

Tartu Ülikool
Loodus- ja täppisteaduste valdkond
Ökoloogia ja maateaduste instituut
Geograafia osakond

Bakalaureusetöö geograafias (12 EAP)

**Tallinna linnaruumi multifunktsionaalsuse
ja asustustiheduse uurimine
Ehitisregistri andmetel**

Martin Haamer

Juhendaja:
Anto Aasa, PhD

TARTU 2020

Annotatsioon

Tallinna linnaruumi multifunktsionaalsuse ja asustustiheduse uurimine Ehitisregistri andmetel

Kompaktse linnaruumi peamisteks tunnusteks on kõrge asustustihedus ja multifunktsionaalsus. Hiljuti on üha enam jõutud arusaamiseni, et nimetatud tüpoloogiad etendavad märkimisväärset rolli linna jätkusuutlikkuses. Käesoleva bakalaureusetöö eesmärk on uurida Tallinna linna asustustihedust ja linnaruumi multifunktsionaalsust. Asustustiheduse hindamiseks on arvutatud hoonestatud linnakeskkonna suletud brutopinna ja krundi pindala suhtarv ehk FAR, loendatud elamuüksuste arv hektaril ning võrreldud vastavaid näitajaid rahvastikutihedusega. Linnaruumi multifunktsionaalsust on hinnatud Shannoni entroopia indeksit kasutades. Lähteandmetena on kasutatud Ehitisregistri andmeid ja Maa-ameti ruumiantmete hoonete ruumikujusid. Tulemusi on analüüsitud 100 ja 200 meetrisel ruutkaardil ning kokkuvõttes esitatud linnaosade kohta. Töö tulemusena on selgunud kõrge ja madala asustustihedusega ning multifunktsionaalsusega piirkonnad Tallinnas. Töö väärtusteks on Ehitisregistri andmete seostamine ruumikujudega, mis annab viimastele sisu ning võimaldab nende edaspidise optimaalsema kasutuse ruumianalüüsis.

Märksõnad: multifunktsionaalsus, asustustihedus, Shannoni indeks, Ehitisregister

CERCS kood: S230 - Sotsiaalne geograafia; S240 - Linna ja maa planeerimine

Abstract

Measuring urban density and multifunctionality in Tallinn based on the Estonian Register of Buildings

The main indicators of a compact urban environment are density and multifunctionality. It has recently become widely accepted that these typologies have a significant role in determining the sustainability of cities. The aim of the thesis is to measure the urban density and multifunctionality of Tallinn, Estonia. Density has been measured using three different measurements: determining the floor area ratio (FAR), dwelling units per hectare and comparing the results with the population density. Multifunctionality has been measured using the Shannon index of entropy. The main sources of data have been the Estonian Registry of Buildings and the national Land Board. The results highlight areas of high and low density and multifunctionality, which have been calculated based on a 100 and 200 metre grid and further summarized on a district level. Relevance of the thesis lies in applying open data from the Register of Buildings to a spatial scale, providing building geometries with necessary attributes for easier future use in spatial analysis.

Keywords: multifunctionality, density, Shannon index of entropy, register of buildings

CERCS code: S230 – Social geography; S240 – urban and rural planning

SISUKORD

1. SISSEJUHATUS	6
1.1 Uurimisteema	7
1.2 Töö ülesehitus	8
2. TEOREETILINE ÜLEVAADE	9
2.1 Multifunktsionaalsuse ja asustustiheduse ajaloolised arengud	9
2.2 Linna tüpoloogiate roll tänapäeval.....	10
2.2.1 Asustustihedus	10
2.2.2 Tihendamine	11
2.2.3 Kompaktsus.....	12
2.2.4 Multifunktsionaalsus.....	13
2.3 Tallinna linna hetkeolukord ja strateegia	13
2.3.1 Rahvastik ja asustustihedus.....	14
2.3.2 Linnaruumi kasutus.....	14
2.3.3 Kompaktsus ja multifunktsionaalsus	15
2.3.4 Elamumajandus.....	15
2.4 Meetodid.....	16
2.4.1 Asustustiheduse mõõtmine	16
2.4.2 FAR ja elamuüksuste arv	18
2.4.3 Multifunktsionaalsuse arvutamine	18
3. ANDMED JA METOODIKA	22
3.1 Lähteandmed	22
3.2 Uurimisala	23
3.3 Lähteandmete korrastamine	23
3.4 Kasutusotstarvete klassifitseerimine	23
3.5 Skaala ja uurimisala jaotus	25
3.6 Asustustiheduse arvutamine.....	26

3.7	Multifunktsionaalsuse arvutamine	27
4.	TULEMUSED	28
4.1	Asustustiheduse mõõtmine.....	28
4.1.1	Tulemused 100m võrel	29
4.1.2	Tulemused 200m võrel	31
4.2	Multifunktsionaalsuse hindamine	34
4.2.1	Multifunktsionaalsus 100m skaalal.....	34
4.2.2	Multifunktsionaalsus 200m skaalal.....	35
4.2.3	Multifunktsionaalsus ja asustustihedus kombineeritult	38
4.3	Asustustihedus ja multifunktsionaalsus linnaosa tasemel.....	40
4.4	Tulemuste kontroll välivaatlusega	41
4.4.1	Näide 1. Paljassaare	41
4.4.2	Näide 2. Mustamäe tee.....	42
4.4.3	Näide 3. Tondi tänav	43
5.	ARUTELU	44
5.1	Tulemuste hindamine	44
5.1.1	Tallinna asustustiheduse hindamine	44
5.1.2	Tallinna multifunktsionaalsuse hindamine	45
5.1.3	Asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse koosmõju.....	45
5.1.4	Skaala.....	45
5.2	Ehitisregistri andmete kvaliteet.....	46
5.2.1	Puudujäägid.....	46
5.3	Soovitused edaspidisteks uuringuteks.....	47
6.	KOKKUVÕTE	49
	TÄNUAVALDUSED	53
	KASUTATUD KIRJANDUS	54
	LISA 1: Ehitisregistri andmemudel	57
	LISA 2: Eesti topograafia andmekogu hoonete kihi (E_401_hoone_ka) andmemudel...59	

LISA 3. Kasutusotstarvete klassifikatsioon.....	60
LISA 4: Pildid Paljassaarelt.....	64
LISA 5: Pilt Mustamäe teelt.....	65
LISA 6: Pildid Tondi tänavalt	66

1. SISSEJUHATUS

Suhtumine linnadesse on ajaloo jooksul muutunud ning seeläbi on muutunud ka linnaplaneerimise eesmärgid ja väärtushoiakud. Möödunud sajandil oli valdavaks suunaks eeslinnastumine ja olemasoleva tiheasustuse hajutamine, kuid 2000-ndate algusest on hoiakud kardinaalselt muutunud ning linna tüpoloogiate eeskujud otsitakse koguni sajanditetaguse keskaja linnast (Batty et al., 2004). Üks esimesi ja häälekamaid uue mõtteviisi propageerijaid oli Jane Jacobs (1992), kelle teos „The Death and Life of Great American Cities“ omab tähelepanuväärset mõju tänapäevasele linnaplaneerimisele. Nimetatud teose ilmumise järgselt on arenenud mitmed uued linnaplaneerimise suunad nagu *Smart Growth*, *New Urbanism*, *Multifunctional Land Use (MLU)* ja *the Compact City*, milliste kõigi võtmesõnadeks on kompaktsus ja multifunktsionaalsus (Vreeker et al., 2004).

Linnaelanikkond kogu maailmas kasvab endiselt ning kaasnevad probleemid liiklusummikute, keskkonnasaastatuse ja kliimamuutuste näol on loonud arusaama, et linnaruumi tuleb kriitiliselt hinnata ning otsida lahendusi, millega olemasolevaid probleeme leevendada ja uute tekkimist vältida. Käesoleval sajandil on uudse planeerimislähenemisena esile kerkinud multifunktsionaalne linnaruum, eesmärgiga peatada valglinnastumine, vähendada liiklemist töökoha ja kodu vahel ning soosida erinevate linnafunktsioonide omavahelist sünergiat (Kajtazi, 2007). Kõnealune linnaruum kombineerib mitmeid erinevaid linnale omaseid funktsioone samal territooriumil. Näiteks võib multifunktsionaalseks pidada linnaala, kus lisaks elamutele paiknevad ka erinevad kauplused, ärihooned, õppeasutused ja vaba aja keskused. Mitmeotstarbelisus tõstab asustustihedust ja loob mitmekesisust nii linnaosas eraldi kui kogu linnas tervikuna (Batty et al., 2004). Jane Jacobs'i (1992) arvates tuleb esmatähtsaks pidada mitmekesist linnaruumi, kuna viimane loob soodsa pinnase valdkonnavaheliste teadmiste levikule.

Tallinna linnal on alates eelmise sajandi viimasest kümnendist olnud probleeme intensiivse valglinnastumise ja autostumisega. Linnaruumi kasutus ei ole tervikuna otstarbekas ning asustustihedus on oluliselt madalam Euroopa vastavast keskmisest näitajast. Seetõttu on linnaruumi tihendamise ja multifunktsionaalsuse suurendamine olulised suunad Tallinna linnaplaneerimises (Tallinna Linnakantselei, 2010).

1.1 Uurimisteema

Linnaruumi multifunktsionaalsuse hindamine on vajalik, kuid keeruline ja väga mitmest aspektist sõltuv (Burton, 2002). Kõige suuremat kaalu omavad siinkohal lähteandmed ja nende kvaliteet. Tänapäeval on järjest lihtsam koguda erinevaid ruumiandmeid, nende põhjal andmestikke koostada ja neid avalikkusele ligipääsetavaks muuta. Seejuures kasvab pidevalt ka andmete maht, millest tulenevalt on andmete kvaliteeti järjest keerulisem tagada. Eestis kui digiriigis peetakse erinevate andmebaaside kasutamist oluliseks. Loodud on hulgaliselt erinevaid andmebaase, milles sisalduv info on avaandmetena kättesaadav, kuid andmete edukas ja eesmärgipärane rakendamine sõltub olulisel määral andmebaaside sisu kvaliteedist. Andmete ruumilise analüüsi osas on GIS (geograafiline infosüsteem) süsteemide hoogne areng lihtsustanud ruumiliste seoste uurimist märgatavalt ning võimaldanud mitmeid uudseid lähenemisviise. Kuid neid võimalusi ei ole võimalik rakendada, kui lähteandmed kvaliteet ei vasta nõuetele.

Käesolevas töös on lähteandmetena kasutatud riikliku Ehitisregistri avaandmeid ning Maa-ameti topograafia andmekogust hoonete ruumikujusid. Nimetatud andmeid rakendatakse asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse uurimisel Tallinna linna näitel.

Uurimistöö eesmärgid on seega:

- arvutada Ehitisregistri andmete põhjal Tallinna multifunktsionaalsus ja uurida selle ruumilisi erinevusi;
- arvutada Maa-ameti ja Ehitisregistri andmete põhjal Tallinna asustustihedus ja uurida selle ruumilisi erinevusi;
- analüüsida tänapäevases linnaplaneerimises olulisi linna tüpoloogiaid;
- hinnata Ehitisregistri andmete kvaliteeti;
- kontrollida vaatlusega saadud multifunktsionaalsuse tulemusi.

Töö tulemusena valmib ülevaade Tallinna asustustihedusest ja multifunktsionaalsusest ning kriitiline ülevaade Ehitisregistri andmete kasutatavusest selle eesmärgi täitmisel. Lisaks seob töö omavahel kaks erinevat andmebaasi: riikliku Ehitisregistri ja Maa-ameti andmebaasis olevate hoonete ruumikujud, andes seega hoonete ruumikujudele sisu, mida on võimalik edaspidi ruumianalüüsides kasutada.

Töös ei käsitleta ligipääsetavuse ega ajalise dimensiooni mõju multifunktsionaalsusele.

1.2 Töö ülesehitus

Töö teises peatükis antakse põhjalik ülevaade tänapäeva linnaplaneerimise peamistest tüpoloogiatest ning ajalooline taust nende tekke mõistmiseks. Seejärel uuritakse Tallinna linnaplaneerimise hetkeolukorda ja strateegiat ning lisatakse autori poolseid soovitusi. Peatüki lõpus analüüsitakse erinevaid meetodeid asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse mõõtmiseks ning vastavaid raskuskohti.

Kolmandas peatükis antakse ülevaade lähteandmetest ning kirjeldatakse ja põhjendatakse uurimise metoodikat.

Neljandas peatükis hinnatakse Tallinna asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse arvutamise tulemusi ning võrreldakse neid omavahel. Lisaks esitatakse vaatluse käigus tekkinud tähelepanekud ja nendest tulenevad järeldused.

Viimases peatükis analüüsitakse uurimistöö tulemusi ning hinnatakse Ehisregistri andmete kvaliteeti. Lõpuosas antakse soovitusi käsitletud teemade edaspidiseks uurimiseks ning analüüsitakse töö kitsaskohti ja edasiarendusi.

2. TEOREETILINE ÜLEVAADE

Käesolevas peatükis tutvustatakse erinevaid linnaplaneerimise tüpoloogiaid ja nende ajaloolist arengut. Uurimistöö tegemisele eelnevalt on vaja mõista uurimisteema olulisuse põhjuseid ja varasemaid samateemalisi uuringuid ning nende põhilisi järeldusi. Eraldi alapeatükis antakse ülevaade uurimisala ehk Tallinna linna hetkeolukorrast ja käsitletavate tüpoloogiate tähendusest Tallinna linnaplaneerimises. Peatüki lõpuosas antakse ülevaade erinevatest asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse mõõtmise meetoditest.

2.1 Multifunktsionaalsuse ja asustustiheduse ajaloolised arengud

Keskaegne Euroopa linn oli kompaktne ehk tihedalt asustatud ja väga multifunktsionaalne. Majanduslikust aspektist oli lähestikku paiknemine kasulik, sest levinuim liikumisviis oli jala. Linnamüüride lammutamine ja tööstusrevolutsioon 19. sajandil muutsid linnastruktuuri drastiliselt, asendades mitmekesise linnaruumi võrdlemisi ühetaoliste tiheda tööstuspiirkonnaga (Batty et al., 2004). Suur elanike ja elamuüksuste arv pinnaühikul ning sellest tingitud ülerahvastatus soosisid planeerimist asustustiheduse vähendamiseks ning kujunes vastasseis linnafunktsioonide segakasutusele ja üldine negatiivne hoiak linnaelu vastu (Moroni, 2016). Jane Jacobs'i (1992) arvates tulenes linnaplaneerijate vastasseis tiheasustusele suutmatusel eristada tiheasustust ja ülerahvastatuse tegelikke põhjustajaid. Churchman'i (1999) järgi nähti tiheasustust negatiivse mõjurina elukvaliteedile, kuna linnalist tiheasustust on seotud ülerahvastatuse, müra, mustuse, kuritegevuse, vaesuse ning haigustega (lk 392).

Teise maailmasõja järel järgis valdav osa riike linnafunktsioonide eraldamise paradigmat, mis oli olulisel määral mõjutatud 1933. aasta Ateena harta poolt, milline koostati prantsuse arhitekti Le Corbusier juhtimisel. Mainitud paradigma ebaõnnestumist tõstis kriitiliselt esile Jane Jacobs (1992) oma raamatus „The Death and Life of Great American Cities“. Tema sõnul olid tiheda asustusega mitmekesised linnakvartalid majanduslikult tugevamad, sotsiaalselt stabiilsemad ning kultuuriliselt ja esteetiliselt huvitavamad, atraktiivsemad ja turvalisemad kui monofunktsionaalsed eeslinnad (Rodenburg & Nijkamp, 2004). Jacobs leidis, et kaasaegsed linnad oleksid asustustiheduse poolest pidanud suuremal määral sarnanema oma keskaegsete eelkäijatega (Batty et al., 2004).

Tänapäeval leiavad Jacobs'i argumendid tiheasustuse kasuks taas kõlapinda (*ibid.*). Mitmed 21. sajandi alguskümnendite jooksul tekkinud suunad linnaplaneerimises, näiteks *smart growth* (tark kasvamine), *new urbanism* (uus urbanism), *multifunctional land use (MLU)*

(multifunktsionaalne maakasutus) ja *the compact city* (kompaktne linn) tunnustavad kompaktse linna olulisust. Vastupidiselt eelmise sajandiga, on tänapäeval põhilisteks probleemideks hõreasustus ja valglinnastumine (Moroni, 2016, lk 2). Kliimamuutustega kohanemine, tertsiariseerumine ja kaasaegse ühiskonna väärtushinnangud on muutnud majandustingimusi tiheasustusele ja multifunktsionaalsusele soosivamaks rohkem kui kunagi varem viimase 200 aasta jooksul (Batty et al., 2004, lk 325).

2.2 Linna tüpoloogiate roll tänapäeval

Linn on rohkem kui ainult ehitised, mis omakorda on rohkem kui vaid elamis- ja tööpinnad. Vaatamata eelnevale kavandatakse linnaruumi tihendamist sageli peamiselt võimalikult kiire ja võimalikult laiaulatusliku ehitustegevuse kaudu. Oluline tähelepanu peaks olema suunatud linnas loodavatele keskkondadele, nende sihtrühmadele, üldisele elamisväärsusele ja jätkusuutlikkuse tagamisele (Boverket, 2017). Põhiliseks väljakutseks kujuneb tulevikus tasakaalu saavutamine linna füüsilise kuju, kompaktsuse ja elamisväärsuse vahel ning seejuures mängivad võtmerolli asustustihedus ja multifunktsionaalsus (Lehmann, 2016).

2.2.1 Asustustihedus

Asustustihedust käsitletakse kui elamispinna ja elanike arvu suhet kindlal alal. Seda peetakse oluliseks näitajaks linna iseloomustamisel, kuid seos asustustiheduse ja linna jätkusuutlikkuse vahel on vaieldav ning ei ole planeerimisteoorias ühtselt mõistetav (*ibid.*). Oluline erinevus on füüsilisel ja tajutaval tihedusel. Ehitiste tihedalt paiknemine ei pruugi tekitada inimestes tunnetust, et elatakse lähestikku ja linnafunktsioonid on lihtsasti kättesaadavad. Teisisõnu ei ole eesmärk mitte asustustihedus iseenesest, vaid tihedusest tulenev kvaliteetne linnakeskkond, mis kajastub töökohtade lokaalsuses, kultuurivõimalustes ja üleüldises elukvaliteedi tõusus. Uuringute põhjal peetakse linnaelu olulisimaks eeliseks lühikesi vahemaid erinevate tegevuste ja kodu vahel (Boverket, 2017).

Asustustihedus maailma linnades varieerub märkimisväärselt – Aasiamaade linnades on see üks kõrgeimad, näiteks Mumbais ja Hongkongis on enam kui 20 000 elanikku ruutkilomeetri kohta. Vanaaegsetes Euroopa linnades kõigub vastav näitaja 3000 ja 6000 inimese vahel ruutkilomeetri kohta. Ameerikas ja Austraalias on vastav näitaja veel madalam, vaid 1000 kuni 2500 elanikku ruutkilomeetri kohta (Lehmann, 2016).

Asustustiheduse põhjal on võimalik määratleda erinevaid linnatüüpe:

- Euroopalik kompaktne polütsentriline tiheasutusega ühtlase tänavafondiga linn (nt Berliin, Pariis, Ateena): 3000 kuni 6000 inimest km² kohta.
- Aasia üksikute eraldatud kõrghoonetega linn (Shanghai, Tokyo, Bangkok): sageli 10 000 inimest km² kohta.
- Põhja-Ameerika ja Austraalia laiaulatuslik hõreasutusega eeslinn, mille keskel asub kõrghoonetega kesklinn (Los Angeles, Pheonix, Melbourne): 1000 kuni 2500 inimest km² kohta.

Tihedamalt asustatud kompaktset linna peetakse jätkusuutlikumaks (Lehmann, 2016). Tiheasutusega linnas vähenevad transpordist tulenevad heitmed tänu lühematele vahemaadele ning vajaduspõhiste ühistranspordivõimalustele, millised omakorda soosivad jätkusuutlikku arengut (Boverket, 2017).

2.2.2 Tihendamine

Tihendamine on muutunud tänapäevase linnaplaneerimise oluliseks komponendiks, kuna linnaelanikkond kasvab endiselt kogu maailmas ja elamispinna puudus on tõsine probleem. Amsterdumis, näiteks, on 2040. aastaks vaja rajada 300 000 uut elamuüksust, kuid pruunalad (varasemast või kaasajal toimivast tööstuskasutusest mõjutatud linnaalad) on juba kasutusse võetud ning vabu endisi tööstusalasid ja äripiirkondi on keeruline leida. Järele jäävad ebamugavad lahendused – väga intensiivne tihendamine, 19. sajandist pärit linnaalade lammutamine, linna ümbritsevate kaitsealuste rohealade täisehitamine või tagamaal olevate linnade tihendamine. Amsterdami näitel on ilmne, et levinud tihendamise võtetest ei piisa, kuid viimasele vaatamata on tihendamine vältimatu (Tosics, 2017).

Tihendamine põhjustab sageli avalikkuse vastuseisu, eriti siis, kui meedia poolt kajastatakse tihendamist rohealade arvelt. Kõnealusel olukorras on oluline kaaluda, kas tihendamisest tulenev keskkonnakasu kompenseerib vaba aja veetmiseks ning kliimanetraalsuse seisukohalt oluliste rohealade kadumist. Tihendamise eeliseks peetakse linna mitmekesisuse suurenemist, samas kui kesklinnapiirkonnas kaasnevad viimasega kõrgemad kinnisvarahinnad, mis võivad omakorda põhjustada gentrifikatsiooni – linnalise keskkonna ümberkujunemist tänu jõukamate elanike kolimisele vaesemate elanikkonnakihtide elupiirkondadesse neid sealt välja tõrjudes, ja süvendada sotsiaalset ebavõrdsust. Teine tugev tihendamise pooltargument on autostumise vähendamine, mis väheneb vaid juhul, kui vähendatakse sõidumugavust ning paralleelselt arendatakse jalgsi, jalgratta ja ühistranspordiga liikumise võimalusi. Seega on oluline määrata prioriteedid jätkusuutliku linna arendamisel (Boverket, 2017).

Õigesti teostatud tihendamise korral ei kahanda tihedam linnaruum elamisväärsust (nt tihendamine Barcelonas, Singapuris, Londonis) (Lehmann, 2016). Optimaalse asustustiheduse saavutamiseks on vajalik pikaajaline strateegia linnaarendamisel, linnaelanike ja kinnisvaraarendajate kaasamine linna arendamiseks (Boverket, 2017). Kõrgekvaliteedilise disaini abil on võimalik leevendada negatiivseid hoiakuid tiheduse suhtes. Kõrgemad asustustihedused vajavad uut tüüpi elamuid, kompaksete elamumudelite laiemat variatsiooni ning innovaatilisi disainilahendusi, mis ühendavad rohealad ja kvaliteetset avalikku ruumi. Haljastus, rohekatused ja avaliku ruumi kujundus peavad olema olulisel kohal alates uusarenduse algfaasist (Lehmann, 2016).

2.2.3 Kompaktsus

Kompakset linna defineeritakse kui multifunktsionaalset linnavormi, mida iseloomustab suur asustustihedus, ligipääsetavus erinevate transpordivahenditega ning minimaalne keskkonnamõju, soosides jalgsi ja jalgrattaga liikumist (Lehmann, 2016, 3). Kõige olulisem protsess nimetatud eesmärgi jõudmisel on linna tihendamine. Kompaktse linna põhilisteks eelisteks on:

- maakohtade säilimine;
- väiksem vajadus autokasutamisele ning seeläbi vähem heitmeid;
- ühistranspordi, jalgratta ja jalgsiliikumise soosimine;
- parem ligipääs teenustele ja erinevatele asutustele;
- tõhusam linna infrastruktuuri kasutus;
- linnakeskkonna elavdamine (Burton, 2002).

Oluline on ka linnaruumi omavaheline ühenduvus ja tühermaa tekke vältimine – seega tuleb uusi arendusi rajada olemasolevate kõrvale (Jabareen, 2006).

Kuid linna kompaktsus on endiselt vastuoluline teema ning ei ole ühtegi universaalset mudelit, mida iga linna puhul rakendada saaks. Piirkondade tihendamine ning selle kaudu kompaksemaks muutumine, vajab hoolikat planeerimist kõrvalmõjude tasakaalustamiseks. Kõrgem asustustihedus on sobilik vastavates asukohtades, kuid mitte igas olukorras. Näiteks võib kõrgem asustustihedus suurendada linna soojasaare mõju (Lehmann, 2016). Ameerikas ja Austraalias on uuritud elamute energiakulu ning jõutud järelduseni, et linnalises tiheasustusega keskkonnas elamine on vähem energiakulukas eluviis hõreasustusega eeslinnades elamisega võrreldes. Eelkõige on väite põhjuseks eramaja suurus ja seega suurem energiantensiivsus

ning tihti toimub liiklwmine sellistest piirkondadest eraautodega. Kuid teistpidi on olemas piir, millest alates asustus on liiga tihe. Kõrghooned vajavad lisaenergiat ventilatsiooni ja liftide jaoks, heidavad varje teistele hoonetele, mis vähendavad nende hoonete päikesest tulenevat energiat (*ibid.*).

2.2.4 Multifunktsionaalsus

Linnad on kompleksed süsteemid, mille üks fundamentalsemaid näitajaid on multifunktsionaalsusest tulenev mitmekesisus. Jane Jacobs märkis juba enam kui pool sajandit tagasi selle olulisust. Tänapäeval peetakse multifunktsionaalsust kohati lausa kõige olulisemaks eelduseks linna- ja regionaalarengule infoühiskonnas valdkonnavaheliste teadmiste leviku tõttu. Innovatsiooni kiirus ja tõhusus sõltub suuresti teadmiste leviku kiirusest klastrites ja interdistsiplinaarsete ettevõtete vahel. Seega on oluline kaardistada kesksed tegurid, mis soosivad ja toetavad multifunktsionaalsuse teket (Sayyar & Marcus, 2011).

Multifunktsionaalset maakasutust saab üldiselt defineerida kui erinevate sotsiaalmajanduslike funktsioonide koosmõju samal alal. Multifunktsionaalsust võib vaadelda kui empiirilist nähtust, kuid võib ka rakendada planeerimislähenemisena, eesmärgiga soosida majanduse sünergiat ning rakendada linnaruumi efektiivselt (Rodenburg & Nijkamp, 2004). Argumentatsioon multifunktsionaalsuse üle sageli ei tugine korralikule empiirilisele andmestikule, kuna puuduvad analüütilised vahendid mitmekesisuse mõõdistamiseks ükskõik, mis tasemel teiste linnadega võrdlemiseks. Seetõttu on korralikuks mõõdistamiseks vaja esmalt määrata, millise näitaja mitmekesisust mõõdetakse ning millisel skaalal seda tehakse (Sayyar & Marcus, 2011).

2.3 Tallinna linna hetkeolukord ja strateegia

Käesolevas alapeatükis keskendutakse Tallinna maakasutuse ja linnaplaneerimise hetkeolukorrale ning tuuakse esile linnaruumi põhilised probleemid. Strateegias „Tallinn 2030“ on väljatoodud: „Linna strateegiline arendamine eeldab, et mõistetakse olemasolevat olukorda, tulevikku mõjutavaid asjaolusid ning ajas ja ruumis kujunevaid väljakutseid. Veelgi olulisem on, et selle teadmise põhjal tehtaks õigeid järeldusi, valikuid ja otsuseid.“ (Tallinna Linnakantselei, 2010, lk 3).

2.3.1 Rahvastik ja asustustihedus

Tallinnas elab 02.01.2019 seisuga 438 874 inimest, mis moodustab Eesti rahvastikust 32,8% (Kuulpak, 2019). Asustustihedus pealinnas on 2575 in/km², mis on oluliselt madalamal võrreldes enamuse teiste Euroopa pealinnadega. Varasemalt käsitletud Lehmann'i (2016) klassifikatsiooni järgi jääb Tallinn asustustiheduse poolest Põhja-Ameerika ja Austraalia linnade kategoorias napilt välja, kuid teiste Euroopa linnade hulka ei ole ka sobilik Tallinnat liigitada laiaulatusliku eeslinnastumise tõttu. Linna elanike arv on käesoleval sajandil näidanud kasvutendentsi, kuid samal ajal on toimunud ka intensiivne valglinnastumine (Tallinna Linnakantselei, 2010).

2.3.2 Linnaruumi kasutus

Linnaruumi kasutust Tallinnas ei saa tervenisti otstarbekaks pidada. Maakasutuse vaatepunktist on põhiprobleemiks heakorramata ja väikese kasutusintensiivsusega alade suur ulatus. Sageli on need tehnilise infrastruktuuriga varustatud maa-alad või nende vahetuses läheduses olevad alad, mõned paiknevad isegi kesklinnas. Kesklinnas on suur teenindusfunktsioonide osakaal, samal ajal elukohana intensiivselt kasutatud korterelamute piirkondades, näiteks Õismäel ja Mustamäel, on täiendavad funktsioonid ebapiisavalt väljaarendatud. See on tinginud tiheda igapäevase liikumise kesklinna ja ülejäänud linnaosade vahel, mis põhjustab liiklusummikuid. Samas esineb nimetatud piirkondade ja kesklinna vahel tühje ning täiesti kasutamata või alakasutatud piirkondi, näiteks Mustjõe asum. Hoonestamata maa olemasolust hoolimata on linnaelanikud hajunud naabervaldade territooriumile kerkivatesse uutesse elamupiirkondadesse, kuna linn ei ole nende aladele kasutust leidnud (Tallinna Linnakantselei, 2010, p. 20).

Siinkohal on hea tuua eeskujuks Uppsala linn Rootsis, kus on viimasel aastakümnel toimunud endise kõrgepingeliini aluse maa hoonestamine linnaosade paremaks omavaheliseks sidumiseks. Piirkonda läbival magistraalil *Fyrislundsgatan*, mida võib suuruse poolest võrrelda Tallinna Sõpruse puiesteeaga, laiendati kõnni- ja jalgrattateid sõiduridade arvelt, vähendades tänava seinä-efekti. Projekt paistis muuhulgas silma läbivalt suure rõhuasetuse poolest arhitektuurile ja jätkusuutlikkusele (Boverket, 2017, lk 44–45). Kindlasti oleks võimalik ja vajalik sarnast lähenemist rakendada Tallinna alakasutatud aladel, näiteks Põhja-Tallinnas ja Kristiines endiste ja praeguste kõrgepingeliinide alusel maal.

2.3.3 Kompaktsus ja multifunktsionaalsus

Tallinna linnaplaneering on orienteeritud linna kompaktsesse arengule, nähes ette linnastruktuuri tihendamist endiste sõjaväe- ja tööstusalade arvelt. Lisaks võetakse seni üksnes osaliselt välja arendatud piirkonnad intensiivsemalt kasutusele. Seeläbi suurendatakse asustustihedust ja luuakse võimalused multifunktsionaalsusele, mis omakorda suurendab linna mitmekesisust. Kesklinn säilib linna peakeskusena, kuid loovutab osa praeguseid funktsioone, eriti kaubanduse ja teeninduse omasid (Tallinna Linnakantselei, 2010, lk 88).

Kvaliteetsete elamualade arendamine kesklinna ärikvartalite läheduses, näiteks seni arendamata alad Veerenni asumis, võimaldab kombineerida töö ja igapäevased funktsioonid vähesema ruumi arvelt ning hoida ja vältida oskustööjõu ümberasumist Tallinna tagamaale. Sarnase mõjuga on ka äri- ja ettevõtlusalade hajutamine kesklinna piirkonnast välja teistesse linnaosadesse, suurendades kohalike töökohtade olemasolu. Oluline on tagada kõnealustesse piirkondadesse kvaliteetsed transpordiühendused vältimaks autoga liiklemist. (*ibid.*).

Strateegias on aga kirjas: „kesklinna ja korterelamurajoonide vahelise vööndi tihendamine on aga arvukate parkimise, miljöö-, kõrgus, haljastuspiirangute jm elukeskkonna kvaliteedi tõstmise eesmärgil seatud piirangute tõttu keerukas, kallid ning võimalik enamasti endiste tööstusalade arvelt.“ (Tallinna Linnakantselei, 2010, lk 20). Oluline on aga just linna roll nende alade tihendamises, kuna turumajanduses multifunktsionaalsed alad tõenäoliselt ei teki, ilma et oleks ruumipuudus, liialt kõrged transpordikulud või tagasihoidlikud maahinnad. (Rodenburg & Nijkamp, 2004, lk 275).

2.3.4 Elamumajandus

2010. aastal koostatud Tallinna strateegia järgi oli Tallinnas ühe elaniku kohta kasutusel keskmiselt 26 m² eluruumipinda, mis oli kolmandiku võrra vähem kui Helsingis ja ligi poole vähem kui enamikus teistes Lääne-Euroopa riikides. Ligi 94% leibkondadest elas korterelamutes ning üle poole elanikest elas nõukogudeaegsetes paneelramutes, mille kvaliteet ja planeering ei vastanud sageli enam tolaaegsetele nõuetele. Põhilised elamuehituspiirkonnad asusid Kesklinnas, Lasnamäel, Haaberstis ja Pirita linnaosades, Paljassaare ja Kopli poolsaarel. Kesklinnas oli rõhuasetus linna merele avamisel ning seetõttu oli näiteks soositud Linnahalli lähiümbruse ja Kalasadama territooriumi arendamine. Uute eluhoonete ehitamist kavandati olemasoleva hoonestuse tihendamise ja endistele tööstus- või sõjaväealadele uushoonestuse rajamise teel Lillekülla, Tondile ning Nõmmele. (Tallinna

Linnakantselei, 2010). Kümme aastat strateegia koostamisest on linna merele avamine endiselt päevakorras ning viimastel aastatel on alustatud mitme suurprojekti ehitamisega mere äärde.

2.4 Meetodid

Käesolevas alapeatükis keskendutakse erinevatele meetoditele asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse mõõtmiseks ning arutletakse viimaste eeliste ja puuduste üle. Linnamorfoloogia uurimine on linnaplaneerimises üha tähtsamal kohal, erilise rõhuga just jätkusuutlikul linnaarengul, mis keskendub linnaliste alade füüsiliste dimensioonide uurimisele kvantitatiivsete meetoditega. Lisaks jätkusuutlikkuse olulisusele, on linna kvantitatiivsete analüüside rakendamist soosinud GIS süsteemide areng ja pidevalt paranev ruumiandmete kvaliteet ja ligipääsetavus (Reis et al., 2016).

2.4.1 Asustustiheduse mõõtmine





Asustustiheduse mõõtmiseks on kolm levinumat meetodit:

1. Ehitatud keskkonna tihedust saab võrrelda FAR-i (ingl. k. *floor area ratio*) ehk hoonestuse maapealse suletud brutopinna ja krundi pindala suhtarvuga. See iseloomustab hoone kogupinna suhet krundi pindalasse.
2. Elamuüksuste arv pindala ühiku kohta.
3. Rahvastikutihedus ehk elanike arv pindala ühiku kohta.

Iga meetod käsitleb asustustihedust erineva nurga alt ja erinevad meetodid sobivad erinevatele skaaladele. FAR ja elamuüksuste suhtarv on sobilikud näitajad krundi või lähiümbruskonna skaalal, kuid ei sobi kasutamiseks linnaosa skaalal. Elanike arvu saab võrrelda ka suuremal skaalal linnaosa või linna tasemel. Elamuüksuste arvu krundil kasutavad sageli kinnisvaraarendajad ja -maaklerid, kuna see iseloomustab turundatavate üksuste arvu mingil alal. Elanike arvu mõõtmine mingil alal on abiks tiheduse mõõtmisel, kuid ei anna ülevaadet elamisest inimese kohta. Seetõttu ei piisa tervikpildi saamisel vaid ühe näitaja rakendamisest (*The Density Atlas*, 2011).

Erinevate näitajate koosuurimisel on võimalik koostada linnapiirkondadest tüüpprofiilid (vt tabel 1).

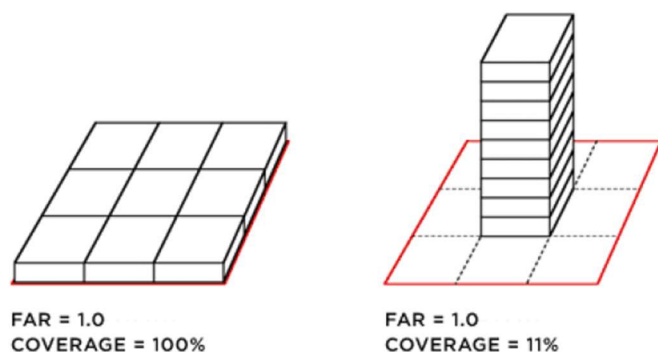
Tabel 1. asustustihedusest lähtuvad linna tüüpprofiilid. EÜ – elamuüksuste arv, RAH - rahvastikutihedus Allikas: (*The Density Atlas*, 2011)

Skeem	Tüüpprofiil	Näited
 <p>FAR EÜ RAH</p>	<p>Kõrge FAR, kõrge elamuüksuste arv, kõrge rahvastikutihedus.</p> <p>Sellised piirkonnad võivad olla elamisväärsed, mugavad linnakeskkonnad. Elamisväärsus sõltub väga hoonete arhitektuurist, tagamaks head valgustingimused ja õhuringlus hoonete vahel.</p>	<p>Tseung Kwan O, Hong Kong; Battery City Park, New York</p>
 <p>FAR EÜ RAH</p>	<p>Madal FAR, madal elamuüksuste arv, madal rahvastikutihedus.</p> <p>Sellised näited on sageli eeslinnadest, kus maakasutus on olnud ebaefektiivne.</p>	<p>City des Fleurs, Paris</p>
 <p>FAR EÜ RAH</p>	<p>Kõrge FAR, madal elamuüksuste arv, madal rahvastikutihedus.</p> <p>Sellised piirkonnad võivad tunda tihedad tänu võrdlemisi suurtele hoonetele, kuid elanike arv piirkonnas on võrdlemisi madal.</p>	<p>Plan Voisin, Pariis</p>
 <p>FAR EÜ RAH</p>	<p>Madal FAR, kõrge elamuüksuste arv, kõrge rahvastikutihedus.</p> <p>Sellised tihedalt asustatud madalate hoonetega piirkonnad on enamasti isetekkinud asustus ja slummid.</p>	<p>Mitteametlikud, isetekkinud elamupiirkonnad</p>

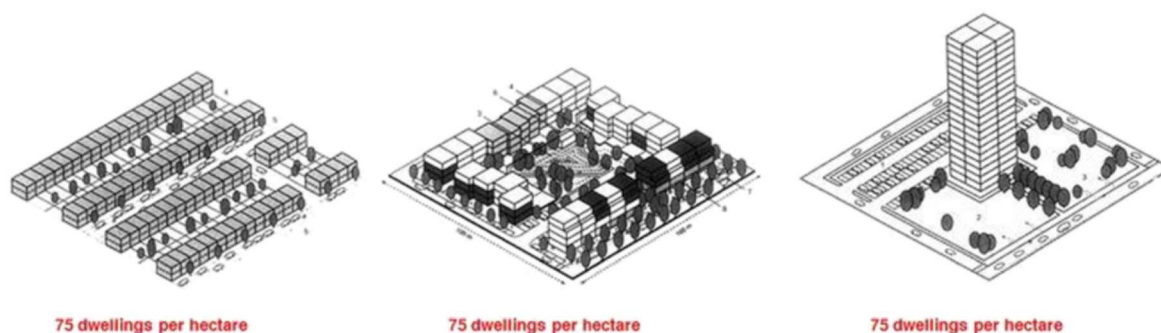
Elamuüksuste arv on kõige sobilikum näitaja maakasutuse planeerimisel, FAR on sobilikum krundil oleva ehitise dimensioonide määramiseks (Burton, 2002).

2.4.2 FAR ja elamuüksuste arv

Kuna FAR mõõdab hoone kogupindala suhet krundi suurusega, ei ole see iseenesest piisav tiheduse määramisel. Sellepärast on täiendavaks näitajaks krundi katvus, mis iseloomustab hoone jalami suhet krundi suurusega (vt joonis 1). Näiteks FAR 3.0 tähistab, et ehitise kogupind on krundi pindalast kolm korda suurem, mis on tüüpiline kortermajadele. FAR-i rakendatakse üldplaneeringutes hoonestuse piiramiseks ning seejuures ei oma enam ehitise kõrguse piiramine suurt tähtsust. Euroopa riikides on FAR enimlevinud asustustiheduse näitaja (Burton, 2002). Elamuüksuste arv ei võimalda hinnata elamute füüsilist asetsemist – sama arv elamuüksuseid võib hektaril paikneda mitmel erineval moel (vt joonis 2). Siinkohal on abiks FAR, mis katvusega kombineerituna aitab aru saada elamuüksuste paiknemisest krundil (*The Density Atlas*, 2011).



Joonis 1. FAR-i ja katvuse näitajate erinevus. Allikas: (*The Density Atlas*, 2011)



Joonis 2. Kolm erinevat meetodit 75 elamuüksuse asetsemiseks. Allikas: (Lehmann, 2016, lk 9)

2.4.3 Multifunktsionaalsuse arvutamine

Linna multifunktsionaalsuse uurimisel on oluline arvestada nii ruumilist skaalat kui ka ajadimensioon, mille jooksul erinevad tegevused aset leiavad. Määravaks teguriks on uuritava ala suurus ehk rakendatav skaala. Liiga väikesel skaalal (nt ruutmeetrid) on tegevusalad homogeenised, kuna puudub ruum rohemateks tegevusteks. Teistpidi liiga suurel skaalal (nt

linn, regioon) on paratamatu, et alal on lai tegevusalade varieeruvus. Ühtlasi mida pikem ajaperiood, seda suurem on ala multifunktsionaalsus – ühe aasta jooksul toimub samal alal tunduvalt rohkem tegevusi kui ühe päeva jooksul (Rodenburg & Nijkamp, 2004). Seega on oluline uurida mitmekesisust nii mikro, meso kui ka makro tasemel laiema ülevaate saavutamiseks (Sayyar & Marcus, 2011). Ruumilise analüüsi lähtekohaks on ülesande jaoks sobiv andmete klassifitseerimine. Andmeid on võimalik eesmärgist lähtuvalt klassifitseerida väga erinevalt ning seega on sobiva klassifikatsiooni määramine esmatähtis (*ibid.*).

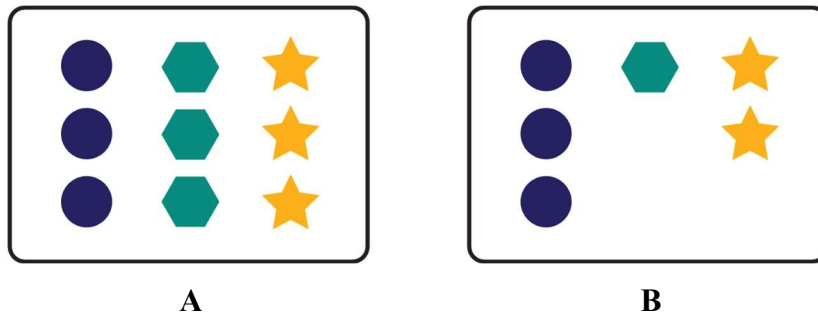
2.4.3.1 Mõõtmisviisid

Mitmekesisuse arvutamise ja selle erinevate mõõdikute kasutamisega tegeletakse enim ökoloogias liigilise mitmekesisuse mõõtmisel. Kvantitatiivselt mitmekesisuse uurimine eeldab, et andmeid on võimalik grupeerida ja moodustada nendest hierarhia, analoogselt bioloogilise taksonoomiaga. Kaks kõige fundamentaalsemat näitajat ökoloogias mitmekesisuse hindamisel on liigirikkus ja liigiline ühtlus mingil alal. Nende näitajate rakendamisel linnageograafias on esmalt vaja selgitada paar olulist mõistet, mida edaspidi kasutatakse:

- **Arvukus** (tähistatakse mitmekesisuse arvutustes tüüpiliselt S -tähega) tähendab erinevate kategooriate arvu mingil alal, näiteks loomaliikide arvu. Ökoloogias tähistatakse seda sageli liigirikkusena (ingl. k. *richness*).
- **Rohkus** (tähistatakse tüüpiliselt N -tähega) tähendab iga kategooria objektide arvu, näiteks mingi liigi isendite arvu.
- **Proportsionaalne osakaal** (tähistatakse p_i) tähendab kategooria i objektide (rohkuse) osakaalu kõikide kategooriate objektide summast $p_i = N_i/N$.
- **Tasakaal** näitab kui ühtlaselt on objektid kategooriate vahel jaotunud. Ökoloogias on see tuntud liigilisuse ühtlusena (ingl. k. *evenness*).

Samu mõisteid on ka eelnevalt linnauurimuses kasutatud. (Vahtra, 2014, lk 54)

Järgnevalt on näide kahest erinevast alast: A ja B , millel on erinev objektide koguarv (vt joonis 3). Alal A on kolm erinevat kategooriat, mida tähistavad antud juhul erinevad kujundid. Igas kategoorias on kolm objekti. Seega on ala A arvukus $S = 3$, iga kategooria rohkus samuti $N = 3$, proportsionaalne osakaal igal kategoorial $p_i = 3/9$ ehk objektid on võrdselt jaotunud kõikide kategooriate vahel. B alal on küll arvukus sama (endiselt kolm kategooriat), kuid rohkus erineb kategooriate vahel ning seega on ka proportsionaalne osakaal erinev ning objektid ei ole võrdselt jagunenud. Seetõttu on mõlema näitaja arvestamine mitmekesisuse hindamisel oluline.



Joonis 3. Arvukuse ja võrdsuse erinevused

Seega käsitletakse selles töös edaspidi arvukust kui ehitiste erinevate kasutusotstarvete/funktsioonide kui kategooriate arvu mingil alal ning tasakaalu kui neid funktsioone esindavate objektide omavahelist proportsionaalset osakaalu. Arvukuse ja tasakaalu suurenemisel suureneb üldjuhul ka ala mitmekesisus.

2.4.3.2 Shannoni ja Simpsoni indeksid

Arvukuse ja tasakaalu näitajate omavahelise suhte hindamiseks kasutatakse traditsiooniliselt kahte matemaatilist indeksit: Shannoni ja Simpsoni mitmekesisuse indeksit. Need võimaldavad põhjalikemaid järeldusi teha ala mitmekesisuse kohta, kui pelgalt arvukuse või tasakaalu põhjal oleks võimalik.

Shannoni entroopia (Shannon-Wiener/Weaver indeks) või Simpsoni (Gini-Simpsoni) indeks omistavad mitmekesisusele indeksi, kuid otseselt veel mitmekesisust ei kajasta. Nii nagu ringi raadius ei kajasta ringi pindala. Probleem seisneb selles, et kumbki indeks ei anna ülevaadet reaalsest mitmekesisusest ning seetõttu on nende võrdlemine eri alade vahel segadust tekitav. Shannoni ja Simpsoni indeksid ei ole kumbki lineaarsed, näiteks Shannoni entroopia väärtus 6.0 vastab 403 võrdselt jaotunud kategooriale, 5.5 aga 244 võrdselt jaotunud kategooriale. Erinevus mitmekesisuses on pea kahekordne, kuigi indeksite erinevus on vaid 8%. Tegelik mitmekesisus seisneb võimalikult võrdselt jaotunud kategooriates. Lineaarselt võrreldava ehk efektiivse mitmekesisuse hindamiseks tuleb indeks teisendada uuele kujule. (Jost, 2006).

Nii Shannoni entroopia indeksis $H = -\sum_{i=1}^S p_i \ln(p_i)$ kui ka Simpsoni $D = \sum_{i=1}^S p_i^2$ indeksis tähistab objektide osakaalu kategoorias i , S tähistab erinevate kategooriate koguarvu ehk arvukust ja \ln naturaallogaritmi. Shannoni indeks iseloomustab keskmist määramatust kategooria määramisel objektide juhuslikul valimisel. Indeksi teisendamiseks efektiivväärtustele arvutatakse selle eksponent e^H .

Simpsoni indeks mõõdab tõenäosust, et kaks juhuslikult valitud objekti kuuluvad samasse kategooriasse. Selle efektiivväärtuse saamiseks on vaja arvutada indeksi pöördväärtus $1/D$.

Tabel 2. Mitmekesisuse arvutamise näide erinevate valemitega

Näide	A	B	C	Arvukus	Simpsoni indeks D	$1/D$	Shannoni indeks H	e^H
1	4	4	4	3	0.3333	3	1.0986	3
2	5	2	1	3	0.4688	2.1331	0.9003	2.4603

Tabelis nr 2 esimeses näites on kõik kolm kategooriat A , B ja C võrdsed, kuna igas kategoorias on neli objekti. Arvukus on võrdne esindatud kategooriate arvuga ehk kolm. Nagu näha, on Simpsoni ja Shannoni indeksite tulemused väga erinevad, kuid kui neid teisendada ülaltoodud meetodil, annavad mõlemad indeksid sama väärtuse, mis langeb kokku ka arvukusega. Kuna ükski kategooria ei domineeri, siis on kõigi kolme mõõdiku tulemus võrdne. Teises näites domineerib A kategooria ning seetõttu ei ole enam teisendatud indeksid võrdsed.

Ebavõrdse arvukuse puhul on Simpsoni indeksi pöördväärtus väiksem Shannoni indeksi eksponentfunktsiooni väärtusest, mis on omakorda alati väiksem kui arvukus. Simpsoni indeks asetab suuremat rõhku dominantsele kategooriale, kuna rakendab objektide ruutude summat (suurem objektide arvukus annab suurema ruudu ehk kategooriale suurema kaalu). Seega on väiksema objektide arvukusega kategooriate mõju mitmekesisusse marginaalne. Shannoni entroopia arvestab igat kategooriat vastavalt selle proportsionaalsele osakaalule ning on seetõttu tasakaalustatum (Jost, 2006).

3. ANDMED JA METOODIKA

Selles peatükis kirjeldatakse lähteandmeid ja antakse põhjalik ülevaade uurimisprotsessist.

Andmete korrastamisel, töötlemisel ja analüüsis kasutati peamiselt R programmeerimiskeelt RStudio keskkonnas. Ruumiandmete visualiseerimiseks kasutati QGIS programmi ning andmete analüüsimisel kasutati ka Microsoft PowerBI rakendust. Kasutusotstarvete klassifikatsioon tehti Microsoft Exceli abil.

3.1 Lähteandmed

Töö peamine andmeallikas on Ehitisregister. Riiklik Ehitisregister koondab ehitatavate ja olemasolevate ehitiste ning nendega seotud menetluse kohta käivaid andmeid. Registri vastutavaks töötlejaks on Majandus- ja Kommunikatsiooniministeerium ning andmed on avalikud ja allalaetavad. Andmete õigsuse eest vastutab andmete esitaja, kelleks on tüüpiliselt ehitise omanik. Registri avaandmeid uuendatakse kord ööpäevas ning andmete algusaeg on alates hooneregistris paiknenud andmetest 1994. aastast. (*Ehitisregistri avaandmebaas*, i.a.).

Ehitisregistri andmete põhiline tunnus on Ehitisregistri kood (ehr_kood), mis on ehitise unikaalseks identifikaatoriks. Töös on kasutatud järgmisi Ehitisregistri aruandeid: ehitised, ehitise kasutusotstarbed, kasutusotstarvete klassifikatsioon. Töö lisas nr. 1 on välja toodud andmete struktuur ja nende omavaheliste seoste kirjeldus.

Maa-ameti geoportaal koondab Maa-ameti hallatavad Eesti kaardid, kaardirakendused, ruumiandmed ja mitmesugused e-teenused. Sealt on kasutatud asustusüksuste kaarti, katastriüksuste kaarti ja Eesti topograafia andmekogust (ETAK) hoonete ruumikujusid (Maa-amet, i.a.). Töös on ehitiste ruumikujude saamiseks kasutatud hoonete pindobjektide kihti (E_401_hoone_ka). Hoone ruumikujust lähtuvalt arvutati igale hoonele selle ehitisalune pindala. Lisas nr. 2 on välja toodud hoonete pindobjektide kihi andmemudel.

Töös on kasutatud Statistikaameti 2017. aasta rahvastikutiheduse kaarti, mis on esitatud 100m võrel.

3.2 Uurimisala

Uurimisel on keskendatud Tallinna linnale. Tallinn Eesti suurima linnana võiks võimaldada kõige mitmekülgsemaid tulemusi asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse uurimisel. Tallinna linn on töös määratud linna administratiivpiiride põhjal ehk töös ei käsitleta hoonestust väljaspool linna piiri. Ühtlasi ei hõlma uurimisala Tallinna haldusüksuses olevat Aegna saart, kuna sealset hõredat hoonestust ei saa pidada linnaliseks keskkonnaks.

3.3 Lähteandmete korrastamine

Uuring algas Tallinna linna kohta käivate andmete eraldamisega. Maa-ameti asustusüksuste kihist eraldati Tallinna linnaosad (v.a Aegna saar) ning ruumilise filtreerimise põhjal eraldati hoonete ruumikujud, mis asusid Tallinna administratiivpiirides.

Tallinna hoonete ruumikujudele lisati Ehitisregistri andmed mõlemas andmebaasis esineva ühise tunnuse alusel, milleks oli Ehitisregistri kood. Siiski on Maa-ameti hoonete kihil Tallinna piires suur hulk ehitisi (20 019 ruumikuju ehk 38% Tallinna ruumikujudest), millel ei ole Ehitisregistri kood märgitud. See võib tähendada, et kõikidele ruumikujudele ei ole kood kantud, või et ehitiste ruumikuju andmed ehitisregistrist puuduvad, kuid selle kontrollimine oleks antud töö raames olnud liiga ajakulukas. Hoonete kihi visuaalsel uurimisel QGIS programmis selgus, et Ehitisregistri koodita on valdavalt abihooned, hoonete vaheosad, kuurid, aiamajad, aga ka mahajäetud hooned, ehitatavad hooned ja mitmed tööstushooned. Seega ei mõjuta nende ehitiste väljajätmine oluliselt uurimistulemusi, kuna asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse uurimisel on olulised eelkõige aktiivselt kasutusel olevad hooned, mis täidavad linnale omaseid funktsioone.

3.4 Kasutusotstarvete klassifitseerimine

Asustustiheduse ja mitmekesisuse uurimiseks oli esmalt vajalik Ehitisregistris toodud kasutusotstarvete põhjal määrata uurimisülesandest lähtuvalt sobiv klassifikatsioon. Ehitisregistri kasutusotstarvete klassifikatsioonis on 477 erinevat hoonete kategooriat, paljud nendest ei ole kasutusel või sisuliselt dubleerivad teineteist. Näiteks on kaks erinevat kategooriat: *11212 – muu kahe korteriga elamu* ja *30051 – kahe korteriga elamu*, mis mõlemad tunduvad tähistavat kahe korteriga elamuid. Teine näide on kategooriad *12314*, *12315* ja *30054*, mis kõik tähistavad kioskit. See tähendab, et registri kategooriad ei ole ilma eelneva lisatöötluseta kasutatavad.

Multifunktsionaalsuse seisukohast on oluline erinevate kasutusfunktsioonide arv. Olenevalt sellest, kas jagada funktsioonid kahte kategooriasse, näiteks elamud ja mitte-elamud, või grupeerida iga erineva sortimendiga kauplus omaette kategooriasse, võib uuritaval alal olla väga väike või väga suur multifunktsionaalsus. Seega on oluline koostada läbimõeldud kasutusotstarvete grupeerimine, kus põhilised erinevad funktsioonid oleks grupeeritud eri kategooriatesse. Varasemates uuringutes (Kajtazi, 2007) on näiteks kasutatud ÜRO koostatud majandusvaldkondade klassifitseerimise standardit ISIC (*International Standard Industrial Classification*). ISIC keskendub majandusvaldkondadele, kuid omaette kategooriana on esindatud ka haridusasutused ja tervishoiuasutused.

Selles töös ei ole klassifitseerimisel lähtutud täielikult ISIC standardist, küll aga ühtib koostatud klassifikatsioon suuresti ISIC omaga ning on mõnede kategooriate grupeerimisel olnud lähtekohaks. Näiteks on ISIC klassifikatsioonist lähtuvalt moodustatud majutus- ja toitlustusasutuste kategooria. Kuna selles töös hinnatakse multifunktsionaalsust laiemalt kui ainult majandusvaldkondadest lähtuvalt, ei ole kõik kasutusotstarbed, näiteks elamud, ISIC klassifikatsioonis esindatud, samuti oleks ISIC klassifikatsiooni ühene rakendamine antud töö jaoks liiga põhjalik.

Tallinnas asuvad hooned kasutavad 115 erinevat kasutusotstarbe kategooriat, mida on selgelt liiga palju multifunktsionaalsuse adekvaatseks hindamiseks. Klassifitseerimise eesmärk oli olemasolevad 115 erinevat kasutusotstarvet grupeerida üldisematesse kategooriatesse, säilitades seejuures võimaluse multifunktsionaalsuse uurimiseks laiemalt kui ainult kodu ja töö funktsioonide osas. Eelnevalt lähtuvalt loodi üheksa erinevat kategooriat:

1. **elamud:** üksikelamud, kortermajad, paarismajad jms;
2. **büroohooned:** äri- ja avaliku sektori asutused;
3. **kaubandusasutused:** kauplused, kioskid jms;
4. **teenindusasutused:** isikuteenused, pesumajad jms;
5. **majutus- ja toitlustusasutused:** hotellid, restoranid jms;
6. **tööstusasutused:** tootmishooned ja laohooned;
7. **vaba aja asutused:** teatri- ja kontserdimajad, baarid, spordihooned jms;
8. **haridusasutused:** koolid, kõrgkoolid, lasteaiad jms;
9. **tervishoiuasutused:** haiglad, perearstikeskused jms.

Ülejäänud ehitised, mis ülaltoodud kategooriatesse ei kuulu, näiteks transpordihooned, garaažid, katlamajad ja muud abihooned, jäeti asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse hindamisel valimist välja. Selleks oli mitu põhjust: esiteks on nende hoonete kohta andmete

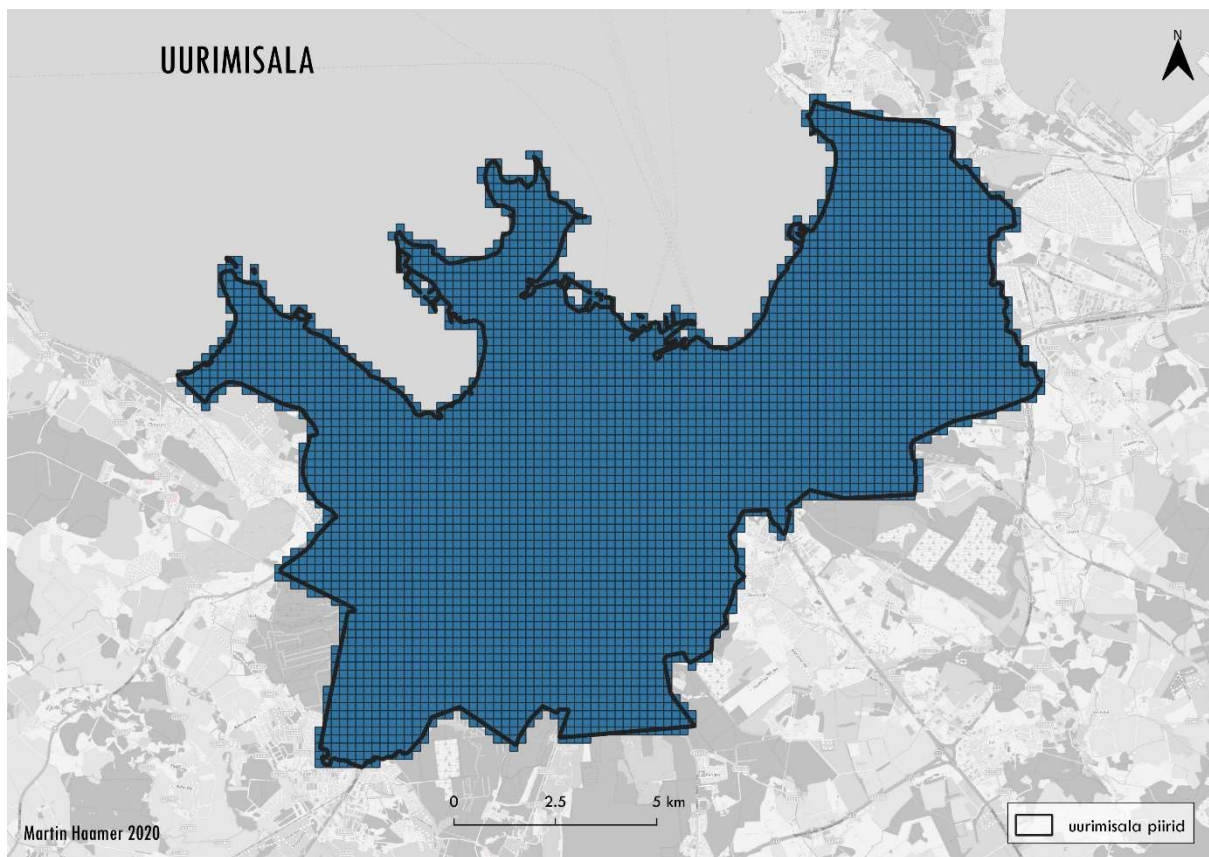
kvaliteet tunduvalt halvem (mitmed väljad puuduvad või on vastuolulised) ning teiseks, ei mõjuta nende ehitiste välja jätmine nende olemusest tingituna oluliselt asustustihedust ega multifunktsionaalsust. Põhjalik ülevaade loodud kategooriatest on töö lisa nr 3.

3.5 Skaala ja uurimisala jaotus

Uurimisel kasutatav skaala omab suurt mõju tulemustele ning seetõttu on sobiliku skaala valik oluline. Varasemates uuringutes on kasutatud erinevaid skaalaid ((Batty et al., 2004) uuringus kasutati 50m skaalat) ja uuritava ala jaotust. (Kajtazi, 2007) uuringus arutati iga poe haardeulatus keskmise jalakäija kiiruse alusel. Paljud uuringud on ruumilise analüüsi uuringust üldse välja jätnud (Kajtazi, 2007).

Käesolevas töös arutati multifunktsionaalsust ja asustustihedust kahel skaalal: 100m ja 200m. Tulemuste põhjal saab järeldada, kumb skaala on Tallinna multifunktsionaalsuse uurimisel optimaalne. Skaala valiku puhul on oluline ka uuringu eesmärk. Töös alade ligipääsetavust ega mitmekesisuse ajalist dimensiooni ei käsitleta. Eesmärk on uurida ehitiste kasutusotstarvetest lähtuvalt multifunktsionaalsust linnaruumis ning sobivalt väiksemal skaalal on erinevused lihtsamalt märgatavad.

Tallinna eri piirkondade asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse omavaheliseks võrdlemiseks oli vaja arvutused korraldada korrapärasel linnaruumil. Selleks ei ole linnaosa või asumi administratiivpiirid sobilikud, kuna nende kuju ja suurus varieeruvad. Seepärast on töös linnaruumi uuritud korrapärase võre alusel. See tähendab, et Tallinna kaardile on kujutatud skaalale vastav võre, mida on lõigatud Tallinna administratiivpiiridega (vt joonis 4).



Joonis 4. Uurimisala piirid 200m korrapärase võrega

100m skaala puhul on kasutatud võre, mille ühe ruudu küljepikkus on 100m ning vastavalt ka 200m võre puhul. Kõik hindamised tehti võrest lähtuvalt ehk lähteandmed grupeeriti võre ühe ruudu tasemele. Kuna paljude hoonete ruumikujud asusid mitmes ruudus korraga, arutati iga ruumikuju tsentroid ning grupeeriti vastavalt sellesse ruutu, kus tsentroid asus. Niimoodi kõrvaldati alade suuruste erinevustest tingitud varieeruvus multifunktsionaalsuses ning loodi ühtlane alus tulemuste võrdlemiseks.

3.6 Asustustiheduse arvutamine

Hoonestuse suletud brutopinna ja krundi pindala suhe (FAR) arvutati esmalt igale hoonete eraldi jagades ehitise kogupinna (Ehitisregistris suletud_netopind) krundi pindalaga, mis saadi katastrikaardilt. Töös kasutati brutopinna näitaja puudumise tõttu ehitise netopinda. Kui ühel katastril paiknes mitu hoonet, siis summeeriti hoonete kogupind ning seejärel jagati krundi pindalaga. Oli ka üksikuid juhtumeid, kus hoone ehitisalune pind oli krundi omast suurem. Sellistel juhtudel viidi krundi pindala vastavusse ehitisaluse pinnaga. Seejärel grupeeriti hooned ruudustiku alusel ning igale ruudule määrati seal asuvate hoonete keskmine FAR.

Kokku oli 98 hoonet, millel puudus, kas kogupindala või krundi pindala – need jäeti valimist välja.

Elamuüksuste arvu mõõtmiseks grupeeriti taas hooned ruudustiku alusel ning seejärel summeeriti ruudus asuvate elamuüksuste arv (Ehitisregistris korterite arv).

3.7 Multifunktsionaalsuse arvutamine

Mitmekeesisuse hindamisel kasutatakse enamasti Shannoni ja Simponi indeksi. Käesolevas töös rakendatakse arvukuse ja tasakaalu omavahelise suhte hindamiseks kasutatakse töös Shannoni indeksi efektiivväärtust järgmisel kujul:

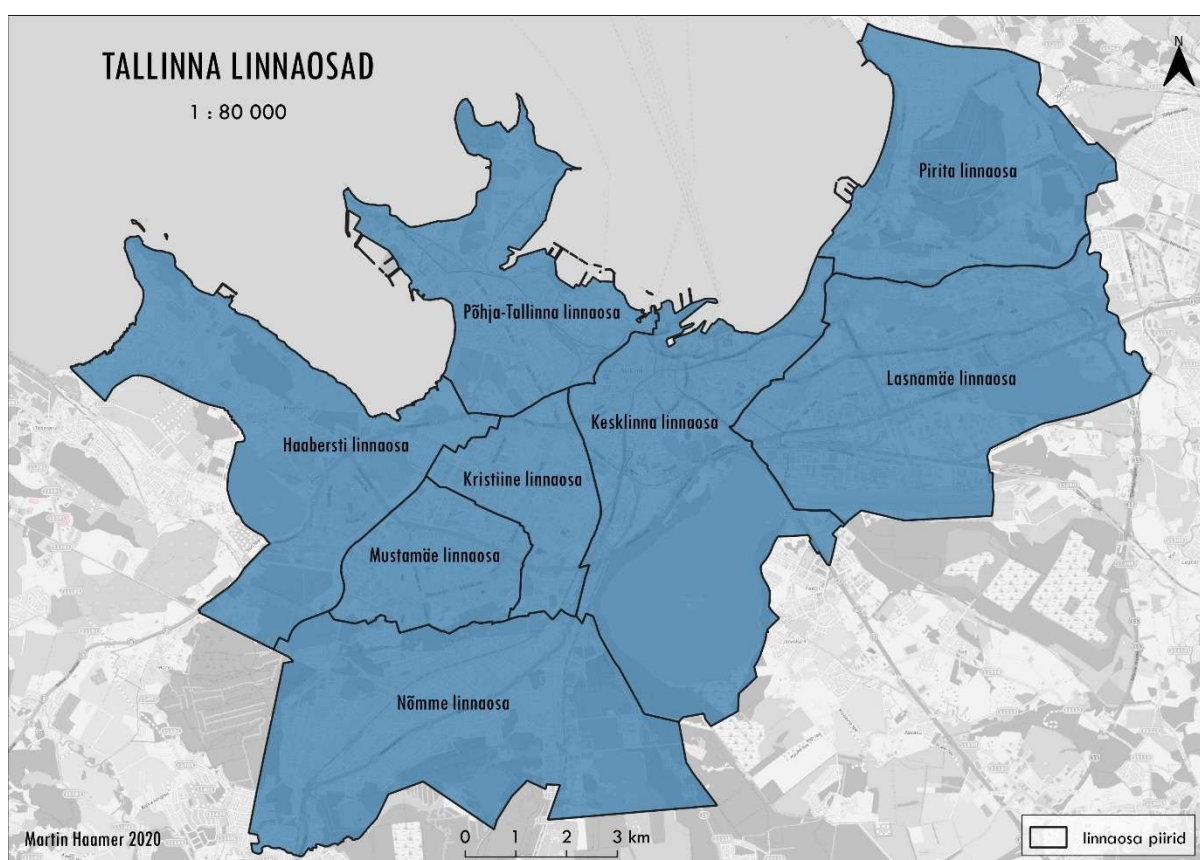
$$e^H = \exp \left(- \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i) \right)$$

Eespool on käsitletud nii Shannoni kui Simpsoni indeksi eeliseid ja puuduseid ning tabelist 1 on näha, et mõlemad indeksid annavad teisendatud kujul sarnase väärtuse. Põhiline erinevus seisneb selles, et mitmekeesisuse hindamisel arvestab Simpsoni indeks domineerivat ja ka vähim esindatud kategooriaid tunduvalt rohkem kui Shannoni indeks.

4. TULEMUSED

Käesolevas peatükis esitatakse ja visualiseeritakse asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse arvutamise tulemused vastavalt eelmises peatükis kirjeldatud meetodikale. Esitatavad kaardid on koostatud QGIS programmis. Kuna tulemused ei ole võrdselt jaotunud, kasutati tulemuste visualiseerimisel loomulike katkestuste meetodit. Aluskaardina on kasutatud OpenStreetMaps (OSM) ühevärvilist hallkaarti. Kaartidel on esindatud vaid need ruudud, kus esines hoonestust.

Edaspidi viidatakse tulemuste võrdluses sageli Tallinna linnaosadele, mis on välja toodud järgmisel kaardil (vt joonis 5).



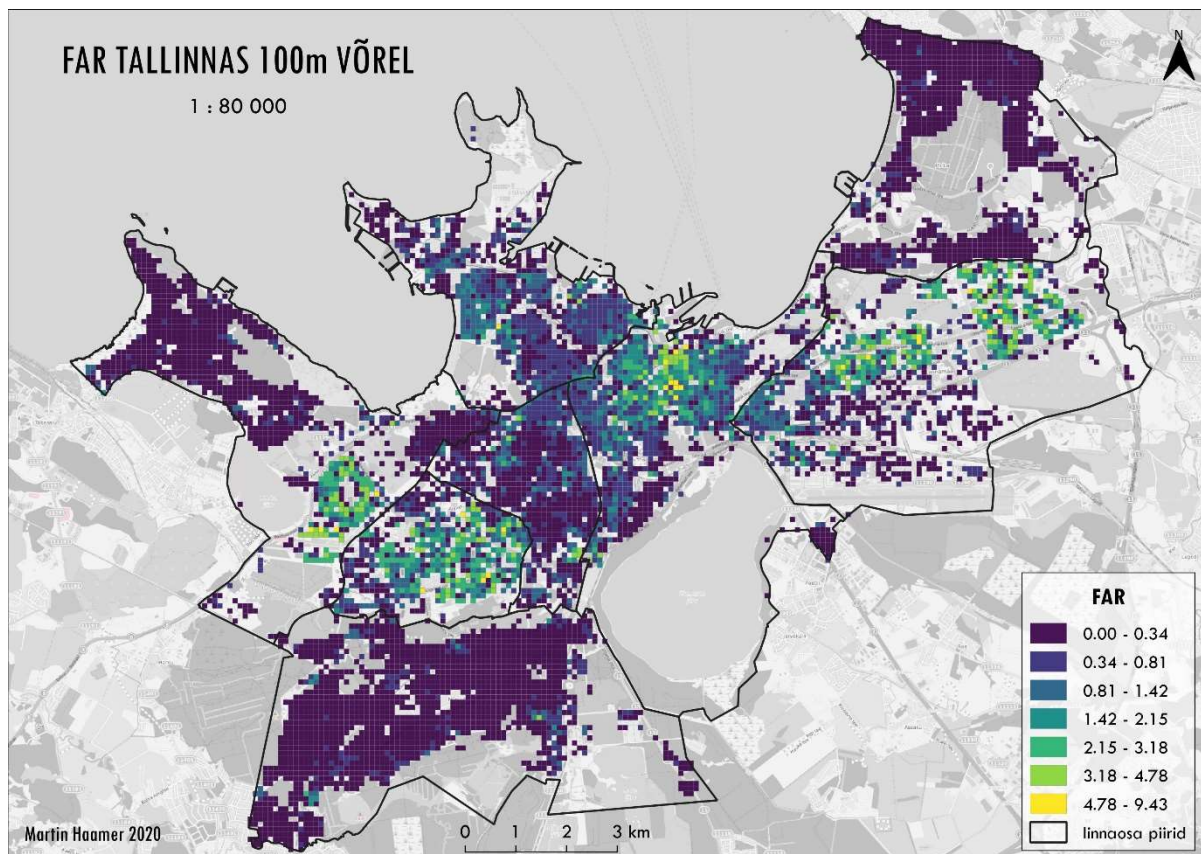
Joonis 5. Tallinna linnaosad

4.1 Asustustiheduse mõõtmine

Asustustihedust hinnati kolme näitaja abil: hoonestuse suletud brutopinna ja krundi pindala suhe (FAR), elamuüksuste arv hektaril ja elanike arv hektaril. Esimesena esitatakse tulemused 100m ruutkaardil ning seejärel samad näitajad 200m ruutkaardil.

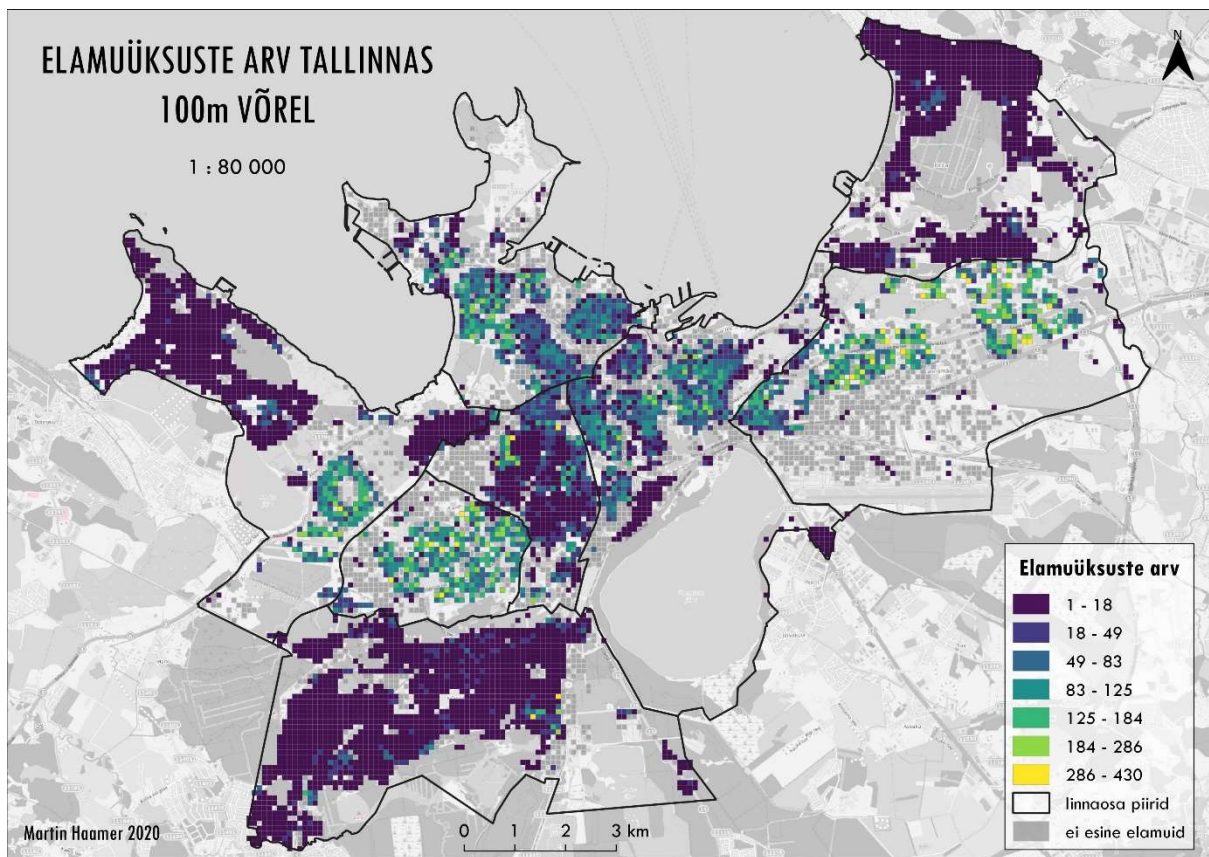
4.1.1 Tulemused 100m võrel

FAR on oluline näitaja hindamaks, kui efektiivselt on väärtuslikku linnamaad kasutatud ja toob esile alad, kus hoonestuse tihendamine oleks vajalik (vt joonis 6). Järgnevalt kaardilt ilmneb, et FAR on kõrgem südalinnas, Mustamäel, Õismäel ja Lasnamäel. Nendes piirkondades on valdavalt tiheasustus või suured kortermajad, mis tingivad kõrge suhtarvu. Nõmmel, Pirital, Kakumäel ja Kristiine magistraaltänavate vahelistel aladel on FAR väga madal – nendel aladel on ka valdavalt üksikelamud.



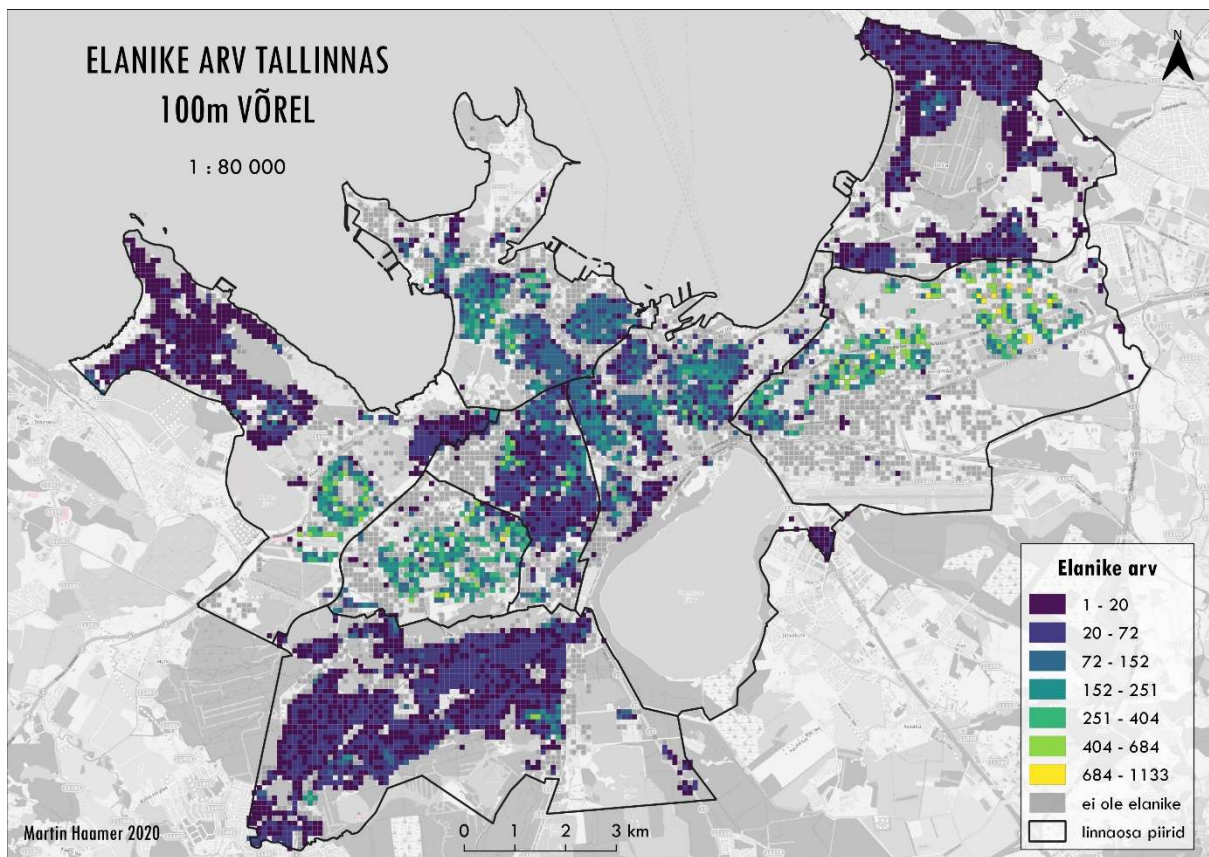
Joonis 6. FAR (hoonestuse suletud brutopinna ja krundi suhe) Tallinnas 100m võrel. Aluskaart OSM hallkaart

Elamuüksuste arv hektaril ehk korterite arv näitab natukene teistsugust pilti (vt joonis 7). Sellel kaardil tulevad Õismäe, Mustamäe ja Lasnamäe endiselt tugevalt esile. Kesklinn nendega võrreldes vähem. Silma jääb ka Pelguranna piirkond, mille FAR on suurem kui ümbritsevatel aladel, kuid madalam kui teistes kortermajade piirkonnas (vt joonis 6). Elamuüksuste arvu poolest on Pelguranna teiste eelmainitud kortermaja piirkondadega samas vahemikus.



Joonis 7. Elamuüksuste arv Tallinnas 100m võrel. Aluskaart OSM hallkaart

Kolmanda näitajana uuriti elanike arvu hektaril (vt joonis 8). 100m võrel ei paista hästi silma, kuid Lasnamäel on üksikud väga tihedalt asustatud ruudud (mõnel juhul natuke üle 1000 inimese hektaril). Lasnamäe, Õismäe, Mustamäe ja Pelguranna väärtused on ka selle näitaja puhul kõrged, kuid kesklinnas on elanike arv madalam ning ei erine suuresti Kalamaja ega Sikupilli omast.

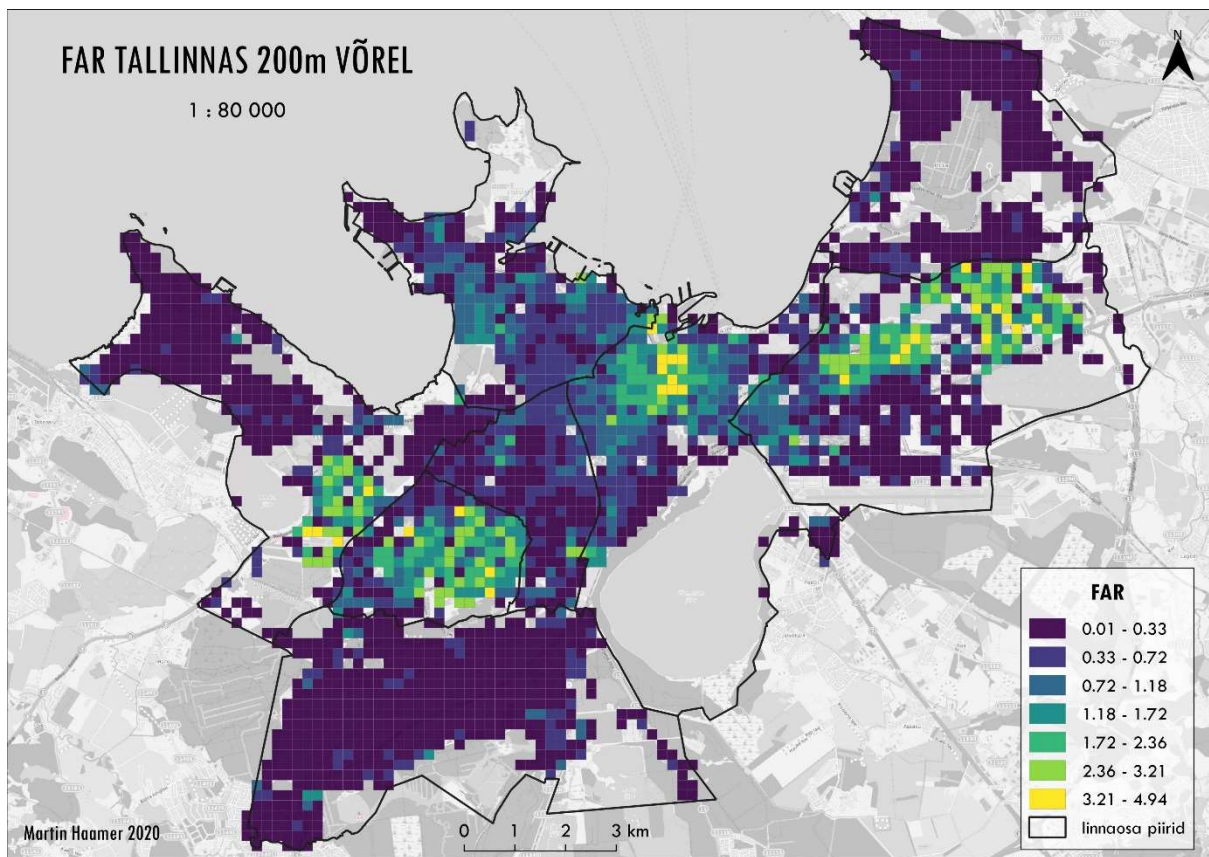


Joonis 8. Elanike arv Tallinnas 100m võrel. Aluskaart OSM hallkaart

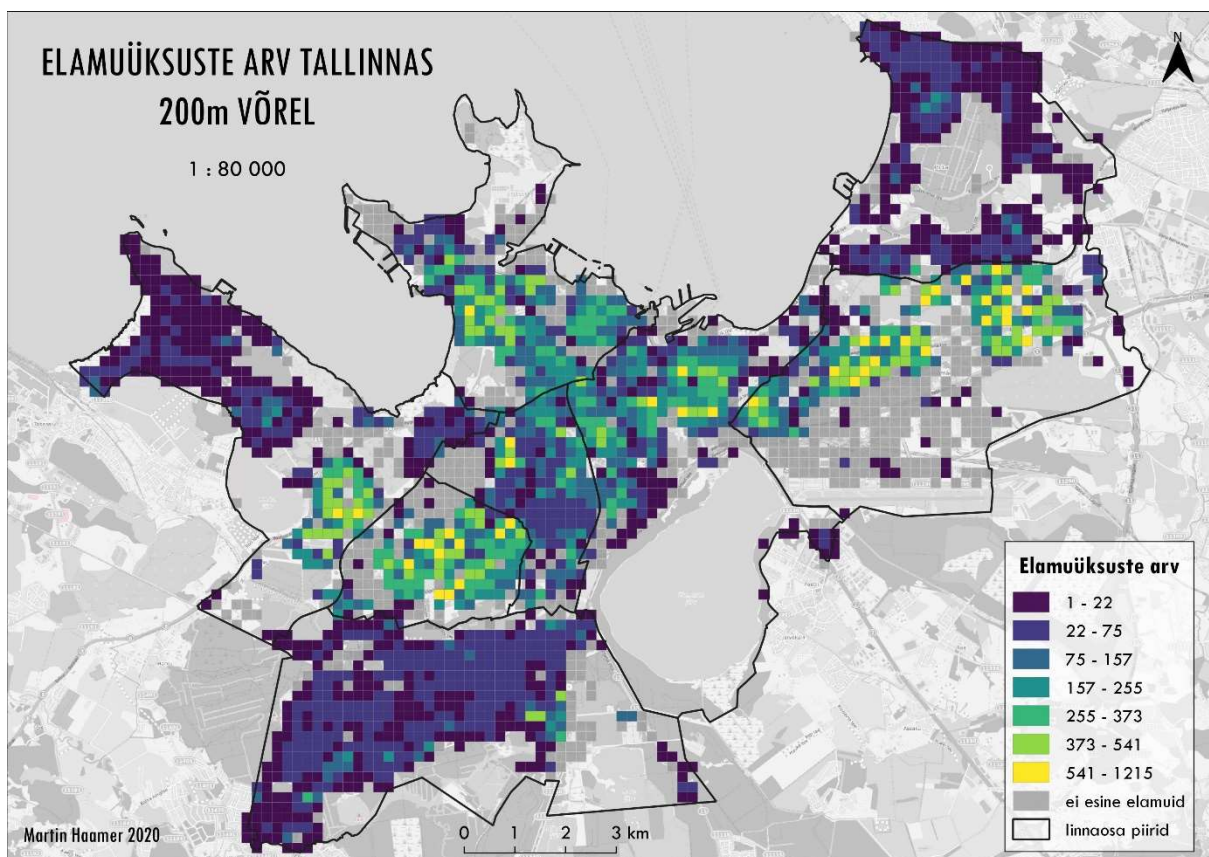
4.1.2 Tulemused 200m võrel

Järgmised kaardid kujutavad samu näitajaid mis eelnevalt, kuid kaks korda suuremal skaalal ehk 200m ruutkaardil (vt joonised 9, 10 ja 11). Põhili erinevus 100m ruutkaardiga võrreldes on väiksem arv tühje ruute ehk hoonestus paistab 200m ruutkaardil ühtlasemana. Siit on näha, et 100m ruutkaart toob esile tunduvalt paremini hoonestamata alasid ja füüsiliste barjääride olemasolu linnas, kas siis looduslik (nt kõrgendik, pank) või inimese rajatud (raudteetamm).

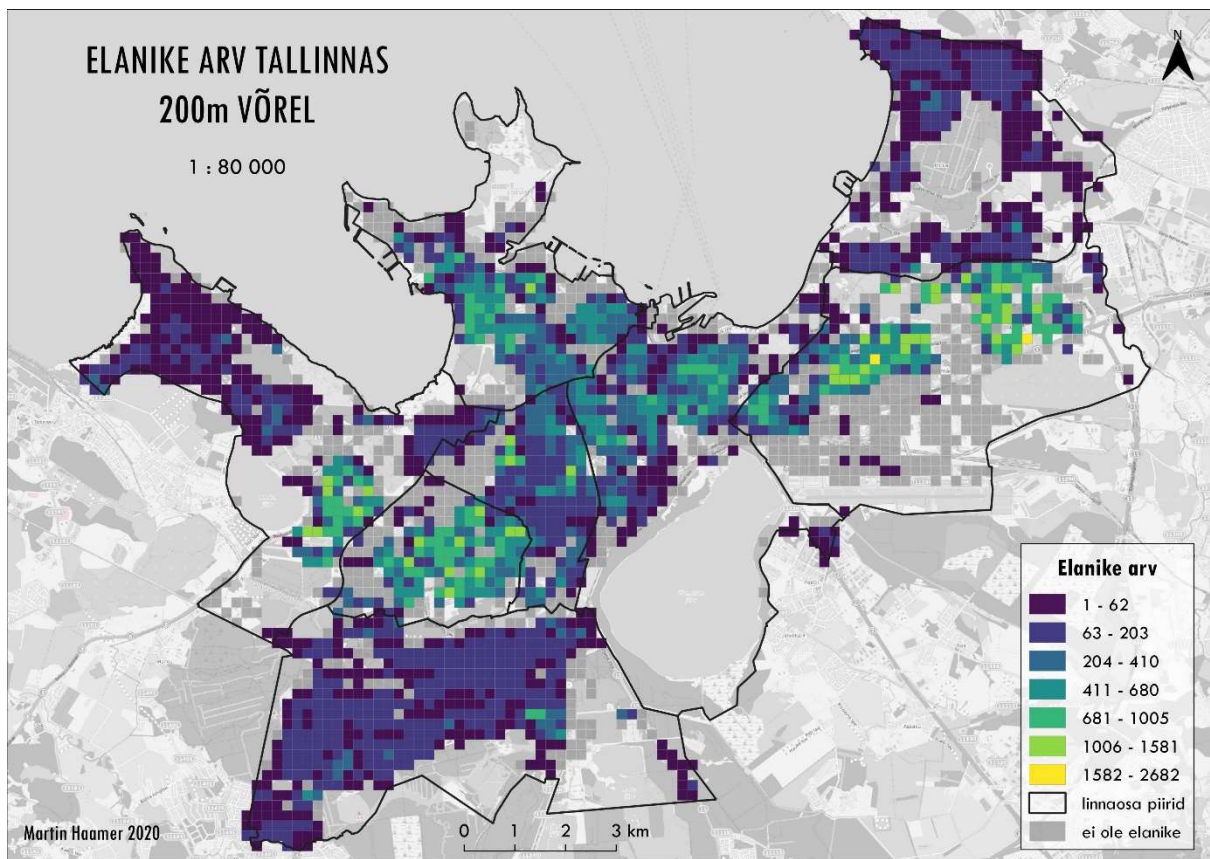
200m ruutkaardil on alad homogeensemad ning kergem on eristada kõrgema FAR-iga piirkondasid. Muus osas on tulemueds sarnased 100m ruutkaardi omadega.



Joonis 9. FAR (hoonestuse suletud brutopinna ja krundi suhe) Tallinnas 200m võrel. Aluskaart OSM hallkaart



Joonis 10. Elamuüksuste arv Tallinnas 200m võrel. Aluskaart OSM hallkaart



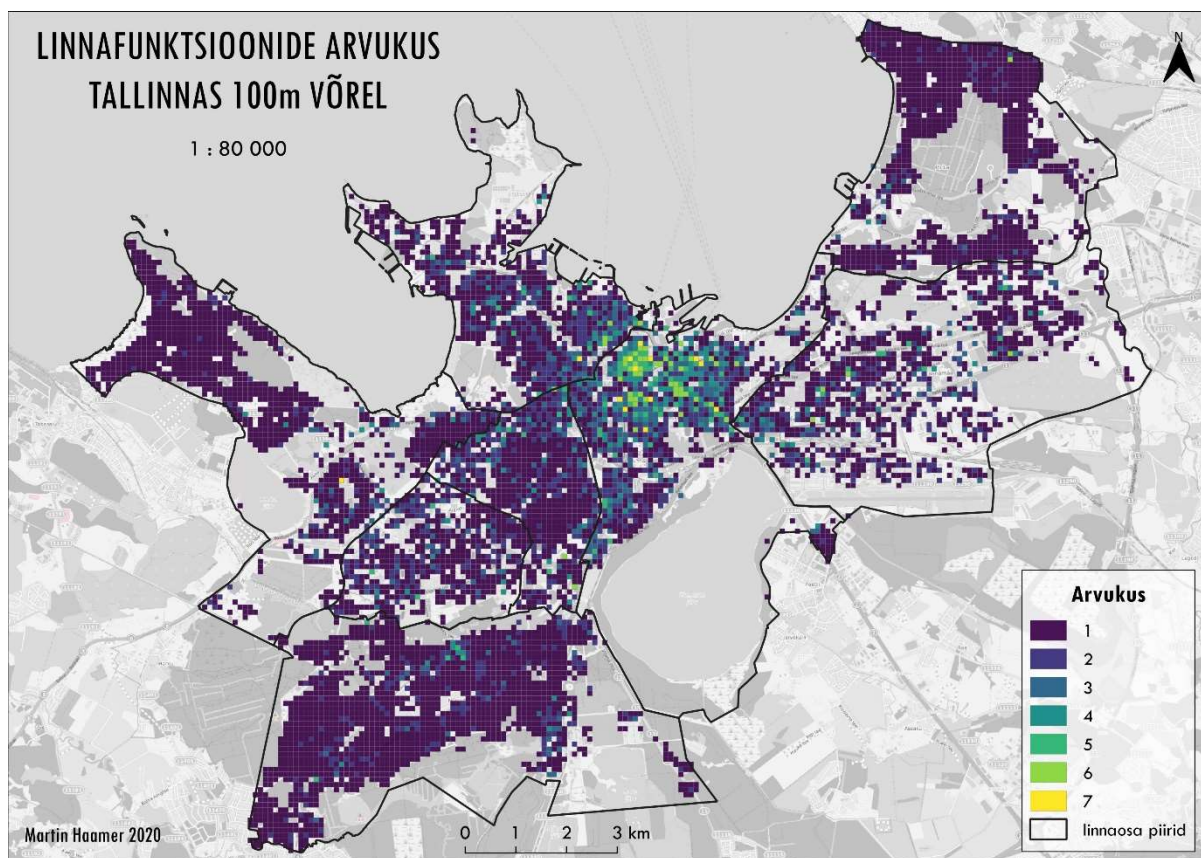
Joonis 11. Elanike arv Tallinnas 200m võrel. Aluskaart OSM hallkaart

4.2 Multifunktsionaalsuse hindamine

Linnafunktsioonide mitmekesisust arutati kolme erineva näitaja põhjal. Esimene näitaja oli funktsioonide arvukus ehk ühes ruudus paiknevate kategooriate arv. Teine näitaja oli funktsioonide tasakaal ehk objektide jaotumise ühtlus. Kolmas näitaja oli Shannoni indeks. Järgnevad alapeatükid tutvustatakse arvukuse ja Shannoni indeksi mõõtmistulemusi 100m ja seejärel 200m skaalal.

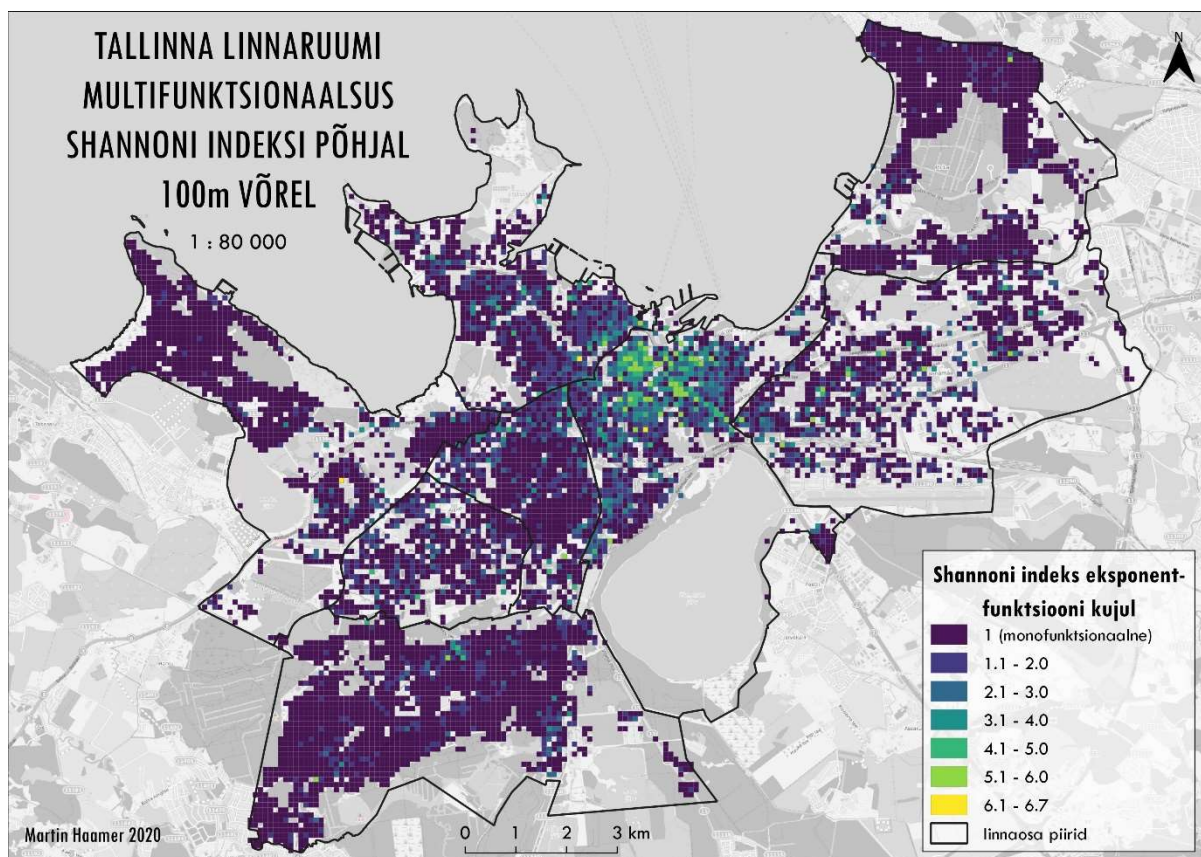
4.2.1 Multifunktsionaalsus 100m skaalal

Multifunktsionaalsuse esimene hindamine tehti linnafunktsioonide arvukuse põhjal (vt joonis 12). Antud näitaja mõõdab erinevate linnafunktsioonide klasterdumist – mida suurem näitaja väärtus on, seda tihedamalt koos erinevad linnafunktsioonid on. Järgnevalt kaardilt on näha, et erinevad linnafunktsioonid on valdavalt klasterdunud kesklinna piirkonda ning ülejäänutes piirkondades on multifunktsionaalsus reeglina madal, väljaarvatud üksikud kõrge arvukusega ruudud Nõmmel, Põhja-Tallinnas, Lasnamäel ja Pirital.



Joonis 12. Linnafunktsioonide arvukus Tallinnas 100m võrel. Aluskaart OSM hallkaart

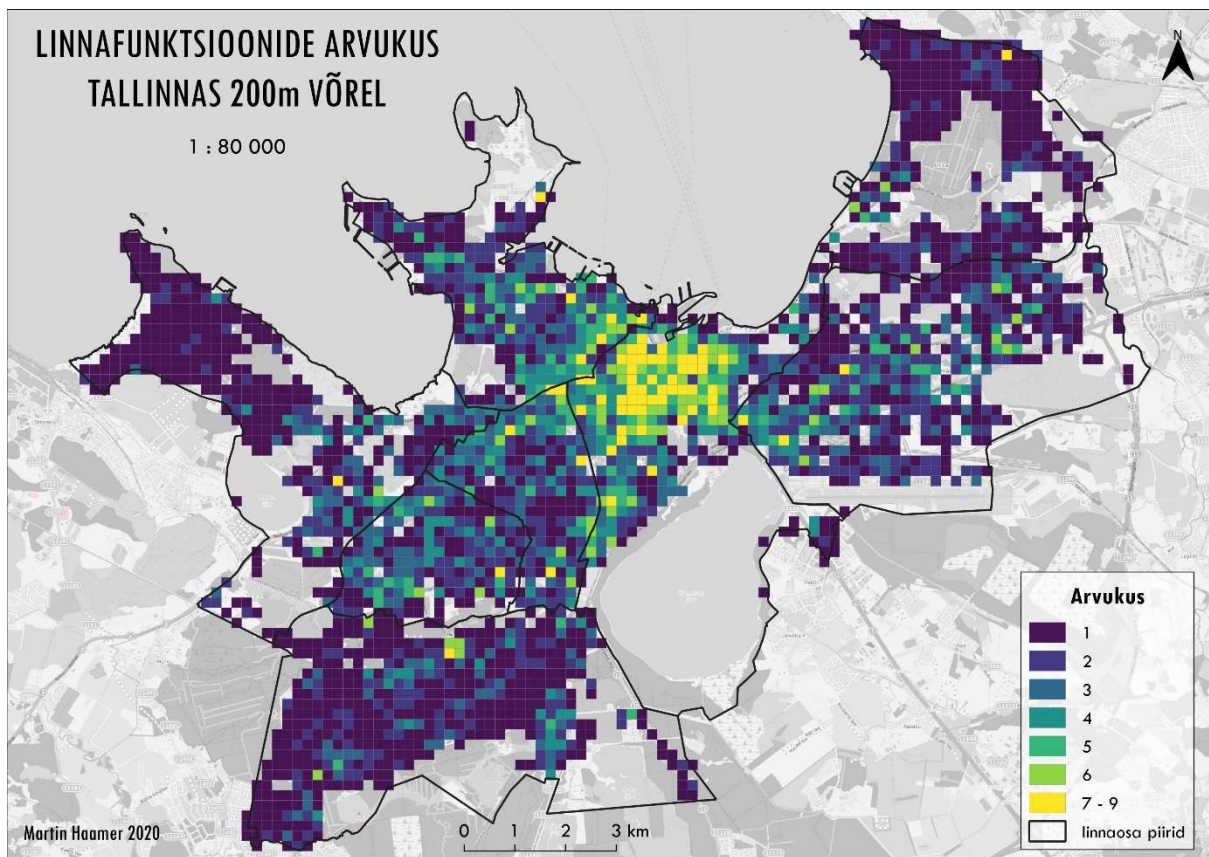
Nagu eespool korduvalt mainitud, ei arvesta arvukus objektide proportsionaalset jaotumist ning seetõttu annab multifunktsionaalsusest realistlikuma ülevaate Shannoni indeksi kasutamine. Järgmisel kaardil on kasutatud multifunktsionaalsuse hindamisel Shannoni indeksit (vt joonis 13). Paraku on 100m skaalal tulemus peaaegu identne eelmise kaardiga (vt joonis 12), kus ei ole objektide tasakaalustatust arvestatud.



Joonis 13. Linnaruumi multifunktsionaalsus Shannoni indeksi eksponentfunktsiooni põhjal 100m võrel. Aluskaart OSM hallkaart

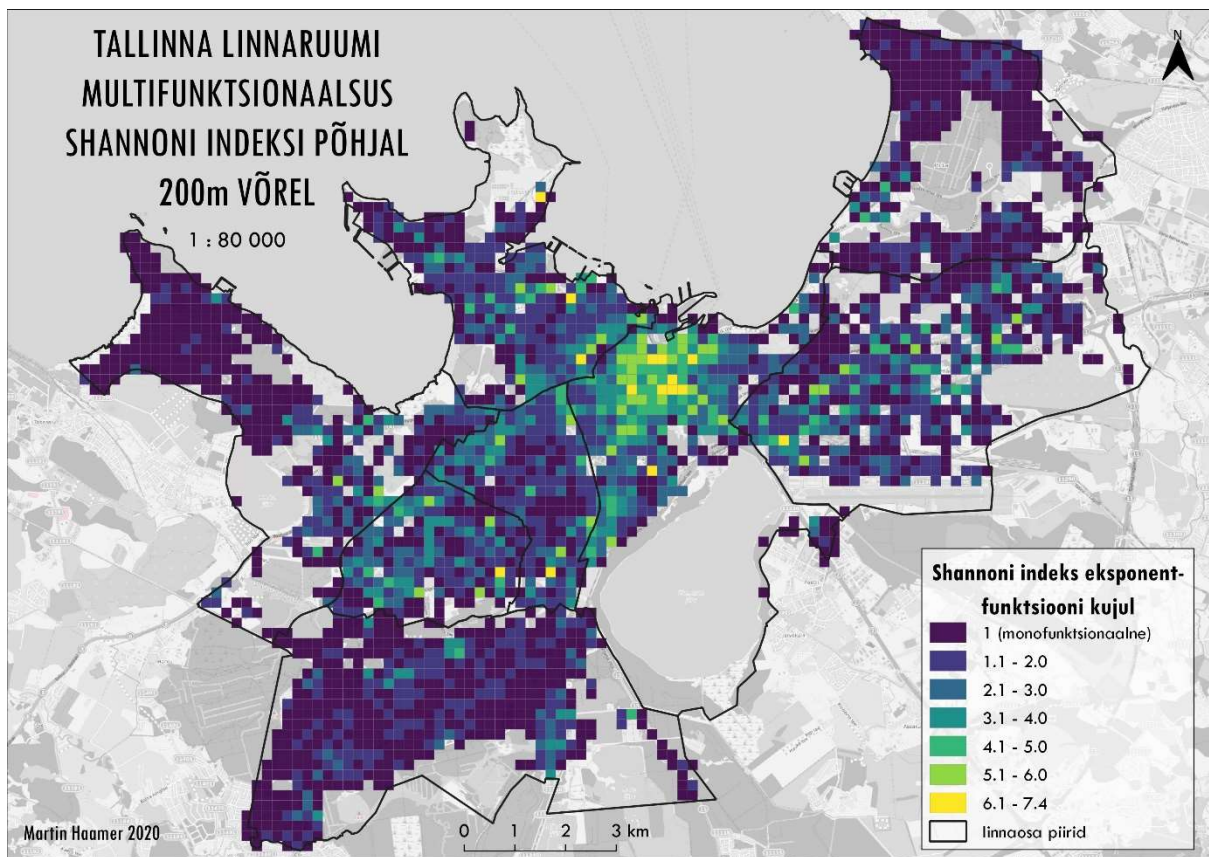
4.2.2 Multifunktsionaalsus 200m skaalal

Siin tutvustatakse samu näitajaid, mis eelnevas alapeatükis, kuid seda kahekordsel ehk 200m skaalal. Võrreldes 100m skaalaga on märgata multifunktsionaalsuse arvukuse suurt kasvu (vt joonis 14). Selgelt eristub taaskord kesklinn, kuid ka teistes linnaosades on klasterdumine märgatav. Madalat arvukust saab täheldada Haabersti, Pirita ja Nõmme linnaosades, kuid neiski asuvad multifunktsionaalsed klastrid, nagu näiteks Nõmme keskus, Õismäe elurajoon ja Pirita keskus.



Joonis 14. Funktsioonide arvukus Tallinnas 200m võrel. Aluskaart OSM hallkaart

Võrreldes multifunktsionaalsust 200m skaalal arvukuse ja Shannoni indeksi põhjal, on erinevused veelgi märkimisväärsamad (vt jooniseid 14 ja 15). Shannoni indeks näitab vastavaid piirkondi väiksema multifunktsionaalsusega kui arvukuse näitaja. Eelnevat korrates on objekti kategooriate vahel ebavõrdse jagunemise puhul Shannoni indeks alati väiksem kui arvukus. Objektide ebavõrdne jaotus vähendab uuritava ala mitmekesisust, kuna üldjuhul hakkab üks kategooria domineerimine, näiteks elamud. Erinevus arvukuse ja Shannoni indeksi vahel väljendab objektide tasakaalustatust – kui erinevus on väike, siis on objektid enam-vähem ühtlaselt kategooriate vahel jagunenud. Multifunktsionaalsed alad eristuvad, kuid mitte olulisel määral. Samuti on üksikud kõrge arvukusega ruudud Shannoni indeksiga mõõtmise tulemusena sulandunud ühtlasemalt kokku ümbritsevate ruutudega (näiteks üksik kollane ruut Pirita linnaosa kirdeosas (vt joonis 14), viidates asjaolule, et esineb tugev tasakaalustamatus erinevate linnafunktsioonide vahel.

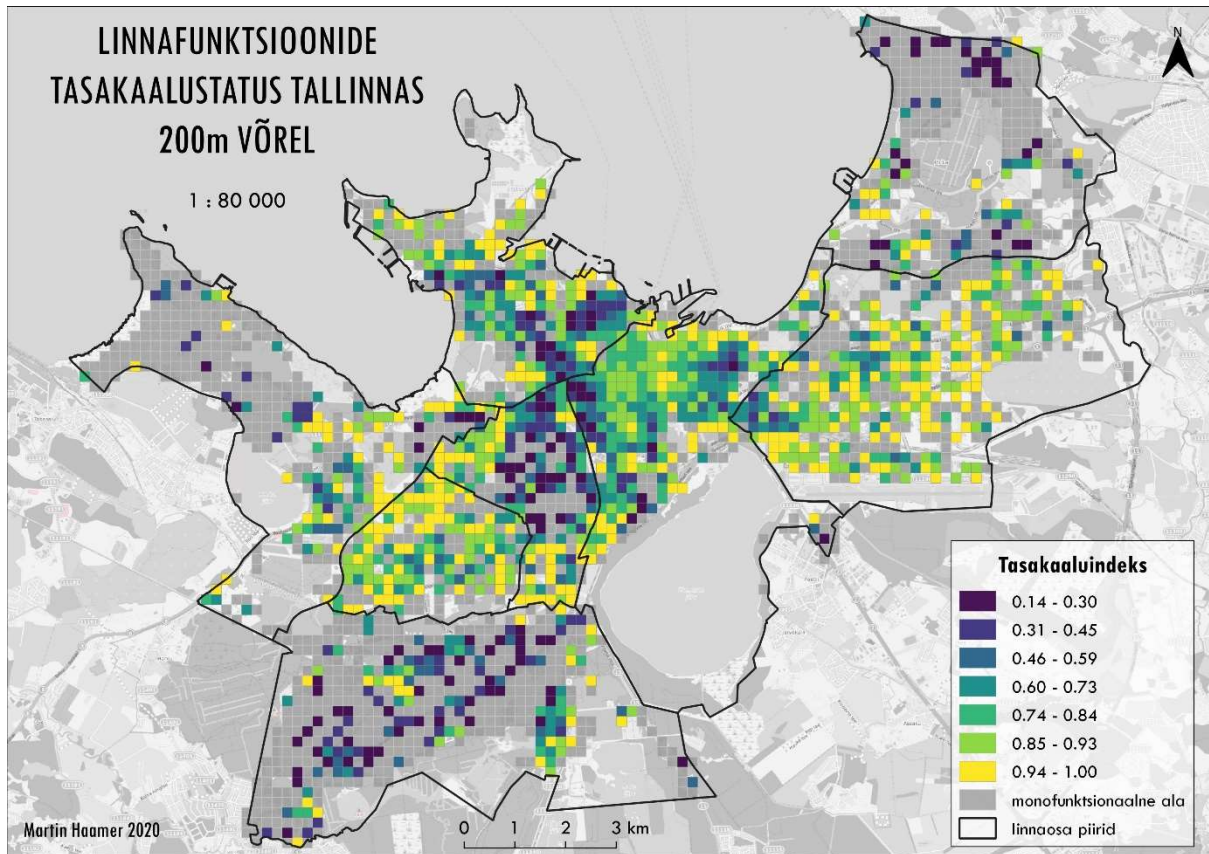


Joonis 15. Multifunktsionaalsus Shannoni indeksi põhjal eksponentfunktsiooni kujul. Aluskaart OSM hallkaart

Arvukuse ja Shannoni indeksi erinevuste paremaks arusaamiseks on sobilik uurida tasakaalustatust visuaalselt (vt joonis 16). Nimetatud näitajat on võimalik arvutada jagades iga ruudu Shannoni indeks selle maksimumiga ehk antud ruudu arvukusega.

$$\exp(H) / S$$

Järgneval kaardil (vt joonis 16) on kõrge indeksiga visualiseeritud ühtlaste proportsionaalsete osakaaludega alad ning madala indeksiga ehk tumeda tooniga tasakaalustamatud alad. Kesklinnas, Mustamäel ja Lasnamäel on valdavalt kõrge tasakaalustatuse indeksiga alad ehk objektid on kategooriate vahel hästi jaotunud. See-eest on kesklinna ümbruses ja Nõmmel märgata väga ebavõrdselt jaotunud linnafunktsioonidega alasid.



Joonis 16. Linnafunktsioonide tasakaalustatus 200m ruutkaardil. Suurem indeks tähistab objektide ühtlasemat jaotust ehk tasakaalustatumaid alasid

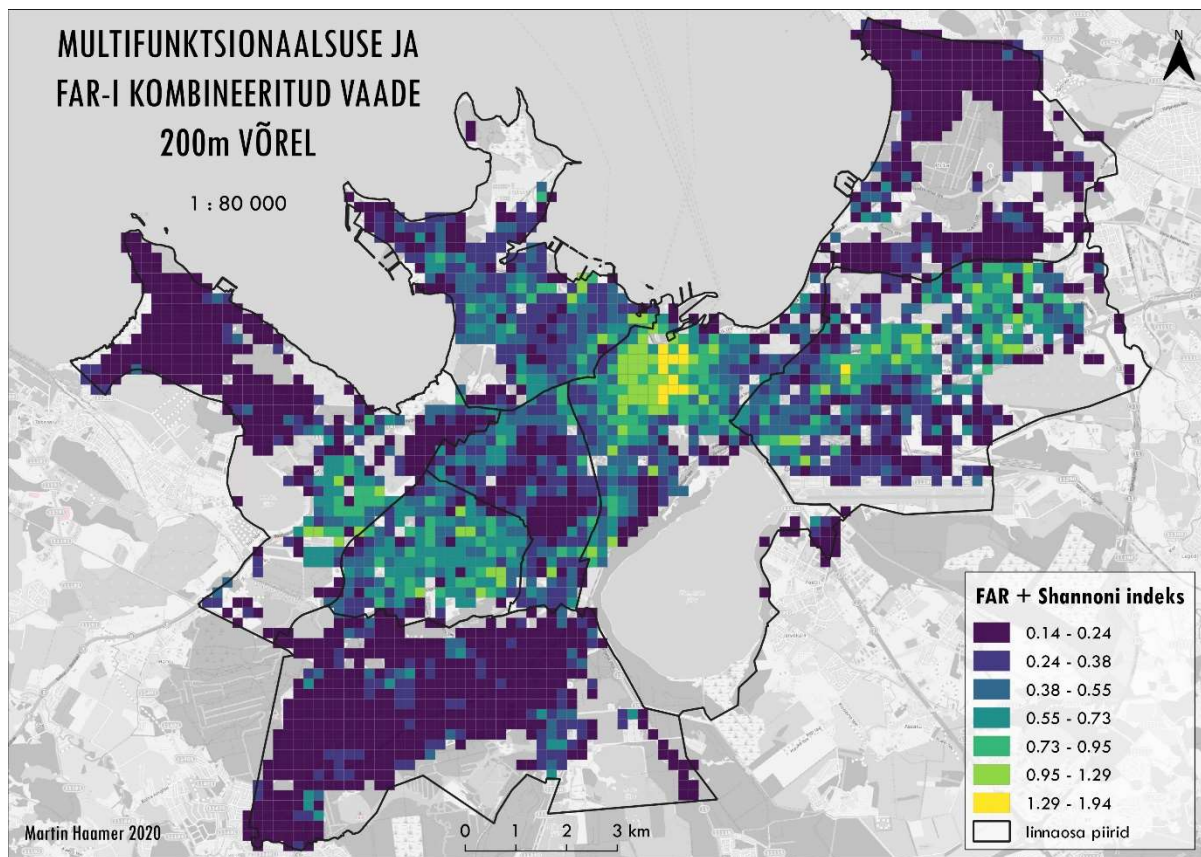
4.2.3 Multifunktsionaalsus ja asustustihedus kombineeritult

Korrates 2. peatüki teoreetilises ülevaates esitatut sõltub multifunktsionaalsus enim just asustustihedusest – madala asustustiheduse korral ei saa olla tegemist mitmekesise linnaruumiga. Seetõttu on otstarbekas uurida FAR-i (hoonestuse suletud brutopinna ja krundi suhtarvu) ja Shannoni indeksit kombineeritult. Näitajate omavahelise võrreldavuse saavutamiseks normaliseeriti FAR ja Shannoni indeksid nende maksimumväärtuste suhtes kõikide ruutude seast ning seejärel liideti saadud väärtused kokku. Seega on vastava näitaja suurim võimalik väärtus 2.0, kus nii Shannoni indeks kui ka FAR on uurimisala kõrgeima väärtusega

$$FAR/FAR_{max} + e^H/e^H_{max}$$

Tulemus on visualiseeritud järgneval kaardil (vt joonis 17). Kaardilt on näha, et nii asustustihedus kui ka multifunktsionaalsus on kõrgeim kesklinnas. Kesklinna lähemalt uurides (vt joonis 18), selgub, et Tallinna kõige tihedama asustusega ja suurima multifunktsionaalsusega on Rotermanni kvartal, Narva mnt ja Jõe tn ümbrus, Viru Keskuse

ümbrus, Sibulaküla asum ja Rävalla pst ümbrus. Kesklinna järel eristuvad kaardil (joonis 17) Mustamäe, Õismäe, Lasnamäe ja Põhja-Tallinn.



Joonis 17. Shannoni indeksi ja FAR-i kombineeritud vaade. Aluskaart OSM hallkaart



Joonis 18. Tallinna vanalinn ja kesklinn 200m võrel. Visualiseeritud on Shannoni ja FAR-i kombineeritud indeks. Ruutudele on märgitud väärtus (maksimum on 2.0), kui see on >1.0. Aluskaart Maa-ameti baaskaardi hallkaart

4.3 Asustustihedus ja multifunktsionaalsus linnaosa tasemel

Käesolevas alapeatükis on olulisemad näitajad koondatud linnaosa tasemele. Selleks arvutati iga linnaosa vastava näitaja keskmine linnaosas asuvate ruutude põhjal. Arvutamisel on lähtutud 200m võrest, kuna sel skaalal tulevad erinevused multifunktsionaalsuses ja asustustiheduses paremini esile. Tulemused linnaosade jaotuses on esitatud tabelis nr 3.

Tabel 3. Tallinna linnaosade näitajate keskmised. Rahvaarvu andmed pärinevad Tallinna veebilehelt (*Tallinna elanike arv*, i.a.)

Linnaosa	Rahvaarv	FAR	Elamispind inimese kohta (m ²)	Shannoni indeks (max 9.0)	FAR + Shannoni indeks (max 2.0)
Kesklinn	61 464	0.92	30.9	2.97	0.54
Mustamäe	66 155	1.25	24.7	2.15	0.46
Lasnamäe	118 061	0.94	23.8	1.91	0.39
Põhja-Tallinn	59 591	0.55	24.2	2.01	0.36
Kristiine	32 646	0.44	29.1	2.02	0.35
Haabersti	46 183	0.52	32.2	1.39	0.27
Nõmme	38 593	0.2	30.3	1.27	0.22
Pirita	18 650	0.2	40.3	1.21	0.21
Tallinn	441 343	0.63	29.4	1.87	0.35

Tabel nr. 3 põhjal selgub, et Shannoni ja FAR-i kombineeritud indeks on kõige kõrgem Kesklinnas, mida väljendas ka vastav kaart (vt joonis 17). Kesklinnas on kõrgeim ka Shannoni mitmekesisuse indeks. FAR on kõige kõrgem Mustamäel ehk üldjoontes saab hoonestuse seisukohast kõige efektiivsemaks pidada maakasutust Mustamäel. Kõige hõredamini on hoonestatud Nõmme ja Pirita, kus on valdavalt üksikelamud. Mitmekesisuse indeks ning seega ka FAR-i ja Shannoni kombineeritud indeks on samuti kõige madalamad Nõmmel ja Pirital.

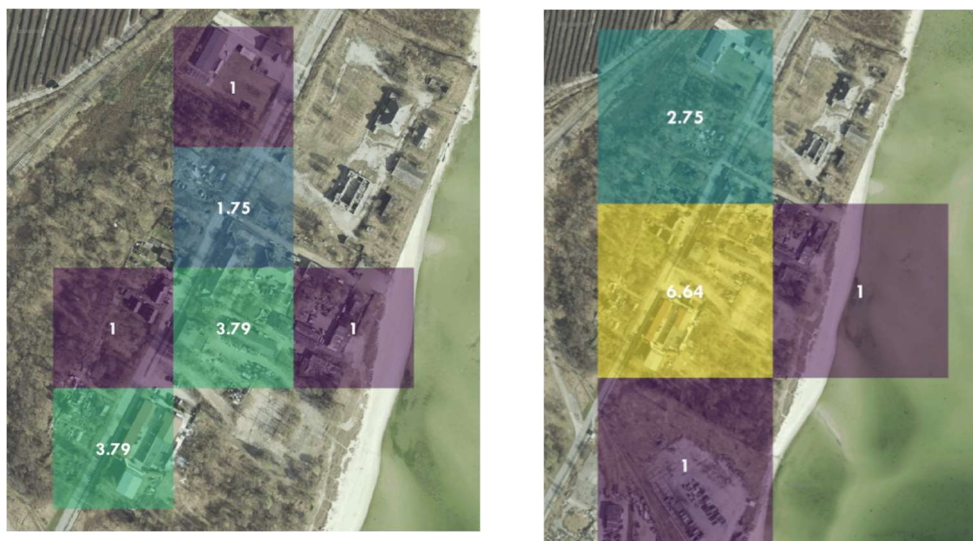
4.4 Tulemuste kontroll välivaatlusega

Eelnevalt esitatud kaartidel paistsid välja muidu monofunktsionaalsete alade vahel üksikud kõrge mitmekesisusega ruudud. Seda vaatamata väga madalale asustustihedusele nendes ruutudes. Ruudus asuvate ehitiste lähteandmed viitasid mitmetele erinevatele kasutusotstarvetele eri kategooriates – seega on andmetest lähtuvalt tegemist tõepoolest multifunktsionaalse alaga. Ortofoto põhjal ala hinnates ei paistnud multifunktsionaalsus sedavõrd kõrge. Selguse saamiseks kontrolliti taolisi ruute kohapeal visuaalselt.

Vaatlus viidi läbi 21.05.2020 kell 19 õhtul ja vaadeldi kolme asukohta: Paljassaare tee ümbrus, Mustamäe tee ja Mehaanika tänava ristmik, Tondi tänava ümbrus.

4.4.1 Näide 1. Paljassaare

Esimese piirkonnana vaadeldi Paljassaare poolsaarel Paljassaare teel asuvat hoonestatud ala enne Pikakari randa. Nii 100m kui ka 200m ruutkaardil oli esile tulnud piirkonna ebaharilikult kõrge multifunktsionaalsus võrreldes ümbritseva alaga (vt jooniseid 19 ja 20). Asustustihedus on piirkonnas väga madal ning ümberringi hoonestus puudub. 200m ruutkaardil olev indeks 6.64 on Tallinna linna indeksite pingereas seitsmendal kohal, teisisõnu peaks tegu olema ühe linna multifunktsionaalseima alaga. Ehitisregistri andmete järgi asuvad ruudus indeksiga 6.64 kaks elamut, kaks ärifunktsiooni, üks kaubandusfunktsioon, üks tööstusfunktsioon (töökoda), üks vabaaja funktsioon (spordihoone), kaks haridusfunktsiooni (õppekorpus, katsebassein) ja kaks tervishoiufunktsiooni (sanitaarjooskond).

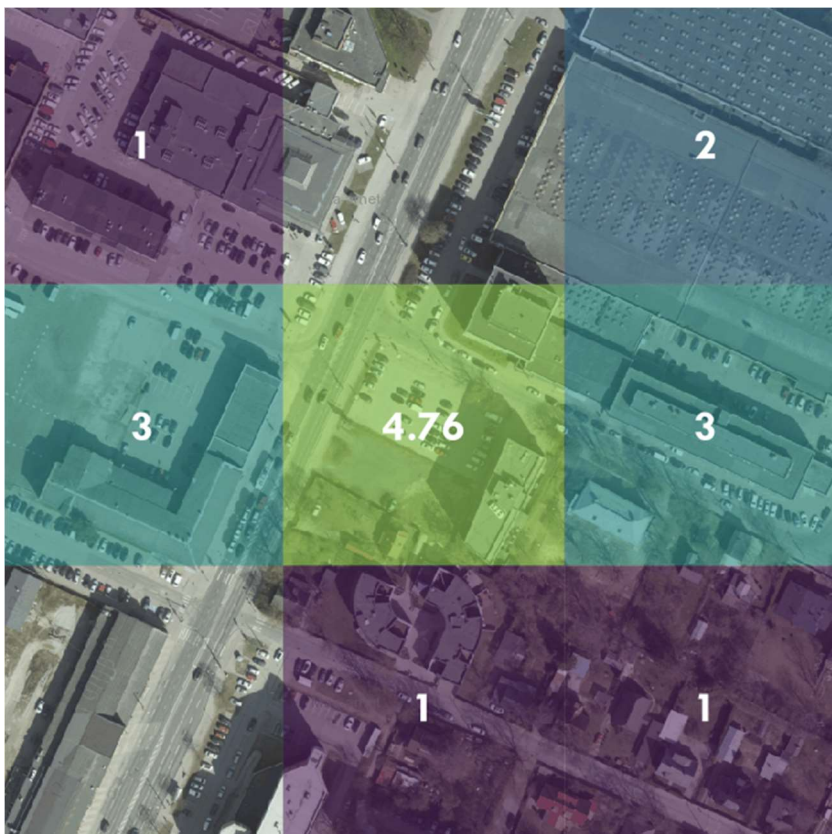


Joonis 19 ja 20. Paljassaare tee ääres oleva piirkonna mitmekesisuse indeksid 100m ja 200m ruutkaardil. Aluskaart Maa-ameti ortofoto

Kohapealse vaatluse tulemusel jõuti järeldusele, et piirkonda ei saa pidada mitmekesiseks linnaruumiks. (vt lisa 4). Silma jäid auklikud pinnasteed, teeäärsed jätmed ja lagunenuid hooned. Keeruline oli hinnata, millised funktsioonid piirkonnas tegelikult esindatud olid, kuid sai selgeks, et antud kohapealt ei ole Ehisregistri andmed multifunktsionaalsuse mõõtmisel usaldusväärsed.

4.4.2 Näide 2. Mustamäe tee

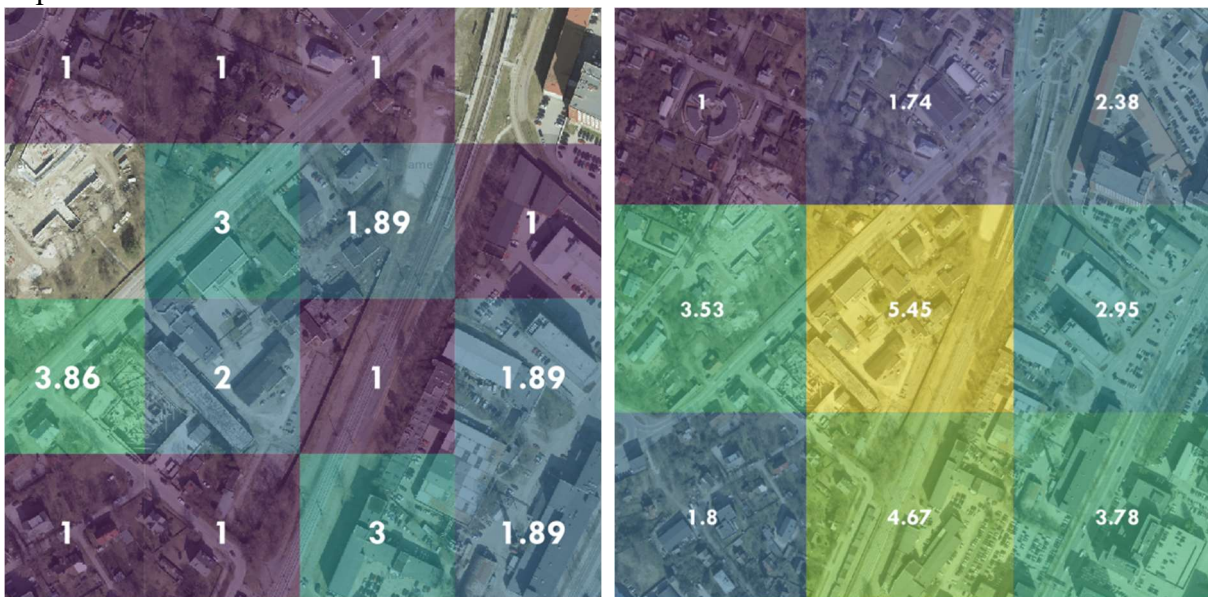
Teisena vaadeldi Mustamäe tee äärset piirkonda, täpsemalt Mehaanika tn ja Mustamäe tee ristmikul olevat ala (vt joonis 21). Ehisregistri andmete järgi asub 100m helerohelisel ruudul indeksiga 4.76 kaks äriefunktsiooni, üks ravifunktsioon (perearstikeskus), üks kaubandusfunktsioon, üks toitlustusfunktsioon ja üks üksikelamu. Kohapeal jäi piirkonnast indeksile vastavalt mitmekesine mulje, õhtusel kellajal olid inimesed liikvel ja liiklust oli palju. Tänaval paistsid mitmed ärisildid (vt lisa 5) ja ümberringi oli märgata mitmeid erinevaid linnafunktsioone.



Joonis 21. Mustamäe tee ja Mehaanika tn ristmikul asuva piirkonna mitmekesisuse indeksid 100m ruutkaardil. Aluskaart Maa-ameti ortofoto

4.4.3 Näide 3. Tondi tänav

Viimane piirkond, mida kohapeal vaadeldi oli Tondi tänava ümbrus Tondi raudteejaama lähistel (vt joonis 22). 200m ruutkaardil on kõrge mitmekesisuse indeksiga ruut, kuid kohapeal ei paistnud ala multifunktsionaalsena (vt lisa 6). Vastavas kollases ruudus asuvad kasutusotstarvete põhjal valdavalt tööstusfunktsioonid ning õhtusel kellaajal ei olnud märgata inimesi tänaval liikumas. Ehitisregistri andmetel on piirkonnas üks ärifunktsioon, üks teenindusfunktsioon, kaks tööstusfunktsiooni, üks toitlustusfunktsioon, üks tervishoiufunktsioon ja kolm elamut. Siinkohal peab taas tõdema, et funktsioonide arvukus tegelikkust ei kajasta. Tänavalt oli näha ilusalongi ja toitlustusasutust, kuid rohkem funktsioone ei paistnud.



Joonis 22 ja 23. Tondi tänava äärsed mitmekesisuse indeksid 100m ja 200m ruutkaardil. Aluskaart Maaameti ortofoto

5. ARUTELU

Käesolevas peatükis arutatakse töö tulemusi ning tehakse nendest kokkuvõtted. Seejärel hinnatakse Ehitisregistri andmete kvaliteeti ja kasutatavust. Peatüki lõpus tuuakse välja soovitused ja ettepanekud edaspidisteks uuringuteks sarnasel teemal.

5.1 Tulemuste hindamine

Antud alapeatükis tehakse asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse arvutamisest kokkuvõtte ning sõnastatakse põhilised järeldused.

5.1.1 Tallinna asustustiheduse hindamine

Tallinna asustustihedust hinnati kolme erineva näitaja abil: FAR (hoonestuse suletud netopinna ja krundi suhe), elamuüksuste arv ja elanike arv. Kõigi kolme näitaja puhul oli märgata kõrgeid väärtusi nõukogudeaegsetes kortermajade rajoonides Õismäel, Mustamäel ja Lasnamäel. Vastavalt eelnevalt käsitletud asustustiheduse tüüpprofiilidele võib Õismäe, Mustamäe ja Lasnamäe liigitada esimesse tüüpprofiili, kus kõik kolm näitajat on kõrgel (vt tabel 1). Kesklinnas oli FAR kõrge, elamuüksuste ning elanike arv aga madalam. Seega liigitub kesklinn vastava klassifikatsiooni järgi kolmanda tüüpprofiili alla. Väljaspool Kesklinna, Õismäed, Mustamäed ja Lasnamäed oli FAR harva üle 1.00 ehk hoone kogupindala jäi valdavalt väiksemaks kui krundi pindala. Vaid Pelguranna ja Marja piirkondades oli märgata FAR-i suurenemist üle 1.00. Nimetatud piirkondasid saab seega liigitada teise tüüpprofiili, kus kõik kolm asustustiheduse näitajat on madalal.

Kirjeldatud tulemused viitavad asjaolule, et Tallinnas on palju piirkondasid, kus hoonestuse tihendamine oleks võimalik ja ka vajalik. Kuigi kesklinn on tihedalt asustatud, on vaja linnaosas suurendada elamuüksuste arvu. See suurendaks multifunktsionaalsust ka töövälistel aegadel.

Uurimistöö teoreetilisele ülevaatele (2. Peatükk) tuginedes on olemasoleva hoonestuse tihendamine mõningal määral võimalik Lillekülas, Tondil ning Nõmmel (Tallinna Linnakantselei, 2010). Sama kinnitavad ka asustustihedust (vt joonised 6–11), eriti FAR-i visualiseerivad kaardid (vt joonised 6 ja 9), kus on näha nimetatud piirkondades väga madala tihedusega asustust. Samuti ilmneb kaartidelt, et Tondil, Lillekülas ja Mustjõeel hoonestuse

tihendamise tulemusena oleks võimalik omavahel funktsionaalsemalt ühendada Kesklinn, Põhja-Tallinn, Mustamäe ja Õismäe, moodustades ühtlase tihehoonestusega ala.

5.1.2 Tallinna multifunktsionaalsuse hindamine

Linnafunktsioonide mitmekesisust hinnati samuti kolme erineva näitaja põhjal: linnafunktsioonide arvukus, Shannoni indeks ja objektide proportsionaalse osakaalu tasakaalustatus. Arvukust ja Shannoni indeksit hinnati nii 100m kui ka 200m skaalal ning tulemused kahe skaala vahel erinesid märkimisväärselt. 200m ruutkaardil oli selgelt näha erinevusi multifunktsionaalsuses arvukuse ja Shannoni indeksi näitajate vahel (vt joonised 14 ja 15). Selgelt on näha need piirkonnad, kus objektide proportsionaalne jaotus on olnud ebäühtlane ning sellest tulenev madalam mitmekesisus. Teoreetilises ülevaates kirjeldatu põhjal on teada, et mida ebäühtlasemalt objektid kategooriate vahel jaotunud on, seda suurem on erinevus arvukuse ja Shannoni indeksi väärtuste vahel. Seega on nimetatud kahe kaardi (vt joonised 14 ja 15) omavahelisest võrdlemisest ilmne, miks arvukus omaette ei ole piisav multifunktsionaalsuse korrektsel kujutamisel ning miks Shannoni indeks annab tegelikkusele lähema tulemuse.

5.1.3 Asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse koosmõju

Teoreetilises peatükis kirjutati, et multifunktsionaalsus oleneb asustustihedusest – madala asustustiheduse juures ei saa esineda multifunktsionaalsust. Asustustihedust ja multifunktsionaalsust uuriti koos FAR-i ja Shannoni indeksi kokkuliitmisel. Tulemus on autori hinnates kõige objektiivsem ülevaade multifunktsionaalsusest linnas. On selge, et kesklinnas esineb kõige suurem multifunktsionaalsus kuna enamused ärid ja teenused on piirkonda koondunud. Kaardilt on samuti selgelt näha Lasnamäe, Õismäe, Mustamäe ja Põhja-Tallinna esilekerkimist kesklinnast väljaspool. Need on tihedalt asustatud piirkonnad, kus on suure kõrge elanike arvu tõttu ka mitmed teenused kättesaadavad. Lisaks on märgata ülejäänud linnaosades kohalike keskuste esilekerkimist, näiteks Nõmme ja Pirita keskused.

5.1.4 Skaala

Asustustiheduse arvutamisel ei mänginud skaala sedavõrd suurt rolli kui multifunktsionaalsuse puhul. 200m skaalal olid tulemused palju mitmekesisemad kui 100m skaalal. Tulemuste põhjal saab teha järelduse, et ehitiste kasutusotstarvete põhjal multifunktsionaalsuse hindamine on sobilikum korraldada 200m skaalal, kuna 100m on iga ruudu rohkus ehk erinevate kategooriate

objektide arv liiga väike. Sellisel juhul ei tule Shannoni indeksi olulisus ega eelised esile arvukusega võrreldes.

5.2 Ehitisregistri andmete kvaliteet

Tulemustest selgus, et üldjoontes on Ehitisregistri andmete põhjal võimalik linna asustustihedust ja multifunktsionaalsust hinnata. Sellegipoolest ilmnes töö käigus Ehitisregistri andmetes mitmeid puudujääke, mis vähendavad andmestiku kasutatavust ja usaldusväärsust. Käesolevas töös kasutati Ehitisregistri 16-st aruandest kolme ning seega kehtivad väljatoodud puudujäägid nende nelja aruande kohta. Töös kasutati järgmisi aruandeid: ehitised, ehitiste kasutusotstarbed ja kasutusotstarvete klassifikaatorid. Samuti kasutati ainult Tallinna ehitiste kohta käivaid andmeid ning seetõttu ei kirjelda välja toodud puudujäägid tervet aruande ulatust.

5.2.1 Puudujäägid

Üleüldine andmete terviklikkus on küsitav, on vaid üksikud väljad ülevaatlikus ehitiste tabelis, millel on vastav kirje olemas iga hoone kohta. Mitmetel veergudel ehitiste aruandes pole ühtegi kirjet. Andmetes on kohati selgelt vastuolulised andmed, näiteks on hoone kogupind (suletud netopind) väiksem kui hoone ehitusalune pind, tubade arv on väiksem kui korterite arv, hoone on märgitud kui kortermaja, kuid korterite arv on null. Järgnevas tabelis on välja toodud töös kasutatavad andmeväljad ja nende täiuslikkus (vt tabel 4).

Tabel 4. Töös kasutatavate Ehitisregistri veergude andmete täiuslikkus

Välja nimi	Selgitus	Andmete puudumine	Kasutatavus
Kaos_id	Peamine kasutusotstarve	73 (0,46%)	Jah
Korterite_arv	Korterite arv hoones	1390 (4.37%)	Jah
Eluruumi_pind	Hoone eluruumi pind	1394 (4.38%)	Jah
Kasulik_pind	Hoone kasulik pind	1840 (5.79%)	Ei
Mitte_eluruum_pind	Pind, mis ei kuulu eluruumide alla	2024 (6,36%)	Ei
Ehitise_maapealne_pind	Kõikide ehitisosade maapealne pind	28599 (90,01%)	Ei

Ehitisalune_pind	Hoone- või rajatisealune pind	24 (0.07%)	Jah
Hoone_suletud_netopind	Kõigi korruste suletud netopindade summa, kus netopind on korruse kasulik pind.	236 (0,74%)	Jah

Kasutusotstarvete aruandes ei ole andmed kohati süsteemsed, näiteks on vahepeal märgitud ehitise osa kood ja selle pindala, kuid puudub viide ehitisele, milles vastav osa asub. Kasutusotstarvete klassifikaatorid dubleerivad teineteist ning ei ole kirjas, missugust loogikat või hierarhiat klassid järgivad. Ehitisregistri avaandmete lehel on olemas iga aruande veergude pealkirjad lühikese kirjeldusega, kuid sageli on kirjeldus poolik või arusaamatu, näiteks kasutusotstarvete koodi kohta on järgnev selgitus: „*Kasutusotstarbe kood. Koodi esimene number tähendab: 1 – hoone; 2 – rajatis. Alates 06.03.2012 see veerg tabelist kõrvaldati, sest ei omandu sisulist tähendust. Alates 09.05.2013 see veerg taastatud, sest klient vajab klassifikaatori nime muutust olukorras, kus kood jääb samaks. Samm vales suunas.*“

Kokkuvõttes on Ehitisregistri andmed olulise tähtsusega linnaplaneerimises ning ka teistes valdkondades. Seetõttu on tähtis, et registris olevad andmed oleksid korrektsed ning pidevalt viidaks sisse täiendusi ja parandusi. Samuti on vaja parandada andmete kasutatavust ning lisada ja täiendada andmete kohta käivaid selgitusi nende kasutamise lihtsustamiseks.

5.3 Soovitused edaspidisteks uuringuteks

Linnafunktsioonide mitmekesisus on laiahaardeline teema, mis nõuab põhjaliku uurimist õigete järelduste tegemiseks. Käesolev uurimistöö käitles teemat Ehitisregistri andmete kaudu, kuid sellest jääb multifunktsionaalsuse uurimisel väheks.

Kindlasti on vajalik multifunktsionaalsuse uurimisel arvestada piirkondade ligipääsetavust. Piirkond võib ehitiste kasutusotstarvete alusel paista multifunktsionaalsena, kuid piiratud ligipääs ja eraldatus muust hoonestusest, näiteks selles töös käsitletud Paljassaare piirkond, ei võimalda mitmekesise linnaruumi teket.

Samuti on mitmekesisuse puhul oluline uurida selle muutust ajalises dimensioonis. Ärikvartalid võivad päevasel ajal olla mitmekesised, kuid elamute puudumise korral on

tööpäeva lõpu järel mitmekesisus suuresti vähenenud. Tallinnas on sellise piirkonna näiteks Ülemiste City.

Antud uurimistöö tulemusena liideti Maa-ameti hoonete kihile Tallinna hoonete Ehitisregistri andmed. Seda andmekihti on kindlasti võimalik rakendada edaspidistes ruumilistes uuringutes.

6. KOKKUVÕTE

Tänapäevases linnaplaneerimises on kesksel kohal terminid asustustihedus, multifunktsionaalsus ja kompaktsus. Nimetatud võtmesõnadel põhinev planeerimine on tulevikule orienteeritud ja jätkusuutlik koos peaesmärgiga peatada valglinnastumine, mis on Tallinnaski olnud aastakümnetepikkuseks probleemiks. Kompaktse linna peamised omadused on kõrge asustustihedus ja linnaruumi multifunktsionaalsus, mis omakorda loovad mitmekesisust, mille vajadust linnaruumis rõhutas juba eelmisel sajandil ameerika kirjanik Jane Jacobs. Liiklusummikud, linnaõhu saastatus ning elanikkonna kasvav keskkonna- ja kliimateadlikkus on tekitanud vajaduse jätkusuutliku linnaplaneerimise järele. Kompaktse linna eesmärgiks on lahendada nimetatud väljakutseid, kasutades lahenditena linnakeskuste inimsõbralikumaks muutmist, asustustiheduse suurendamist, linnaruumi multifunktsionaalsuse suurendamist ning liiklemise soosimist ühistranspordiga, jalgrattaga või jalgsi

Käesolevas töös kasutati lähteandmetena Maa-ameti andmebaasist hoonete ruumikujude kihti ja Ehitisregistri andmeid Tallinna linna asustustiheduse ja multifunktsionaalsuse kohta. Uurimistöö tulemusena valmisid kaardid asustustihedusest kolme erineva näitaja põhjal: FAR (ingl. k. *floor area ratio*) ehk hoonestatud linnakeskkonna suletud brutopinna ja krundi pindala suhtarv; elamuüksuste arv hektaril ning elanike arv hektaril. Samuti on koostatud linnaruumi multifunktsionaalsust ja nii asustustihedust kui ka multifunktsionaalsust kombineeritult kajastavad kaardid.

Tulemustest selgus, et nii asustustihedus kui ka multifunktsionaalsus on kõige kõrgemad Tallinna kesklinnas, Mustamäel, Lasnamäel ja Õismäel ja mõnevõrra väiksem Põhja-Tallinnas. Nõmmel, Kakumäel ja Pirital on asustustihedus hõre ning valdavalt on tegu monofunktsionaalsete piirkondadega. Kristiine linnaosas on asustustihedus ja multifunktsionaalsus kõrgem linnaosa läbivate magistraaltänavate ääres, ülejäänud alad sarnanevad linna teiste elamupiirkondadega.

Töö käigus ilmnesis erinevad probleemid Ehitisregistri andmetega, millest tulenevalt vähenes uurimistöö tulemuste usaldusväärsus. Arvutatud multifunktsionaalsuse kontrollimiseks viidi läbi välivaatlused Tallinna kolmes erinevas piirkonnas, kus prognoositavad tulemused viitasid kõrgele mitmekesisusele. Vaatluste käigus selgus, et multifunktsionaalsuse hindamine lähtudes ainult Ehitisregistri määratud kasutusotstarbest ei võimalda alati usaldusväärse tulemuseni jõudmist. Kindlasti on lisaks ehitiste funktsioonidele vaja arvestada asustustihedust aga ka

muid faktoreid, mida käesoleva töö koostamisel ei arvestatud, näiteks ligipääsetavus ja ajaline dimensioon.

Measuring urban density and multifunctionality in Tallinn based on the Estonian Register of Buildings

Martin Haamer

Summary

Fundamental changes have taken place in urban planning during the twentieth century. High densities and urban concentration were frowned upon by urban planners of the past century whereas currently city planning struggles to cope with the flows of suburbanisation and ever growing urban population. Thus new planning principles have emerged such as new urbanism, multifunctional land use (MLU) and the compact city. All of the abovementioned share the goal of increasing densities and multifunctional land use, reducing traffic while promoting public transport, cycling, walking and a more sustainable lifestyle in general.

The capital of Estonia, Tallinn is also facing challenges as suburbanisation has been an ongoing process for several decades, despite urban densities within the city borders being far below the average of that of an European city. The aim of the thesis is to measure the urban density and multifunctionality of different districts of Tallinn. The main sources of data being the Estonian Register of Buildings and the Estonian Land Board's geodatabase of buildings. Both the databases were merged with one another by the unique identifier of the Register of Buildings.

For measuring both the density and multifunctionality three main methods were used. Density was measured using floor area ratio (FAR), dwelling units per hectare and population per hectare. Multifunctionality was measured using richness indicators – number of different activities present in any given area, evenness – distribution of activities in a given area, and using the Shannon index of entropy. All measurements were based on a 100 and 200 metre grid covering the study area of Tallinn. For each square of the grid building data was aggregated using the centroids of the buildings polygon.

Results of this research indicate that density is highest in Tallinn city centre and microdistricts of Mustamäe, Õismäe, Pelguranna and Lasnamäe dating from the soviet period. Density is very low in districts with predominantly single family homes, indicating that there are plenty of opportunities to increase densities in Tallinn. Multifunctionality was highest in the city centre but also local centres with high diversity could be noted among areas with otherwise low diversity.

After interpreting the results, observations were carried out in order to check the compatibility of the measured results of diversity against actual situations. As a result of the observations it became apparent that several areas which appeared to have high multifunctionality based on the Shannon index of entropy, were in reality non-diverse. This owes to the fact that the data upon which multifunctionality was measured, is not consistently reliable. Uneven quality of the data reduces the reliability of the results and makes the usage of data challenging.

TÄNUAVALDUSED

Soovin tänada oma juhendajat, Anto Aasat selle eest, et ta oli mind nõus juhendama ja tema abi eest uurimistöö teema kiirkorras määratlemisel ning kirjanduse otsimisel. Samuti soovin tänada oma ema ja isa, kes leidsid aega töö lugemiseks ja soovitude tegemiseks. Eriline tänu isale, kes tundis teema vastu huvi ja oli suureks abiks materjalide otsimisel.

Martin Haamer

25.05.2020

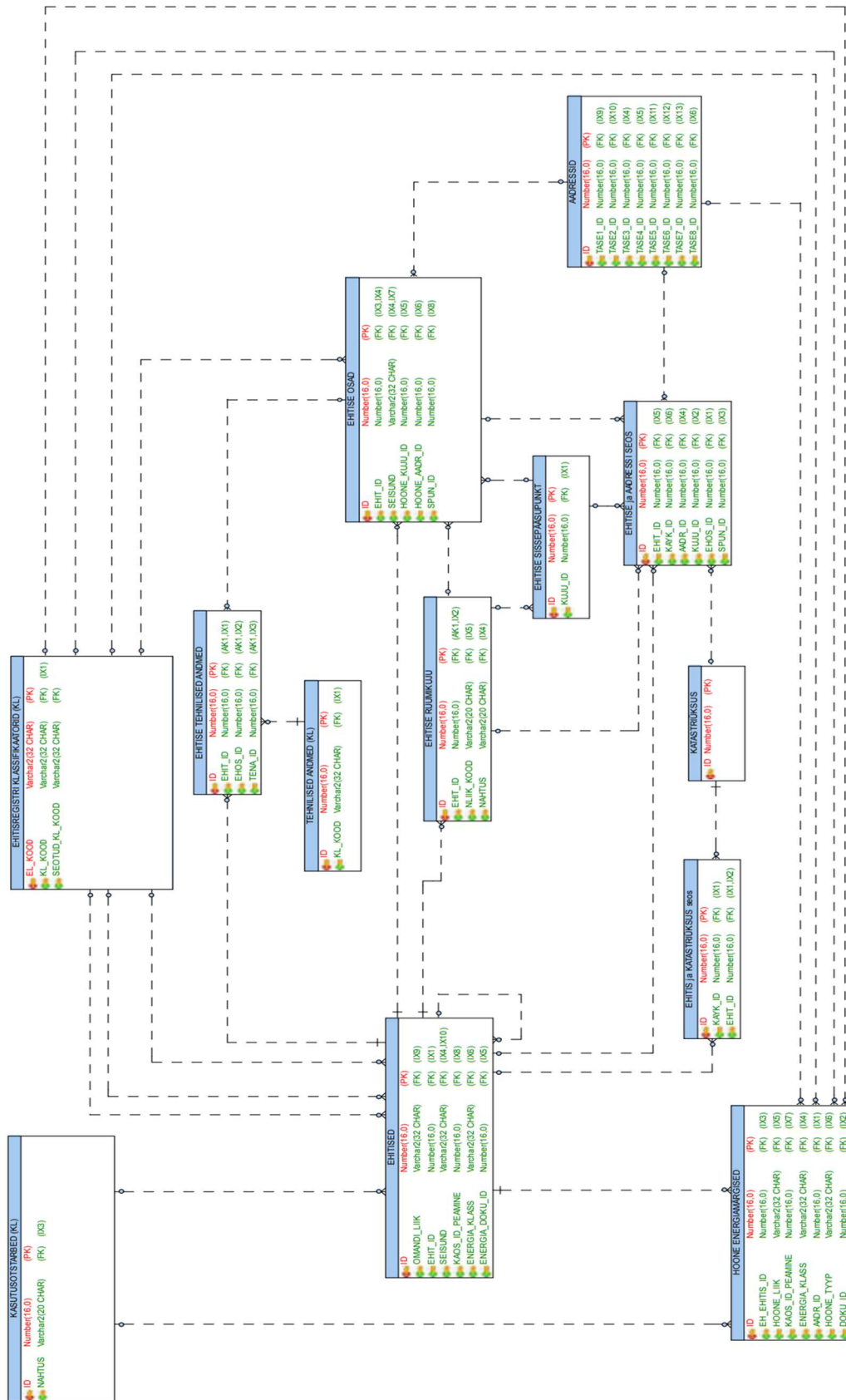
KASUTATUD KIRJANDUS

- Batty, M., Besussi, E., Maat, K., & Harts, J. J. (2004). Representing Multifunctional Cities: Density and Diversity in Space and Time. *Built Environment*, 30(4), 324–337. <https://doi.org/10.2148/benv.30.4.324.57156>
- Boverket. (2017). *Urban Density Done Right*. <https://www.boverket.se/en/start/publications/publications/2017/urban-density-done-right/>
- Burton, E. (2002). Measuring Urban Compactness in UK Towns and Cities. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 29(2), 219–250. <https://doi.org/10.1068/b2713>
- Churchman, A. (1999). Disentangling the Concept of Density. *Journal of Planning Literature*, 13(4), 389–411. <https://doi.org/10.1177/08854129922092478>
- Ehitisregistri avaandmebaas. (s.a.). Salvestatud 23. mai 2020, <https://avaandmed.ehr.ee/>
- Jabareen, Y. R. (2006). Sustainable Urban Forms: Their Typologies, Models, and Concepts. *Journal of Planning Education and Research*, 26(1), 38–52. <https://doi.org/10.1177/0739456X05285119>
- Jacobs, J. (1992). *The death and life of great American cities* (Vintage Books ed). Vintage Books.
- Jost, L. (2006). Entropy and diversity. *Oikos*, 113(2), 363–375. <https://doi.org/10.1111/j.2006.0030-1299.14714.x>
- Kajtazi, B. (2007). *Measuring Multifunctionality of Urban Area*. 105.
- Kuulpak, P. (2019). *Tallinn arvudes*. Tallinna Linnakantselei. <https://www.tallinn.ee/est/g2677s122112>

- Lehmann, S. (2016). Sustainable urbanism: Towards a framework for quality and optimal density? *Future Cities and Environment*, 2(0), 8. <https://doi.org/10.1186/s40984-016-0021-3>
- Maa-amet. (s.a.). *Avaleht*. Salvestatud 23. mai 2020, index.php?lang_id=1&page_id=36
- Moroni, S. (2016). Urban density after Jane Jacobs: The crucial role of diversity and emergence. *City, Territory and Architecture*, 3(1), 13. <https://doi.org/10.1186/s40410-016-0041-1>
- Reis, J. P., Silva, E. A., & Pinho, P. (2016). Spatial metrics to study urban patterns in growing and shrinking cities. *Urban Geography*, 37(2), 246–271. <https://doi.org/10.1080/02723638.2015.1096118>
- Rodenburg, C. A., & Nijkamp, P. (2004). Multifunctional Land Use in the City: A Typological Overview. *Built Environment*, 30(4), 274–288. <https://doi.org/10.2148/benv.30.4.274.57152>
- Sayyar, S. S., & Marcus, L. (2011). *Urban diversity and how to measure it – an operational definition of classes and scales*. 15.
- Tallinna elanike arv. (s.a.). Salvestatud 25. mai 2020, <https://www.tallinn.ee:443/est/Tallinna-elanike-arv>
- Tallinna Linnakantselei. (2010). *Strateegia „Tallinn 2030“*. <https://oigusaktid.tallinn.ee/?id=3001&aktid=118878>
- The Density Atlas*. (2011). <http://densityatlas.org/measuring/>
- Tosics, I. (2017, jaanuar 19). *Densification beyond the city centre: Urban transformation against sprawl*. URBACT. <https://urbact.eu/densification-beyond-city-centre-urban-transformation-against-sprawl>
- Vahtra, J. (2014). *Linna ruumiline geomeetria, funktsioonide kättesaadavus ja mitmekesisus—Tartu linna konfiguratsiooniline uuring*. 102.

Vreker, R., Groot, H. L. F. de, & Verhoef, E. T. (2004). Urban Multifunctional Land Use: Theoretical and Empirical Insights on Economies of Scale, Scope and Diversity. *Built Environment*, 30(4), 289–307. <https://doi.org/10.2148/benv.30.4.289.57157>

LISA 1: Ehitusregistri andmemudel



Allikas: https://avaandmed.ehr.ee/VL_Aruanded_1_TDM.pdf

Avaandmed - seoste kirjeldus

EHITISED ID on seotud:

- HOONE ENERGIAMÄRGISED atribuudiga EH_EHIT_ID
- EHITIS ja KATASTRÜKSUS SEOS atribuudiga EHIT_ID
- EHITIS ja AADRESSI SEOS atribuudiga EHIT_ID
- EHITISED atribuudiga EHIT_ID
- EHITISE TEHNILISED ANDMED atribuudiga EHIT_ID
- EHITISE OSAD atribuudiga EHIT_ID
- EHITISE RUUMIKUJU atribuudiga EHIT_ID

EHITISE OSAD ID on seotud:

- EHITISE TEHNILISED ANDMED atribuudiga EHOS_ID
- EHITISE ja AADRESSI SEOS atribuudiga EHOS_ID

AADRESSID ID on seotud:

- EHITISE OSAD atribuudiga HOONE_ADDR_ID
- HOONE ENERGIAMÄRGISED atribuutidega ADDR_ID

EHITISREGISTRI KLASSEFOKAATORID (KL) EL_KOOD on seotud:

- EHITISE OSAD atribuudiga SEISUND
- EHITISED atribuutidega SEISUND, OMANDI_LIIK, ENERGIA_KLASS
- HOONE ENERGIAMÄRGISED atribuutidega HOONE_TYYP, HOONE_LIIK, ENERGIA_KLASS

KASUTUSOTSTARBED (KL) ID on seotud:

- EHITISED atribuudiga KAOS_ID_PEAMINE
- HOONE ENERGIAMÄRGISED atribuudiga KAOS_ID_PEAMINE

KATASTRÜKSUS ID on seotud:

- EHITIS ja KATASTRÜKSUS SEOS atribuudiga KAYK_ID
- EHITIS ja AADRESSI SEOS atribuudiga KAYK_ID

TEHNILISED ANDMED (KL) on seotud:

- EHITISE TEHNILISED ANDMED atribuudiga TEHNA_ID

EHITUSE RUUMIKUJU ID on seotud:

- EHITISE OSAD atribuudiga HOONE_KUJU_ID
- EHITISE ja AADRESSI SEOS atribuudiga KUJU_ID
- EHITISE SISSEPÄÄSUPUNKT atribuudiga KUJU_ID

Allikas: https://avaandmed.ehr.ee/VL_Aruanded_1_TDM.pdf

LISA 2: Eesti topograafia andmekogu hoonete kihi (E_401_hoone_ka) andmemudel

E_401_hoone_ka			
Välja nimi	Andmetüüp	Domeen	Kirjeldus
etak_id	täisarv		ETAK objekti unikaalne identifikaator
kood	lühike täisarv	0401	Nähtuse kood ETAK reaalsusmudelis
tyyp	lühike täisarv	hoone_tyyp	Hoone tüüp
markused	tekst(255)		Vabas vormis märkused objekti kohta
objectid	täisarv		ESRI identifikaator
shape	geomeetria		Objekti ruumikuju
st_area(shape)	reaalarv		Ruumikuju pindala
st_length(shape)	reaalarv		Ruumikuju pikkus
muutmisaeg	kuupäev		Operaatori poolt tehtud viimase muutuse aeg
andmeallika_id	täisarv		Objekti andmete muutmist põhjustanud alusdokumendi identifikaator
korgusallika_id	täisarv		Alusdokumendi identifikaator, mille järgi on omistatud objekti kõrgus
ruumikujuallika_id	täisarv		Ruumikuju muutmise aluseks olnud alusdokumendi identifikaator
vajalik	lühike täisarv	vajalikkus	Objekt vajab tähelepanu
geom_muutmisaeg	kuupäev		Operaatori poolt tehtud viimase ruumikuju muutuse aeg
ehr_gid	tekst(20)		Ehitise osa geomeetria identifikaator Riiklikus ehitisregistris
ads_oid	tekst(10)		Aadressiobjekti identifikaator Aadressandmete süsteemis
ads_lahiaadress	tekst(255)		Objekti lähiaadress Aadressandmete süsteemis
kov_id	täisarv		Kohaliku omavalitsuse andmekogu ruumiobjekti identifikaator

Allikas:

https://geoportaal.maaamet.ee/docs/ETAK/etak_andmemudel_20170330.pdf?t=20170331085921

LISA 3. Kasutusotstarvete klassifikatsioon

Kood	Alakood	Kategooria	Alakategooria	kaos_id	Ehitisregistri selgitus	arv
10	11	Elamud	Üksikelamu	11101	Üksikelamu	13733
10	12	Elamud	Ridaelamu, paarismaja	11102		
10	12	Elamud	Ridaelamu, paarismaja	11211	paarismaja	
10	12	Elamud	Ridaelamu, paarismaja	11212	Muu kahe korteriga elamu	
10	12	Elamud	Ridaelamu, paarismaja	11221	Ridaelamu	
10	12	Elamud	Ridaelamu, paarismaja	30051	Kahe korteriga elamu	
10	14	Elamud	Kortermajad	11222	Muu kolme või enama korteriga elamu	
10	15	Elamud	Muu elamu	11317	Koolkodu	
10	16	Elamud	ühiselamud	11321	Ühiselamu üliõpilastele või õpilastele	44
					Ühiselamu teistele sotsiaalsetele gruppidele	
10	16	Elamud	ühiselamud	11322		8
20	21	Büroohoone	Äriasutus	12201	Büroohoone	
20	21	Büroohoone	Äriasutus	12209	Muu büroo- või administratiivhoone	
20	22	Büroohoone	Riigiasutus	12203	Administratiivhoone	113
20	22	Büroohoone	Riigiasutus	12203	Administratiivhoone	113
20	22	Büroohoone	Riigiasutus	12204	Kohtuhoone	3
30	31	Kaubandusasutus	Kaubandushoone	12311	Toidukauplus	61
30	31	Kaubandusasutus	Kaubandushoone	12312	Kauplus, mis ei ole toidukauplus	169
30	31	Kaubandusasutus	Kaubandushoone	12319	Muu kaubandushoone või kauplus	401
30	31	Kaubandusasutus	Kaubandushoone	30053	Kaubandushoone	742
30	31	Kaubandusasutus	Kaubandushoone	30055	Muu kaubandushoone	791
30	32	Kaubandusasutus	Apteek	12313	Apteek	15
30	34	Kaubandusasutus	Kiosk	12314	Kiosk	60
30	34	Kaubandusasutus	Kiosk	12315	kiosk	4
30	34	Kaubandusasutus	Kiosk	30054	Kiosk	98
40	41	Teenindusasutus	Pangahoone	12202	Pangahoone	11
40	42	Teenindusasutus	Postihoone	12206		7
40	43	Teenindusasutus	Tankla	12316	Tanklad	10
					Ilu- ja isikuteenust osutava ettevõtte hoone	
40	44	Teenindusasutus	Isikuteenused	12331		109
40	44	Teenindusasutus	Isikuteenused	30056	saunad enamasti	272
40	45	Teenindusasutus	Sõidukite teenindus	12332	Sõidukite teeninduse hoone	155
40	46	Teenindusasutus	Pesumaja	12333	Keemiline puhastus, pesumaja	9
40	47	Teenindusasutus	Muu	12339	Muu teenindushoone	267
					Kirik, katedraal, mošee, sünagoog, palvemaja või kabel	
40	48	Teenindusasutus	Religioon	12721		45
					Kirik, katedraal, mošee, sünagoog, palvemaja või kabel	
40	48	Teenindusasutus	Religioon	30010		60
50	51	Majutusasutus ja toitlustus	Majutusasutus	12111	Hotell	64
50	51	Majutusasutus ja toitlustus	Majutusasutus	12112	Motell	14
50	51	Majutusasutus ja toitlustus	Majutusasutus	12113	Külalistemaja	20
50	51	Majutusasutus ja toitlustus	Majutusasutus	12123	Hostel	21
50	51	Majutusasutus ja toitlustus	Majutusasutus	12129	lühiajaline majutus	278
					Hotell, motell, külalistemaja	
50	51	Majutusasutus ja toitlustus	Majutusasutus	30052		190
50	52	Majutusasutus ja toitlustus	Restoran	12131	Restoran	176
					Kiirtoitlustushoone	
50	52	Majutusasutus ja toitlustus	Restoran	12133		19
					Muu toitlustushoone	
50	52	Majutusasutus ja toitlustus	Restoran	12139		110
					Kohvik, baar või söökla	
50	53	Majutusasutus ja toitlustus	Kohvik/baar/söökla	12132		355
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12321	Toiduainete hulgiladu	3

60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12322	Muu hulgiladu	34
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12521	Toiduineteraamatu tööstuse laohoone	2
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12522	Konteinerite terminali hoone	3
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12523	Vedelkütuse-, gaasi- jm terminali hoidlahoone	7
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12524	Elevaator või puisteaine hoidlahoone	2
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12525	Külmhoone või eriladu	15
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12529	Muu tööstuse laohoone	478
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	12712	Kartuli-, köögivilja- või söödajuurviljahoidla	42
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	30043	Vedelkütuse-, küttegaasi- jm terminali hoidlahoone	9
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	30044	Külmhoone	1
60	61	Tööstusasutus	Laohoone/hoidla	30045	Muu laohoone	701
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12513	Keemiatööstuse hoone	1
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12514	Toiduineteraamatu tööstuse hoone	22
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12515	Ehitusmaterjalide ja -toodete tööstuse hoone	7
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12516	Kergetööstuse hoone	7
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12517	Puidutööstuse hoone	5
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12518	Masina- ja seadmetööstuse hoone	19
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12519	Muu tööstusharu tootmishoone	386
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12717	Metsa-, jahi- või kalamajandushoone	1
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	12719	Muu põllu-, metsa-, jahi- või kalamajandushoone, sealhulgas kasvuhoone	3
60	62	Tööstusasutus	Tootmishoone	30041	Muu tööstushoone	510
70	71	Vabaaja asutus	Spordihall	12651	Spordihall, võimla (kohtadega pealtvaatajatele)	19
70	71	Vabaaja asutus	Spordihall	12652	Spordihall, võimla (puuduvad kohad pealtvaatajatele)	11
70	71	Vabaaja asutus	Spordihall	12659	Muu spordihoone	84
70	71	Vabaaja asutus	Spordihall	30006	Spordihall, võimla	42
70	72	Vabaaja asutus	Teater\kino\kontsert	12611	Teater	5
70	72	Vabaaja asutus	Teater\kino\kontsert	12612	Kino	4
70	72	Vabaaja asutus	Teater\kino\kontsert	12613	Kontserdi- ja universaalsaalide hoone	2
70	72	Vabaaja asutus	Teater\kino\kontsert	30046	Teater, kino, kontserdi- ja universaalsaalide hoone	34
70	73	Vabaaja asutus	Klubi/diskoteek	12615	Klubi, rahvamaja	36
70	73	Vabaaja asutus	Klubi/diskoteek	12616	Tantsusaal, diskoteek	7
70	73	Vabaaja asutus	Klubi/diskoteek	30075	Tantsusaal, diskoteek, ööklubi	10
70	74	Vabaaja asutus	Kasiino	12617	Kasiino	21
70	75	Vabaaja asutus	Loomaaed	12619	Muu meelelahutushoone, nagu näiteks loomaaia ja botaanikaia hoone	26
70	76	Vabaaja asutus	Muuseum	12621	Muuseum	33
70	76	Vabaaja asutus	Muuseum	12622	Kunstigalerii	3
70	76	Vabaaja asutus	Muuseum	12625	Teaduskeskus	1
70	76	Vabaaja asutus	Muuseum	30048	Muuseum, kunstigalerii	58
70	77	Vabaaja asutus	Raamatukogu	12623	Raamatukogud	26
70	78	Vabaaja asutus	Siseujula	12653	Siseujula	7
70	79	Vabaaja asutus	Jäähall	12654	Jäähall	3
80	81	Haridusasutus	Koolieelne lasteasutus	12631	Koolieelne lasteasutus (lastesõim, -aed, päevakodu, lasteaed-alkool)	161
80	82	Haridusasutus	Põhikool või gümnaasium	12632	Põhikooli või gümnaasiumi õppehoone	76
80	82	Haridusasutus	Põhikool või gümnaasium	30049	Põhikooli või gümnaasiumi õppehoone	97
80	83	Haridusasutus	Kutsekool	12633	Kutseõppeasutuse õppehoone	22
80	84	Haridusasutus	Kõrgkool	12634	Ülikooli, rakenduskõrgkooli õppehoone	33
80	85	Haridusasutus	Teadushoone	12635	Teadus- ja metoodikaasutuse hoone	11
80	86	Haridusasutus	Huvikool	12636	Huvialakooli õppehoone	6
80	87	Haridusasutus	Ümberõppeasutus	12637	Täiendus- või ümberõppeasutuse hoone	2
80	88	Haridusasutus	Muu	12639	Muu haridus- või teadushoone, nagu näiteks labor, õppetöökoda, ilmajaam ja observatoorium	47

80	88	Haridusasutus	Muu	30000	Muu haridus- või teadushoone	67
90	91	Tervishoiuasutus	Haigla	12641	Haigla (üld-, eri- või ülkooli juures asuv haigla)	27
90	91	Tervishoiuasutus	Haigla	12642	Kaitsevæhaigla	1
90	91	Tervishoiuasutus	Haigla	30001	Haigla	35
90	92	Tervishoiuasutus	Perearstikeskus või muu kliinik	12644	Haiglavälise arstiabi osutamise hoone (perearstikeskus, polikliinik)	168
90	92	Tervishoiuasutus	Perearstikeskus või muu kliinik	30002	Ambulatoorse arstiabi osutamise hoone	345
90	92	Tervishoiuasutus	Perearstikeskus või muu kliinik	30005	Muu tervishoiuhoone	77
90	93	Tervishoiuasutus	Sanatoorium	12645	Sanatoorium	1
90	94	Tervishoiuasutus	Veterinaaria	12646	Veterinaaravila	4
90	94	Tervishoiuasutus	Veterinaaria	30004	Veterinaarkliinik	5
90	95	Tervishoiuasutus	Muu	12649	Muu tervishoiuhoone, nagu näiteks vereülekandejaam	30
		Muu	Suvila	11103	Suvila / aiamaa	
		Muu	Hooldekandehooned	11311	Päevakeskus	12
		Muu	Hooldekandehooned	11312	Tugikodu	4
		Muu	Hooldekandehooned	11313	Varjupaik	2
		Muu	Hooldekandehooned	11314	Lastekodu	18
		Muu	Hooldekandehooned	11315	Noortekodu	1
		Muu	Hooldekandehooned	11316	Üldhooldekodu	6
		Muu	Hooldekandehooned	11318	Sotsiaalse rehabilitatsiooni keskus	9
		Muu	Hooldekandehooned	11319	Erihooldekodu	7
		Muu	Sanatoorium	12114	Enamus Aegna saarel	11
		Muu	puhkemaja	12121	Puhkeküla või puhkelaagri majutushoone	2
		Muu	puhkemaja	12122	Puhkemaja	4
		Muu	Konverentsihoone	12205		5
		Muu	Sisehallid	12317	Oksjoni-, turu- või näitusehall	13
		Muu	Transpordihooned	12411	Lennujaam	1
		Muu	Transpordihooned	12412	Lennukiangaar	1
		Muu	Transpordihooned	12413	Raudteejaam	1
		Muu	Transpordihooned	12414	Raudtee infrastruktuuri hoone	2
		Muu	Transpordihooned	12415	Bussijaam	3
		Muu	Transpordihooned	12416	Sadamahoone	6
		Muu	Transpordihooned	12417	Lennujuhtimiskeskuse hoone	1
		Muu		12419	Muu transpordihooone, nagu näiteks tuletorn	564
		Muu	Side	12421	Raadio-, televisiooni saate- või võimenduskeskuse hoone	2
		Muu	Side	12422	Telekommunikatsioonivõrgu hoone	6
		Muu	Side	12429	Muu sidehoone, nagu näiteks taksofoni kabiin	12
		Muu	Garaažid	12431	Allmaa- või pealmaagaraaž	331
		Muu	parkimismajad	12432	Parkimishoone	43
		Muu	Garaažid	12439	Muu garaaž, nagu näiteks jalgrattahoidla	9
		Muu	Energeetika	12512	Energeetikaettevõtte hoone	150
		Muu		12614	Tantsusaal, diskoteek, kasiino (kehtetu alates 27.05.2008)	11
		Muu	Arhiiv	12624	Arhiiv	17
		Muu	muu	12656	Lasketiir	1
		Muu	põllumajandus	12711	Loomakasvatushoone, sealhulgas karuslooma- või linnukasvatus	10
		Muu	põllumajandus	12716	Põllumajandusmasinate remonditöökoda või hoiukuur	2
		Muu	Religioon	12722	Kogudushoone	2
		Muu	Krematoorium	12723	Krematoorium	1
		Muu	Religioon	12724	Tavandihooone	1
		Muu	Religioon	12729	Muu kultuse- või tavandihooone	2
		Muu	ajaloolised hooned	12731	Ajalooline või kaitse all olev eksponeeritav hoone	12
		Muu	varemed	12732	Muinsuskaitse all olev vare	2
		Muu	Riigikaitse	12741	Sisekaitse- või kaitsevæhoone	13

	Muu	muu	12742	Karistusasutuse hoone, vangla või koloonia	2
	Muu	Pääste	12743	Päästeteenistuse hoone, tuletõrjedepoo	7
	Muu	muu	12744	Elamu, talu, kooli vms majapidamisabihoone, nagu näiteks kuur, individuaalgaraaž ja saun	2125
	Muu	Energeetika	12745	Katlamaja, boilerjaam	119
	Muu	Side	12746	Pumbamaja, kaevumaja	52
	Muu	muu	12747	Hoone loodushoiu- või puhastusseadmetele	3
	Muu	muu	12748	Jäätmeoidla hoone	6
	Muu	muu	12749	Muu erihoone, nagu näiteks varjend	301
	Muu	Sanatoorium	30003	Sanatoorium, spaa	1
	Muu	muu	30007	Lasketiiru hoone	2
	Muu	põllumajandus	30009	Muu põllu-, metsa-, jahi- või kalamajandushoone	4
	Muu	ajaloolised hooned	30011	Ajalooline või kaitse all olev hoone	21
	Muu	muu	30013	Karistusasutuse hoone	2
	Muu	muu	30014	Päästeteenistuse hoone	9
	Muu	Abihooned	30015	Elamu, kooli vms abihoone	3119
	Muu	muu	30016	Kaevumaja	62
	Muu	muu	30017	Veepuhastusjaama hoone	4
	Muu	muu	30018	Jäätmekäitluse hoone	13
	Muu	Erihooned	30019	Muu erihoone	471
	Muu	Transpordihooned	30033	Lennujaama hoone	1
	Muu	Transpordihooned	30034	Raudteejaama hoone	2
	Muu	Transpordihooned	30035	Bussijaama hoone	1
	Muu	Transpordihooned	30036	Muu terminalihoone	12
	Muu	Garaažid	30037	Garaaž	1009
	Muu	parkimismajad	30038	Parkimismaja	204
	Muu	Garaažid	30039	Muu garaaž	220
	Muu	Energeetika	30040	Energeetikatööstuse hoone	180
	Muu	Kasvuhooned	30042	Toiduainete laohoone	42
	Muu	Lennujaama abihoone	30047	Muu meelelahutushoone	7
	Muu	muu	30076	Loomaaia või botaanikaia hoone	4

LISA 4: Pildid Paljassaarelt



Lisa 4 joonis 1. Mahajäetud hoone Paljassaare tee ääres. Allikas: erakogu.



Lisa 4 joonis 2. Vaatepilt Paljassaarel hoovile. Allikas: erakogu

LISA 5: Pilt Mustamäe teelt



Vaade Mehaanika tänavale. Allikas: erakogu.

LISA 6: Pildid Tondi tänavalt



Lisa 6 joonis 1. Vaade Tondi tänavale.



Lisa 6 joonis 2. Püsivalt suletud endine pitsa koht Tondi tänaval.

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, **Martin Haamer**,

(autori nimi)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) minu loodud teose:
Tallinna linnaruumi multifunktsionaalsuse ja asustistheduse uurimine Ehisregistri andmetel,

(lõputöö pealkiri)

mille juhendaja on **Anto Aasa**,

(juhendaja nimi)

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 3.0, 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.

Martin Haamer

25.05.2020