

Tartu valla liikuvuse analüüs mobiilpositsioneerimise andmete baasil

Analüüsi aruanne

Tellijä: OÜ Hendrikson & KO

Täitja: OÜ Positium

Sisukord

1	Sissejuhatus.....	4
1.1	Töö eesmärk.....	4
2	Metoodika.....	4
2.1	Üldist.....	4
2.2	Passiivne mobiilpositsioneerimine.....	5
3	Analüüsi tulemused.....	10
3.1	Elukohad, tööaja tegevuskohad ja muud sihtkohad.....	10
3.2	Välised ühendused.....	15
3.3	Elanike liikumismustrid.....	22
Lisa 1.	Kaardid.....	24

Versioon: 24.05.2019

Koostajad: Helen Loode kvaliteedikontroll
Sander Pukk MPD arvutused, kaardid
Marek Rannala projektijuhtimine, aruanne
Egle Rüütli MPD arvutused, kaardid

Kasutatud lühendid

CDR – *Call Detail Records*, mobiiltoimingute logi

GDPR – *General Data Protection Regulation*, isikuandmete kaitse üldmäärus

GPS – *Global Positioning System*, satelliitnavigatsiooni süsteem

IoT – *Internet of Things*, interneti kaudu seotud asjade võrk

MPD – *Mobile Positioning Data*, mobiilpositsioneerimise andmestik

OD-matriks – *origin-destination matrix*, käikude ja sõitude lähte- ja sihtkohad esitatuna matrikskujul

1 Sissejuhatus

Käesolev töö annab ülevaate inimeste paiknemisest ja liikuvusest Tartu valla territooriumil ja seoses Tartu vallaga. Töö eesmärk on anda sisend Tartu valla üldplaneeringu koostamiseks. Töö põhineb täielikult ja ainult passiivsel mobiilpositsioneerimisel (MPD), mille sisu ja eripärad on selgitatud metoodika peatükis.

1.1 Töö eesmärk

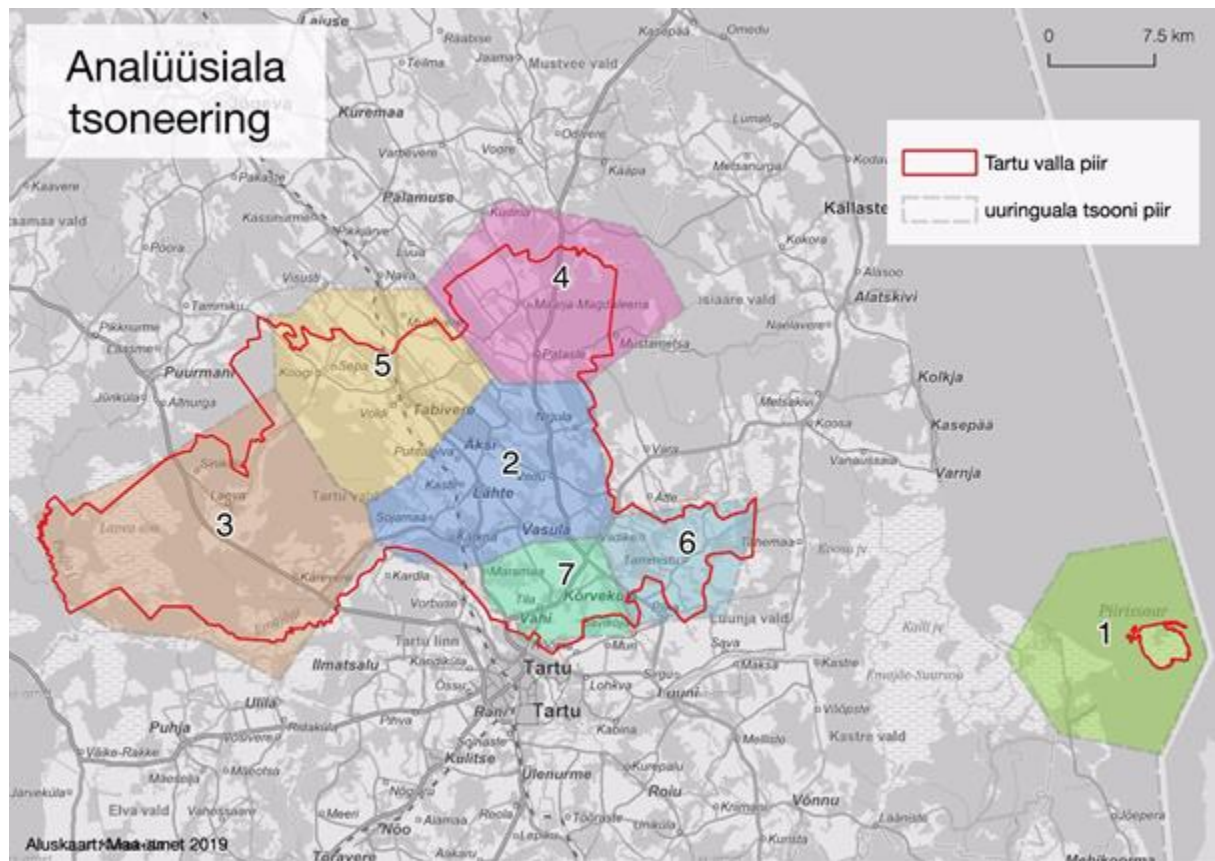
Töö eesmärk on anda ülevaade analüüsitava territooriumi liikuvuse erinevatest aspektidest (väljavõtte lähteülesandest):

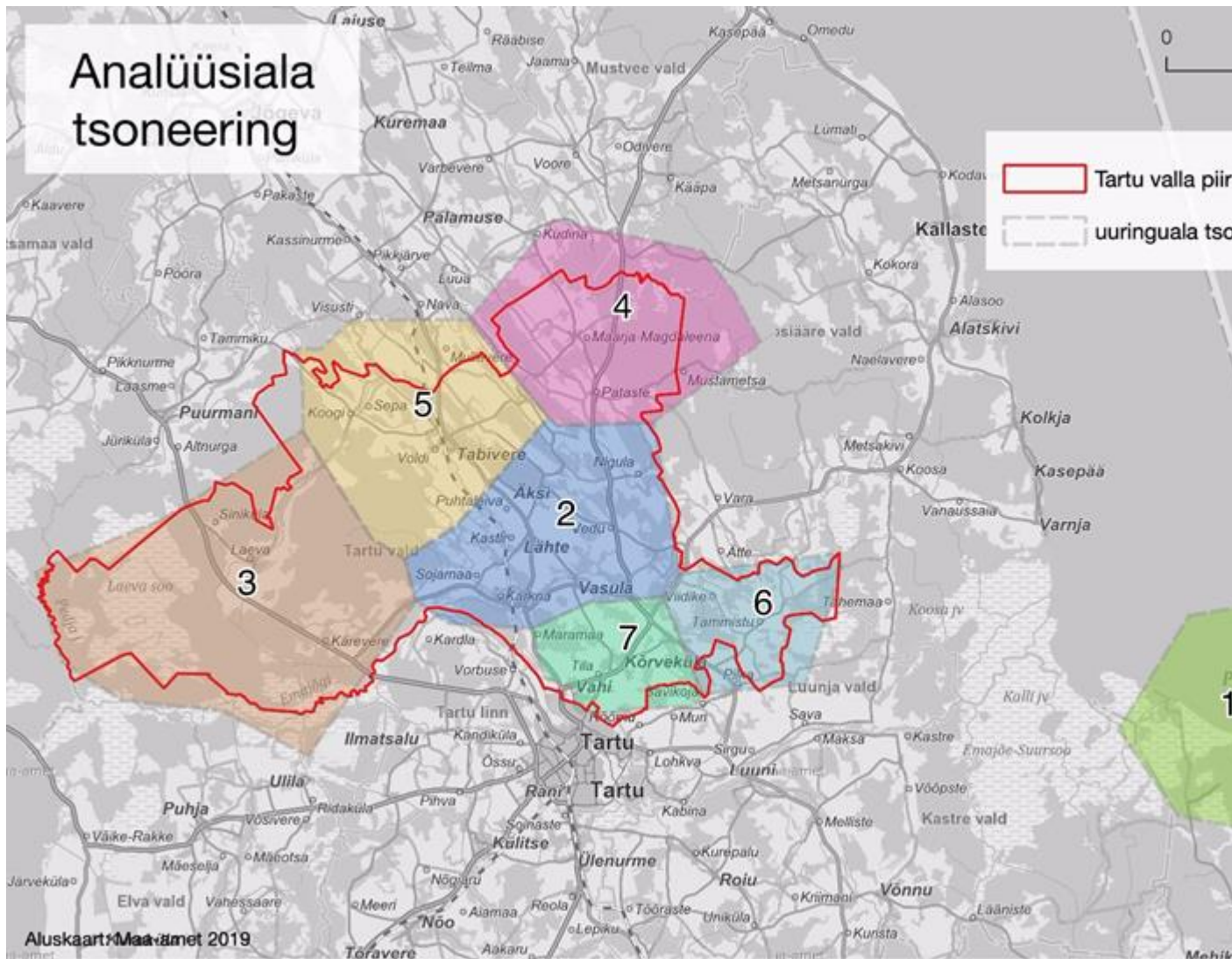
- Elukohtade, tööaja kohtade ja muude sihtkohtade paiknemine valla territooriumil kuukeskmistena 2013. ja 2017. aasta juulis ja oktoobris. Selle analüüsi tulemusena saab ülevaate nii aastakeskmisest (oktoober) kui ka suvisest olukorrast. Olulisemad asukohad esitatakse lähte- ja sihtkohtade paaridena.
- Analüüsiala välisühendused. Välisühenduste teave on oluline mõlemas suunas: mis on ala elanike olulisemad sihtkohad väljaspool analüüsiala ning kust tulevad juhuslikud külastajad, möödujad, alal töötavad inimesed; milline on välituristide maht, millistest riikidest nad tulevad ja kus piirkondades viibivad.
- Elanike liikumismustrid. Inimeste liikumine on erinev: on paiksed inimesed, kes lahkuvad oma elukohast harva (põllumajandusega tegelevad inimesed, muud kodus töötajad, pensionärid); on lähipiirkonnas liikujad; on regulaarsed suurematesse tõmbekeskustesse liikujad (nt Tartu linnas tööle käivad inimesed); on tihti üle Eesti liikuvad inimesed. Nende inimeste osakaalude teadmine iga piirkonna kohta võimaldab paremini mõista inimeste erinevaid vajadusi eri piirkondades.

2 Metoodika

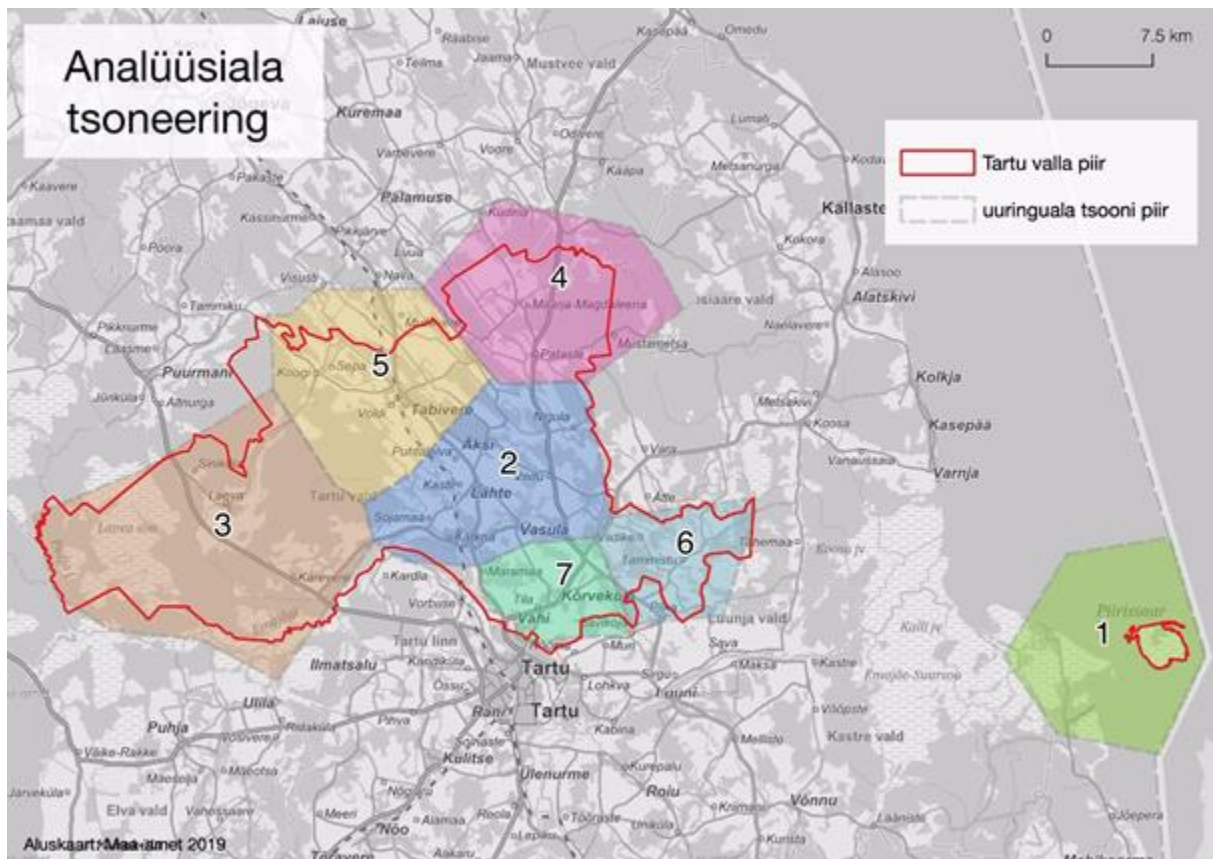
2.1 Üldist

Käesolevas töö uuringuala tsoneering põhineb mobiilside tugijaamade levialadel. Tsoneering on esitatud





Joonis 5.



Joonis 1. Analüüsiala tsoneering.

2.2 Passiivne mobiilpositsioneerimine

Käesolev liikuvuse analüüs põhineb passiivse mobiilpositsioneerimise andmetel.

Üldiselt passiivsest mobiilpositsioneerimisest

Passiivne mobiilpositsioneerimine on meetodika, mille puhul kasutatakse operatori poolt kogutavaid anonüümide mobiilikasutajate toimingute andmeid elanike aegruumiliste käitumismustrite uurimiseks. Andmed koosnevad toimingute (kõned ja sõnumid) asukohtadest mobiilsidemasti leviala täpsusega. Andmebaasis on fikseeritud kõne- ja sõnumitoimingud, toimingu sooritaja ID-na kasutatav pseudonüüm ja mobiilsidemasti ID. Igale mobiiloperaatori kliendile on omistatud juhuslik ja pseudonüümne ajas muutumatu identifikaator, mida pole võimalik seostada konkreetse inimese või telefoninumbri. Andmetes sisalduvad kõigi operatori klientide andmed – see on võimalik tänu klientide privaatsuse mitmetasandilisele tagamisele. Passiivse mobiilpositsioneerimise meetodil saadud andmete kogumise, hoidmise ja töötlemise protsess on Positiumis korraldatud vastavalt määruse EL 2016/679 (GDPR) juhiste, et teha omalt poolt kõik võimalik kooskõla tagamiseks regulatsiooniga.

Ankrupunkti mudel. Igale andmestikus olevale anonüümse mobiilikasutaja kohta arvutatakse nende elukoha ankrupunktid, tööaja tegevuskoha ankrupunktid ja sekundaarsed ankrupunktid ehk olulised kohad tema tegevusruumis. Ankrupunktid tähendavad MPD kontekstis mobiilside masti levialasid, mitte täpseid

geograafilisi asukohti. Mudelit kirjeldatakse lähemalt artiklis: 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. Ankrupunkti meetoodika aluseks on eeldus, et kohad, kus inimesed korduvalt viibivad, omavad nende jaoks tähendust. Olulisemates kohtades (elukoht, kool, töökoht jne) veedetakse aega rohkem ja regulaarsemalt. Meetoodikas lähtutakse ka sellest, et on olemas seos inimese kõnetoimingute arvu ja toimingu kohas viibimise aja vahel. Neid kahte lähtekohta aluseks võttes on ankrupunktide mudelis eeldatud, et igapäevastes ankrupunktides tehakse kõige rohkem ja juhuslikes kohtades kõige vähem mobiiltoiminguid.

Elukohaks loetakse tsooni, kus viibitakse õhtusel, hommikul ja öisel ajal. Tööaja tegevuskoht on tsoon, kus viibitakse tööpäeval päeval ajal. Viimane ei pruugi olla töökoht, vaid võib olla ka näiteks õppeasutus või mõni muu asukoht väljaspool elukohta, kus argipäeval regulaarselt viibitakse. Tööaja tegevuskoha ja elukoha ankrupunktid eristatakse üksteisest vastavalt neis viibitud ajale ja nendes teostatud kõnede kellaegade standardhälbele. Elukoha ja tööaja tegevuskoha ankrupunkte võib olla mitu, lisaks sisaldab meetoodika ka elukoha-tööaja tegevuskoha ankrupunkte. Elukoha-tööaja tegevuskoha ankrupunkti eristatakse olukorras, kus tööaja tegevuskoha ankrupunkt asub samas levialas elukoha ankrupunktiga. Kuna ruumiline täpsus piirdub mobiilsidemasti levialaga, ei ole võimalik tuvastada, kas elukoht ja tööaja tegevuskoht on samas asukohas või jäävad lihtsalt sama mobiilside leviala sisse. Muu tegevuskoha ankrupunktideks loetakse inimese tegevusruumi kõik teised olulised kohad, mis ei kuulu kahe eespool nimetatud hulka. Näiteks pood, söbra elukoht, meelelahutusasutus, suvila või mõni muu teatava regulaarsusega külastatav asukoht.

Positiumi ankrupunkti meetoodika kohaselt arvutatakse nii lühiajalisi kui pikaajalisi elukoha ankrupunkte. Libiseva aasta andmete põhjal arvutatavad pikaajalised ankrupunktid võimaldavad leida suure usaldusväärsusega ankrupunktid ka juhul, kui käitumismustrites on palju ajutisi muutusi, näiteks tihti elukohast eemalviibimine; kui päevane tegevus on liikuva iseloomuga ja kõige olulisema asukoha kordus tuleb välja alles pikaajaliste andmete põhjal; kui isik teostab vähe mobiiltoiminguid, jne. Lühiajalised ankrupunktid (tavaliselt ühe kuu pikkused) võimaldavad analüüsida konkreetseid lühikesi perioode, võrrelda muutusi eri perioodide järgi (sesoonsus).

Mobiilside levialad. Mobiilsidemastid on jaotatud territooriumil ebaühtlaselt, järgides enamasti rahvastiku paiknemise tihedust ning transpordi infrastruktuuri. Seega on passiivse positsioneerimise täpsus suurem tihedamini asustatud või tihedama teedevõrguga aladel, väiksem aga hõredamalt asustatud aladel.

Mobiilpositsioneerimise meetoodika tugevused on:

- Esinduslik ja juhuslik valim. Enamus iseseisvalt liikuvast rahvastikust on tänapäeval mobiiltelefoni kasutajad ja igapäevane mobiilikasutusest tekkinud logi on ajaliselt ja ruumiliselt tihe. Suurt valimit võimaldab asjaolu, et operaatori klientide privaatsus on tagatud mitmetasandiliselt: andmed pseudonümitakse operaatori poolt, toimingute asukohad on teada ainult leviala täpsusega,

andmeid töödeldakse vastavalt GDPR-juhistele ning analüüsi tulemused esitatakse agregeeritud kujul. Seega, kui andmete esitamist leviala täpsusega võib ühelt poolt lugeda meetoodika nõrkuseks, on see oluline tegur, mis võimaldab tagada privaatsust ning seeläbi suurt ja juhuslikku valimit.

- Suur ajaline ja ruumiline katvus. Andmed on olemas kogu mobiilside leviala kohta katkematus mahus, mis võimaldab analüüsida erineva ulatusega ajalisi rütme ning analüüsida ka mineviku andmeid.
- Kõik liikumisviisid on kaetud. Andmestik sisaldab kõiki mobiilsideoperaatori kliente, sõltumata nende liikumisviisist.
- Ruumilise resolutsiooni poolest on meetoodika sobiv strateegilise tasandi planeerimiseks, kuna resolutsioon on mobiilsidevõrkude ülesehituse tõttu korrelatsioonis rahvastikutihedusega ja võimaldab vaadelda üldistatud tasandi paiknemisi ja liikumisi.
- Vähene sõltuvus teistest andmekogudest. Mobiilpositsioneerimise andmestik sõltub vähe teistest andmestikest ja see võimaldab andmestikku kasutada teiste meetoodikatega leitud liikuvusalaste andmete võrdlemiseks. Muid andmeid on vaja peamiselt mobiilpositsioneerimise meetodil saadud tulemuste laiendamiseks kogu rahvastikule. Ühtlasi tähendab vähene sõltuvus ka vabanemist erinevate andmekogude süstemaatilistest probleemidest, mille tüüpilised näited on aegunud andmed, tegelikust elukohast erinev aadress andmebaasis, üleriigilise organisatsiooni töökohtade registreering organisatsiooni juriidilisel aadressil, jne.
- Kiire andmete hankimise ja analüüsi protsess. Andmeid koguvad mobiiloperaatorid automaatselt klientidega arveldamise eesmärgil ja need on tehnilises mõttes kiirelt kättesaadavad. Analüüsimeetoodika põhineb automaatsetel algoritmidel, mis vajavad suhteliselt vähe lisatööd. Suurandmete omaselt on mobiiliandmete puhul kõige töömahukam andmete kontroll ja puhastamine.
- Kõrge tulemuste usaldusväärsus. Ankrupunktide asukohtade mediaantäpsus jääb erinevate asustusüksuste tasanditel vahemikku 87-100%.

Metoodika esinduslikkus ja usaldusväärsus. Passiivse mobiilpositsioneerimise andmete esinduslikkuse hindamise aluseks on uuringufirma TNS Emor korraldatud üle-eestiline *omnibus*-uuring (valim 2000 inimest), mille käigus selgus, et vastanutest 95,4% omas mobiiltelefoni. Samuti on *omnibus*-uuringu tulemused aluseks mobiiloperaatoritelt saadud andmete üldistamiseks kogu rahvastikule.

Mobiilpositsioneerimise meetoodika usaldusväärsuse hindamine põhineb täpselt (GPS logi abil) positsioneeritud valimi liikumiskäitumise ja -päevikute analüüsil, mille alusel on leitud isikute tegeliku käitumise ja passiivse mobiilpositsioneerimise meetoodika põhjal leitud käitumise kokkulangevus. Uuringu¹ põhjal oli 194 isiku 5361 kalendrikuu täpse positsioneerimise põhjal ankrupunkti täpsus maakonna tasemel

¹ Saluveer, E, Ahas, R (2014). Using Call Detail Records of Mobile Network Operators for Transportation Studies. Mobile Technologies for Activity-Travel Data Collection and Analysis. Advances in Data Mining and Database Management (ADMDM), Information Science Reference. IGI Global.

95% (mediaan 100%), kohaliku omavalitsuse tasemel 86% (mediaan 94%) ja mobiilmasti tsooni tasemel 74% (mediaan 87%).

Mobiilpositsioneerimise meetodika olulisemad aspektid:

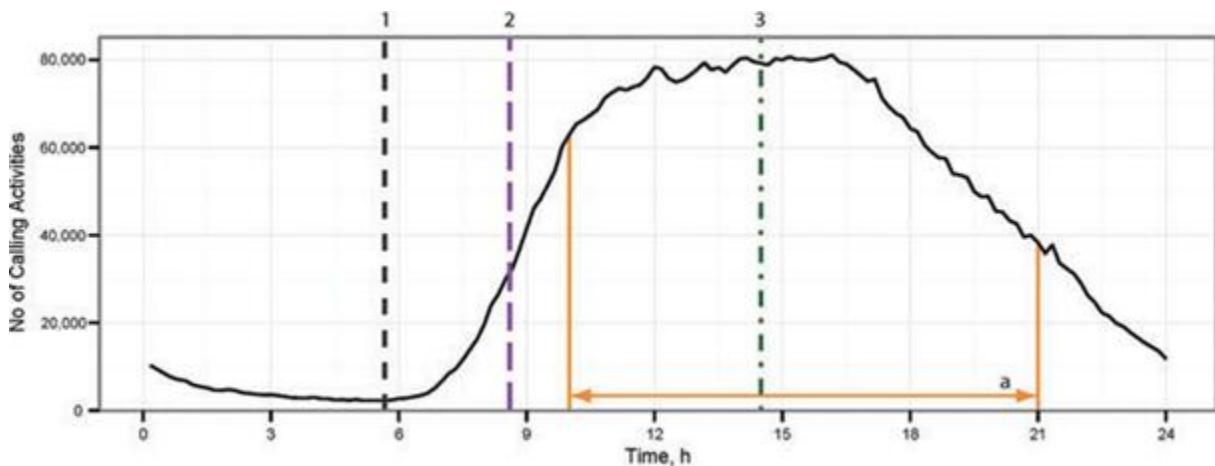
- **Ankrupunktid ja liikumised.** Passiivse mobiilpositsioneerimise meetodil on võimalik uurida liikumisi, kuid ankrupunktide meetodika keskendub liikumiste asemel oluliste tegevuskohtade väljatoomisele. Seega on kõik käesolevas töös leitud liikumised loogiline tulemus tiheda külastatavusega ankrupunktide vahelisest liikumisvajadusest, mis sisaldab kõiki liikumisviise summeerituna. Liikumisi esitatakse lähte- ja sihtkohtade (*origin-destination, OD*) paaridena. Passiivse mobiilpositsioneerimisega on teistes uuringutes leitud ka kõrge korrelatsioon uuritavat maanteed läbivate inimeste ja autode hulga vahel.^{2,3}
- Elukoha ankrupunktide ja tööaja tegevuskoha ankrupunktide osatähtsus kõigi ankrupunktide hulgas. Ankrupunktide ja nende vaheliste liikumiste olulisus tuleneb ankrupunktide esinemissagedusest. Mobiilpositsioneerimise andmetel viibib enamik inimesi kõige sagedamini ja regulaarsemalt eespool nimetatud tüüpi ankrupunktides. See tähendab, et ka liikumised nende punktide vahel on kõige tihedamad ja regulaarsemad.
- Analüüsi tzoneeringu maksimaalne ruumiline tihedus vastab ühe mobiilsidemasti levialale. Analüüsi tzoneeringut on võimalik tihendada, aga sel juhul on saavutatav suurem tihedus tinglik ja põhineb oletustel, mitte täpsematel andmetel. Eriti oluline on see OD-matriksi kontekstis, kus ühe tsooni jagamisel mitmeks väiksemaks saavad uued liikumisvektorid uuringuala teistesse tsoonidesse tekkida ainult oletuslikult.
- Võrdlemine teiste andmetega. Mobiilpositsioneerimise tulemusi saab kõrvutada teiste ruumiliste uuringute ja analüüside andmetega, millel on mobiilpositsioneerimise tzoneeringust erinev tzoneering. Tihedama tzoneeringuga andmed tasub sel juhul taandada mobiilpositsioneerimise tzoneeringule, mitte vastupidi.
- Mobiilikasutajate hulga laiendamine kogu rahvastikule. Reeglina kasutatakse mobiilikasutajate hulga laiendamiseks rahvastikule penetratsioonimudelit, mis põhineb üldisel mobiilikasutusel, mobiilioperaatori turuosal ja rahvastikustatistikal.
- "Mastiviskamiseks" nimetatakse olukorda, kus mobiilikasutaja viibib samas ruumilises punktis, kuid telefon vaheldumisi ühendatud erinevate mobiilsidemastidega. Sellise tavapärase olukorra tuvastamiseks ja käsitlemiseks on kasutusel algoritmid.
- Mobiilsidet kasutavad seadmed, interneti kaudu seotud asjade võrk (IoT). Seadmetel on spetsiifiline andmekasutus või spetsiifiline kõnekasutus ja lisaks sisaldavad mobiilside operaatorite käest saadavad andmed ka infot mobiilse seadme tüübi kohta. Enamik IoT-seadmeid kasutab 4G

² Järv, O., et. al. Mobile Phones in a Traffic Flow: A Geographical Perspective to Evening Rush Hour Traffic Analysis Using Call Detail Records. Plos One, Volume 7, Issue 11 (2012)

³ Järv O, Saluveer E, Ahas R (2007) Analysis of traffic distribution and frequencies in Kose- Võõbu and Võõbu-Mäo units of E263 Tallinn-Tartu-Luhamaa highway (E263 Tallinna- Tartu-Luhamaa maantee Kose-Võõbu ja Võõbu-Mäo lõikude liiklusuuring mobiilpositsioneerimise abil). Tartu: Positium LBS.

ühendust, milles teostatud toiminguid me käesolevas töös osaliselt ka sel põhjusel ei kasutanud. Näiteks 2016. aasta oktoobrikuu IoT-seadmete arv kahe Eesti mobiiloperaatori andmetes oli vastavalt 8,2% ja 3,3% mobiililepingutest.

Mobiilikasutuse põhjal leitud tegevusajad. Käesolevas analüüsis on tööaja tegevuskoha ankrupunktide leidmiseks tööajaks loetud vahemikku kell 7.00-17.00, elukoha ankrupunktide leidmiseks vaadeldi vahemiku kell 17.00-07.00. Muude tegevuskohtade vaba aja ankrupunktide arvutusel ei ole ajalisi piiranguid. Näidet mobiilikasutuse aktiivsuse kõvera põhjal ajapunktide ja vahemike leidmisest kujutab Joonis 2.



1 – öine aktiivsusmiinimum; 2 – hommik; 3 – keskpäev; a – päeva pikkus

Joonis 2. Näide mobiilikasutuse põhjal leitud tegevusaja punktide ja vahemike leidmisest ⁴

Ankrupunktide esinemissagedus. Ankrupunktid jagatakse vastavalt nende esinemissagedusele iga mobiilikasutaja kohta primaarseteks ja sekundaarseteks. Käesolevas töös said primaarseks elukoha ankrupunktiks ja tööaja tegevuskoha ankrupunktiks need kohad, kus vastaval ajal on tehtud toiminguid enam kui seitsmel päeval kuus ning toimingute kellaegade standardhälve jääb madalamaks etteantud piirväärtusest. Muud ühe mobiilikasutaja ankrupunktid peavad sisaldama toiminguid vähemalt kahel erineval analüüsiperioodi päeval.

MPD käesolevas töös

Käesoleva töö metoodikas lähtuti projekti eesmärgist, milleks on uuringuala inimeste liikuvuse ja selle eripärade tuvastamine sõltumata nende liikumisviisist. Metoodika põhineb passiivse mobiilpositsioneerimise

⁴ Ahas, R., et. al. Everyday space–time geographies: using mobile phone-based sensor data to monitor urban activity in Harbin, Paris, and Tallinn. International Journal of Geographical Information Science (2015)

CDR-andmetel ja Positiumi ankrupunkti mudelil. Analüüsis on ankrupunktide tuvastamiseks kasutatud ühe Eesti mobiilsideoperaatori andmeid.

- Mobiilikasutajate laiendamiseks kogu rahvastikule on kasutatud penetratsioonimudelit: mobiilikasutajate osakaalu rahvastikus, mobiilsideoperaatori turuosa ja 2011. a rahva ja eluruumide loenduse andmeid.
- Kasutati mobiilsidetoimingute (CDR – kõne- ja sõnumitoimingud) andmeid 2013. a ja 2017. a juulist ja oktoobrist. Erinevad aastad võimaldavad hinnata muutusi aastate jooksul, erinevad kuud võimaldavad hinnata sesoonsust samal aastal. Juuli on Eestis kõige erandlikum kuu puhkuste, koolivaheaja ja suvekodudes viibimise tõttu. Oktoober on erinevates liiklus- ja liikuvusuuringutes osutunud aasta keskmist liikumiskäitumist kõige paremini iseloomustavaks kuuks.
- Mõlema analüüsiaasta jaoks arvutati kontrolli eesmärgil nii pikad kui lühikesed elukoha ankrupunktid.
- Analüüsiala elanikeks loeti isikud, kelle primaarne elukoha ankrupunkt asus analüüsitava kuul uuritavas alas.
- Külastajateks loeti isikud, kellel ei olnud analüüsitava kuul uuritavas alas (ei primaarset ega sekundaarset) elukoha ankrupunkti ega tööaja tegevuskoha ankrupunkte. Külastajate puhul ei tehtud vahet kõnetoimingu teinud peatumata möödujatel ega nendel, kes sooritasid mobiilitoiminguid ühel päeval mitu korda või mitmel eri päeval. Selline eristamine ei ole CDR andmete suhteliselt madala ajalise resolutsiooni tõttu reeglina usaldusväärne.
- Muud tegevuskohad näitavad erinevate isikute summeeritud tegevuskohti vaadeldavates tsoonides, sealhulgas ühe isiku muid tegevuskohti ühe tsooni erinevates levialades ja erinevates tsoonides.

3 Analüüsi tulemused

3.1 Elukohad, tööaja tegevuskohad ja muud sihtkohad

Elukohad

Analüüsiala elanikeks loeti isikud, kelle primaarne elukoha ankrupunkt asus analüüsitava kuul uuritavas alas. Ühe kuu keskmisi elukohtade arve tsoonides ning muutusi kuude ja aastate järgi kirjeldavad Tabel 1, Tabel 2 ja Joonis 6.

Tabel 1. Elukohtade arv tsooni järgi

Tsoon	Elukohad			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	424	262	323	211
2	3 581	3 318	3 166	3 148
3	793	741	758	650

4	1 002	724	767	572
5	2 825	2 655	2 218	2 077
6	988	877	979	867
7	4 114	4 440	5 667	6 002

Tabel 2. Muutused elukohtade arvus aastate ja kuude järgi

	Elukohad
juuli 2013	13 727
oktoober 2013	13 017
juuli 2017	13 878
oktoober 2017	13 527
juuli erinevus oktoobrist, 2013	5%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	3%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	1%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	4%

Olulisemad järeldused tabeli andmetest:

- 2017. aastal elas Tartu vallas keskmiselt (oktoober) 13 527 inimest.
- Võrreldes 2013. aastaga kasvas 2017. aastaks Tartu vallas elanike arv 4% võrra.
- 2013. ja 2017. aasta juulikuude vahe oli Tartu vallas +1%.
- Mõlemal uuritud aastal kasvas Tartu vallas juulikuine rahvastik võrreldes oktoobriga, 2013. aastal 5% ja 2017. aastal 3%. See kattub hästi tendentsiga, et suvel on osad puhkajad ja tudengid Tartu linnast eemal ning osa neist elab sel ajal Tartu vallas asuvas suvekodus.

Töötaja tegevuskohad

Töötaja tegevuskoht on tsoon, kus viibitakse tööpäevadel päevasel ajal. Viimane ei pruugi olla töökoht, vaid võib olla ka näiteks õppeasutus või mõni muu asukoht väljaspool elukoha tsooni, kus argipäevadel regulaarselt viibitakse. Ühe kuu keskmisi töötaja tegevuskohtade arve tsoonides ning muutusi kuude ja aastate järgi kirjeldavad Tabel 3, Tabel 4 ja Joonis 7.

Tabel 3. Töötaja tegevuskohtade arv tsooni järgi

Tsoon	Töötaja tegevuskohad			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	328	228	268	175
2	3 146	3 002	2 513	2 453
3	793	690	671	617

4	821	643	598	476
5	2 452	2 023	1 870	1 680
6	804	646	816	605
7	3 731	3 519	4 990	4 726

Tabel 4. Muutused tööaja tegevuskohtade arvus aastate ja kuude järgi

	Tööaja tegevuskohad
juuli 2013	12 075
oktoober 2013	10 751
juuli 2017	11 726
oktoober 2017	10 732
juuli erinevus oktoobrist, 2013	12%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	9%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	-3%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	0%

Olulisemad järeldused tabeli andmetest:

- 2017. aastal asus Tartu vallas keskmiselt (oktoober) 10 732 tööaja tegevuskohta
- Võrreldes 2013. aastaga jäi 2017. aastaks Tartu vallas keskmine tööaja tegevuskohtade arv samaks.
- 2013. ja 2017. aasta juulikuude vahe oli Tartu vallas -3%.
- Mõlemal uuritud aastal kasvas Tartu vallas juulikuine tööaja tegevuskohtade arv võrreldes oktoobriga, vastavalt 12% ja 9%. Tartu valla tööaja tegevuskohtade kasv suvel tähendab tõenäoliselt inimeste tööaja tegevuskoha muutust seoses hooajaliste töödega ja puhkusega suvekuudes.

Muud tegevuskohad

Muud tegevuskohad näitavad erinevate isikute summeeritud tegevuskohti vaadeldavates tsoonides, sealhulgas ühe isiku muid tegevuskohti ühe tsooni erinevates levialades ja erinevates tsoonides. Muude tegevuskohtade arvu tsoonides ja muutusi kuude ja aastate järgi kirjeldavad Tabel 5, Tabel 6 ja Joonis 8.

Tabel 5. Muude tegevuskohtade arv tsooni järgi

Tsoon	Muud tegevuskohad			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	308	163	277	157

2	7 384	6 406	6 409	5 231
3	3 362	3 386	3 308	3 347
4	1 799	1 238	1 349	954
5	3 519	2 268	3 031	2 321
6	1 385	1 149	1 118	879
7	10 315	11 635	12 440	12 868

Tabel 6. Muutused muude tegevuskohtade arvus aastate ja kuude järgi

	Muud tegevuskohad
juuli 2013	28 072
oktoober 2013	26 245
juuli 2017	27 932
oktoober 2017	25 757
juuli erinevus oktoobrist, 2013	7%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	8%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	0%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	-2%

Olulisemad järeldused tabeli andmetest:

- 2017. aastal asus Tartu vallas keskmiselt (oktoober) 25 757 muud tegevuskohta.
- Võrreldes 2013. aastaga kahanes 2017. aastaks Tartu vallas muude tegevuskohtade arv 2% võrra.
- 2013. ja 2017. aasta juulikuude muude tegevuskohtade arv jäi Tartu vallas samaks.
- Mõlemal uuritud aastal kasvas Tartu vallas juulikuine muude tegevuskohtade arv võrreldes oktoobriga, vastavalt 4% ja 7%. Suvine muude tegevuskohtade arvu suhteline kasv oli Tartu vallas võrreldavas suurusjärgus elukohtade arvu suhtelise kasvuga suvel.

Elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vahelised liikumised

Passiivse mobiilpositsioneerimise meetodil on võimalik uurida liikumisi, kuid ankrupunktide meetodika keskendub liikumiste asemel oluliste tegevuskohtade väljatoomisele. Seega on kõik käesolevas töös leitud liikumised loogiline tulemus tiheda külastatavusega ankrupunktide vahelisest liikumisvajadusest, mis sisaldab kõiki liikumisviise summeerituna. Liikumisi esitatakse lähte- ja sihtkohtade (**origin-destination, OD**) paaridena. Elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vaheliste liikumiste arv on näidatud elukohtade tsoonidest lähtuvalt, sihtkohad on summeeritud. Tegemist on ainult Tartu valla tsoonide vaheliste liikumistega. Liikumiste lähtekohtade arvu tsoonides ning nende muutusi kuude ja aastate järgi kirjeldavad Tabel 7, Tabel 8 ja Joonis 9.

Tabel 7. Elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vaheliste liikumiste lähtekohtade arv tsoonides

Tsoon	Liikumiste lähtekohad			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	<10	<10	<10	0
2	239	281	163	192
3	38	14	37	27
4	82	61	65	60
5	199	310	129	183
6	41	98	30	72
7	50	44	40	51

Tabel 8. Muutused elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vaheliste liikumiste arvus aastate ja kuude järgi

	Elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vahelised liikumised
juuli 2013	652
oktoober 2013	811
juuli 2017	467
oktoober 2017	585
juuli erinevus oktoobrist, 2013	-20%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	-20%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	-28%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	-28%

Olulisemad järeldused tabeli andmetest:

- 2017. aastal toimus Tartu valla tsoonide vahel keskmiselt (oktoober) 585 elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vahelist liikumist.
- 2013. aastaga võrreldes kahanes 2017. aastal Tartu vallas elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vaheliste liikumiste maht nii juulis kui oktoobris 28%.
- Mõlemal uuritud aastal kahanes Tartu vallas juulikuine elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vaheliste liikumiste arv võrreldes oktoobriga 20% võrra.
- Liikumiste arvu langus suvel on oletuslikult seletatav elukoha-tööaja tegevuskoha ankrupunktide kasvuga puhkuste ajal. Kahanemine on suurem, kuna vähenevad nii elukohtade ankrupunktid kui tööaja tegevuskohtade ankrupunktid, millest iga OD vektor koosneb.

Uuringuala 2017. aasta oktoobri liikumised on maatrikskujul esitatud Tabel 9.

Tabel 9. Elukohtade ja tööaja tegevuskohtade paarid Tartu vallas, oktoober 2017

		Tööaja tegevuskohad						
		1	2	3	4	5	6	7
Elukohad	1	0	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	<10	<10	69	18	90
	3	0	15	0	0	<10	0	<10
	4	0	18	0	0	36	0	<10
	5	0	141	<10	18	0	<10	15
	6	0	21	0	0	<10	0	48
	7	<10	36	<10	0	<10	0	0

Kümme Tartu valla kõige suuremat elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vahelist liikumismahu vektorit 2017. aasta oktoobris on esitatud Joonis 9.

3.2 Välised ühendused

Tööaja tegevuskohad väljaspool Tartu valda

Tööaja tegevuskoht on tsoon, kus viibitakse tööpäevadel päevasel ajal. Viimane ei pruugi olla töökoht, vaid võib olla ka näiteks õppeasutus või mõni muu asukoht väljaspool elukoha tsooni, kus argipäevadel regulaarselt viibitakse. Väljaspool Tartu valda tööaja tegevuskoha ankrupunkti omavate isikute arvust annavad ülevaate Tabel 10, Tabel 11 ja Joonis 10.

Tabel 10. Uuringuala elanike tööaja tegevuskoha ankrupunktid väljaspool Tartu valda

Tsoon	Tööaja tegevuskohad väljaspool Tartu valda			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	120	53	67	51
2	1 147	1 151	1 034	1 162
3	157	217	181	177
4	269	240	221	156
5	666	699	511	550
6	344	312	316	346
7	1 815	2 478	2 349	3 157

Tabel 11. Muutused elukohtade ja vallaväliste tööaja tegevuskohtade vaheliste liikumiste arvus aastate ja kuude järgi

	Elukohtade ja vallaväliste tööaja tegevuskohtade vahelised liikumised
juuli 2013	4 518
oktoober 2013	5 150
juuli 2017	4 679
oktoober 2017	5 599
juuli erinevus oktoobrist, 2013	-12%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	-16%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	4%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	9%

Olulisemad järeldused tabeli andmetest:

- 2017. aasta oktoobris asus 5 599 Tartu valla elanike tööaja tegevuskohta väljaspool Tartu valda. See moodustas 41% kõigist elukohtadest Tartu vallas (13 527, vt ka ptk 3.1).
- Võrreldes 2013. aastaga kasvas väljaspool Tartu valda tööaja tegevuskohta omavate elanike arv 2017. oktoobris keskmiselt 9%.
- 2013. ja 2017. aasta juulikuude vahe oli Tartu vallas 4%.

Tartu valla väljaspool uuringuala paiknevate tööaja tegevuskohtade asukohtade summad maakonniti on esitatud Tabel 12. Kümme Tartu valla kõige suuremat elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vahelist liikumismahu vektorit 2017. aasta oktoobris on esitatud Joonis 9.

Tabel 12 Tartu valla elanike tööaja tegevuskohad väljaspool uuringuala maakonniti 2017. aasta oktoobris

Maakond	Tööaja tegevuskohad	%
Tartu	5 122	92%
Jõgeva	162	3%
Harju	138	2%
Põlva	48	1%
Võru	27	0%
Ida-Viru	27	0%
Pärnu	21	0%
Valga	12	0%

Lääne-Viru	<10	0%
Saare	<10	0%
Viljandi	<10	0%
Järva	<10	0%
Rapla	<10	0%
Lääne	<10	0%
Hiiu	0	0%

Olulisemad järeldused tabeli andmetest:

- 92% Tartu vallast väljaspool asuvatest töökohtadest asub ülejäänud Tartu maakonnas
- Maakondade esiviisik moodustab Tartu vallast väljaspool asuvatest töökohtadest 99%
- Tartu vallast väljaspool asuvate töökohtade jaotuses on geograafiliselt vahetult külgneva Jõgeva maakonna osakaal (3%) lähedane Harju maakonnaga osakaalule (2%)

Väljaspool analüüsiala elavate inimeste tööaja tegevuskohad analüüsialal

Tööaja tegevuskoht on tsoon, kus viibitakse tööpäevadel päevasel ajal. Viimane ei pruugi olla töökoht, vaid võib olla ka näiteks õppeasutus või mõni muu asukoht väljaspool elukoha tsooni, kus argipäevadel regulaarselt viibitakse. Väljaspool analüüsiala elavate ja analüüsialal tööaja tegevuskoha ankrupunkti omavate isikute arvust annavad ülevaate Tabel 13,

Tabel 14 ja Joonis 11.

Tabel 13. Väljaspool analüüsiala elavate inimeste tööaja tegevuskohad analüüsialal

Tsoon	Väljaspool Tartu valda elavate inimeste tööaja tegevuskohad Tartu vallas			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	24	19	12	12
2	597	624	320	355
3	166	156	113	141
4	112	160	85	84
5	296	186	169	204
6	143	121	150	123
7	1 197	1 200	1 496	1 553

Tabel 14. Muutused väljaspool analüüsiala elavate inimeste analüüsialal asuvate tööaja tegevuskohade arvus aastate ja kuude järgi

	Tartu vald
juuli 2013	2 535

oktoober 2013	2 466
juuli 2017	2 345
oktoober 2017	2 472
juuli erinevus oktoobrist, 2013	3%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	-5%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	-7%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	0%

Olulisemad järeldused tabeli andmetest:

- 2017. aasta oktoobris oli väljaspool Tartu valda elavate ja Tartu vallas tööaja tegevuskohta omavate inimeste arv 2 472, mis moodustas 19% Tartu valla kõigist tööaja tegevuskohtadest kokku (2 472+10 732=13 204 tööaja tegevuskohta, vt ka ptk 3.1).
- Võrreldes 2013. aastaga jäi 2017. aastaks väljaspool analüüsiala elavate ja Tartu vallas tööaja tegevuskohta omavate inimeste arv oktoobris samaks. Võrdlusaastate juulikuudel oli toimus kahanemine 7%.

Siseriiklikud külastajad

Külastajateks loeti isikud, kellel ei olnud analüüsitava kuul uuritavas alas (ei primaarset ega sekundaarset) elukoha ankrupunkti ega tööaja tegevuskoha ankrupunkte. Külastajate puhul ei tehtud vahet kõnetoimingu teinud peatumata möödujatel ega nendel, kes sooritasid mobiilitoiminguid ühel päeval mitu korda või mitmel eri päeval. Siseriiklike unikaalsete (mittekorduvate) külastajate arvu tsoonides ning muutusi nende arvus kuude ja aastate järgi kirjeldavad Tabel 15, Tabel 16, Joonis 3 ja Joonis 12.

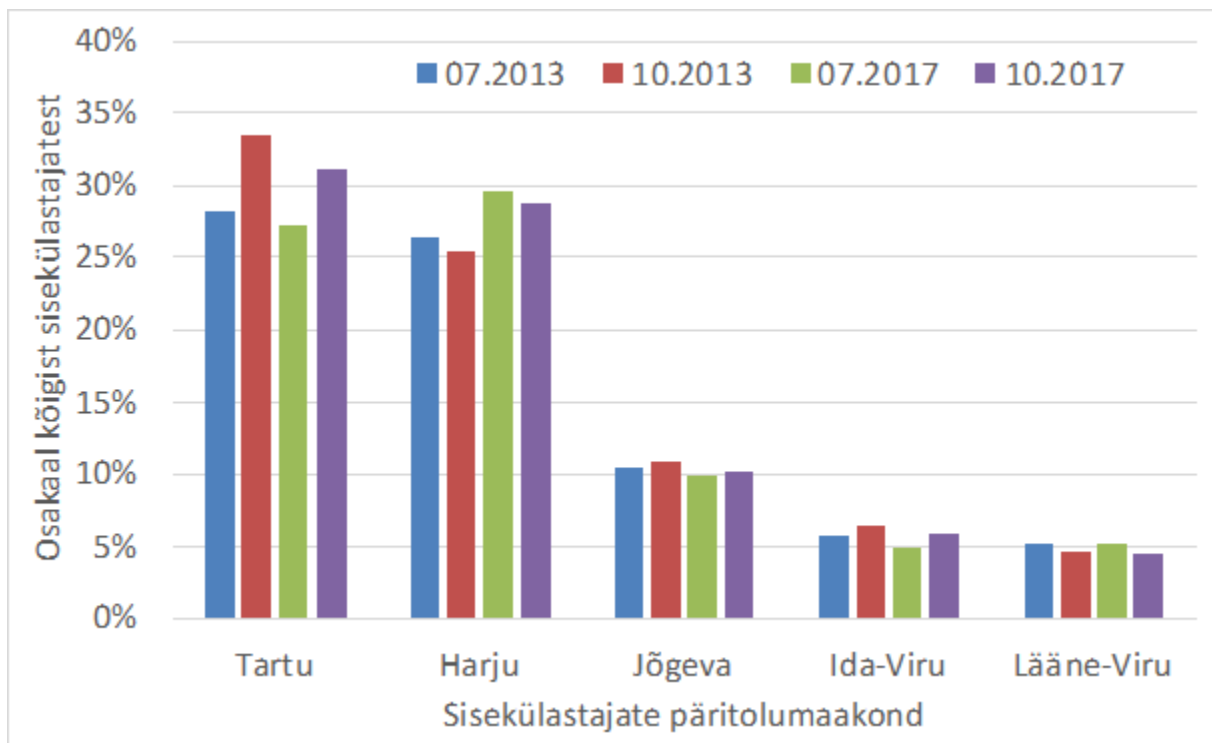
Tsoonide summeeritud külastusarvud (Tabel 16) näitavad olukorda, kus üks isik võib olla külastanud mitut tsooni. Seega lisaks külastajate arvu muutusele näitab summeeritud muutus ka isikute liikumise ulatuse muutust ja moonutab sellega Tartu valla külastuste kogumahte.

Tabel 15. Siseriiklike külastajate arv tsooni järgi

Tsoon	Siseriiklikud külastajad			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	1 481	588	1 876	689
2	22 880	18 397	21 083	15 345
3	27 695	25 891	28 025	26 389
4	15 359	6 871	11 418	5 544
5	17 312	9 727	14 310	9 930
6	4 819	3 159	3 835	2 297
7	22 124	21 083	24 874	22 160

Tabel 16. Muutused siseriiklike külastajate arvus aastate ja kuude järgi

	Tartu Vald
juuli 2013	111 670
oktoober 2013	85 716
juuli 2017	105 421
oktoober 2017	82 354
juuli erinevus oktoobrist, 2013	30%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	28%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	-6%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	-4%



Joonis 3. Tartu valla siseriiklike külastajate päritolu, viis suurema osatähtsusega maakonda

Olulisemad järeldused tabeli ja joonise andmetest:

- 2017. aasta oktoobris toimus Tartu vallas 82 354 siseriiklikku mittekorduvat külastust
- Võrreldes 2013. aasta oktoobriga kahanes 2017. aasta oktoobris Tartu valla siseriiklike külastuste arv 4%, 2017. aasta juuli külastuste arv oli 2013. aasta juuli külastustest 6% väiksem.
- Mõlemal uuritud aastal kasvas Tartu vallas juulikuine siseriiklike külastuste arv võrreldes oktoobriga, vastavalt 30% ja 28%.
- 2017 oktoobris moodustasid Tartu maakonnast pärit külastajad kõigist siseriiklikest külastajatest 31%.

- Päritolumaakondade esiviisiku osakaalud kogu külastajate arvust muutusid uuringuaastatel ja kuudel üksikute protsendipunktide võrra ja maakondade osakaalude järjestus oli eri aastatel ja kuudel sama.
- Päritolumaakondade osakaalude staatilisus aastate ja kuude vahel viitab võimalusele, et suur osa siseriiklikest külastajatest võivad olla regulaarsemad külastajad ja läbisõitjad, kes analüüsitud kuudel tegid piisavalt vähe külastusi/toiminguid, et mitte saada endale analüüsi-ala ankrupunkte või siis külastavad analüüsi-ala harva aga regulaarselt. MPD-metoodikast tulenevalt puudub usaldusväärne võimalus möödujate, korra- peatujate või pikemaajaliste peatujate eristamiseks.
- Tartu maakonnast pärit külastajatel on erinevalt teistest maakondadest nähtav selge sesoonsus mõlemal aastal.

Väliskülastajad

Külastajateks loeti isikud, kellel ei olnud analüüsitaval kuul uuritavas alas (ei primaarset ega sekundaarset) elukoha ankrupunkti ega tööaja tegevuskoha ankrupunkte. Külastajate puhul ei tehtud vahet kõnetoimingu teinud peatumata möödujatel ega nendel, kes sooritasid mobiiltoiminguid ühel päeval mitu korda või mitmel eri päeval. **Väliskülastajad** määratakse mobiilside operaatori roamingteenuse põhjal, mis annab ühtlasi külastaja päritoluriigi koodi. väliskülastuste arvu tsoonides ning muutusi nende arvus kuude ja aastate järgi kirjeldavad Tabel 17 ja Tabel 18.

Tsoonide summeeritud külastusarvud (Tabel 18) näitavad olukorda, kus üks isik võib olla külastanud mitut tsooni. Seega lisaks külastajate arvu muutusele näitab summeeritud muutus ka isikute liikumise ulatuse muutust ja moonutab sellega alade (Tartu valla ja Tartu linna) külastuste kogumahte.

Külastajate arvud päritoluriikide kaupa on toodud Tabel 19.

Tabel 17. Väliskülastajate arvud tsoonide järgi

Tsoon	Väliskülastajad			
	2013		2017	
	juuli	oktoober	juuli	oktoober
1	159	76	367	131
2	2 412	1 474	4 597	2 277
3	3 234	2 867	6 863	4 803
4	1 297	555	2 636	629
5	1 500	717	3 298	1 352
6	524	251	1 048	564
7	2 142	1 402	6 173	3 631

Tabel 18. Muutused väliskülastajate uuringutsoonide külastuste arvudes aastate ja kuude järgi

	Tartu Vald
juuli 2013	11 268
oktoober 2013	7 342
juuli 2017	24 982
oktoober 2017	13 387
juuli erinevus oktoobrist, 2013	53%
juuli erinevus oktoobrist, 2017	87%
2017 juuli muutus võrreldes 2013 juuliga	122%
2017 oktoobri muutus võrreldes 2013 oktoobriga	82%

Olulisemad järeldused muutuseid kirjeldava tabeli andmetest:

- 2017. aasta juulis toimus Tartu valla tsoonidesse 13 387 väliskülastust, mille hulgas sisalduvad topelt ka erinevate tsoonide külastused sama isiku poolt.
- Võrreldes 2013. aasta juuliga toimus Tartu valla uuringutsoonidesse 2017. aasta oktoobris 122% rohkem külastusi.
- Mõlemal uuritud aastal kasvas Tartu valla tsoonides juulikuine väliskülastuste arv võrreldes oktoobriga, vastavalt 53% ja 87%.
- Tsoonis 7 toimus uuringuaastate vahel oluline kasv, muutuse põhjuseks on osaliselt ka uue Eesti Rahva Muuseumi hoone rajamine uuringuaastate vahel.

Tabel 19. Väliskülastajate päritoluriikide esikümme

	2013				2017			
	juuni		oktoober		juuni		oktoober	
	Riik	Külastajaid	Riik	Külastajaid	Riik	Külastajaid	Riik	Külastajaid
1	FI	3 985	FI	2 847	FI	11 061	FI	6 256
2	LV	1 480	LV	1 066	LV	1 796	LV	1 320
3	RU	1 089	RU	746	DE	1 005	RU	568
4	DE	569	LT	265	RU	819	DE	405
5	LT	251	DE	234	US	510	LT	377
6	SE	250	SE	145	NO	445	PL	204
7	NO	192	PL	121	SE	360	US	180
8	GB	181	GB	92	GB	336	SE	175
9	PL	155	NO	77	LT	301	NO	170
10	US	113	DK	64	FR	277	DK	151

Lisainfo ja olulisemad järeldused tabeli andmetest:

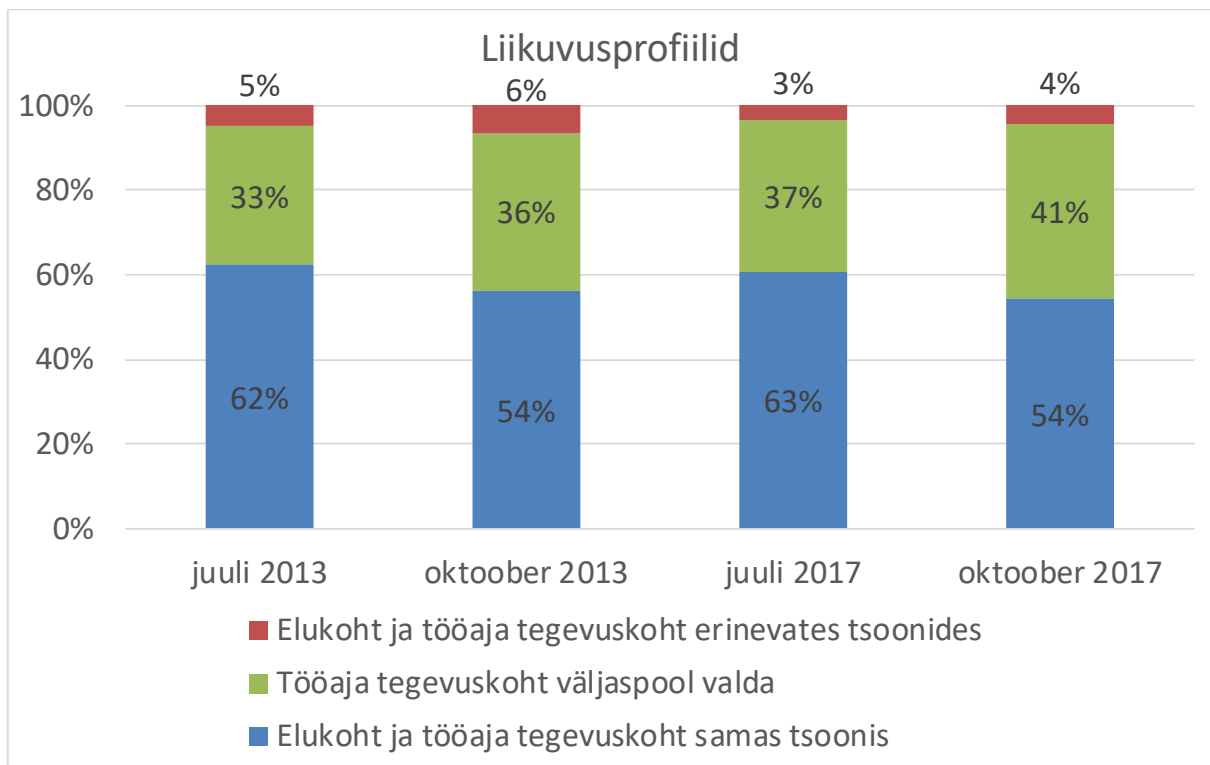
- Välisküllastajate mahtude esikümme moodustas kõigist välisküllastajatest erinevatel uuringukuudel 89-93%.
- Välisküllastajate mahud muutusid aastate lõikes oluliselt, esimese nelja koha tasakaal muutus vähe.
- Selgelt kõige rohkem on Soomest pärit küllastajaid, üle kahe korra on vähem Lätist pärit küllastajaid, Venemaa ja Saksamaa päritoluga küllastajate arv jääb Lätist pärit küllastajatele alla ja kõigub rohkem.

3.3 Elanike liikumismustrid

Liikumismustreid analüüsiti elanike päevase tegevuskoha paiksuse ja liikuvuse põhjal. Analüüsiala elanikud jaotati liikumismustrite põhjal kolme gruppi:

- Elukoht ja tööaja tegevuskoht samas tsoonis
- Tööaja tegevuskoht elukohast erinevas tsoonis
- Tööaja tegevuskoht väljaspool analüüsiala

Liikumismustrite gruppide jagunemist tsoonides ning nende muutusi kuude ja aastate järgi kirjeldavad Joonis 4 ja Joonis 14–Joonis 16.

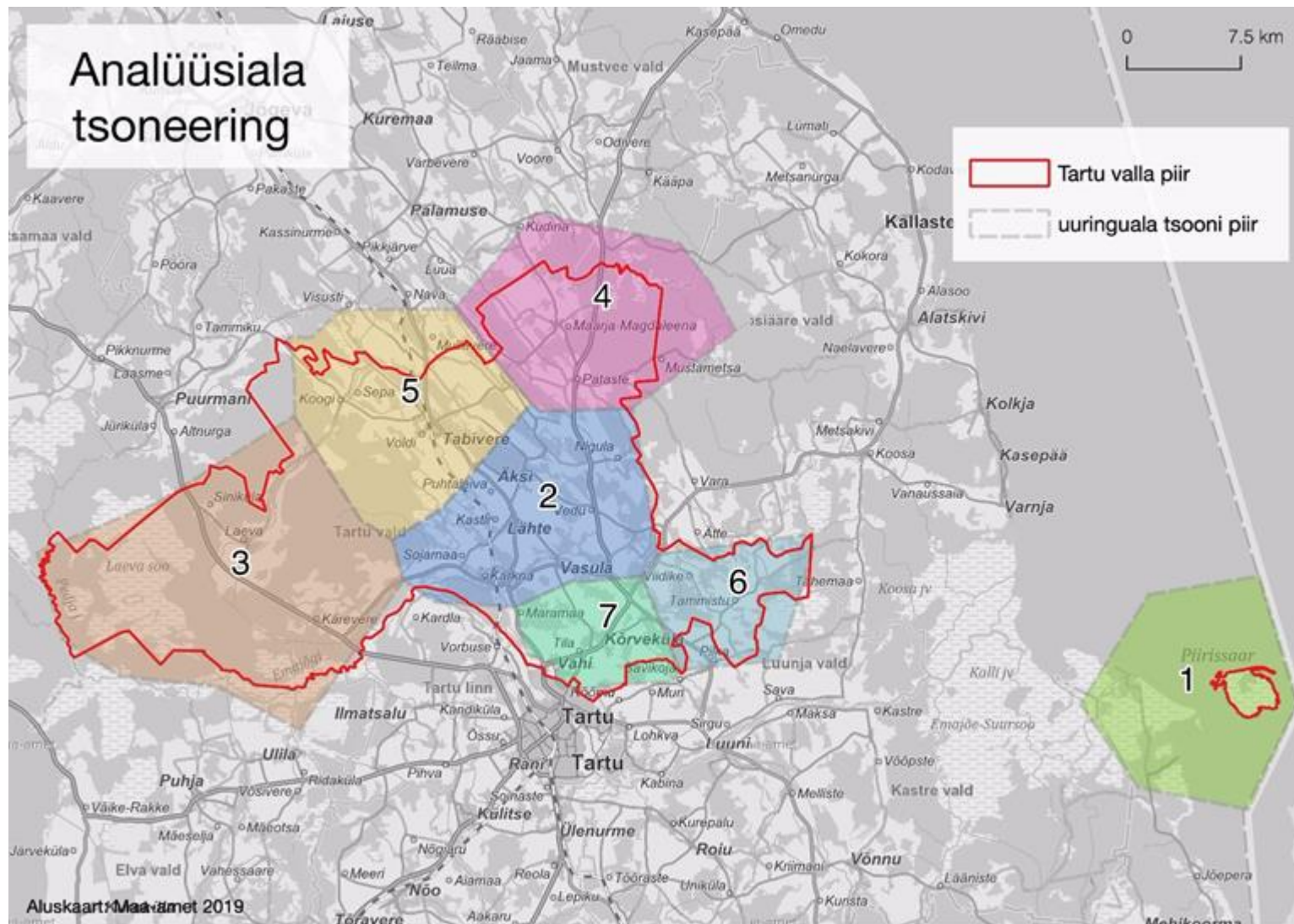


Joonis 4. Tartu valla elanike liikuvusprofiilid

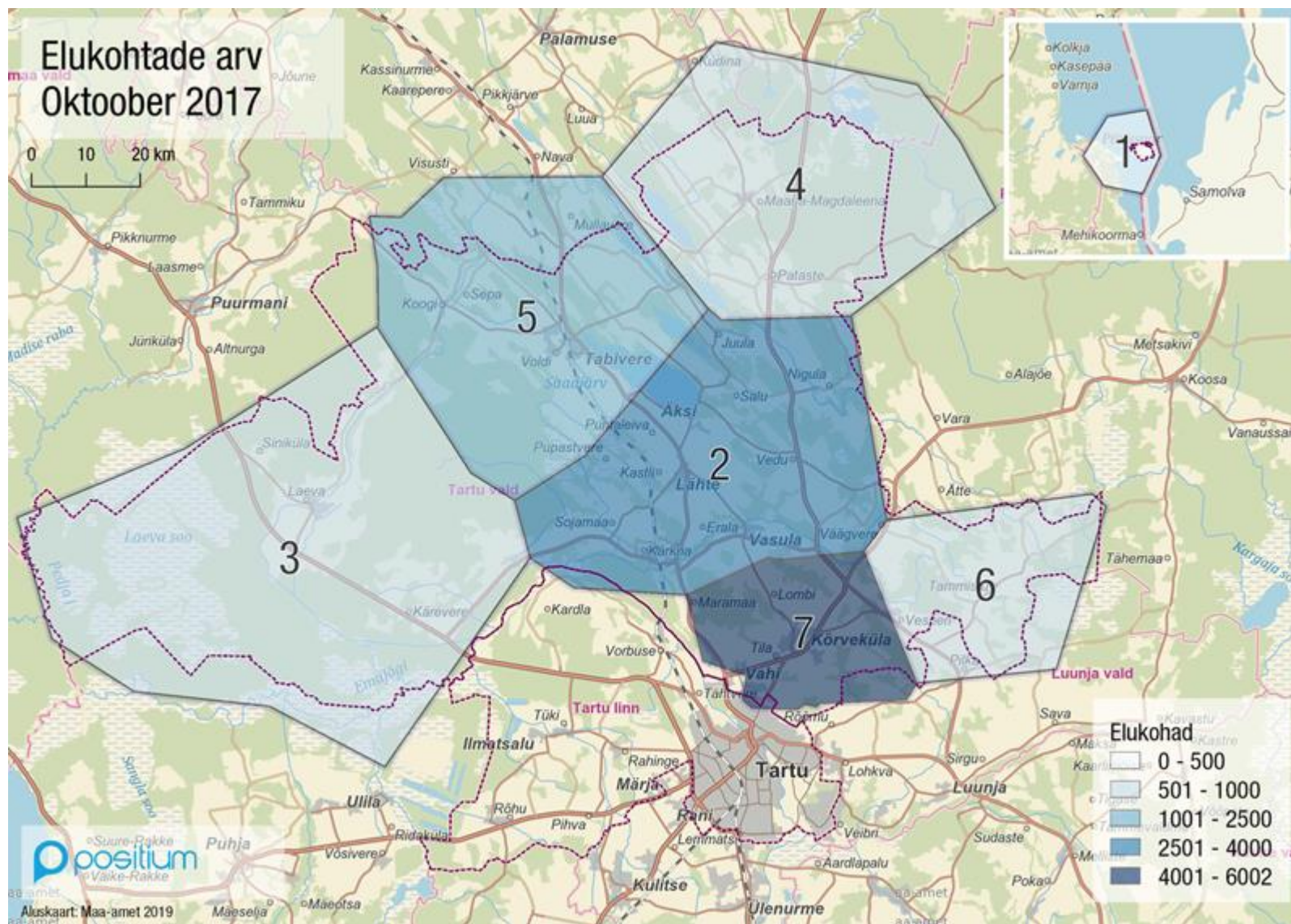
Järeldused andmetest:

- Kõige rohkem on Tartu vallas inimesi, kelle elukoht ja tööaja tegevuskoht on samas tsoonis. Nende osakaal oli eri uuringukuudel 54-63%.
- Väljaspool Tartu valda tööaja tegevuskohta omavate inimeste osakaal oli eri uuringukuudel 33-41%.
- Paiksete ja teises tsoonis tööaja tegevuskoha omavate inimeste arvu sesoonsusel on tõenäoliselt põhjuseks nii kohalike elanike puhkused kui ka valda suvitama tulevate inimeste liikumismustrid.
- Neid inimesi, kelle elukoht ja tööaja tegevuskoht on uuringuala erinevates tsoonides, oli eri uuringukuudel 3-6%.
- Uuringuaastate vahelised osakaalud erinesid vaid üksikute protsendipunktide võrra.

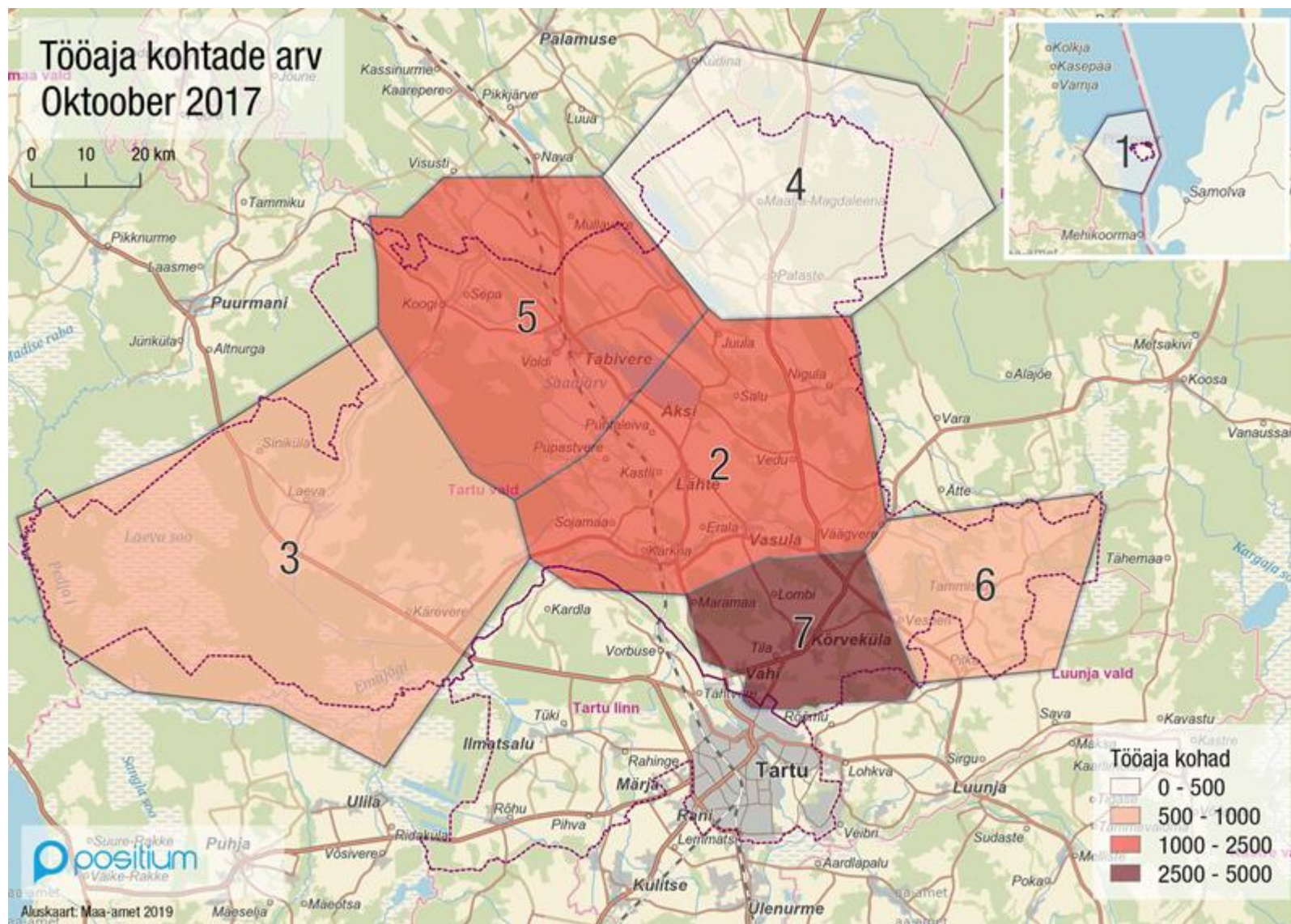
Lisa 1. Kaardid



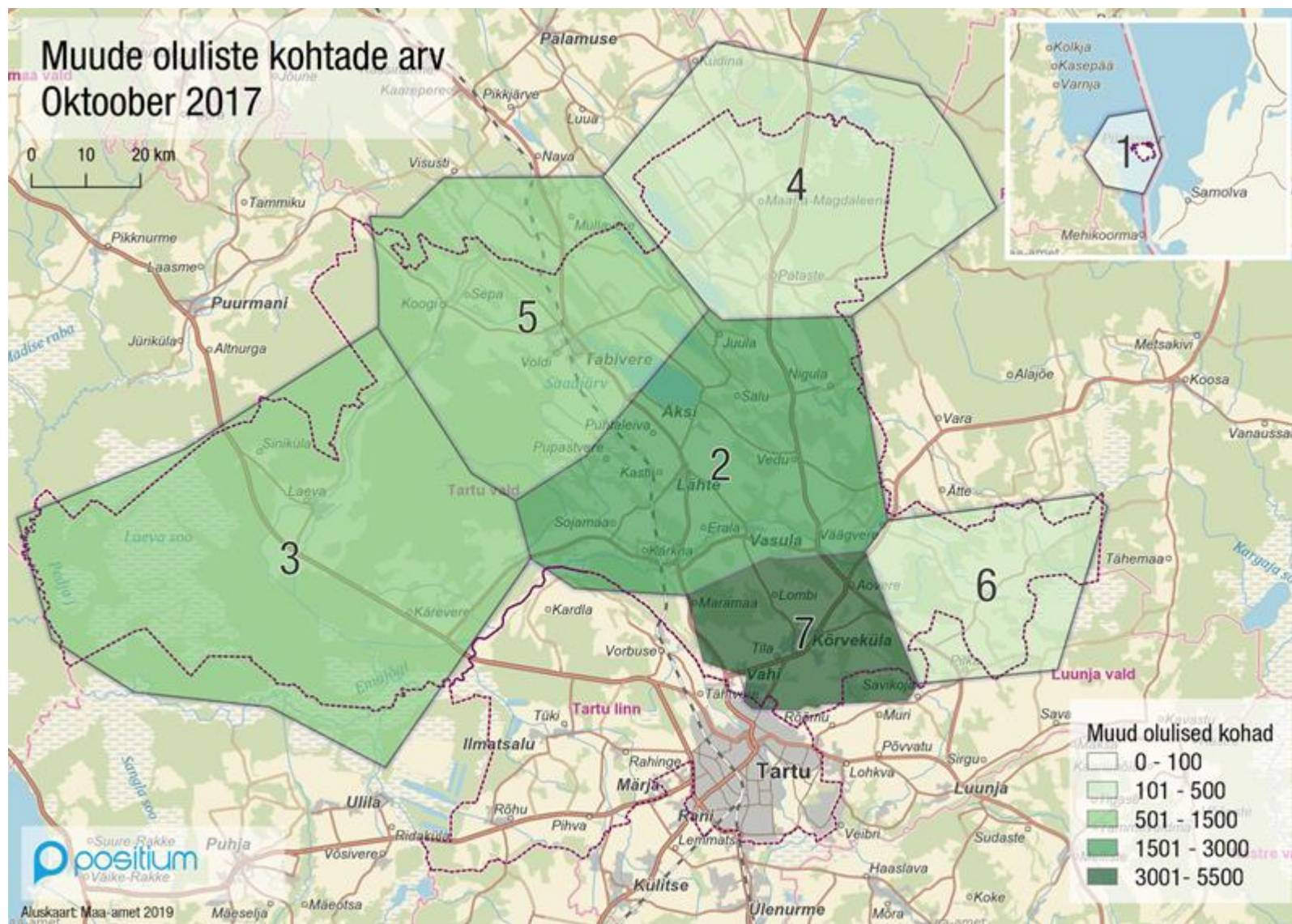
Joonis 5. Kogu analüüsiala ja tsoneering



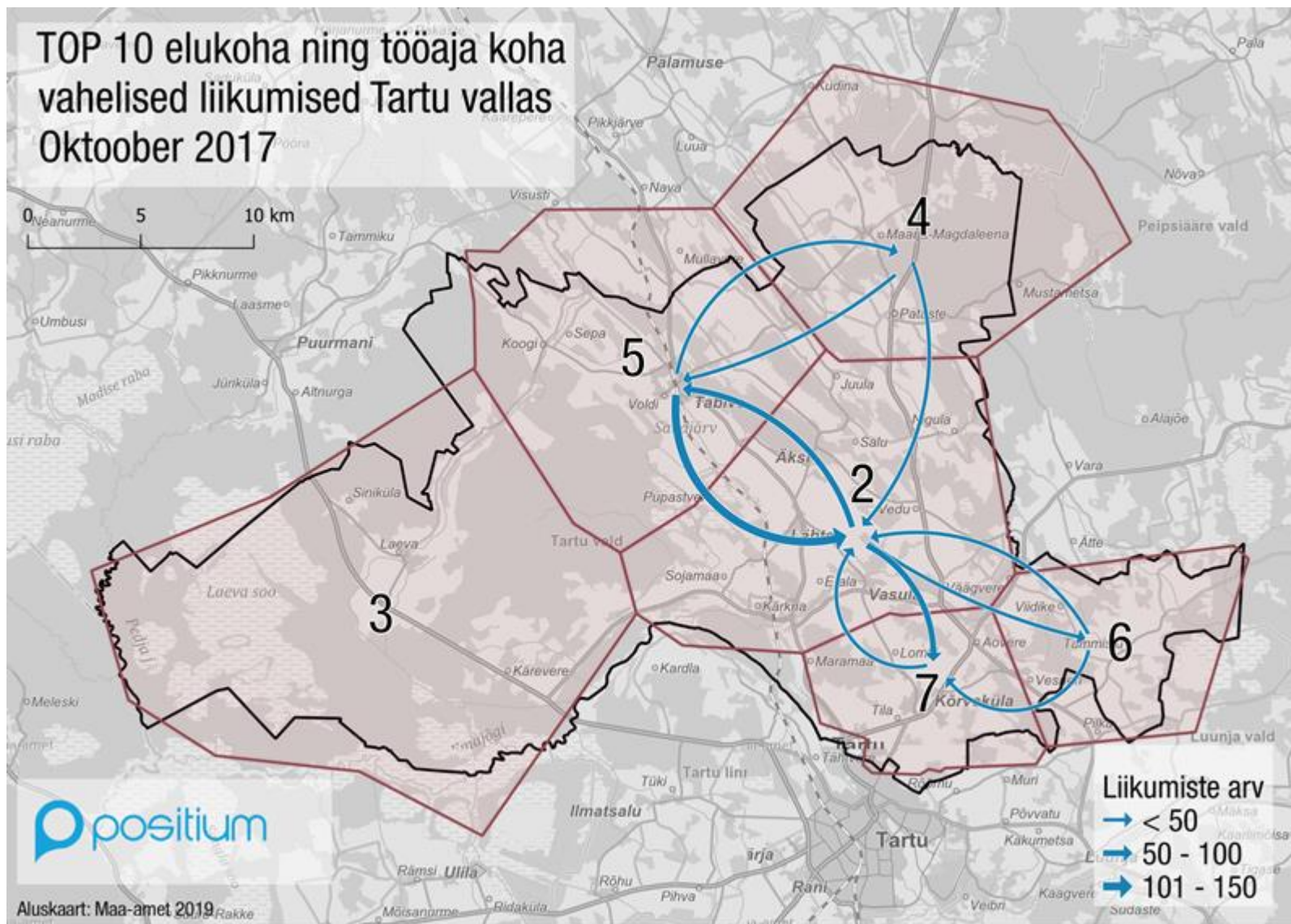
Joonis 6. Elukohtade arv tsoonides



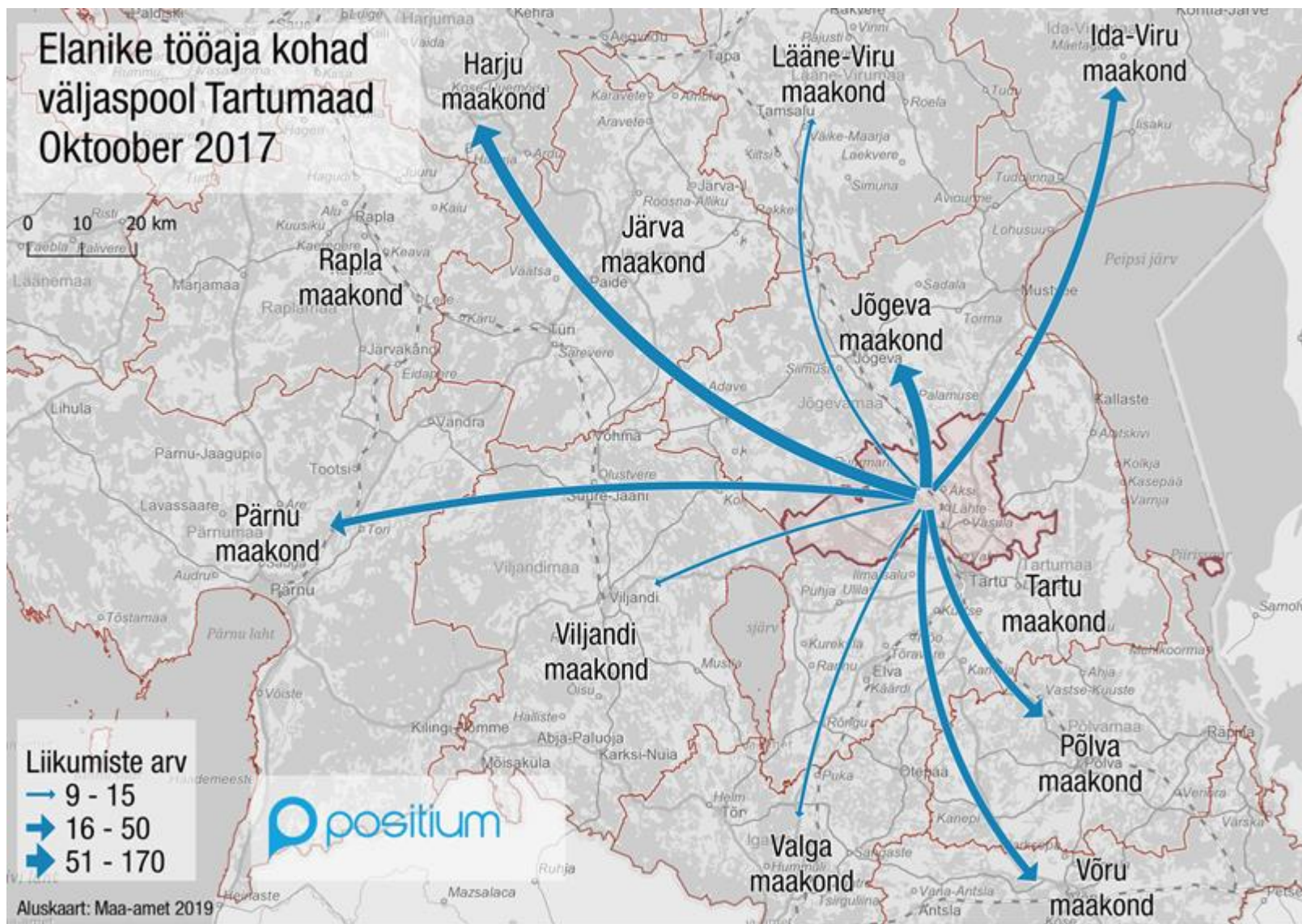
Joonis 7. Tööaja tegevuskohtade ankrupunktide arv tsoonides



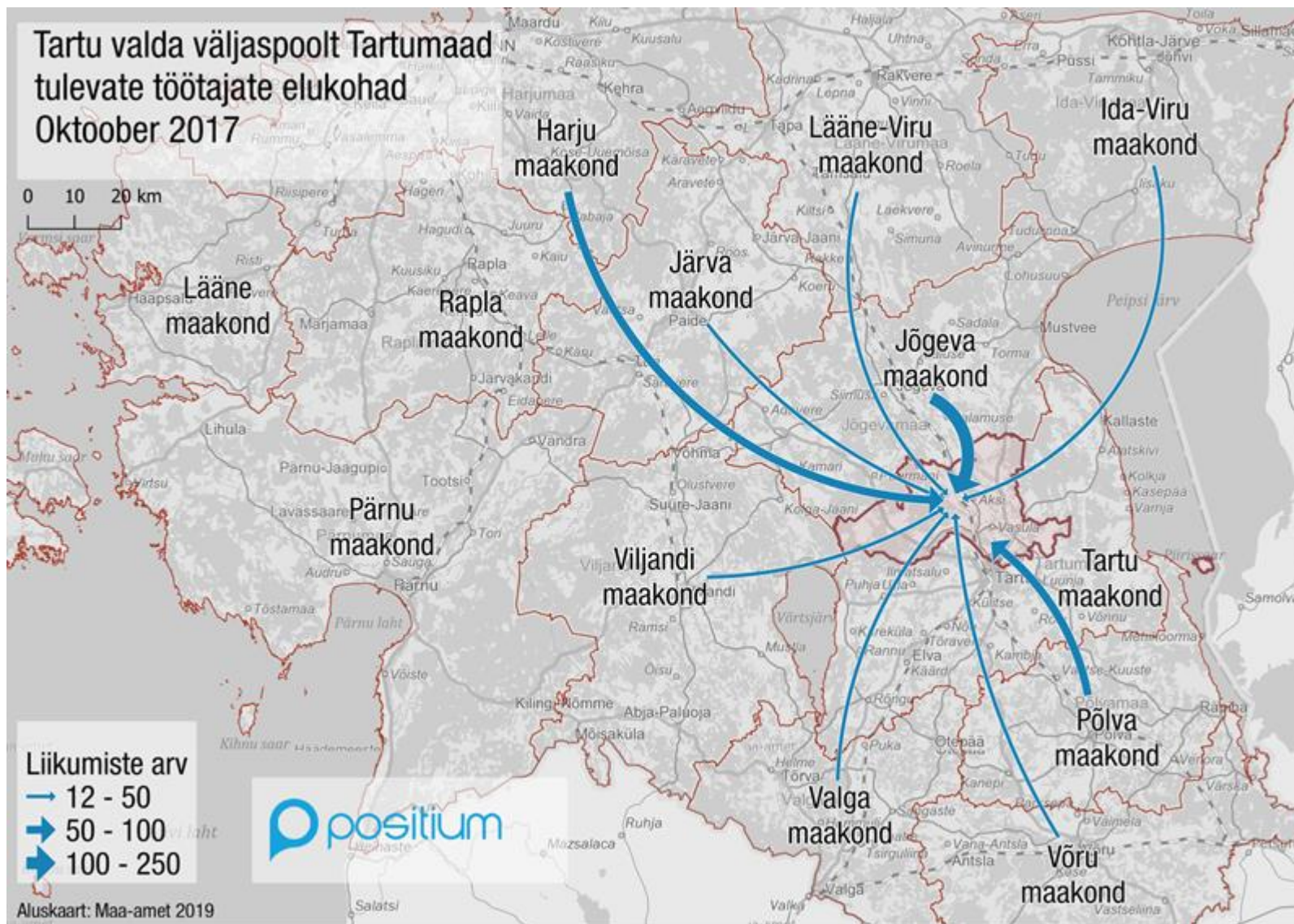
Joonis 8. Muude tegevuskohtade arv tsoonides



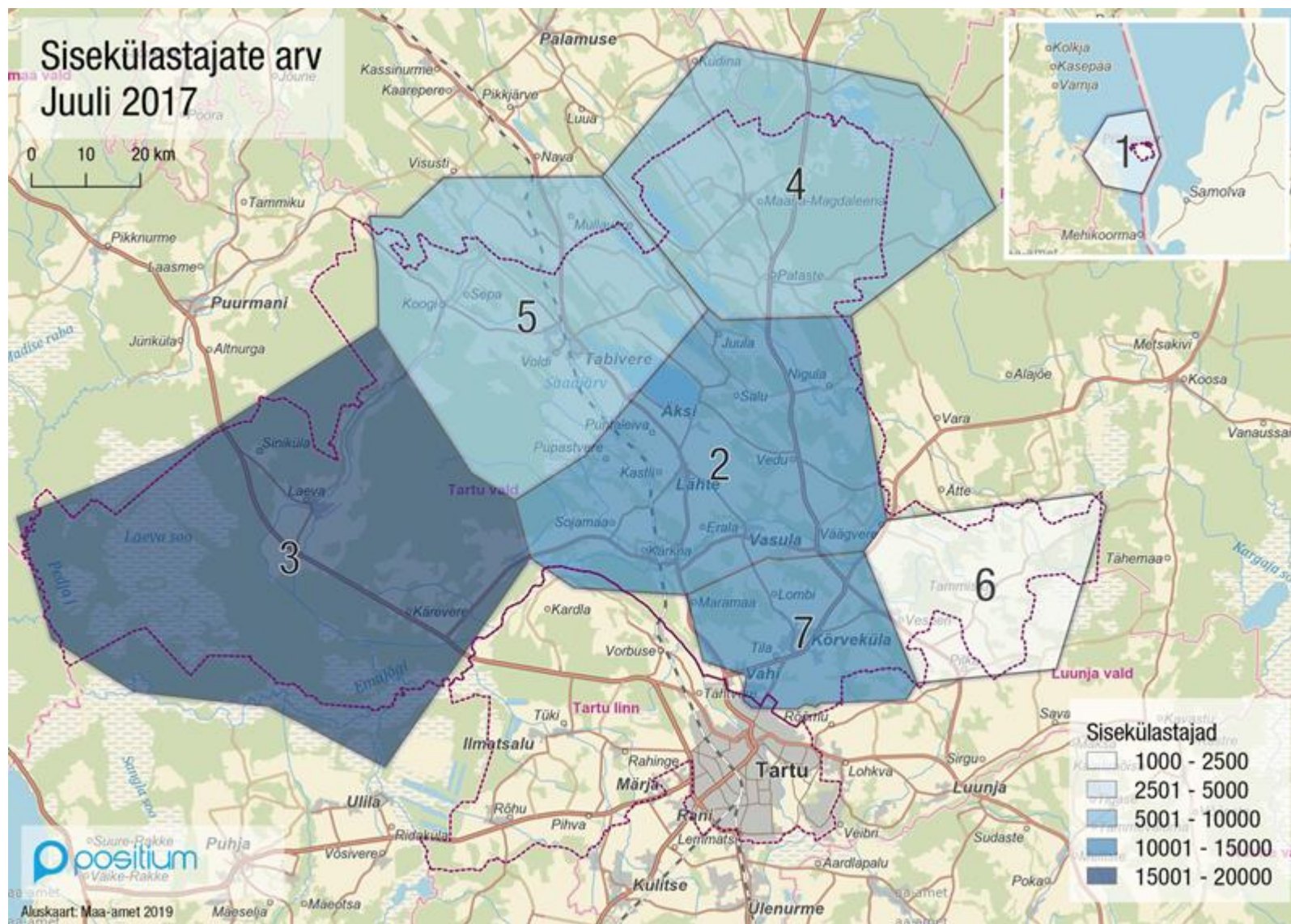
Joonis 9. Tartu valla 10 kõige suuremat elukohtade ja tööaja tegevuskohtade vahelist vektorit



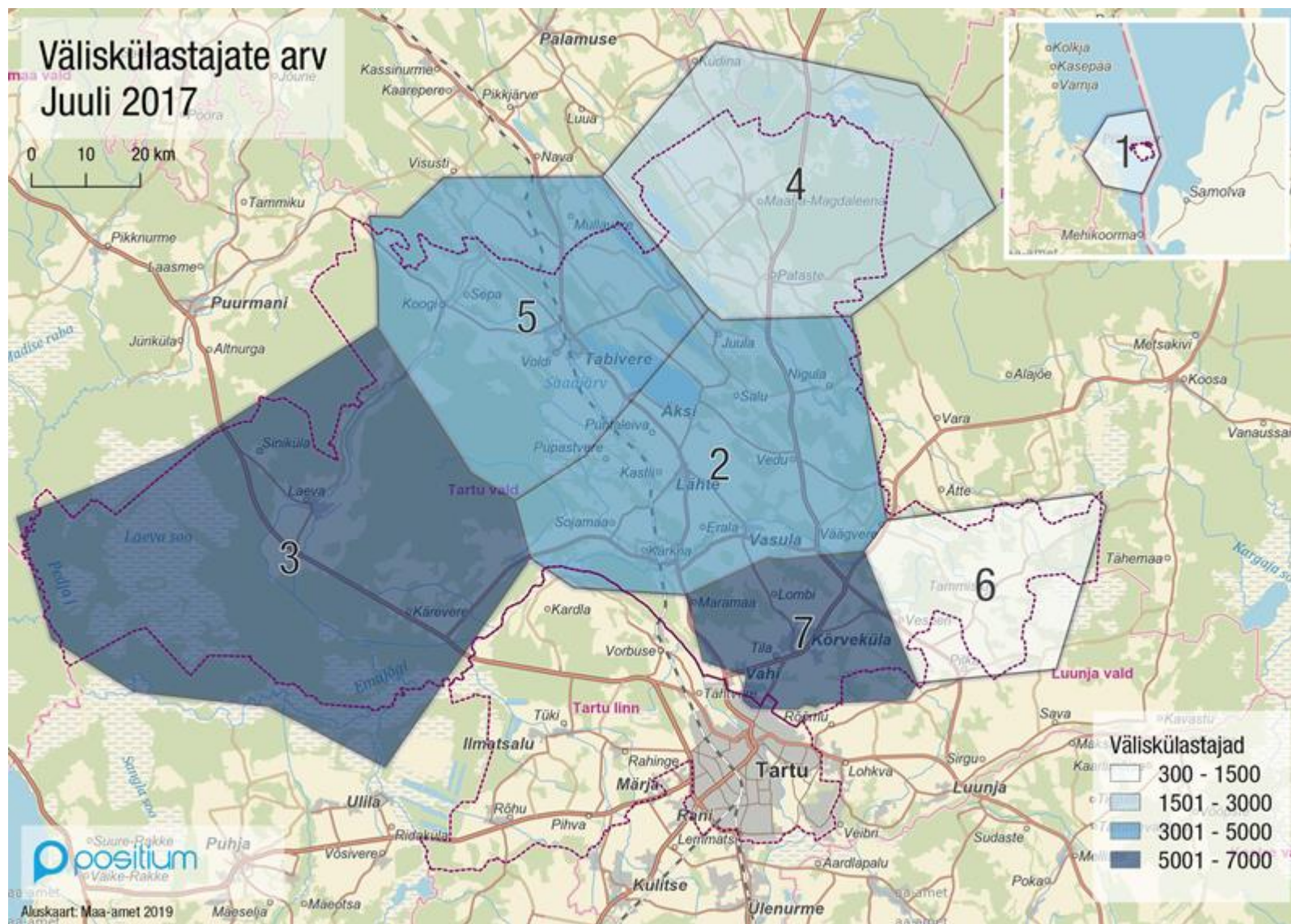
Joonis 10. Analüüsiala elanike väljaspool analüüsiala asuvate tööaja tegevuskohtade arvud maakonniti



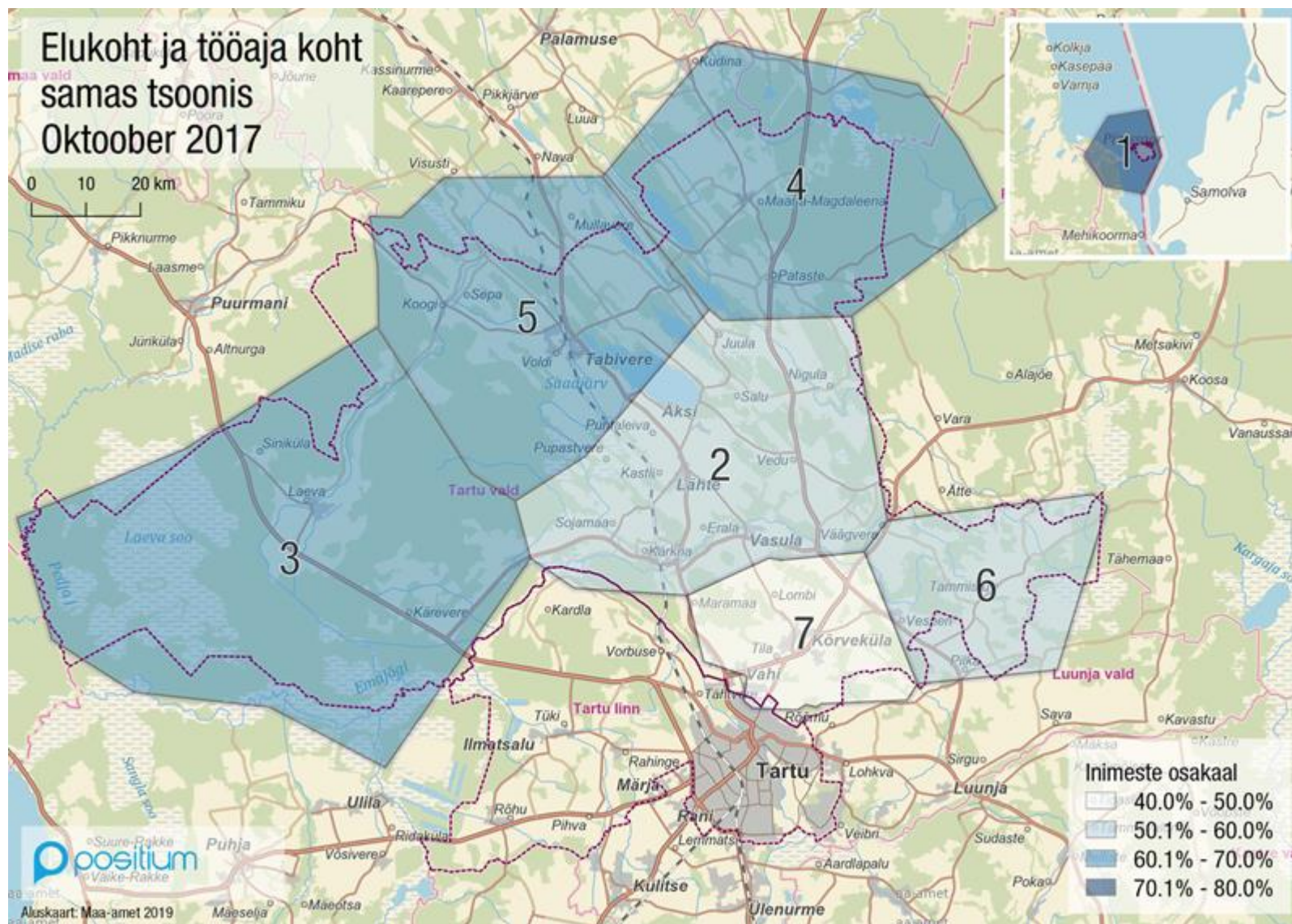
Joonis 11. Väljaspool analüüsiala elavate ja uuringualal tööaja tegevuskohta omavate inimeste arvud ja päritolumaakonnad



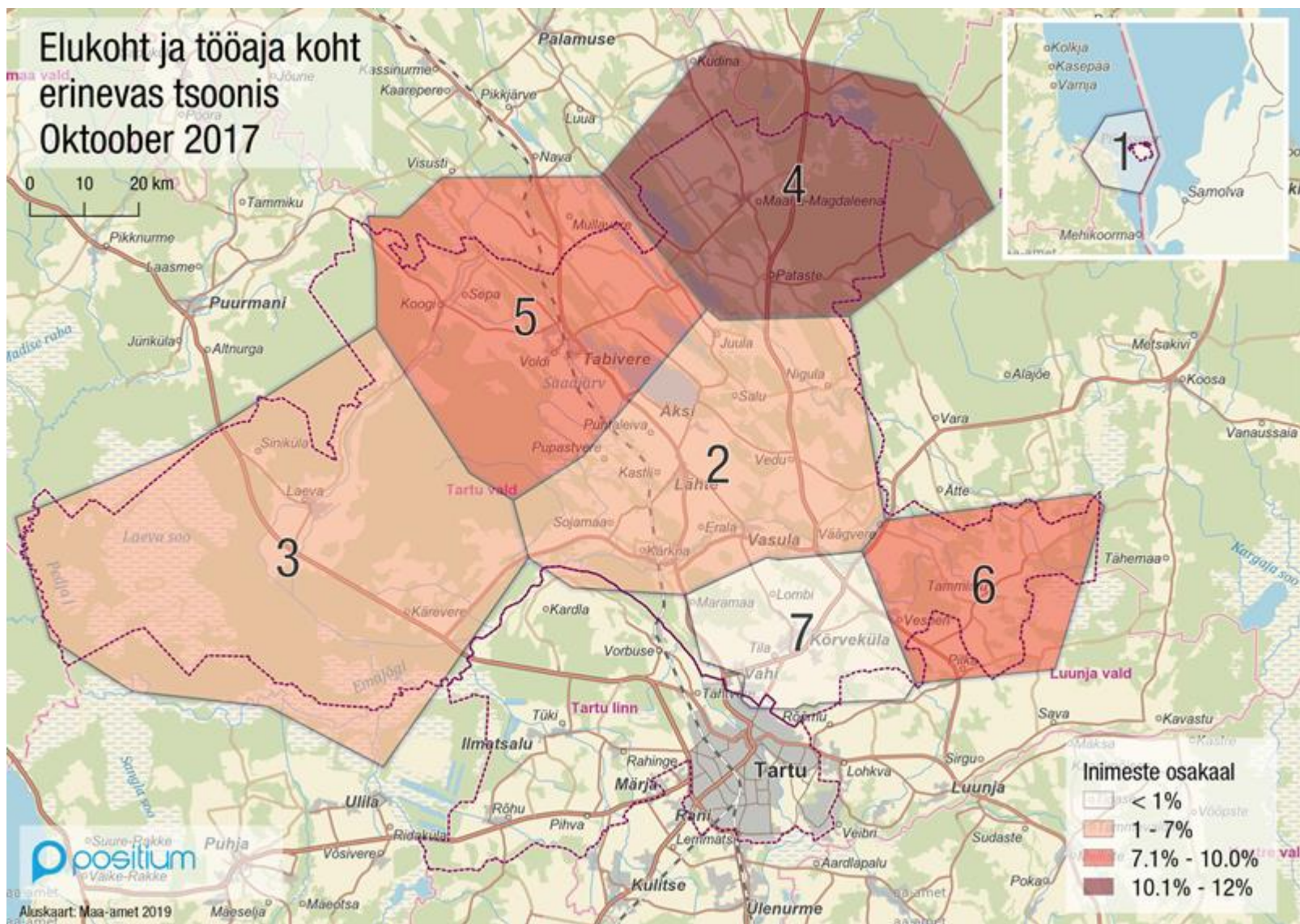
Joonis 12. Sisekülastajate arv tsoonides



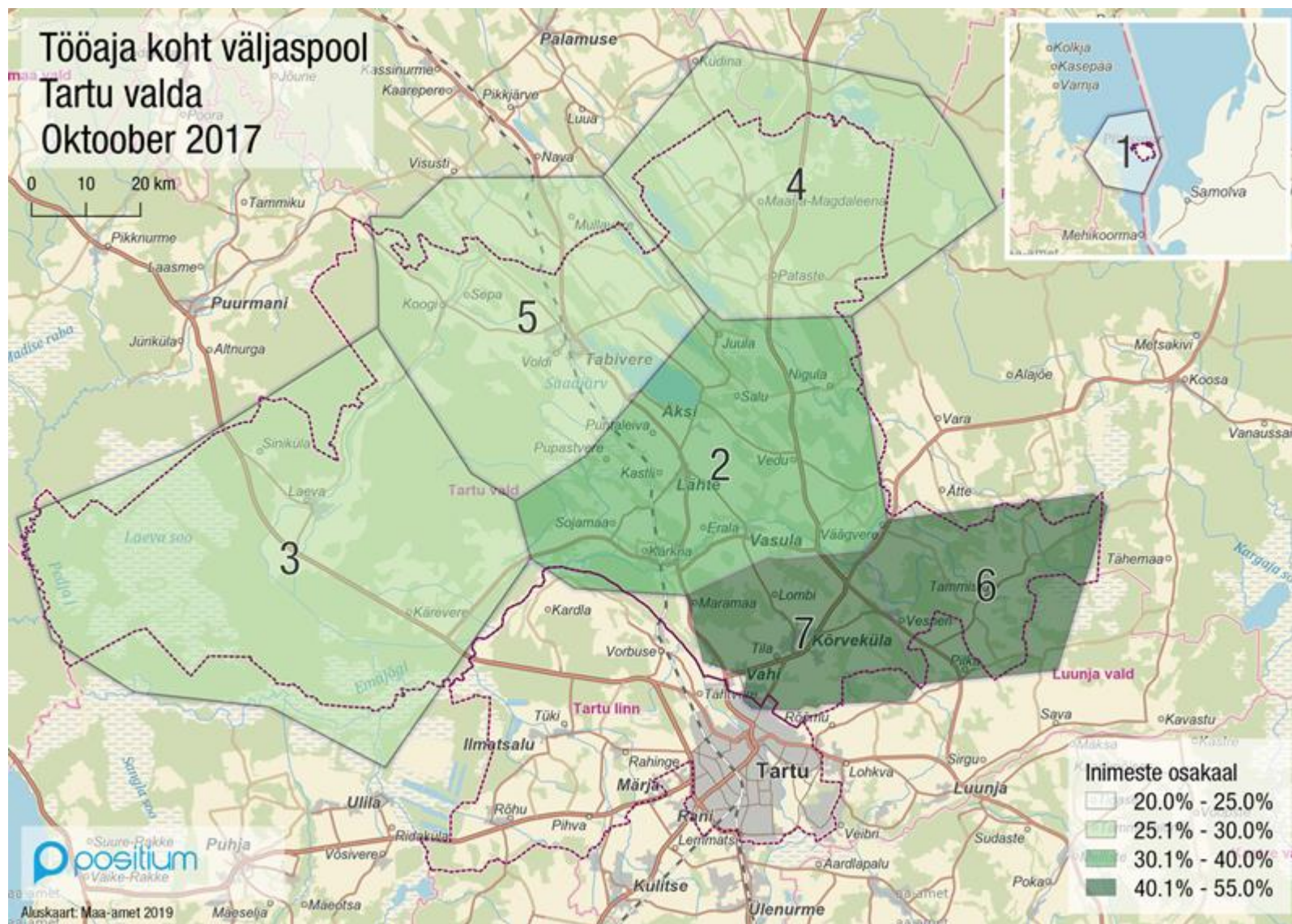
Joonis 13. Väliskülastajate arv tsoonides



Joonis 14. Inimeste osakaal, kelle elukoht ja tööaja tegevuskoht on ühes tsoonis, %



Joonis 15. Inimeste osakaal, kelle elukoht on ühes tsoonis, aga tööaja tegevuskoht analüüsiala mõnes teises tsoonis, %



Joonis 16. Inimeste osakaal, kelle tööaja tegevuskoht on väljaspool analüüsiala, %