



RITA

Igapäevaste tegevusruumide analüüs mobiilpositsioneerimise andmetel

TP 2 aruanne

Autorid:
Anto Aasa

Tartu 2021

Sisukord

Sissejuhatus.....	3
Ankurpunktide hulga kirjeldav statistika	4
Tegevusruumide analüüs aktiivsuseellipsite meetodil	7
Tegevusruumi kirjeldamine puhvrite ja mastide teeninduspiirkondade abil	12
Tegevusruumi kirjeldamise muud meetodid	13
Mobiilmastide teeninduspiirkonnad tegevusruumi kirjeldajatena	14
Kasutatud kirjandus	18

Sissejuhatus

Seoses (COVID-19 eelse) mobiilsuse kiire kasvuga on mitmed autorid rääkinud vajadusest muuta lähenemist inimese elukohale ka statistika tegemise protsessis. Igapäevane pendelränne, hargmaisuus, sesoonne elukohavahetus jmt on loonud olukorra, kus püsiva elukoha mõiste võib eri sotsiaalsetele rühmadele tähendada väga erinevaid asju. On avaldatud arvamust, et lisaks püsiva elukoha mõistele tuleks vaadelda eraldi ka päevast ja öist rahvastiku paiknemist (Ricciato and Lanzieri, 2019). Paljude inimeste jaoks on püsiv alukoht vaid magamise koht. Teenuseid tarbitakse aga hoopis teistes tegevuskohtades. Kuna kasvanud mobiilsus on paljude inimeste jaoks tekitanud olukorra, kus neil on reaalsuses mitu elukohta (nädalane, sesoonne vm rütm), siis on ka käesoleva projekti raames ühe stsenaariumina elukohaandmete täpsustamisel pakutud välja, et ka rahvastikuregistris võiks inimestel olla võimalik näidata mitme elukoha andmeid. Tegemist on traditsioone murdva lähenemisega. See aga tähendab, et sellise eluviisi ja sellega seonduvate elukohtade olemus vajab oluliselt põhjalikumat analüüsi, kui senised traditsioonilised andmestikud võimaldavad. Nii nagu tegeliku elukoha tuvastamisel, nii on võimalik ka tegevusruumide määramisel ja analüüsil kasutada mobiilpositsioneerimise andmeid.

Suur osa inimeste paiknemise ja liikuvuse teadusuuringutest ei arvesta aja kui ressursiga. Samas dikteerib meie ruumikasutuse ulatust just nimelt aja ressurs. Selleks, et kuskil mingit tegevust sooritada, peab meil olema aega, et vastavasse kohta sõita ning sealt ka tagasi jõuda. Kehtib üldine reegel, et mida kaugemale minnakse, seda tähtsam või kauem kestev vastava tegevus peab olema, et see motiveeriks liikumist ette võtma. Sellist lähenemist, kus inimese paiknemist ja liikuvust uuritakse ruumi ja aja kombinatsioonis, nimetatakse ajageograafiaks (Hägerstrand, 1970; Patterson and Farber, 2015).

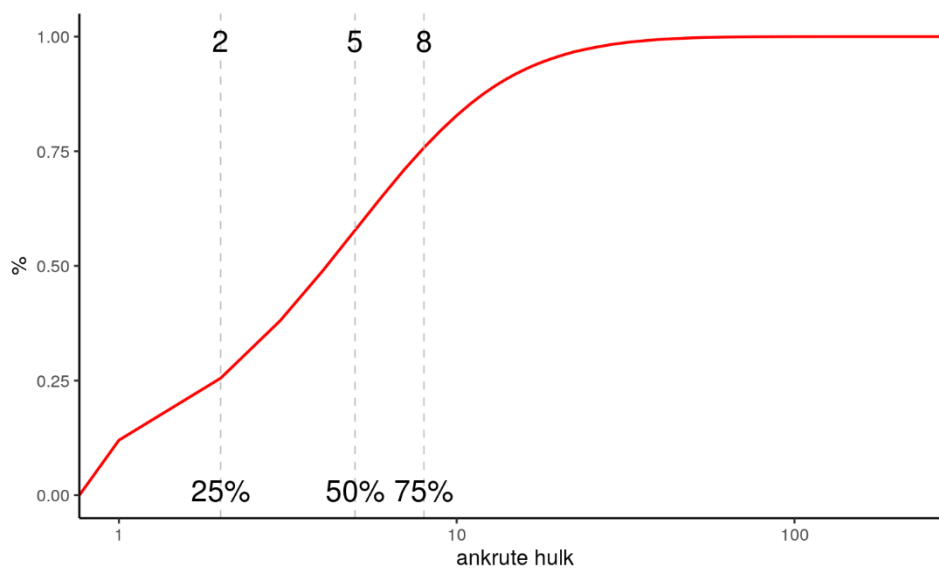
Valdav osa inimeste tegevusest on seotud igapäevase rutiiniga. See rutiinne tegevus leiab aset kindla ulatusega ruumis ning on seotud tähenduslike kohtadega, kus vastavaid tegevusi sooritatakse. Selliseid tähenduslikke kohti on nimetatud nii tegevuskohtadeks kui ka ankurpunktideks (ankurpunkti mõiste on levinud eelkõige mobiilpositsioneerimise andmetele tuginevates töödes). Maa-ala, mille piires tegevusi sooritatakse, nimetatakse tegevusruumiks. Tegevusruumi on traditsiooniliselt käsitletud kui rutiinseid tegevusi ning liikumist oluliste tegevuste vahel (Golledge and Stimson, 1997). Käesoleva analüüsi lähtepunktina kasutatakse inimeste regulaarseid tegevuskohti (elukohad, töökoht jne kohad), mille sisendiks on mobiilpositsioneerimise andmetest arvutatud ankurpunktid. Ankurpunktide kasutamine CDR-toorandmete asemel võimaldab välja filtreerida juhuslikud ja harva toimuvad liikumised-tegevused ning võimaldab fookuseerida igapäevastele tegevusruumidele. Tegevusruumi olulisemates kohtades veedetakse enamasti aega väga rutiinse rütmiga: kodus ollakse õhtust hommikuni ning rohkem nädalavahetuseti; töö eelkõige tööpäevade päevasel ajal. Lisaks on selline indikaatorlik rütm täheldatav nii suve- kui ka muu regulaarsusega külastatavate teiste kodude puhul, välja joonistuvad ka mud olulised tegevuskohad. See loob eelduse, et mobiilpositsioneerimine võiks olla üheks andmesisendiks ka mitme elukohaga inimeste tuvastamiseks. Selleks on vaja aga oluliselt rohkem tälepanu pöörata ka tegevusruumide ja -kohtade analüüsile ning arendada vastavat meetodikat, mis tugineb nimelt mobiilpositsioneerimisele.

Ankurpunktide hulga kirjeldav statistika

Tegevusruumide kirjeldamiseks kasutatakse ühe mobiiloperaatori 1-kuist CDR-andmestikku, mis kattub käesoleva analüüsi uuringuperioidiga. Selles andmestikus on ca 448 tuhande inimese andmed.

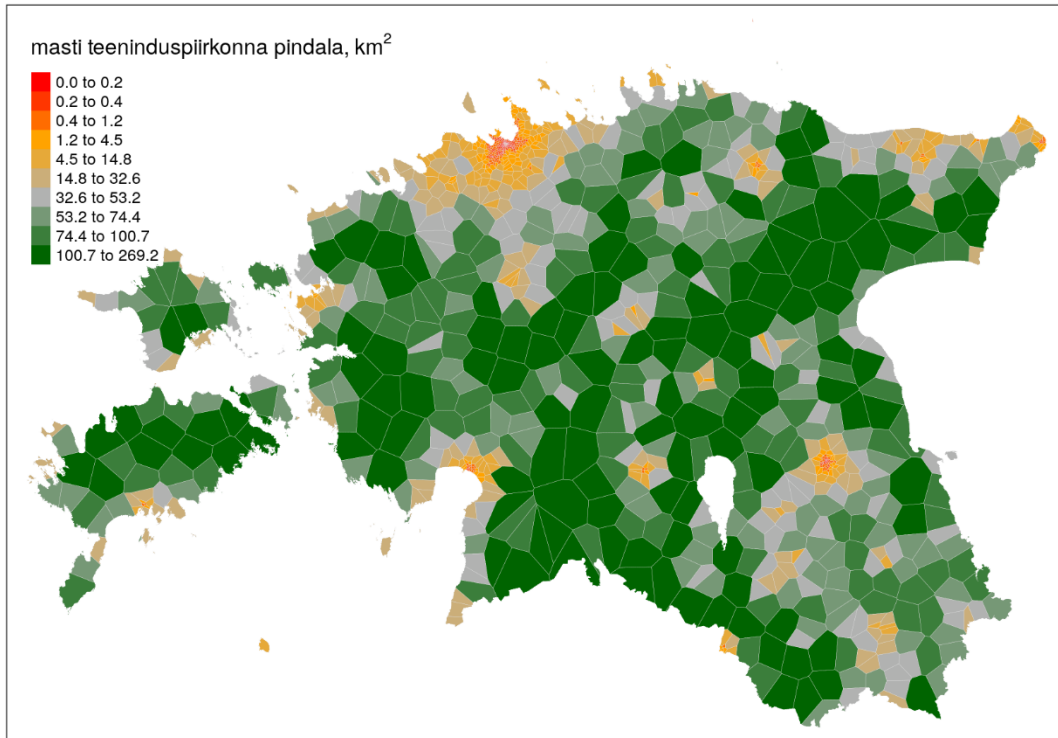
Nagu juba eespool mainiti, on käesolevas analüüsis keskendunud igapäevasele rutiinile ning et elimineerida juhuslikud liikumised on analüüsi kaasatud ainult regulaarselt külastatud kohtades (ankurpunktides) tehtud kõnetoimingud. Keskmine kõnetoimingute hulk 1 kuu jooksul inimese kohta on 107,0 (mediaan = 74), see teeb 1 päeva kohta 3,5 kõnetoimingut (mediaan = 2,4).

Keskmine tuvastatud ankurpunktide hulk 1 kuu jooksul on 6,69 (mediaan = 5). 1 ankur on 12% klientidest. 2 ankrut on 13,5% kasutajatest. Üle 10 ankrut on 17,2% kasutajatest. Ankurpunktide hulga jaotus ühe mobiiloperaatori kliendibaasi lõikes on esitatud Joonis 1. Nagu näha varieerub ankurpunktide hulga jaotus inimeste lõikes väga erinevalt. Seda võib tingida mitu erinevat aspekti. Esiteks võime väita, et mida rohkemates kohtades inimene käib, seda rohkem on tal ka ankurpunkte. Kriitiliselt võttes aga võib olla tegemist ka olukorraga, kus ankurpunktide suurem hulk pole tingitud suuremast külastatud kohtade arvust, vaid muudest teguritest. Näiteks võime püstitada hüpoteesi, et suurema helistamisaktiivsusega klientidel on ka ankurpunkte rohkem. Teine võimalik mõjutaja on võrgu arhitektuur: tiheasustusaladel (eriti suuremates linnades) paikneb mobiilimaste tihedamalt ning seega on võimalik, et ka ankurpunkte on rohkem (Joonis 2).

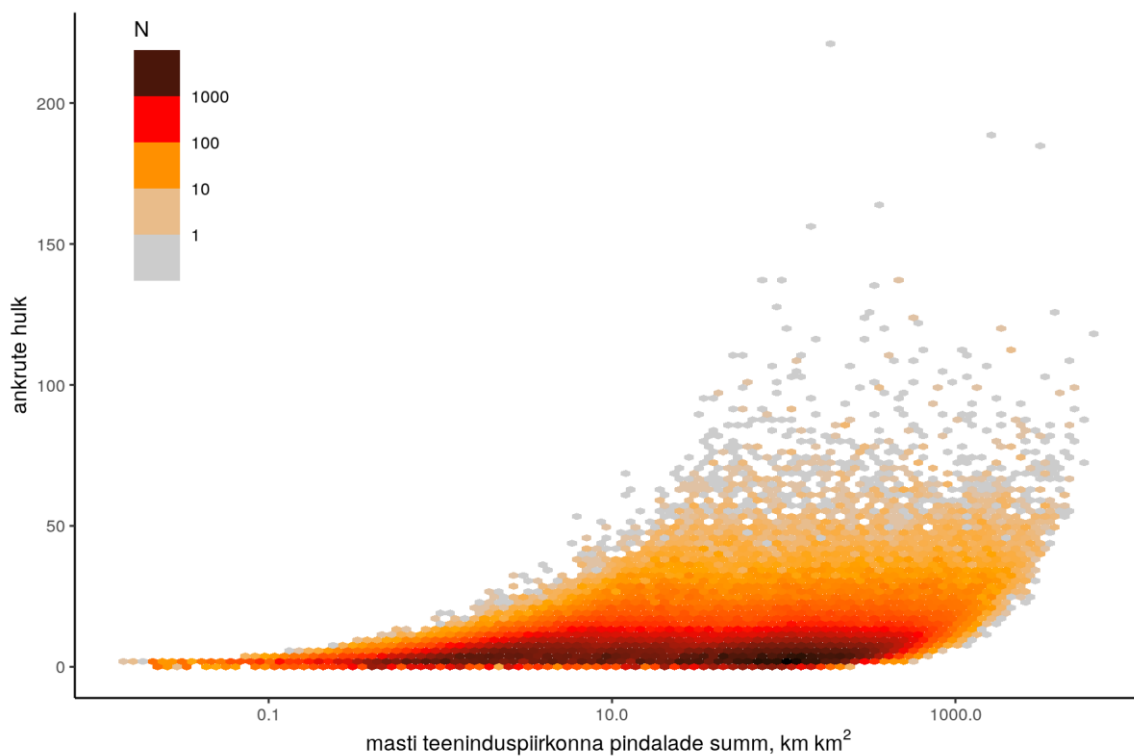


Joonis 1. Ühe kuu ankurpunktide hulga kumulatiivne jaotus ühe mobiiloperaatori andmetel.

Esimese hüpoteesi kontrollimiseks, mille kohaselt põhjustab tihedam mobiilivõrk kunstlikult rohkem peatuskohti, arvatati voronoi tessellatsiooni põhimõttel mobiilantennide teoreetilised levialad. Järgnevalt arvatati iga kliendi kohta talle määratud ankurpunktide hulk. Seejärel summeeriti iga inimese ankurpunkti mobiilimasti teoreetilise teeninduspiirkonna pindalad. Viimase sammuna arvatati ankurpunktide hulga ja mobiilimasti teeninduspiirkondade kogupindala vaheline korrelatsioon (Joonis 3). Spearmani astakorrelatsioonikordaja väärtus on 0,26, mis tähendab, et seos puudub ning hüpoteesi võib pidada ümber lükatuks: tihedam mobiilimastide paiknemine ruumis ei too iseenesest kaasa ka ankurpunktide suuremat arvu inimese kohta.



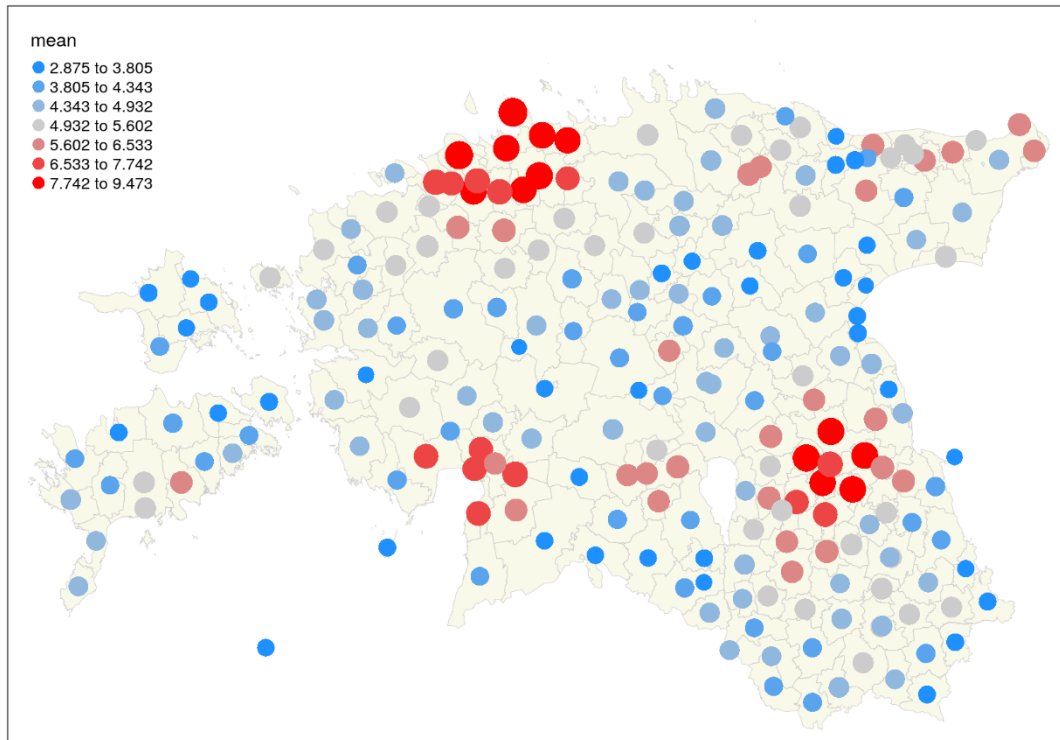
Joonis 2. Mobiilimastide teeninduspiirkondade teoreetilised levialad.



Joonis 3. Ankrute hulga seos mastide teeninduspiirkonna pindalade summaga.

Nii võimegi väita, et Joonis 4 esitatud muster, kus ankrupunktide keskmine hulk inimese kohta on kõrgem suuremates linnades (aga ka nende lähitagamaadel) ning väiksem hõredalt asustatud aladel, ei tulene mitte sellest, et linnas on mobiilivõrk tihedam, vaid et linnades ongi inimestel võimalusi

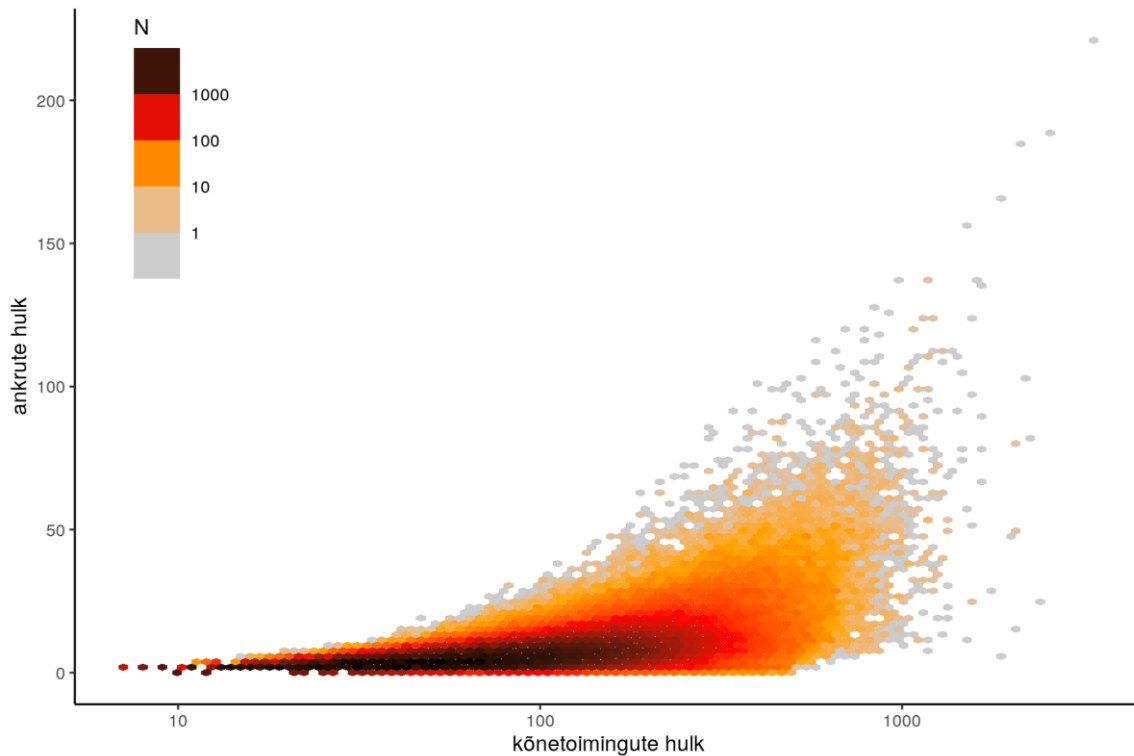
rohkem erinevaid kohti külastada, mis omakorda kasvatab regulaarselt külastatud kohtade ehk ankurpunktide hulka.



Joonis 4. Ankurpunktide keskmine hulk inimese kohta grupeerituna Eesti haldusjaotuse (2012) lõikes.

Sellist tüüpi teadmised võivad aidata oluliselt paremini mõista erinevates piirkondades elavate inimeste, sotsiaalsete rühmade või terve ühiskonna liikumise potentsiaali ning vajadust.

Teises hüpoteesis väideti, et mida rohkem me helistame, seda rohkem tuvastab algoritm meie kohta ka ankurpunkte. Selle kontrollimiseks arvutati iga inimese kogu kõnetoimingute hulk ning korreleeriti seda ankurpunktide hulgaga (Joonis 5). Tulemuseks saadi, et tegemist on seosega (Spearmani rho = 0,67), mida võib lugeda keskmise tugevusega seoseks. Samas on jooniselt näha, et punktiparv on väga suure hajuvusega ning ankrute hulga prognoosimine kõnetoimingute hulga alusel oleks väga ebatäpne. Lisaks on hajuvus suurem suuremate väärtuste korral.



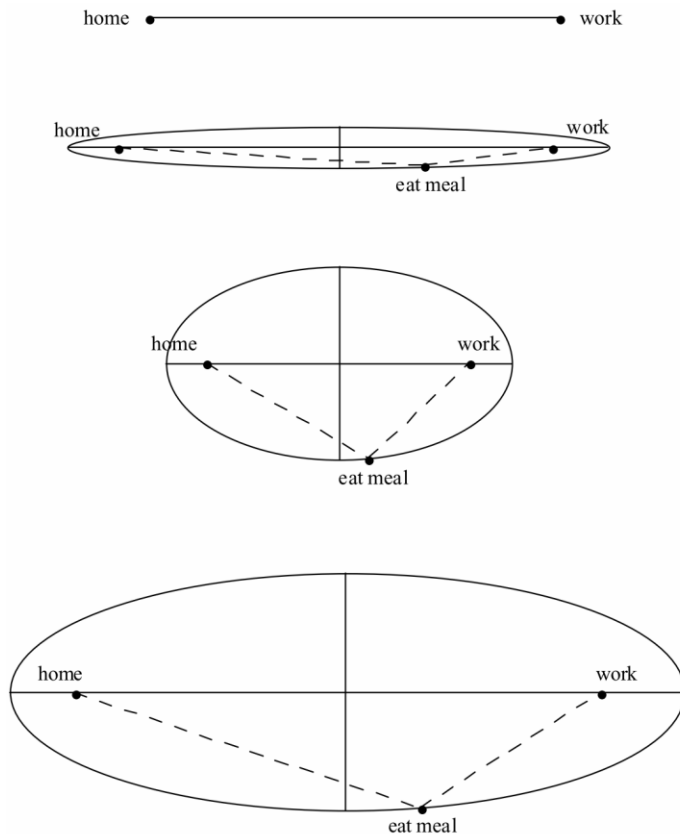
Joonis 5. Kõnetoimingute ja ankurpunktide hulga vaheline seos.

Eeltoodud andmete põhjal on keeruline väita, kas ankurpunktide tuvastamise algoritm on otseselt mõjutatud kõnetoimingute hulgast ning aktiivsemate telefoniga suhtlejate kohta tuvastataksegi rohkem ankurpunkte või on tegemist hoopis fenomeniga, kus väga aktiivsed helistajad ongi ka suurema füüsilise mobiilsusega, mitte aga nende sotsiaalsete isikuomaduste (ekstravert suhtleb rohkem?) ja positsiooniga ühiskonnas.

Tegevusruumide analüüs aktiivsuseellipsite meetodil

Järgnevalt võetakse vaatluse alla ellipsipõhiste tegevusruumide rakendatavus elukohainfo täpsustamisel ja analüüsil. Juba enne tulemusteni jõudmist võib etteruttavalt kohe mainida, et kuigi standardhälbe ellipsid on tegevusruumide iseloomustamiseks suhteliselt levinud (nt Järv, Ahas and Witlox, 2014), siis elukohtade täpsustamiseks see meetod ilmselt hästi ei tööta. Ellips on väga tundlik tegevusruumi keskmest eemale jäävate külastatud kohtade suhtes ning seetõttu sageli välja venitatud, kattes ka suurt osa ruumist, mida respondent tegelikult mobiilpositsioneerimise andmetel külastanudki pole. Samas võimaldab tegevusruumide kirjeldamine paremini selgitada välja inimesi, kellel on rohkem kui 1 elukoht, selle asemel et keskenduda vaid ühele ja kõige olulisemale elukohale.

Ellipsite kasutamise kontseptuaalne raamistik on välja pakutud juba 1998. aastal (Newsome, Walcott and Smith, 1998). Selle alusel on igal inimese tegevusruum kirjeldatav kahe peamise fokaalpunkti abil milleks on vastavalt kodu ja töökoht, millele võib lisanduda veel sekundaarseid asukohti (Joonis 6).

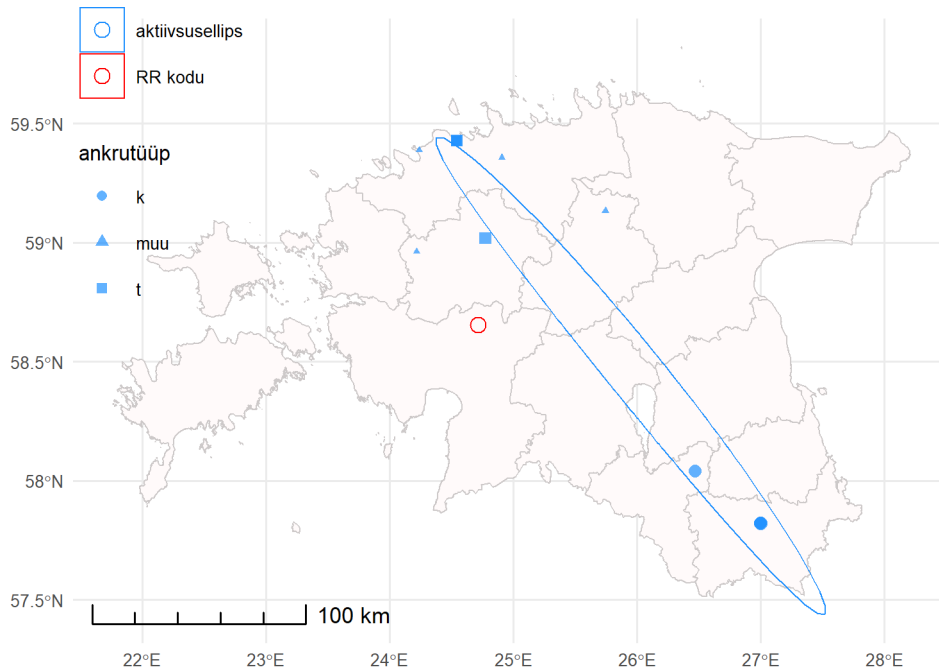


Joonis 6. Ellipsite kasutamise põhimõtte inimeste igapäevase tegevusruumi kirjeldamisel.

Üheks levinumaks ellipsite konstrueerimise meetodiks on standardhälbe ellips (*Standard Deviativonal Ellips*), mis eeldab vähemalt kolme erinevate koordinaatidega kohta. Ellips konstrueeritakse vastavalt nende hajuvusele ruumis. Arvutusprotsessis on võimalik defineerida, kui suure ulatusega ellipsit soovitakse luua. Selleks tuleb määrata standardhälbe suurus, mille ulatuses ellips peab sisendpunktid ära katma. Enamasti on selleks kasutatud 1 standardhälvet. Meetodit on rakendatud mitmetes teadustöodes (Kim and Kwan, 2003; Järv, Ahas and Witlox, 2014). Enamasti on selleks kasutatud ESRI ArcMap'i tööriista. Käesolevas analüüsis on ellipsid konstrueeritud R-tarkvara *aspace* laienduse abil funktsiooniga *calc_cde*¹.

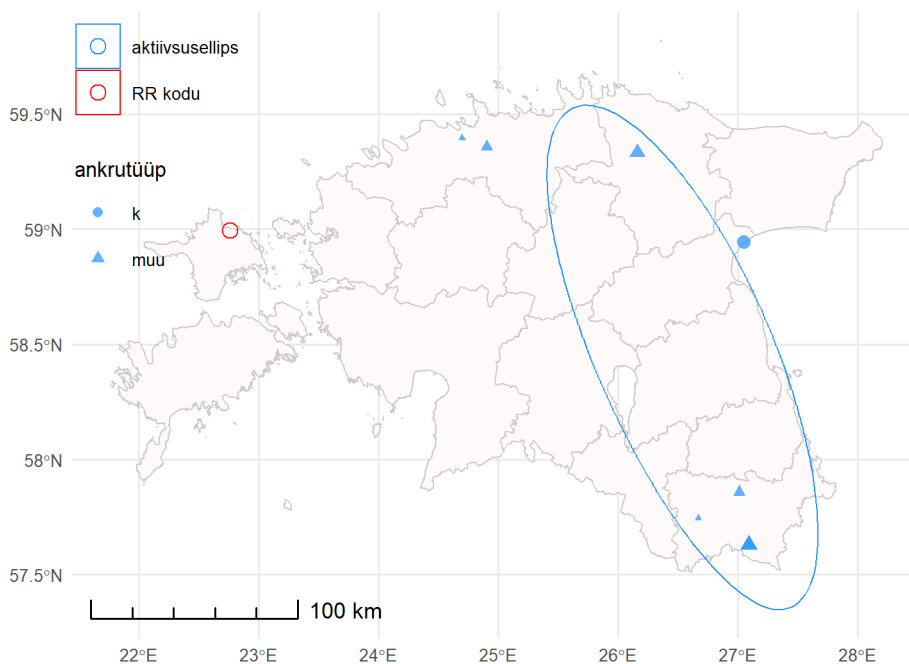
Järgnevalt analüüsitakse mõnda tüüpilist mobiilpositsioneerimise andmetel põhinevat näidet. Joonis 7 on näha ühe respondendi tegevusruum, mis on tugevalt välja venitatud. Tegemist on inimesega, kelle koduga seotud kohad asuvad Lõuna-Eestis ja tööga seotud kohad Põhja-Eestis. Seejuures on nii kodu kui ka tööaja ankurpunkti asukoht uuritava perioodi jooksul muutunud. Samas on ka näha, et rahvastikuregistrijärgne elukoht on paiknenud Põhja-Pärnumaa vallas ning ei kattu ühegi ankurpunkti ega ka tegevusruumiga. Võime ilmselt väita, et rahvastikuregistrisse kantud elukoht ja tegelik elukoht selle inimese puhul ei kattu.

¹ Meetodist täpsemalt: ptk 4 CrimeStat tarkvara dokumentatsioon: <http://www.icpsr.umich.edu/CRIMESTAT/> ja Ebdon, D. 1987. Statistics in geography. 2nd edition. New York, NY Basil Blackwell Ltd. 232 lk.



Joonis 7. Ühe respondendi rahvastikuregistri (RR) järgne kodu, ankurpunktid (k: kodu; t: töö, m: muu) ja tegevusruum vastavalt aktiivsusellipsile.

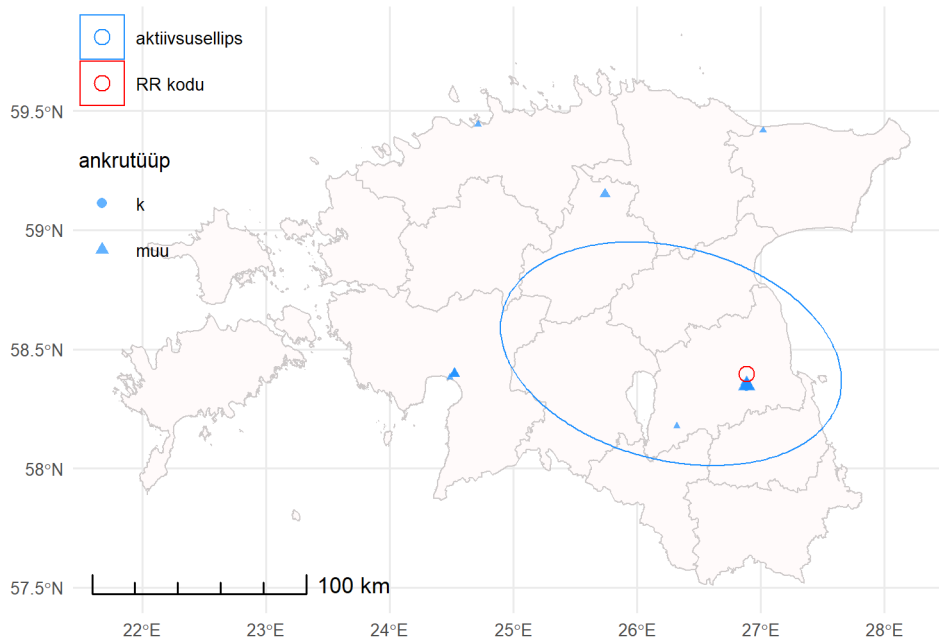
Ka teise näite puhul (Joonis 8) on näha, et tegevusruum ja seda moodustavad ankrud ei kattu rahvastikuregistri aadressiga. Mobiilpositsioneerimise järgne kodu asub Mustvee vallas, aga rahvastikuregistri järgi peaks inimene elama hoopis Hiiumaal.



Joonis 8. Ühe respondendi rahvastikuregistri (RR) järgne kodu, ankurpunktid (k: kodu; m: muu) ja tegevusruum vastavalt aktiivsusellipsile.

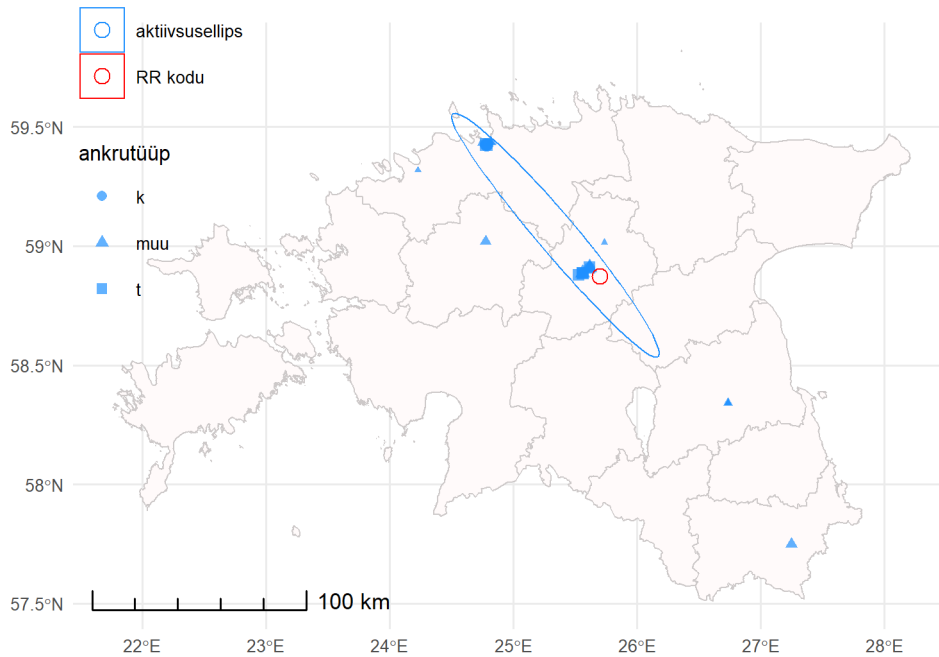
Järgmisel joonisel (Joonis 9) on juhtum, kus rahvastikuregistri ja mobiilpositsioneerimisega leitud elukoht kattuvad. On ka näha, et mujal olulistel kohtadel viibitud aeg venitab ellipsi väga laiaks, samas kui enamus muid ankurpunkte jääb 1 standardhälbe ellipsi piiridest välja. Ka suurema ellipsi (2 või 3

standardhälvet) kasutamine ei annaks midagi juurde, sest need hakkaks katma juba tervet Eestit ning suuremaidki alasid.



Joonis 9. Ühe respondendi rahvastikuregistri (RR) järgne kodu, ankurpunktid (k: kodu; m: muu) ja tegevusruum vastavalt aktiivsusellipsile.

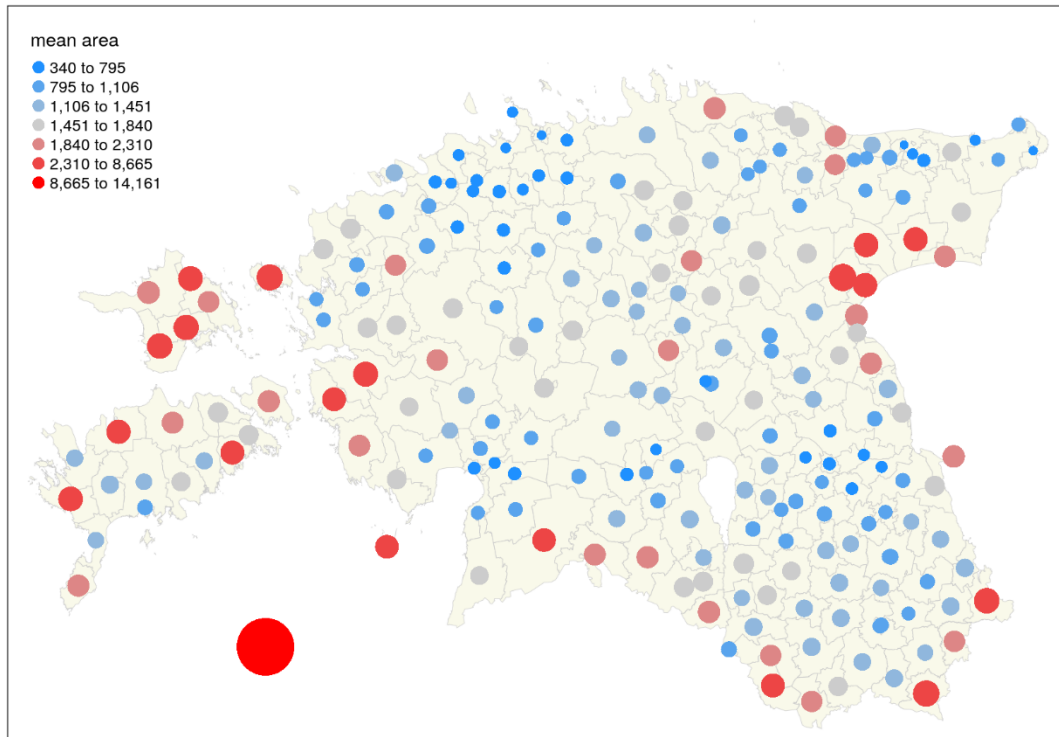
Joonis 10 puhul on samuti tegemist olukorraga, kus rahvastikuregistri ja mobiilpositsioneerimisega leitud elukoht langevad kokku. Tegemist on isikuga, kelle elukohta rahvastikuregistri järgi asub Paide linnas. Samasse kohta langeb ka tema mobiilipõhine elukoht ja ka mitmed muud olulised ankrud. Lisaks näeme, et ilmselt on tegemist pendelrändajaga, kelle märkimisväärne osa olulistest ankrutest asub Tallinna linnas. Ka ellips on pendelrändajale iseloomulikult välja venitatud ning selgelt kahefookuseline.



Joonis 10. Ühe respondendi rahvastikuregistri (RR) järgne kodu, ankurpunktid (k: kodu; t: töö; m: muu) ja tegevusruum vastavalt aktiivsusellipsile.

Eelnevalt esitatud nelja näite põhjal võib ilmselt kinnitada juba eespool tõstatatud kahtlusi selle levinud meetodi kasutatavuses püsiva elukoha andmete täpsustamisel. Kui juba mobiilpositsioneerimine ise pole väga täpne (ideaalis taotletava maja täpsusega asukoha määramise asemel mobiilimasti leviala), siis standardhälbe ellipsi abil leitud tegevusruum muudab pildi veelgi abstraktsemaks ja ebatäpsemaks.

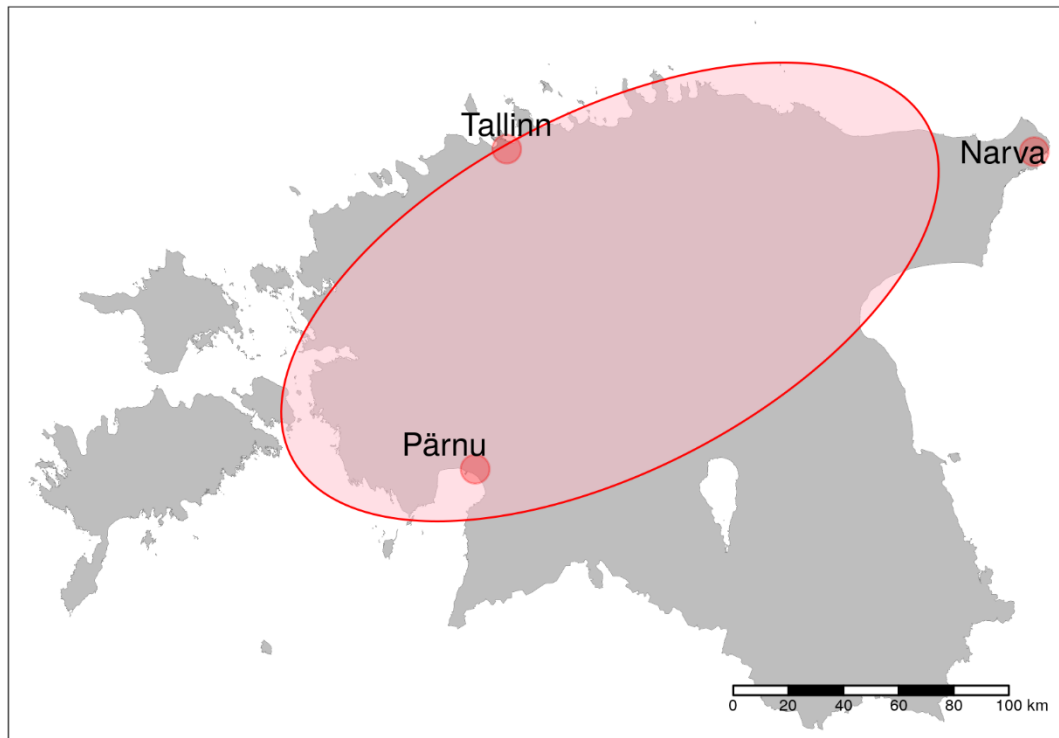
Samas tuleb rõhutada, et ellipsite kasutamisest võib olla väga suurt kasu inimeste ajalis-ruumise käitumise analüüsidest ning sellega seonduva statistika tootmisel. Nii näiteks võib tegevusruumi põhise lähenemise abil märgatavalt detailsemat infot koguda kui eesmärgiks pole välja selgitada inimese kõige tähtsam püsiv elukoht vaid ka tema töökoht, teine kodu jm olulised regulaarselt külastatavad kohad. Lisaks kohapõhisele statistikale võimaldaks tegevusruumipõhine lähenemine paremini hinnata ka indiviidide transpordikäitumist ning vajadusi.



Joonis 11. Ankrute põhjal arvatud tegevusellipsi keskmine suurus elukoha suhtes.

Tegevusruumi kirjeldamine puhvrite ja mastide teeninduspiirkondade abil

Kuigi ellipsite kasutamisel on suur hulk eeliseid, kaasneb nendega ka hulk rakendatavuse kitsaskohti. Kui ellipsite kasuks räägib nende arvutamise lihtsus ja kvantifitseeritavus (tegevusruumi pindala), siis teisest küljest on tegemist väga abstraktse meetodiga, mis just suurema tegevusruumiga inimese puhul annab tulemuseks ülelihtsustatud ja -hinnatud tegevusruumi. Võime näiteks ette kujutada inimest, kes elab küll Tallinnas, aga käib regulaarselt ka Pärnus ja Narvas, seejuures ei liigu ta kunagi Narvast Pärnusse otse, vaid Tallinna kaudu. Sellisel juhul on arvatud tegevusruumi ellips väga suur ning ulatub kaugele väljapoole tegelikult külastatud kohti, näiteks jääb sinna sisse ka Kesk-Eesti, kus tegelikult inimene pole kordagi viibinud. Eeltoodud näite illustreerimiseks on koostatud (Joonis 12), kus 1 standardhälbe põhjal konstrueeritud tegevusruum on koostatud selliselt, et isik on viibinud 1 kuu jooksul Tallinnas 20 päeval, Narvas 10 ja Pärnus 15 päeval. Lisaks faktile, et ellips võib katta väga suurt territooriumi, kus individid tegelikult pole kordagi viibinud, on näha, et olulised kohad võivad ellipsi piiridest ka välja jääda (antud näites Narva linn).



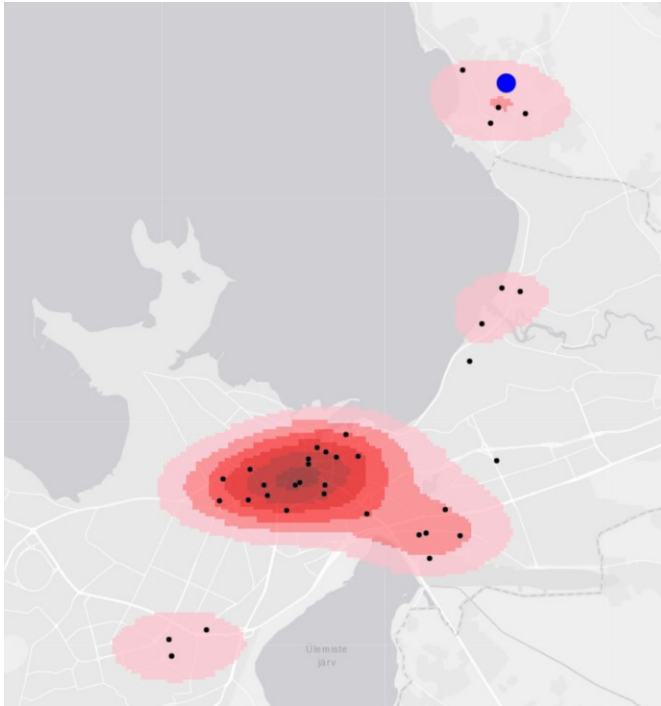
Joonis 12. Fiktiivne tegevusruum standardhälbe (1) ellipsina.

Ellipsite kasutamise kaasnep teisi probleeme. Nimelt on iga ellipsi konstrueerimise eelduseks, et selleks kasutatakse vähemalt 3 erinevat asukohapunkti ehk antud juhul ankruid. Kui neid on vähem, siis ellipsit konstrueerida ei saa. Käesolevas näites, kus analüüsiti ühe mobiilioperaatori kliendibaasi ühe kuu vältel, tähendab see, et 25% inimestest ei saa ellipsipõhist tegevusruumi konstrueerida. Tegemist on olulise puudusega, kuna eespool tutvustatud kujul ei saa meetodit rakendada kogu populatsiooni suhtes ning $\frac{1}{4}$ populatsioonist jääks tegevusruumid kirjeldamata.

Tegevusruumi kirjeldamise muud meetodid

Lisaks ellipsite rakendamisele on inimeste tegevusruumi võimalik kirjeldada mitmel muul moel. Võime näiteks arvutada punktide paiknemise ruumilist tihedust (nt *Kernel Density (KDE)* meetod). Selleks luuakse sobiva resolutsiooniga (võrgusilmaga raster), mille iga piksli kohta arvutatakse punktide tihedus². Meetod on tundlik rakendatavate parameetrite osas, mille väärtused peavad olema meetoodiliselt põhjendatud, et vältida „võimalikult ilusa“ pildi loomise soovi. See meetod on sobilik oluliste (kõrge punktihedusega) kohtade tuvastamiseks, kui asukoha punkte on palju. Käesolevas analüüsis on ankurpunktide arv aga valdava osa inimeste jaoks liiga väike, et *KDE* mõistlikke tulemusi annaks. Lisatud kaardil (Joonis 13) on esitatud ühe juhuslikult valitud indiviidi ankurpunktide tihedus *KDE* meetodil. Näeme, et meetod on tundlik mitte niivõrd konkreetse ankurpunkti kaalule (päevade hulk selles ankurpunktis) vaid ümbritsevate ankurpunktide tihedusele ning näiteks elukoha, mis eeldatavasti on enim viibitud koht, tuvastamiseks ei sobi.

² <https://cran.r-project.org/web/packages/SpatialKDE/vignettes/SpatialKDE.html>



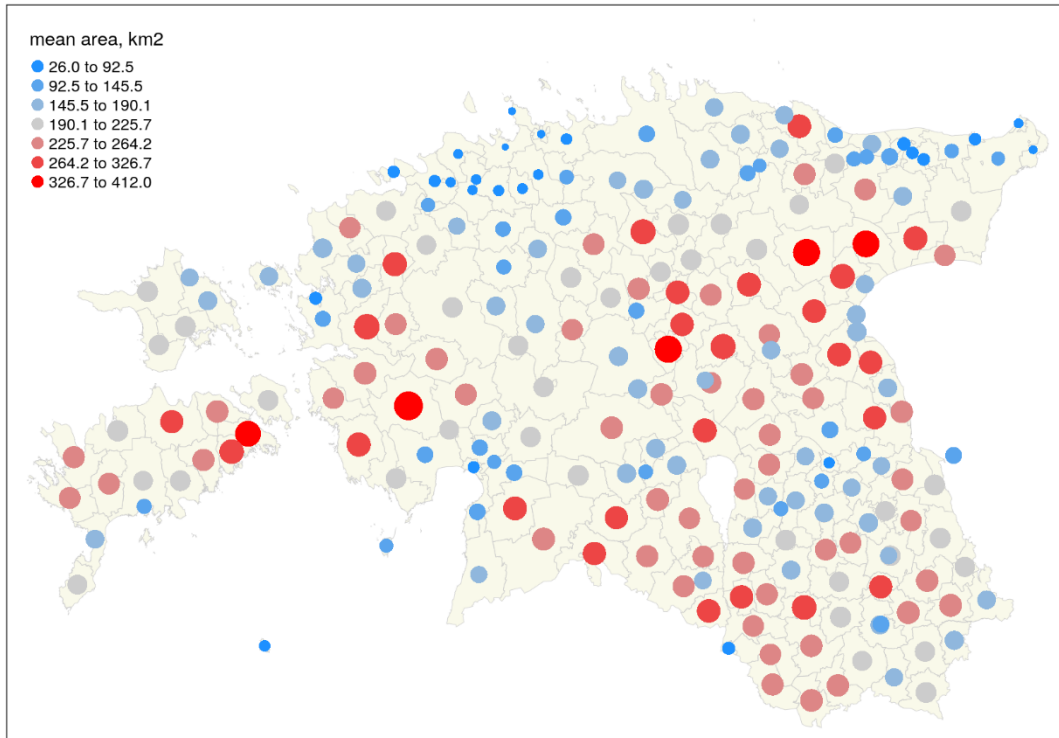
Joonis 13. Kernal Density (KDE) meetodil arvatatud ankurpunktide ($n = 38$) tihedus ühe indiviidi kohta.

Ühe võimalusena võib kasutada tegevusruumi iseloomustamiseks ka kohtade ning teekondade puhvrid. See meetod tundub hea alternatiivina olukorras, kus asukohapunkte (ankurpunkte) on alla kolme ning ellipsit ei saa konstrueerida. Sellisel juhul konstrueeritakse tegevusruum nii, et kaks ankurpunkti ühendatakse joonega, mille ümber luuakse määratud ulatusega puhverpolügon. Taoliselt loodud tegevusruum annab võimaluse seda võrrelda ellipsitega, kuna mõlemal juhul saab arvutada tegevusruumi ulatust kirjeldavat pindala. Samas tuleb sellega olla väga ettevaatlik, kuna põhimõtteliselt erinevad meetodid võivad tekitada olukorra, kus eri meetodil arvutad tegevusruumid on erinevad meetodi pärast mitte aga tegelikkuses. Lisaks on ka puhvrite meetodi puhul veel mitmeid kitsaskohti. Esimese küsimusena on vaja lahendada puhvri suuruse küsimus. Teisena peab otsustama, kas kohti ühendatakse linnulennulise sirgena või arvestatakse tegelikku/potentsiaalset teekonda?

Puhvrite kasutamine oleks ilmselt kõige loogilisem olukorras, kus indiviidil on 1–2 ankurpunkti. Suurema arvu ankurpunktide korral on võimalik kasutada näiteks miinimumkoonduvuse polügone (*minimum convex hull*). Kui ankurpunkte on rohkem kui 2, võivad tekkida samasugused probleemid kui ellipsite korral, kus tegevusruum on liiga abstraktne ning tegelikult külastatud kohti osaliselt üle- ja samas ka alahindav. Erinevuseks on vaid see, et kui ellipsite puhul on võimalik tegevusruumi kirjeldamiseks arvutada lisaks pindalale näiteks ka telgede suhet (ellipsi väljavenitatus) ja asimuti, siis puhvri puhul on kirjeldavaks parameetriks vaid pindala. Seetõttu on puhvrid kui tegevusruumide kirjeldajad käesolevast analüüsis kõrvale jäetud.

Mobiilimastide teeninduspiirkonnad tegevusruumi kirjeldajatena

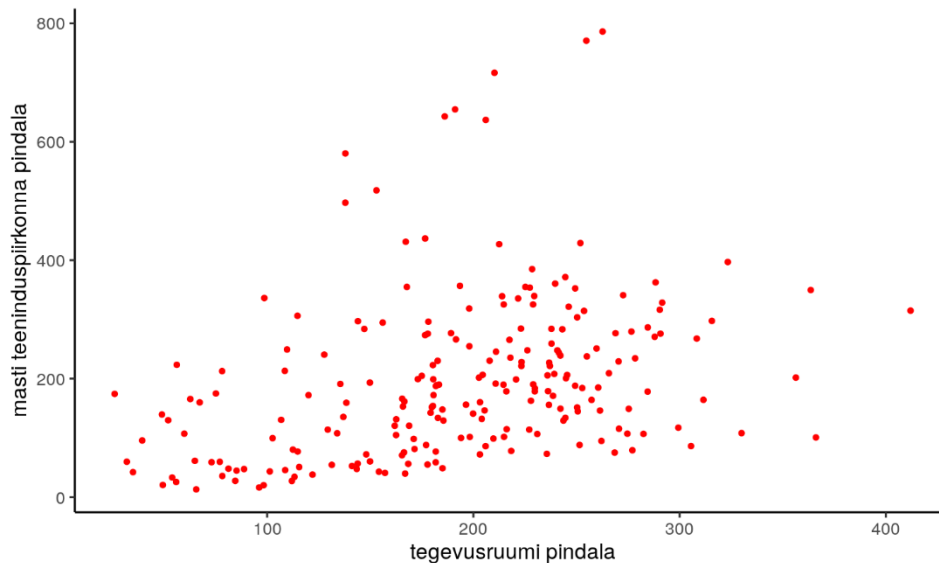
Lisaks eeltoodule võib tegevusruumi karakteristikuna kasutada mobiilimastide teeninduspiirkonduid. Sellisel juhul on tegevusruumi suurus iseloomustatud kui kõigi ankrumastide teeninduspiirkondade pindalade summa.



Joonis 14. Inimeste keskmine tegevusruumi pindala mobiilimastide teeninduspiirkondade summana nende elukoha ankurpunkti suhtes.

Jooniselt (Joonis 14) on näha, et mobiilimastide levialade põhjal arvutaud tegevusruumide keskmine suurus on Eesti lõikes varieeruv. Torkab silma, et selliselt arvutatud tegevusruum on suurem perifeersematel aladel. Näiteks Tallinnas on sellisel meetodil arvutatud tegevusruumi suurus 26 km², samas kui Tudulinna (praegu Alutaguse valla koosseisus) on see 356 km² (13,7 korda suurem). Kindlasti ei saa seda tegevusruumi suuruste erinevusest päris üks-üheselt tõlgendada, et inimeste liikuvus on nii palju erinev. Arvestada tuleb kasvõi juba sellega, et tiheastustusala teede ja tänavate võrk on võrreldes perifeersete küladega palju tihedam, kus tegevusruum sisaldab suuresti loodusmaastikke, kuhu inimesed tegelikkuses väga harva satuvad.

Lisaks tuleks kontrollida, kas seda tegevusruumide suuruse erinevuse ruumilist mustrit ei tekita asjaolu, et maapiirkonna mastide teeninduspiirkonnad on palju suuremad. Selle võimaliku mõju tuvastamiseks arvutati lisaks tegevusruumi keskmistele suurustele ka iga endise omavalitsuse jaoks keskmine masti teeninduspiirkonna suurus. Nagu jooniselt (Joonis 15) näha on tegemist nõrga seosega: suurema teeninduspiirkonnaga mastide aladel on ka tegevusruum mõnevõrra suurem (Spearman rho = 0,43; Pearson r = 0,34). Samas ei ole võimalik öelda, kas tegemist on mastide paiknemise mustrist tingitud artefaktiga või on tegemist tegelikkuses eksisteeriva mustriga. Arvestades Joonis 15 seose nõrkust on tegemist ilmselt mõlema komponendi nõrga mõju ilmnemisega.



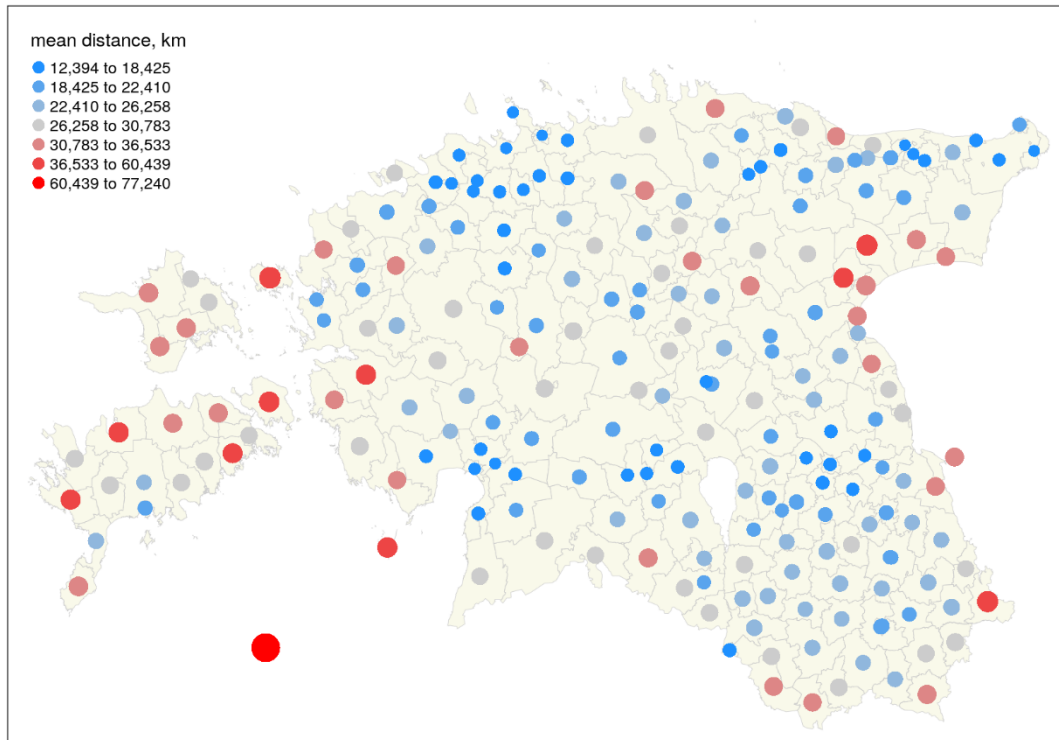
Joonis 15. Masti teeninduspiirkonna suuruse seos mastide teeninduspiirkondade summana arvatud tegevusruumi pindaladega.

Kui esmapilgul võib tunduda, et mastide teeninduspiirkondade summaarse pindalana arvatud tegevusruumi suurus on ellipsite meetodist igas aspektis parem ja elimineerib ellipsi meetodi abstraktsuse, üle- ja alahinnangu ning on lihtsamini ja arusaadavamalt rakendatav, siis on sellelgi meetodil mitmeid miinuseid. Ühe probleemsemana võiks nimetada asjaolu, et meetod ei arvesta ankurpunktide vahelist kaugust. Inimesel võivad olla ankurpunkid nii Tallinnas kui ka Tartus, kuid seda, et ühest linnast teise tuleb ka liikuda, meetod ei arvesta.

Tegelikult on see isegi laiem küsimus: kas ja kuidas tuleks tegevusruumi hulka arvestada tähenduslike kohtade vahelist liikumist. Ühest tegevuskohast teise liikumist võib käsitleda möödapääsmatu vajadusena, mida dikteerib ühelt poolt sihtkoha tegevuse kestus ja olulisus ning teisalt aja-, raha- ja mugavuse ressursid: selleks, et minna teatud kaugusele mingit tegevust sooritama, peab selle tegevuse aeg ja hüve kaaluma üles liikumise kulu, riskid ja ebamugavuse. Sellisel juhul liikumine ühest kohast teise polekski rohkem kui vaid ajakulu. Sellise lähenemise põhjal võime kujutada ette näiteks pimedas sõitvat rongi, kus sõitva rongi geograafiline asukoht meid ei mõjuta ning näha pole ka mitte midagi. See on lihtsalt kulu, mis tuleb ära kannatada. Samas on liikuvusel ka suur keskkonnamõju jpm mõjusid. Nii et transpordiplaneerimise seisukohast on tegemist peamise uurimisküsimusega: kuidas, kui palju ja kus inimesed liiguvad? Eeltoodud tegevusruumide määramise meetodid käsitlevadki tegevusruumi eelkõige kui maa-ala, milles uuritav oma tegevusi sooritab ja paikneb. Liikuvusele suurt tähelepanu ei pöörata: tegevusruum nõ potentsiaalne ala, kuhu uuritav teatud ajaressurssi korral võib jõuda ning kus ta regulaarselt teatud kohti külastab ja neis pikemalt viibib. Vaja oleks aga meetodikasse kaasata rohkem ka neid parameetreid, mis peegeldaksid ka tegelikke liikumismahte.

Selle probleemi ületamise üks võimalus liikuvuse arvestamiseks on näiteks ankurpunktide omavahelise kauguse summa, keskmise vm parameetri kasutamine. See tähendab, et tegevusruumi peamiseks mõõduks peale geograafiliste asukohtade kujunebki vahemaa, mida tuleb katta, et jõuda ühest kohast teise. Seejuures võib see vahemaa olla abstraktne linnulennuline joon kahe tegevuskoha vahel või siis arvestatakse tegelikku või tõenäosuslikku liikumistrajektoori. Inimese tegevusruumi suuruseks kirjeldavaks parameetriks võib sellisel juhul olla kõigi ankurpunktide omavaheliste kauguste summa, keskmine, mediaan maksimum või midagi muut taolist. Käesoleva analüüsi raames andis esmapilgul kõige loogilisemaid tulemusi iga indiviidi kohta arvatud tema kõigi ankurpunktide

keskmise kaugus. Et seda kvantifitseerida terve Eesti ulatuses arvatati selliselt inimeste tegevusruumi suurus kodukoha suhtes selle piirkonna inimeste keskmisena.



Joonis 16. Kodu suhtes arvatud tegevusruumi ulatus keskmise ankurpunktide vahelise distantsina.

Näeme, et Joonis 16 on väga sarnane ellipsite keskmise suuruse kaardiga (Joonis 11). Samas on distantsina esitatud variant lihtsamini aru saadav ja sisulisem: kaugus 10 km on oluliselt selgemini adutav, kui tegevusruumi pindala 100 km². Kui vaatame taas Tallinna ja Tudulinna näidet, siis inimestel, kes elavad Tallinnas on ankurpunktid üksteisest keskmiselt 13,6 km kaugusel ning Tudulinna puhul on vastav näitaja 41,3 km (erinevus 3,04 korda; ellipsi pindalade puhul oli vastav näitaja 13,7). Ka siin ei tohi unustada, et meetod ei peegelda tegelikku liikumist ankurpunktide vahel: distants ei kajasta, kas pendeldatakse näiteks igapäevaselt või ainult nädalavahetustel.

Täna valdava paradigma kohaselt tekib ilmselt iga eeltoodud meetodiga küsimus, et millise konkreetse kohaga tegevusruumi siduma peaks? Käesolevas analüüsis on kõik tegevusruumi parameetrid arvatud indiviidi koduankurpunkti suhtes. Tänapäevaste põhimõtete järgi koostatava ametliku statistika jaoks on vaja iga inimese kohta teada tähendusliku koha konkreetset aadressi. Aga kui oletame, et paljudel juhtudel on piisavaks asustusüksuse tase, siis kaasates analüüsi protsessi ka kontekstandmestikke (maakasutus, ehitisregister jmt), mille abil modelleerimine ja registritest saadavad elumärgid võimaldaks nii inimeste elukohti kui ka muid regulaarselt külastatavaid kohti mobiilpositsioneerimise abil tuvastada väga kõrge kvaliteediga.

Kasutatud kirjandus

Golledge, R. G. and Stimon, R. J. (1997) *Spatial Behavior: A Geographical Perspective*. New York: The Guilford Press.

Hägerstrand, T. (1970) 'What about people in Regional Science?', *Pap Reg Sci Assoc*, 24, pp. 6–21.

Järv, O., Ahas, R. and Witlox, F. (2014) 'Understanding monthly variability in human activity spaces: A twelve-month study using mobile phone call detail records', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 38, pp. 122–135. doi: 10.1016/j.trc.2013.11.003.

Kim, H. M. and Kwan, M. P. (2003) 'Space-time accessibility measures: A geocomputational algorithm with a focus on the feasible opportunity set and possible activity duration', *Journal of Geographical Systems*, 5(1), pp. 71–91. doi: 10.1007/s101090300104.

Newsome, T. H., Walcott, W. A. and Smith, P. D. (1998) *Urban activity spaces: Illustrations and application of a conceptual model for integrating the time and space dimensions*.

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

Ricciato, F. and Lanzieri, G. (2019) *Towards a methodological framework for estimating present population density from mobile network operator data*. Available at: https://ec.europa.eu/eurostat/cros/content/towards-methodological-framework-estimating-present-population-density-mobile-network-operator-data_en.