	2,8	2,7	3,0	3,3	3,6	3,8	3,3

3.3 Uuritav ajaperiood

Kasutatud andmestik hõlmab ajaperioodi 5. mai 2020–6. aprill 2022. Sesoonsuse mõju uurimiseks kasutasin kogu perioodi vältel kogutud andmeid. Ekstreemse ilma mõju uurimiseks valisin välja kaks sündmust, mil ilm oli aastaaja kohta tüüpilisest ilmast piisavalt kõrvalekalduv, et see võiks häirida inimeste igapäevast liikumist ning omakorda tegevusruumi suurust. Uuritavateks ilmastiku sündmusteks valisin:

- 29.–30. jaanuar 2022 toimunud lumetormi
- 02.–18. juuli 2021 toimunud kuumalaine.

Kuumalaine puhul valisin analüüsiks välja kolm päeva, mil ööpäevane keskmine temperatuur oli kõige kõrgem, et temperatuuride vahe võrdluspäevadega oleks võimalikult suur. Nendeks kuupäevadeks on:

- 05. juuli 2021, mil ööpäeva keskmine oli 23,7 °C
- 10. juuli 2021, mil ööpäeva keskmine oli 26,3 °C
- 15. juuli 2021, mil ööpäeva keskmine oli 25 °C

ning võrdlusküüpäevadeks on:

- 19. juuli 2021, mil ööpäeva keskmine oli 18 °C
- 24. juuli 2021, mil ööpäeva keskmine oli 17,6 °C
- 22. juuli 2021, mil ööpäeva keskmine oli 17,3 °C

(Ilmateenistus, 2024b)

Lumetormi jaoks valisin samuti võrdlusküüpäevad, milleks on nädal aega varasemad küüpäevad 22. ja 23. jaanuar 2022, nendel päevadel oli ööpäeva keskmine temperatuur vastavalt -2,3 °C ja -2,6 °C (Ilmateenistus, 2024b).

Eelnevalt välja toodud sündmuste leidmiseks kasutasin ajakirjanduse abi, otsides välja artiklid, milles hoiatatakse ekstreemse ilma eest. Mõttekäik seisnes selles, et kui ilmastikusündmus on piisavalt ekstreemne, et ületada uudiskünnist, siis võib sellel suure tõenäosusega olla mõju inimeste igapäevasele liikumisele ning tegevusruumi suurusle. 29.–30. jaanuari lumetormi kohta kirjutas ERR (2022): “Lumetorm muutis teeolud kõikjal Eestis laupäeva õhtul ja ööl vastu pühapäeva väga raskeks, üle Eesti oli kinni jäänud kümneid sõidukeid. Hommikuks on torm vaibunud, kuid liiklemine on jätkuvalt paksu lume tõttu keeruline.”. Lumetormi ajal tõusis tuul puhanguti kuni 20–25 m/s ning esines tugev lume- ja lõrtsisadu ning tuisk, mis murrab puid ning põhjustab raskeid teeolusid ja elektrikatkestusi. Maha sadas kuni 25 cm lund, mis võib teha liiklemise keeruliseks (ERR, 2022). Lumesaju puhul antakse teise taseme hoiatus, kui 12 tunni või lühema aja jooksul sajab maha 20 cm või rohkem lund (Ilmateenistus, 2024c). Lumetorm tegi ka liiklemise maanteedel keeruliseks: transpordiamet kehtestas tormi ajal teedel erilise hooldusrežiimi, kuid siiski teatati Tapa lähistel 60-st kume kinni jäänud sõidukist. Elektrilevi teatel oli 29. jaanuari õhtul elektrita 13 041 klient ning Elron teatas rongide hilinemisest ja turvasüsteemi riketest (ERR, 2022).

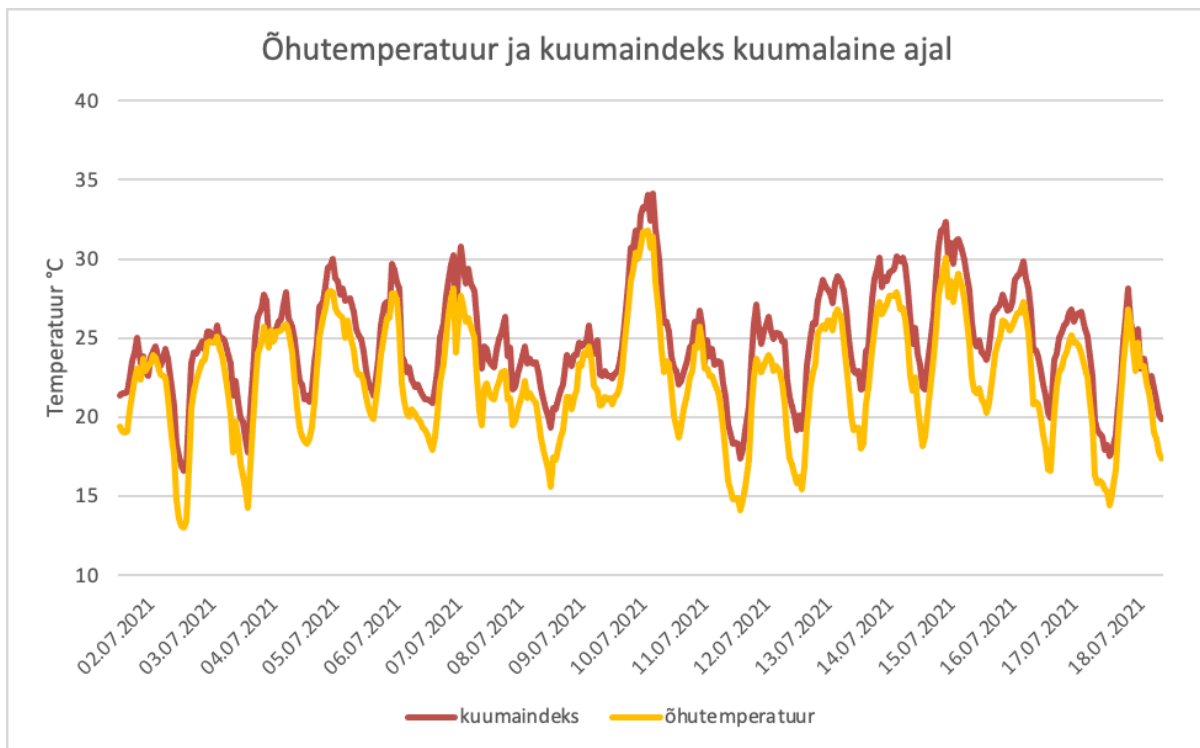
2021. aasta suvel külastas Eestit kaks kuumalainet, esimene neist jaanipäeva paiku ning teine juulikuu esimeses pooles (Ilmateenistus, 2021). Kuumalaine ajal anti välja nii esimese kui teise taseme kuumahoiatused, mis on 2020. aastal uuendatud kriteeriumite järgi järgmised:

- Esimese taseme kuumahoiatus (ohtlik) – siis kui on oodata, et maksimaalne õhutemperatuur tõuseb ≥ 27 °C-ni kolme ja enama päeva jooksul või keskmine õhutemperatuur on ≥ 20 °C kolme ja enama ööpäeva vältel.

- Teise taseme kuumahoiatus (väga ohtlik) – siis kui on oodata, et maksimaalne õhutemperatuur tõuseb ≥ 30 °C-ni kolme ja enama päeva jooksul või keskmine õhutemperatuur on ≥ 25 °C kolme ja enama ööpäeva vältel.

(Ilmateenistus, 2021)

Juulikuu kuumalaine tegid ohtlikuks troopilised ööd, mil temperatuur ei lange alla 20 °C, põhjustades sellega uinumiskrampide ning organismi kurnatust (Ilmateenistus, 2021). 2021. aasta juulikuu kuumalaine ajal esines asjatundjate hinnangul ka liigsuremust. Kuumus mõjutas enim eakaid ning krooniliste haigustega inimesi, kõige suurem oli suremus 5.–11. juuli vahel (Pärli, 2021). Sel perioodil tõusis kuumaindeks (joonis 2) mitmel päeval üle 30 °C.



Joonis 2. Õhutemperatuur ja vastav kuumaindeks juulikuu kuumalaine ajal, mõõdetud Tallinn-Harku ilmajaamas.

3.4 Metoodika

Andmete töötlemine oli võimalik vaid mobiilsuslabori töökeskkonnas. Selles töökeskkonnas kasutasin andmetöötlemise programmeerimiskeskonda Visual Studio Code ning

programmeerimiskeelt Python, sealhulgas andmetöötlusmoodulit Pandas. Statistiliste testide tegemiseks ning tulemuste visualiseerimiseks kasutati tarkvara MS Excel.

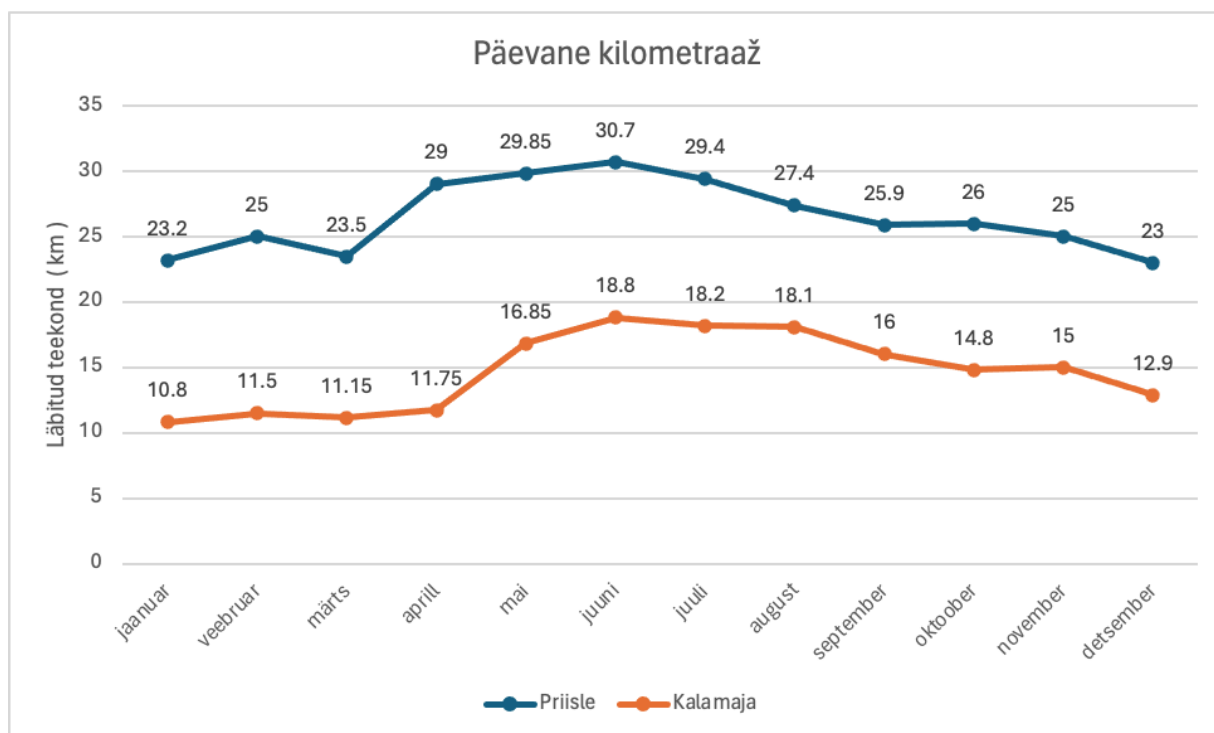
Antud töö metoodika koosneb kirjeldavast andmeanalüüsist ning statistilisest testist. Kirjeldavas osas võrdlen ja kirjeldan tegevusruumi parameetrite mediaanväärtusi. GPS andmed on kogutud indiviidipõhiselt, kuid antud töö eesmärgiks on üldistavalt kirjeldada ekstreemse ilmastiku mõju inimeste igapäevasele mobiilsusele, seega on mediaani kasutamine põhjendatud, kuna see vähendab indiviidist tulevate kõrvalekallete mõju.

Sesoonsuse kirjeldamiseks grupeerisin andmed kuude kaupa ning eristasin Kalamaja ja Priisle andmed. Arvutasin iga kuu kohta päevase kilometraaži, tegevusruumi pindala ning kompaktsuse mediaanväärtused. Tulemuste visualiseerimiseks tegin joonised. Ekstreemse ilma mõju uurimiseks filtreerisin andmestikust välja eelnevalt kirjeldatud ekstreemse ilma kuupäevaga andmerealad. Analüüs koosnes kahest etapist: esialgu võrdlesin välja valitud lumetormi ning kuumalaine päevi vastavate võrdluspäevadega. Võrdlesin päevade mediaanväärtusi kolme tunnuse osas: teekonna pikkus, tegevusruumi pindala ning kompaktsus ning tegin tulemustest graafikud. Seejärel kontrollisin, kas ekstreemse ilma päevade ja võrdluspäevade vahel on statistiliselt oluline erinevus. Selleks kasutasin T-testi ning eelnevalt kontrollisin, et tegevusruumi parameetrid oleksid normaaljaotusega. Statistiliselt olulise seose puhul kehtib p väärtus $< 0,05$.

4. Tulemused

4.1 Tegevusruumi sesoonne varieeruvus

Tegevusruumi sesoonse varieeruvuse kirjeldamiseks vaatasin kolme parameetrit: päeva jooksul läbitud teekond kilomeetrites, tegevusruumi pindala ruutkilomeetrites ning tegevusruumi kompaktsust kirjeldavat Polsby-Popper kompaktsust. Elukoha järgi eristasin Priisle ja Kalamaja. Parameetrite mediaanväärtused on välja toodud kuude kaupa.

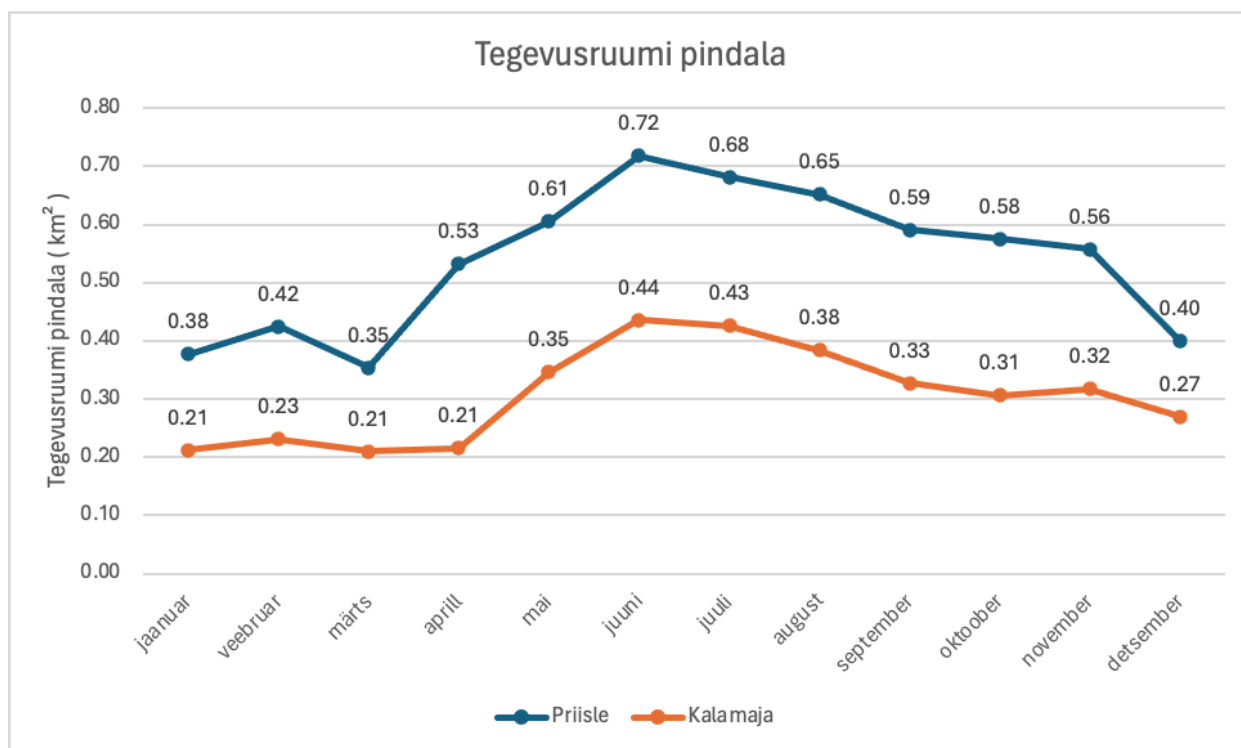


Joonis 3. Priisle ja Kalamaja elanike päeva jooksul läbitud teekonna pikkus kuude lõikes (mediaanväärtus).

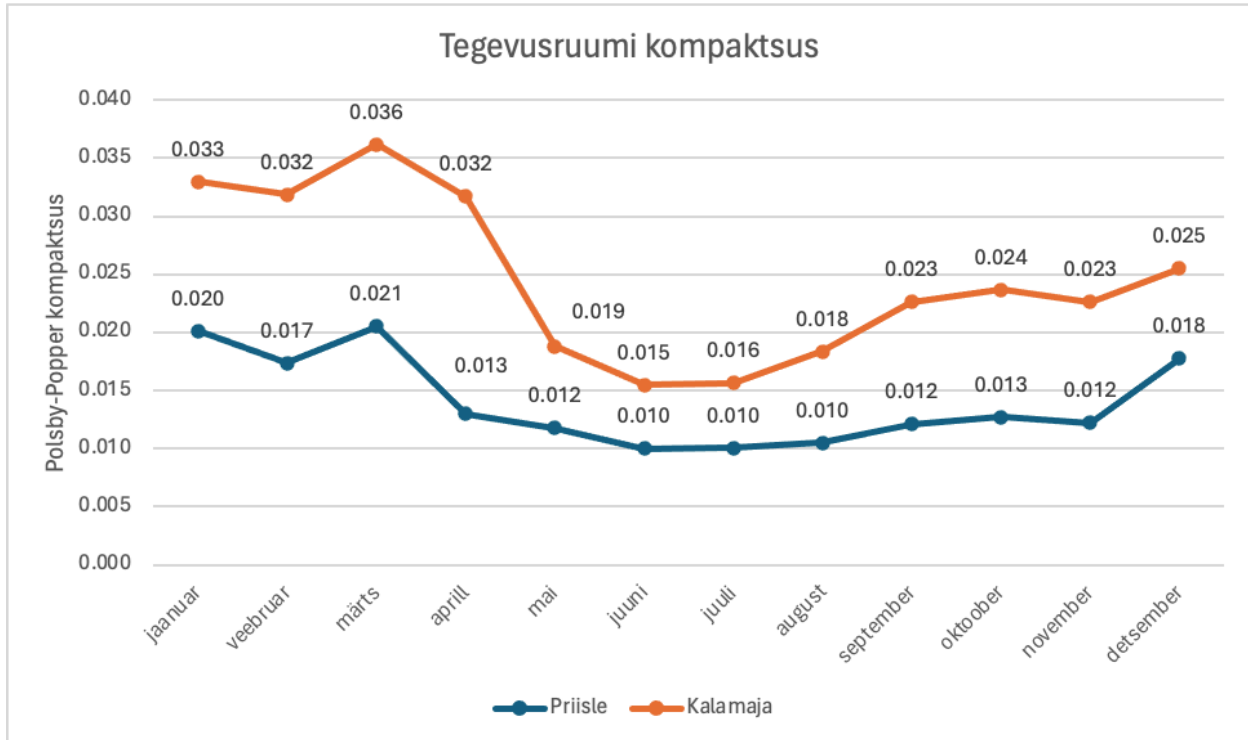
Päeva jooksul läbitud teekonna pikkus (joonis 3) varieerus Priisle elanike puhul 23 kilomeetrist kuni 30,7 kilomeetrini. Teekonnad olid kõige lühemad detsembris ning kõige pikemad juunis. Kalamaja elanike puhul varieerus igapäevaselt läbitud teekonna pikkus aasta lõikes 10,8 kilomeetrist ja 18,8 kilomeetrini. Väikseim kilometraaž esines jaanuaris ning suurim samuti juunis. Suurima ja väikseima teekonna pikkusega kuu vahe on mõlemas elukohas sarnane: 7,7 ja 8,0 km. Graafikult (joonis 3) on näha, kuidas mõlemas elukohas on läbitud teekonna pikkus üsna

madal perioodil jaanuar – märts, sellele järgneb kiire tõus kevadel märtsi ja aprilli-mai vahel, seejärel püsib kõrgel tasemel juulini ning hakkab siis aasta lõpuni iga kuuga langema.

Tegevusruumi pindala varieeruvus kuude lõikes järgib sarnast mustrit kui päeva jooksul läbitud teekonna pikkus. Madalaimad väärtused esinevad mõlemas elukohas seekord märtsis ning suurimad juunis (joonis 4). Mõlemas elukohas on suurima ja vähima pindala vahe umbes kahekordne (0,35 ja 0,72 km² Priisles ning 0,21 ja 0,44 km² Kalamajas).



Joonis 4. Priisle ja Kalamaja elanike igapäevase tegevusruumi pindala kuude lõikes (mediaanväärtus).



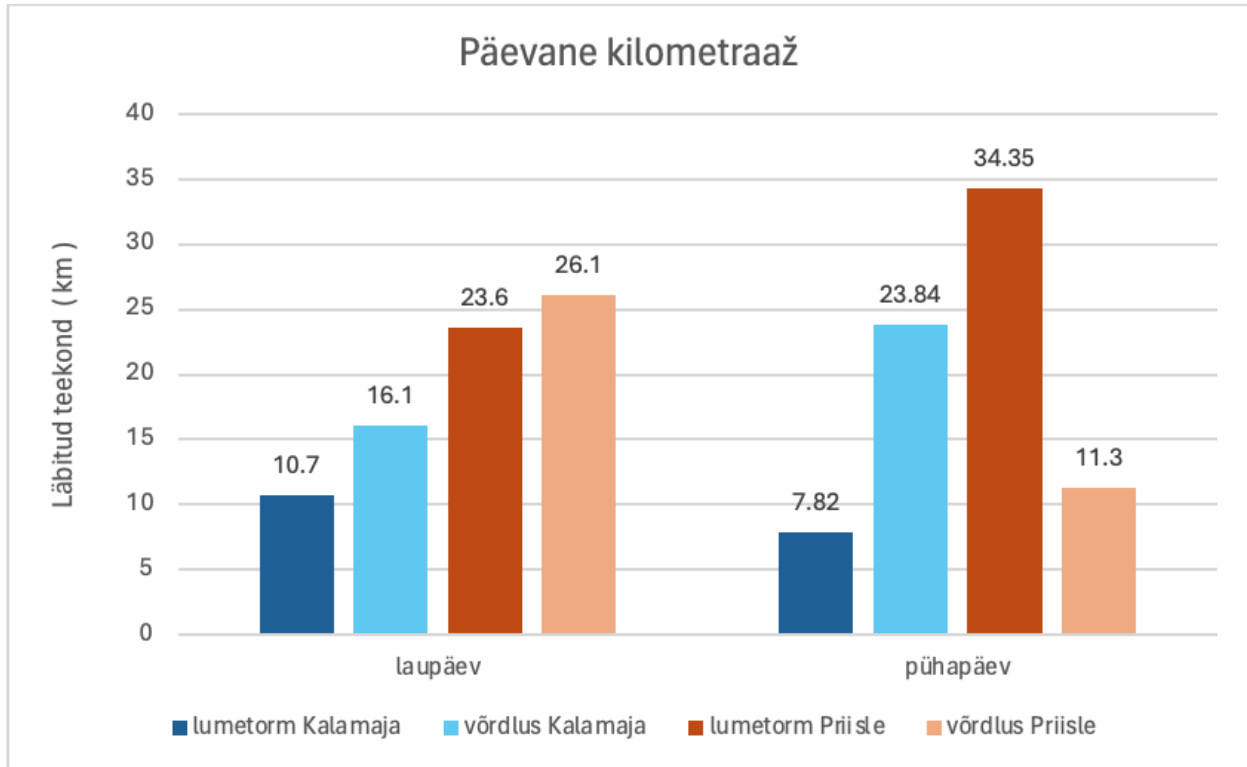
Joonis 5. Priisle ja Kalamaja elanike igapäevase tegevusruumi kompaktsus kuude lõikes (mediaanväärtus).

Kompaktsuse puhul on seos vastupidine, suvekuudel on kompaktsus väiksem kui talvekuudel ja varakevadel (joonis 5). Samuti on Kalamaja kompaktsuse väärtused suuremad kui Priisle omad. Märts on mõlemas linnaosas kõige kompaktsema tegevusruumiga (0,036 kalamajas ning 0,021 Priisles). Kõige väiksema kompaktsusega kuu oli Kalamajas juuni (0,015) ning Priisles samuti suvekuud, kuid erinevused juuni, juuli ja augusti vahel olid minimaalsed (kõik kolm kuud ligikaudu 0,010).

4.2 Ekstreemse ilma mõju tegevusruumi suurusele

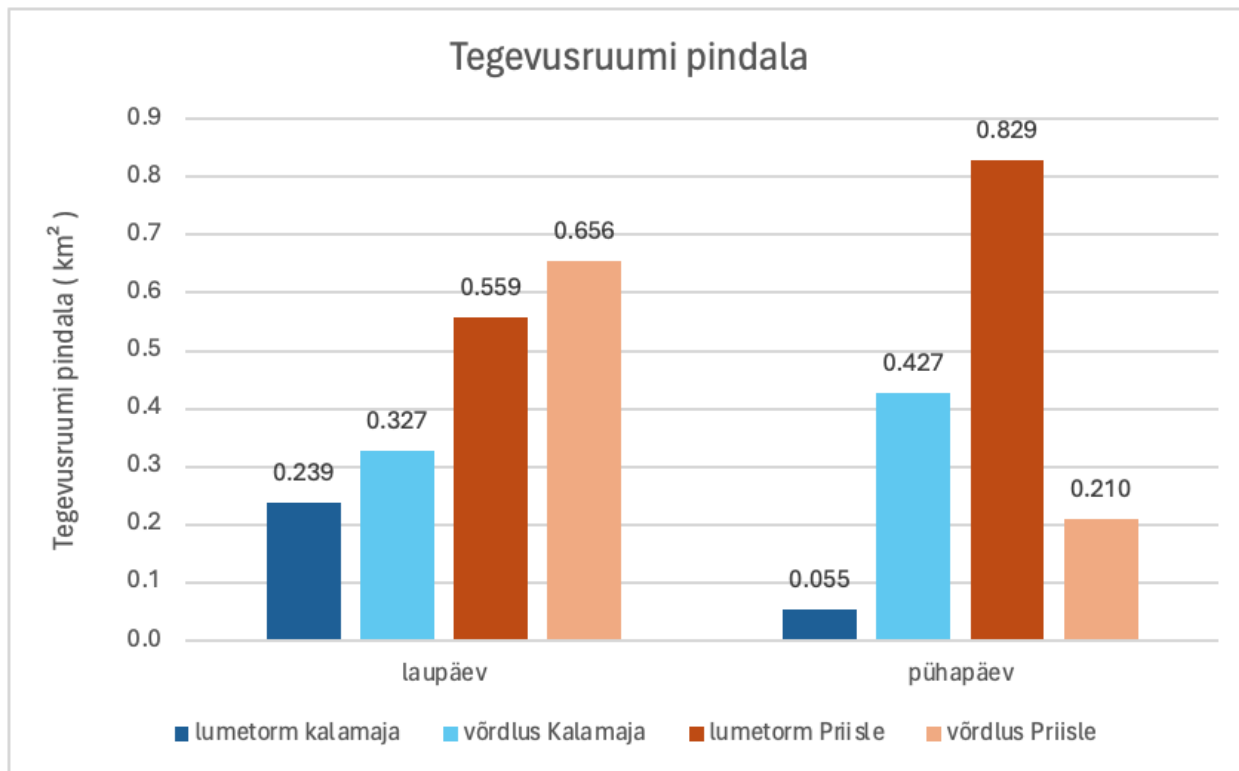
4.2.1 Lumetorm

Lumetormi ajal oli Kalamaja elanike päeva jooksul läbitud distants nii laupäeval kui pühapäeval väiksem kui võrdluspäeval (joonis 6), pühapäeval oli lumetormi ajal distants umbes 16 km võrra väiksem kui võrdluspäeval (7,8 km ja 23,8 km). Priisle elanikud liikusid laupäeval lumetormi ajal 2,5 km vähem kui võrdluspäeval, kuid pühapäeval oli lumetormi ajal läbitud distant peaaegu kolmekordne kui võrdluspäeval (34,35 km ja 11, 3 km).



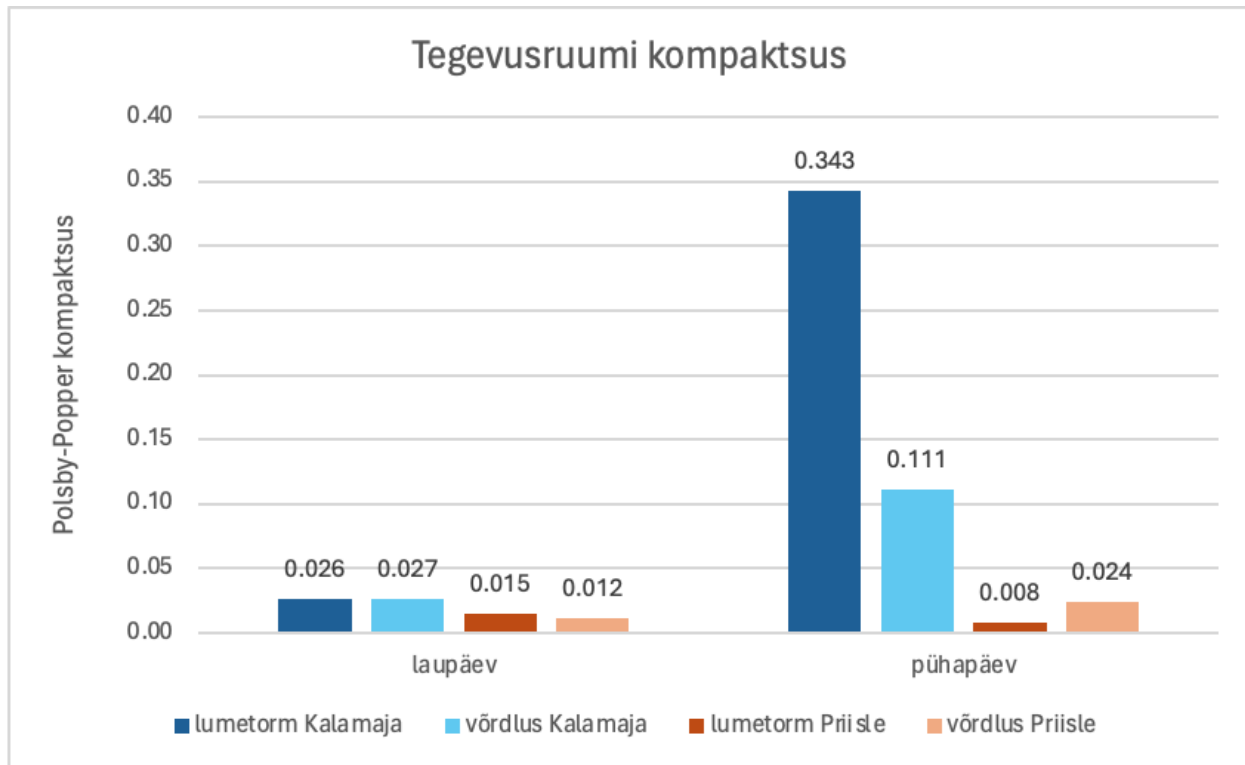
Joonis 6. Kalamaja elanike päeva jooksul läbitud teekonna pikkus lumetormi ajal ja võrdluspäevadel. Lumetormi päevad on 29.01.2022 (laupäev) ja 30.01.2022 (pühapäev) ning võrdluspäevadeks on 22.01.2022 (laupäev) ja 23.01.2022 (pühapäev).

Tegevusruumi pindala (joonis 7) puhul on näha samasuguseid erinevusi kui päeva jooksul läbitud teekonna pikkuse puhul. Kalamajas oli pühapäeval lumetormi ajal tunduvalt väiksem pindala kui võrdluspäeval (0,055 km² ja 0,43 km²). Priisles vastupidiselt oli lumetormi ajal tegevusruumi pindala peaaegu neli korda suurem kui võrdluspäeval.



Joonis 7. Kalamaja elanike tegevusruumi pindala lumetormi ajal ja võrdluspäevadel. Lumetormi päevad on 29.01.2022 (laupäev) ja 30.01.2022 (pühapäev) ning võrdluspäevadeks on 22.01.2022 (laupäev) ja 23.01.2022 (pühapäev).

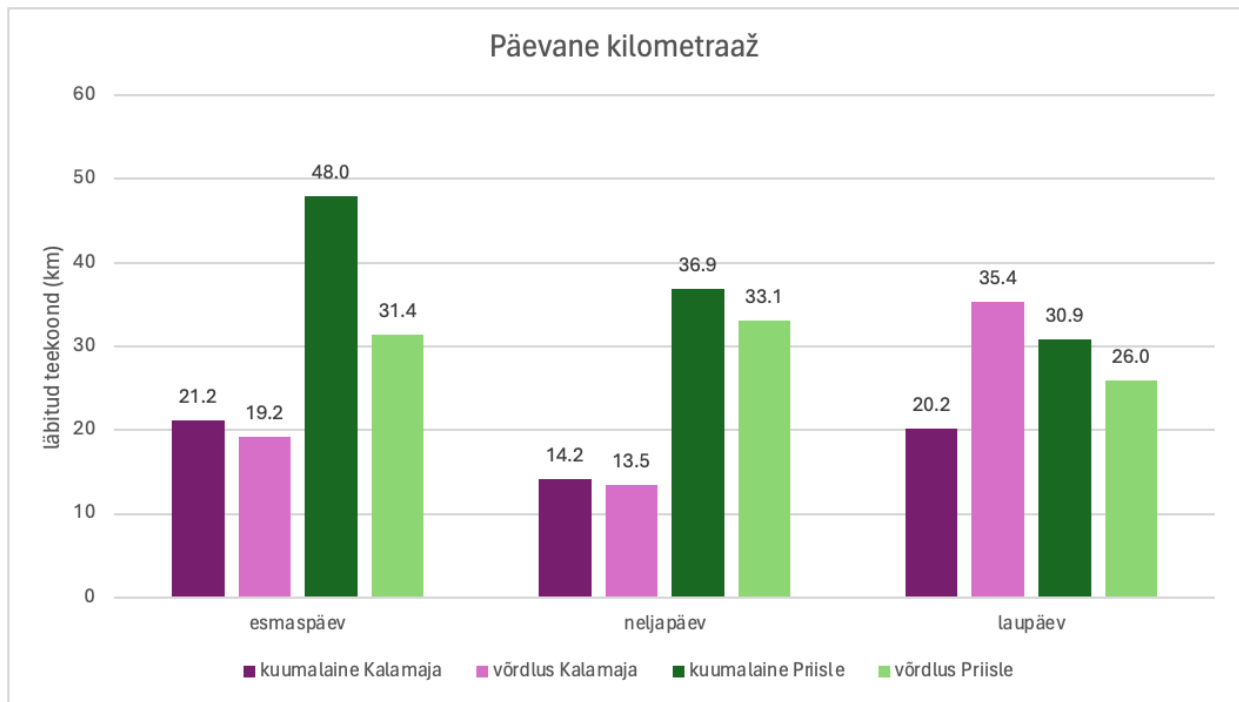
Laupäeval ei olnud suuri erinevusi tegevusruumi kompaktsuses (joonis 8) lumetormi ajal ja võrdluspäeval (0,026 ja 0,027 Kalamajas, 0,015 ja 0,012 Priisles). Pühapäeval oli Kalamaja elanike tegevusruum lumetormi ajal kolm korda kompaktsem kui võrdluspäeval (0,343 ja 0,111) ning Kalamaja elanike tegevusruum oli tunduvalt suurem kui Priisle elanike tegevusruum.



Joonis 8. Kalamaja elanike tegevusruumi kompaktsus lumetormi ajal ja võrdluspäevadel. Lumetormi päevad on 29.01.2022 (laupäev) ja 30.01.2022 (pühapäev) ning võrdluspäevadeks on 22.01.2022 (laupäev) ja 23.01.2022 (pühapäev).

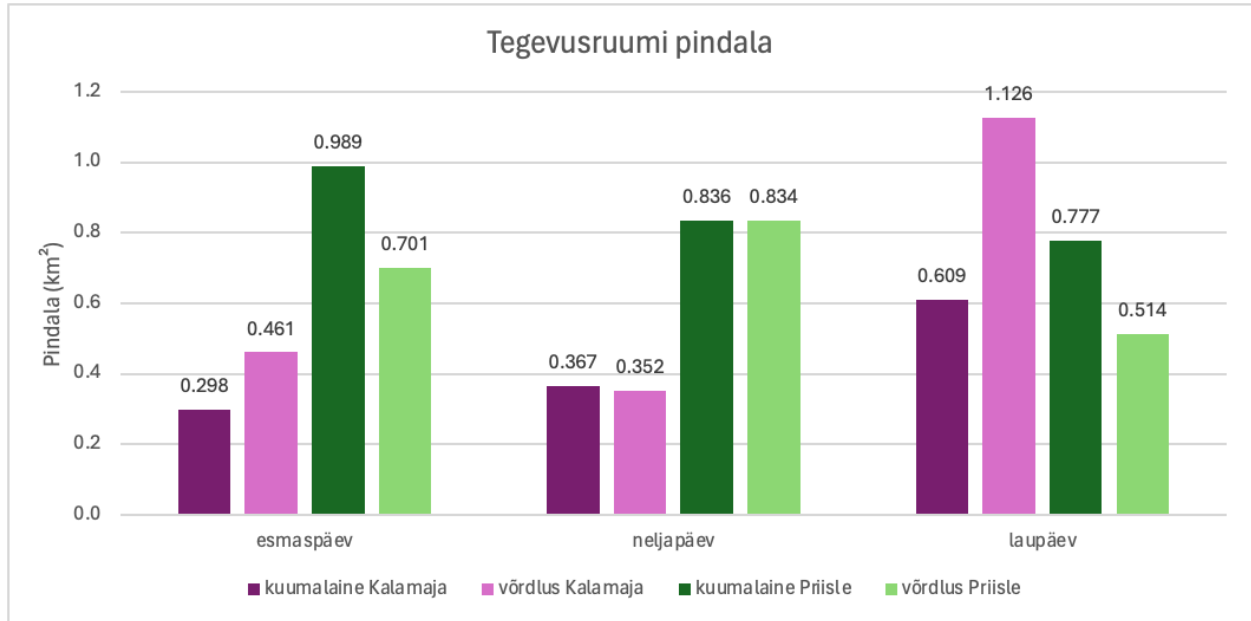
4.2.2 Kuumalaine

Joonisel 9 on toodud nii Kalamaja kui Priisle elanike päeva jooksul läbitud teekonna pikkus kuumalaine päevadel ja päevadel, mil temperatuur oli lähedane juulikuu pikaajasele keskmisele. Kalamaja elanike läbitud teekonna pikkused olid üldiselt väiksemad (14,2–35,4 km) kui Priisle elanikel (26,0–48,0 km), vaid tavapärase ilmaga laupäeval oli seal liikumine suurem kui Priisles samal ajal. Kahe elukoha vahel tuleb esile erinevus, et Priisle elanikud liikusid kuumalaine ajal igal võrreldud nädalapäeval rohkem kui mõõduka temperatuuriga päevadel. Kalamaja elanikud liikusid võrreldud esmaspäeval ja neljapäeval kuumalaine ajal natuke rohkem kui võrdlusperioodil, kuid laupäeval liiguti kuumalaine ajal tunduvalt vähem kui võrdluspäeval.



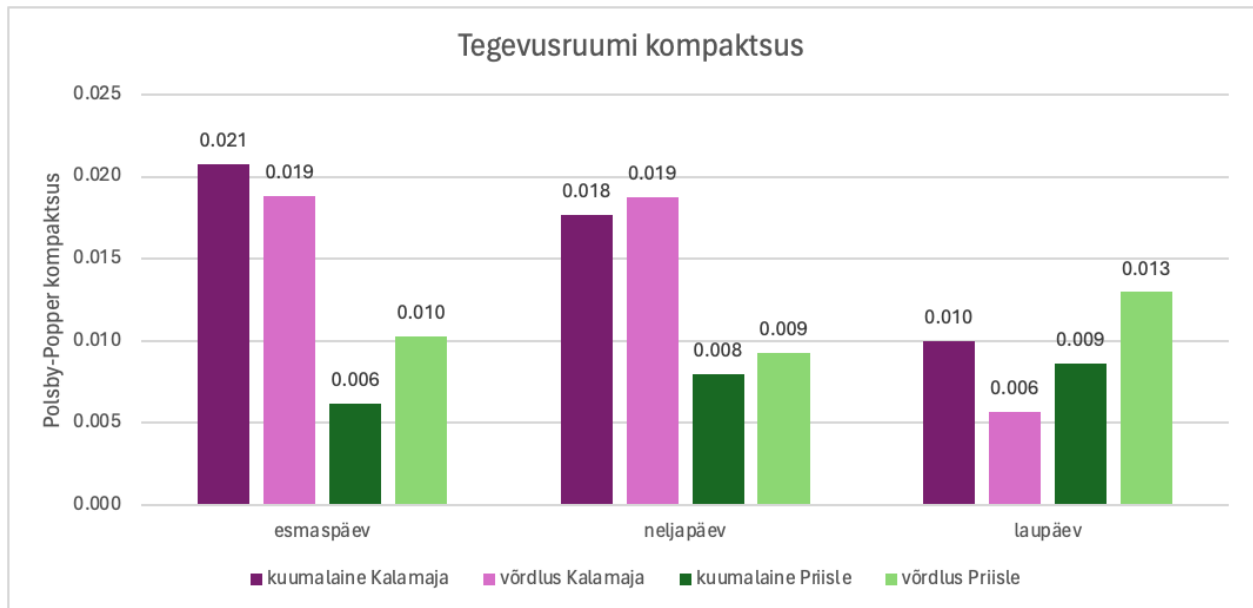
Joonis 9. Päevane päeva jooksul läbitud teekonna pikkus kuumalaine ajal ja keskmise ilmaga ajal Kalamajas ja Priisles. Kuumalaine päevad on 05.07.2021 (esmaspäev), 10.07.2021 (laupäev), 15.07.2021 (neljapäev). Pikaajalise keskmise lähedase (17,6 °C) õhutemperatuuriga võrdluspäevad on 19.07.2021 (esmaspäev), 24.07.2021 (laupäev), 22.07.2021 (neljapäev).

Tegevusruumi pindala (joonis 10) järgib suures osas sarnast mustrit kui päeva jooksul läbitud teekond, olles Priisles suurem kui Kalamajas (erandiks mõõduka temperatuuriga laupäeval). Ühe erinevusena saab välja tuua, et kuumalaine esmaspäeval oli päevane kilometraaž Kalamajas veidi suurem kui võrdluspäeval, kuid tegevusruumi pindala oli kuumalaine ajal väiksem. Priisles oli neljapäeval tegevusruumi pindala sisuliselt võrdne kuumalaine ajal ja tavalise ilma ajal, kuid kilometraaž (joonis 9) oli kuumalaine ajal natuke suurem.



Joonis 10. Tegevusruumi pindala kuumalaine ajal ja keskmise ilmaga ajal Kalamajas ja Priisles. Kuumalaine päevad on 05.07.2021 (esmaspäev), 10.07.2021 (laupäev), 15.07.2021 (neljapäev). Pikaajalise keskmise lähedase (17,6 °C) õhutemperatuuriga võrdluspäevad on 19.07.2021 (esmaspäev), 24.07.2021 (laupäev), 22.07.2021 (neljapäev).

Tegevusruum oli üldiselt Kalamajas kompaktsem (joonis 11) kui Priisles, erandiks vaid mõõduka temperatuuriga laupäev. 10.07.2021 (laupäev) oli Kalamaja elanike tegevusruum veidi kompaktsem kui Priisles, kuid mõõduka temperatuuriga laupäeval oli Priisle elanike tegevusruum kompaktsem. Priisles oli kuumalaine ajal tegevusruum igal vaadatud päeval vähem kompaktsem. Kalamajas oli kuumalaine ajal esmaspäeval ja laupäeval kompaktsus suurem.



Joonis 11. Tegevusruumi kompaktsus kuumalaine ajal ja keskmise ilmaga ajal Kalamajas ja Priisles. Kuumalaine päevad on 05.07.2021 (esmaspäev), 10.07.2021 (laupäev), 15.07.2021 (neljapäev). Pikaajalise keskmise lähedase (17,6 °C) õhutemperatuuriga võrdluspäevad on 19.07.2021 (esmaspäev), 24.07.2021 (laupäev), 22.07.2021 (neljapäev).

4.2.3 Statistiline test

Lisaks mediaanide võrdlemisele viisin läbi ka t-test, et vaadata, kas erinevused tegevusruumi suuruses ekstreemse ilmaga päevadel ning tavapärase ilmaga päevadel on statistiliselt olulised. Tabelis 2 on toodud statistilise testi tulemus, mis näitab, et erinevused tegevusruumi suuruses ekstreemse ilma ja tavapärase ilma ajal ei olnud statistiliselt olulised, p-väärtus oli igal võrdlusperioodil üle 0,05.

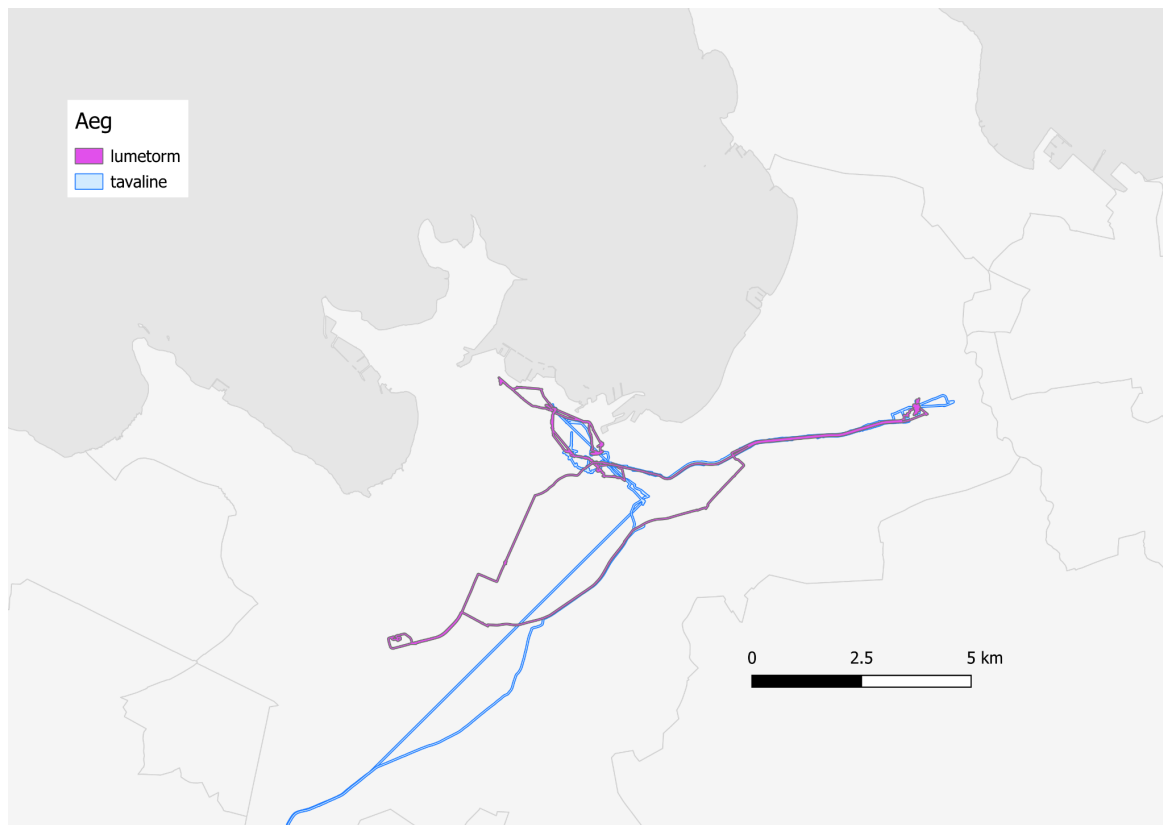
Tabel 2. Ekstreemse ilma ja võrdluspäevade keskmine kilometraaž ja nende põhjal arvutatud p-väärtus.

Võrdlus	Keskmine läbitud teekond ekstreemse ilma ajal (km)	Keskmine läbitud teekond võrdluspäeval (km)	p-väärtus
05.07 ja 19.07	60,26	58,73	0,90
10.07 ja 24.07	61,58	53,73	0,52
15.07 ja 22.07	54,24	55,42	0,92
29.01 ja 22.01	19,62	39,42	0,15
30.01 ja 23.01	45,7	38,52	0,71

4.3 Väljavõtted tegevusruumide geometriast

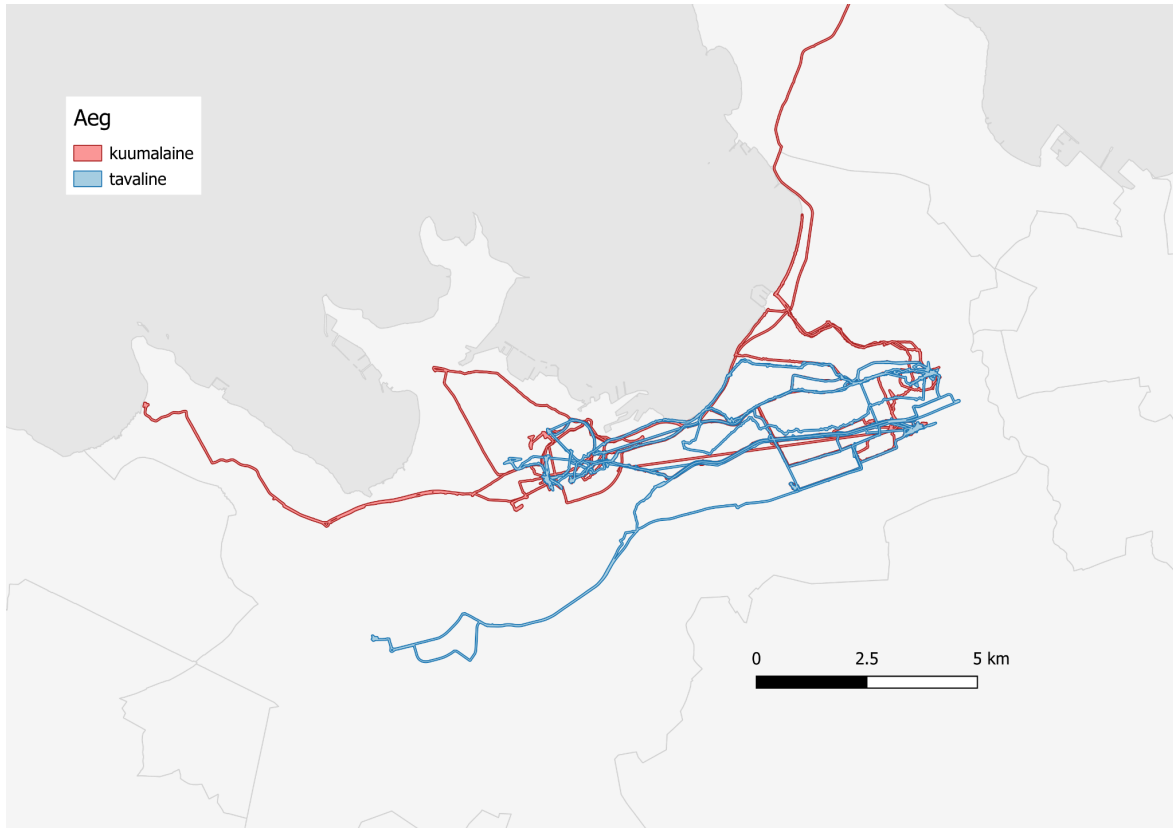
Erinevuste paremaks mõistmiseks on välja toodud mõned väljavõtted tegevusruumide geometriast. Kujutatud vaid üksikute kasutajate tegevusruumid ning selle põhjal ei saa üldistavaid järeldusi teha, kuid siiski annab see ettekujutuse inimeste ruumilisest käitumisest ning erinevustest, mis võivad esile tulla ekstreemse ilma tõttu. Selle teadmise põhjal saab otsustada, milliseid tegevuskohti tulevikus uurida (näiteks inimeste paiknemine mere läheduses kuumalaine ajal, nagu on kujutatud joonisel 13).

Joonis 12 näitab tegevusruumi lumetormi ajal ning võrdluspäevade ajal. Selle joonise põhjal on näha, et lumetormi ajal liiguti ainult Tallinna linna piires, kuid võrdluspäeval liiguti ka linnast välja. 29–30. jaanuari lumetormi üheks tagajärjeks oli, et maanteedel olid keerulised liiklusolud ning inimestel soovitati ebavajalike sõite mitte teha (ERR, 2022). Tegevusruumi geometria ei anna infot inimeste reise eesmärgi või põhjuste kohta, et seda kindlalt ilmastikuga seostada, kuid lumetorm võib olla üheks põhjuseks, miks jäeti pikem sõit tegemata.



Joonis 12. Tegevusruumi geometria lumetormi ajal ja võrdluspäeval. Joonisel on kujutatud mitmete kasutajate tegevusruumid koos.

Joonisel 13 on kujutatud tegevusruum kuumalaine ajal ning võrdluspäevadel. Antud joonise põhjal on näha, et kuumalaine ajal külustati tunduvalt rohkem mereäärseid piirkondi, selle hulgas Pirita randa, Kakumäe randa ning Prangli saart (teekond ei ole joonisel 13 täies ulatuses kujutatud). Tavapärase ilma ajal ei külustatud randu ning suurema osa ajast ei liigutud mere ääres.



Joonis 13. Tegevusruumi geomeetria kuumalaine ajal ja võrdluspäevadel. Joonisel on kujutatud mitmete kasutajate tegevusruumid koos.

5. Arutelu

Analüüsi käigus tuli selgelt välja sesoonne varieeruvus tegevusruumi suuruses. Peamiseks järelduseks on, et hiliskevadel ja suvekuudel (mai, juuni, juuli, august) on tegevusruum suurem kui talvekuudel (detsember, jaanuar, veebruar, märts). Silm ja Ahas (2010) jõudsid oma töös järelduseni, et eestlaste elulaad sõltub aastaegadest, nad toovad oma töös välja, et Eesti kuulub koos teiste parasvöötmelise kliimaga piirkondadega niinimetatud “suvepuhkuse migratsiooni” kategooriasse, ehk suvel võetakse puhkust ja liigutakse oma tavapärasest elukohast ja tegevuskeskkonnast kaugemale. Saharov (2013) leidis oma töös samuti, et tallinlaste tegevusruumi ulatus on suvekuudel tunduvalt kõrgem kui talvekuudel ning Chan ja Ryan (2009) töid välja, et ilm ja aastaegade vaheldumine mõjutab inimeste füüsilist aktiivsust. Eesti kliimas on maist septembrini kõige meeldivamad temperatuurid välitegevusteks. Talvisel ajal võib liikumist takistada madal temperatuur, tahked sademed, libedus ning lühike päeva pikkus. Samuti on juunis oluliseimaks pühaks jaanipäev, mil inimesed reisivad rohkem. Puhkuste mõju avaldub väiksemal määral ka talvel, nimelt on mõlemas linnaosas märtsis väiksem tegevusruumi pindala ja suurem kompaktsus kui perioodil detsember–veebruar, mis võib tuleneda sellest, et talvekuudel on samuti pühad, koolivaheajad ja puhkused. Antud töös käsitletud ajaperioodi puhul tasub veel mainida, et 2021. aasta märtsis kehtisid ranged COVID-19 piirangud, mis võisid tulemusi mõjutada.

Mõlemas vaadeldud elukohas oli sesoonne varieeruvus sarnase käiguga. Priisle elanikud läbisid päeva jooksul pikemaid teekondi kui Kalamaja elanikud ning nende tegevusruum oli suurema pindalaga, mis on seletatav asjaoluga, et Priisle asub Tallinna linnasüdamest umbes 10 kilomeetri kaugusel ning elanikel on vaja läbida suuremaid vahemaid, et tööle minna või tarbida kesklinnas asuvaid teenuseid või meelelahutust. Kompaktsuse puhul oli olukord vastupidine, kus Kalamaja elanikel oli kompaktsem tegevusruum kui Priisle elanikel, mis jällegi tuleneb sellest, et Kalamaja elanikud asetsevad töökohtadele ja teenustele lähemal.

Ekstreemse ilma mõju on mõnevõrra ebaselgem. Ekstreemse ilma puhul ei ole ka kahe linnaosa elanike käitumine samasuguse mustri ja erinevusi esineb iga võrreldud päeva puhul. Samuti pole erinevused ekstreemse ilmaga päevade ja keskmise ilmaga võrdluspäevade vahel

statistiliselt olulised. Siin on tõenäoline, et inimeste mobiilsuskäitumist mõjutasid ka teised asjaolud peale ilma. Kuna antud töö käsitleb ainult tegevusruumi geomeetriat ja ei vaata konkreetseid tegevuskohti, siis ei saa täpselt öelda, millised inimeste tegevused on ning kus täpsemalt uuritavatel päevadel aega veedeti. Põhjused inimeste käitumiseks on ainult oletatavad. Näiteks väärrib tähelepanu asjaolu, et Priisle elanikel oli kuumalaine ajal igal päeval suurem tegevusruum. Esmasel pilgul võib see tunduda vastuoluline, kuid üheks võimalikuks seletuseks on asjaolu, et Priisle elamufond koosneb valdavalt suurtest paneelelamutest, millel tavaliselt puudub jahutussüsteem ning seega võivad korterites kuumalaine ajal temperatuurid ebameeldivalt kõrgeks minna ning elanikud on sunnitud meeldivama keskkonna leidmiseks liikuma kodukohast välja, näiteks rohealadele, mere äärde või jahutatud kaubanduskeskustesse. Mereäärsete piirkondade külastamist on näha ka joonisel 13. Siiski ei saa välistada ka seda, et kuumalaine aeg langes kokku inimeste puhkustega ning seetõttu liiguti rohkem. Kalamaja puhul on näha, et tegevusruum on laupäeval suurem nii kuumalaine kui mõõduka ilma ajal võrreldes esmaspäeva ja neljapäevaga. Selle põhjuseks võib olla nädalase tööritmi mõju, nädala sees liigutakse Kesklinna piires tööle ja koju tagasi ning nädalavahetusel liigutakse ka kaugemale. Antud tulemus ei tähenda ilmtingimata, et seost tegevusruumi suuruse ning ilmastiku vahel ei eksisteeri, kuid siiski vajaks teema rohkem uurimist. Ühe asjana võiks valimisse võtta rohkem ekstreemse ilma sündmuseid ning samuti peaks suurendama uuritavate inimeste hulka, et teha kindlamaid järeldusi. Minu töös kasutatud andmestiku puhul oli probleemiks, et kogu uuringuperioodi vältel ei olnud võrdne hulk kasutajaid. Kuumalaine päevadel oli kasutajaid üle 60, kuid lumetormi ajaks oli neid alles vähem kui 20. Väikese valimi puhul hakkavad individuaalsed erinevused rohkem rolli mängima. Teiseks tuleb silmas pidada, et selles uurimuses võtsin vaatluse alla vaid Tallinna linn, kus elab küll kolmandik Eesti elanikkonnast, kuid ekstreemse ilma mõju võib linnast väljas mõnel juhul tuntavam olla. Lumetormide puhul on probleemiks rasked teolud ja lumekoristus ning lumest põhjustatud elektrikatkestused, mille nende kõrvaldamiseks on hõredama asustusega piirkonnas vähem ressursi. Kuumalainete puhul on Tallinnal ka eelis, et linn asub mere ääres, kus jahe merebriis võib leevendust tuua.

Antud töös tuli sesoonsuse mõju selgemini esile, mille põhjal saab järeldada, et tegevusruumi geomeetria üksinda on sobiv kirjeldamiseks pikaajalisi ja püsivamaid nähtusi, kuid selle abil on raske kirjeldada inimeste käitumist üksikutel päevadel. Ilmastiku mõju uurimine inimeste käitumisele on keeruline, kuna tähelepanu vajavaid aspekte on palju. Kui tuntav ilmastiku mõju

on sõltub uuritava piirkonna transpordivõimalustest, infrastruktuurist, geograafilistest ja kultuurilistest eripäradest, elanike teadlikkusest ja oskustest ekstreemse ilmaga toime tulla ning inimeste igapäevastest kohustustest. Kõik ülaltoodud põhjused mõjutavad inimeste käitumist ja seekaudu tegevusruumi geomeetriat. Analüüsidest ainult geomeetriat on raske sealt eristada ilmastiku osa teistest mõjudest. Pang *et al.* (2016) ja Horanont *et al.* (2013) leidsid, et inimeste tegevuskohtade hulk ja tüübid muutuvad erinevate ilmastikutingimuste juures ning see oleks üks aspekt, mida Eesti linnade näitel uurida võiks ning millega saaks käesoleva töö tulemusi täiendada.

6. Kokkuvõte

Ilm mõjutab inimeste igapäevaseid otsuseid, sealhulgas seda, millist liikumisviisi eelistatakse ning kuhu minnakse vaba aega veetma. Selline aeg-ruumiline käitumine väljendub tegevusruumi suuruses. Antud töös uurisin, kuidas ilm mõjutab inimeste tegevusruumi suurust kahe Tallinna linnaosa elanike näitel. Selleks kasutasin rakenduse MobilityLog abil kogutud GPS andmeid, mille põhjal arvutasin igapäevased liikumistrajektorid ning tegevusruumi ulatus. Andmeid analüüsisin esmalt sesoonsuse seisukohalt ning seejärel uurisin ekstreemse ilma mõju tegevusruumi suurusele kahe sündmuse (29.–30. jaanuar 2022 toimunud lumetorm ning 2.–18. juuli 2021 toimunud kuumalaine) näitel.

Töö tulemusena selgus, et sesoonsus mõjutas vaadeldud perioodi jooksul inimeste tegevusruumi suurust. Tegevusruum oli nii Priisles kui Kalamajas hiliskevadel ja suvel (mai–august) tunduvalt suurem kui talvel (detsember–märts). Ekstreemse ilma mõju oli selles töös vaadatud sündmuste puhul ebaselgem. Näiteks Priisle elanikud liikusid kuumalaine ajal rohkem kui keskmise ilmaga võrdluspäevade ajal, kuid Kalamaja elanike tegevusruum oli kuumalaine ja tavalise ilma ajal umbes sama suur või natuke väiksem. Lumetormi ajal oli Kalamaja elanikel väiksem tegevusruum kui võrdluspäevadel, kuid Priisle elanikel oli ühel lumetormi päeval tunduvalt suurem tegevusruum. Erinevus tegevusruumi suuruses ekstreemse ilmaga päevade ning tavapärase ilma päevade ajal ei olnud statistiliselt oluline. Sellest võib järeldada, et inimeste mobiilsuskäitumist mõjutavad peale ilma ka teised tegurid, nagu puhkused või tööalased kohustused. Tulemus ei tähenda, et ekstreemse ilm ei mõjutaks inimeste tegevusruumi, kuid minu töös kasutatud andmestiku ja meetodika abil on keeruline ilmastiku mõju eristada muudest teguritest ning teema vajaks tulevikus veel uurimist. Sarnast uurimust võiks korrata suurema hulga ekstreemse ilmastiku sündmustega ning suurema valimiga. Samuti annaks informatsiooni juurde tegevusruumi geomeetriaile lisaks tegevuskohtade tüüpide uurimine erinevates ilmastikutingimustes.

The impact of weather on the daily activity space of Tallinn's residents

Lea Sophie Noe

Summary

Weather affects many aspects of our daily life, such as travel behavior and where we spend our free time. Extreme weather events, such as storms or heatwaves can be especially disruptive to people's daily routines. The aim of this thesis is to look at the impact weather has on the mobility of people living in Tallinn using daily activity space as a measure. The size of the activity space is measured using GPS data collected by the mobile app MobilityLog. The analysis consists of two aspects, the impact of seasonality and the impact of two extreme weather events: a snowstorm which occurred from the 29th to 30th of January 2022 and a heatwave which occurred from 2nd to 18th of July 2021. Seasonality was described by looking at sizes of the median activity space in each month. Days with extreme weather were compared to days which had weather conditions similar to the long term climate average for the month.

The results show that seasonality has a clear impact on people's daily activity space, being noticeably bigger in the warmer months (MJJA) than in the winter period (DJFM), this pattern was observed in both Priisle and Kalamaja. The impact of extreme weather was more varied. For example, residents in Priisle were more active during the heatwave compared to non-heatwave days, whereas residents in Kalamaja had smaller or similar-sized activity spaces during the heatwave compared to non-heatwave days. Residents in Kalamaja also had smaller activity spaces during the snowstorm, whereas people in Priisle were moving greater distances, even during the storm. Overall, no statistically significant differences were found between days with extreme weather and average weather. This does not necessarily mean those differences do not exist in reality but they were not clearly observable with the data and methods used in this work.

Tänuavaldused

Sooviksin tänada oma juhendajat Anto Aasat, kes oli igati toeks ning andis mulle häid soovitusi nii andmetöötuse meetodite kui teemakohase kirjanduse osas. Samuti soovin tänada Mobiilsuslabori töörühma, kes võimaldasid mul oma arvutisüsteemis ligipääsu andmetele ning töökeskkonnale ning korraldasid ka tudengitele uurimistöid tutvustava seminari.

Kasutatud kirjandus

Ahas, R., Aasa, A., Mark, Ü., Pae, T., Kull, A. (2007). Seasonal tourism spaces in Estonia: Case study with mobile positioning data. *Tourism Management*, 28(3), 898–910, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2006.05.010>.

Ahas, R., Silm, S., Järv, O., Saluveer, E., Tiru, M. (2010). Using Mobile Positioning Data to Model Locations Meaningful to Users of Mobile Phones. *Journal of Urban Technology*, 17(1), 3–27, doi: <https://doi.org/10.1080/10630731003597306>

Böcker, L., Dijst, M., Prillwitz, J. (2013). Impact of Everyday Weather on Individual Daily Travel Behaviours in Perspective: A Literature Review. *Transport Reviews*, 33(1), 71–91, doi: <https://doi.org/10.1080/01441647.2012.747114>

Böcker, L., Uteng, T. P., Liu, C., Dijst, M. (2019). Weather and daily mobility in international perspective: A cross-comparison of Dutch, Norwegian and Swedish city regions. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 77, 491–505, doi: <https://doi.org/10.1016/j.trd.2019.07.012>.

Chan, C., Ryan, D. (2009.) Assessing the effects of weather conditions on physical activity participation using objective measures. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(10), 2639–2654 doi:

Crisman, K. D., Jones, M. A. (2014). *The Mathematics of Decisions, Elections, and Games. Contemporary Mathematics*, American Mathematical Society, ISBN 978-0-8218-9866-6

Dannenberg, A.L., Keller, J.B., Wilson, P.W.F., Castelli, W.P. (1989). Leisure time physical activity in the Framingham Offspring Study: Description, seasonal variation, and risk factor correlates. *Am. J. Epidemiol.*, 129, 76–88.

Dijst, M. (1999). Two-earner families and their action spaces: A case study of two dutch communities. *GeoJournal*, 48(3), 195–206, doi: <https://doi.org/10.1023/A:1007031809319>

Eesti Kaitsevägi. (2010). *Kaitsevägi panustas lumetormi võitlusse rohkem kui 200 kaitsevaelasega.* Viimati vaadatud 18.05.2024
<https://mil.ee/uudised/kaitsevagi-panustas-lumetormi-voitlusse-rohkem-kui-200-kaitsevaelasega/>

ERR. (29.01.2022). *Lumetorm muutis üle Eesti liiklusolud raskeks, kõikjal jäi autosid kinni.* Viimati vaadatud 8.05.2024
<https://www.err.ee/1608482609/lumetorm-muutis-ule-eesti-liiklusolud-raskeks-koikjal-jai-autosid-kinni>

Golledge, R.G., Stimson, R.J. (1997). *Spatial Behavior: A Geographic Perspective.* New York: Guilford Press

Horanont, T., Phithakkitnukoon, S., Leong, T.W., Sekimoto, Y., Shibasaki, R. (2013). Weather Effects on the Patterns of People's Everyday Activities: A Study Using GPS Traces of Mobile Phone Users. *PLOS ONE*, 8(12), doi: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081153>

Hägerstrand, T. (1970). What about people in regional science? *Papers of the Regional Science Association*, 24, 7–21, doi: <https://doi.org/10.1111/j.1435-5597.1970.tb01464.x>

Ilmateenistuse veebileht. (2024a). Viimati vaadatud 16.05.2024
<https://www.ilmateenistus.ee/kliima/kliimanormid/>

Ilmateenistuse veebileht. (2024b). Viimati vaadatud 16.05.2025
<https://www.ilmateenistus.ee/ilm/ilmavaatlused/vaatlusandmed/oopaevaandmed/>

Ilmateenistuse veebileht (2024c). Viimati vaadatud 16.05.2024
<https://www.ilmateenistus.ee/ilmatarkus/kasulik-teada/hoiatuste-kriteeriumid/>

Ilmateenistus. (2021). Eestit on külستانud sel suvel juba kaks kuumalainet. Viimati vaadatud 16.05.2024

https://www.ilmateenistus.ee/2021/07/eestit-on-kulastanud-sel-suvel-juba-kaks-kuumalainet/?filter_year=2021

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). (2023). Glossary. In *Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, 2897–2930, doi: <https://doi.org/10.1017/9781009325844.029>

Jaagus, J., Rimkus, E., Briede, A., Sagris, V., Aasa, A., Kapilovaite, J., Sepp, M. (2024). Long-term changes in heat wave parameters in the eastern Baltic region. *Theoretical and Applied Climatology*, doi: <https://doi.org/10.1007/s00704-024-04925-7>

Kallis, A., Rosin, K., Pärnpuu, P., Loodla, K., Šišova, V. (2019). *100 aastat Eesti ilma (teenistust)*. Keskkonnaagentuur, ISBN 978-9985-881-92-7

Paljak, T., Tammets, T., Merilain, M., Meitern, H., Mätlik, O., Klaus, L., Kovalenko, O., Vahter, I., Pedassaar, E., Tillmann, E., Kallis, A. (toim.), Keppart, L., Loodla, K., Raudsepp, H. (2012). *Eesti ilma riskid*. Eesti Meteoroloogia ja Hüdroloogia Instituut, Eesti Entsüklopeediakirjastus, ISBN 978-9949-9237-0-0

Pang, J., Zablotskaia, P., Zhang, Y. (2016). On Impact of Weather on Human Mobility in Cities. In Cellary, W., Mokbel, M., Wang, J., Wang, H., Zhou, R., Zhang, Y. (Eds.), *Web Information Systems Engineering – WISE 2016. Proceedings of the 17th International Conference Shanghai China part II*, Cham: Springer, 247–256, doi: https://doi.org/10.1007/978-3-319-48743-4_20

Patterson, Z., Farber, S. (2015). Potential Path Areas and Activity Spaces in Application: A Review. *Transport Reviews*, 35(6), 679–700, doi: <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1042944>

Peel, M. C., Finlayson, B. L., McMahon, T. A. (2007). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 11, 1633–1644, doi: <https://doi.org/10.5194/hess-11-1633-2007>

Poom, A. (2019). Tegevusruumiuringud GPSi andmete abil: mobiilsusuuringute labori andmeinfrastruktuur. In Pae, T., & Mander, Ü. (Eds.), *Publicationes Instituti Geographici*

Universitatis Tartuensis: Uurimusi eestikeelse geograafia 100. Aastapäeval, 113, 204–214.
Tartu: Tartu Ülikooli Kirjastus.

Pärli, M. (19.08.2021). Kuumalaine tõi juulis liigsuremuse. *ERR*. Viimati vaadatud 10.05.2024
<https://www.err.ee/1608312332/kuumalaine-toi-juulis-liigsuremuse>

Päästeamet. (2022). *Lumetorm Birgit muudab liiklusolud ka lähipäevil väga keeruliseks*. Viimati vaadatud 18.05.2024
<https://www.rescue.ee/et/uudised/lumetorm-birgit-muudab-liiklusolud-ka-laehipaeevil-vaega-keeruliseks-1676>

Saharov, D. (2013). *Sesoonsuse mõju inimese tegevusruumile Tallinna näitel*. Bakalaureusetöö. Tartu Ülikool, geograafia osakond.

Schönfelder, S., Axhausen, K. (2003). Activity spaces: measures of social exclusion? *Transport Policy*, 10(4), 273–286, doi: <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2003.07.002>

Schönfelder, S., Axhausen, K. (2004). Structure and innovation of human activity spaces. *Arbeitsbericht Verkehrs- und Raumplanung*, 258, doi: <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000023551>.

Silm, S., Ahas, R. (2010). The Seasonal Variability of Population in Estonian Municipalities. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 42(10), 2527–2546, doi: <https://doi.org/10.1068/a43139>

Silm, S., Tominga, A., Saidla, K., Poom, A., Tammaru, T. (2024). Socio-economic and residential differences in urban modality styles based on a long-term smartphone experiment. *Journal of Transport Geography*, 115, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2024.103810>.

Smith, L., Foley, L., Panter, J. (2019). Activity spaces in studies of the environment and physical activity: A review and synthesis of implications for causality. *Health & Place*, 58, doi: <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2019.04.003>.

Zhang, F., Li, Z., Li, N., Fang, D. (2019). Assessment of urban human mobility perturbation under extreme weather events: A case study in Nanjing, China. *Sustainable Cities and Society*, 50, doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101671>.

Lisa 1. Lihtlitsents

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Lea Sophie Noe,

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose

Ilmastiku mõju inimeste tegevusruumile Tallinna näitel,

mille juhendaja on Anto Aasa,

reprodutseerimiseks eesmärgiga seda säilitada, sealhulgas lisada digitaalarhiivi DSpace kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.

2. Annan Tartu Ülikoolile loa teha punktis 1 nimetatud teos üldsusele kättesaadavaks Tartu Ülikooli veebikeskkonna, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace kaudu Creative Commons'i litsentsiga CC BY NC ND 4.0, mis lubab autorile viidates teost reprodutseerida, levitada ja üldsusele suunata ning keelab luua tuletatud teost ja kasutada teost ärieesmärgil, kuni autoriõiguse kehtivuse lõppemiseni.
3. Olen teadlik, et punktides 1 ja 2 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.
4. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei riku ma teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse õigusaktidest tulenevaid õigusi.

Lea Sophie Noe

23.05.2024