

# LÕPETAMATA LINN ARVUTAMATA LINN

---

## CITY UNFINISHED THE CITY UNCOMPUTED

# SISUKORD

|    |                                                                                                         |    |                                                                                                                                                                                               |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | ARVUTAMATA LINN<br>Renee Puusepp                                                                        | 79 | TALLINNA MUSTERMAJAD<br>Renee Puusepp<br>Egle Vogt<br>Tiit Sild<br>Taavi Lõoke<br>Johannes Madis Aasmäe<br>Inke-Brett Eek<br>Vello Laanemaa<br>Grete Soosalu<br>Eero Tuhkanen<br>Kristo Kalbe |
| 5  | JALAKÄIJATE<br>LIIKUMISTE ANALÜÜSI<br>AUTOMATISERIMINE<br>Johannes Aasmäe<br>Raul Kalvo                 |    |                                                                                                                                                                                               |
| 23 | DROONI JA<br>FOTOGRAMM-MEETRIA<br>KASUTAMINE 3D-LINNA-<br>MUDELI LOOMISEL<br>Gregor Jürna<br>Raul Kalvo |    |                                                                                                                                                                                               |
| 36 | LÕPETAMATA METALINN<br>Damiano Cerrone                                                                  |    |                                                                                                                                                                                               |

# CONTENTS

|    |                                                                                                     |    |                                                                                                                                                                                               |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3  | THE CITY UNCOMPUTED<br>Renee Puusepp                                                                | 79 | TALLINNA MUSTERMAJAD<br>Renee Puusepp<br>Egle Vogt<br>Tiit Sild<br>Taavi Lõoke<br>Johannes Madis Aasmäe<br>Inke-Brett Eek<br>Vello Laanemaa<br>Grete Soosalu<br>Eero Tuhkanen<br>Kristo Kalbe |
| 5  | AUTOMATIZATION OF THE<br>PEDESTRIAN MOBILITY<br>ANALYSIS<br>Johannes Aasmäe<br>Raul Kalvo           |    |                                                                                                                                                                                               |
| 23 | THE USE OF DRONES AND<br>PHOTOGRAMMETRY IN<br>CREATING 3D CITY MODELS<br>Gregor Jürna<br>Raul Kalvo |    |                                                                                                                                                                                               |
| 36 | META-CITY UNFINISHED<br>Damiano Cerrone                                                             |    |                                                                                                                                                                                               |

# ARVUTAMATA LINN

RENEE PUUSEPP

*Arvutamine vihjab lõpetatusele – vääramatule teadmisele, et 1+1=2. Linna olemus oma mitmepalgelisuses on arvutamatu. Kuid linnaruumi erinevaid aspekte, selle komponente ning selles toimuvaid tegevusi saab visualiseerida, analüüsida ning simuleerida arvutuslike vahendite abil – linna saab arvutada!*

Käesolev projekt vaatab andmeid ja linna arvutamist kolmest erinevast perspektiivist: andmete kogumine, andmete kasutamine strateegilises planeerimises ja andmete loomine projekteerimisprotsessi käigus. Kõiki teemasid käsitletakse konkreetsete juhtumiuuringute kaudu ning projekti eesmärk ei ole anda teema-

deringist täielikku ülevaadet, vaid pigem teemasid avada ning erinevaid tõlgendusi tutvustada.

Üks linna toimimise seisukohast äärmiselt oluline valdkond on inimeste liikumine ja üldine linnasisene mobiilsus. Sellest tulenevalt saab ja tuleb planeerida ühistransporti, suunata autoliiklust ning kavandada linnatänavaid. Liikumiste hulk ja keerukus isegi Tallinna suuruses linnas on peadpööriv. Selle mõistmiseks ei piisa, kui kogutavatele andmetele lihtsalt peale vaadata, appi tuleb võtta arvutuslikud vahendid. Siiani on Tallinn kasutanud arvutuslikke mudeleid hindamaks planeeringute mõju autoliiklusele. Jalakäijate liikumiste uurimisele on häbi-väärselt vähe tähelepanu pööratud ning

selleks on mitmeid põhjuseid. Üks põhjus on heade meetodite puudumine. Sellele probleemile üritab lahendust leida käesoleva projekti üks osa – jalakäijate WIFI-uuring.

Nutikate linnade (*smart city*) ja suurandmete (*big data*) teemade populaarsuse valguses peame endalt küsima, kuidas kasutada linnaplaneerimisega seotud otsuste tegemisel paremini arvutuslikku analüüsi ja andmeid? Ruumiandmeid linna kohta on tõesti juba praegu olemas tohutul hulgal. Neid andmeid toodame linnas suures osas ise oma liikumisega, kasutades kohapõhiseid nutirakendusi, makstes poes pangakaardiga, viibutades ühistranspordis „rohelist kaarti”, sõlmides kinnisvara-

# THE CITY UNCOMPUTED

RENEE PUUSEPP

*Computing refers to completion – to the irrefutable knowledge that 1+1=2. The essence of a city in its ambivalence is incalculable. However, the various aspects of the urban space with its components and activities can be visualised, analysed and simulated by means of computational methods – a city can be computed!*

The present project explores data and the computation of a city from three different perspectives: data collection, the use of data in strategic planning and the generation of data in the course of the design process. All topics are discussed through specific case studies and the aim of the project is not to provide a complete overview of the issues

but rather to explore the topics and introduce various interpretations.

One highly important field with regard to the functioning of a city is the pedestrian traffic and the general mobility within the city. Consequently, it is both advised and mandatory that the public transport is planned, the motorised traffic directed and the city streets designed. The amount and complexity of movement is astounding even in a city as small as Tallinn. In order to make full sense of it, it is not enough to just take a look at the collected data – computational methods need to be applied. So far, Tallinn has used computational models to evaluate the impact of plans on motorised traffic. Disgracefully little attention has been paid to studying pedestrian traffic and

there are various reasons for that. One is the lack of good methods. An attempt is made to solve the given issue by one part of the present project – the WiFi tracking of pedestrian mobility.

In the light of the popularity of issues related with smart cities and big data, we must ask ourselves how to make better use of the computational analysis and data in making decisions about urban planning? Already now there is a huge amount of spatial data on the city. We largely generate the given data ourselves by our movement and use of location-based smart applications, by using credit cards, by tapping your green transportation card, by signing real estate contracts, by applying for a building or tree cutting permits or merely

tehinguid, taotledes ehitus- ja raieluba või lihtsalt jalutades kaubanduskeskuse ukseleanduri vaatevälja. Nende andmete süvaanalüüs aitab linnas toimuvatest protsessidest paremini aru saada. Linna-liste protsesside mõistmine on omakorda aluseks paremini läbikaalutletud planeeringule ja seega vajalik tingimus parema linna tekkimiseks. MetaLINN projekt tutvustab lähemalt, kuidas andmeid analüüsid on võimalik luua alusstrateegilisele planeerimisele.

Ruumiandmete puhul on üks oluline parameeter nende kättesaadavus. Avaandmete abil saavad linnakodanikud planeeringulisi otsuseid ja protsesse spontaanselt kontrollida. Avalikul sektoril on moraalne kohustus tagada avaliku raha eest kogutud andmetele vaba juurdepääs. Vabariigi valitsuse initsiatiivil loodud „Eesti avaliku teabe masinloetava avalikustamise roheline raamat” algab selge seisukohavõtuga, et „info- ehk teabevabadus on demokraatlikes riikides üks kodanike põhiõigusi”. Paraku ei ole avalik sektor pahatihti ise andmetele juurdepääsu avamisest huvitatud või puudub tehniline võimekus ja ressurs seda teha. Maksumaksjana peame sellisel juhul ise seda nõudma!

Ruumiandmeid saame luua projekteerimisprotsessi käigus. Need andmed

ei kirjelda praegust ruumi, vaid annavad ettekujutuse tekkivast ruumist ning lubavad planeeringuid ja projekte omavahel andmepõhiselt võrrelda. Tallinna Mustermaja pakub välja modulaarse süsteemi ja andmemudeli, mille alusel saab uute elamuarenduste planeerimisel tugineda mitte ainult projekti ruumilisele ja visuaalsele küljele, vaid ka arvuliste näitajatele kuni ehitusmaksumuseni välja.

by walking within the field of the shopping centre visitor counter. The in-depth analysis of the given data allows us to make better sense of the processes taking place in the city. Understanding the urban processes, in turn, forms the basis for improved decision-making in planning and thus becomes a prerequisite for the development of a better city. The project MetaLINN tells us how data analysis could provide the basis for strategic planning.

A key parameter in spatial data is their availability. By means of open data, residents can check the decisions and processes related with planning spontaneously. The public sector bears the moral responsibility to ensure free access to the data collected with public resources. “The Green Book to the Publishing of Open Data of the Public Sector in Estonia” begins with a clear statement that “in democratic countries, the freedom of information is one of the fundamental rights”. Unfortunately, the public sector itself has not been too interested in providing access to the data or there is no technical capacity or resources to do it. In such cases, we as taxpayers must demand it ourselves!

We can generate spatial data during the design process. The given data

do not describe the current space but provide an indication of the prospective space and also allow the data-based comparison of the plans and projects. The Pattern House (Mustermaja) of Tallinn proposes a modular system and data model that could form the basis for new residential developments not only in terms of the project’s spatial and visual aspects but also the numerical indicators and even the building costs.

# JALAKÄIJATE LIIKUMISTE ANALÜÜSI AUTOMATISERIMINE

JOHANNES AASMÄE, RAUL KALVO

## EESMÄRGID JA TAUST

Uuringu peamine eesmärk oli leida võimalus, kuidas võimalikult kiiresti ja efektiivselt koguda andmeid jalakäijate liikumiste kohta linnas. Uuringu käigus katsetasime meetodit, kus jalakäijate liikumistrajektoore tuvastatakse liikujate mobiiltelefonide saadetavate WiFi-signaalide salvestamise ja analüüsiga. Kõik mobiilsed seadmed, millel on WiFi-antenn sisse lülitatud, saadavad välja avalikke kutsungeid. Nende kutsungite eesmärk on tuvastada lähikonnas asuvad

WiFi-ruuterid ning ühtlasi anda ruuterile teada seadme olemasolust. Seadme tuvastamiseks saadetakse ruuterile seadme MAC aadress – unikaalne kood, mis on omane ainult konkreetsele seadmele. Nende andmete salvestamise ja analüüsi meetodite väljatöötamine oligi käesoleva uuringu sisu.

Selleks et meetod välja töötada, võimalikke puudusi leida ja meetodi toimimine veenvalt tõestada, võtsime sihiks tuvastada jalakäijate liikumistrajektoore Tallinna kesklinnas. Kokku vaatlesime kolme erinevat teekonda ning võrdlesime

kahte paari alternatiivseid trajektoore identsete lähtepunktide ja sihtkohtade vahel. Teekondade analüüsiga lootsime tuvastada erineva kasutussageduse teekonna erinevates lõikudes ning alternatiivsete trajektooride võrdlusega püüdsime uurida, kas linnas esineb teatav asümmeetria, mis väljendub selles, kuidas liikujad valivad erinevaid teekondi kahe identse punkti vahel sõltuvalt liikumise suunast.

Antud metoodikat tahtsime kasutada erinevatel põhjustel. Eelkõige tahtsime omal käel protsessi läbida, et olla

# AUTOMATIZATION OF THE PEDESTRIAN MOBILITY ANALYSIS

JOHANNES AASMÄE, RAUL KALVO

## OBJECTIVES AND BACKGROUND

The main aim of the research was to find a way to collect quickly and effectively data on pedestrian mobility in the city. During the research process, we tested a method detecting the pedestrian tracks by recording and analysing the WiFi signals sent by the people’s mobile phones. All mobile devices with their WiFi antenna switched on send out public call signs. The aim of the given call signs is to detect the nearby WiFi routers and let

them know about the presence of the device. The router is sent a MAC address – a unique code specific to the particular device only. The content of the present study was to develop the methods for recording and analysing the given data.

In order to develop the method, find possible errors and convincingly prove its functionality, we aimed at detecting the pedestrian trajectories in Tallinn city centres. We observed three different paths and compared two pairs of alternative trajectories with identical starting points and destinations. With the analysis of

the trajectories, we hoped to identify the difference in the frequency of use in various sections of the trajectory, and with the comparison of alternative trajectories, we aimed to explore if there is a particular asymmetry in the city expressed in how pedestrians select various paths between two identical points depending on the direction of movement.

We wished to use the given method for various reasons. First of all, we wanted to conduct the entire process on our own in order to be familiar with the inner workings of the technology.

kursis nn tehnoloogilise kõõgipoolega. Samuti tahtsime paremini mõista inimeste käitumist linnas kvantitatiivse andmeanalüüsi kaudu. Andmete kasutamisel linnaplaneerimines on pikk traditsioon. Mõneti võib öelda, et näiteks krundiandmed dikteerivad linna morfoloogia. Kuigi kruntide omandivorm ajas muutub, siis üelinnaliste krundipiiride andmestike tõttu on paljud vanemad linnad säilinud ajaliselt püsivate struktuuridena. Näiteks pärast Londoni tulekahju 1666. aastal taastati see just sellisel kujul, nagu oli maaomandi struktuur.

Andmete puhul on oluline endale teadvustada, miks me neid kogume. Andmeid tekib juurde kogu aeg ja suurtes hulkades ning nende sihipäratu kogumine ei ole õigustatud. Oma töös püüdsime järgida põhimõtet, et koguda pigem vähem andmeid ja püüda neid kasutada teadmiste loomiseks. Eeldasime, et jalakäijate liikumist analüüsides on võimalik paremini arvestada, kuidas muudatused linnaruumis inimeste liikumisi mõjutavad. Olemasolevad jalakäijate liikumistrajektooreide meetodid kipuvad olema märksa ressursimahukamad või ei võta arvesse liikumiste muutusi ajas. Manuaalse loenduse korral loendatakse vaid üksikuid ajalisi lõike, mille tulemused üldistatakse. Inimeste fikseerimine kaa-

meratega nõuab aga suuremat investeerimist. Lisaks on kaamerad paigsed ning nõuavad eraldi vooluvõrku ühendamist ja samuti fotoanalüüsi võimekust. Statsionaarsed ning täpsemad seadmed, mis tuvastavad jalakäijate trajektoore sarnaselt meie kasutuses olevale tehnoloogiale, on üldjuhul märksa kallimad ning vajavad suuremat investeerimist.

## VÄLJAKUTSED

WiFi-seadmete abil jalakäijate loenduse eesmärk oli leida meetod, mis oleks:

- väikese töömahukusega – meetod peaks olema lihtne üles seada ning kulutama vähe töötunde,
- ajalise profiili erinevuse tuvastamise võimekusega – meetod võiks võimaldada tuvastada linnaruumi kasutuse erinevusi erinevatel kellaaegadel,
- mobiilne ja autonoomne – andureid peaks olema võimalik paigaldada igale poole vähese vaevaga, et koguda andmeid kiiresti just nendest kohtadest, mis on vajalik antud analüüsi jaoks; seadmed peaksid olema sõltumatud välisest energiatoitest,
- täpne – loendusmeetod ei pea andma täpseid arve, aga selle

abil peab olema võimalik asukohti omavahel võrrelda ja hinnata lähtuvalt jalakäijate kasutusest.

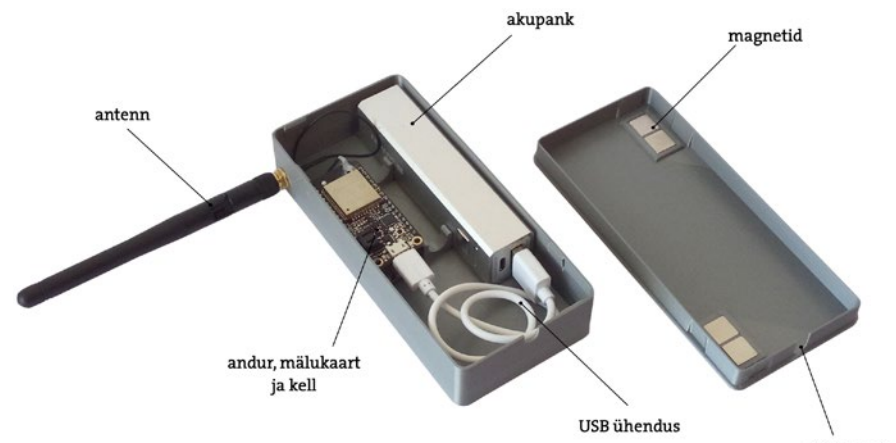
Ülaltoodud omadustega meetodi abil saab kerge vaevaga koguda andmeid erinevate ruumikasutuste kohta. Näiteks saab kasutada seda hindamaks ühistranspordipeatuste teenindusala iga peatuse kohta eraldi, mis võtab arvesse ka tegeliku linnaruumi peatuse ümber. Äripindade puhul saaks uurida, millistest suundadest nende kliendid peamiselt tulevad. Võrreldes jalakäijate liikumisi ajas enne ja pärast muudatusi avalikus ruumis, saab hinnata ka muudatuste mõju. Näiteks saaks uurida, kas mõne uue ligipääsu rajamine või linnamööbli lisamine on suurendanud kasutajate arvu. Veel võiks hinnata nende andmete abil teekondade iseloomu, et kaardistada arendusvajadusi – kui näiteks mõni trajektor sõltub väga tugevalt ilmastikutingimustest, aga teist kasutatakse iga ilmaga, võib üht lugeda pigem vaba aja veetmise kohaks ja teist väga vajalikuks pääsuks, mida tuleb kasutada ka kehvade ilmastikutingimuste korral.

## TÖÖ KÄIK

Uurimise praktiline pool jagunes kolme etappi – ettevalmistus, loenduste läbiviimine ning andmete analüüs. Ettevalmistavas etapis arendasime WiFi-anduritele karpid, mille abil elektroonika üheks tervikuks siduda ning seda ilmastikutingimuste eest kaitsta, viisime läbi teste, et näha andurite võimekust ja täpsust ning töötasime välja tarkvara. Loendusetaapis viisime läbi välitööd, katsetasime seadmeid ning kogusime andmeid kolme eri teekonna kohta ning kahe paari alternatiivsete trajektoorie kohta. Analüüsietapis sisestasime kogutud andmed tarkvarasse, mille abil saime teekondi ja asukohta profileerida ning nende kohta järeldusi teha.

## ETTEVALMISTUS

Ettevalmistusel oli kaks osa. Esmalt töötasime välja riistvara ja sellele sobiva tarkvara ning kujundasime kogu seadme kaitsmiseks ja hõlpsamaks käitlemiseks neile ümbriskarbid. Teiseks viisime läbi erinevaid testloendusi, mille tulemustele toetudes uuendasime nii seadme tarkvara kui karpide disaini.



Komplekteeritud WiFi-andur  
Assembled WiFi-sensor

## RIISTVARA

Karpide põhiline ülesanne on ühendada andurid, akupangad ja antennid üheks ilmastikutingimuste eest kaitstud seadmeks, mida oleks lihtne paigaldada ning eemaldada. Üks komplekt sisaldab:

- Adafruit HUZZAH kiibistik
- Adalogger Featherwing kiibistik
- Akupank
- USB laadimisjuhe
- 32GB mälukaart
- Antenn
- Karp
- Karbi kaas
- Magnetid 4 tk

Peamine komponent on *Adafruit HUZZAH* kiibistik, mis töötab andurina – sellel asuv ESP-kiip võtab vastu WiFi-signaale. *Adalogger Featherwing* kiibistik on vajalik andmete talletamiseks ning täpse ajaarvestuse pidamiseks.

Kiibistikud on omavahel kokku joodetud, lisaks on paigaldatud väline antenn, mis suurendab seadmete tundlikkust. Toide on microUSB juhtme abil, mida on võimalik ühendada nii USB-laadijasse kui autonoomsuse tagamiseks akupanka. Meie kasutuses olevad akupangad tagasid 10-tunnised töötähtsused. Lisaks akupangale on võimalik antud

We also wished to make better sense of people's behaviour in the city by means of quantitative data analysis. The use of data in urban planning has long traditions. In some sense we could say that, for instance, the data of the plot dictate the city morphology. Although the form of plot ownership tends to change in time, many older cities have retained their structures in time due to the plot boundary data covering the entire city. For instance, after the Great Fire of London in 1666, the city was largely restored according to the land ownership structure.

In case of data, it is important to acknowledge the reason we are collecting them for. New data are generated all the time in great amounts and their aimless collection is not justified. We aimed to follow the principle of collecting fewer data and using them for generating knowledge. We presumed that the analysis of pedestrian mobility will contribute to the improved consideration of how changes in the urban space affect people's movement. The current pedestrian trajectory methods tend to be more resource-intensive or they do not consider the changes of mobility in time. In case of manual counting, only single sections in time are counted with the results generalised. Detecting people

with cameras, however, requires further investments. The cameras are also stationary requiring power grid connection and also the image analysis capability. Stationary and more accurate devices that detect pedestrian trajectories similarly to the technology in our use tend to be somewhat more expensive and require further investments.

## CHALLENGES

The aim of counting pedestrians by means of WiFi devices was to find a method:

- with low labour intensity – the method should be easy to install and use few working hours,
- with the ability to detect the different time profile – the method should allow to detect the differences in the use of the urban space at different times,
- that is mobile and autonomous – it should be possible to install the sensor easily anywhere in order to collect data fast from sites that are relevant to the given analysis, the devices should be independent of the external energy supply,
- that is accurate – the counting method does not need to provide

exact numbers, however, it should allow the mutual comparison and assessment of locations according to the pedestrian use.

A method with the above features allows to collect data easily on various uses of space. For instance, it could be used for evaluating the service area of each public transportation stop separately while considering also the actual urban space around the stop. In case of commercial premises, it is possible to study from which direction their customers usually come. By comparing the pedestrian trajectories in time before and after changes in the public space, we can also assess the impact of the given changes. For instance, it is possible to study if the establishment of a new entrance or addition of street furniture increases the number of users. It is also possible to use the data for assessing the nature of the paths in order to map the needs for development – in case some trajectories are strongly dependent on weather conditions, while others are used in any weather, then one could be considered as a place for leisure while the other is a highly necessary gateway that must be used also in case of poor weather conditions.

## COURSE OF RESEARCH

The practical part of the study was divided into three stages – preparation, conducting counts and data analysis. In the preparatory stage we developed cases for the WiFi sensors to combine the electronics into a single unit and protect it from the weather, we also conducted tests to see the capability and accuracy of the sensors and developed the software. In the counting stage, we conducted the fieldwork, tested the equipment and collected data on three different trajectories and two sets of alternative trajectories. In the analytical stage, we entered the collected data in the software to profile the paths and locations and make the respective conclusions.

## PREPARATION

The preparation included two parts. First, we developed the hardware with a suitable software and designed cases for their protection and ease of use. We then conducted various test counts with the results forming the basis for the updated design of the software as well as the cases.

## HARDWARE

The main task of the cases is to combine the sensors, power banks and antennae into a device protected from the weather conditions that could be easily installed and removed. One set includes the following:

- Adafruit HUZZAH chipset
- Adalogger Featherwing chipset
- Power bank
- USB charging cable
- 32GB memory card
- Antenna
- Case
- Case lid
- 4 magnets

The main component is the *Adafruit HUZZAH* chipset functioning as the sensor – its ESP chip receives WiFi signals. The *Adalogger Featherwing* chipset is needed for storing data and upholding the precise timing.

The chipsets are soldered together, also an external antenna is installed increasing the sensitivity of the devices. The power is supplied via microUSB cable that can be plugged either in USB chargers or power bank to ensure its autonomy. The power banks at our disposal ensured 10-hour working cycles. In addition to power banks, the given devices could also be connected

with power grid thus collecting data continuously.

When closed, the cases are splash proof but not waterproof. It transpired during the data collection that water can infiltrate into the cases when closed. For the attachment of the cases, we thus selected places that were protected from excess water.

We prototyped the cases by means of 3D printing. It allowed a rapid development process to detect and correct possible design problems. We completed altogether six different versions with each of them rectifying a particular problem in the earlier version. The first version included the chipset, power bank and antenna connection. The lid of the case accommodated two magnets with the lid firmly pressed on the case. In the course of the case development, we reached a version where the power bank is turned on its side and the antenna taken inside the box not to attract too much attention in the outdoor environment. After a period of use, the initial fastening of the lid and the case began to loosen and we changed also that. The measurements of the case are customised for power banks of two different sizes.

seadet ühendada vooluvõrku ning koguda andmeid pidevalt.

Suletuna on karbid pritsmekindlad, kuid mitte veekindlad. Andmete kogumise ajal selgus, et karpidesse võib imbuda vett ka suletult. Seega valisime karpide kinnitamiseks kohad, mis on liigse vee eest kaitstud.

Karpe prototüüpisime 3D printimise abil. See võimaldas kiiret arendust, et näha vigu disainis ning need parandada. Kokku tegime kuus erinevat versiooni, millest igaüks parandas mõne eelmise versioonis oleva vea. Esimene versioon mahutas kiibistiku, akupanga ning antenniühenduse. Karbi kaanel oli koht kahele magnetile, kaas oli karbile tihedalt peale surutud. Karpi edasi arendades jõudsimme variandini, kus akupank on pööratud külili ning antenn on viidud karbi sisse, et see välitingimustesse paigutatuna liigset tähelepanu ei ärataks. Pärast mõningast kasutamist hakkas esialgne karbi ja kaane kinnitus väsima – seetõttu tegime ka selle ümber. Karbi mõõtmed on kohandatud kahele eri suurusega akupangale.

TARKVARA

Seadmete haldamiseks ja andmete analüüsimiseks oli tarvis erinevaid programme. Eraldi arendust nõudsid järgnevad ülesanded:

Kiibistiku firmware

Ülesanne on sõeluda välja WiFi-signaalid ja talletada need mälukaardile, lisaks valida WiFi kanal ja uuendada seadme kellaaega. Tarkvara on kirjutatud C keeles Mikk Pärasti (Platvorm) eelneva töö põhjal ning laetud üles kõikidesse anduritesse.

Aja sünkroniseerimise skript

Ülesanne on saata USB kaabliga ühendatud seadmele UTC aeg, et kõikide seadmete kellaaeg oleks sama. Tarkvara on kirjutatud Node.js raamistikku Mikk Pärasti (Platvorm) eelneva aja sünkroniseerimise skripti põhjal.

Andmetöötlus

Ülesanne on töödelda korjetest saadud TSV faile, et neist kasulikud andmed välja filtreerida ning panna kokku teekondade kirjeldused ja graafikud. See on kõige mahukam osa tarkvarast, mis on kirjutatud kasutades Node.js raamistikku. Tarkvara laeb mällu korje TSV failid koos konfiguratsiooniga ning toodab sellest tulenevalt graafikud.

Kogutud andmed tuli esmalt filtreerida – iga korje kohta saime hulga kirjeid, aga nende hulgas olid ka duplikaadid ning staatilised värvvõrgu seadmete andmed. Esmalt grupeerib tarkvara

unikaalsete MAC aadressidega kirjed. Seejärel filtreerib välja kirjed, mis korduvad kogu antud perioodi vältel ühes asukohas. Piisava tihedusega signaalid kombineeritakse kokku üheks signaallikogumiks alg- ja lõppajaga. Kui signaalikomplekti kogukestus ületab kindlaksmääratud piirmäära, on tõenäoliselt tegemist staatilise seadmega.

Järgmine väljakutse seisnes jalakäijate ja kiiremate liikumisviiside eraldamises. Selleks lisasime igale mõõtepunktile geograafilised koordinaadid ning, võttes arvesse antud punktide ajavahet, arvutasime kiiruse. Teekondade kaupa lahterdasime kõik teekonnad, mille punktide vaheline kiirus oli suurem kui 7 km/h, kiirete teekondade hulka ning kõik, mis olid sellest kiirusest aeglasemad, aeglaste teekondade hulka. Aeglased teekonnad ei ületanud üheski punktivahemikus piirkiirust – seega oli tegemist kas jalakäijate või jalakäijatega võrreldava kiirusega liikuva signaalikandjaga.

- Teekonna eraldamise piirmäär = 1 sekund – pärast sekundi möödumist viimasest sama MAC aadressiga signalist alustatakse uue teekonna märkimist.

Olles eraldanud teekonnad liikumiskiiruse järgi, on võimalik luua graafikuid, mis illustreeriksid antud ala kasutust.

- The boundary separating the route was 1 second – after a second has passed from the previous signal with the same MAC address, a new route is registered.

Once the routes are separated on the basis of the speed, we can draw up graphs illustrating the use of the given area. In the course of the study, we generated graphs to illustrate the following issues:

- All routes
- Fast routes
- Slow routes
- Asymmetric routes (ring diagram)
- Asymmetric routes (chord diagram)
- OD-matrix – origin-destination matrix
- Time profile of TSV files
- Unique MAC addresses per location
- Unique MAC addresses per TSV file

Uuringu käigus genereerisime graafikud järgmistele teemade näitlikustamiseks:

- Kõik teekonnad
- Kiired teekonnad
- Aeglased teekonnad
- Asümmeetrilised teekonnad (ringgraafik)
- Asümmeetrilised teekonnad (akordgraafik)
- OD-matriks – (*origin-destination matrix*) sihtkohtade-lähtekohtade matriks
- TSV failide ajaprofiil
- Unikaalseid MAC aadresse asukohta kohta
- Unikaalseid MAC aadresse TSV faili kohta

BALTI JAAMA

KONTROLLLOENDUS

Selleks et aru saada, mis raadiuses seadmed signaale tuvastavad, viisime läbi ka andmekorjed Balti jaamas. Paralleelselt seadmete tööga viisime läbi inimeste loenduse visuaalsel vaatlusel. Keskendusime ühenduspunktile Balti jaama perroonide ning turuesise vahel, mis on koht, mida nende punktide vahel liikuval jalakäijal läbivad.

Loendused viisime läbi kahel hommikul ja kahel õhtul ühe minuti jooksul. Kuna andurid registreerivad ka väga

COMPARATIVE COUNT AT BALTIC STATION

In order to understand in which range the devices detect signals, we conducted a data collection at the Baltic Station. Parallel to the devices, we also conducted a count of the people based on visual observation. We focussed on the connection between the platforms of the station and the area in front of the market that the pedestrians pass in their route.

We conducted the counts in two mornings and two evenings over one minute. As the sensors register also very weak signals, there were more requests counted by devices than by hand. By filtering out weaker signals below -82dB, the results became comparable. The data are given in the following table.

Considering some anomalies, it may be concluded that an approximate order of magnitude is achieved when the signal is limited to -dB. It equals the proximity of the sensor within the radius of 10 metres. Then again, the data are quite inaccurate – the dB difference means a twofold difference in the signal strength. Thus, similarly to the previous test, the results show that the precise number of pedestrians cannot be determined with this method, instead, the data collected by similar means are comparable.

|          | Visuaalse loenduse tulemus | Tulemus seadmega | Signaali tugevus | Filtreeritud tulemus seadmega |
|----------|----------------------------|------------------|------------------|-------------------------------|
| Loendus  |                            |                  |                  |                               |
| Hommik 1 | 149                        | 267              | -76              | 152                           |
| Hommik 2 | 179                        | 258              | -82              | 177                           |
| Õhtu 1   | 318                        | 1148             | -83              | 336                           |
| Õhtu 2   | 453                        | 616              | -80              | 436                           |

nõrku signaale, oli seadmete loendatud päringuid rohkem kui käsitsi loendatud päringuid. Filtreerides välja nõrgemad signaalid alla -82dB, muutusid tulemused aga võrreldavaks. Andmed on toodud ülalolevas tabelis.

Koos mõningate anomaaliatega võib esialgu järeldada, et enam-vähem õiges suurusjärgus tulemuse saab, kui piirata signaali kuni -dB. See vastab anduri lähiümbrusele 10 meetri raadiuses. Samas on andmed küllalt ebatäpsed – dB vahe tähendab signaali osas tugevuse kahekordset erinevust. Seega sarnaselt eelmisele testile tuleb ka sellest välja, et täpset jalakäijate arvu selle meetodiga öelda ei saa, pigem on sarnaselt kogutud andmed omavahel võrreldavad.

| Count     | Result of the visual count | Result with the device | Signal strength | Filtered result with the device |
|-----------|----------------------------|------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Morning 1 | 149                        | 267                    | -76             | 152                             |
| Morning 2 | 179                        | 258                    | -82             | 177                             |
| Evening 1 | 318                        | 1148                   | -83             | 336                             |
| Evening 2 | 453                        | 616                    | -80             | 436                             |



Pilt 3: Mõõtmisala Balti jaamas (Allikas: Maa-amet).  
Picture 3: Measurement area at Baltic Station (Source: Land-Board).

SOFTWARE

Various software was needed to administer the devices and analyse the data. Also the following tasks required particular development:

Chipset firmware

The task is to sift out the WiFi signals and store them on the memory card and also select the WiFi channel and update the time on the device. The software is written in C based on the earlier work by Mikk Pärast (Platvorm) and uploaded to all sensors.

The script for time synchronisation

The task is to send the UTC time to the device connected with USB cable so that all devices would have the same time. The software is written in Node.js environment based on the earlier time synchronisation script by Mikk Pärast (Platvorm).

Data processing

The task is to process the collected TSV files to filtrate the useful data and compile the descriptions and graphs of the routes. This is the most extensive part of the software written by means of Node.js framework. The software stores the collected TSV files with their config-

uration and generates the respective graphs.

The collected data first needed to be filtered – each collection comprised of a large number of records that included also duplicates and the static data of the IoT devices. The software first groups the records with unique MAC addresses. It then filters the records that are recurrent in the same location throughout the given period. Signals with sufficient frequency are combined into one set of signals with the start and end times. In case the total duration of the set of signals exceeds the set limit, it is probably a static device.

The next challenge was to distinguish between pedestrians and faster modes of mobility. For the given purpose, we added geographical coordinates to each measuring point and calculated the speed by considering the time difference between the given points. We categorised all routes where the speed between the distance was more than 7 km/h among fast routes and all the ones below the given speed among slow routes. The slow routes did not exceed the speed limit in any of the intervals – it was thus either a pedestrian or a carrier moving at a comparable speed to a pedestrian.

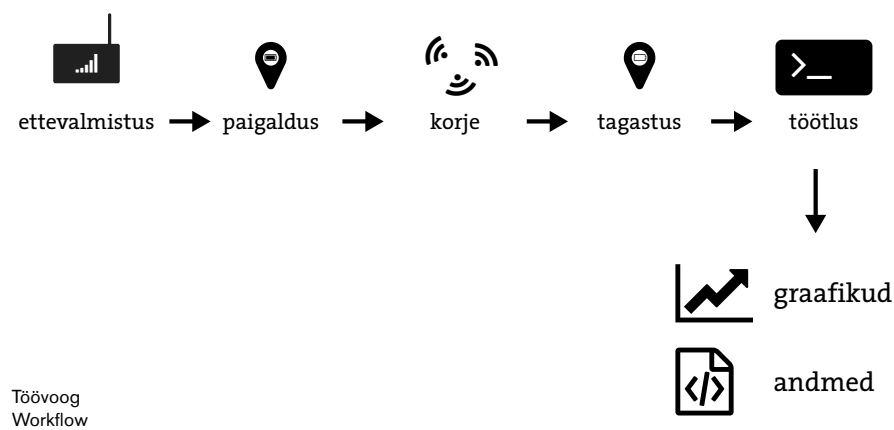
## LOENDUSED JA ANALÜÜS

Viisime läbi kahte tüüpi andmekorjeid – esimest tüüpi korje oli teekonna kaardistamine. Uurisime kaardil kindlana näivaid trajektoore, et näha nende reaalsel kasutust erinevates teekonna lõikudes ja tervikuna. Teist tüüpi korje võrdleb alternatiivseid teekondi samade punktide vahel, et näha, kas teekondade valikul on erinevusi sõltuvalt kellaajust ning lähtepunkti. Teisisõnu: uurisime linna ruumilist asümmeetriat.

## TÖÖVOOG

Korjete läbiviimine koosnes mitmest etapist. Esmalt tuli valmistada seadmed ette – laadida akupangad, valida asukohad, kuhu andurid paigaldada, ning tühjendada mälukaardid eelmiste loenduste andmetest.

Seejärel paigaldasime andurid linna, kus nad 12 tunni jooksul andmeid salvestasid, mille järel tuli kõik seadmed jälle kokku koguda. Pärast seadmete kogumist võis seadmete mälukaartidelt võtta andmed, mida analüüsitarkvarale sisse sõtta, et saada kätte graafikud ning analüüsitud andmed. Andurid paigaldasime enamasti hommikul enne tipptundi ning korjasime ära õhtul pärast tipptundi, et saada kätte kõige tihedama liiklusega perioodid.



Igale sensorile oli ette nähtud oma asukoht.  
Each sensor was to have its own location.



Andurid kinnitasime avalikku ruumi peidetuna juhuslike möödakäijate eest.  
We installed the sensors in public places hidden from random passers-by.

## COUNTS AND ANALYSIS

We conducted two types of data collection – the first one included the mapping of the route. We studied trajectories that seem logical on the map to see their real usage in various parts of the route and also as a whole. The second type of data collection compares alternative routes between the same points to see if there are differences in the selection of the route depending on the time and starting point. In other words, we studied the spatial asymmetry of the city.

## WORKFLOW

Data collection included several stages. At first, we needed to prepare the devices – charge the power banks, choose the locations for placing the sensors and clear the memory cards of the data of previous counts.

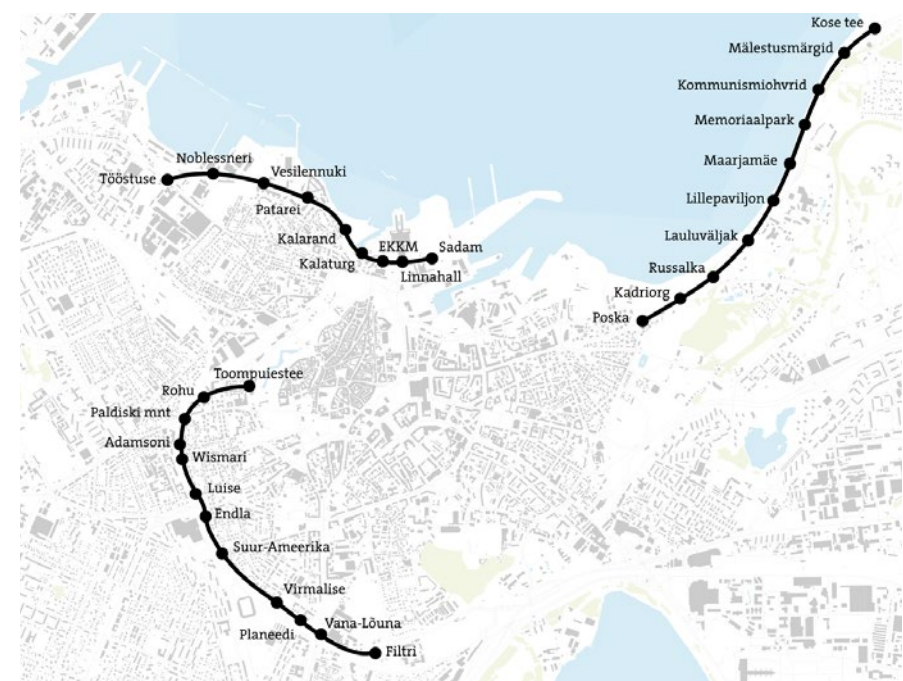
We placed sensors in the city where they recorded data for the next 12 hours after which the devices were collected again. We could then get all the data from the memory cards that we wished to feed to the analysis software for the diagrams and analysed data. We installed the sensors usually in the morning before the rush hour and collected them in the evening after the

Korjeid läbi viies tuli välja ka teatav seadmete tundlikkus väliskeskkonna suhtes. Vihmase ilma korral on pritsmekindlusest hoolimata oluline neid paigaldada vihma eest kaitstud asukohtadesse – vastasel juhul imbub tihedama vihmajärgi korral vesi karpidesse ning võib juhtuda, et seadmete sisemine kellaeg läheb paigast ära. Lisaks läks osa andmeid kaotsi muude tehniliste ja ka inimlike vigade tõttu.

## TEEKONNAD

Balti jaama testkorje toimus staatilises punktis. Ümbruses autoliiklust praktiliselt ei esinenud, aga selleks et eristada jalakäijaid muudest liiklejatest, on vaja eraldada signaalid liikumiskiiruse järgi. Seda saime arvestada mitme punkti vahel liikuvate signaalide ajavahedest tulenevalt. Mõõtmisi viisime läbi kolme teekonna lõikes – Tehnika tänaval, Kalaranna tänaval pikendusega mööda Kultuurikilomeetrit sadamani ning Pirita teel. Iga korjet viisime läbi kaks korda, et vähendada võimalikke vigu. Seadmed olid paigutatud peamistele sõlmpunktile, kust jalakäijad alustavad teekonda või lahkuvad sealt.

Andmeid analüüsides tuli välja, et väga palju esines signaale, mis kordusid vaid ühes asukohas – teekondade



Kolm trajektoori mõõtepunktidega.  
Three trajectories with measuring points.

arvestuses olid need signaalid suhteliselt kasutatud. Alljärgnevalt on need välja filtreeritud ning andmed on toodud ainult mitmes asukohas korduvate signaalide abil. Kui nõrgad signaalid olid välja filtreeritud, jäi suhteline jaotus asukohtade arvu ja unikaalsete MAC aadresside vahel sarnaseks.

rush hour to cover the periods with the busiest traffic.

During the data collected, we also discovered the sensitivity of the devices to the external environment. Although splash-proof, it is important to place them safe from rain – otherwise the water will seep into the cases and the internal time of the devices may alter. We also lost some of the data due to other technical and human errors.

## THE ROUTES

The test collection at the Baltic Station was conducted at a static point. There was practically no motorised traffic around the area, but in order to distinguish pedestrians from other road users, we needed to differentiate between signals based on the speed of movement. We could do that by calculating the time difference of the signals moving between several points. We conducted measurements on three routes – Tehnika Street, Kalaranna Street with its extension along Cultural Kilometre to the port, and Pirita Road. We conducted each data collection twice to minimise possible errors. The devices were placed on the main nodes where pedestrians either start or end their journey.

It emerged in the data analysis that there were very many signals that occurred only in one location – in terms of the routes, the given signals were somewhat useless. They were thereafter filtered out and the data below feature only the signals recurring in several places. Once the weak signals were filtered out, the relative distribution of the number of locations and unique MAC addresses remained comparable.

## TEHNIKA TÄNAV

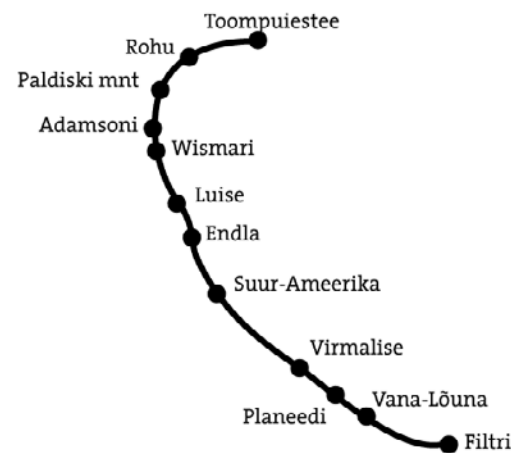
Esimese teekonnana mõõtsime Tehnika tänava läbitavust Filtri tee ja Toompuiestee vahel, pannes andurid põhilistele sõlm-punktidele, kus jalakäijad liikuda võivad.

Tehnika tänava trajektoori korjelt on näha suur arv signaale Endla ja Filtri tee punktide vahel. Sel graafikul on aga olemas ka kõik staatilised signaalid ja autodega liikunud inimeste andmed. Vaadates diagrammi, kus on filtreeritud välja signaalid, mis liiguvad liiga kiiresti või korduvad vaid ühes asukohas, on pilt veidi teine ja saame rohkem järeldada jalakäijate liikumise kohta antud trajektoiril.

Hoopis teine lugu on siis, kui vaadata ainult jalakäijate liikumisi, mis leiavad aset antud teekonnal. Eralduvad kaks ala, enne ning pärast Luise mõõtepunkti. Endla ja Väike-Ameerika loenduspunktide suur arv võib tuleneda Tehnika tänaval aset leidvatest ummikutest, kus autod sõidavad jalakäijatega võrreldava kiirusega ja seega neid andmeid välja ei filtreerita. Arvestades Luise mõõtepunkti väga madalat tulemust ja võttes arvesse, et mõlemal pool seda punkti on jalakäijaid ikkagi pigem rohkem, võib Tehnika tänava ja Luise ristmikku pidada küllaltki tugevaks barjääriks jalakäijate liikumisteel.

Kui vaadata liikumisi punktide vahel,

on näha ka, et lõikudes võivad domineerida teatavad suunad. Lk 13 alumine graafik näitab igast punktist lähtuvaid teekondi võrreldes teiste punktidega. Mida laiem on asukohast algav ala, seda rohkem on sealt pärit signaale. Siit on näha ka see, et paljude teekondade puhul on mõned punktid teekonnal vahele jäänud – telefonid ei saada välja WiFi signaale nii tihti, et nad alati peale jääksid. Näiteks on väga selge erinevus Endla ja Väike-Ameerika punktide vahel – enamasti on liigutud Väike-Ameerikast Endla suunas, aga mitte vastupidi.



Tehnika tänava loenduspunktid.  
Counting points in Tehnika Street.

## TEHNIKA STREET

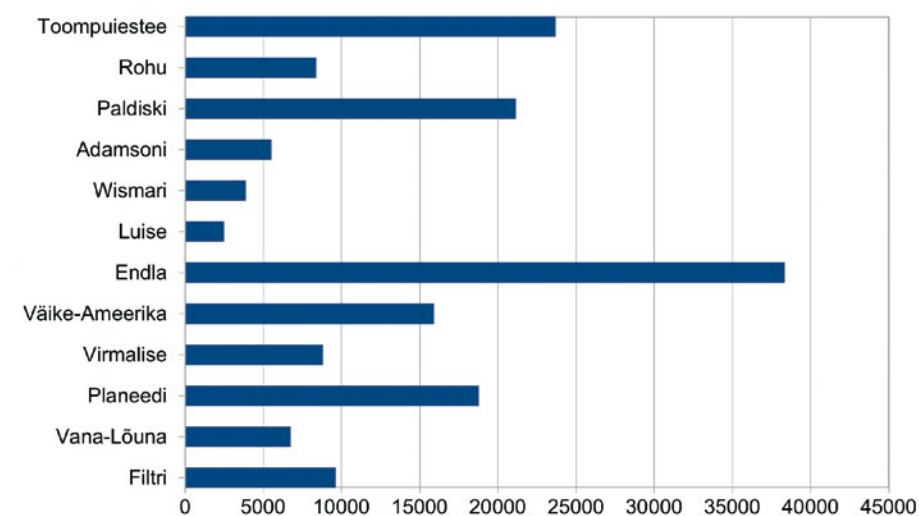
As the first route, we measured the passage of Tehnika Street between Filtri Road and Toompuiestee Avenue by placing the sensors on the main pedestrian nodes.

The data collection from the Tehnika Street trajectory reveals a large number of signals between Endla Street and Filtri Road measuring points. The given graph includes also all static signals and the data of people travelling by car. When we consider the diagram where we have filtered out all signals moving too fast or recurring only in one location, the picture is quite different and we can draw better conclusions of the pedestrian mobility in the given trajectory.

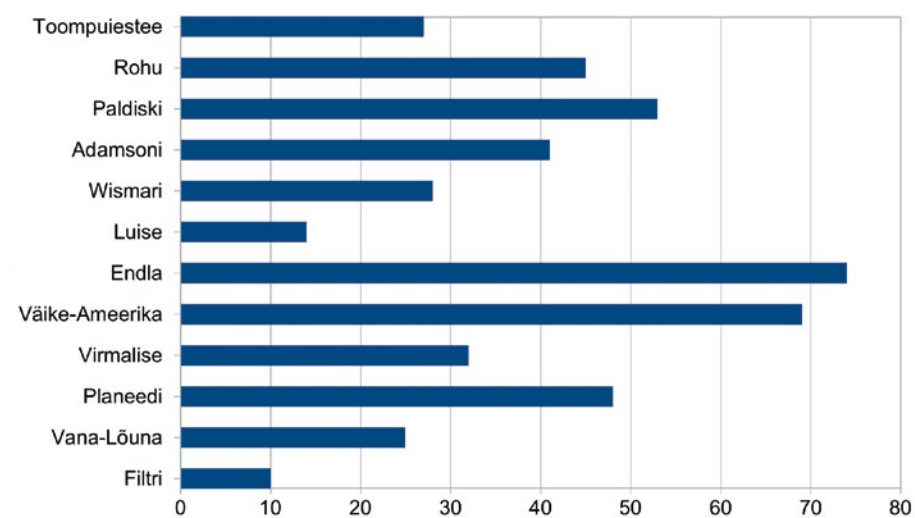
It is quite a different story if we consider only the pedestrian mobility in the given trajectory. Two areas stand out, before and after the measuring point in Luise Street. The large number of counting points in Endla and Väike-Ameerika Streets may result from the traffic jams in Tehnika Street where the vehicles drive at a speed comparable to pedestrians and the given data are therefore not automatically filtered out. Considering the low counts of the measuring point in Luise Street and also the fact that there

are considerably more pedestrians on either side of the point, the intersection at Tehnika and Luise Streets could be regarded as a relatively strong barrier on the pedestrian route.

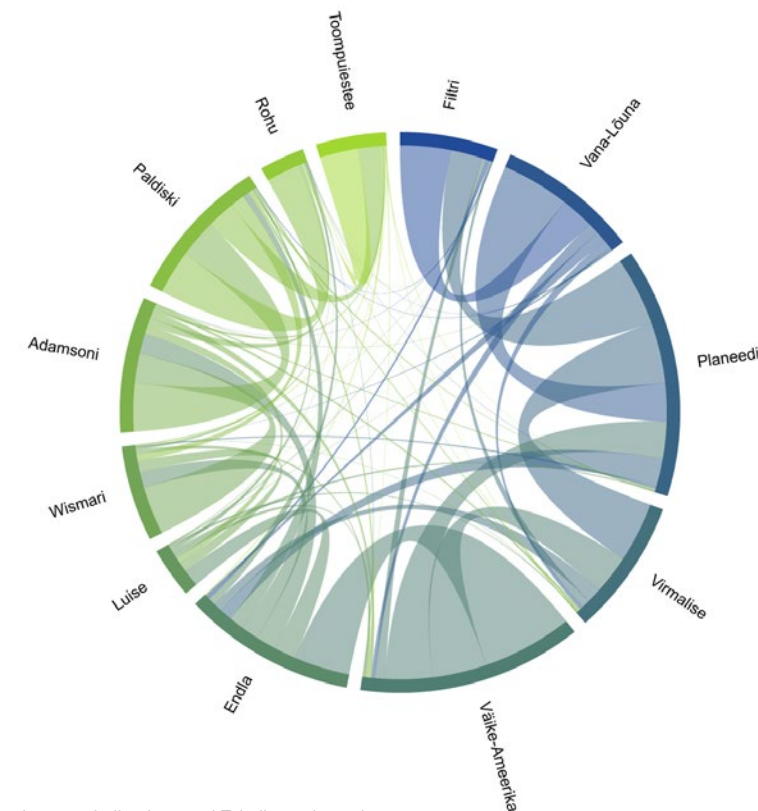
Looking at the movement between the points, it can be seen that certain direction can dominate in some sections. The given graph shows the routes starting from every point compared to other points. The larger the area starting from the location, the more signals are coming from there. It also shows that in case of many routes, some points on it have been missed – the phones do not send out WiFi signals so often to be all recorded. For instance, there is a very clear difference between the points in Endla and Väike-Ameerika Streets – people mostly move from Väike-Ameerika Street towards Endla Street but not the other way around.



Unikaalsed MAC aadressid Tehnika korjelt asukohtade lõikes.  
Unique MAC addresses of Tehnika Street data collection by locations.



Tehnika tänava jalakäijate teekondade põhjal filtreeritud andmed.  
The data filtered on the basis of the routes taken by pedestrians in Tehnika Street.



Asukohtade omavahelised seosed Tehnika teekonnal.  
The mutual relations of locations on the route in Tehnika Street.

## KULTUURIKILOMEETER

Teise teekonna loenduse viisime läbi Kalaranna tänaval ja selle pikendusel sadamani, uurides Noblessneri ja sadama ühendust ning jalakäijate liikumist Linnahalli, EKKM-i ja Kalaranna kandis.

Vaadates kõiki signaale Kultuurikilomeetri korjel, on selgelt eristuvad jalakäijate alad sadamast kalaturuni ning seejärel teekond Patarei Noblessnerini.

Sarnaselt eelmisele korjele on pilt veidi teine, kui filtreerida välja liiga kiired ja staatilised signaalid. Esiteks on muidugi signaale palju vähem, nagu võiski arvata. Sel loendusel on aga langus palju dramaatilisem kui teistel – siinkohal võib eeldada, et nendesse asukohtadesse tulla rohkem linna poolt, aga omavahel on liikumine vähem intensiivne. Selge vahe on kahel eri alal – Linnahalli ümbrus ning Kalaranna tänav kant. Kalarand ise on küllalt vähese külastatavusega, sealt väga jalakäijad läbi ei lähe.

Kui aga vaadata liikumisi punktide vahel, torkavad silma ühendused Kalaturu ja Linnahalli vahel, mis ei läbi Linnahalli ja EKKMi punkte. Kuna antud punktid olid geograafiliselt väga lähedal, võib arvata, et telefonid lihtsalt ei saanud nii tihti signaale välja, et kõigis antud punktides oleksid signaalid esinenud.



Loenduspunktid Kultuurikilomeetril ja Kalaranna tänaval.  
Measurement points in the Cultural Kilometre and Kalaranna Street.

between Kalaturg and the City Hall that do not pass the points of the City Hall and EKKM. As the given points were geographically close to one another, it may be presumed that the phones merely did not send out signals so often that they would be counted in all points. There is a very clear difference in the number of signals in pedestrian areas around the City Hall, EKKM and Kalaturg if we compare them with the points in Kalaranna Street. As the traffic in the measuring point in the port is lower again, it may be presumed that most of the people spending time there are not tourists but locals who use the area very actively. The dominating direction in the pedestrian area is from the port to Kalaturg, however, it can be seen later that, for instance, more people moved from Patarei measuring point towards Kalaturg than in the opposite direction.

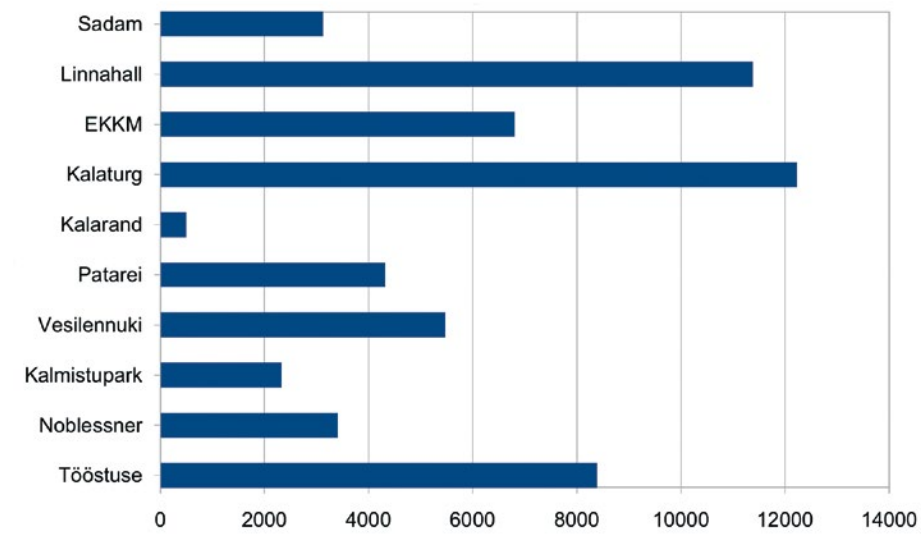
THE CULTURAL KILOMETRE  
(KULTUURIKILOMEETER)

The second count was conducted in Kalaranna Street and its extension to the port, studying the connection between Noblessner Quarter and the port as well as the pedestrian mobility around the City Hall, Contemporary Art Museum (EKKM) and Kalarand.

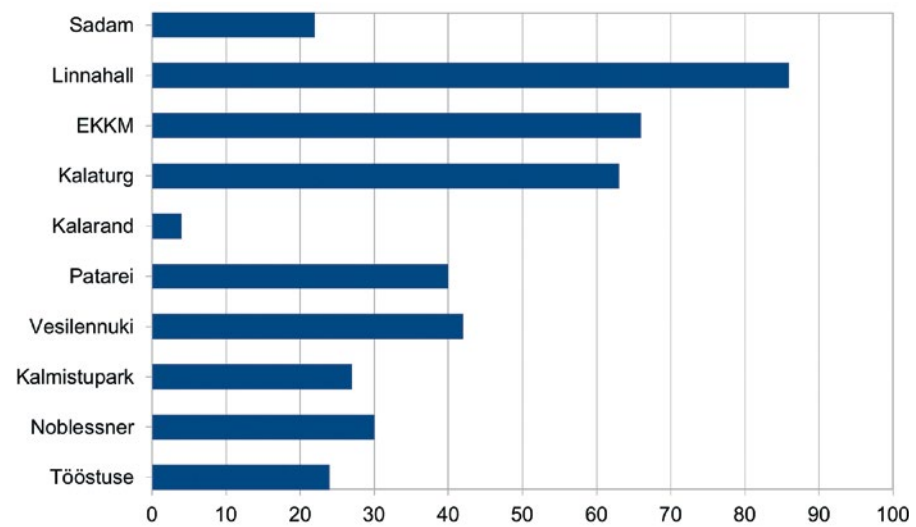
Considering all the signals in the Cultural Kilometre, there are clearly distinguishable districts from the port to Kalaturg and then again from Patarei to Noblessner Quarter.

Similarly to the previous collection, the picture changed a little when we filtered out too fast and static signals. Firstly, there were naturally considerably fewer signals as could be predicted. However, in the given count the drop is much more dramatic than in other cases – it may be presumed that the given locations are mostly approached from the city centre, but the movement between the given areas is less intensive. Two areas in particular stand out – the section around the City Hall and Kalaranna Street. There is relatively little traffic in Kalarand as pedestrians do not pass it very often.

If we look at the movement between the points, we notice connections



Unikaalseid MAC aadresse Kultuurikilomeetri korjel asukohtade lõikes.  
Unique MAC addresses of Cultural Kilometre data collection by locations.



Kultuurikilomeetri loenduse jalakäijate teekonnad.  
The routes of the pedestrians of the Cultural Kilometre count.



Asukohtade vahelised seosed Kultuurikilomeetri korjel.  
Connections between locations in the data collection in the Cultural Kilometre.

## PIRITA TEE

Kolmas mõõtmine toimus Pirita teel, mis on oluline osa Tallinna kergliiklusteede võrgustikust. Pirita tee mõõtmisega tulid välja ka mõned huvitavad tähelepanekud – Pirita tee kasutus sõltus tugevalt ilmast ja Lauluväljakul toimuvast. Esimese korje ajal toimus õhtul Bon Jovi kontsert, mis tekitas andmetesse rahvamasside tõttu väga suuri anomaaliaid – see muutis selle päeva andmed üldise teekasutuse mõõtmise osas kasutuks. Lisaks mõjutas Russalka-poolset otsa Reidi tee ehitus, mille tõttu jalakäijad olid eemale juhitud potentsiaalselt meeldivamast ruumist, kuhu ka andurid olid paigaldatud. Pirita tee osas oli selge korrelatsioon ka ilmastikutingimustega – kehva ja tuulise ilmaga korjel ei kasutanud teed praktiliselt keegi.

Analüüsid unikaalsete signaalide arvu Pirita tee korjes, võib öelda, inimesi oli rohkem promenaadi mõlemas otsas, kuid promenaadil endal vähem. Oma rolli mängis kindlasti ka see, et nii Kose tee kui Poska mõõtepunktid olid sõiduteele märksa lähemal kui promenaadil asuvad andurid. Lisaks on Poska ja Russalka mõõtepunktide ümber sõiduteel ummikud, mis annab telefonidele rohkem aega olla andurite mõõtealas, et signaale välja

saata. Kadrioru mõõtepunkti andmeid selles analüüsis tehnilistel põhjustel kasutada ei saanud.

Filtreeritud andmeid vaadates saab aga Pirita promenaadi kasutuse kohta järeldada midagi hoopis muud. Esiteks on kadunud Poska suur ülekaal – sealt saadud signaalidel ei olnud midagi pistmist Pirita tee promenaadiga. Pigem oli enamus tulnud sinna ühistranspordi peatuse tõttu mujalt. Kõige suurem külastatavus tuli hoopis vastupidiselt filtreerimata graafikule trajektoori keskosast kommunismiohvrete mälestusmärgi juures, Maarjamäel ja mujal promenaadi peal. Poska, Russalka ja Kose tee asukohad ei olnud enam nii külastatavad – need ei ole ka otseselt Pirita tee promenaadi osad. Siinkohal on taas oluline tähelepanna, et absoluutarvud kümnetes ei oma enam suurt tähtsust, kuna andmete kogumisel, sorteerimisel ja filtreerimisel on neist suur osa kaotsi läinud.

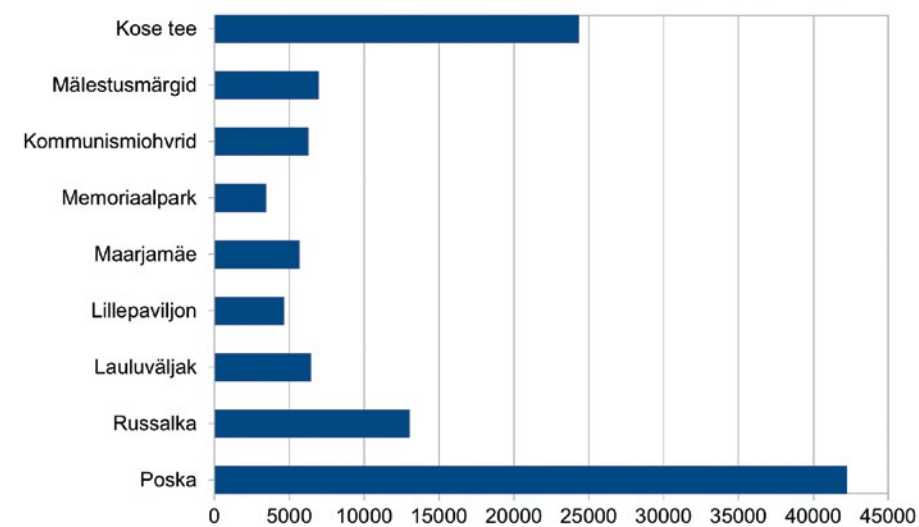
Uurides punktide vaheliste liikumiste suhteid, tuleb välja, et kõige rohkem oli jalakäijaid trajektoorist Kose tee ja mälestusmärkide pool, aga need inimesed ei jõudnud enam välja Poska loenduspunktini. Nad kas pöörasid ümber või liikusid mujale. Asukohtade vahelised suhted on pigem võrdsed keset promenaadi mälestusmärkide ja Kom-

munismiohvrete mõõtepunktide juures, kuid Maarjamäe ja Lillepaviljoni juures on selge erinevus – Maarjamäelt Lillepaviljoni liikus rohkem inimesi kui vastupidises suunas.

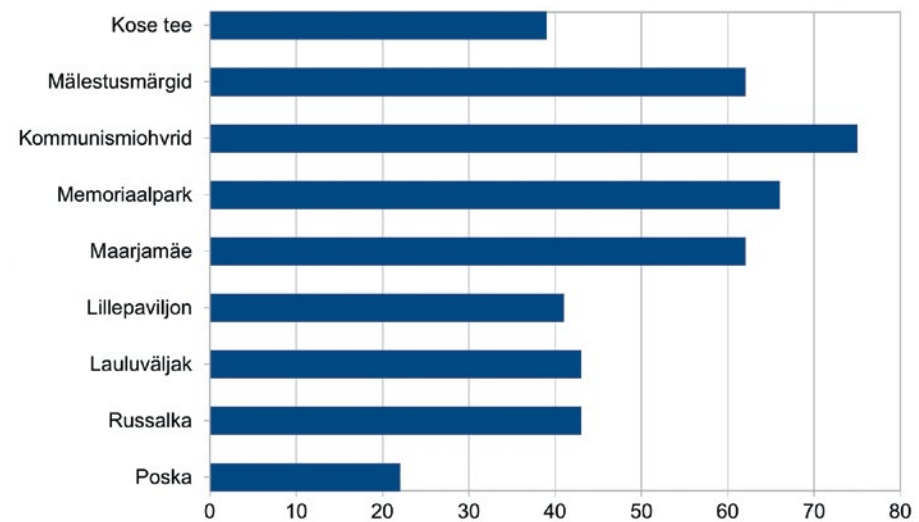


Loenduspunktid Pirita teel  
Counting points in Pirita Road

## JALAKÄIJATE LIIKUMISTE ANALÜÜSI AUTOMATISEERIMINE

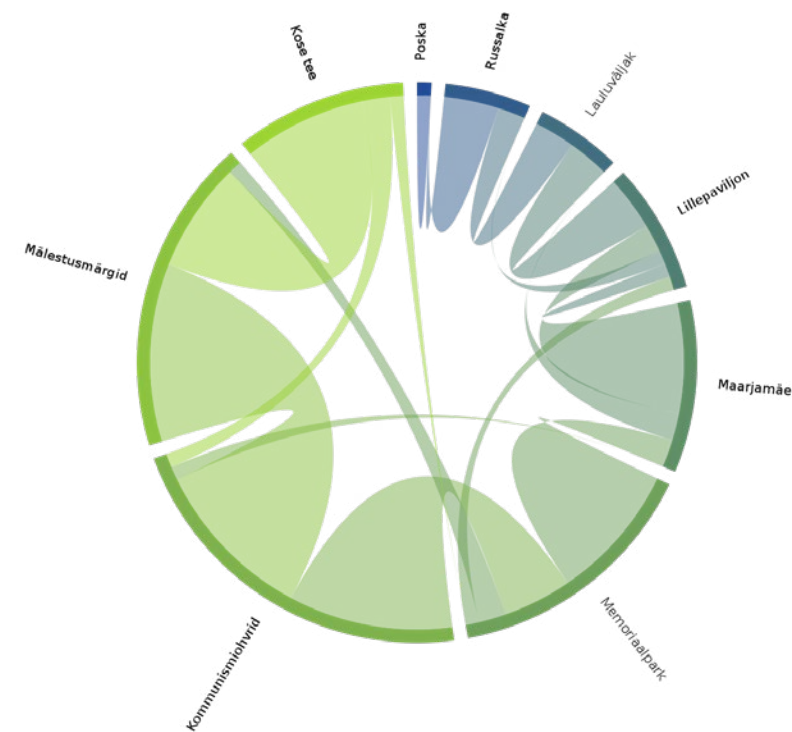


Unikaalsed MAC aadressid Pirita tee teisel korjel asukohtade lõikes  
Unique MAC addresses of the second data collection in Pirita Road by locations



Pirita tee korje andmed filtreerituna jalakäijate teekondade järgi  
Pirita Road collection data filtered by pedestrian routes

## AUTOMATIZATION OF THE PEDESTRIAN MOBILITY ANALYSIS



Asukohtade vahelised seosed Pirita tee loendusel  
Connections between locations in the data collection in Pirita Road

## PIRITA ROAD

The third measuring was conducted in Pirita Road that forms a relevant part in the non-motorised traffic network in Tallinn. The measurements in Pirita Road also highlighted some interesting observations – the use of Pirita Road was largely dependent on the weather and the events taking place at the Song Festival Grounds. On the day of the first data collection, there was a Bon Jovi concert in the evening with the crowds generating considerable anomalies in the data – it thus rendered the general road use measurement results useless. Also, the section near Russalka monument was affected by the construction of Reidi Road leading pedestrians away from the otherwise potentially pleasurable space where the sensors had been installed. In case of Pirita Road, there was also a clear correlation with the weather conditions – in bad and windy weather the road was practically out of use.

When analysing the number of unique signals of the data collection in Pirita Road, we may say that there were people at either end of the promenade but considerably less on the promenade. It was probably influenced by the fact that the measuring points in both Kose

Road and Poska Street were somewhat closer to the roadway than the sensors on the promenade. Also, there are traffic jams near the measuring points in Poska Street and Russalka monument allowing phones to remain longer in the sensor's range to send out signals. Due to technical reasons, the data from the measuring point in Kadrioru could not be used in the present analysis.

Considering the filtered data, we can conclude something completely different about the use of Pirita promenade. Firstly, the overwhelming dominance of Poska has disappeared – the signals collected from there had no connection with the promenade in Pirita Road. Instead, due to the public transportation stop, the majority had arrived there from elsewhere. Conversely to the unfiltered graph, the busiest traffic appeared in the middle of the trajectory near the memorial to the victims of Communism, in Maarjamäe and other sections on the promenade. The locations in Poska, Russalka and Kose Road were no longer visited so much – these are not directly a part of the Pirita Road promenade either. Here it is once again important to note that the absolute figures in tens no longer play a considerable role, as a large part of them were lost during the

data collection, sorting and filtering.

When studying the relations between the movement between the points, it emerges that the largest number of pedestrians was in the section of the trajectory near Kose Road and the memorials, but the given people did not reach the measuring point in Poska Street. They either turned around or moved elsewhere. The relations between the locations tend to be equal in the middle of the promenade near the measuring points of the memorial park and the Memorial to the Victims of Communism, but there is a clear difference near Maarjamäe and Lillepaviljon – there were more people moving from Maarjamäe to Lillepaviljon than in the opposite direction.

## ASÜMMEETRIA

Vaadeldes jalakäijate liikumist, on selge, et võimalikke liikumisteid ühest punktist teise on tihti rohkem kui üks. Meid huvitas, kas eri teekondade valikus on ka seaduspära, kus ühes suunas liikudes kasutatakse rohkem üht kindlat teekonda, aga vastassuunas liikudes teist. Selle hüpoteesi kontrollimiseks mõõtsime jalakäijate liikumist kahes alas – Vanalinnas ning Tatari asumis.

## VABADUSE VÄLJAK – NUNNE TÄNAV

Teekond Vabaduse väljakult Balti jaama võib läbi Vanalinna kulgeda mitmeid teid pidi – kuigi kõige otsem on mööda Harju tänavat Raekoja platsile ning seejärel üle Voorimehe Nunne tänavale. Tulles teistpidi, võib olla aga loogilisem jääda alguses liikuma otse Rataskaevu tänavale ning alles hiljem Vabaduse väljaku poole pöörata.

Vaadates unikaalsete signaalide arvu Vanalinna korjes, on näha, et Harju tänavateekonnal on palju rohkem inimesi, välja arvatud Niguliste mõõtepunkti. Uuritud trajektooridega ristub ka teekond üles Toompeale, mis moonutab tugevasti Niguliste mõõtepunkti loendustulemusi.

Filtreerides teekonnad korduvateks MAC aadressideks, muutub pilt veidi ühtlasemaks ning Vabaduse väljaku suur arv väheneb veidi. Vabaduse väljaku andur registreeris ka väljakul viibivad inimesi, kes otseselt Vanalinna ei liikunud. Suur vahe on Kuninga ja Voorimehe loenduspunktide vahel – ilmselt suur osa inimesi liigub Raekoja platsile, aga mitte sealt enam edasi. Alles on ka Niguliste loenduspunkti anomaalia.

Kui vaadata ringgraafikut samade asukohtade vahel, tulebki sealt välja väga suur inimeste liikumine Niguliste-Kuninga ja Niguliste-Harju vahel, mis on osa teekonnast Toompeale üle Lühikese jala. See, et tegemist on sama intensiivse ühendusega kui Niguliste – Rootsi-Mihkli teekond, tuli veidi üllatusena. Suur osa Niguliste punkti läbivat liiklust oli hoopis ristisuunaline.

Samuti võib antud graafikult lugeda, et puhtalt jalakäijate keskkonnas Vanalinnas on teekondade killustumine suurem kui teisi kohti uurides. Seal liigeldakse risti-rästi, mitte mööda peamisi liikumiskoridore ja seetõttu on, rohkem kui teistes loendustes, mõned loenduspunktid teekondades vahele jäänud. Selle teekonna uurimine annab aimu, kui mitmekesiseid trajektoore võiks leida Vanalinna liikumiste täielikul kaardistamisel.

OD-maatriks (*origin-destination*) kaardistatuna näitab, et mõlemal trajektoiril on suund pigem Nunne tänavalt Vabaduse väljaku suunas, aga ainult teatud lõikudes. Nunne tänavalt Voorimehe suunas liikus 30% rohkem jalakäijaid kui vastupidi. Kuninga ning Harju mõõtepunkti vahel oli samuti vahe suur. Samas Vabaduse väljakust Harju mõõtepunkti oli domineeriv suund teistpidine. See annab aimdust, et valitud fragmendid on osa suuremast liiklemisskeemist, mitte ei ole peamiselt läbikäik Vanalinnast, sest vastasel juhul peaks olema valitud trajektooriga kogu ulatuses samasuunalised. Väga tugev asümmeetria tuli välja Rootsi-Mihkli kirikust Vabaduse väljaku suunas – jalakäijad, kes on Balti jaamast tulnud Rataskaevu tänav kaudu, jõuavad sealt paratamatult läbi, kuid teistpidi liikudes ei ole tegemist loogilise teekonnaga.

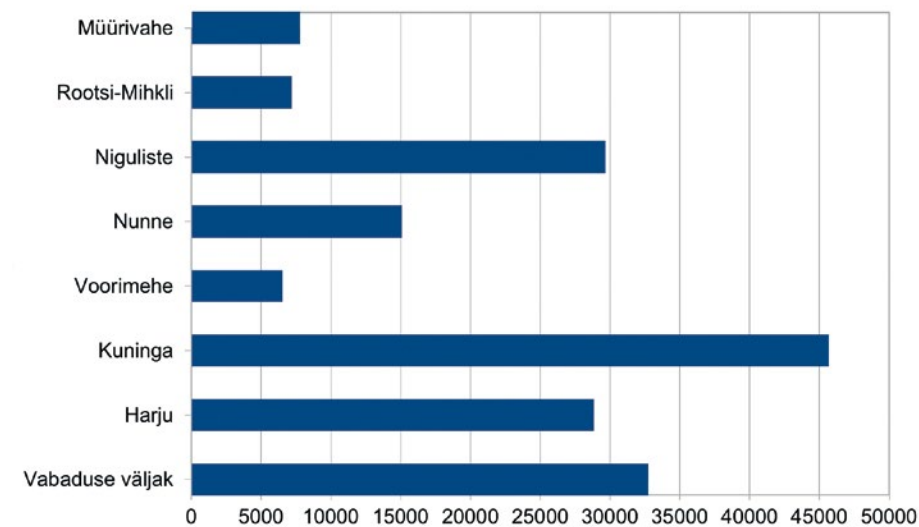
Siinkohal on vajalik ka kriitiliselt suhtuda loenduselt saadud arvudesse – teekondadeks jaotamise, kiirusliku eristamise ja signaali tugevuse filtreerimise tõttu on lõpptulemusesse jäänud väga vähe signaale, mida ei ole enam piisavalt palju statistilise täpsuse jaoks.

when mapping the mobility in the entire Old Town area.

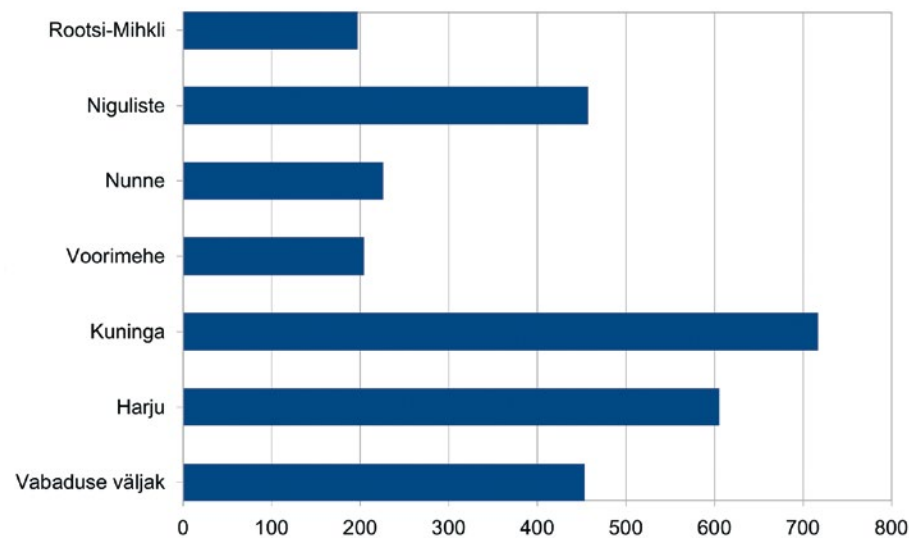
The mapped OD-matrix (origin-destination) shows that the direction on either trajectory tends to be from Nunne Street towards Liberty Square but only in specific sections. Altogether 30% more pedestrians walked from Nunne Street towards Voorimehe Street than in the opposite direction. The difference was considerable also between the measuring points of Kuninga and Harju. On the other hand, the opposite direction dominated from Liberty Square to Harju measuring points. It allows us to presume that the given fragments are a part of more extensive mobility pattern that is not mainly passing through the Old Town as otherwise the given trajectories should be in the same direction throughout the distance. Strong asymmetry was evident also from Rootsi-Mihkli church towards Liberty Square – pedestrians who had come from Baltic Station along Rataskaevu Street are bound to pass the section, however, it is not a logical route when coming from the other direction.

Here it is important to take a critical view of the measurement results – due to the division into routes, differentiation of speed and filtering the signal strength, there are very few signals left in the final results that are no longer sufficient to ensure statistical accuracy.

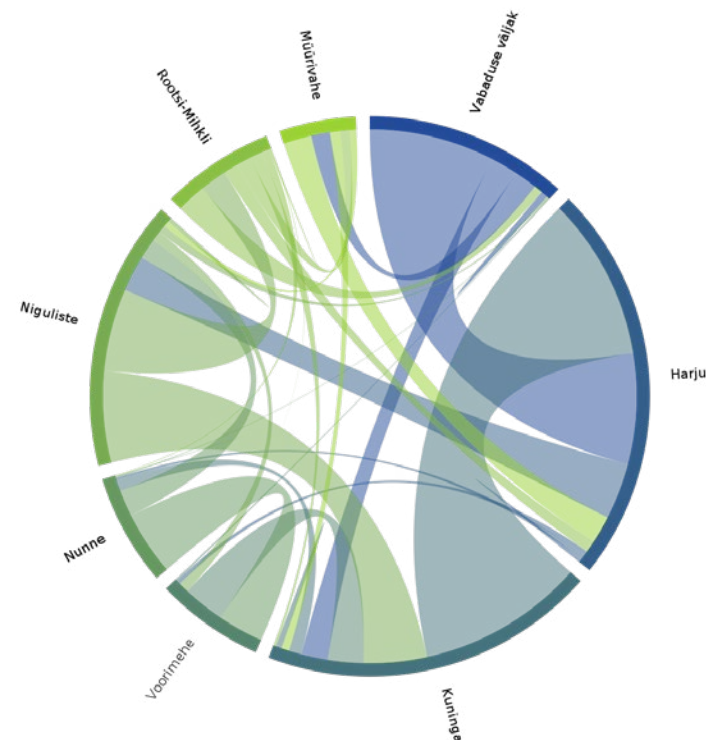
## JALAKÄIJATE LIIKUMISTE ANALÜÜSI AUTOMATISEERIMINE



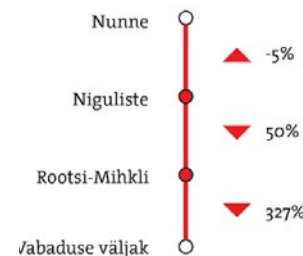
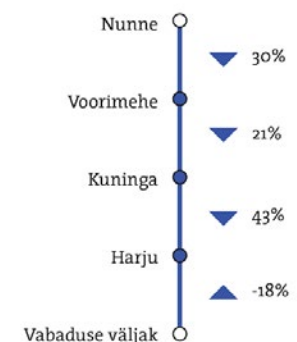
Unikaalsete MAC aadresside arv Vanalinnas asukohtade lõikes.  
The number of unique MAC addresses in the Old Town by locations.



Unikaalsed MAC aadressid filtreerituna jalakäijate teekondadeks Vanalinnas.  
Unique MAC addresses filtered as pedestrian routes in the Old Town.



Asukohtade seosed Vanalinna loenduses  
Connections between locations in the data collection in the Old Town



Fragment vanalinna liikumistest.  
A fragment of the movement in the Old Town.

## ASYMMETRY

When looking at the pedestrian mobility, it is clear that there are often several routes from one point to another. We were interested in some regularity in the route selection so that one trajectory is preferred in one direction and another in the other direction. In order to check the given hypothesis, we measured the pedestrian mobility in two areas – Old Town and Tatari district.

## LIBERTY SQUARE – NUNNE ST

The route from Liberty Square to Baltic Station can take several paths in the Old Town – the direct one is along Harju Street to the Town Hall Square and along Voorimehe Street to Nunne Street. When coming from the opposite direction, it may be more reasonable to take the route along Rataskaevu Street and turn towards Liberty Square only later.

Considering the number of unique signals in the Old Town data collection, we see that there are considerably more people on the Harju Street route with the exception of the Niguliste measuring point. The given trajectories are also intersected by the route up to Toompea Hill that considerably distorts the results of Niguliste measuring point.

By filtering the routes into recurrent MAC addresses, the picture evens out a little with the large numbers of Liberty Square somewhat decreasing. The sensor at Liberty Square registered also the people on the square who did not go to the Old Town. There was also a considerable difference between the measuring points in Kuninga and Voorimehe Streets – many people apparently go to the Town Hall Square but they do not continue any further. The anomaly in the measuring point at Niguliste also remains.

When looking at the ring diagram between the same locations, we see heavy pedestrian traffic between Niguliste-Kuninga and Niguliste-Harju which is part of the route to Toompea Hill along Lühike Jalg St. The fact that it is as intensive as the route between Niguliste and Rootsi-Mihkli was rather surprising. A large part of the traffic passing the measuring point in Niguliste was actually perpendicular.

The graph also tells us that the fragmentation of routes in the purely pedestrian environment of the Old Town is greater than in other studied city districts. People criss-cross the Old Town and do not walk along the main corridors and thus some measuring points have been skipped more than in other counts. Exploring the given trajectory allows us to imagine how versatile the routes could be

## ÕNNEPALEE – VABADUSE VÄLJAK

Teine alternatiivsete teekondade paar, mida uurisime, oli Tatari tänava trajektoor vs. Pärnu maantee, kui liikuda Õnnepalee ja Vabaduse väljaku vahel. Siin on Pärnu maantee selgelt otsem trajektoor, kuid Tatari tänav on palju vaiksem. Mõlemale teekonnale jääb barjäär Liivalaia tänava näol. Korje ajal oli Pärnu maantee ääres ka ehitus, mis võis selle meeldivust jalakäijale kahandada.

Kokku oli Pärnu maantee peal märgatavalt rohkem unikaalseid signaale kui Tatari teekonnal. Iseenesest on see ka loogiline, sest Pärnu maantee on suurem tee, seal on rohkem olulisi sihtkohti ning Tatari tänavaga võrreldes on ta ka otsem tee linna. Eriti suur kontrast tuleb välja, kui vaadata Lätte mõõtepunkti signaalide arvu – see on ainus punkt, mis ei ole eriti mõjutatud ristiliikumisest, seal kogutud signaalid on kindlasti Tatari tänavaga paralleelse liikumise signaalid. Kõik teised on suuremate tänavate ristumispunkti-des olevad andurid.

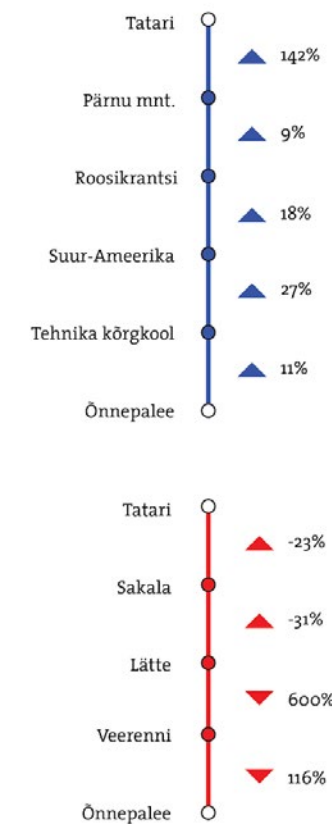
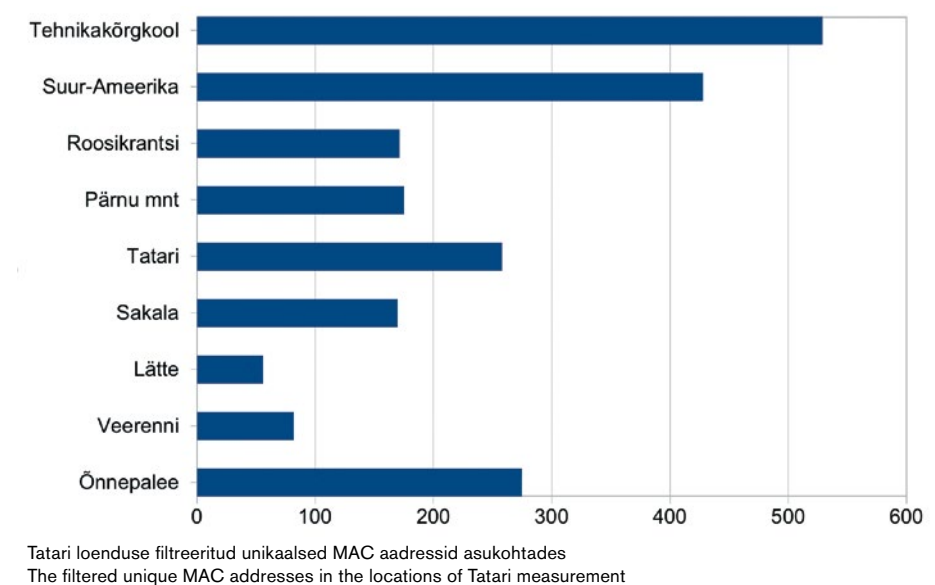
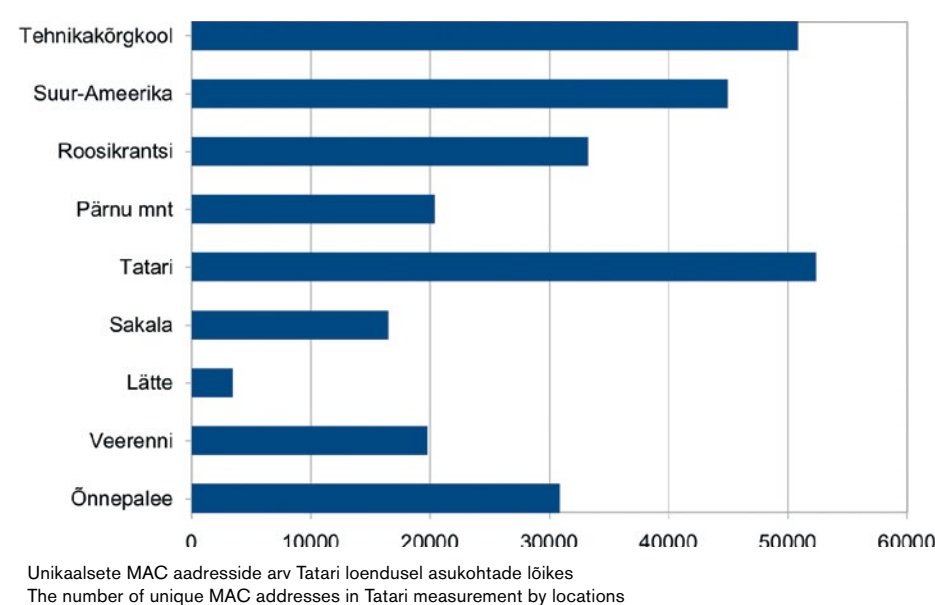
Vaadates lähemalt otsa jalakäijate osale antud andmetest, kujuneb välja veidi erinev pilt. Tatari loenduspunkt on märksa väiksema osakaaluga, Tehnika-kõrgkool ja Suur-Ameerika on ikka kõige tihedamalt läbi käidud kohad. Sel võib

olla kaks põhjust – esiteks ongi seal palju inimesi, aga teiseks on tegemist ka potentsiaalse ummikuga antud trajektoorigil, kus autod liiguvad enam-vähem jalakäija kiirusega. Kogu graafik on aga ühtlasem, kui vaadelda andmeid koos autoliiklusega – see näitab, kuidas jalakäijad kasutavad ruumi veidi ühtlasemalt kui autoga liiklejad, kellele on ette nähtud kindlad liikumiskoridorid.

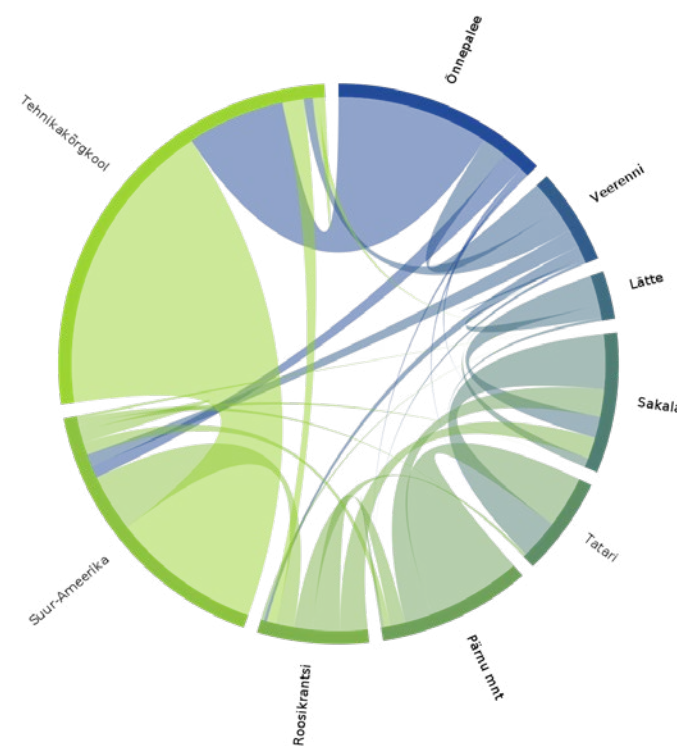
Kui aga analüüsida teekondade omavahelisi seoseid, on kontrastid palju väiksemad. Kindel suund on ainult mõnede punktide vahel – näiteks Tehnika-kõrgkooli punktist Suur-Ameerikasse on liikunud rohkem inimesi kui vastasuunas, sarnaselt Õnnepaleest Tehnika-kõrgkoolini. Siin võib olla väike roll ka ummikutel koos andurite asetsemisega linna keskusesse suunduva sõidurea ääres, mitte teisel pool, aga selle mõju on vähendatud, filtreerides välja kõik liiga kiiresti liikuvad ning liiga nõrgad signaalid. Kui vaadata aga Tatari teekonna liikumistrajektoore tasakaalu, on liiklejate arv selgelt väiksem, kuid omad tasakaalutused on sealgi. Antud graafikul on ka päris palju risti liikumist – näiteks Sakala mõõtepunkti ning Roosikrantsi vahel, mis näitab, et linnaruum toimib rohkem tiheda võrgustikuna kui lihtsalt trajektoorena.

Analüüsides liikumissuundi Õnnepalee ja Vabaduse väljaku vahel, tuleb välja, et suunad on täiesti tajutavad. Lätte – Veerenni – Õnnepalee lõigus on selgelt domineeriv ühesuunaline liikumine. Linna poole jalutades ei olegi loogiline sealt Tatari tänavale keerata, aga teiselt poolt tulles satutakse sinna rohkem. Nagu ka eelmise loenduse puhul, jääb sellesse loendusesse pärast filtreerimist liiga vähe andmeid, et neid protsente täielikult usaldada, küll aga on võimalik neist välja lugeda antud trajektoore iseloomuooni. Huvitaval kombel Pärnu maantee liikumissuund on küll linna poole kaldu, kuid mitte väga suure ülekaaluga.

## JALAKÄIJATE LIIKUMISTE ANALÜÜSI AUTOMATISEERIMINE



Tatari teekonna OD-maatriks.  
OD-matrix of Tatari route.



Asukohtade vahelised seosed Tatari loendusel  
Connections between locations in the data collection in Tatari district

## ÕNNEPALEE – LIBERTY SQUARE

The other pair of alternative routes that we studied was the route along Tatari Street vs Pärnu Road when moving between Õnnepalee and Liberty Square. Here Pärnu Road is clearly the more direct route while Tatari Street is much less noisy. The barrier on both routes is Liivalaia Street. During the data collection, there were also construction works in Pärnu Road that may have decreased its appeal for pedestrians.

All in all, there were considerably more unique signals in Pärnu Road than in the Tatari route. On the one hand, it is logical as Pärnu Road is a far wider street with more relevant destinations, and it is also more direct compared to Tatari Street. The contrast is particularly striking when considering the number of signals of Lätte measuring point – it is the only point that is not affected by intersecting traffic and the signals collected there are definitely the signals of movement along Tatari Street. All other sensors are located at the intersections of busy streets.

Considering the pedestrian part of the given data more closely, we see a somewhat different picture. The measurement point of Tatari has a relatively

smaller role to play while Tehnikakõrgkool and Suur-Ameerika are still the busiest areas. There could be two reasons – firstly, there are many people, but secondly, it is also a potential traffic jam area on the given route with cars moving more or less at the pedestrian speed. The entire graph evens out when we consider the data together with motorised traffic – it shows us how pedestrians use the space slightly more evenly than motorised road users whose paths are firmly fixed.

However, when we analyse the mutual relations between the routes, the contrasts are considerably less sharp. The direction is certain only between some of the points, for instance, more people moved from Tehnikakõrgkool to Suur-Ameerika than in the opposite direction, similarly from Õnnepalee to Tehnikakõrgkool. Here, the traffic jams may have a role to play as the sensors were placed near the lane moving towards the city centre and not on the other side, but its impact has been reduced by filtering out all too fast and too weak signals. However, when looking at the balance of the trajectories on Tatari route, the number of road users is clearly smaller, but it also has its imbalances. The given graph includes also a lot of intersecting move-

ment – for instance between Sakala and Roosikrantsi measuring points showing that the urban space functions more as a dense network rather than a mere set of trajectories.

When analysing the directions of movement between Õnnepalee and Liberty Square, it emerges that the directions are clearly perceivable. There is a clear one-directional movement in Lätte – Veerenni – Õnnepalee section. When walking towards the city centre, it is not logical to turn to Tatari Street from there, however, people end up there more often when coming from the opposite direction. Similarly to the previous measurement, there were too few data left after the filtering to provide us with reliable percentage points, however, we can see some characteristics of the given trajectories. Interestingly enough, the route of Pärnu Road tends to lean towards the city centre but not too overwhelmingly.

JÄRELDUSED

Üldjoontes võib väita, et proovitud meetod töötab, see on suhteliselt väikese ajakuluga ja odav lahendus liiklejate kaardistamiseks, ning andmed on piisavalt täpsed, et neid edasi analüüsides ja erinevaid strateegiaid rakendades jõuda järelusteni linnaruumi toimivuse kohta. Selleks et andmed oleksid usaldusväärsemad, peab aga järgima teatud põhimõtteid:

- Andurite kellaajad peavad olema täpselt sünkroniseeritud enne igat korjet.
- Meetodit rakendades on võimalik tuletada päevased ajaliselt kaardistatavad kohaprofiilid ilma paralleelse visuaalse loenduseta.
- Korjeid tuleb korrata, sest tehnilistest viperustest tingituna võivad mõne korje puhul olla andmed vigased.
- Seadmed tuleb paigutada kuivadesse oludesse – teatud pritsmekindlus ei kaitse otsese vihmavilingu või veeloikude eest.
- Korjeteks tuleb valida päevad, mil ei toimu erilisi sündmusi, mis võivad andmetes anomaaliaid tekitada.
- Kuna telefonid ei saada signaale välja kogu aeg, tekivad andmetes

augud. Mida rohkem filtreid kasutada, seda ebatäpsemaks muutuvad absoluutarvud. Ilma täiendavate arendusteta filtreerimismeetodite osas sobib antud meetod rohkem kohtade omavaheliseks võrdluseks kui täpsete numbriliste näitajate teadasaamiseks.

- Kuigi korjemeetod ei nõua eriti palju manuaalset tööd, on üheks piiranguks vajadus juba hommikul enne suuremate inimhulkade liikumist seadmed tööle panna ning õhtul hilja need ära võtta.

Edasi oleks vaja arendada andmetöötluse täpsust, et filtreerimisega nii palju signaale kaotsi ei läheks. Lisaks saaks uurida, kas on võimalik tabada telefonidelt ka muid signaale, mille abil neid tuvastada. Oluline on täpsemalt aru saada, kas seadmete tuvastuskaugust on üldse võimalik paika panna – signaali tugevus sõltub saatvast seadmest, mitte vastuvõtjast. Seda meetodit kasutades võiks veel uurida mõnda kohta pikaajaliselt, et saada statistiliselt arvestatav kogus andmeid pikema perioodi kohta – käesoleva uuringuga kogutud andmed on siiski veidi juhusliku iseloomuga, sest peamine eesmärk oli tõestada meetodi töökindlust. Kui jalakäijate liikumisest on

tulnud välja teatav asümmeetria, võiks edasi uurida, mis seda asümmeetriat põhjustab ja kuidas seda avaliku ruumi arendamisel ära kasutada.

# DROONI JA FOTOGRAMMEETRIA KASUTAMINE 3D-LINNAMUDELI LOOMISEL

GREGOR JÜRNA  
RAUL KALVO

RIISTVARA  
Mavic Pro, iPad (koos internetiühendusega),  
Arvuti

TARKVARA  
DIJ Ground Station pro, Agisoft Metashape  
Professional

# THE USE OF DRONES AND PHOTOGRAMMETRY IN CREATING 3D CITY MODELS

GREGOR JÜRNA  
RAUL KALVO

HARDWARE  
Mavic Pro, iPad (with Internet connection),  
computer

SOFTWARE  
DIJ Ground Station pro, Agisoft Metashape  
Professional

CONCLUSIONS

In general terms we could say that the given method works, it is a relatively time efficient and cost-effective way to map pedestrian traffic. Also, by conducting further analysis of the information and employing various strategies, the data are sufficiently accurate to make conclusions on the functionality of the urban space. In order to ensure the reliability of the data, the following principles must be followed:

- The time of the sensors must be accurately synchronised before every data collection.
- With the use of the given method, it is possible to deduce the daily location profiles to be mapped in time without parallel visual counts.
- The data collection must be repeated as due to technical problems the data of some collections may be invalid.
- The devices must be installed in dry conditions – although splash-proof, it does not protect from heavy rainfall or puddles.
- When choosing the time for data collection, it is important that there are no special events in the area that could result in anomalies in the data.

- As phones do not send out signals all the time, there are be gaps in the data. The more filters we use, the more inaccurate the absolute figures become. Without additional filtering method development, the given method is suitable for the mutual comparison of locations rather than determining precise numeric indicators.
- Although the given method does not require too much manual work, there is the restriction of installing the devices early in the morning before the crowds and removing them again late in the evening.

Also, the data processing accuracy would require further development so that we would not lose so many signals through filtration. It is also worth considering if it is possible to catch also other signals from the phones to allow them to be identified. It is important to acquire a better understanding if it is possible to fix the detection distance of the devices – the strength of the signal depends on the sending device, not the receiver. By using the given method, it would be possible to conduct a long-term study of a specific place to get a statistically considerable amount of data over a longer period of time – the data collected with

the current study still tends to have a somewhat random nature as the main aim was to prove the reliability of the method. In case a particular asymmetry is revealed in the pedestrian mobility, the next step would be to study the causes of the symmetry and how to use it in the development of public spaces.

KOKKUVÕTE

Töö eesmärk on anda ülevaade ning luua juhised, kuidas kasutada drooni maa-alade mudelite loomiseks ning sealhulgas näidata, kuidas saab siduda fotogramm-meetria tulemust reaalse keskkonnaga. Väljatöötatud meetodika ei pretendeeri sarnasele täpsusele, mida pakuvad geodeesia ettevõtted, vaid pigem on soov luua 3D-mudel arhitektuurse eskiisi teostamiseks. Katsetatud meetodid on mõeldud projekti alguses realistliku alusmudeli loomiseks, mille põhjal tööd teostada. Juhendid on mõeldud inimestele, kes pole kunagi droonide ja fotogramm-meetria kokku puutunud, projekti alast ülevaatliku 3D-mudeli teostamiseks.

Antud töö tulemused on tõestuseks, et fotogramm-meetria ja droonidega pildistamine on hea ja võrdlemisi lihtne viis luua ümbruskonna mudelid ning georefereeritud ortofotosid. Täp-sus, mida tehnika hetkel pakub, on piisav linnaehituslike eskiiside loomiseks ning kindlasti on sama tehnikat võimalik rakendada ka täpsemalt, näiteks kasutades RTK võimekusega droone.

DROONIDE JA FOTOGRAAMM-MEETRIA GA SEOTUD TEEMAD

Järgnev osa on üles ehitatud põhimõttel, kus on esitatud viis olulist küsimust ning neile leitud võimalikult lihtsad vastused.

1 MIDA ON VAJA TEADA, ET LENNATA DROONIGA LINNAS JA MAAPIIRKONDADES? (Lennuameti load ja sellega seonduv)

- Sisuliselt jagunevad alad kolmeks: keelualad, kontrollalad ja vabad lennualad
- Lennuluba on vajalik, kui tahta lennata kontrollalas või >150 m kõrgusel vabal lennualal.
- Lennuluba peaks taotlema vähemalt kolm päeva ette.
- Lennutsoonide asukohad ja lennuloa taotlemine on suhteliselt hästi kokku võetud siin: <http://kaupokalda.com/blogi/kus-on-vaja-eestis-droonidele-lennuluba-taodelda-ja-kuidas/>
- Veel lennualadest: <https://www.dji.com/ee/flysafe/geo-map>
- Lisaks lennuloa taotlemisele tuleb lend registreerida ka Lennuametis, seda saab taotleda siin: <https://www.droonimaailm.ee/lennuluba/>

2 MILLELE TASUB LENNATES TÄHELEPANU PÕÖRATA? Keskkond, ilm, valgus

- Fotogramm-meetrilisel eesmärgil on parim lennata tuulevaikse ja pilvise ilmaga.
- Pilvise ilma puhul võiks veenduda, et lennu ajal vihma sadama ei hakkaks, aga tugevate varjudeta saab loomulikuma mudeli.
- Tuulise ilmaga on olulisem õhku tõusmise ja maandumise asukoht ja see, et ümberringi oleks piisavalt ruumi juhuks, kui tuul drooni veidi lükkab.
- Automaatse lennu puhul on oluline, et droon saaks tõusta takistusteta kohalt seadistatud kõrgusele ja hiljem sarnasesse kohta ka maanduda (automaatse maandumise asukoht on üldiselt 1–1.5 m raadiuses õhku tõusmise kohast, aga kitsastes oludes tuleks maandumisel tähelepanelik olla ja vajadusel manuaalselt juhtida).
- Ümberkaudsete takistuste kõrgus on oluline. Drooni automaatse takistuste vältimise režiimiga (*obstacle avoidance*) ei julgeks igaks juhuks arvestada. Tasuks lennata takistustest kõrgemal. Vajadusel

tuleb algselt drooniga manuaalselt takistuste kõrgust hinnata nende kõrvale lennates ja takistuse kõrgust horisondi kõrgusega võrreldes.

- Kui lennata peamiselt ühel kõrgusel, siis hea viis turvalisuse tagamiseks on panna kaamera horisondi joonele ehk keerata 0-kraadise nurga alla. Keerates drooni ümber oma telje, saate kontrollida, kas takistused lõikavad horisonti. Kui lõikavad, siis on need on potentsiaalsed takistused, millele droon võib otsa sõita.

3 MILLISED ON PILDISTAMISE ÜLDPÕHIMÕTTED? Järgnev annab ülevaate, kuidas saavutada võimalikult hea pilt ning ühtsus erinevate pildistamiste vahel. Kuidas toimub värvikorrektsoon. Kuidas RAW-faile töödelda ning millal piisab JPG'st. Kuidas valida valguse hulk, säriaeg, tundlikkus ja DJI spetsiifilised sätted.

- DJI Ground station ei toeta pildi formaadi muutmist. Ideaalne oleks aga pildistada manuaalses seades, et piltide hilisemal liitmisel

ei tekiks ebaühtlusi. Manuaalset kaameraseadet saab muuta ka pärast lennu algust.

- Olen leidnud, et ideaalis võiks pildistamise kõrgusele jõudes korra pausile panna ja fookuseerida. Pärast seda võiks fookuse ka manuaalseks lülitada, et uduseid pilte vältida.
- Agisoft Metashape (*fotogrammeetria tarkvara*) töötab kõige paremini muutmata ja võimalikult neutraalse pildiga.

4 MILLISEID TARKVARASID ON VÕIMALIK KASUTADA ALADE PILDISTAMISEKS NING KUIDAS NEID HALLATA? DJI Ground Station Pro – DJI enda rakendus on tõenäoliselt kõige kasutatavasõbralikum ja kõige lihtsam hallata. Eraldi saab kasutada tasuta 3D POI funktsiooni (11€), mis on kõrgetest objektidest mudeli genereerimiseks tõenäoliselt kõige sobilikum. Ala katmiseks saab kasutada 3D-ala funktsiooni. Lisaks on kasulik ka geomeetria sisse toomise lisarakendus, millega saab konkreetseid alasid ette planeerida. Antud lisa maksab 55€. Suuremate tööde korral on see hädavajalik.

- Parim automaatse ja manuaalse kontrolli integreeritus
- Rakendus töötab ainult tahvelarvutites (näiteks iPad) ja vajab internetiühendust.
- Lisa 1 annab ülevaate, kuidas täpsemalt GS Pro tarkvara rakendada.

Teised proovitud rakendused:

- **Pix4D Capture** – Loogilise *crosshatch* mustri-ga lend 3D-mudeli tegemiseks. **Mavic Pro (ja Phantom 4'ga minu teada) ei toimi fookuseerimine**. Sarnaselt teistele kolmandate osapoolte lendamisrakendustele on lendamine DJI enda rakendusest mõnevõrra keerulisem.
- **Drone Deploy**! on hea lennumustri genereerimise funktsionaalsus. Manuaalne kontroll lennu ajal sisuliselt ei toimi.

SUMMARY

The aim of the work is to give an overview and instructions of how to use drones in creating models of plots and also to show how to connect the results of photogrammetry with real environments. The methodology developed does not aim at equalling the same accuracy as offered by geodetic companies, instead, it is intended for creating 3D models for architectural draft plans. The tested methods are meant for creating a realistic basic model at an early stage of the project. The instructions are meant for people who have no previous experience with drones and photogrammetry for generating a comprehensive 3D model of the project area.

The results of the work prove that photogrammetry and drone pictures are a good and relatively simple way to create models and georeferenced orthophotos of the surroundings. The accuracy provided by the technology at the moment is sufficient for generating urban construction draft plans and the same technique can certainly be used also more precisely, for instance, by applying drones with RTK capability.

TOPICS RELATED WITH DRONES AND PHOTOGRAMMETRY

The following part is based on the principle of asking five relevant questions and providing as simple answers as possible.

1 WHAT SHOULD BE KNOWN ABOUT FLYING DRONES IN URBAN AND RURAL AREAS? (Permits by the Civil Aviation Board and related issues)

- The areas are basically divided into three: prohibited areas, controlled airspace and free-flight area.
- A permit is needed if you wish to fly the drone in the controlled airspace or higher than 150 metres.
- The flight permit must be applied at least three days in advance.
- The locations of flight zones and permit application are relatively well summarised here: <http://kaupokalda.com/blogi/kus-on-vaja-eestis-droonidele-lennuluba-taodelda-ja-kuidas/>
- More information on flight areas: <https://www.dji.com/ee/flysafe/geo-map>

- In addition to applying for the permit, the flight must also be registered at the Civil Aviation Board here: <https://www.droonimaailm.ee/lennuluba/>

2 WHAT SHOULD BE CONSIDERED WHEN FLYING? The environment, weather, light

- The best time to fly a drone for photogrammetric purposes is on a windless and clouded day. In case of clouds, it is worth ensuring that there will be no rain during your flight, but the model will be more natural without long shadows.
- In case of windy weather, more attention should be paid to the location of take-off and landing as well as to ensuring that there is enough space around in case the wind pushes the drone farther. In case of automated flights, it is important to make sure that the drone can take off easily to the set height and later also land in the same location (the place of automated landing is usually within the radius of 1–1.5 metres from the place of take-off, but in case of

narrower spaces, it should be led manually, if necessary).

- The height of surrounding obstacles is important. The automated *obstacle avoidance mode* should not be relied upon only. Instead, it is worth flying above the obstacles. If necessary, the height of the obstacle should be first assessed by flying the drone manually next to it and comparing the its height with the height of the horizon.
- In case you mainly fly at the same height, a good way to ensure safety is to align the camera with the horizon, in other words, to an angle of 0 degrees. By turning the drone on its axis, you can check if all obstacles intersect the horizon. If they do, they are potential obstacles that the drone can hit.

3 WHAT ARE THE GENERAL PRINCIPLES OF PHOTOGRAPHING? Below we give an overview of how to achieve good image quality and coherence between various photo sessions. Also how to do colour correction. How to process RAW files and when JPEGs

*are enough. How to select the right amount of light, shutter speed, sensitivity and DJI specifications.*

- DJI Ground Station does not support the change of the format of the photo. In ideal conditions, it is a good idea to use manual settings in order to avoid inconsistencies in merging the pictures later. The manual camera settings can be changed also after the flight has started.
- I have found that once the right altitude has been reached, it is a good idea to pause and focus for a moment. After that, the focus should be set on manual to avoid blurry images.
- The photogrammetry software Agisoft Metashape works best without amendments and with as neutral image as possible.

4 WHICH SOFTWARE COULD BE USED FOR PHOTOGRAPHING PLOTS AND HOW TO USE THEM? DJI Ground Station Pro – the application by DJI is probably the most user-friendly software. There is a separate function 3D POI (for a fee of 11 euros)

that is perhaps the best option for generating a model of high objects. 3D area function is used for setting the covered area. Similarly, it is useful to introduce also additional application for geometry allowing to plan particular areas in advance. The given application costs 55 euros but it is indispensable in case of more extensive projects.

- The best integration of automatic and manual control
- The application works only on tablets (such as iPad) and requires Internet connection.
- Appendix 1 provides a more detailed instructions on how to use GS Pro software.

Other tested applications:

- **Pix4D Capture** – A flight with a logical crosshatch pattern for making 3D models. **Focussing does not work on Mavic Pro (and to my knowledge on Phantom 4 either)**. Similarly to other third-party flight applications, operating it is somewhat more complicated than with DJI applications.
- **Drone Deploy** has a good functionality for generating flight patterns. Manual control basically does not function during the flight.

5  
KUIDAS LUUA PILTIDEST  
3D-MUDEL, KASUTADES  
FOTOGRAAM-MEETRIAT.  
Kuidas siduda mudel Maa-ameti  
LiDARiga või teadaolevate punktidega?

3D-mudeli loomiseks on mitmeid tark-  
varasid, millest ehk kõige kättesaadava-  
mad on Agisofti Metashape, RealityCap-  
ture, Bentley Contextcapture. Kuna  
Metashape on Eesti Kunstiakadeemias  
olemas, siis tundus mõistlik keskenduda  
selle tarkvara ülevaatele. Täpsemad juhi-  
sed on leitavad Lisast 2.

Põhimõtteliselt on võimalik viia  
loodud 3D-mudel õigesse kohta kahel  
viisil. Esimesel juhul arvutada see liht-  
salt välja ning 3D-tarkvaras orienteerida  
ja õigesse kohta nihutada. See vajab  
päris palju aega ning lisasamme. Teine  
võimalus eeldab, et fotodel on olemas  
GPS asukoht, mis annab Agisoftile juba  
alguses teada, mis asukohas fotod on  
tehtud. Kuna DJI droonid on varusta-  
tud GPS-seadmega ning kõikidel pil-  
tidel on juures pildistamise asukoht,  
siis see on ideaalne ning lihtsaim viis.  
Samas tasub pöörata tähelepanu sellele,  
et GPS-koordinaatide tugi on Agisofti  
Metashape Pro versioonil, mitte stan-  
dardversioonil.

5  
HOW TO TURN THE IMAGES  
INTO A 3D MODEL BY USING  
PHOTOGRAMMETRY?  
How to merge the model with the  
LiDAR measurements of the Land  
Board or the known points?

There are several software options for  
generating 3D models, the most ac-  
cessible ones are perhaps Agisoft  
Metashape, RealityCapture and Bentley  
Contextcapture. As the Estonian Acad-  
emy of Arts has acquired Metashape, it  
was reasonable to concentrate on the  
given software. Further instructions are  
in Appendix 2.

In principle, it is possible to place  
the 3D model in the correct location in  
two ways. In the first case, it should be  
computed, aligned in 3D software and  
shifted in the correct place. It all requires  
a considerable amount of time and effort.  
The other option is to include the GPS  
location in the photos at the very begin-  
ning, informing Agisoft where they have  
been taken. As DJI drones are equipped  
with GPS devices and all pictures in-  
clude the place where they were taken,  
it is the easiest and ideal means. At the  
same time, it is also worth considering  
that the GPS coordinate functionality is

Lisas 2 on toodud täpsemad juhi-  
sed, kuidas pilte sisse tuua, kuidas nende  
põhjal mudel arvutada ning siduda see  
Eesti koordinaatsüsteemi. Agisoft toe-  
tab Eesti kohalikku projektsiooni (EPSG  
3301, L-EST 97) ning seeläbi on võima-  
lik sealt väljastada mudel, kus mõõtüh-  
kuks on meeter.

Antud töö käigus kontrolliti mitme  
mudeliga, kui täpne on antud protsess.  
Kokkuvõtteks võib tõdeda, et horison-  
taalpinnal võib olenevalt asjaoludest  
olla mudeli täpsus kuni 10–20 cm ning  
halvemal juhul 1–2 meetrit. Üldiselt on  
mudel ise õige suurusega, aga maailma  
suhtes nihkes. Seda on üldiselt kerge õi-  
gesse kohta nihutada, võttes aluseks kas  
Maa-ameti tavalennu või Tallinna puhul  
TAR'i mudel. Täpsemalt on kontrollimise  
protsess toodud lisas 3.

Case-Study  
[https://www.dji.com/ee/flysafe/  
geo-map](https://www.dji.com/ee/flysafe/geo-map)

included only in the Agisoft Metashape  
Pro version, not the standard version.

Appendix 2 includes more detailed  
instructions how to import pictures,  
compute models on their basis and  
connect with the Estonian coordinate  
system. Agisoft supports the Estonian  
projection (EPSG 3301, L-EST 97) and  
it is thus possible to get a model in the  
metric system.

In the course of the present work,  
the accuracy of the process was tested  
with several models. In conclusion, it may  
be stated that, depending on the circum-  
stances, the accuracy of the model on  
horizontal planes can be 10-20 cm and  
at worst, 1-2 metres. The model itself is  
the right size but displaced in relation to  
the world. It is generally quite simple to  
shift it in the correct place on the basis  
of the data collected by the Land Board  
or in case of Tallinn, the TAR model (Tal-  
linn Spatial Data Register). Further in-  
formation on the verification process in  
Appendix 3.

Case-Study  
[https://www.dji.com/ee/flysafe/  
geo-map](https://www.dji.com/ee/flysafe/geo-map)

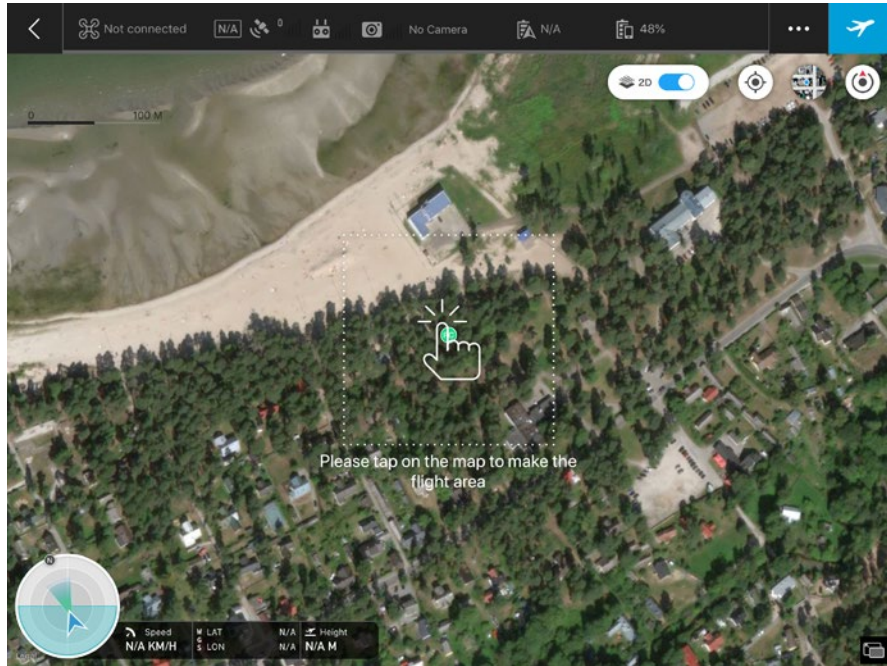
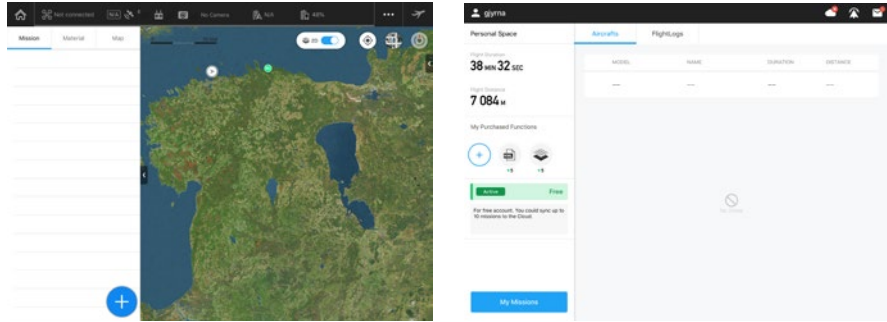
LISA 1.  
DJI GSP

Drooni abil ala kaardistamine

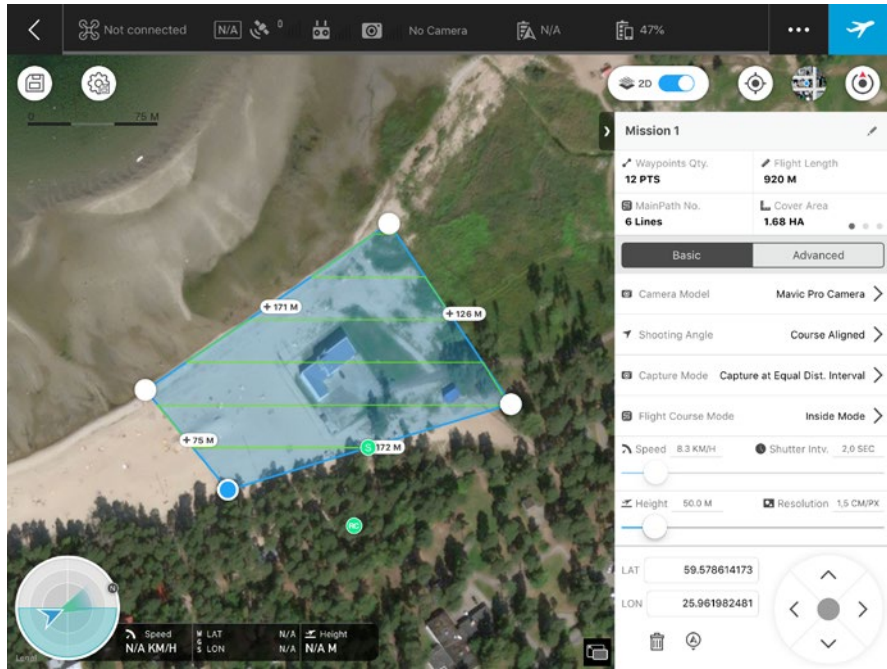


APPENDIX 1.  
DJI GSP

Mapping the area with drones



Uus 3D Map Area ala  
New 3D Map Area



Ala kuju täpsustamine. Ülevat ribalt on näha kaar-  
distatava ala andmeid – kui suur ala on, kui kaua  
kaardistamine aega võtab, mitu akut selleks kuluda  
võib jms.

Specifying the shape of the area. The top bar fea-  
tures the data of the area – its size, the time of the  
mapping, the number of batteries required etc.

BASIC MENÜÜ SEADED

Drooni mudel

Pildistamisnurk

Course aligned katab ära kõik küljed.

Pildistamisrežiim

Capture at equal distance interval võtab oluliselt vähem aega kui iga pildi jaoks kohapeal seismine, aga ei pruugi pimedas väga hästi toimida.

Flight course mode

Inside mode ei lase droonil tõmmatud piiridest väljuda.

Kiirus

Maksimummäär sõltub pildistamis-režiimist.

Kõrgus

Määrab muuhulgas definitsiooni. Mida kõrgem lend, seda laiema ala üks lend katab, aga selle arvelt on lahutusvõime väiksem. Tasuks hoida ümbritsevatest objektidest kõrgem.

ADVANCED MENÜÜ SEADED

Ülekate

Kontrollib tehtavate piltide hulka ja triipudevahelist distantsti. Metashape soovitab vähemalt 70% ülekatet.

Sõidunurk

Muudab tehtavate triipude suunda. Tasuks vältida seintega paralleelselt viirutust.

Margin

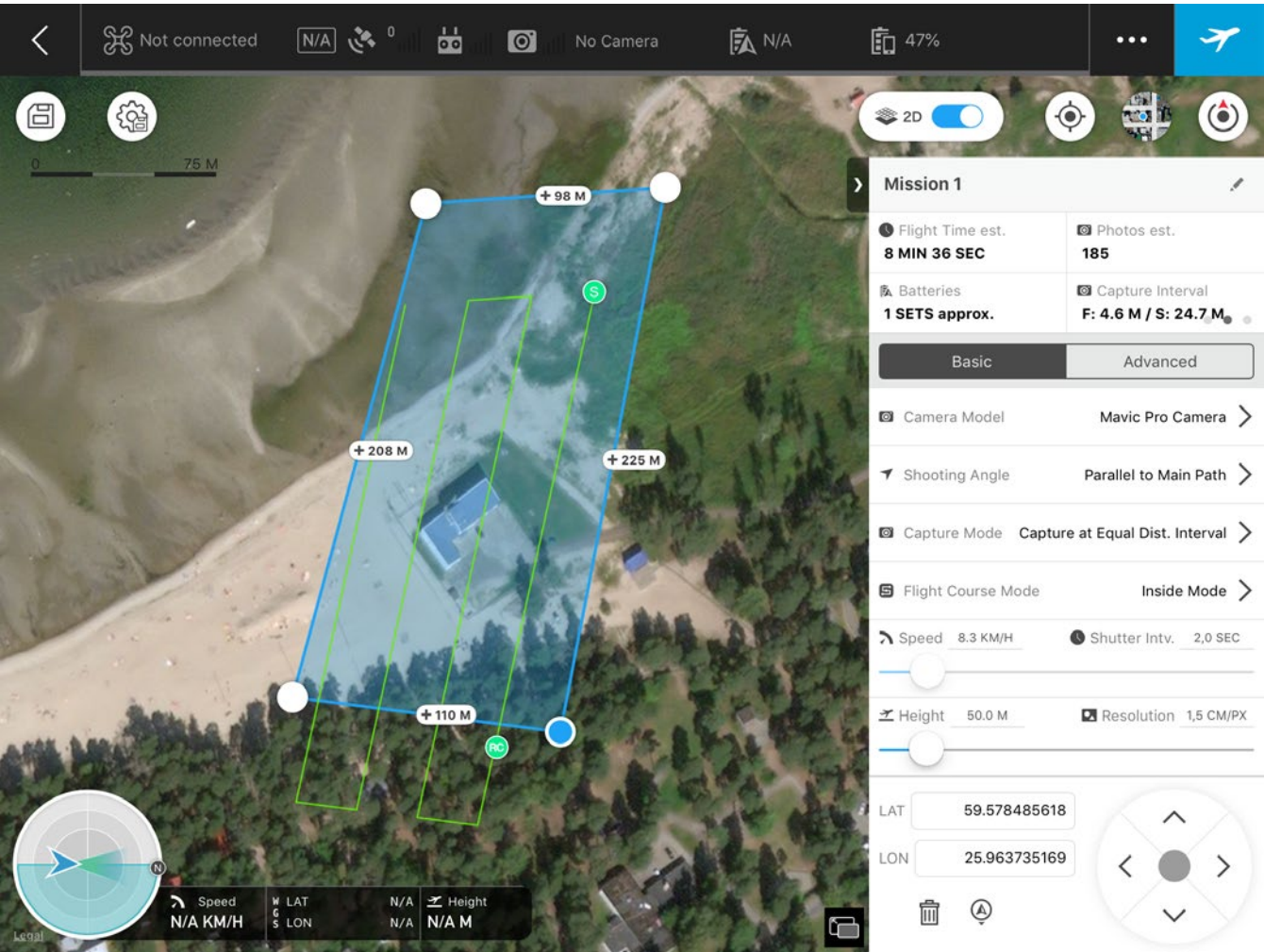
Teeb ala ja lennutrajektoori vahele puhvri.

Jäädvustusnurk

Kontrollib kaamera nurka. 0 teeb plaanilise jäädvustuse -90 jätab horisondi pildi keskele. Mida kaugemal see väärtus on 0'st, seda rohkem jääb äärtesse ala, mida kaamera ei kata (seda tuleks vajadusel kompenseerida joonistatud ala suurendamisega lendude suunas).

Missioonijärgne tegevus

Kontrollib drooni tegevust jäädvustuse lõpus.



BASIC MENU SETTINGS

Drone model

Shooting angle

Course aligned covers all sides.

Capture mode

Capture at equal distance interval takes considerably less time than standing still for each picture, but it may not function very well in the dark.

Flight course mode

Inside mode does not allow the drone to go outside the set boundaries.

Speed

The maximum speed depends on the capture mode.

Height

Defines the resolution, among other things. The higher the flight, the wider area the area covered with one flight, however, it also reduces the resolution accordingly. It is a good idea to keep it above the surrounding objects.

ADVANCED MENU SETTINGS

Overlap

Controls the number of pictures taken and the distance between the lines. Metashape recommends at least 70% overlap ratio.

Course angle

Changes the direction of the lines made. It is advised to avoid striation parallel to walls.

Margin

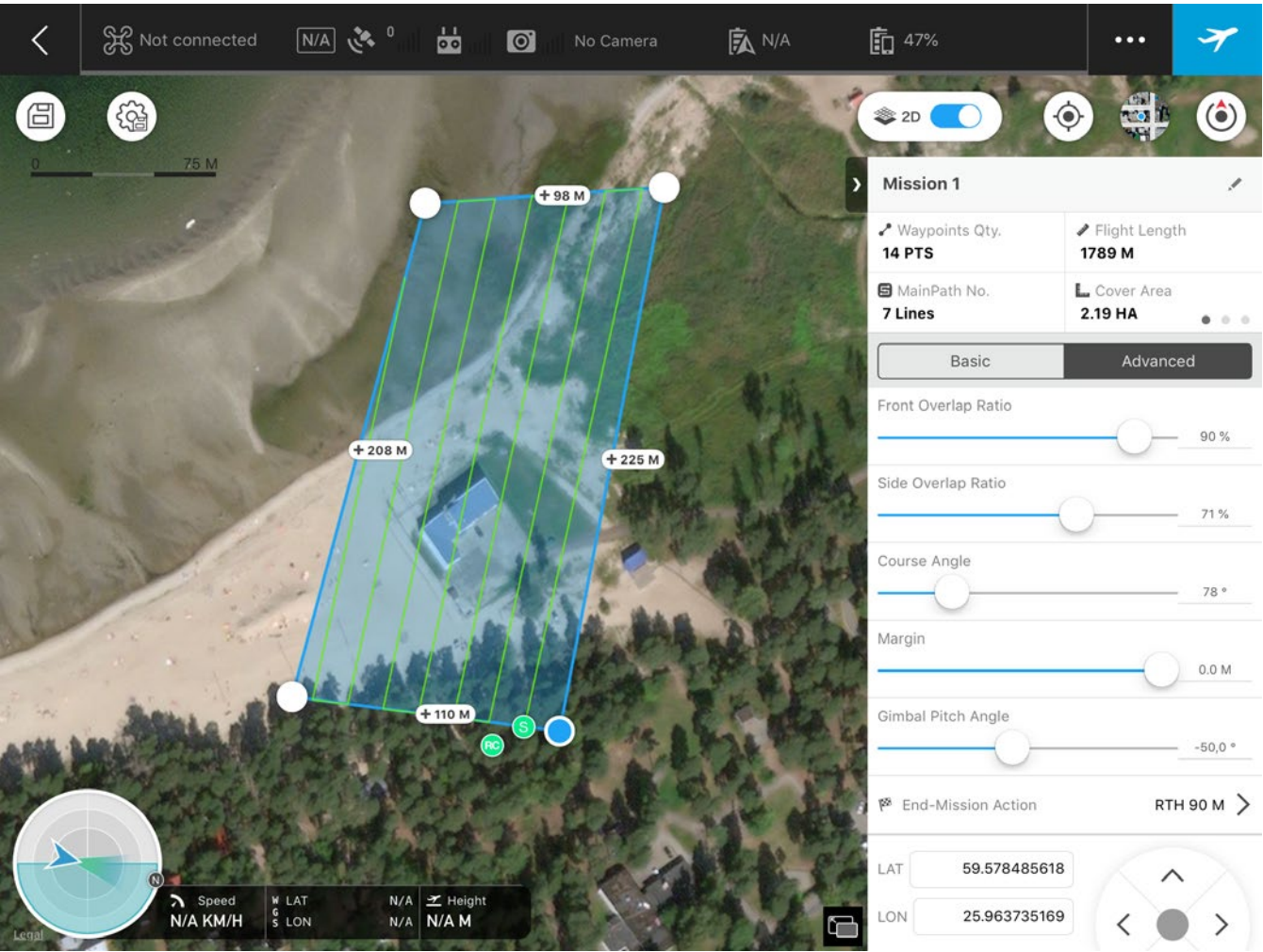
Creates a buffer zone between the area and the flight trajectory.

Gimbal pitch angle

Controls the camera's angle. 0 is for a scheduled footage, -90 leaves the horizon in the middle of the picture. The further the value is from 0, the more space is left on the margins that is not covered by the camera (if necessary, this should be compensated for by increasing the drawn area towards the flights).

End-mission action

Controls the drone activity at the end of the shoot.



LISA 2.  
AGISOFT METASHAPE PRO

Kaardistatud ala mudeliks liitmine

Align Photos

- Arvutab piltide asukohad lähtuvalt pildil olevast kujutisest ja kaasas-olevast GPS-koordinaadist.
- Tekitab mahud hõreda punkti-pilvena.
- Täpsus oleks mõistlik hoida *high* või *highest* peal.
- Väiksema ressursiga võtab *high* oluliselt vähem aega kui *highest*, aga tulemus on suhteliselt sarnane.

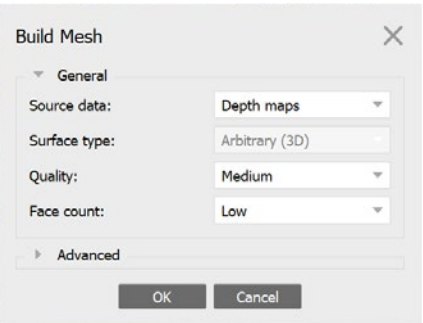
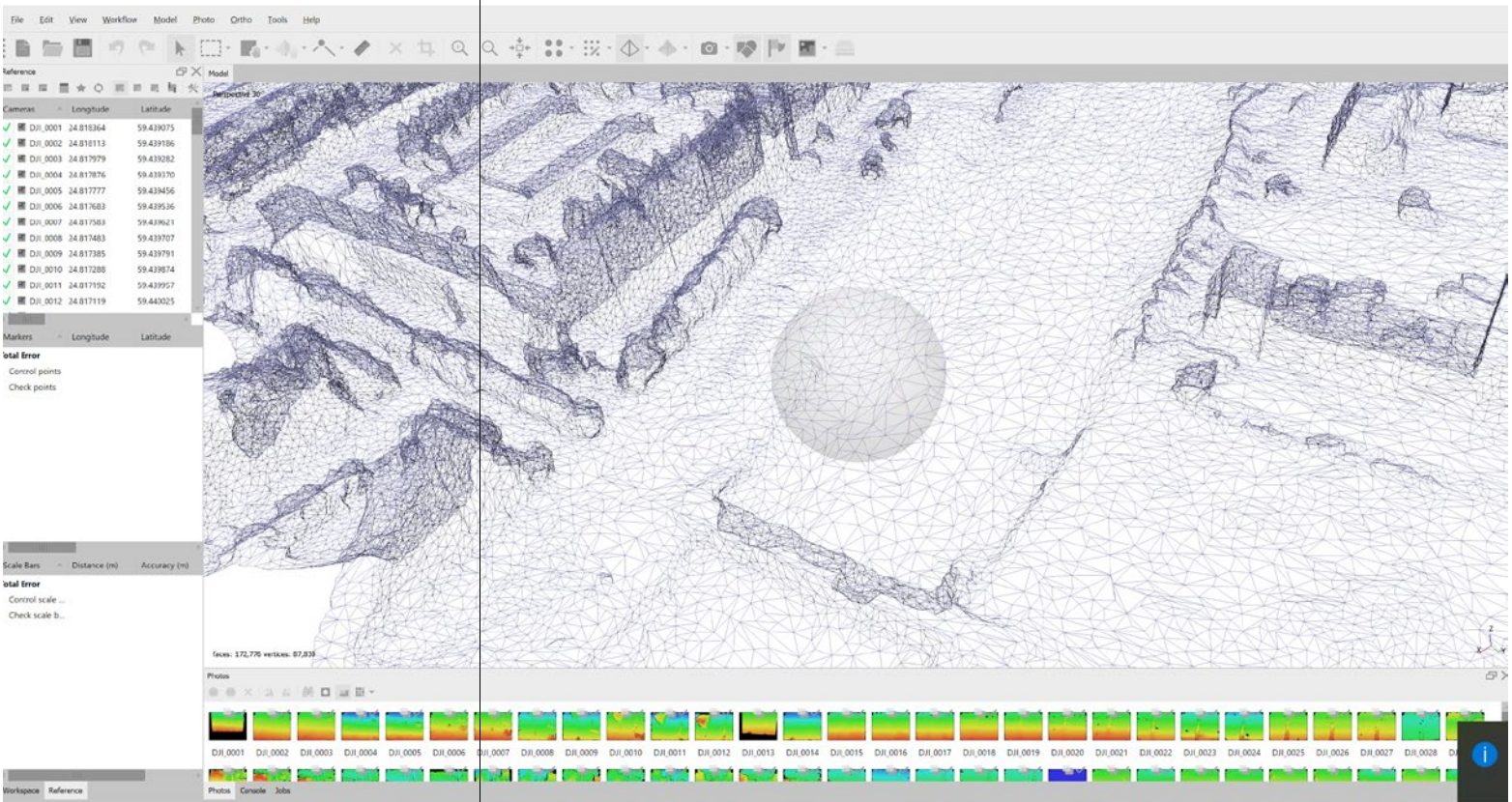
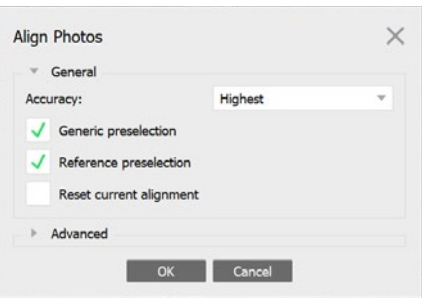
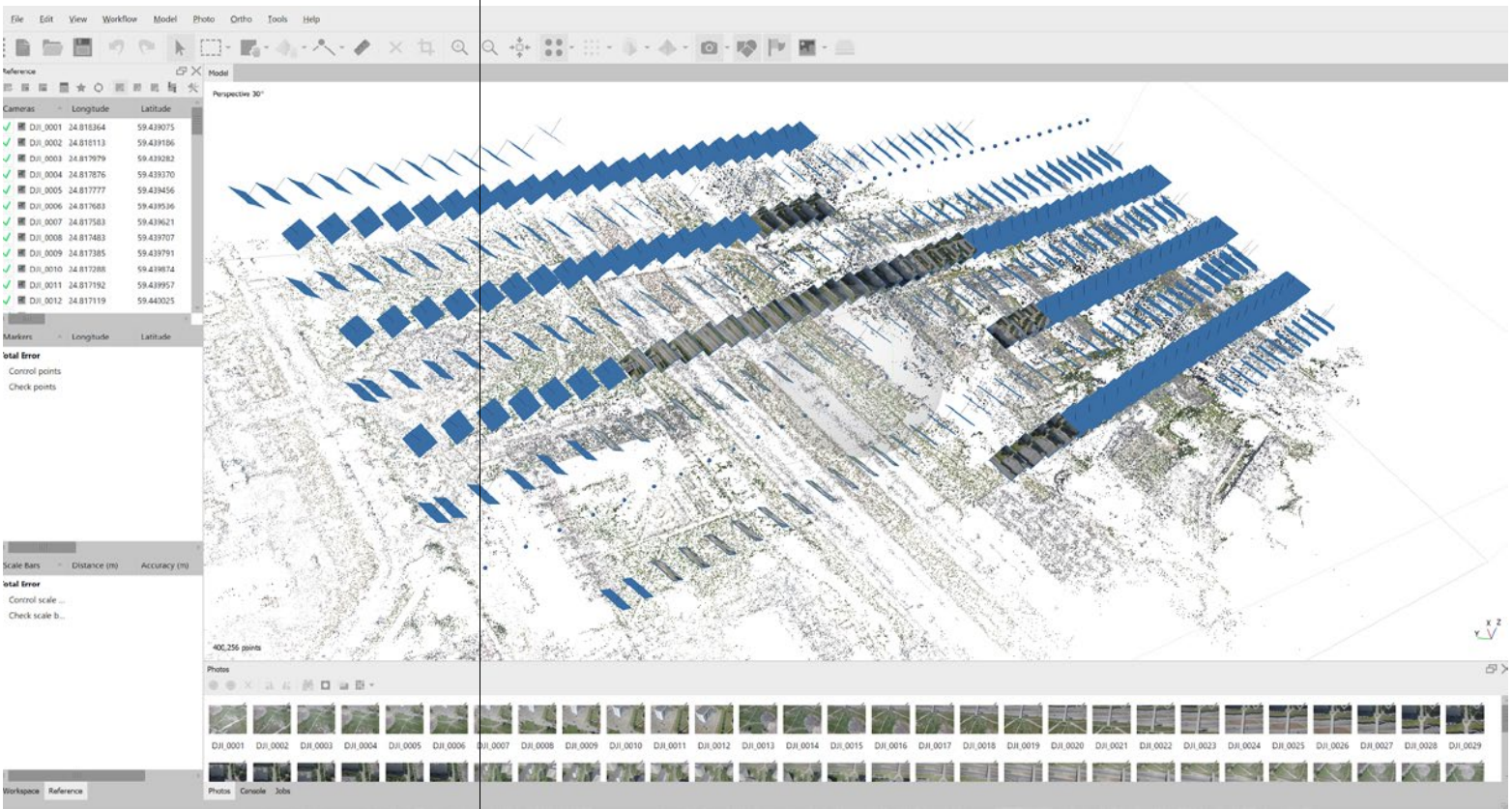
Build mesh

- Ehitab kas punktipilvest või süga-vuskaartidest mudeli.
- Eelistatud on sügavuskaartidest ehitamine, sest tulemus sügavus-kaartide ja tiheda punktipilve puhul on sarnane, aga otse sügavuskaa-ridest ehitamine eemaldab ühe sammu.
- Hõreda punktipilvega võrreldes on sügavuskaartide kasutamine oluliselt täpsem.
- Kvaliteet sõltub soovitud tulemu-sest, aga *face count* on edasise

lihtsustamiseks mõistlik hoida pigem madal.

Build texture

- Annab pinnale tekstuuri
- Siin tasuks jälgida graafikakaardist tulenevaid nõudeid ning mõistlik oleks kasutada suuruseks kahte astet, näiteks 4096 või 8192.
- Oleneb programmist, aga mitmest tekstuurist koosnevad mudelid või-vad importimisel vastavalt tekstuu-ride arvule tükideks minna.



APPENDIX 2.  
AGISOFT METASHAPE PRO

Combining the mapped area into a model

Align Photos

- Computes the picture locations based on the image in the picture and the accompanying GPS coordinates.
- It generates volumes in the form of a sparse point cloud.
- It is a good idea to keep the accu-racy *high* or *highest*.
- With fewer resources, *high* takes considerably less time than *high-est*, while the result is practically the same.

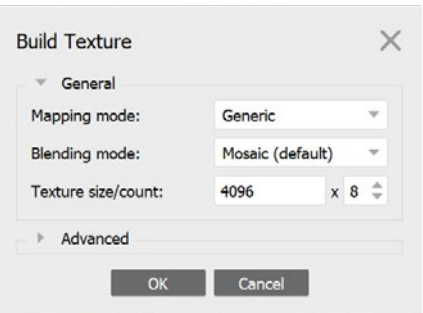
Build mesh

- Generates a model out of the point cloud or depth maps.
- It is better to build it out of depth maps as although the result in case of both depth maps and dense point clouds is the same, there will be one step less when building directly from the depth maps.
- Compared to a sparse point cloud, the use of depth maps is considerably more accurate.

- The quality depends on the de-sired result, but it is advisable to keep *face count* low to make the following processes easier.

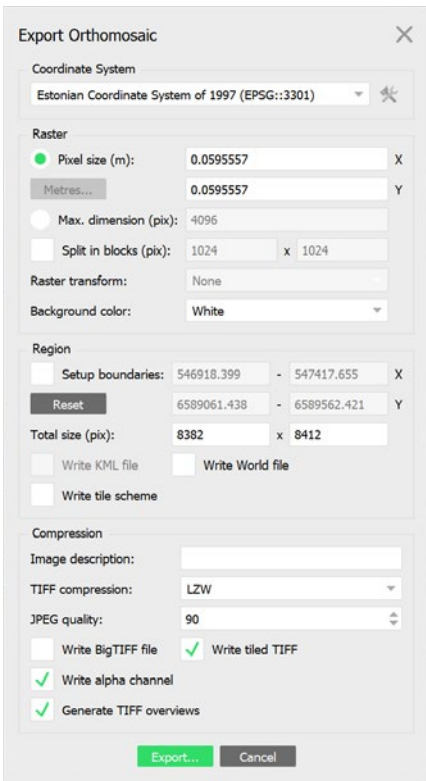
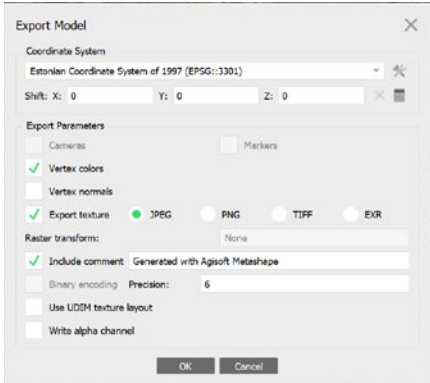
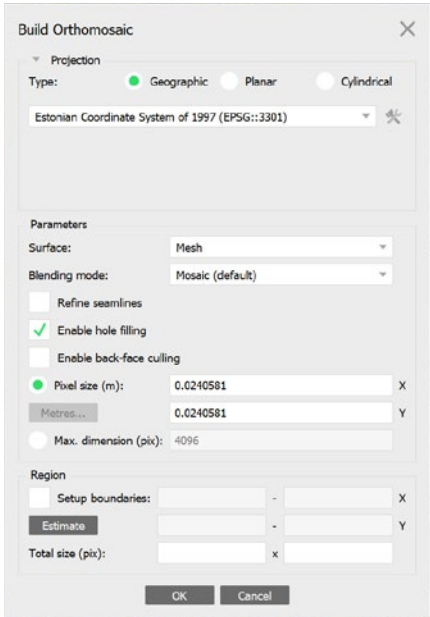
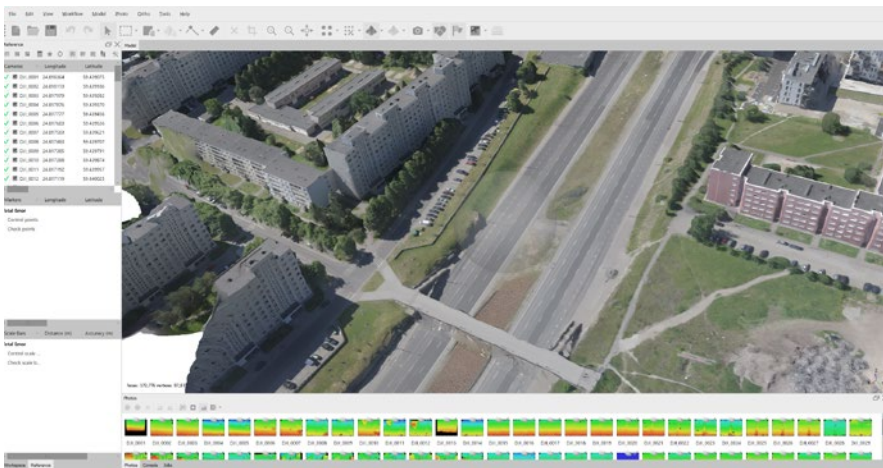
Build texture

- Gives texture to the surface.
- Here it is advisable to follow the requirements of the graphics card and choose two levels, for instance, 4096 or 8192.
- It all comes down to the software, but models consisting of several textures can break down during their import dependent on the number of textures.

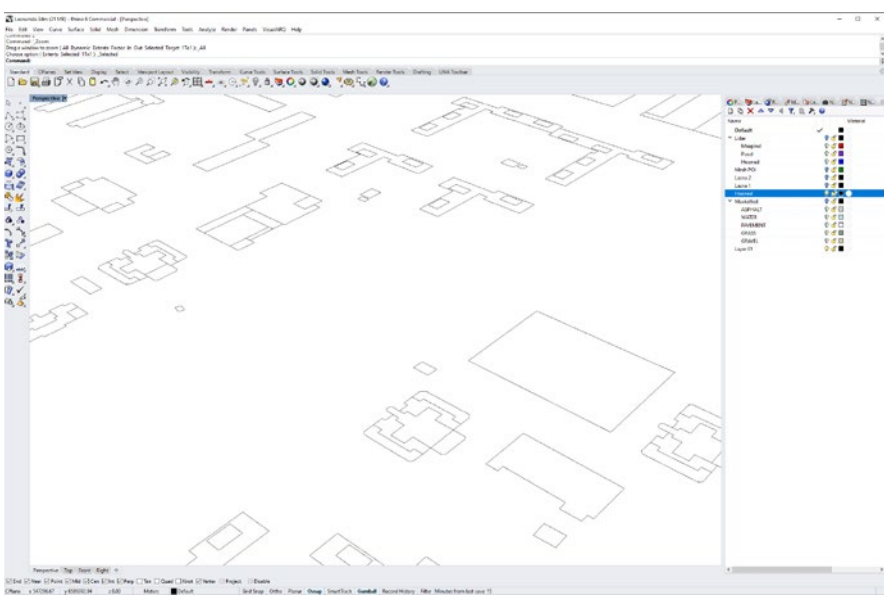


**Ortofoto**  
Kasutades Eesti projektsiooni EPSG:3301, saab aluskaardile georefereeritud ortofoto. Pärast seda arvutust on võimalik nii kaarti kui ortofotot eksportida meetermõõdus. Kui soovite, et ortofoto oleks konkreetses alas, siis saate ala määrata manuaalselt.

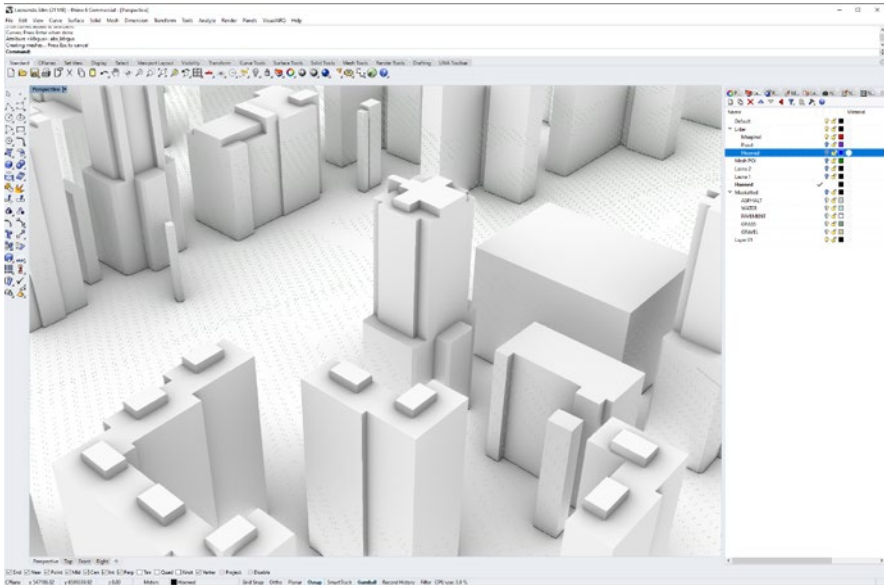
- Eksport**
- **Mudel**  
Välja eksporditud tekstuuri ja asukohaga .obj mudel.
  - **Ortofoto**  
Plaanilises vaates asukohainfoga foto.
  - **Projektsioon**  
Valides Eesti projektsiooni, saab eksportida mudeli ja ortofoto nii, et see oleks kohe õiges kohas kohalikus koordinaat-süsteemis ning projektsioonis. Selle eelis seisneb selles, et mudelis mõõdetavad ühikud on meetrites.



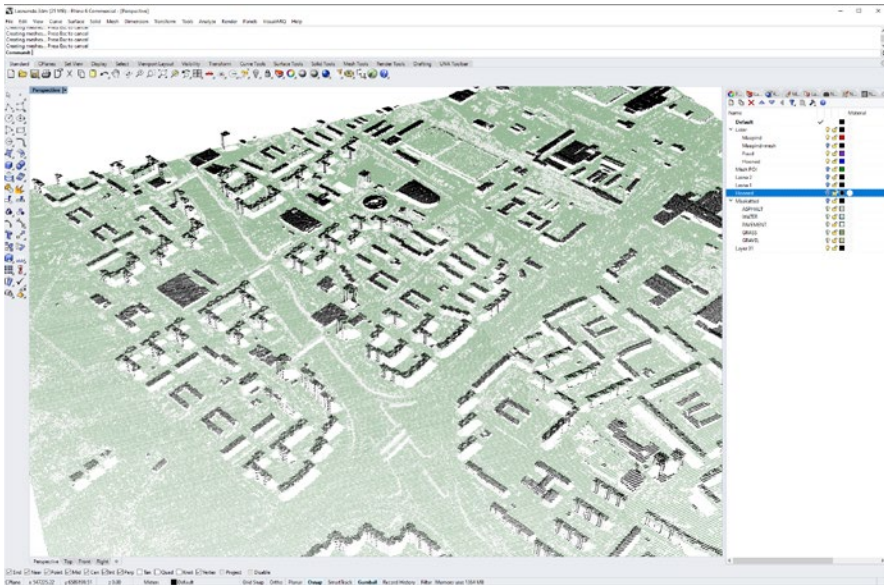
LISA 3.  
KONTROLLMUDEL



Tallinna ruumiandmete registrist hoonete aluste kiht koos kõrgusandmetega  
The building base layer with height data from Tallinn Spatial Data Register



Kõrgusandmetega aluse mahuliseks muutmise  
Making the base with height data three-dimensional



Maa-ameti tavalennu punktipilvest maapinna punktid eraldades saame maapinna  
We get the ground surface by subtracting the ground surface points from the point cloud of the Land Board's regular flight

**Orthophoto**  
By using the Estonian projection **EPSG:3301**, the georeferenced orthophoto can be generated on the base map. After the computation, both the map and orthophoto can be exported in the metric system. If you wish the orthophoto to be in a particular area, you can set the area manually.

- Export**
- **Model**  
An exported .obj model with texture and location.
  - **Orthophoto**  
A photo with the location information on the plan.
  - **Projection**  
By selecting the Estonian projection, you can export the model and orthophoto so that it would be immediately in the right location in the local coordinate system and projection. The advantage here is that the measured units in the model are in the metric system.

APPENDIX 3.  
COMPARATIVE MODEL

Fotogramm-meetiline mudel on samas koordinaatsüsteemis ja langeb põhimõtteliselt õigesse kohta. Meie kogemus näitab, et mudelit on vaja nihutada horisontaaltasapinnal vähesel määral, maksimaalselt 1–2 meetrit. Hoonete omavaheline suhe on õige, seega ei pea hoonet venitama. Küll aga tuleb tõsta mudel õigele kõrgusele, kuna selles osas on GPS-punktidest vähem abi.

All on välja toodud mõned näidised, kuidas kattuvad fotogramm-meetria mudel ning TAR'i põhjal loodud mudel.

Lisaks mudelitele kontrollisime ka ortofotosid, ning vaatasime, kui hästi need kattuvad eri piirkondades Maa-ameti põhikaardi kihil olevate hoonetega. Orto-fotod on üldiselt veidi nihkes, mida on võimalik lihtsalt nihutada vajalikus suunas. Aga üldiselt jäävad vead kuni 1 meetri piiridesse. Ilmselt ei ole ka Maa-ameti põhikiht tingimata kõige täpsem alusandmestik, millest lähtuda.



Fotogramm-meetrilise mudeli toomine sellele  
Placing a photogrammetric model on it



The photogrammetric model employs the same coordinate system and basically falls into the right place. Our experience shows that the model needs to be shifted slightly on the horizontal plane, 1–2 metres at most. The mutual relations of the buildings are correct, so the building does not need to be extended. However, the model should be raised to the right height, as in this respect, there is not much help from the GPS points.

There are some examples below illustrating to what extent the model based on photogrammetry and TAR coincide.

In addition to models, we also checked orthophotos to see how well they coincide in various districts with the buildings on the Land Board base map layer. Orthophotos are generally slightly offset and can be easily shifted in the required direction. However, the errors usually remain within one metre. The Land Board's base layer apparently is not the most accurate fundamental data to rely on.



Teletorni ümbrus  
The surroundings of the TV tower



Narva mnt. piirkond  
The area around Narva Road

# LÕPETAMATA METALINN

DAMIANO CERRONE, SPIN Unit

## SISSEJUHATUS

Hea linnaelu on tänapäeval linnaplaneerijate ja arendajate üks peamisi eesmäärke. Kuivõrd elavaloomulisi ja aktiivseid lähikondi peetakse elamisväärsse, sotsiaalselt tasakaalus ja atraktiivse linnaosa põhiomaduseks, on neist saanud oluline sotsiaalne väärtus, mis tagab ka majandusliku edu. Tegemist on linnaarenduse põhiressursiga, mis suunab ja sageli ka määrab selle, kuhu ja milliseid investeringuid tuleb.

Uue detailplaneeringu realiseerimine aktiveerib linnaruumi potentsiaali ja investeringuid, kui ta suudab vastata kaasaegsetele küsimustele ja linnaehitustlikele trendidele.

Uurimustes, mis käsitlevad viise,

kuidas inimesed linna kasutavad ja kogevad, on juba kümmekond aastat peetud digitaalset ühenduvust pea sama oluliseks faktoriks kui füüsilist ruumi. Linnakoes ilmnevad sootuks uued kohalike, piirkondlike ja linnatasandi nähtuste mustrid. Õnnestunud ja atraktiivsed linnaruumid ei ole enam vaid need alad, mis on projekteeritud vastavalt kindlatele juhenditele ja standarditele, vaid ka need, mis tulenevad inimtegevusest ja alt-üles suunatud protsessidest.

## JÄRGMINE TELLISKIVI

Järgmine Telliskivi ei näe välja nagu Telliskivi. Seda ei loo samad protsessid ning see ei ole etteaimatav. Järgmine sedalaadi paik Tallinnas tekib arhitektuur-

sest uuenduslikkusest ja sotsiaalmajanduslikust innovatsioonist.

Informatsioon, mis põhineb linnaruumi füüsilistel omadustel ja maa sihtotstarbel, ei peegelda enam kõiki peamisi arenguvõimalusi, kuivõrd ka nähtavus ja atraktiivsus on paljuski digitaalne. Digitaalse ruumi uued keskused tekivad sotsiaalmeedia platvormide ja reklaami kaudu ning antud kriteeriumitele ei vasta ilmtingimata enam vaid füüsiliselt keskse asukohaga paigad. Pealegi ei järgi jalakäijate liikumine enam tingimata kommertstegevust, kuna ka ostud tehakse enamjaolt internetis ja konkreetne füüsiline asukoht linnas või kättetoimetamiskoht ei ole kuigi oluline.

Tuleviku linna- ja asumiplaanide loomisel tuleb arvestada, et paikadele

# META-CITY UNFINISHED

DAMIANO CERRONE, SPIN Unit

## INTRODUCTION

Good urban life is one of the main targets for planners and developers today. As key characteristics of liveable, socially balanced and attractive neighbourhoods, vibrant and active spaces have become valuable social assets to grant economic success. They are no less than a key resource for urban development, directing, and sometimes initiating, both the location and type of new investments.

The realisation of a new detail plan activates the potentials of urban places and participated investments when it is capable to address contemporary challenges and urban trends.

For already a decade, digital connectivity has been challenging the su-

premacy of physical space in explaining how people use and experience the city. Entirely new patterns of local, urban, and regional phenomena are emerging within the urban fabric. Successful and attractive urban spaces are no longer only those designed according to well established guidelines and standards, but also ones which derive from human activities and bottom-up processes.

## THE NEXT TELLISKIVI

The next Telliskivi will not look like Telliskivi. It will not be generated from the same processes and it will not be predictable. The next place in Tallinn will rise from the novelty in architectural design and socio-economic innovation.

Information based on designated land-uses of physical characteristics of urban space is no longer able to capture all the key development opportunities as visibility and attraction are to great extent also digital. New centralities in digital space are claimed through presence in social-media platforms and advertising and not necessarily only the physically central places fulfil these criteria anymore. Furthermore, pedestrian traffic does not necessarily follow commercial activities anymore, since the latter takes place online without a particular physical location in the city or a pick-up point.

Future urban and district plans have to be designed considering that places can be reached not only by physical means and that there are numerous alter-

LÕPETAMATA METALINN

päaseks ligi ka muul viisil kui füüsiliselt ning ühistranspordile on ka hulgaliselt alternatiive. Linnakujundamisel mängivad kesksed rolli kultuurne ja inimkapital – mida enam investeeritakse inimkapitali, seda edukam on projekt ning seda suurem investeringute tootlus.

Uutest majandustest ja tarnetee-nustest on saamas riigi rahastatavate avalike infrastruktuuride ja linna logistikavõrgustike peamised kasutajad, mis tähendab, et praegused liikluse mudelid ja -kavad tuleb üle vaadata vastavalt antud uue majandusmudeli loodule – see aga järgib pigem sotsiaalmeediaga seotud dünaamikat kui traditsioonilisi asukoha-teooriaid. Liikuvus kui teenus (MaaS) on saadaval ja taskukohane, ainus probleem seisneb selles, et seda paljuski eiratakse. Umbes 10 kuni 20 aasta jooksul on praeguste tehnoloogiate arengust saanud tohutu takistus, mistõttu tänased plaanid ja strateegiad osutuvad iganenult kasutuks.

## LINNAPLANEERIMISEST KOOSTOIME PLANEERIMISELE

SPIN Uniti esimene osa tuleneb Howard Gardneri multiintelligentsuse teooria mõistest *spatial intelligence* – ruumiline intelligentsus. Inimese kõikide võimete ja annete käsitlemisel väidab Gardneri

teooria, et inimesel ei ole vaid ühte üldist intellektuaalset võimekust, vaid mitu, sealhulgas muusikaline, keeleline, suhtlemis- ning ruumilis-visuaalne intelligentsus. Aastate jooksul on ruumiline intelligentsus, mis aitab meil ruumi ja ruumis olevate inimestega suhelda, liikunud materiaalselt mittemateriaalsele. Linnateooriad ning ka disaini- ja ehitusjuhendid olid mõeldud vaid füüsiliste objektidega seotud võimekusele, kus kehal ja töö ei ole sellist virtuaalset vormi, nagu neil on tänapäeval.

Arendajatel tuleb leida linnaplaneerimisele uued pidepunktid kommunikatsiooniteooriates, teekonna planeerimises ja analüütilises improvisatsioonis. Need uued võimekused üheskoos toovad linnaplaneerimisse suhteturunduse, et luua uued ruumilised kogemused, millega on kasulik koos toimida. Sellest omakorda tuleneb idee, mille kohaselt on linnaplaneerimine aina enam ka koostoime planeerimine. Iga tegevus ruumis on nähtavas ja virtuaalses maailmas aset leidva koostoime tulem. Uus linn, uus eluasemeprojekt ja uus avalik ruum on edukas siis, kui see arvestab ühtaegu inimestega nii digitaalse kui füüsilise maailma keskmes.

META-CITY UNFINISHED

natives to public transport. Cultural and human capitals will be central for urban design, and more investment in human capital will bring the project a success and generate the return on investment. New economies and delivery services are becoming major users of publicly funded public infrastructures and urban logistic networks, meaning that current traffic models and plans should be rethought in regard to those new-economy generated movement – which follows dynamics that are related to social media more than traditional location theories. Mobility as a Service (MaaS) is present and affordable; the problem is only that it is widely ignored. In the matter of 10 to 20 years, the evolution of technologies that are already present today will be incredibly disruptive, rendering current plans and policy obsolete.

## FROM URBAN PLANNING TO INTERACTION PLANNING

The SPIN from SPIN Unit stands for Spatial Intelligence, from the theory of multiple intelligences proposed by Howard Gardner. In order to capture the full range of abilities and talents that people possess, Gardner theorises that people do not have just an intellectual capac-

ity, but have many kinds of intelligence, including musical, interpersonal, spatial-visual, and linguistic intelligences. With the years, the spatial intelligence, the one that help us interact with space and other people in space, moved from the tangible to the intangible. Established urban theories, as well as design and constructions manuals, were designed for an intelligence that deals only with physical objects and where the body and labour have no virtual form as it has today.

Developers have to find new references for urban design in communication theories, journey planning and analytical improvisation. Those new capacities together will bring relational marketing into urban planning in order to design new spatial experiences that are worth interaction with. From this comes the idea that urban planning will be more and more interaction planning. Every single action in space is the product of an interaction in the visible and virtual space. The new city, the new housing project and the new public space will be successful if it considers at the same time people both at the centre of the digital and the physical.

## ATLASE LOOMINE

Uued ideed tulenevad uuest disainist ja uutest majandusmudelitest ning ka uutest sotsiaalsetest normidest ja demograafilistest muutustest. Kuid eeskätt on oluline saada linnast selge, kui mitte igakülgsest ammendav kaart. Eri kartoograafiate põhjal füüsiliste ja digitaalsete jälgede kogumine on esimene samm, et sukeldata tohutusse andmehulka, mis meil juba praegu on Tallinna kohta saadaval. Andmeid peetakse sageli vääramatuks – vaatamata andmete kogumise ja korramise protsesside korrektsusele hõlmab kaardistamine hulgaliselt juhuslikke valikuid. Need on vajalikud, et juurutada konkreetset vaatenurka ning suunata lugeja teatud argumentide poole. Siinkohal rakendame juba varasemalt metaMorfoloogia mõiste all tutvustatud vaatepunkti, mis tähistab andmete kategoriseerimist ja grupeerimist vastavalt sellele, mis esindab linnaruumi, inimtegevusi ja sotsiaalseid või majanduslikke väärtusi.

Uurimus keskendubki kolme analüütilise kategooria – Ruumi, Tegevuste ja Väärtuste – koosmõjule ning aitab mõista eri paikade võimalikke potentsiaale. Lisaks sellele käsitletakse erinevaid lähenemisi planeerimisele ja strateegilistele põhimõtetele ning ka vastavaid vahendeid.

## MAKING AN ATLAS

New ideas will rise from new design and economic models together with new social norms and demographic change. But essentially, it is necessary to have a clear, if not exhaustive map of the city. Gathering physical and digital traces over a series of cartographies is the initial step to dive in enormous amount knowledge already available in Tallinn. While data are often considered irrefutable, regardless of the correct execution of collection and organisation processes, the act of mapping involves a cascade of arbitrary choices. Those are necessary to instil a specific view point and drive the reader towards a selected group of arguments. Here we use the perspective already introduced before as metaMorphology that is the categorisation and grouping of data according to what is representing urban Space, human Activities and social or economic Values.

Focusing on the interplay between three analytic categories, Space, Activities and Values, the study provides insights in different kinds of potentials in various locations. Furthermore, it discusses different approaches to or tools of planning and policy.

MetaMorfoloogia kolme komponendi analüüsis keskendutakse linnategevuse mudelitele ja sotsiokultuurilistele suundumustele. Neid Tallinna muutuva kesklinna alles ilmnevaid ja vähem teada mõõtmeid analüüsiti digitaalsete jälgede abil, mis saadi avatud andmehoidlatest, sotsiaalmeedia andmetest ja kohapeal kogutud käitumisandmetest.

Antud platvormidevaheline uurimus ruumidest, tegevustest ja väärtustest võimaldab meil profileerida avalikke ruume, äritegevusi ning ka ostlemist ja vabaajategevusi vastavalt sellele, kuidas inimesed linnaruumis ja sealsetes rajatistes suhtlevad.

RUUM

Ruumiloome ja konfiguratsiooniliste omaduste mõõtmine linnaruumi ligipääsetavuse ja kesksuse väljatoomiseks. Tunnistame, et ruumiline paigutus mõjutab siiani kasutust ning loob võimalusi majandusarenguks, kuid digiteenuste ja uute sotsiokultuuriliste suundumuste tagajärjel selle roll siiski muutub.

TEGEVUSED

Inimtegevuse mudelite intensiivsuse ja keerukuse mõõtmine jaemüügituru, teenuste ja vabaajategevuse kaudu. Töötasime välja unikaalse meetodi, kuidas klassifitseerida tegevusi traditsiooniliste ja sotsiaalmeedia andmete abil, et näha, mida inimesed tegelikult teevad, selle asemel et keskenduda ruumide ja hoonete formaalsetele funktsioonidele.

VÄÄRTUSED

Sotsiokultuuriliste ja majanduslike väärtuste mõõtmine. Kaardistatakse kinnisvaratehingute hindu ja Airbnb andmeid, et leida praeguse elamufondi hinnamustrid. Kasutatakse Foursquare'i (ja seeläbi paljude populaarsete teenuste) ja Instagrami andmeid, et kaardistada paikade populaarsust ja hinnata linnaruumide atraktiivsust. Samuti kasutame antud paikade kasutuse ja aktiivsuse kohta saadud andmeid nende sotsiokultuurilise väärtuse mõtmisel.

ANDMEKOGUMID

- Tallinn aluskaardi andmed (TAR)
- Katastriüksuse piirid Harjumaal
- Halduspiirid
- Tallinna Foursquare paikade andmed ajavahemikul 13.10.2017

kuni 16.12.2018

- Elanike arv kesklinnas 1.1.2008
- Elanike arv kesklinnas 1.1.2013
- Elanike arv kesklinnas 1.1.2018
- Elanike arv kesklinnas 1.6.2018
- Demograafilised andmed
- Tallinna elanike arv 1.1.2008
- Tallinna elanike arv 1.1.2013
- Tallinna elanike arv 1.1.2018
- Tallinna elanike arv 1.6.2018
- Ruudustik 50×50 – kasutatakse elanike andmete alusena
- Tallinna mobiilse positsioneerimise andmed aastast 2014
- Airbnb pindade andmed
- Parkimisandmed metaPARK projektist
- Ühistranspordi andmed
- Ühistranspordi valideerimisandmed
- Jalgrattastrateegia kihistused
- Rahva ja eluruumide loendus 2011
- Eluruumi asustatus
- Haridustase
- Eluruumide hoone tüüp
- Rahvaarv 2011
- Eluruumi pindala ja tubade arv
- Maatükid
- Eesti Ehitisregistri andmed (EHR)
- Geomeetriad
- Avalike Instagrami-piltide andmed 2015–2019

- Tallinn Population in 1.1.2008
- Tallinn Population in 1.1.2013
- Tallinn Population in 1.1.2018
- Tallinn Population in 1.6.2018
- Grid 50×50 – that is used as basis for population data
- Tallinn mobile positioning data from 2014
- Observations of Airbnb venues
- Parking data sourced from metaPARK project
- Public transport data
- Public transport validation data
- Bicycle strategy layers
- Population and Housing Census 2011
- Residential occupancy
- Education level
- Residential building type
- Population 2011
- Surface area of residential spaces and number of rooms
- Block parcels
- Estonian Buildings Registry Info (EHR)
- Geometries
- Observation of publicly available Instagram images 2015–2019

After processing all data layers of different source and topology (buildings, parcels, streets, grids, points), we have

Pärast kõikide erinevate allikate andmekihtide ja topoloogia (hooned, maatükid, tänavad, võrgustikud, paigad) töötlemist, jaotasime andmed kvartalite ja kruntide kaupa järgmiselt:

- Kvartalite alajaotustest tulenevad andmed (hooned ja krundid):
- Ühenda omadused asukoha järgi – kanna keskmised väärtused hoonetelt vastavatele kvartalitele
- Kvartalitest sõltumatud vormid (tänavad, ruudustikud):
- Kanna keskmised väärtused hulknurgalt ruudustikule 50×50
  - Kanna keskmised väärtused ruudustikult kvartalitele

Tulemuseks on igal Tallinna kvartalil ja krundil 143 andmeveergu. Seejärel andmekogum kategoriseeriti vastavalt Ruumile, Tegevustele ja Väärtustele:

RUUM

- Krundi pindala
- Krundi täisehitusprotsent
- Krundi tihedus
- Hoone – pindala
- Hoone – brutopind
- Hoone – Kvartali ülekantud FAR
- FAR krunt
- FAR kvartal

sampled the data by blocks and parcels through the following procedure:

- Data coming from subdivisions of blocks (Buildings and parcels):
- Join attributes by location – transfer average values from buildings to the block that contains them
- Shapes unrelated to blocks (streets, grids):
- Transfer average values from polygons to a square grid 50×50
  - Transfer average values from square grid to blocks

As a result, each block and parcel in Tallinn have 143 data columns of information. The dataset was then categorised according to Space, Activities and Values

SPACE

- Parcel Floor Area
- Parcel Percentage Covered
- Parcel Density
- Building – Floor Area
- Building – Gross Area
- Building – FAR Block transferred
- FAR Parcel
- FAR Block
- Parcel Area
- Parking Spaces

- Krundi suurus
- Parkimiskohad
- Parkimine tänaval – parkimiskohad
- Parkimine tänaval – eeldatav tulu
- Garaažid ETAK
- TAR Muud sõidetavad teed
- TAR Jalakäija- ja rattateed
- TAR Tänavad autodele
- Krundi kaugus koolist
- Krundi kaugus ühistranspordist
- Liikuvus – Keslinna kõndimise aeg
- Liikuvus – Rattaga keslinna sõitmise aeg
- Liikuvus – Ühistranspordiga keslinna sõitmise aeg
- Liikuvus – Autoga keslinna sõitmise aeg
- Kvartal Kaugus ühistranspordist
- Kvartal Kaugus pargist
- Kvartal Kaugus kesklinnast
- Ligipääsetavus – linn
- Ligipääsetavus – naabruskond
- Ligipääsetavus – piirkond
- Ühistranspordi hinnatase
- Kvartali kaugus koolist
- Teekonnaplaneerija Auto
- Teekonnaplaneerija Jalgratas
- Teekonnaplaneerija Jalakäija
- Teekonnaplaneerija Ühistransport
- Segmendiinfo
- Ehitusalase pinna SW
- Tänavapind

- Könniteed
- Könnitavus – Kvartali ala
- Könnitavus - Risttahukalikkus
- Kvartali tihedus
- Kvartali hoonepinnad
- Krundi suuruse mitmekesisus
- Krundi hoone kõrgus
- Krundi hoonefrondi suhtarv
- Kompaktsus
- Krundi kompaktsusindeks
- Krundi laius
- Könniteede suhtarv
- Könnitee perimeetrini
- Hoonefrondi suhtarv 5m
- Hoonefrondi suhtarv 10m
- Hoonete arv
- Tänaava laius
- Puud ETAK
- Pargiala

TEGEVUSED

- Aktiivsus, kuu
- Aktiivsus, nädalapäev
- Aktiivsus, tund
- Tänavaelu öösel VK-FS-IG
- Tube korteri kohta
- Korteri pindala
- Kasutatud ruumid
- Piirkonna korteri suurus
- Vabad ruumid
- Airbnb asukohad
- Elutoad

Analysing all three components of metaMorphology, the emphasis is on urban activity patterns and socio-cultural trends. These emerging and less-known dimensions of changing Tallinn city centre are analysed through digital traces obtained from open-data repositories, social media data, and behavioural data gathered on site.

This cross-platform study of spaces, activities, and values allows us to profile public space, business activities, as well as shopping and leisure activities according to how people interact in city spaces and in its amenities.

SPACE

Measuring spatial design and the configurational properties to reveal the accessibility and centrality of urban space. We recognise that spatial configuration still affects use and creates potentials for economic developments, but its role is changing due to digital services and new socio-cultural trends.

ACTIVITIES

Measuring the intensity and the complexity of human activity patterns through the supply of retails, services and amenities. We have developed a unique method to classify activities using traditional and

social media data to help us to understand what people actually do, instead of focusing on formal functions of spaces and buildings.

VALUES

Measuring socio-cultural and economic values. Real-estate transaction prices and Airbnb data are mapped to find price patterns in the current housing stock. Foursquare (and through it, many other popular services) and Instagram data are used for charting a venue's popularity and ranking the attractiveness of urban spaces. We also use the data regarding the use and activeness of those venues as a proxy to measure their socio-cultural values.

DATASETS

- Tallinn's base map data (TAR)
- Cadastral boundaries for Harjumaa
- Administrative boundaries
- Observations of Foursquare venues of Tallinn between 13.10.2017 and 16.12.2018
- City Centre Population in 1.1.2008
- City Centre Population in 1.1.2013
- City Centre Population in 1.1.2018
- City Centre Population in 1.6.2018
- Demographic data

Eluruumi pindala ja tubade arv  
Toimumispaikade mitmekülgsus  
FS Toimumispaikade tihedus  
FS Toimumispaikade mitmekülgsus  
FS Toimumispaikade SW keerukus  
Krundi hoone kasutuse tihedus  
Krundi hoone kasutuse mitmekesisus  
Krundi hoone kasutuse SW keerukus  
Kvartali hoone kasutuse tihedus  
Kvartali hoone kasutuse mitmekesisus  
Kvartali hoone kasutuse SW keerukus  
Kvartal Kaugus OPT klastriini  
Kvartal Kaugus NEC klastriini  
OPT töökoha ümber  
NEC töökoha ümber  
Positium kodunt tööle  
Positium kodunt mujale  
Krundi OPT toimumispaigad  
Krundi NEC toimumispaigad  
OPT-NEC toimumispaigad  
proportsionaalselt  
Naabruskonna 400 OPT  
toimumispaigad  
Naabruskonna 400 NEC  
toimumispaigad  
FS Kohvikud  
Kohvikud-restoranid  
FS üritused  
Majutus ja toitlustus  
Hotellid  
FS Kontorid  
Äriruumid

Kvartalid kontorihoonetega  
Kontorid  
FS külastused  
FS külastused segmentidena

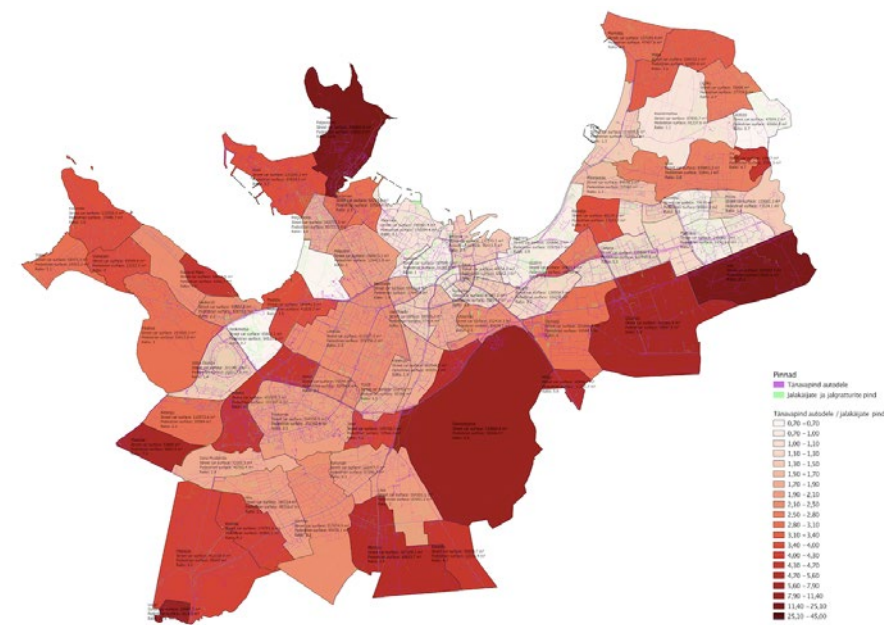
## VÄÄRTUSED

VK Paigad – Balti regioon  
VK Teekonnad – Balti regioon  
Asukohatuvastuse ja märgendiga  
Instagram  
VK Teekonnad – Tallinn  
VK-IG Kohalik-Turist  
Kvartali elanikkond  
Keskmine vanus kvartalis  
Haridustase kvartalis  
Elanikke eluruumis  
Elamutüüp  
Elanikkond juunis 2018  
Elanikkond jaanuaris 2018  
Elanikkond 2013  
Elanikkond 2011  
Elanikkond 2008  
Krundi OPT külastused  
Krundi NEC külastused  
OPT-NEC Külastused proportsioonis  
Ümbruskonna 400 NEC külastused  
Ümbruskonna 400 OPT külastused  
Külastuste mitmekesisus  
Millenniumipõlvkonna ajaveetmiskohad  
Visit Tallinn paigad  
IG geopositioneeritud märgendid  
Elamumaa väärtus m<sup>2</sup>

Krundi väärtus m<sup>2</sup>  
Kvartali maa väärtus m<sup>2</sup>  
Hoone Airbnb hind m<sup>2</sup>  
Krundi Airbnb magamistoa hind  
Kvartali Airbnb magamistoa hind  
Hoone vanuse SW  
Riiklik ja eraomand proportsionaalselt  
Kohandatav ruum  
Kasutamata hoonepinna  
Arendamata krundipinnad  
EI OLE kohandatav ERA  
EI OLE kohandatav AVALIK  
VÄHE kohandatavad alad  
KESKMISELT kohandatav  
Kohandatavad krundid ERA  
Kohandatavad krundid AVALIK  
Avalikud kohandatavad hulgad  
piirkonniti  
Eraomandis kohandatavad hulgad  
piirkonniti

Linnakeskustesse koondub kapital, töö-  
jõu taastootmine ja sotsiaalne suhtlus.  
Kõik kolm elementi võivad ühe paiga teha  
teistest edukamaks ning tulem on alati  
parem vastavalt sellele, mida paremini  
antud paika kasutatakse. Pargid toovad  
kasu nii nende kasutajate tervisele kui ka  
rahvastikule tervikuna, äritegevus teenib  
tulu omanikele ning pakub tööd ja teenu-  
seid ka elanikele, koolid ja muud avalikud  
asutused toetavad ühiskonna terviklikku  
arengut ja tööhõivet, ühistranspordisõl-  
med ja peatused hõlbustavad elanike  
liikumist ning vähendavad nende kesk-  
konnamõju.

Kogutud, klassifitseeritud ja visuali-  
seeritud informatsiooni põhjal loodi atlas,  
mida siinkohal kujutavad sidusrühmadele  
kõige olulisemat teavet kandvad kaardid.



Riigimaa avalik kasutus: Autoliikluse vs jalakäijateala suhe  
The public use of public land: Car vs Pedestrian area ratio



Linna teekatte kasutuse TAR andmed  
Use of urban surfaces extracted from TAR data



Linna teekatte kasutuse TAR andmed – suurendus  
Use of urban surfaces extracted from TAR data - zoom in

Parcel Building Uses Density  
Parcel Building Uses Diversity  
Parcel Building Uses SW Complexity  
Block Building Uses Density  
Block Building Uses Diversity  
Block Building Uses SW Complexity  
Block Distance To OPT Cluster  
Block Distance To NEC Cluster  
OPT Around Work  
NEC Around Work  
Positium home-work  
Positium home-second  
Parcel OPT Venues  
Parcel NEC Venues  
OPT-NEC Balance Venues  
Neighbourhood 400 OPT Venues  
Neighbourhood 400 NEC Venues  
FS Café  
Cafés-Restaurants  
FS Event  
Accommodation and catering  
Hotels  
FS Offices  
Business Offices  
Blocks with office buildings  
Offices  
FS Visits  
FS Visits snapped to segments

## VALUES

VK Points – Baltic Area  
VK Paths – Baltic Area  
Instagram geolocated and tagged  
VK Paths – Tallinn  
VK-IG Local-Tourist  
Block Population  
Block Average Age  
Block Education Level  
Occupancy of dwelling  
Residential building type  
Population June 2018  
Population January 2018  
Population 2013  
Population 2011  
Population 2008  
Parcel OPT Visits  
Parcel NEC Visits  
OPT-NEC Balance Visits  
Neighbourhood 400 NEC Visits  
Neighbourhood 400 OPT Visits  
Visits Diversity  
Millennial Hangouts  
Visit Tallinn Location  
IG Tags Geolocated  
Building Land Value sqm  
Parcel Land Value sqm  
Block Land Value sqm  
Building Airbnb Price sqm  
Parcel Airbnb Bedroom Price  
Block Airbnb Bedroom Price  
SW of Building Ages

Public-Private Ownership Balance  
Transformable Space  
Unused Building Space  
Undeveloped Parcel Space  
NOT Transformable PRIVATE  
NOT Transformable PUBLIC  
LOW transformable areas  
MID transformable areas  
Transformable Parcels PRIVATE  
Transformable Parcels PUBLIC  
Public Transformable Amounts by  
district  
Private Transformable Amounts by  
district

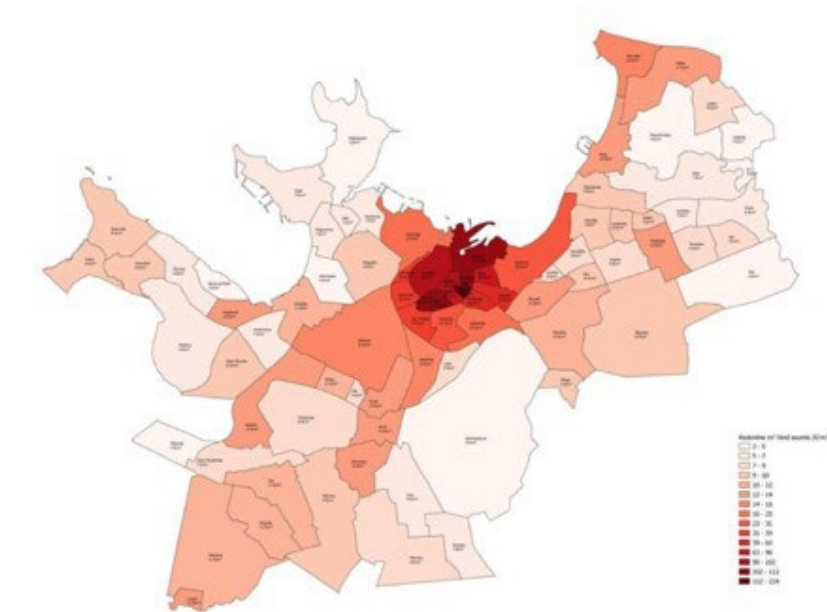
Urban centres are the place of concen-  
tration of capital, reproduction of labour  
and social interactions. All those three  
elements can make one place more suc-  
cessful than others and the outputs are  
always greater the better the space is  
used. A park provides health benefits  
to its users and the greater population,  
a business is generating income for its  
owner and provides jobs and services  
for other citizens, schools or other public  
utilities contribute to the greater devel-  
opment of society and supports labour,  
public transport hubs and stops provide  
mobility for the public and reduces their  
environmental impact.

All the information gathered, clas-  
sified and visualised went to produce  
an atlas that is represented here by the  
maps that were most relevant for our  
stakeholders.

Järgneval kaardil analüüsime maa ruutmeetri hinda üldkasutatava ja eramaa kruntide võrdluses

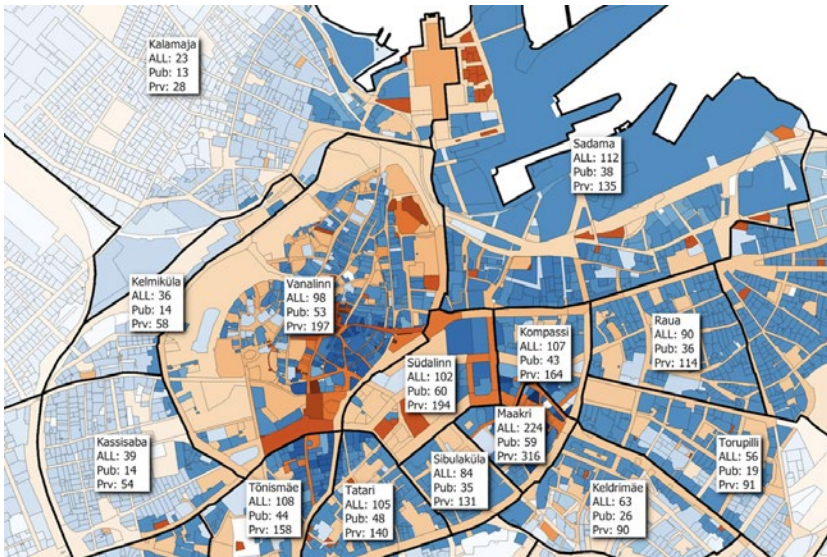
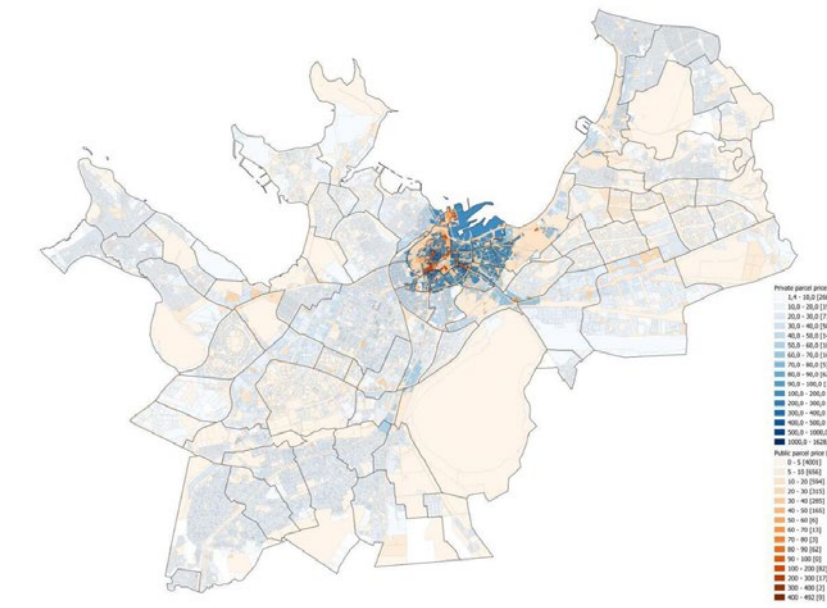
Üldkasutatava ja eramaa väärtuse märgatav erinevus tuleneb peaaesjalikult maa sihtotstarbest. Enamik üldkasutatavast maast hõlmab tänavaid ja parke, seevastu eramaa koosneb peaaesjalikult hoonetest või hoonestusõigusest. Kõrg-  
hoonetega Maakri kvartali kõrgeim keskmine maa hind on mõistetav. Kesklinnast kaugemal asuva maa hind jääb tagasihoidlikuks ega varieeru märkimisväärselt.

Teine oluline tähelepanek on suur maahinna erinevus vanalinna ja Loo-de-Tallinna, Kalamaja, Kassisaba ja Kelmiküla asumite vahel. Erinevus on niivõrd suur, et gentrifikatsioon antud piirkondades on ilmselge. Kuivõrd ajalooliseid puithooneid tuleb alati kaitsta ja hoolikalt restaureerida nende algses eluruumi- ja segakasutuses, on uued projektid tühjad kruntidel või tööstusmaal hea võimalus suurt tulu teenida. Antud asumites tuleks arendajatel suunata osa oma eelarvest avaliku ruumi parendamisele ja ajutiste kasutuste rajamisele.



Maa väärtus – üldkasutatav vs eramaa  
Maa üldine väärtus ruutmeetri kohta (piirkonniti) hiljutiste kinnisvaratehingute põhjal.

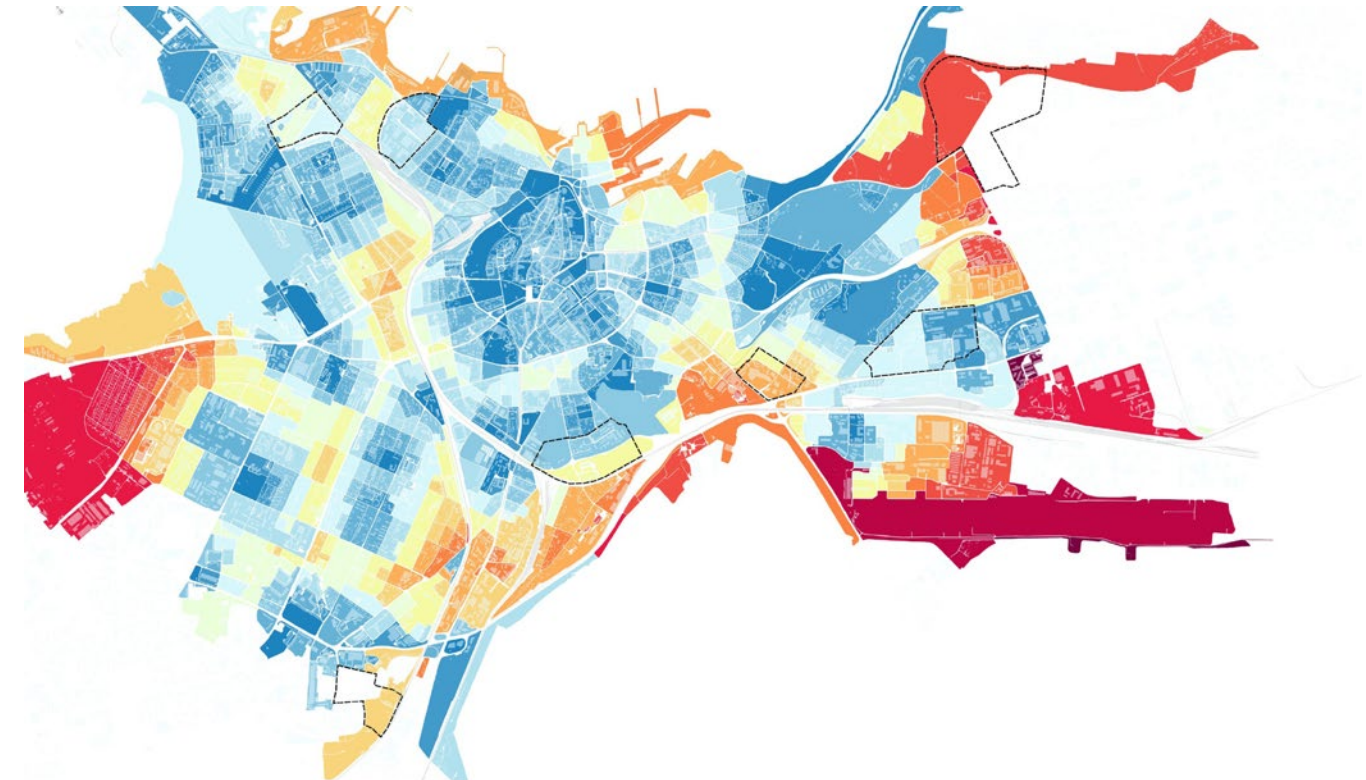
Land values – Public vs Private  
General land value per square meters (per districts) based on the most recent real estate transaction.



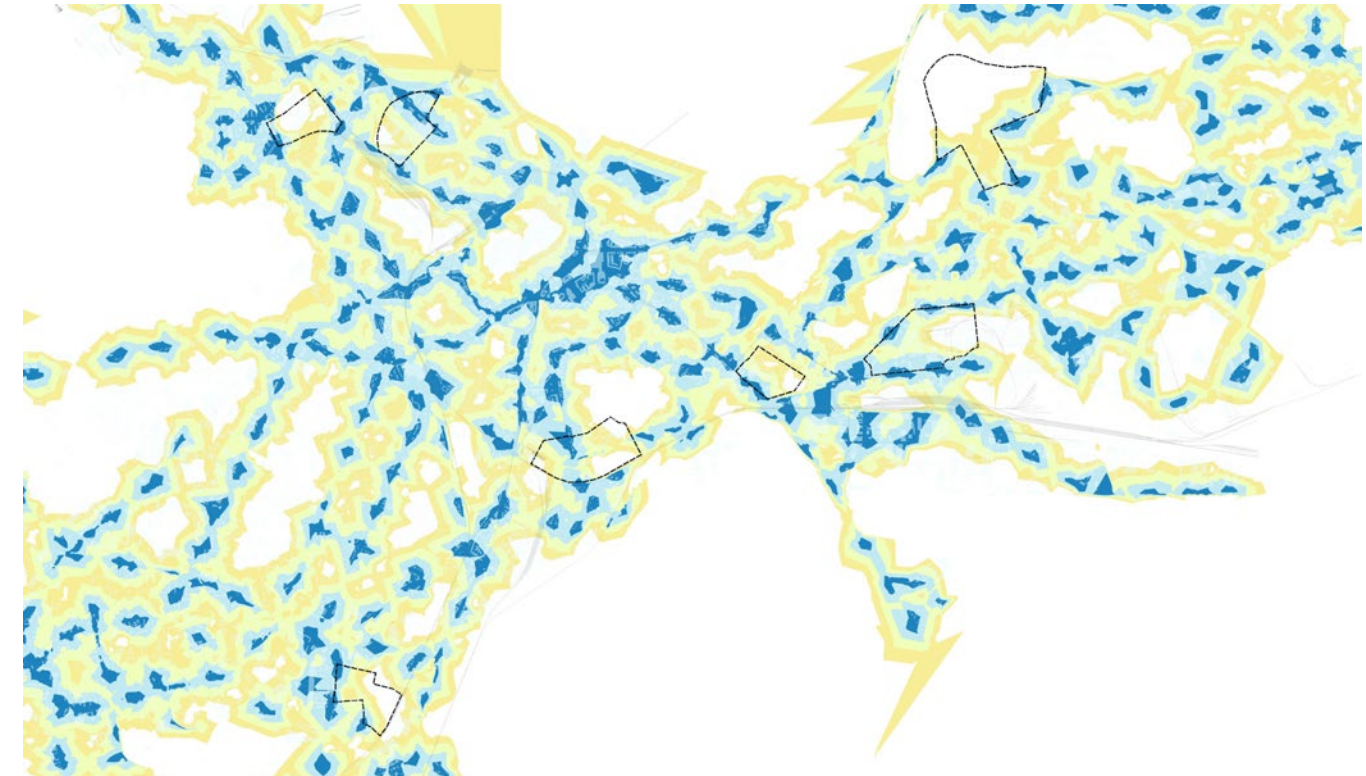
In the next map we analyse land values per square meter per parcel for private vs public land.

The marked difference between the value of public and private land comes largely from land use designation. Most public land includes streets and parks, while most private land consists of lots with buildings or building rights. Maakri with its high-rises has the highest average land value, which is understandable. Land values beyond the inner city are modest and show very little variation.

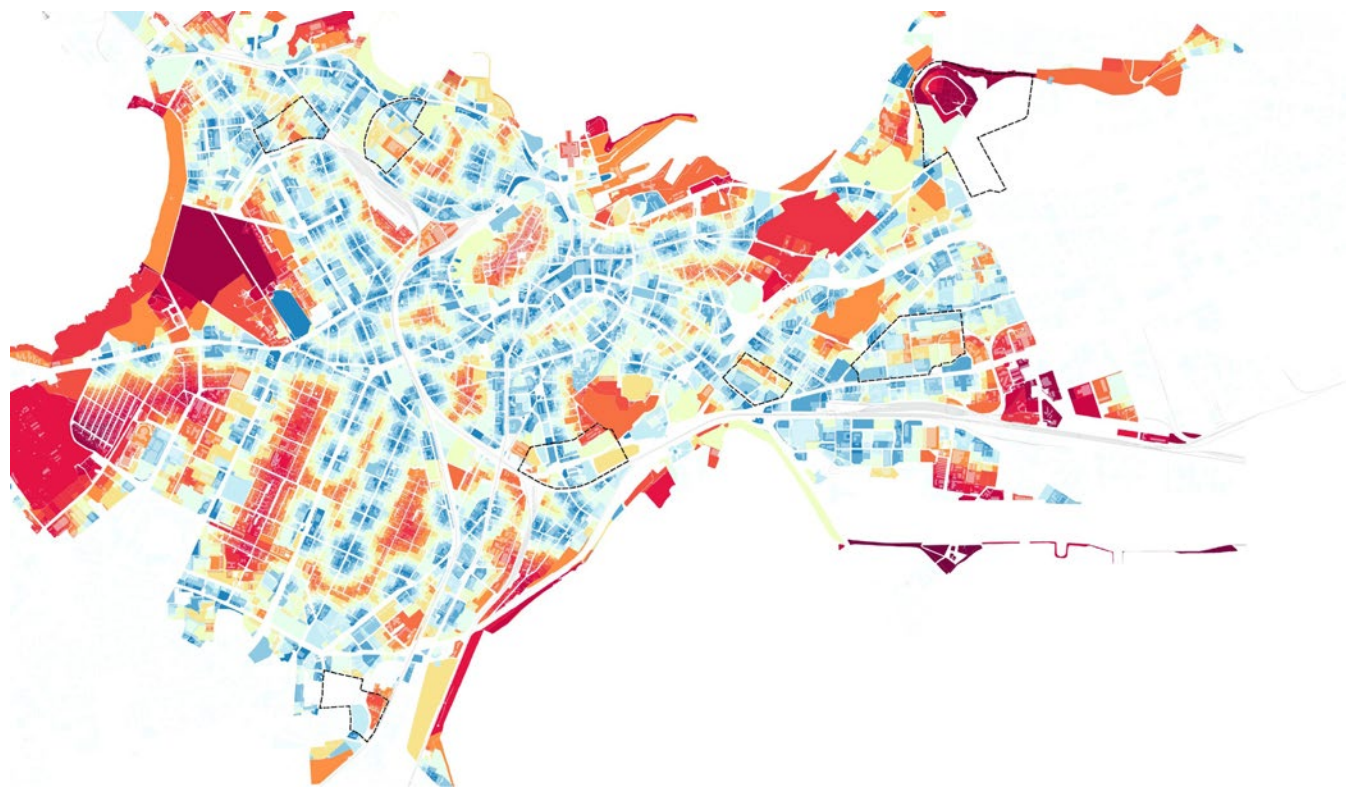
Another important observation is the sharp difference in land values between Vanalinn and the neighbourhoods to North-West, Kalamaja, Kassisaba and Kelmiküla. The difference is so extensive that further gentrification in those neighbourhoods is an obvious scenario. While the historic wooden buildings should always be protected and carefully restored in their original housing / mixed uses, new projects in empty or industrial lots offer great possibilities for high profits. In those areas, the developers should intervene to direct part of their budgets to improving public space and the establishment of temporary uses.



Kaugus parkidest  
Distance to parks



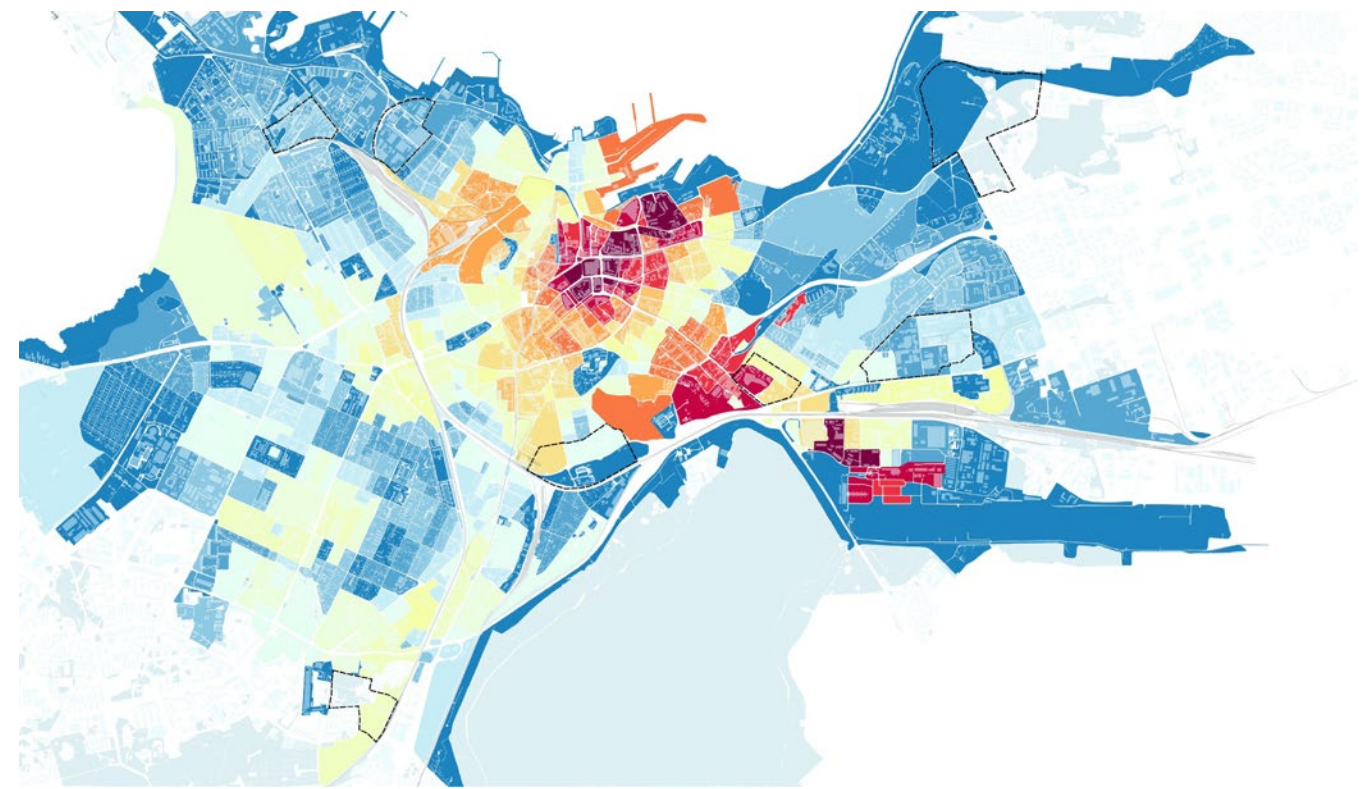
Ühistransport  
Public transport



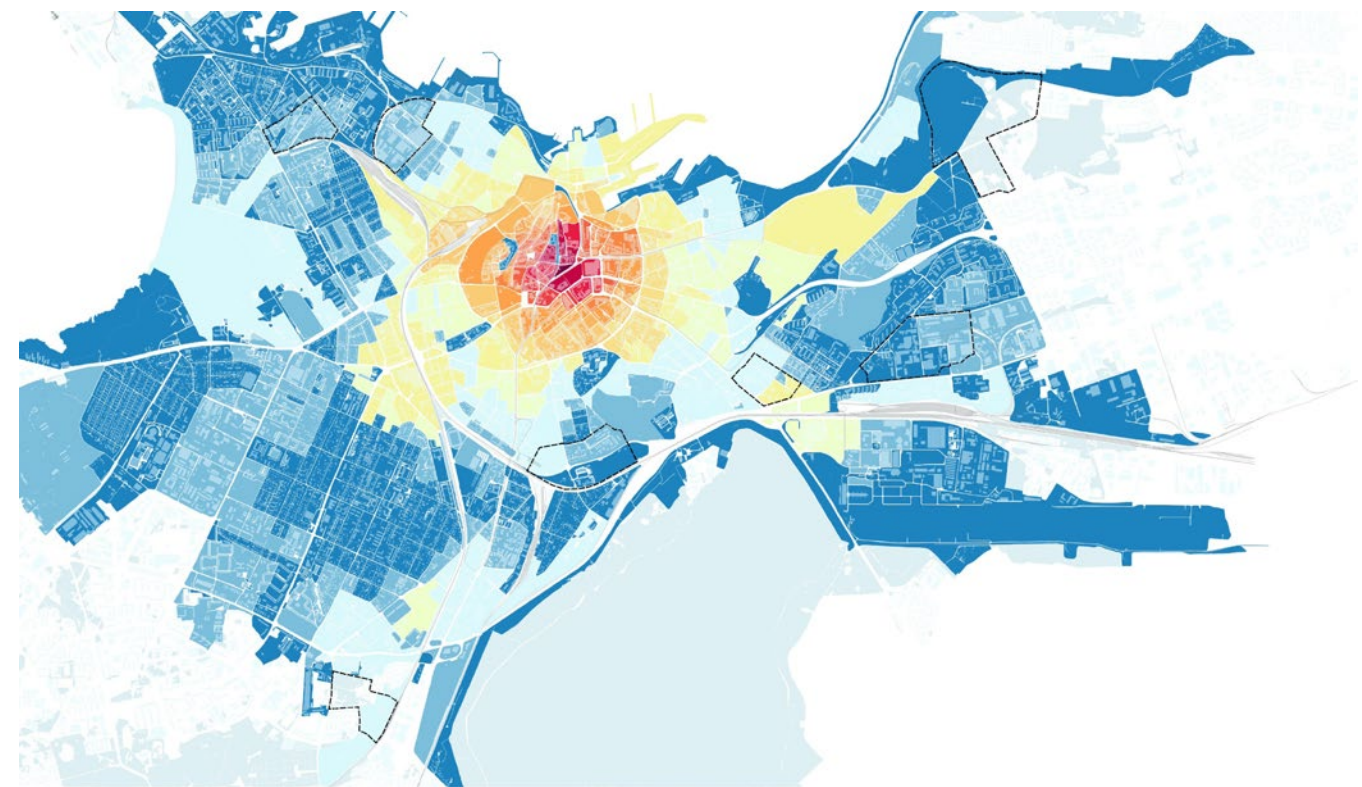
Ühistransport  
Public transport



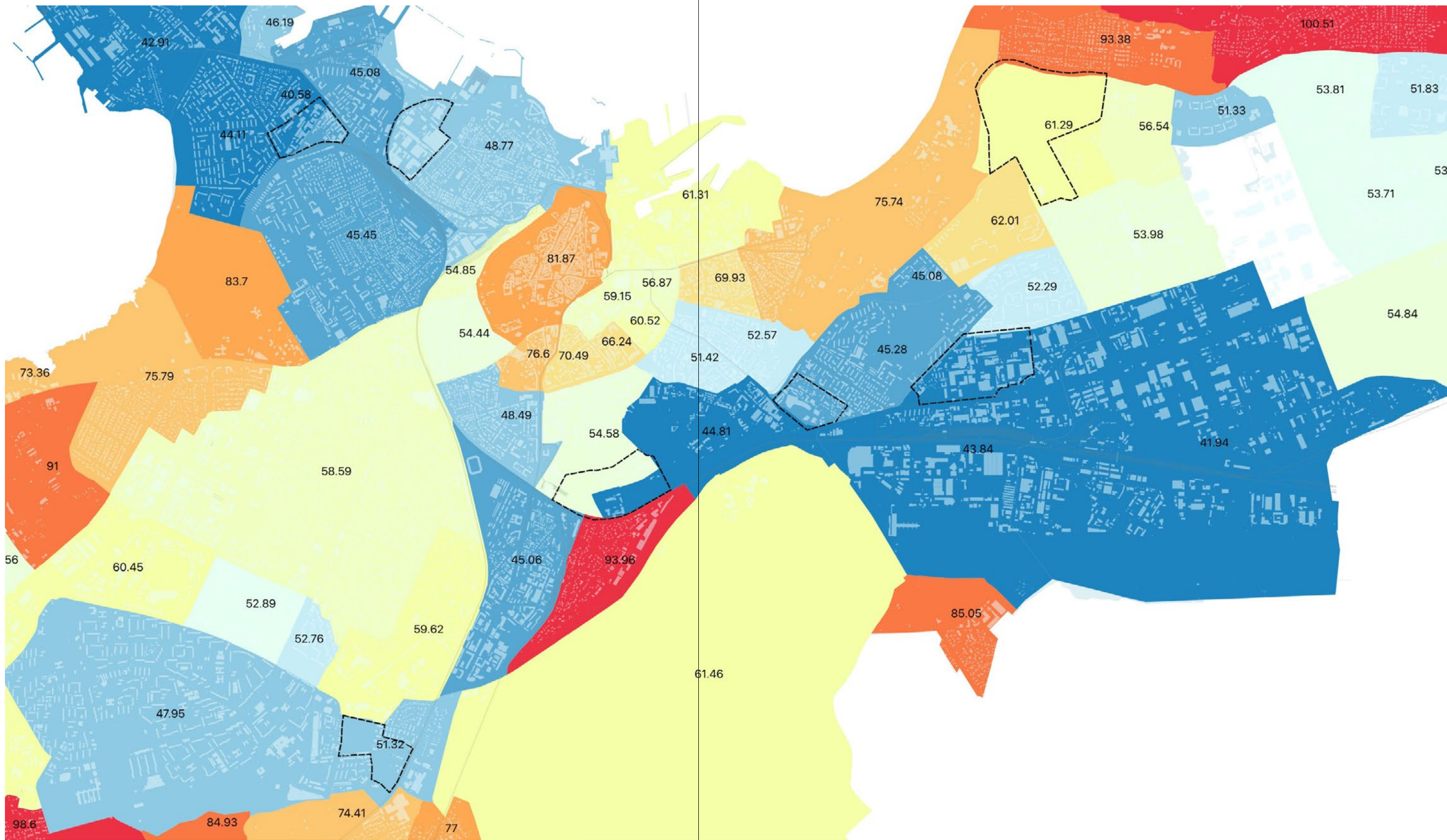
Koolide lähedus  
Proximity to schools



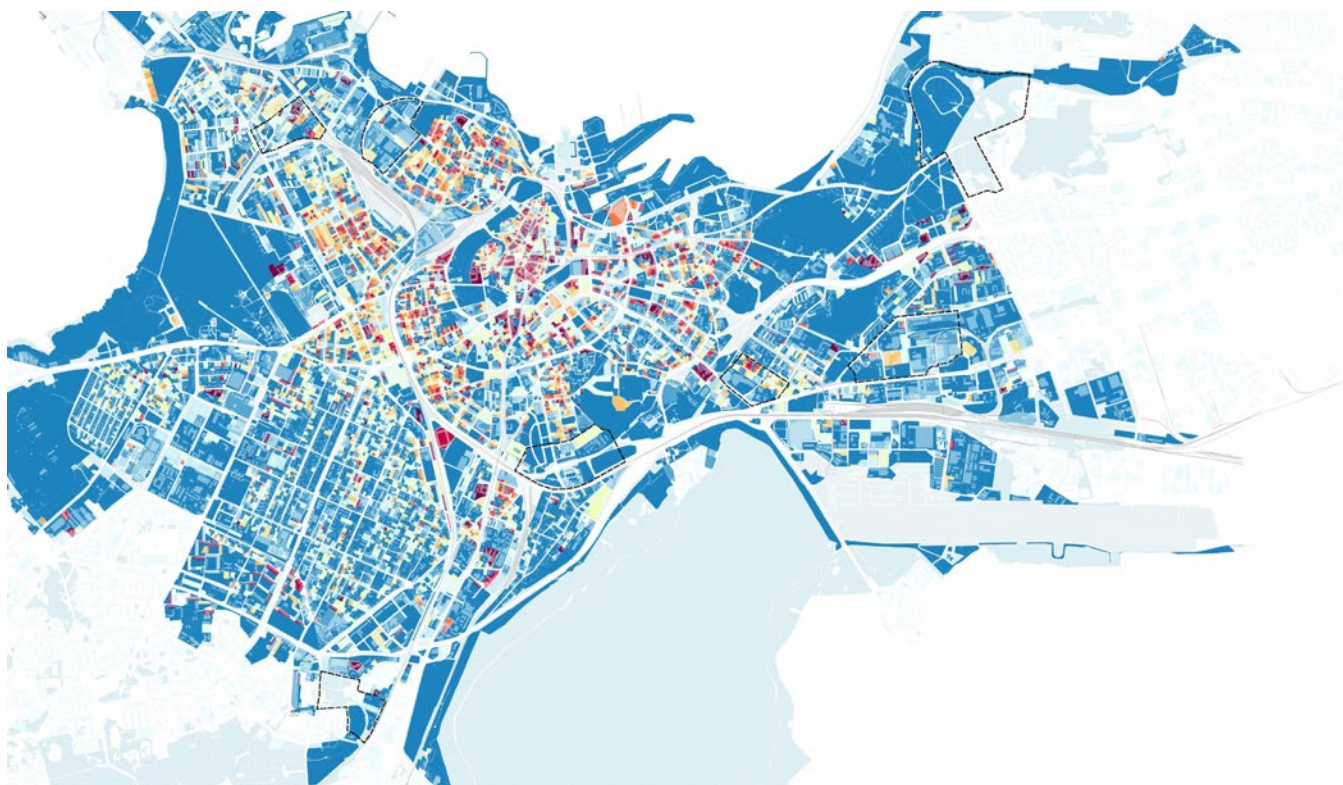
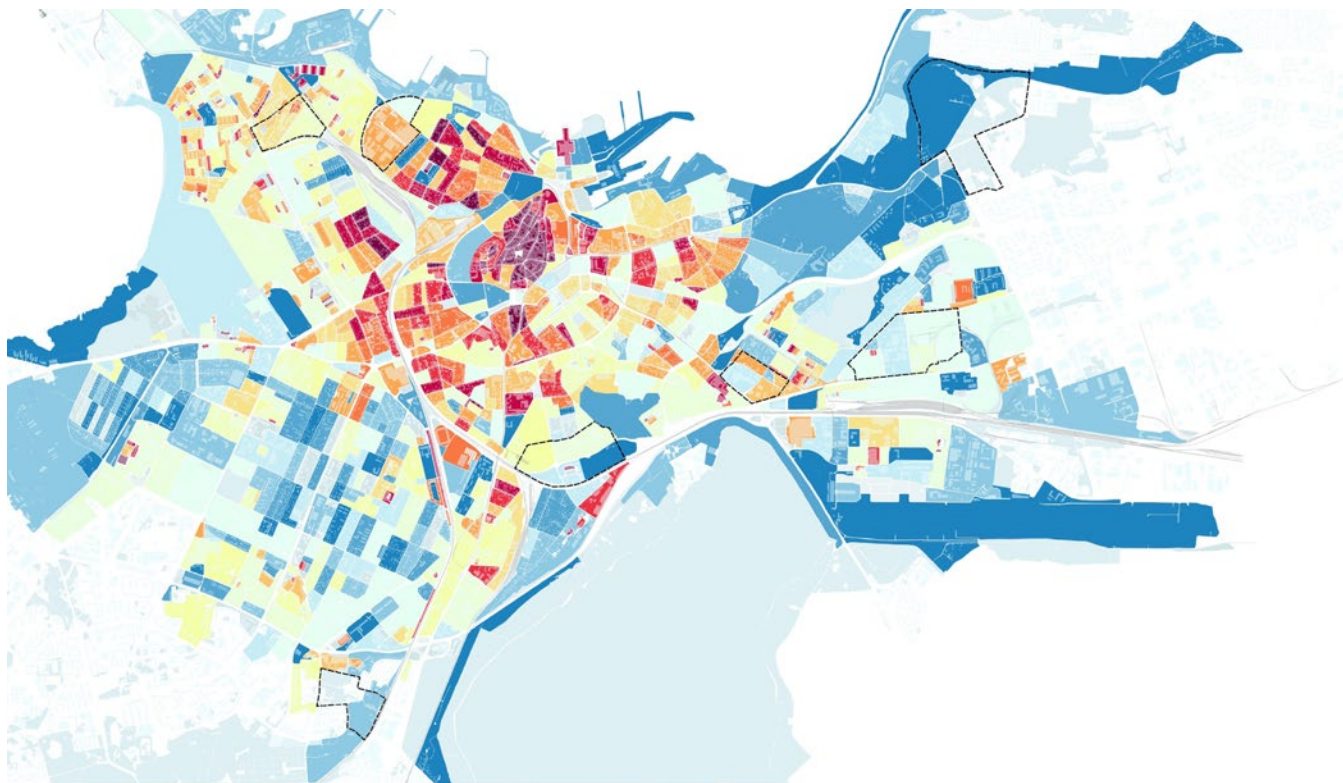
Vajalike tegevuste lähedus  
Proximity to necessary activities



Valikuliste tegevuste lähedus  
Proximity to optional activities



Korterite keskmine suurus  
Average flat size

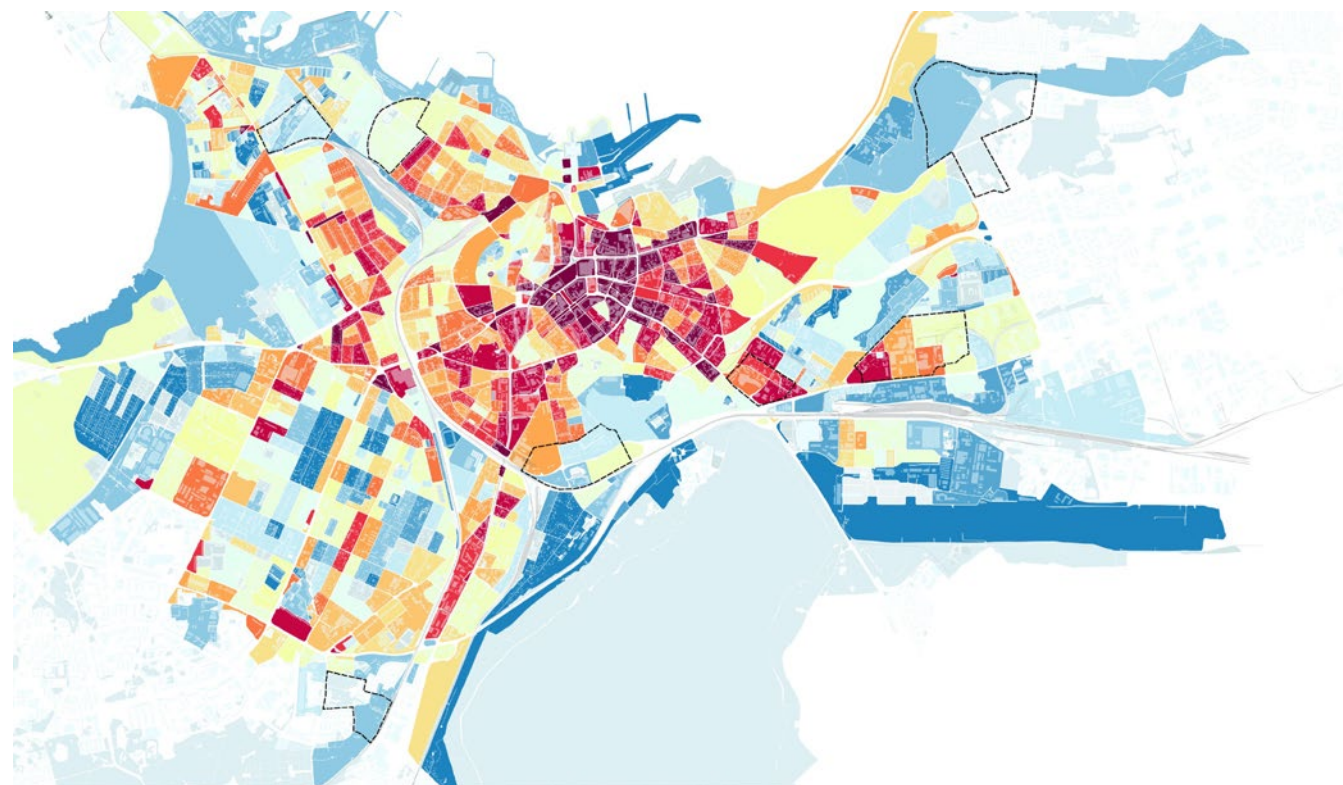
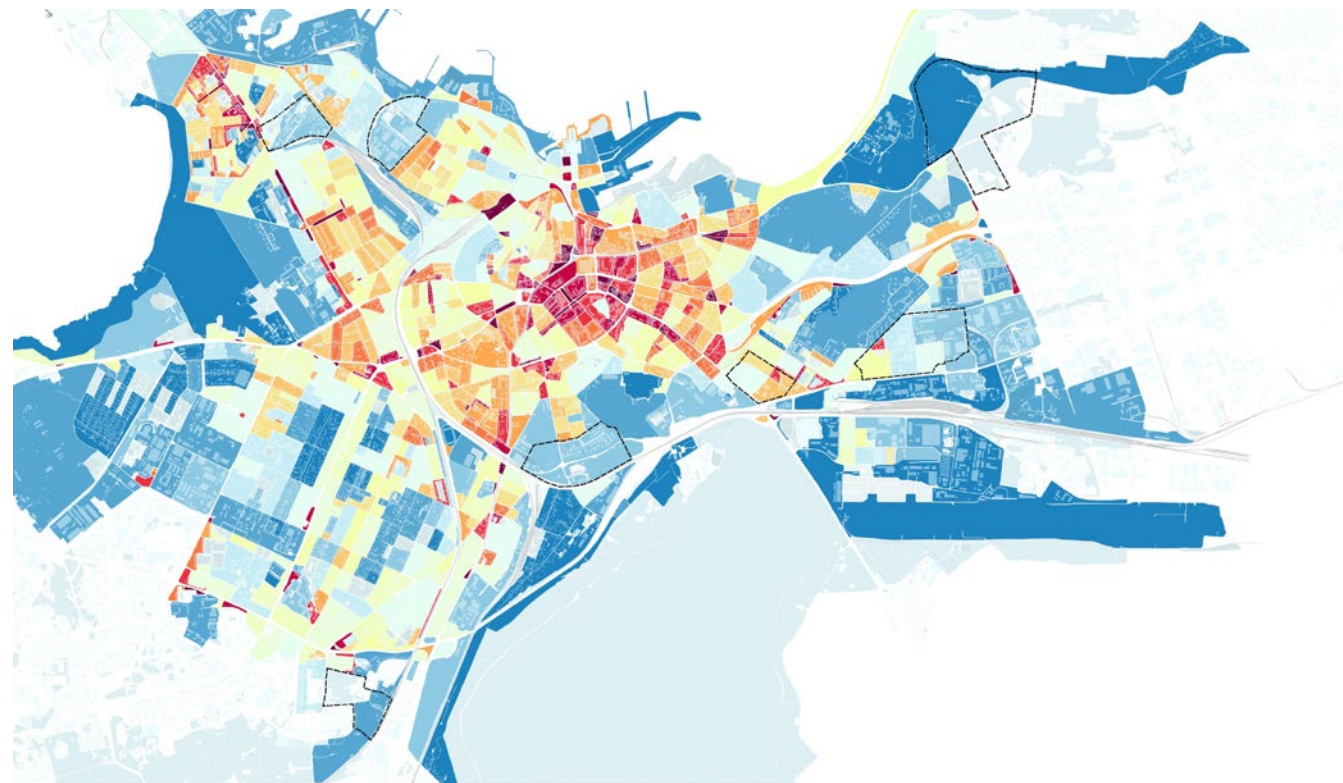


Hoonefronti suhtarv

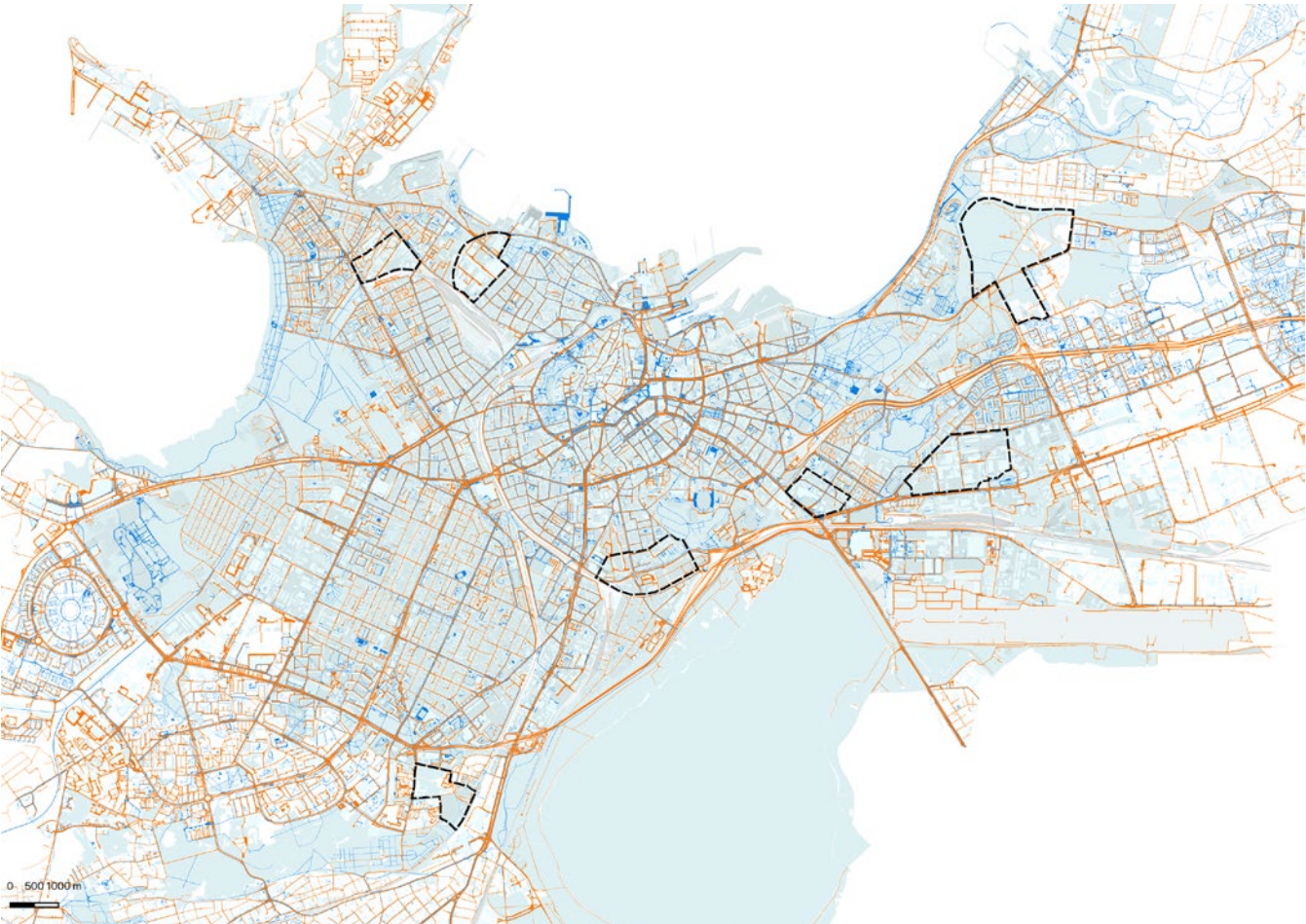
Antud indeks kirjeldab, mitu meetrit hoonefronti on sõiduteest vähem kui 5-meetrise tagasiastega. Tegemist on olulise näitajaga, sest mida suurem on kvartali või krundi pikkus, kus hooned piirnevad tänavajoonega, seda parem inimkogemusele, turvatundele ja sotsiaalse suhtluse võimalikkusele piki fassaadijoont.

Built front ratio

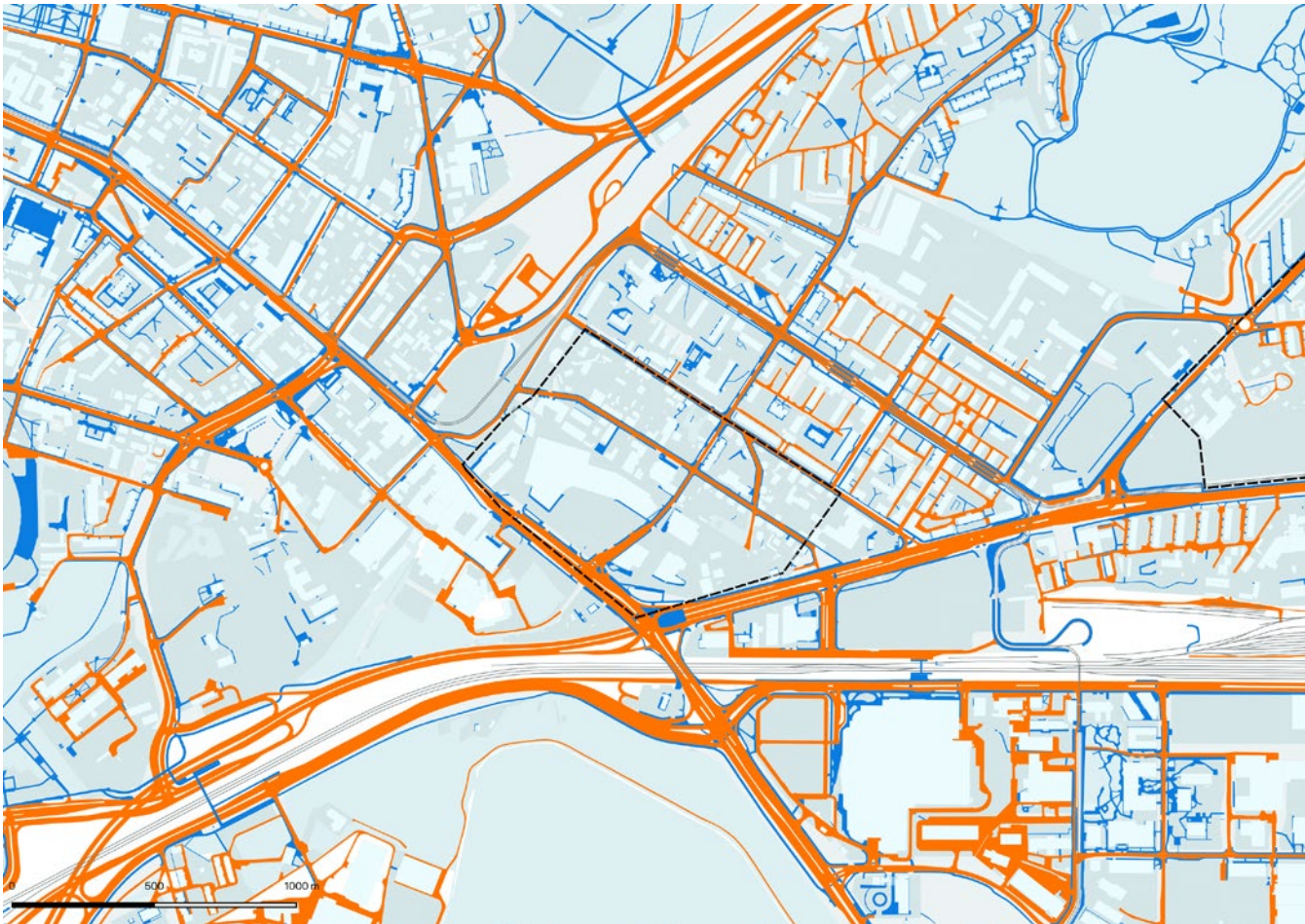
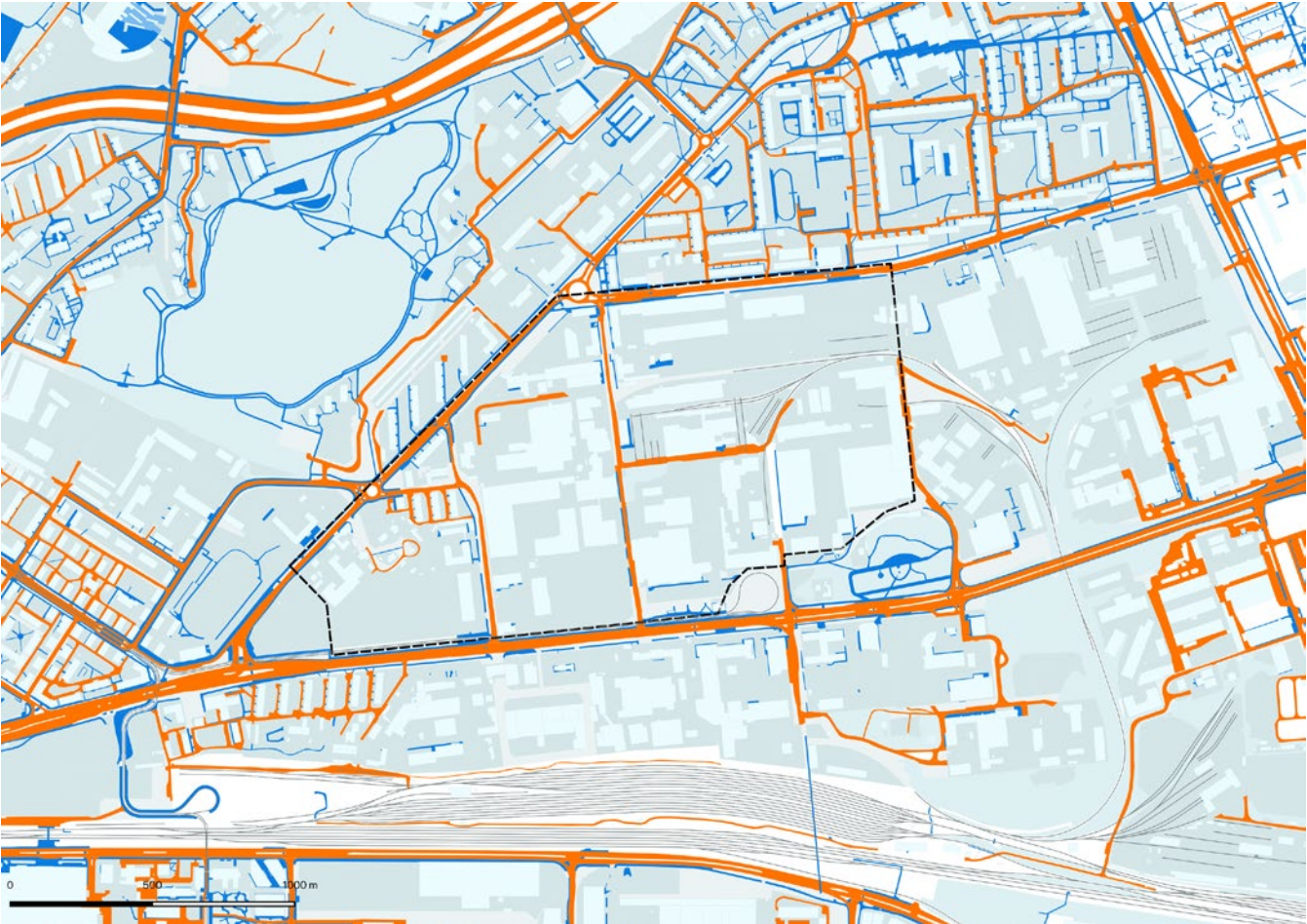
This index describes how many meters of building fronts are less than 5 meters offset from the streets. This metric is very important, because the higher the length of the block or parcel with buildings adjacent to the street, the better the human experience, sense of safety and possibility for social interactions along the facade.

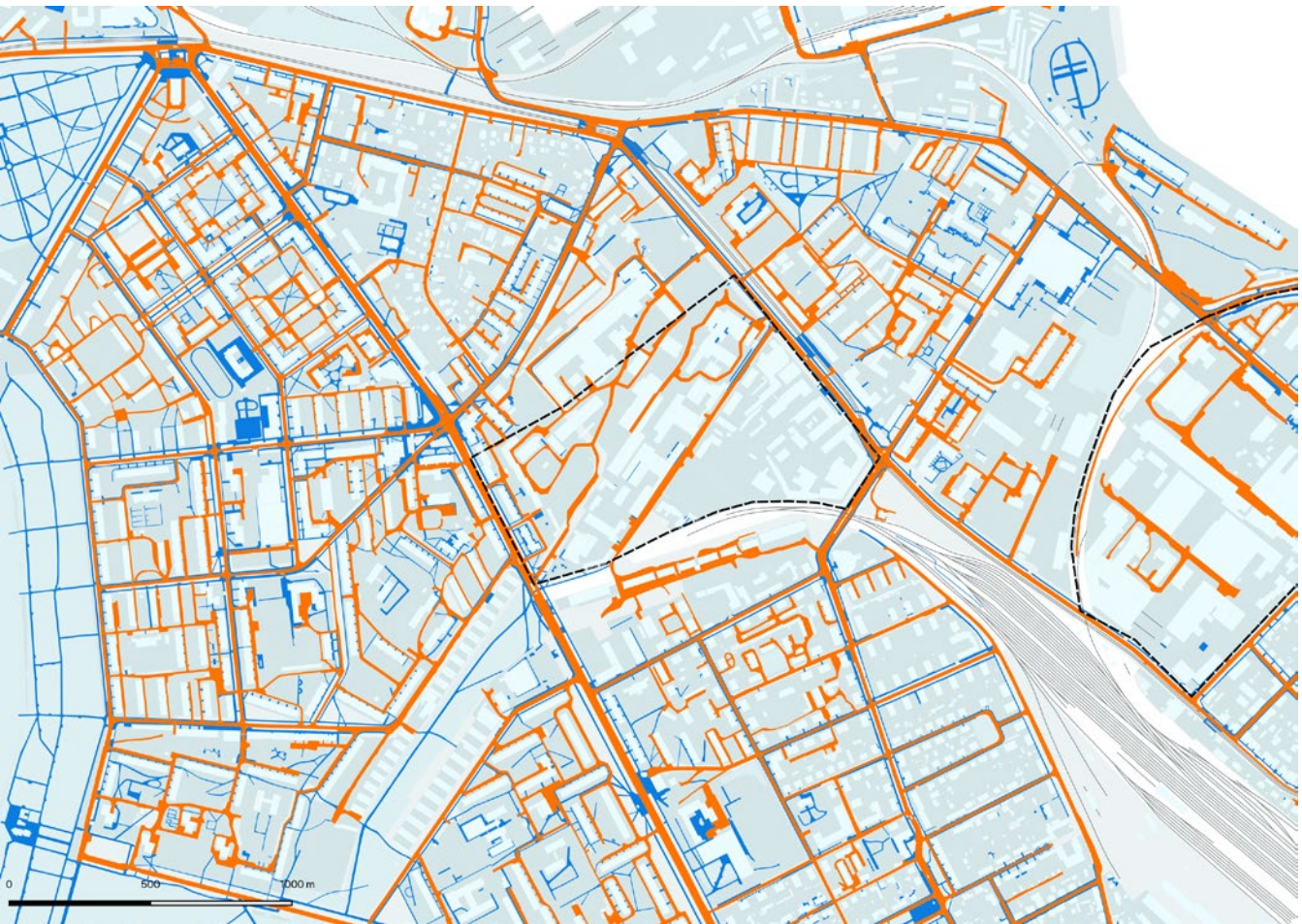


Kõnniteede suhtarv  
Sidewalk ratio



Jalakäijad (sinine) vs autoliiklus (oranz)  
Focus on Pedestrian (blue) vs Car (Orange)

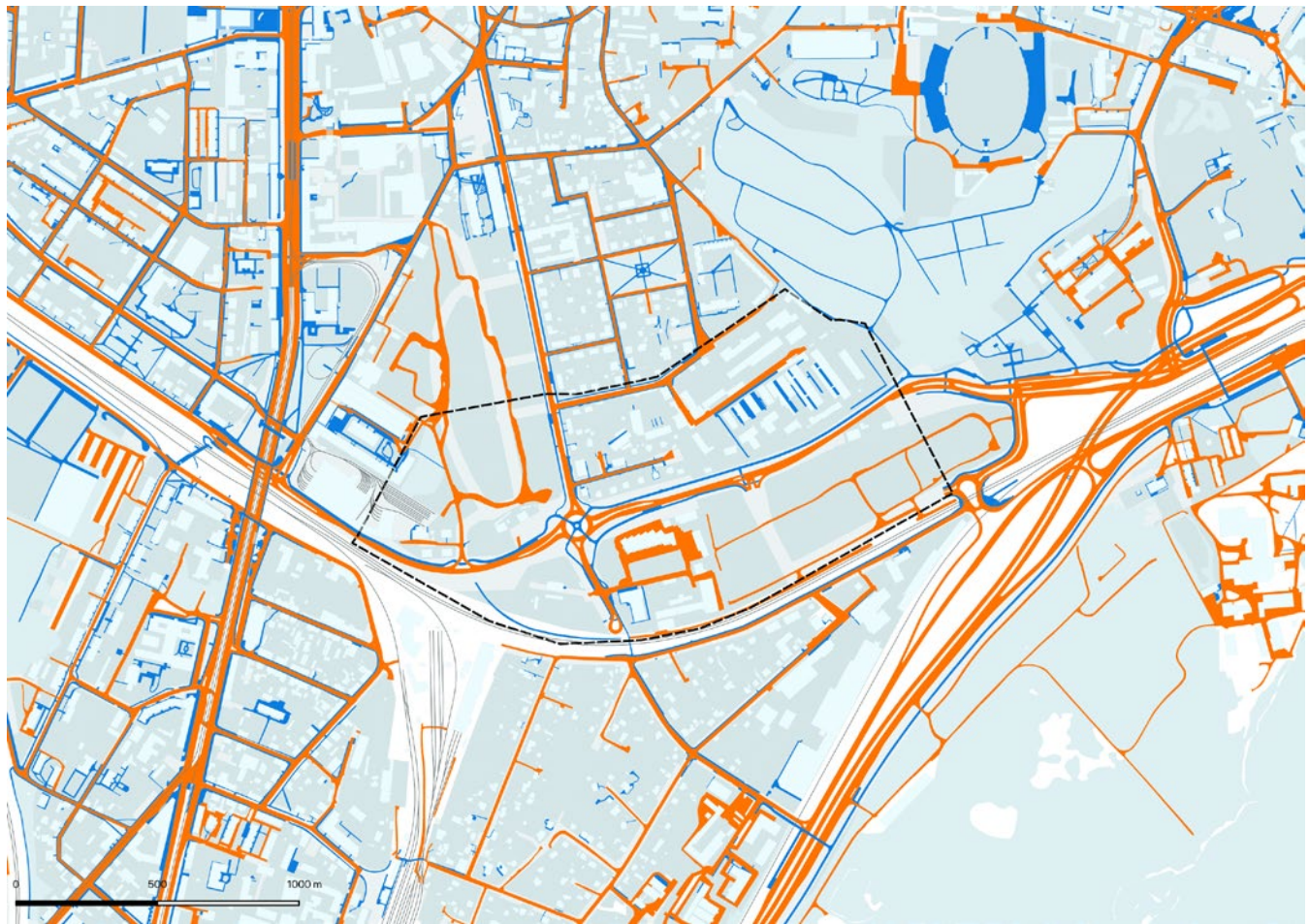




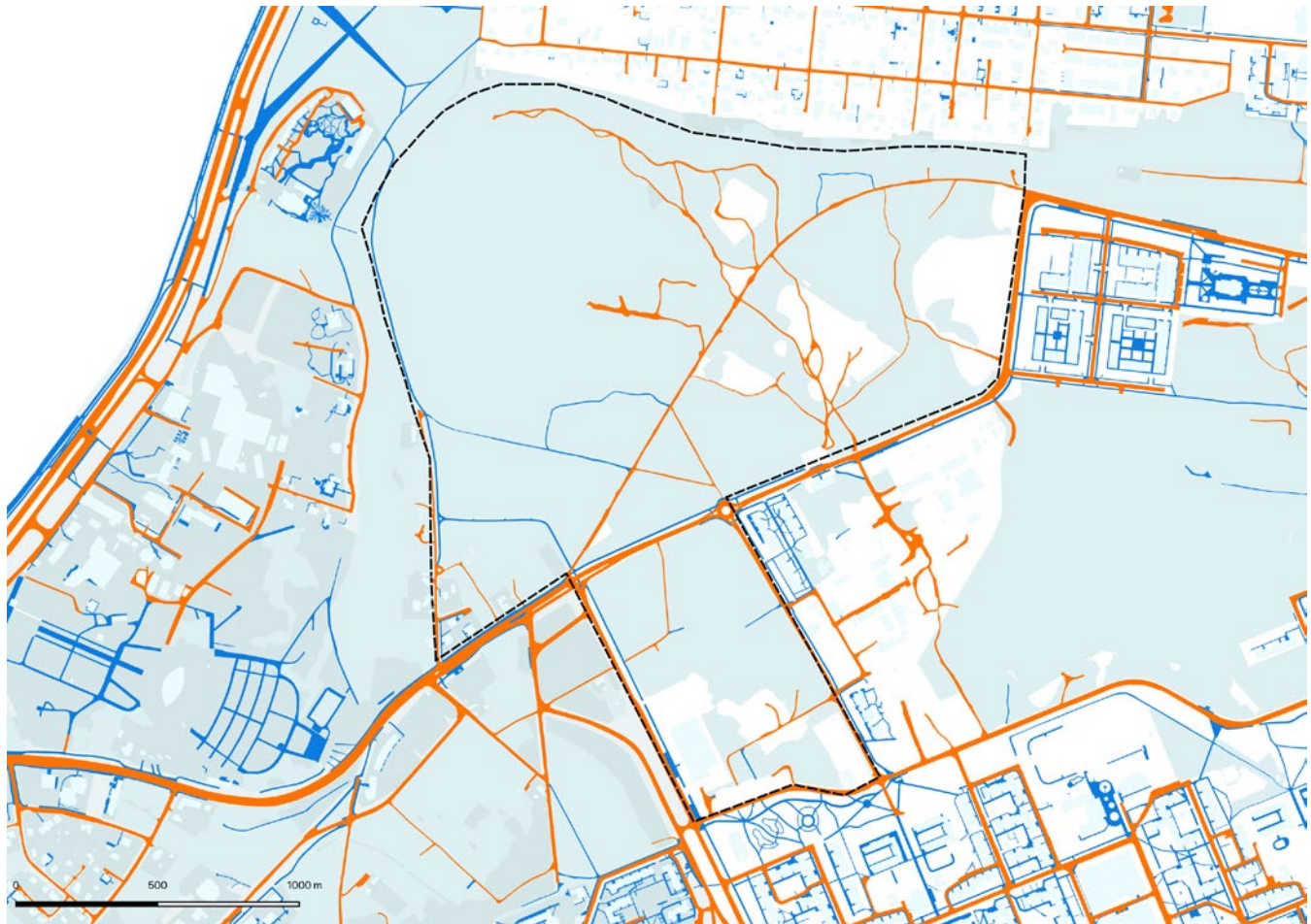
LÕPETAMATA METALINN



LÕPETAMATA METALINN



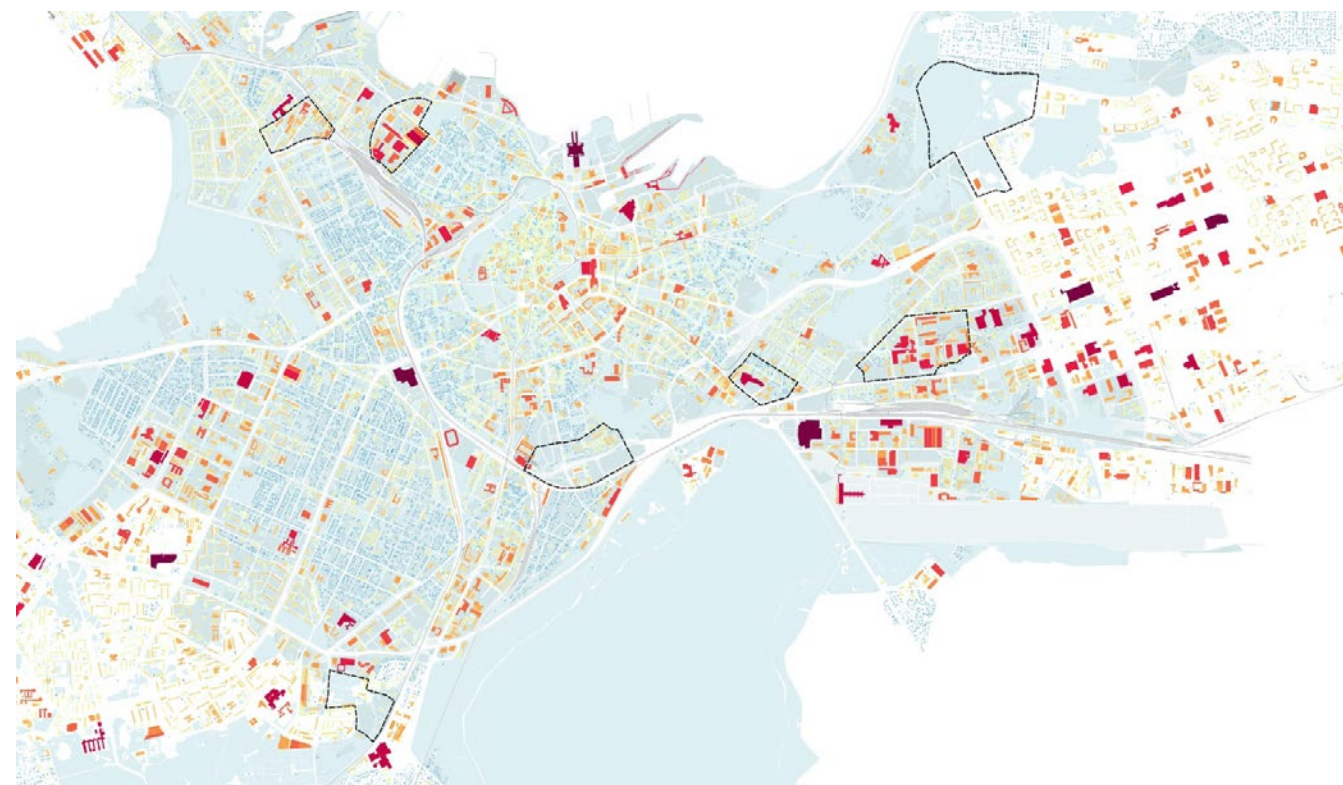
LÕPETAMATA METALINN



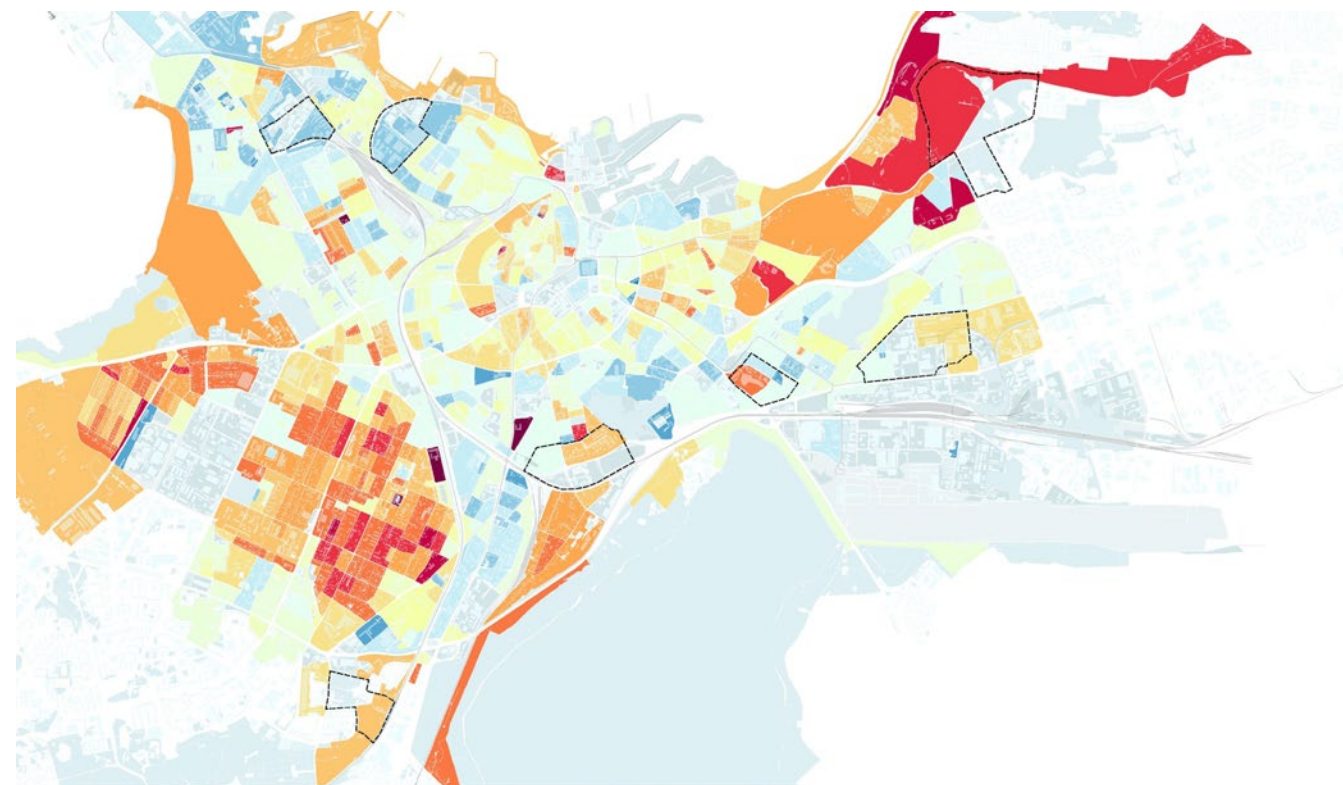
LÕPETAMATA METALINN



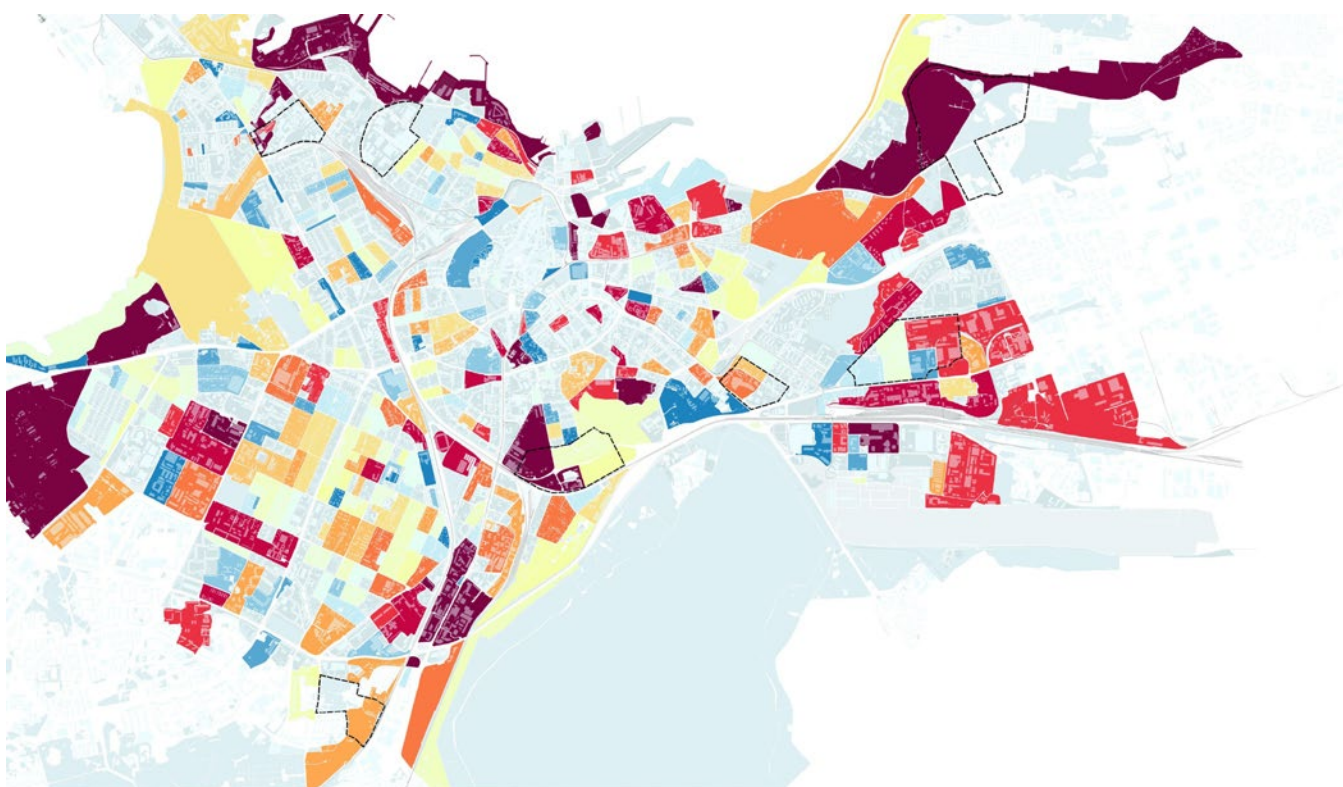
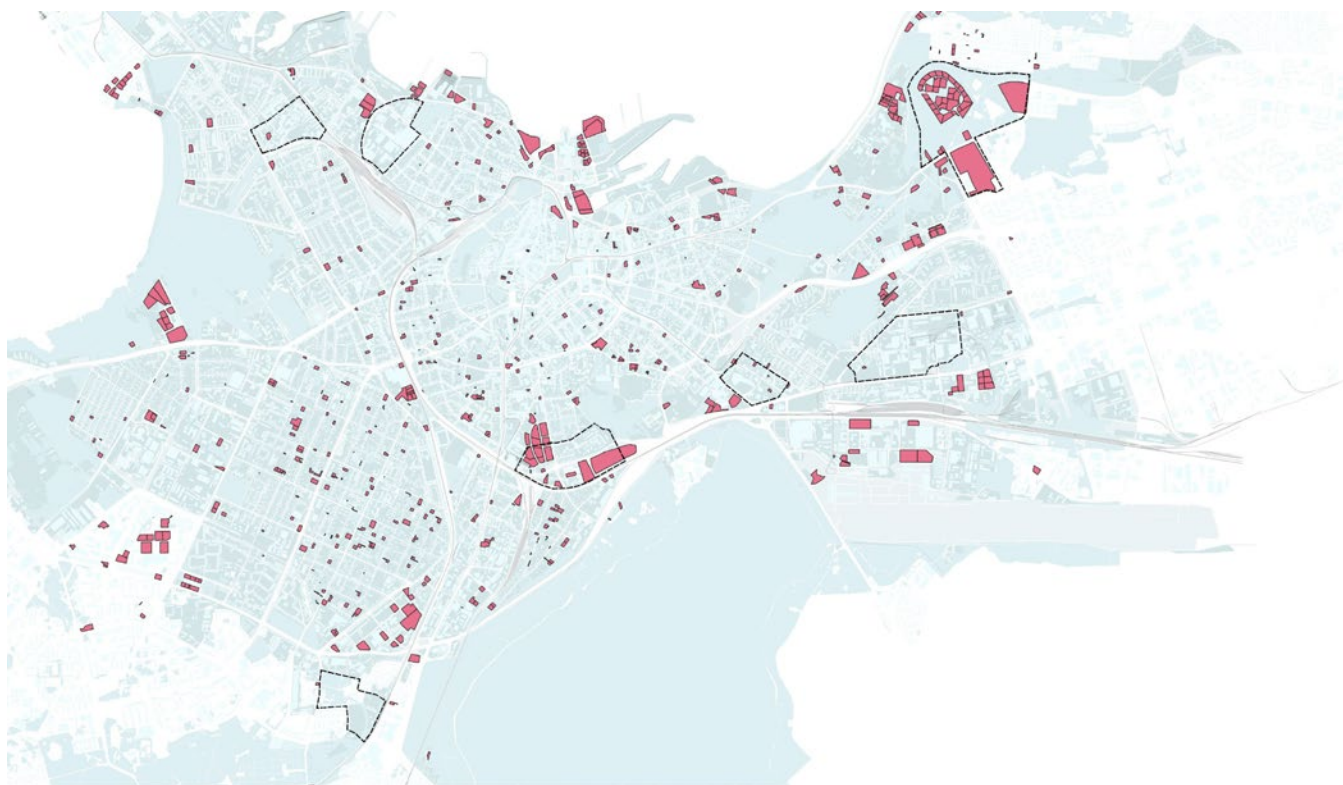
Võimalik ligipääs tänavavõrgustikule  
Street network potential accessibility



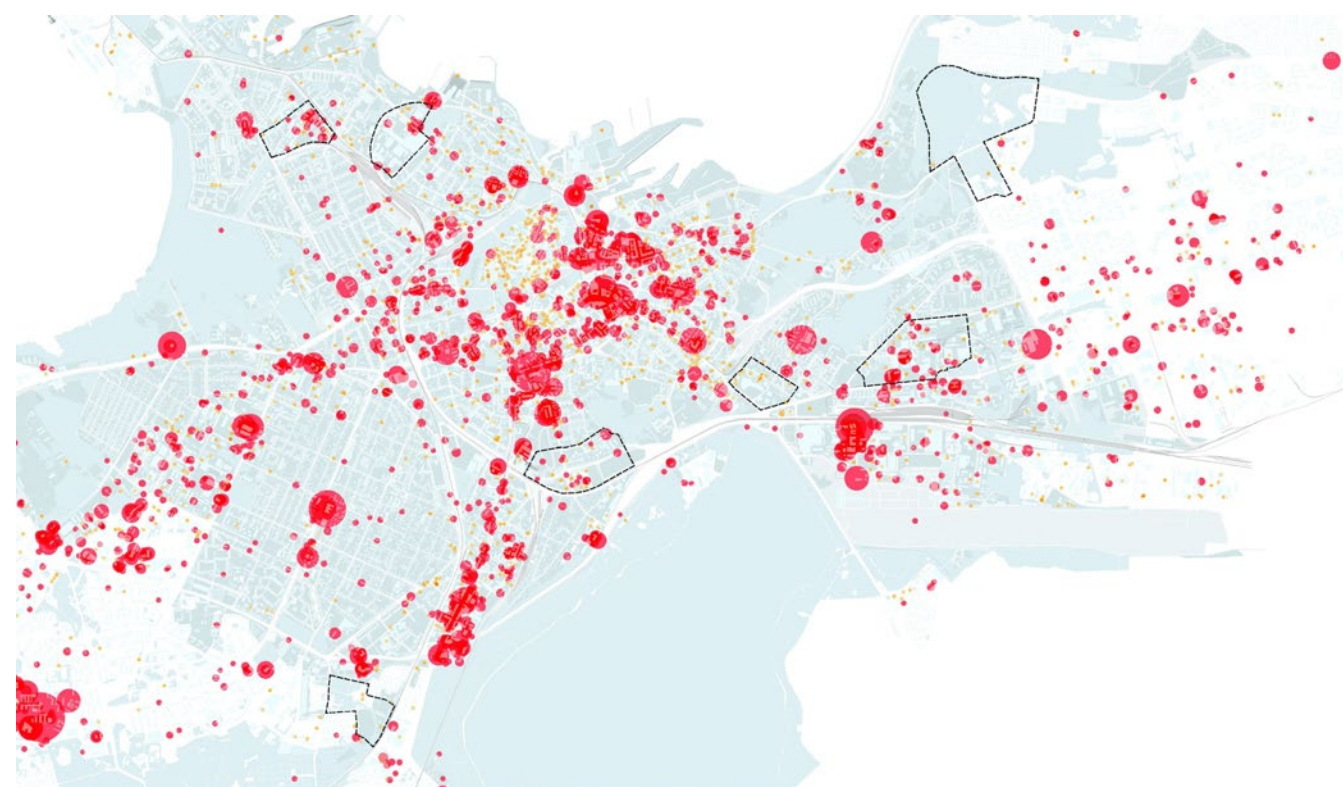
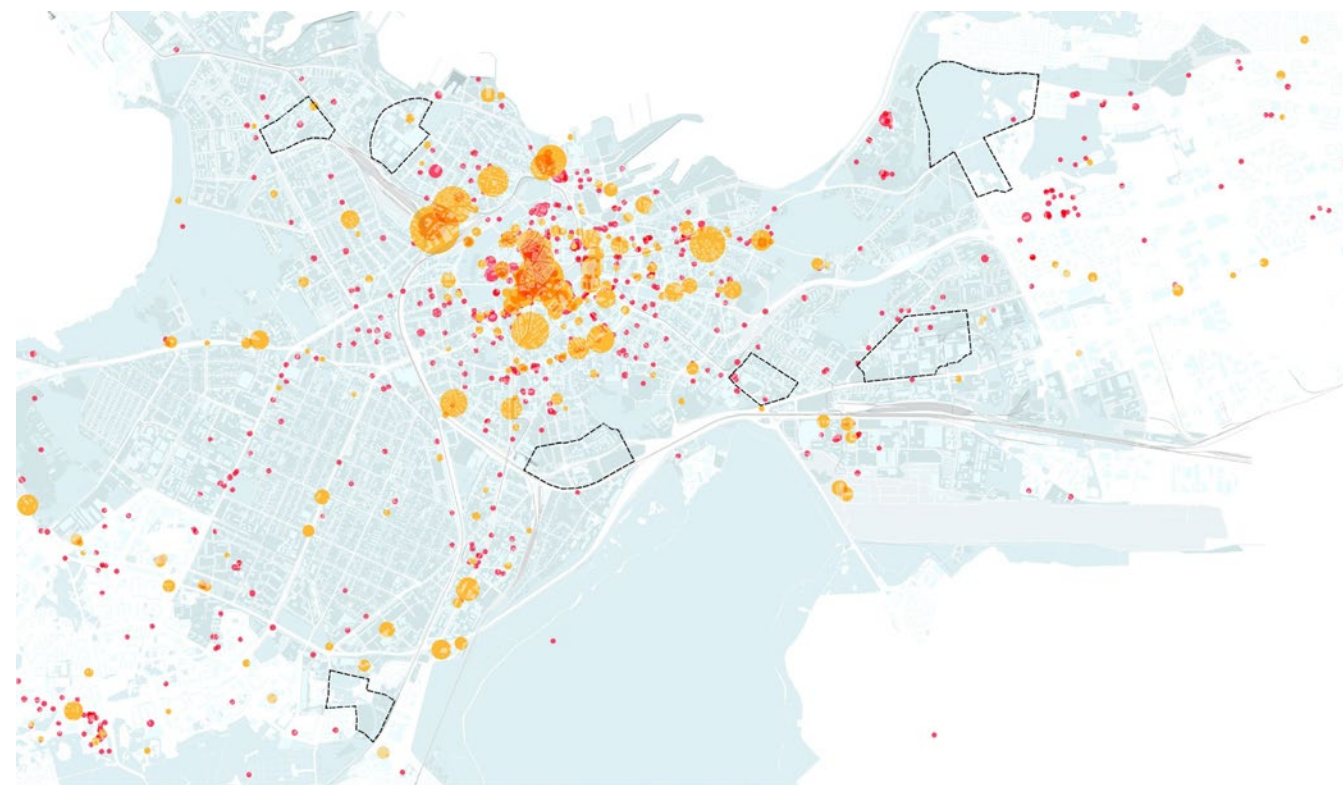
Hoonete pindala  
Buildings' floor area



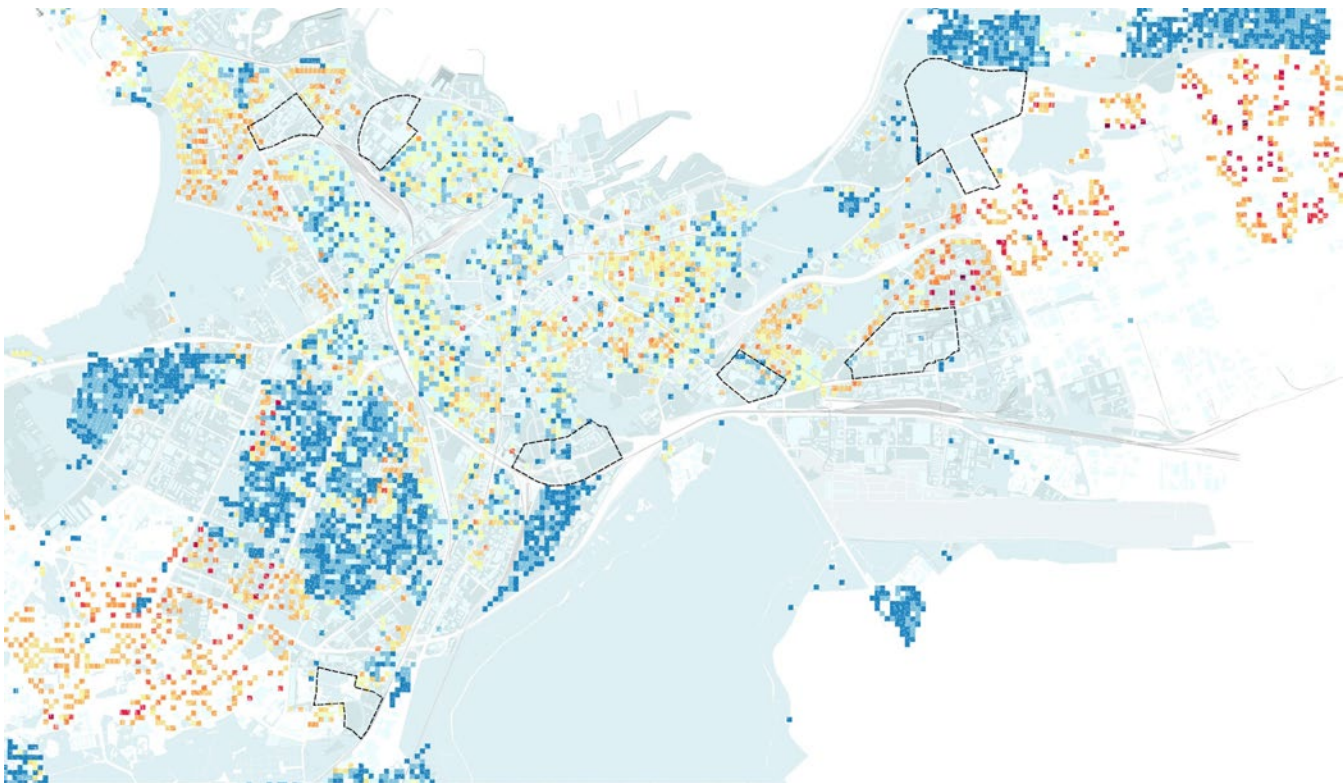
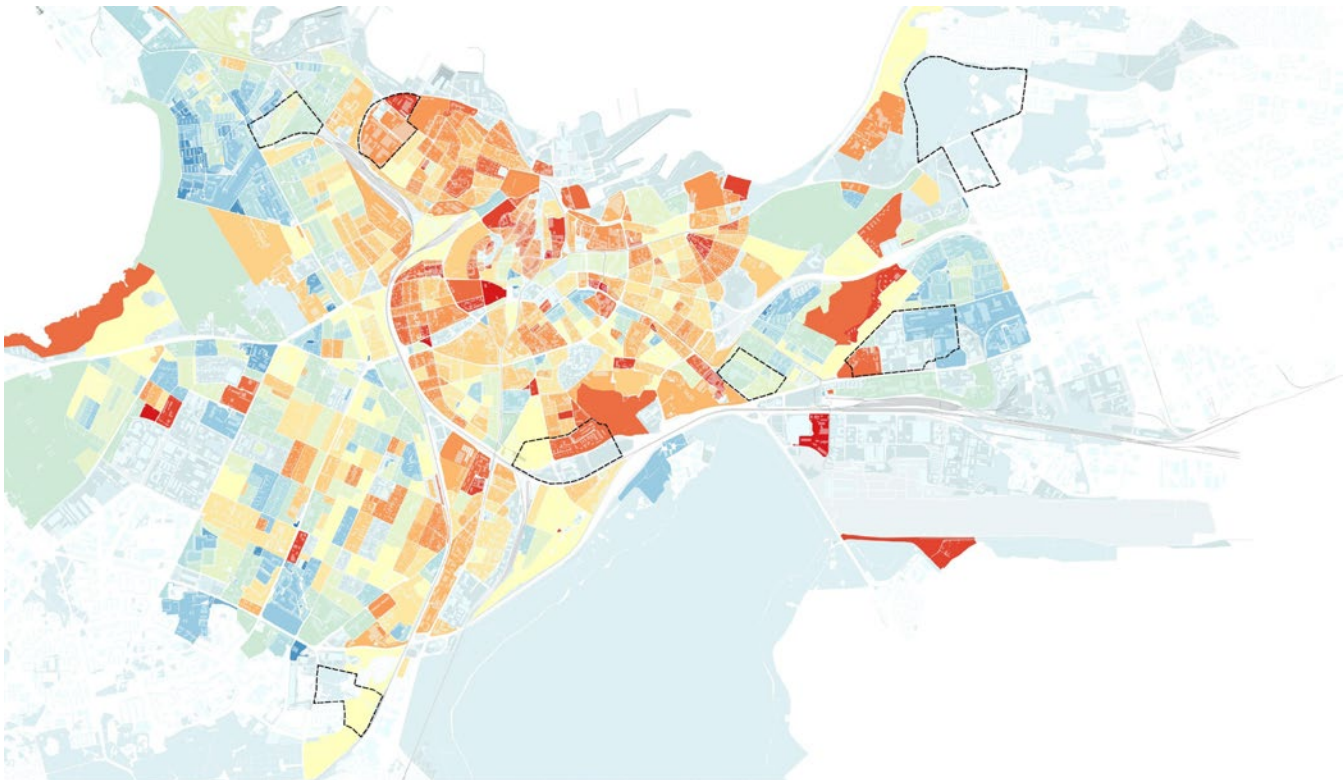
Tube korteri kohta  
Rooms per flat



Hoonestamata maa  
Vacant land



Kaasaegsed kasutusviisid – töö ja vaba aeg  
Contemporary uses – work and leisure



Loendus 2018  
Census 2018

## NÄITAJATE INDEKSEERIMINE

Tallinna eri paikade toimimise võrdlemiseks klassifitseeriti 143 erinevat näitajat väärtustega 0 kuni 1 vastavalt Quantile Transformer jaotusele. Seejärel kombineeriti normaliseeritud väärtused alljärgnevateks indekseks:

### SPA

- PED | **Jalakäijasoobralikkus:** näitab kruntide lisandväärtust vastavalt ligipääsetavusele ning sisemiste ja perifeersete jalakäijate tihedusele. See väljendab jalakäijatele mõeldud teenuste näitajate kvaliteeti vastavalt Jacobi teooriale, sealhulgas ligipääsetavust, mugavust, usaldusväärsust, käepärasust, kaugust teenusala-dest nagu pargid ja koolid või ka ühendust kesklinnaga.
- GOO | **Hea linna vorm:** järgib Kevin Lynchi normatiivset teooriat linnast, kus lõikuvad inimdünaamika ning nende võime olla tingitud puhtalt ruumi kui aine morfoloogilistest omadustest.
- MOV | **Liikuvus:** hõlmab teooriaid ja võtteid, mis on mõjutatud Bill Hillieri ruumisüntaksi teooriast, et analüüsida ruumi konfigurat-

## FROM METRICS TO INDEXES

In order to compare the performance of different locations in Tallinn, the individual 143 metrics were classified in values from 0 to 1 using a Quantile Transformer distribution. Having all values normalised, they were then combined into indexes, as listed below:

### SPA

- PED | **Pedestrian Complaisance:** Shows the added value of plots in terms of accessibility and density of inner and peripheral walkable areas measured in every plot. It is related with pedestrian quality of service measurements such as accessibility, comfort, reliability, convenience, the distance to service areas such as parks, schools, or connectedness to the city centre, in line with Jacob's theory.
- GOO | **Good city form:** Follows Kevin Lynch's normative theory of the city on the intersection between human dynamics and their potential to be conditioned by the pure morphological characteristics of space as substance.
- MOV | **Movement:** Encompasses a set of theories and techniques

siooni ja mõõta, mitu pööret tuleb tänavalõigul teha, et jõuda lühimat teekonda pidi võrgustiku teiste tänavalõikudeni, või lineaarset kaugust iga tänavalõigu keskpunktist kõikide teiste lõikude keskpunktideni, või ka ligipääsetavust ja jalakäijate voolu tänavavõrgustikus.

- PUT | **Transpordi jätkusuutlikkus:** näitab piirkondade ühistranspordiühendusi, mis on otseselt seotud kõrgema elukvaliteedi, sotsiaalse sidususe ja kaasatusega. Hea ühendus ühistranspordi kaudu vähendab sotsiaalset segregatsiooni ja tõrjutust, kuivõrd võimaldab inimestel liikuda vabalt kogu linna ulatuses.

### ACT

- ACT | **Atraktiivsus:** antud indeks mõõdab paikade potentsiaali tuua kokku teenuseid, toimumispaiku ja seeläbi ka sotsiaalset aktiivsust. Samuti hõlmab see kõrgema väärtusega paiku, kus mõeldakse ka suuremat turistide kontsentratsiooni.
- NEC | **Töösõbralikkus:** vajalike ja tööga seotud tegevuste asukoha, tiheduse ja jaotuse kategorisatsioon ning tavainimeste ligipääs

neile Jan Gehli linna aktiivsuse teooria valguses.

- OPT | **Meelelahutusasutused:** valikuliste ja vaba aja ja tarbimisjärgnevustega seotud tegevuste asukoha, tiheduse ja jaotuse kategorisatsioon ning tavainimeste ligipääs neile Jan Gehli linna aktiivsuse teooria valguses.
- ENT | **Erinevad tegevused:** paikade keerukusega seotud tegevuste ja teenuste kvaliteet vastavalt sellele, mida inimestele pakutakse. Antud indeks näitab Jan Gehli linna aktiivsuse teooria valguses, et kohtade suur variatiivsus ja suurem hulk tugevdab sotsiaalseid väärtusi.

### VAL

- AGE | **Hoone vanuse väärtus:** kaasaegsete ja ajalooliste väärtuste korrastamata kooslus vastavalt immateriaalsete väärtuste teooriale, mille Alois Riegl töötas välja teoses *Moderne Denkmalkultus* (kaasaegne mälestiste kultus). Antud indeksi kohaselt tähistab suurem ajalooliste ja kaasaegsete ajastute kooslus kõrgemaid väärtusi.
- POP | **Paiga populaarsus:** mõõ-

influenced by Bill Hillier's Space Syntax for the analysis of spatial configurations, measuring how many turns have to be made from a street segment to reach all other street segments in the network, using shortest paths, or the linear distance from the centre point of each street segment to the centre points of all the other segments, or accessibility and pedestrian flow in the street network.

- PUT | **Transportation Sustainability:** Shows the capacity of connection of the areas through public transport, directly related to higher life quality standards, social cohesion and inclusion. Connectivity through public transport minimizes social segregation and exclusion by enabling people to move freely through the entire city.

### ACT

- ACT | **Attractivity:** This index measures the potential of places to gather services, venues, and eventually social activity. Not only with a prospective measurement, this index includes places of higher value for gathering tourists measuring their spatial concen-

tration.

- NEC | **Work-friendliness:** Location, density and distribution of activities categorized as necessary and related to working places, and accessibility to them by the general public, following Jan Gehl's theory of activity in the city.
- OPT | **Amenity:** Location, density and distribution of activities categorized as optional and related to leisure and consumption sequences, and accessibility to them by the general public, following Jan Gehl's theory of activity in the city.
- ENT | **Mixture of Activity:** Quality of supply of activities and services related to complexity of places in terms of what they can supply to the public. This index acknowledges that a great variety of places and a higher number of places enhance social values following Jan Gehl's theory of activity in the city.

### VAL

- AGE | **Building Age Value:** Entropy of mix of contemporary and historic values, in line with the theory of intangible values

dab paiga tõenäosust tõmmata ligi inimesi, kombineerides reaalseid ja ettesuunatud mõõtetulemusi. Antud indeks vaatleb piirkonnas elavate inimeste sotsiaalset kihistust ning ka nende kalduvusi külastada erinevaid üritusi, paiku ja teenusepakkujaid.

YON | **Millenniumipõlvkonna kogukond:** antud indeks tuleneb POP Paiga populaarsusest ning mõõdab iseäranis noorte inimeste ja millenniumipõlvkonna esindajate kohalolu ja nende külastatavaid paiku. Vastavalt Manuel Castelli ja Marshall McLuhani teooriatele vaatleb see noorte inimeste kohalolu kui suure digitaalse jalajäljega põlvkonna potentsiaali, mis annab paigale digitaalsfääris lisandväärtuse ning suurendab nende tõenäosust genereerida uut sotsiaalset dünaamikat, mis omakorda toob inimesed kokku ja seeläbi toidab ka digitaalset jalajälge.

REA | **Eluaseme taskukohasuse indeks:** antud indeks mõõdab majanduslikku juurdepääsu eluasemele ja korteritele, arvestades eluasemeüksuse suurust ja turuhinda vastavalt Ameerika Kinnisva-

developed by Alois Riegl and the *Moderne Denkmalkultus* (the cult to the modern monument). This index points towards a higher mix of historical and contemporary times as an indicator of higher values. POP | **Popularity of Place:** Measures the likeliness of places to gather people combining prospective and actual measurements. This index considers the social layer of people living in areas, along with the tendencies of people visiting venues, services and places.

YON | **Millennial community:** This index is derived from POP Popularity of Place and measures specifically the presence of young people and millennials and the places they visit the most. This measurement acknowledges the presence of young people as a potential for outstanding digital footprint generation thus providing an added intangible value of places in the digital sphere, increasing their likelihood to generate new social dynamics, which eventually gathers people and feeds the digital footprint, in line with Manuel Castell's and Marshall

ravahendajate Riikliku Ühenduse välja töötatud uurimustele. DEV | **Potentsiaalne arendus:** Tühjad, kasutuseta ja olulise transformatsioonipotentsiaaliga ruumid kvantifitseeritakse ja suhestatakse pakutavate ruumide ja nende kasutusega. Antud indeksi kohaselt on määratlemata kasutusega tühjadel ruumidel suurem potentsiaal edasiseks arenduseks ja transformatsiooniks, mis annab seega tegevuste ja/või eluaseme pakkumisel lisaväärtuse.

Indeks tuletati vastavalt alljärgnevale diagrammile.



McLuhan's theories. REA | **Dwelling Affordability Index:** This index measures economic accessibility to housing and apartments, considering the size of the dwelling units and their market price, in line with the studies developed by American National Association of Realtors. DEV | **Potential Development:** Empty, unused, and highly transformable spaces are quantified and put in relation to the supply of space and its use. This index understands that empty spaces with no defined use have a higher

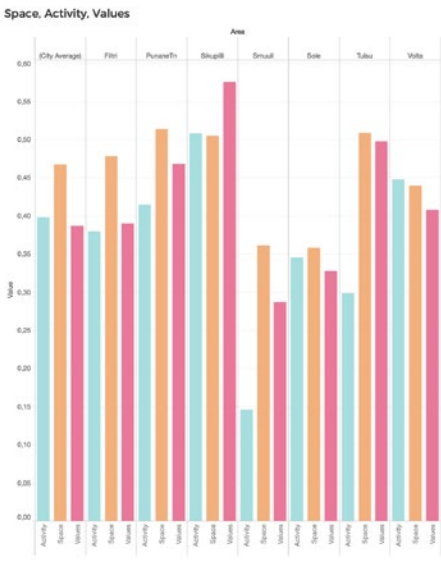
potential for further development and transformation, therefore adding extra value in the supply of activity and/or dwelling.

The index was derived according to the following diagram

SEITSE PIIRKONDA

VÕRDLEV MAATRIKS

Kui indeksid olid standardiseeritud ja kombineeritud vastavalt SPA, ACT ja VAL 4×4×4 maatriksiks, sidusime indeksid omavahel mitmeks hajuvusdiagrammiks. Mustrite paremaks määratlemiseks tõime välja keskmised väärtused uuritud piirkonna kohta, mida mõõdeti antud ala igas kvartalis.

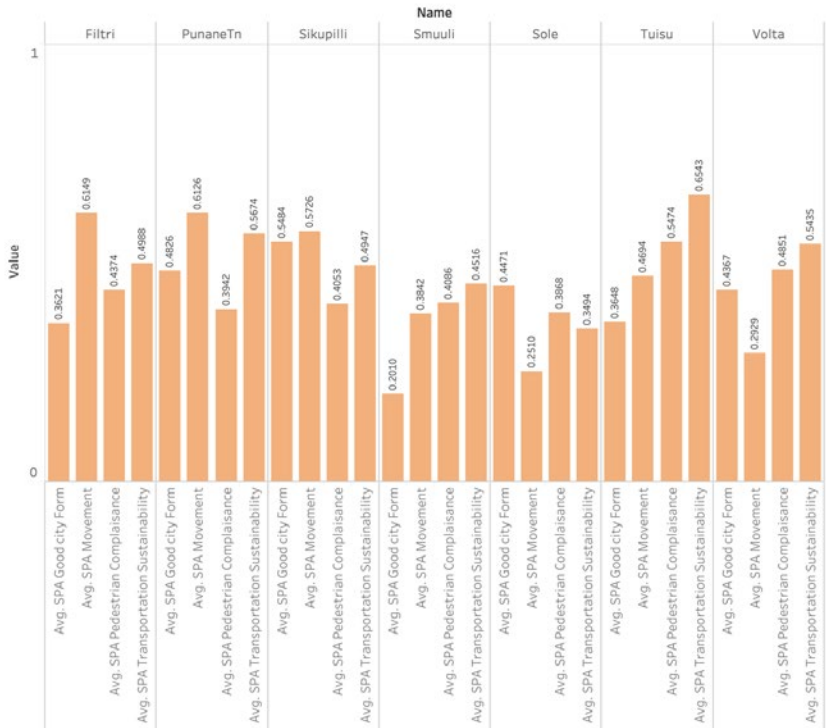


SEVEN AREAS

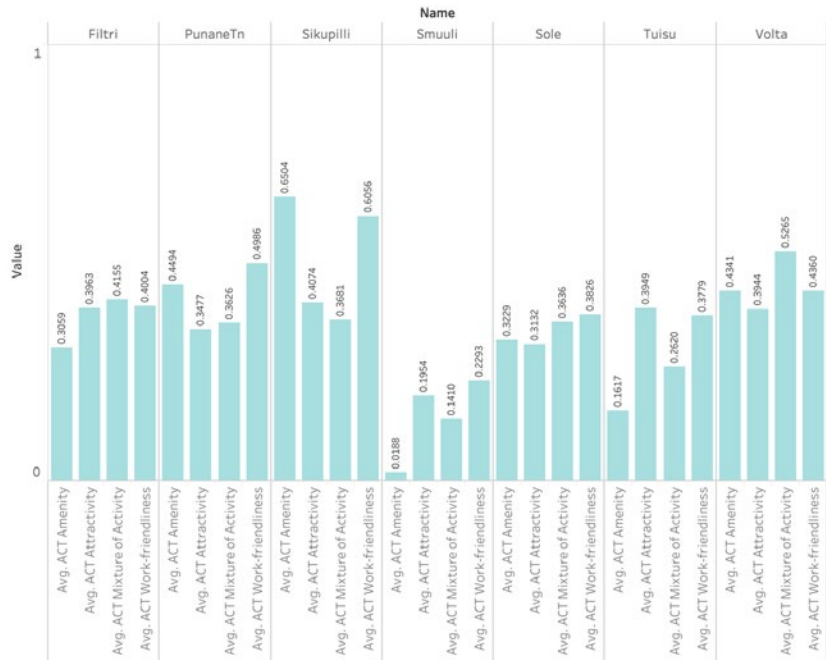
COMPARATIVE MATRIX

Once standardised and combined into SPA, ACT and VAL in a 4×4×4 matrix, we related our indexes to each other in several scatter plots. To be able to identify patterns, we represented the average values for each case study area measured from all the blocks contained within the boundaries.

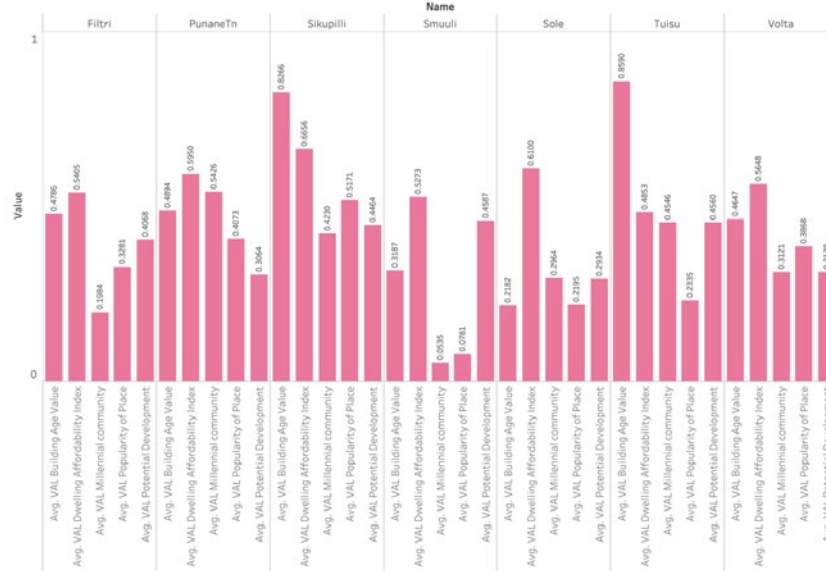
Space



Activity

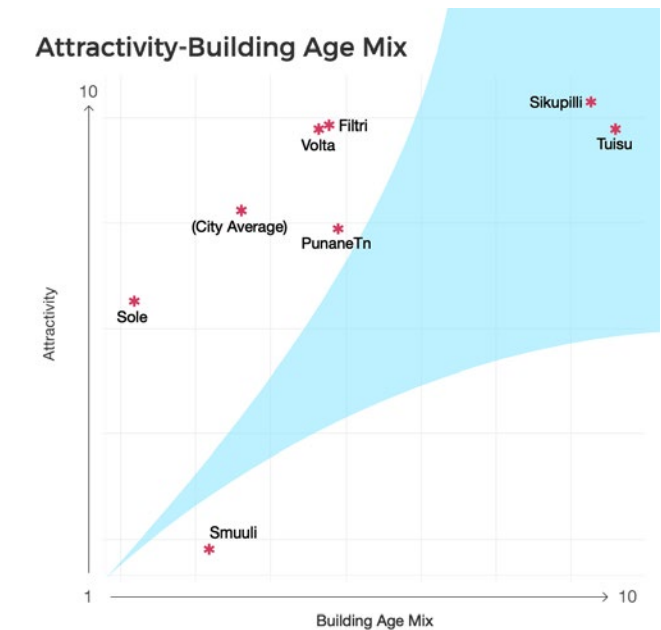
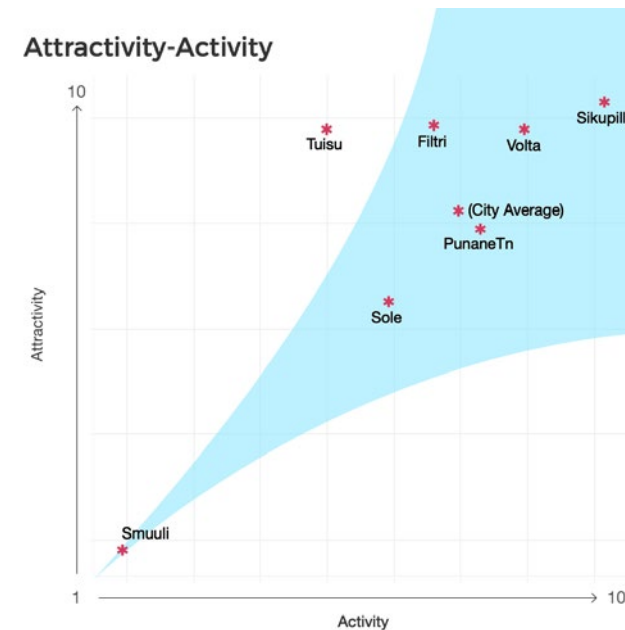
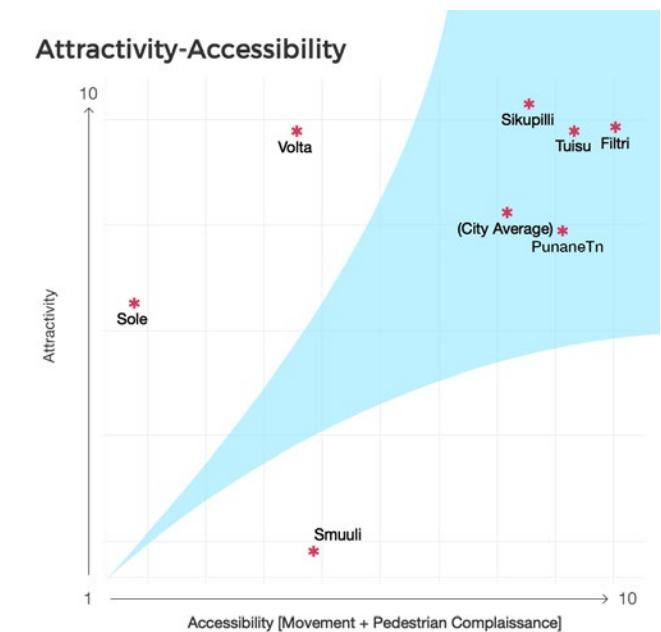
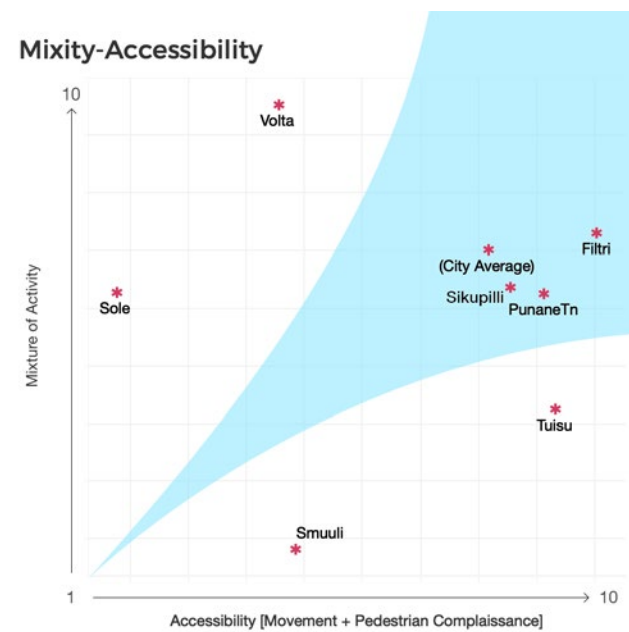
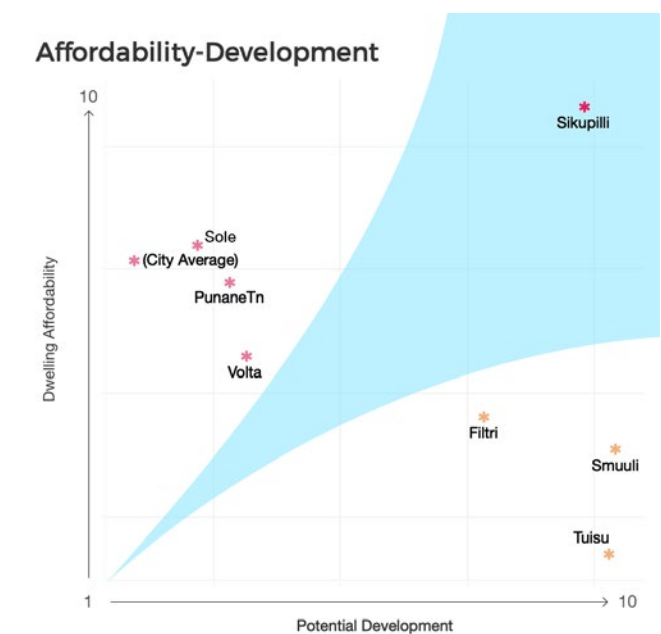
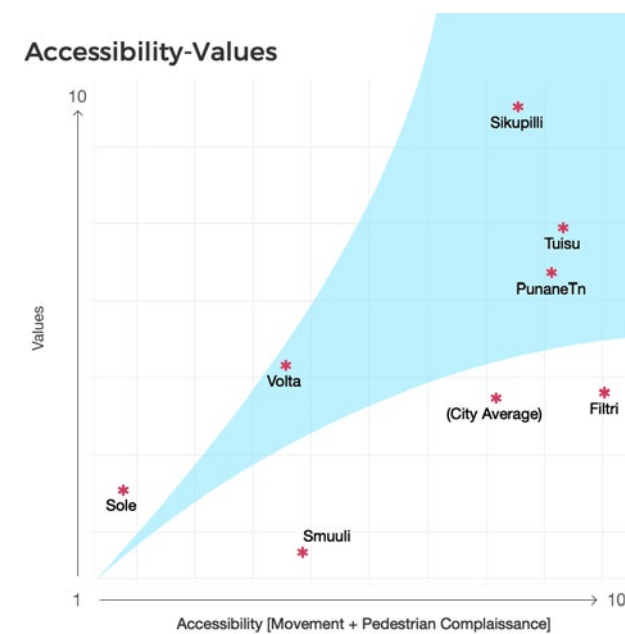
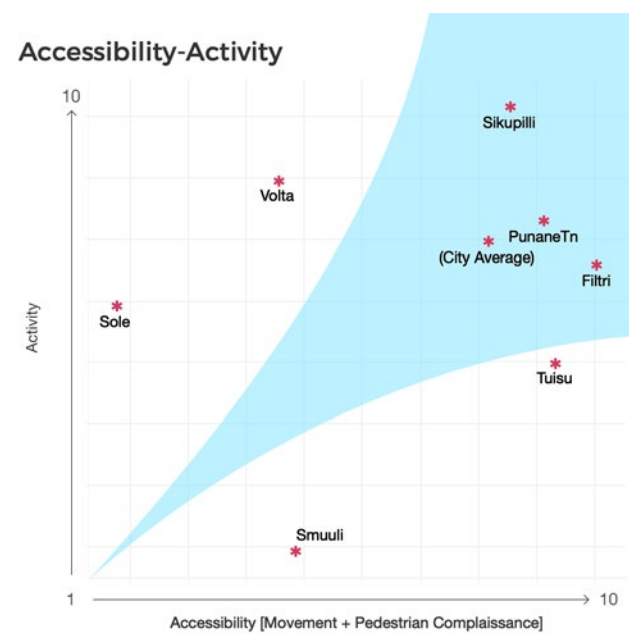


Values



## SEITSME PIIRKONNA KOMBINEERITUD INDEKSITE VÕRDLUS

KUIDAS JOONISEID LUGEDA  
Joonised esitavad erinevaid kombineeritud näitajaid. Ideaalis peaks ala paiknema sinises koonuses. Kui see paikneb koonuse kohal, tuleb rohkem panustada või kapitali suunata horisontaaltelje valdkonnale. Kui ala asub koonusest allpool, tuleb tõhustada tulemuslikkust vertikaaltelje valdkonnas.



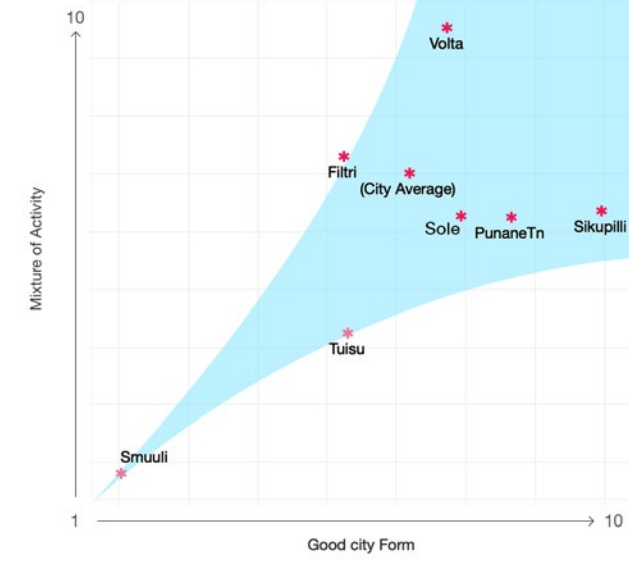
## COMPARING COMBINED INDEXES FOR THE 7 AREAS

HOW TO READ THE GRAPHS  
The graphs represent the combination of different metrics. Ideally the area should be placed in the blue cone, if it's above the cone, more efforts or capital have to be placed to the subject on the horizontal axis. If the area is below the cone, efforts have to be placed to improve the performances of the subject on the vertical axis.

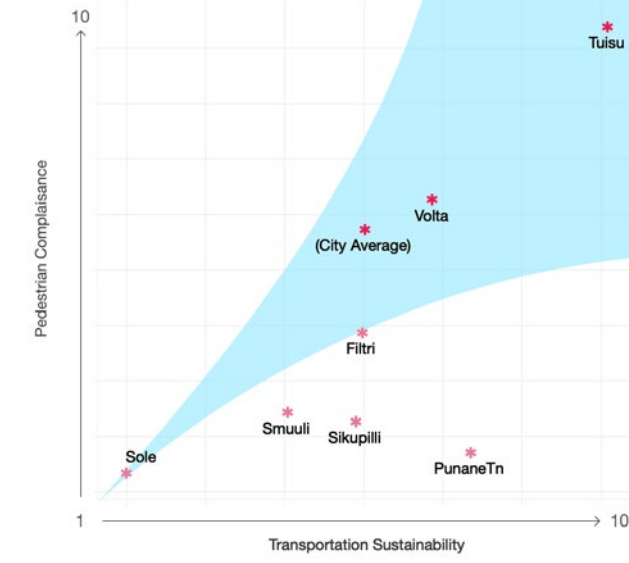
Attractivity-Values



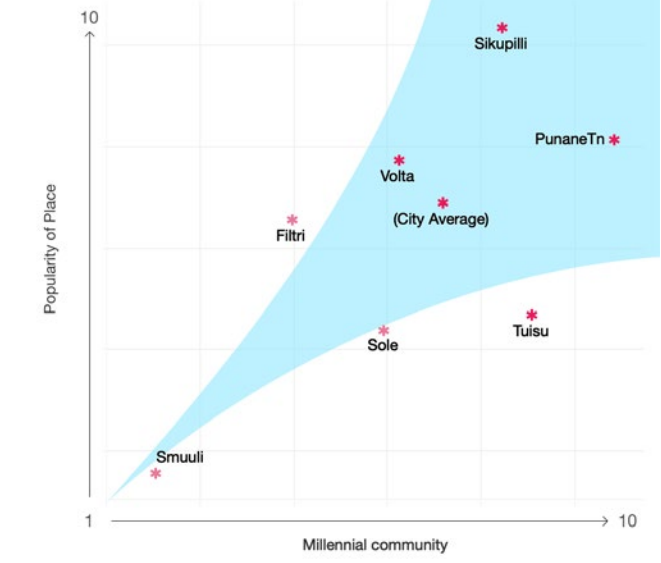
Good mix-Good form



Pedestrian-Public Transport



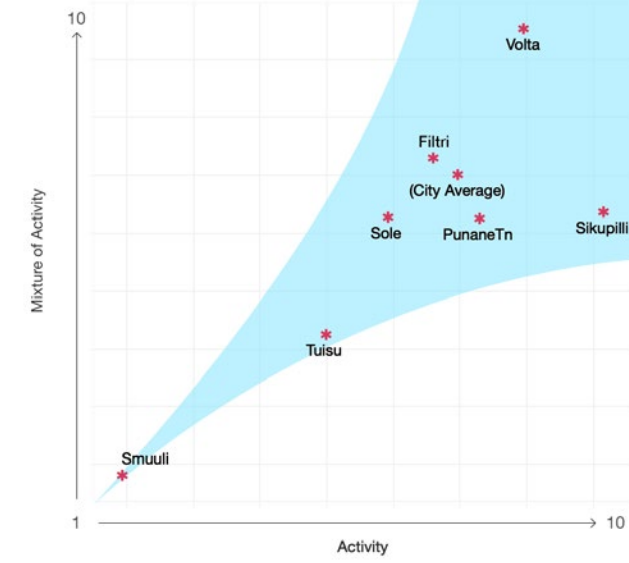
Popularity-Millennial Community



Mixity-Accessibility



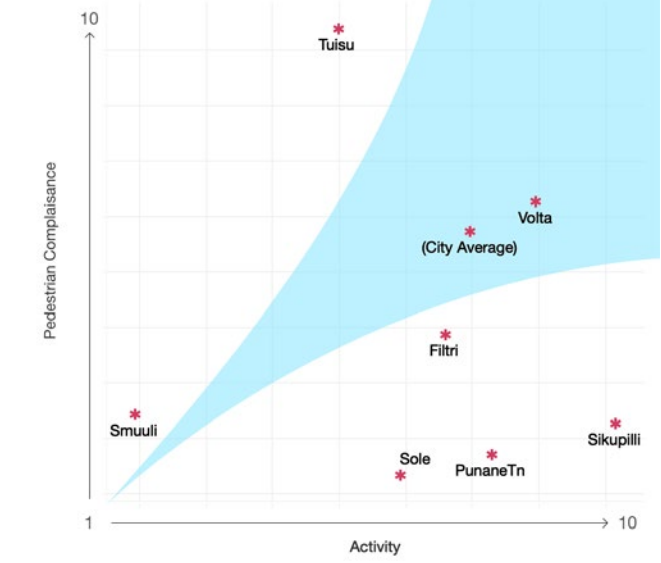
Mixity-Activity



Popularity-Contemporary+Heritage value



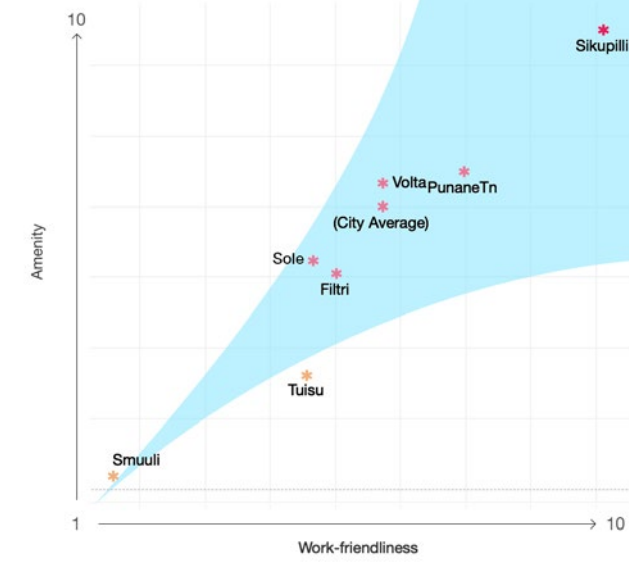
Walkability-Activity



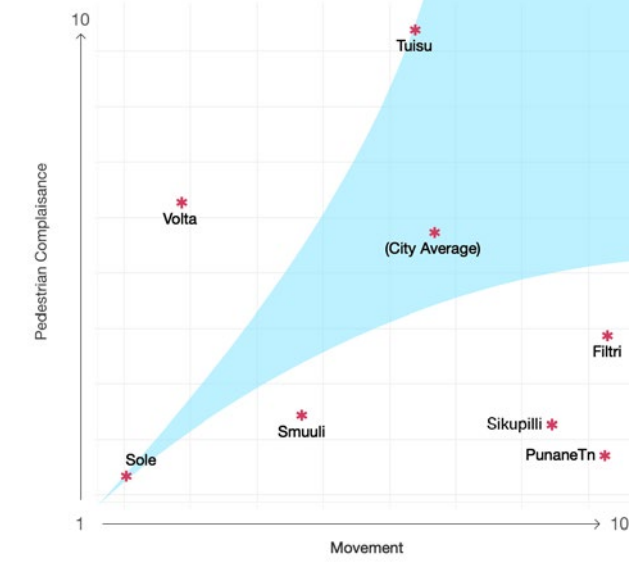
Mixity-Values



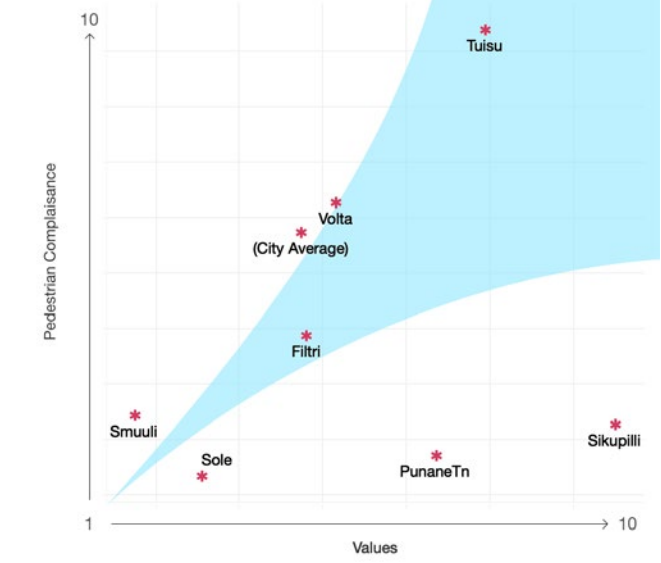
Optional-Necessary



Walkability-Centrality



Walkability-Values

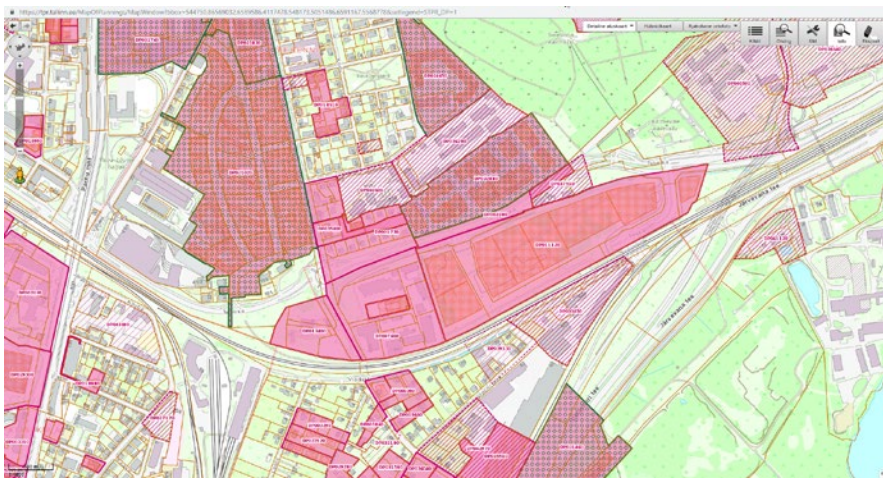


FILTRI

Väga hea ühendus ülejäänud linnaga, hea tegevuste kombinatsioon. Samas tähendavad head morfoloogilised tingimused ja kõrged hinnad ka seda, et juurdepääs elamuüksustele on madal ja seeläbi võib tekkida sotsiaalse segregatsiooni oht.

SOOVITUSED

**Erisugused inimesed loovad rohkem väärtusi:** Leidke lahendusi, kuidas toetada sotsiaalset variatiivsust. Antud eesmärgil hajutatakse sageli sedalaadi piirkondadesse sotsiaalelamispindu, mis suurendab sotsiaalset variatiivsust ja aitab vältida sotsiaalmajanduslikku segregatsiooni.

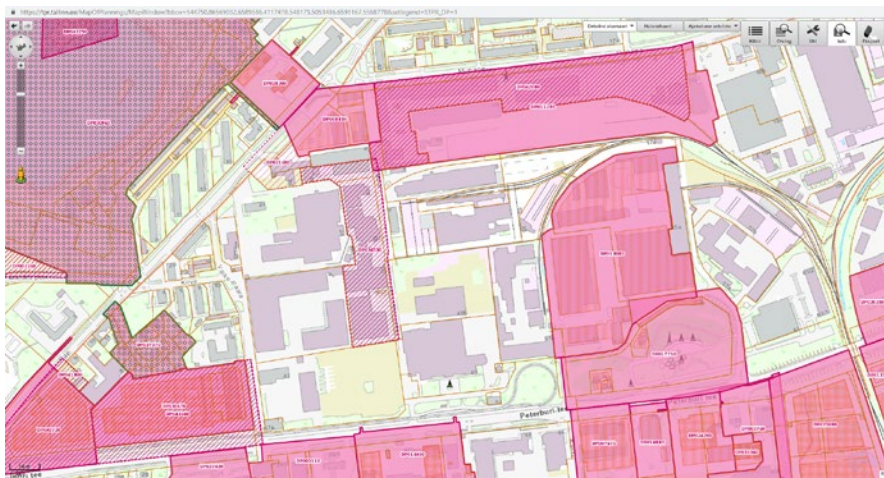


PUNANE TN

Suurepärased näitajad tegevuste ja väärtuste ning ülejäänud linnaga ühenduste osas. Samas viitavad kõnnitavuse väärtused autokesksusele ning jalakäijavaenulikele ruumidele.

SOOVITUSED

**Tõhustage väiksema skaala ühendusi:** Võiks kaaluda linnakoe sidumist ümbritsevate piirkondadega väiksemate tänavate, mitte suurte teedega. Kõnnitavuse parendamiseks tuleb projekteerimisel lähtuda jalakäijate skaalast.



FILTRI

Great connectivity to the rest of the city, good mix of activity. However, good morphological conditions and high prices mean low affordability of residential units, and therefore potential risk for social segregation.

SUGGESTIONS

**Mix people, add value:** Implement solutions to enhance the social mix. Scattered social housing throughout the area is a common practice for this purpose, enhancing the mix and avoiding socio-economic segregation.

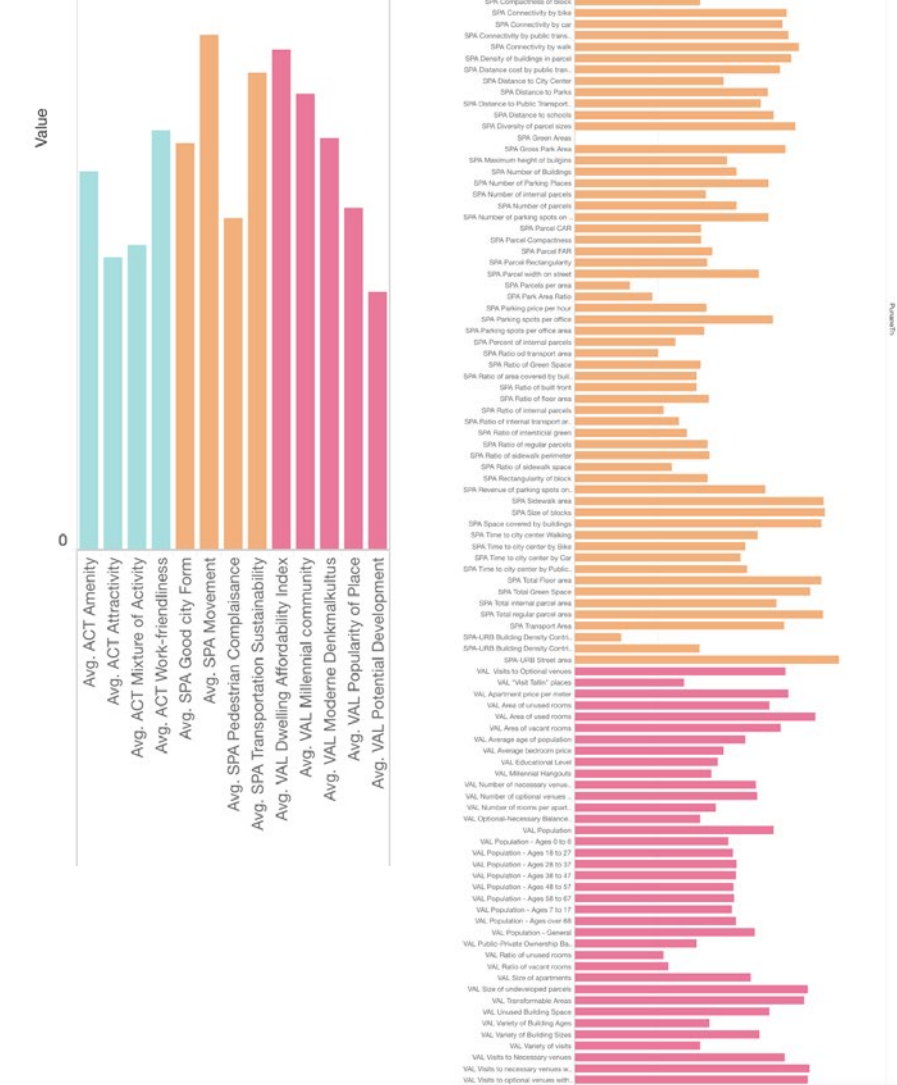


PUNANE ST

Great levels of activity and values, and connectivity with the rest of the city. However, walkability values indicate certain tendency towards car-centred transportation and non-pedestrian friendly spaces.

SUGGESTIONS

**Increase lower-scale connectivity:** Consider connecting the urban fabric with the surrounding areas with smaller streets rather than major highways. Deploy pedestrian-scale design to make it walkable.



# SIKUPILLI

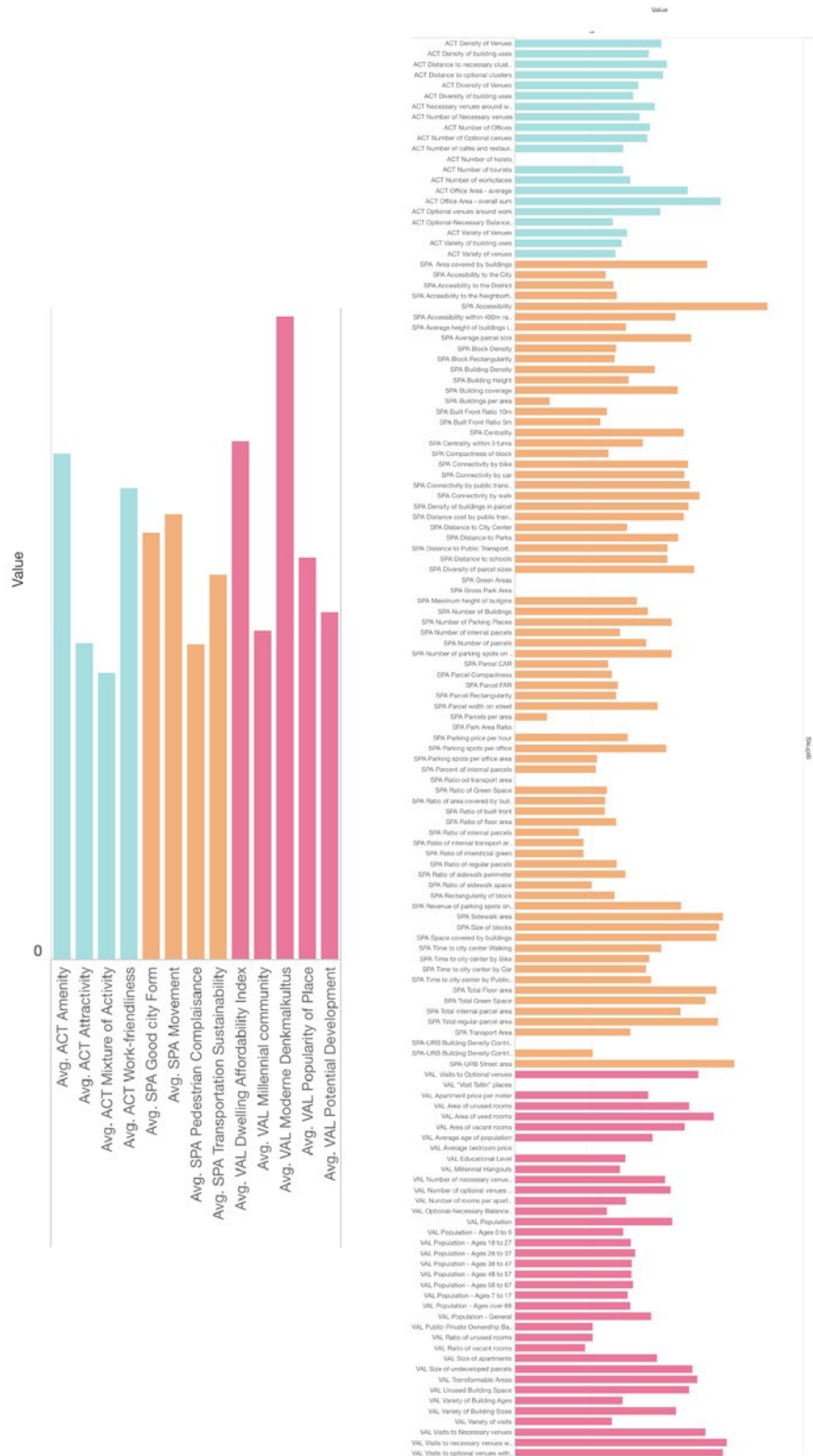
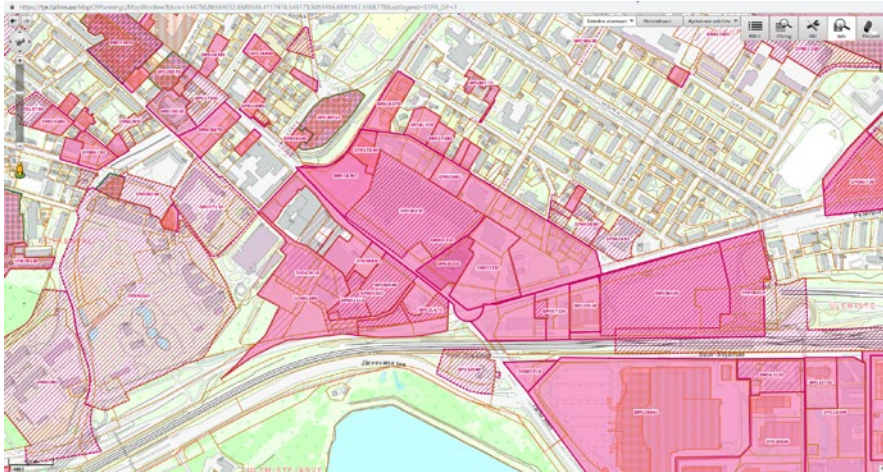
Suurepäraseid näitajaid tegevuste ja väärtuste ning ülejäänud linnaga ühenduste osas. Samas viitavad kõnnitavuse väärtused autokesksusele ning jalakäijavaenulikele ruumidele. Kuigi tegevuste ja teenuste tihedus on kõrge, võiks nende variatiivsus olla parem, lisades erinevat tüüpi tegevusi ja teenuseid.

# SOOVITUSED

### Tõhustage väiksema skaala

**ühendusi:** Võiks kaaluda linnakoe sidumist ümbritsevate piirkondadega väiksemate tänavate, mitte suurte teedega. Kõnnitavuse parendamiseks tuleb projekteerimisel lähtuda jalakäijate skaalast.

**Hoidke variatiivsust:** Säilitage erinevaid meelelahutuskohi, tegevuspaiku ja teenuseid ning vältige funktsioonide segmenteerumist.



# SIKUPILLI

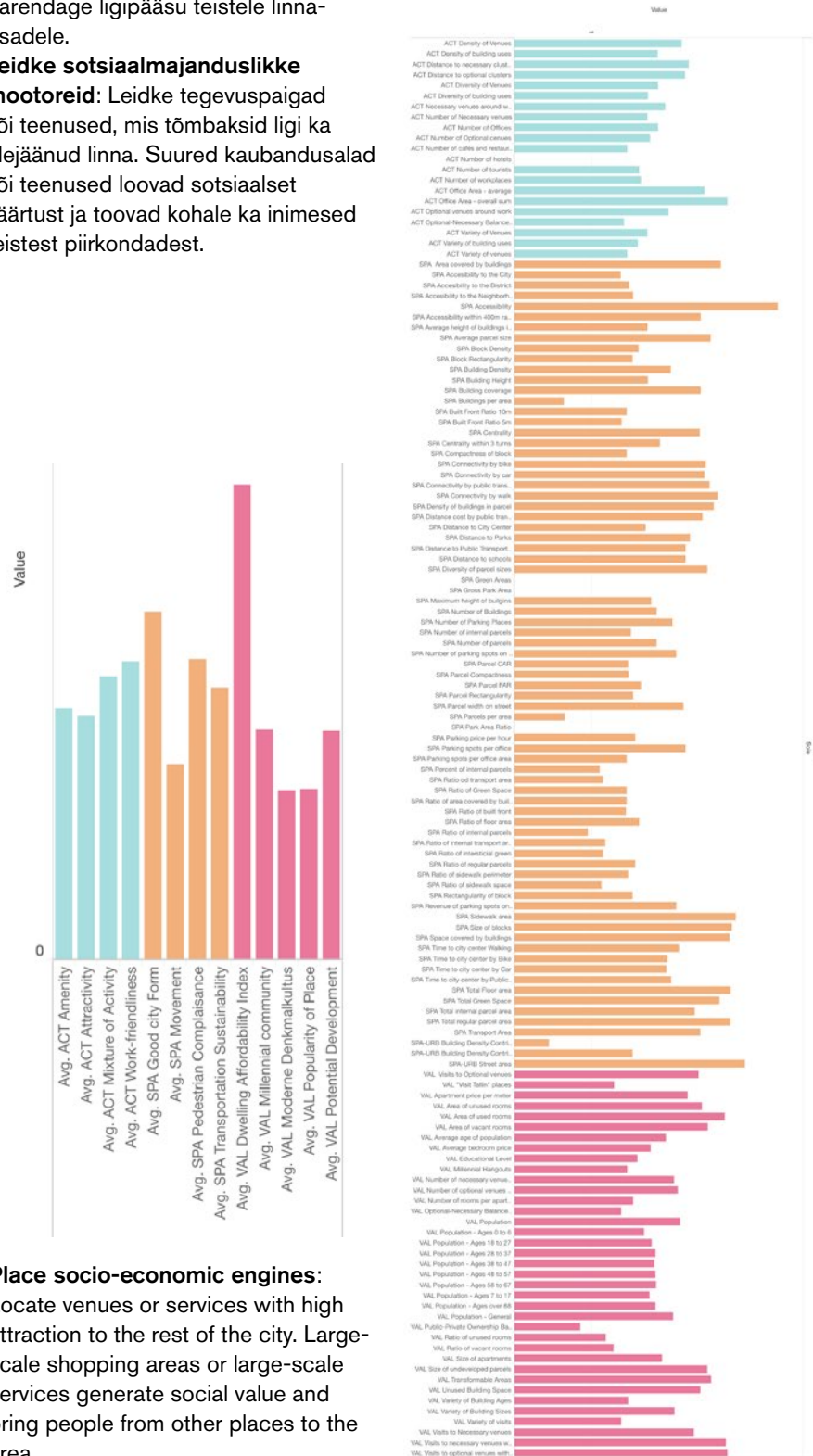
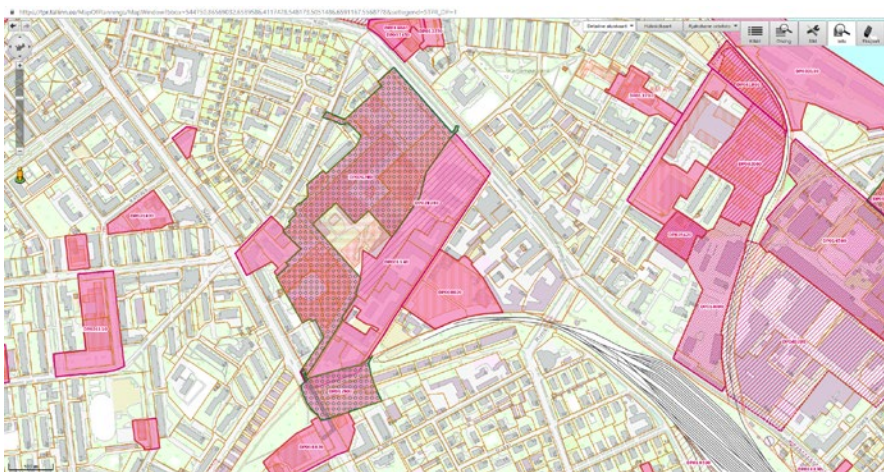
Great levels of activity and values, and connectivity with the rest of the city. However, walkability values indicate certain tendency towards car-centred transportation and non-pedestrian friendly spaces. Furthermore, even though the density of activities and services is high, the level of mix could be better by including a higher diversity of types of activities and services.

## SUGGESTIONS

**Increase lower-scale connectivity:**

Consider connecting the urban fabric with the surrounding areas with smaller streets rather than major highways. Deploy pedestrian-scale design to make it walkable.

**Keep it mixed:** Maintain the amenities, venues and services and avoid segmentation of functionalization.



parendage ligipääsu teistele linna-  
osadele.

**Leidke sotsiaalmajanduslikke mootoreid:** Leidke tegevuspaigad või teenused, mis tõmbaksid ligi ka ülejäänud linna. Suured kaubandusalaad või teenused loovad sotsiaalselt väärtust ja toovad kohale ka inimesed teistest piirkondadest.

**Place socio-economic engines:**  
Locate venues or services with high attraction to the rest of the city. Large-scale shopping areas or large-scale services generate social value and bring people from other places to the area.

# SÖLE

Tegevuste keskmine kuni kõrge kontsentratsioon, hea kombinatsioon, kuid jalakäijate juurdepääs on madal ning ühendus muu linnaga kehv.

Ligipääsetavuse, väärtuste ja arenduspotentsiaali madalad näitajad. Pole palju tühje või kasutuseta ruume, mida võiks kergesti ümber kujundada. Eluaseme taskukohasus on kõrge, mis tähendab, et kõrgemate väärtuste korral (populaarsus, atraktiivsus, elanikkond) võivad elamuüksused kiiresti täituda.

Tegevuste tase on keskmine kuni kõrge vaatamata vähesele vanuselisele mitmekesisusele, mis viitab populaarsusega seotud kaasaegsetele väärtustele. Samas on ligipääsu ja kõnnitavuse näitajad madalad.

SOOVITUSED

**Tehke piirkonnast kõnnitav:**

Suurendage ligipääsu jaemüügikeskustesse, kujundage jalakäijate mõotkavas detaile, lisage juurdepääse ja kõnniteid jalgsi liikujatele.

## Hajutage vabaajategevuspaiku.

Väلتige tegevuspaikade keskendumist  
üksikutesse kohtadesse ning püüdke  
neid hajutada kogu asumile.

### Looge ühendus ülejäänud linnaga:

# SÕLE

Medium-high concentration of activities, good mix of them, but low pedestrian accessibility and poor connection to the rest of the city.

Low levels of accessibility, values and potential development. Not many spaces unused or empty that could be easily transformed. Dwelling affordability is high, meaning that with higher values (popularity, attractively, population) residential units could be rapidly populated.

Medium-high levels of activity despite low age mix, pointing towards contemporary values associated with popularity. However, low levels of accessibility and walkability.

## SUGGESTIONS

**Make it walkable:** Increase accessibility to shopping cores, design pedestrian scale details, include walkable accesses and sidewalks.

**Distribute amenities:** Avoid concentration of venues in single locations, and aim to distribute them in the neighbourhood.

## Connect to the rest of the city:

Increase accessibility to other areas of the city.

## SMUULI

Tegevuste, atraktiivsuse ja ligipääsetavuse madalad näitajad. Samas on seal suurepärased välialad, rohkelt avatud haljasalaid ning ka rannik asub lähedal.

Madalaimad näitajad aktiivsuse ja tegevuspaikade variatiivsuse osas, ka kinnitavuse näitajad on madalad, juurdepääs ülejäänud linnast teedevõrgu kaudu on keskmine kuni madal, kuid samas asub lähedal üks peamine ida-lääne telg.

Suurepärane arenduspotentsiaal, kuid madalad väärtused, kõrge hind ja tegevuste vähene variatsioon.

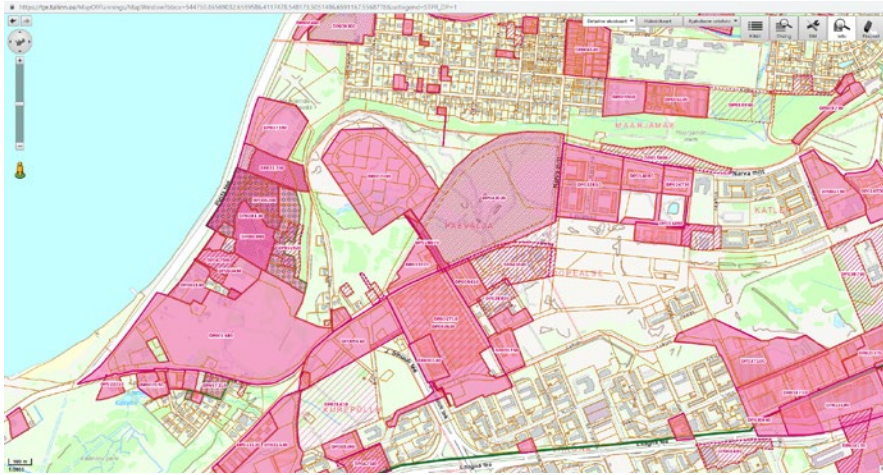
SOOVITUSED

### Tehke piirkond ligipääsetavaks:

Tõhustage ühendusi teiste linnaosadega.

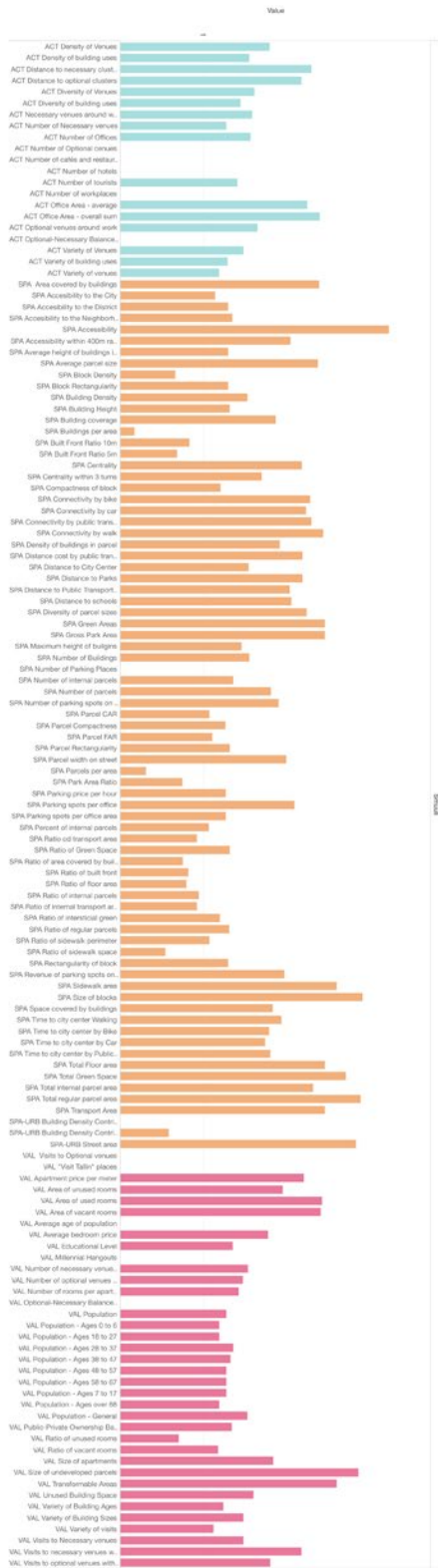
**Lisage vabaõhuteenuseid:** Piirkonna välialade kvaliteeti saab parendada, kui pakkuda seal vabaaja- ja meelelahutusteenuseid ning seeläbi paremini rakendada kohaliku kuvandi potentsiaali. Ranniku lähedus on samuti väärtus kui potentsiaalne jalakäijate teekonna sihtpunkt, mis omakorda loob ühenduse keskkonnaga rannaala kaudu.

**Tõhustage väiksema skaala ühendusi:** Võiks kaaluda linnakoe sidumist ümbritsevate piirkondadega



väiksemate tänavate, mitte suurte teedega. Kõnnitavuse parendamiseks tuleb projekteerimisel lähtuda jalakäijate skaalast.

**Toetage majanduskasvu:** Suurendage erinevate tegevuspaikade ja teenuste pakkujate hulka.



## SMUULI

Low levels of activity and attractivity, accessibility. However, it is a great outdoor area with open green space and proximity to the seafront.

Lowest levels of activity and mix of types of venues, with low level of walkability and medium-low accessibility from the rest of the city through the street network, but closeness to one major east-west axis.

Great prospective development potentials, low values, high price, and low mix of activity.

## SUGGESTIONS

**Make it accessible:** Enhance connection to other areas of the city.

**Add outdoor services:** Enhance its open-outdoor quality by locating services related to outdoors, recreation, and leisure, utilizing its branding potential for a greater impact. Its location on the coastline also constitutes an asset as a potential endpoint for pedestrian routes connecting to the city centre through the seafront.

**Increase lower-scale connectivity:**  
Consider connecting the urban fabric with the surrounding areas with smaller

streets rather than major highways.

Deploy pedestrian-scale design to make it walkable.

**Favour economic growth:** Increase the presence of venues and services of all kinds.

TUISU

Tänu kahe suure tee ristumiskoha lähedusele on ligipääsetavuse näitajad väga head. Ka kõnnitavuse, kõnniteede, parkide ja avalike rohealade näitajad on kõrged. Näitajad on veidi madalamad aktiivsuse ja tegevuspaikade variatiivsuses osas, kuivõrd need koonduvad peamiselt suurtesse ostukeskustesse. Teisalt on ühendused suures plaanis head ning haljasalad pakuvad häid võimalusi jalgsimatkadeks, liikuvus on aga äärmiselt keskmendunud auto liiklusele. Antud piirkonna morfoloogia ei arvesta piisavalt kõndimist kui liikumisviisi.

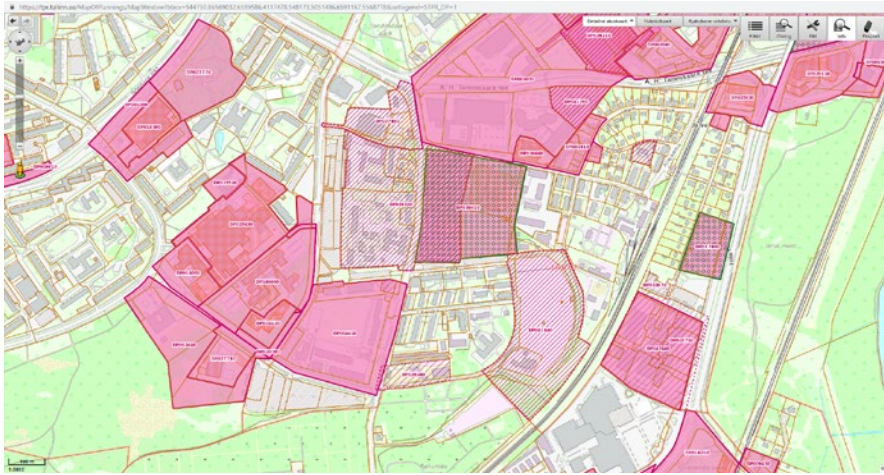
Kõrged hinnad ning tegevuste ja väärtuste vähene variatiivsus viitavad potentsiaalsele elamuklastriale.

## SOOVITUSED

## Jalakäijad sees, autoliiklus väljas:

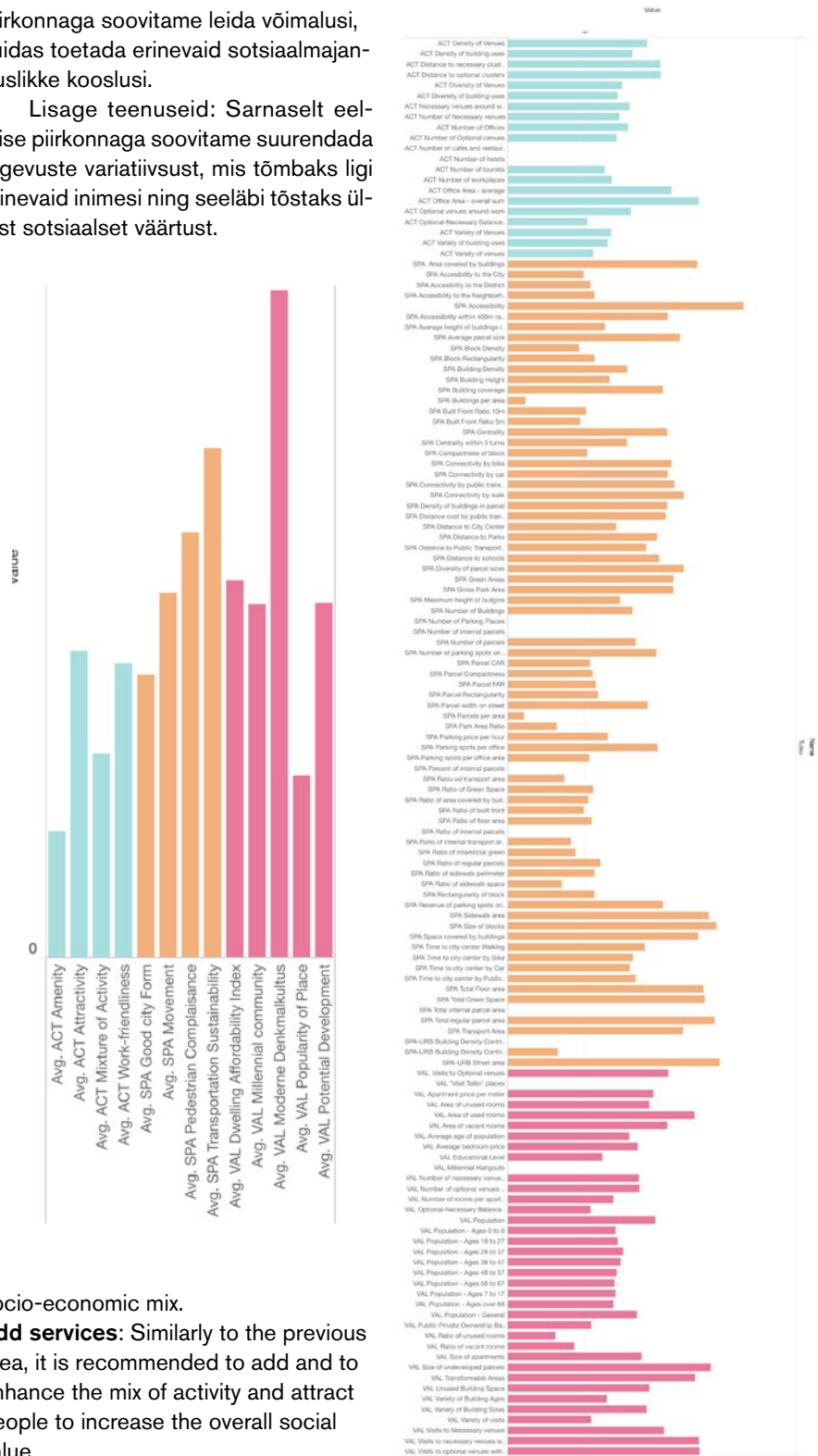
Antud piirkonnas võiks kaaluda võimalusi, kuidas luua inimhõõtmelised ja jalakäijasobralikud ühendused elamurajoonide ja peamiste kaubandus- ja teeninduspiirkondade vahele, samas kui autoliiklus jääb suurtele maanteedele, mis ühendab neid ka teiste linnaosadega.

## Erisugused inimesed loovad rohkem väärtusi: Sarnaselt eelmisele



piirkonnaga soovitame leida võimalusi, kuidas toetada erinevaid sotsiaalmajanduslikke kooslusi.

Lisage teenuseid: Sarnaselt eelmise piirkonnaga soovitame suurendada tegevuste variatiivsust, mis tõmbaks ligi erinevaid inimesi ning seeläbi tõstaks üldist sotsiaalset väärtust.



## TUISU

Great accessibility level due to the proximity to the intersection of two major highways. High walkability levels, sidewalks, parks and open green spaces. Slightly low levels of activity and diversity of types of venues, all of them concentrated in large shopping malls. Whereas large scale connectivity is positive and green areas provide open spaces for wandering, mobility is extremely focused on cars. Walking as a way of transportation is not sufficiently considered in the morphology of this area.

High price, low mix of activity and values, pointing towards potential residential cluster.

## SUGGESTIONS

## Pedestrian mobility inside, leave

**traffic outside:** This area should consider smaller scale pedestrian-friendly design as a way of connecting residential spaces with main commercial and service areas, while keeping road mobility on the large highways connecting with different areas of the city.

**Mix people, add value:** Similarly to the previous area, it is recommended to implement solutions to enhance

socio-economic mix.

**Add services:** Similarly to the previous area, it is recommended to add and to enhance the mix of activity and attract people to increase the overall social value.

VOLTA

Tegevuste kõrge kontsentratsioon ja nende kõrgeim kombinatsioon, mis viitab vabaajategevuste ja teenuste rohkusele ja variatiivsusele. Jalakäijate ligipääsetavus on keskmine kuni kõrge, seevastu ülejäänud linnaga ühenduste näitajad on keskmised ja madalad, mis on tõenäoliselt tingitud rongijaama infrastruktuurist, mis katkestab linnakoe lõunast ja idast, ning ka põhjaosas paiknevast rannikualast, mistõttu seob seda ülejäänud linnaga vaid üks peamine ida-lääne telg.

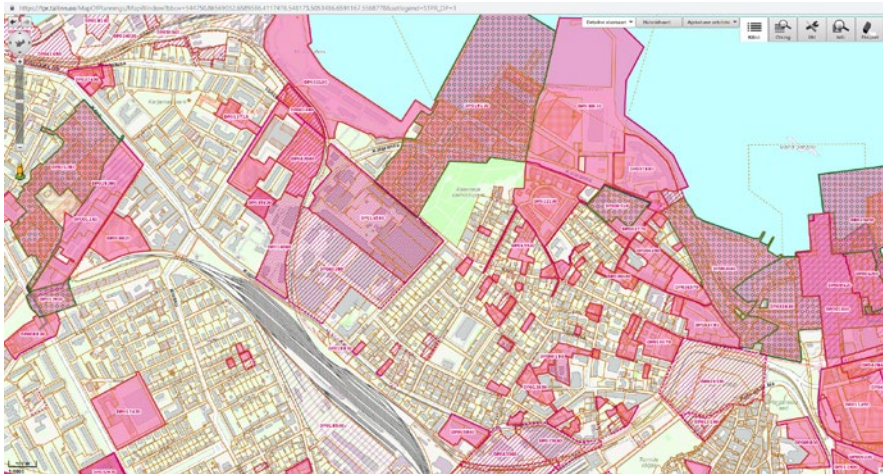
SOOVITUSED

### Tõhustage väiksema skaala

**ühendusi:** Võiks kaaluda linnakoe sidumist ümbritsevate piirkondadega väiksemate tänavate, mitte suurte teedega. Kõnnitavuse parendamiseks tuleb projekteerimisel lähtuda jalakäijate skaalast.

**Hoidke variatiivsust:** Säilitage erinevaid meelelahutuskohi, tegevuspaiku ja teenuseid ning vältige funktsioonide segmenteerumist.

**Looge ühendus ülejäänud linnaga:**  
Püüdke kompenseerida isolatsiooni ja katkendlikkust, ideaalis luues lõunas ja idas raudteeületuskohad.



# ARENGUSUUNAD

# LINNAELU

2018. aastal elas 68,9% Eesti elanikkonnast linnakeskkonnas ning aastatel 2015-2020 on linnastumise iga-aastane prognoositav määr 0,01% (CIA World Factbook). Eesti elanikkond hääbub (prognoosi kohaselt igal aastal -0.6%), kuid Tallinna roll seejuures muutub praegusestki kesksemaks. Linnas on praegu 453000 elanikku, kuid pärast pikka langusperioodi näitab see nüüd tõusutrendi. Alates 2011. aastast on elanikkond kasvanud 59000 võrra ehk igal aastal umbes 2,0%. Kuigi osaliselt on toimunud pelgalt „paberil“, kui võrd lähivaldade elanikud soovivad osaleda Tallinna teenustest nagu tasuta ühistransport, on tendents siiski pidev ning järgib sarnaste pealinnade nagu Helsingi ja Stockholmi arengusuunda. Antud kasv on tegelikult üsna kiire ning viitab olulisele elanikkonna struktuurilisele muutusele ja tegevusmustritele riigitasandil tervikuna, mis on iseloomulik kaasaegsele linnaajastule, kus „võitja saab kõik“. Tallinn võib kergesti ja kiiresti oma elanikkonda kasvatada, kui võrdmillenniumipölvkonna esindajatele peab riigisisene ja rahvusvaheline reisimine olema hõlpsasti kättesaadav, mistõttu

## TRENDS

URBAN

In Estonia the share of population living in urban environment was 68.9% in 2018 and the annual change rate of urbanisation is estimated to be 0.01% between 2015 and 2020 (CIA World Factbook, visited). Estonia's population is in decline (-0.6% annually estimated) but Tallinn is going to become even more central than it is today. The city has currently 453,000 inhabitants but after a long decline it shows growth. Since 2011, the population has grown by 59,000 people, or about 2,0% annually. While part of that growth may be people "moving papers" between municipalities to access municipal services like free public transport, it seems rather sustained and follows the pattern of peer-capital-cities like Helsinki and Stockholm. This growth is actually quite rapid and shows a major structural change in the population and activity patterns nationally, typical for the current urban phase where "winner takes it all". Tallinn could very easily and very rapidly grow its population as millennials will increasingly need easy access to regional and international travelling, while they become more and more attracted to urban life.

köidab neid aina enam ka linnaelu.

Peamine kasvu suunav trend on linnakogemus. X-põlvkonna ja millennialipõlvkonna esindajad on tihedalt seotud teenusmajandusega ning neid ei köida enam niivõrd ligipääs materiaalsele vahenditele kui võrd teenustele, töövõrgustikele ning positiivsetele ja kaasahaaravatele kogemustele. Kolmest millennialipõlvkonna esindajast kaks eelistab kulutada raha kogemustele, mitte esemetele ning siinkohal on tehnoloogiatööstus juba sammukese ees. Apple Watchi sarnased seadmed juba kulutavad väärtuslikku ruumi, mida võiks kasutada näiteks aku eluea suurendamiseks, puuteliidestest mahutamisele, mis pakuvad kella kandmise kogemust, simuleerides traditsioonilise kella üleskeeramise liigutust.

Linnad alles hakkavad seda nähtust uurima, kuigi kogu sajandi vältel oleme saanud selgeid signaale, et linnaühiskonna edu põhineb inimitunnetel ja kuidas nad linnaga suhestuvad. Alates Jane Jacobsist kuni Jan Gehlini ning Kevin Lynchist Christopher Alexanderini on meil olnud piisavalt teavet, kuidas kujundada linna kui interaktsiooni ja ilu ruumi. Kui need jäävad linnakujunduse ja -halduse klassikuteks, siis tõenäoliselt seetõttu, et linnadest räägitakse

ja neid kirjeldatakse diskursuse kaudu. Avaliku ruumi arhitektuurseid ja majanduslikke komponente kirjeldatakse silma kõrguselt, mida inimene näeb ja tajub ning millega ta end suhestab.

Kuid tulles tagasi Tallinna juurde, siis probleem on selles, et planeerijad, kirjandusklassika ja tulevikueksperdid saavad harva kokku. Vaatamata ebakindlusele ja võimalikele poliitilistele sekkumistele võib Tallinna kasvu võtta kui stsenaariumi ning visioonist võib tuleneda strateegia, mis põhineb inimsuhtluse ja uute tehnoloogiate kokku-  
puutepunktidel.

Tallinna kasv aastatel 2019-2040 võib vabalt olla 1-2% aastas ning jõuda 2040. aastaks Helsingi praeguse elanikkonna arvuni. See ületab nõukogude perioodi lõpu haripunkti 1989. aastal, mis jäi veidi alla poole miljoni. Oluline küsimus siinkohal on see, kus kõik need inimesed elama hakkavad? Ja kes on need inimesed? Kui kogu Harju maakonna kasvutempo on sarnane, mis on aeglustunud äärelinnastumise valguses tõenäoline, võib linnapiirkonna elanikkond 2040. aastal ulatuda 0,7 miljonini või umbes 70% kogu tollase riigi elanikkonnast.

## Tulevikustsenaariumite kohaselt

described from the eye level, from what a person can see, perceive and relate to.

But back to Tallinn, the idea is that planners, classic literature and foresight experts seldom meet. So, despite uncertainty and possible political interventions, Tallinn's growth can be taken as a scenario and from a vision may emerge a strategy based on human interactions intersecting with new technologies.

Tallinn can easily have an annual growth rate of 1-2% between 2019-2040, reaching the population of Helsinki today by 2040. This figure is bigger than the late-Soviet era population peak of just below half a million in 1989. The interesting question is where these people will live in the city? And who are these people? If the growth rate for the whole region (Harjumaa) is similar, which is plausible as the drive to the suburbs has slowed down, the broader urban area would have 0.7 million people in 2040, or about 70% of the national population of that time.

The trend scenario, thus, paints a very Tallinn-centred image of future Estonia, following the trend of Helsinki today, swallowing population from the shrinking Finnish towns. The recent SUMP scenarios estimate the population of Tal-

VOLTA

High concentration of activities, and the highest mix of them, pointing towards higher supply of variety of types of amenities and services. Medium-high pedestrian accessibility, and medium-low connection to the rest of the city, probably by effect of the train station infrastructure disconnecting the urban fabric from the south and east, and the coastline in the north, leaving only one major axis east-west to connect with the rest of the city.

## SUGGESTIONS

**Increase lower-scale connectivity:**  
Consider connecting the urban fabric with the surrounding areas with smaller streets rather than major highways.  
Deploy pedestrian-scale design to make it walkable.

**Keep it mixed:** Maintain the amenities, venues and services and avoid segmentation of functionalization.

**Connect to the rest of the city:** Try to compensate infrastructural isolation and discontinuity, ideally by bridging the railway tracks in the south and east.

on tuleviku Eesti väga Tallinna nagu ning sarnaneb seega Helsingi praegust arengusuundumust, mis neelab paljusi kahanevate Soome linnade elanikkonda. Hiljutised SUMP linnaliikuvuskavad prognoosivad, et Tallinna lähipiirkonna elanikkond on 2035. aastal juba 670000, ning kui investorid tõepoolest ka kahe linna vahele tunneli ehitavad, siis see prognoos kindlasti ka saavutatakse ja ületatakse. Vaja on strateegiat, mis kas käsitleb antud prognoosi kui nähtust, millele tuleb reageerida või mille poole püüelda. Meile tundub viimane huvitavam ning see viiks meid ka uutel tehnoloogiatel põhinevasse uude digiühiskonda, mistõttu võib Tallinnast kergesti saada sinise regiooni uus teenuste ja tehnoloogia arenduskeskus.

#### UUS POLÜTSENTRILISUS

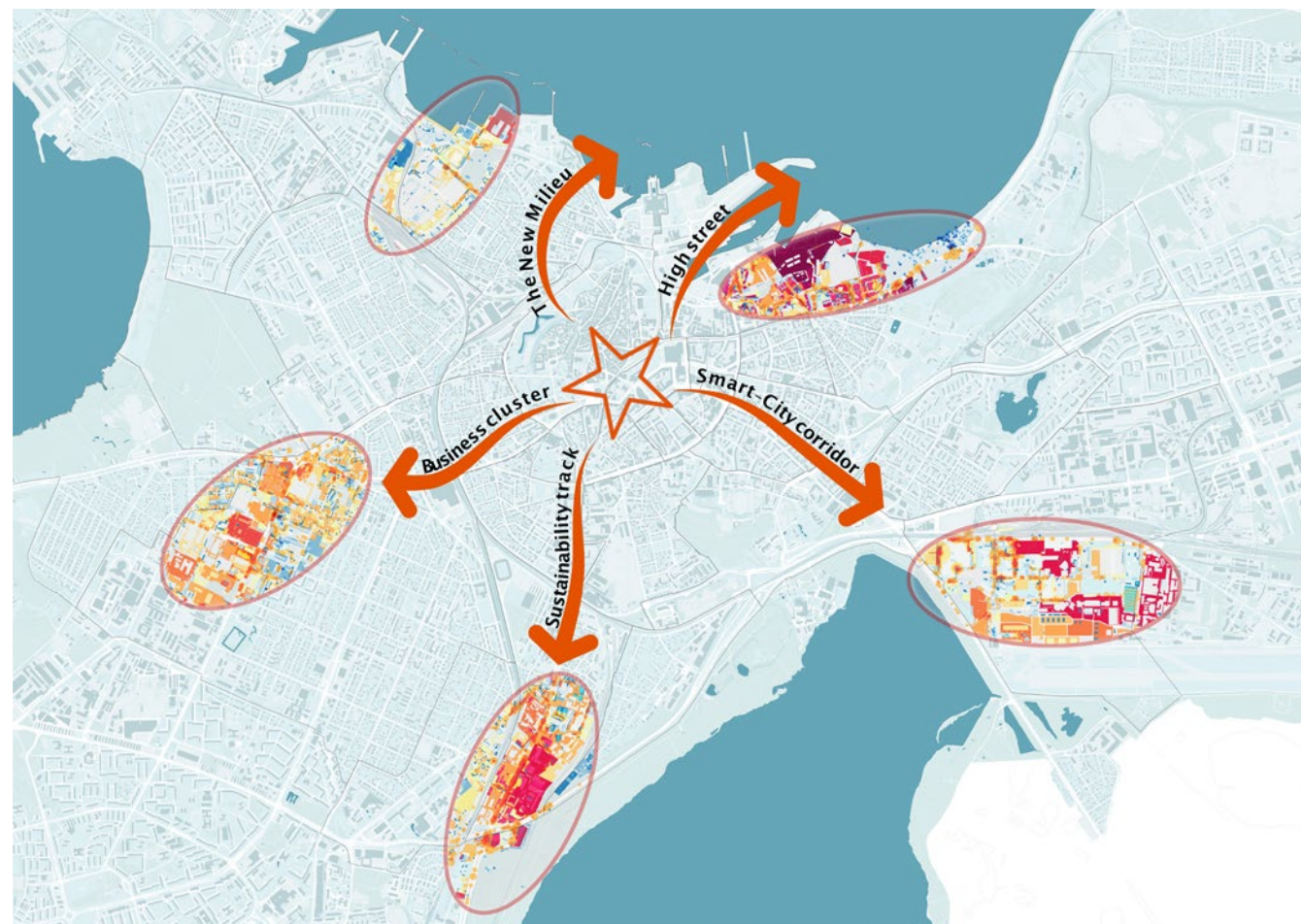
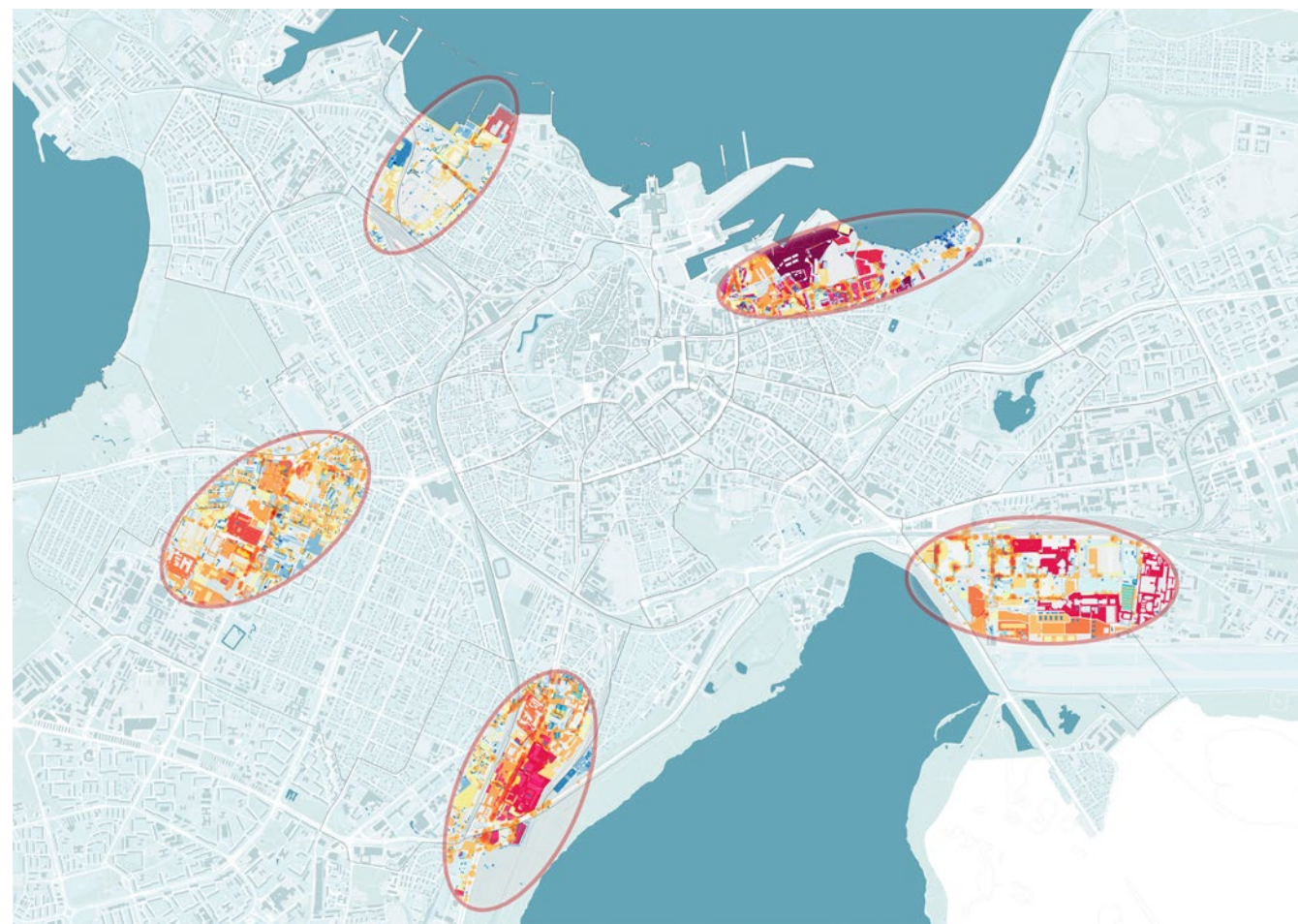
Polütsentrilisus iseloomustab peaaegu kõiki piisavalt suuri kaasaegseid linna- piirkondi. Põhjused peituvad erinevates regionaalsetes ligipääsetavuse mudelites ning osalejate erinevates kohalikes eelistustes. Samas on polütsentrilisus ka oluline linnaarenduspoliitika eesmärk. Seniajani on Tallinn olnud liiga väike, et tõsiseltvõetavad kohalikud keskused võinuksid tekkida. Samuti on kesklinna ja vanalinna domineerimist ühtse linna-

keskusena toetanud Tallinna unikaalne asukoht mere ja Ülemiste järve vahel, keskusesse suunatud nõukogudeaegne transpordi infrastruktuur, iseseisvumisjärgsed investeeringud ärikeskustesse ja turismi suur osakaal vanalinnas.

MetaLINNa käigus täheldasime antud mustrite muutumist. Ringtee ja mõned põhitänavad liiguvad kesklinnast eemale, mistõttu tekivad uued kesksed paigad. Kõige selgemini on see täheldatav Ülemiste City, lennujaama ning Tammsaare tee ja Pärnu maantee juures, kuid ka Kristiines ja Telliskivis/Põhja-Tallinnas. Sadamaala ja Narva maantee on justkui ärikeskuse pikendus või eraldi keskus. Meie Tallinna ruumi, tegevuste ja väärtuste uurimuse ja ka vestluste põhjal investorite ja arendajatega on selge, et Tallinnasse on kerkimas uued keskused. Polütsentrilisus on juba saanud realsuseks, kuid uute keskuste ja kesksete piirkondade arendamise protsess on alles algusjärgus, kuna need tekivad spontaanselt ega järgi ühtegi üldplaneeringut. Uute detailplaneeringute realiseerumise käigus on oodata palju muudatusi ning tegutseda tuleks selge strateegia kohaselt, enne kui neist saavad eraldatud saarekesed, mida on hiljem hulga keerulisem liita.

#### PLAAN "TÄHT"

MetaLINNa raames läbi viidud analüüsid näitasid viie uue keskuse tekkimist Tallinnas, kuid vestlustes kinnisvaraarendajate ja investoritega koorus välja teistsugune pilt. Juba täna on täheldatav Kristiine ja Pärnu maantee keskus, kus on tekkinud tugev äriklast ja uute tegevuste keskpunkt. Ülemiste City on samuti juba kujunemisjärgus keskus, kuid meie vaatluse seda kui uut keskse tähtsusega linnaosa, kuivõrd Ülemiste Mainor kavatseb praegusest bürookompleksist arendada tervikliku linnaosa, kus elanike ja töötajate arv ulatub 30000 inimeseni. Sellest võib kindlasti saada Tallinna teine keskus, kui praegune ühendus kesklinnaga muutub kiiremaks ning lisandub uus trammiteelõik sadamasse. Seda ümbritsev kaubanduskeskus võimaldab tarbijaühiskonnal jalgsi mugavusteenusteni jõuda, vähendades seeläbi ka autoliiklust, ning kavandatud tervishoiuteenused ja kõrgharidusasutused loovad ideaalse pinnase järgmise põlvkonna elanikele mõeldud uuele keskusele. Ülemiste City muudab tulevikus ka seniseid liiklustrasid, kuna sinna võivad tekkida pargi& sõida parkimisalad teistest maakondadest tulevatele autojuhtidele või siis jäävad sinna



linn region at 670,000 in 2035 and if investors are truly going to build the tunnel between the two cities, there is no doubt this estimation will be reached and breached. A strategy is needed: either one that takes this estimation as a phenomenon to respond to or take population growth as an aim. The latter is the one that we find more interesting, which is also the one that would lead to a new digital society supported by new technologies that can easily turn Tallinn into a new centre for service and tech development in the region.

#### NEW POLYCENTRICITY

Polycentricity is a common feature of almost any sufficiently large contemporary city region. Its reasons lie in the interplay of the differential regional accessibility patterns and actors' different locational preferences. Simultaneously, polycentricity is a high-level target of urban policy. Until now, Tallinn has been too small to develop serious subcentres. Also, Tallinn's unique geography between the sea and Lake Ülemiste, the centre-oriented Soviet-era transport infrastructure, strong post-1991 capital investment in the CBD and the weight of tourism in Old Town have sustained the dominance of the city centre and Old Town as one city centre.

In reference to metaLINN, we observed that this pattern is changing. The ring road and some arterial streets are starting to bypass the centre, creating new central locations, most clearly in Ülemiste City, Airport and Tammsaare-Pärnu Road but also in Kristiine and Telliskivi / North Tallinn. The harbour and Narva Road can be seen as an extension of CBD or as separate centre. From our studies of space, activities and values in Tallinn, as well key talks with investors and developers, it is clear that Tallinn may see the rise of new centralities. Polycentricity has already become a reality, but the process to develop new centres and central districts is only at the beginning as they are emerging spontaneously and not following the general plan. Many more changes are to be expected during the establishment of new detail plans and it is important to act with a clear strategy or they will become new islands that will be harder to connect later.

#### STAR PLAN

The emergence of the five new centres in Tallinn was visible in the spatial analysis carried out in metaLINN but conversation with real estate develop-

ers and investors showed a new reality. The centre of Kristiine and Pärnu Road emerge today as they are forming a strong business cluster and a centre of new activities. Ülemiste City is a centre in the making already today but we consider it a new emerging centrality as Ülemiste Mainor is planning to transform the current office cluster into a new city for living, possibly reaching 30,000 people among dwellers and workers. This can definitely become the second centre of Tallinn, if the current connection to the city centre becomes faster and new light rail + connection to the harbour is added. The shopping mall surrounding it will allow the consumer society to reach their amenities within a walking distance reducing the use of cars and the mix of healthcare facilities and the planned higher education institutes will create the perfect combination for a new centre dedicated to the next generation of dwellers. The new Ülemiste City will increasingly change traffic patterns as we know them as it may become the landing place for park&ride facilities for drivers coming from outer counties or simply stop the incoming traffic of people looking for urban amenities, becoming a new place of agglomeration of Harju County dwellers and a gate for cars to

pidama linna suunduvad ja linnahüvesid otsivad inimesed, mistõttu saab sellest uus kogunemiskoht Harjumaa elanikele ja värav Tallinna kesklinna suunduvatele autodele. Arhitektuurbüroo Zaha Hadid planeeringute kohaselt tekib Tallinna esimene mereäärne linnakeskus, millest saab oluline piirkond nii elamiseks kui meelelahutuseks. Samuti lisandub Volta arendusprojekt, mis kujundab Kalamaja suuresti ümber, kuivõrd loob ühenduse ümbritsevate piirkondadega linna põh-jaosas. Praegu on tehasehoone justkui müür ega soodusta liikuvust. Kui see aga asendatakse, siis üheskoos Noblessneriga moodustub nõ uus moodne keskus, mis toob hulgaliselt inimesi mereranna miljööd taasavastama.

Seega on vaja strateegiat. Lihtsuse huvides andsime plaanile nimetuse TÄHT (STAR) ning selle eesmärk on uurida, kuidas uued keskused pelgalt ei ammutaks ehituslikku ja majanduslikku suutlikkust ülejäänud linnast, vaid seoks neid omavahel strateegiliste arenduskoridoride kaudu. On äärmiselt oluline tagada, et olemasolevad planeeringud, nagu ka siinses dokumendis analüüsitud versioonid, oleksid siiski elujõulised ning linnakeskus jääks ellu ja kandma olulist rolli. Samuti tuleb meil mõelda ka koridoridele, mis ühendavad uut

piirkonda kesklinnaga, kuna inimesed jäävad sel trajektoiril ikka liikuma.

Strateegilise arengukava viis koridori loovad aluse, mis aitab uusi ideid tutvustada ja plaane testida. Need võivad olla linna arengukava pilootprojektiks, kuivõrd esindavad linna viite tugevust.

Uue Miljöö (New Milieu) eesmärk on siduda vanalinn taas mererannaga ning Kultuurikilomeetri kaudu ka Volta ja Noblessneriga. Oluline on tugevdada ühendusi, mis said alguse juba keskajal, kuid mille vahepeal katkestasid nii rongiteed kui ka nõukogudeaegne mereranna militariseerimine.

Peatänav mereranda on samuti oluline, et siduda kesklinn sadamaalaga ning uute arendusplaanidega Mere puiesteel ja/või Rotermannis. See aktiveerib samaaegselt nii Porto Franco, Rotermanni kui ka Mere puiestee alad, suunates ühelt poolt jalakäijaid seatasetesse äridesse ning teisalt pakkudes linna suunduvatele turistidele tõeliselt kauneid kogemusi.

Tartu maanteest saab Nutilinna Koridor (Smart City Corridor) Ülemiste suunas. Siin võiks avaliku ja erasektori partnerlusprojekti raames piloteerida uusi tehnoloogiaid ja IoT lahendusi enne, kui neid ulatuslikumalt kogu linnas rakendatakse. See tekitaks rahvusvahelist huvi, tõmbaks ligi investeringuid ja turundaks

hästi kogu Eesti tehnoloogiatoöstust. Jätkusuutlikkuse raja (Sustainability Track) mõte on tugevdada olemasolevat ühendust äriklastriga, mis ulatub kuni Delta Plazani. Tegemist on Tallinna olulise ressursiga ning antud tänavatel võiks piloteerida uusi ideid ja teenuseid, mis aitavad heitkoguseid vähendada ja kasutada alternatiivseid liikumisviise, et vähendada niigi suurt koormust linna infrastruktuurile.

Viimasel keskusel on suur potentiaal pikeneda praeguse Kristiine tööstusalani. Antud tööstushooneid tõenäoliselt elamurajooniks ümber ei arendata ning kuna kogu piirkond hõlmab üsna suure ala, tuleks ettevõtluse arenduseks rakendada uusi programme. Praegune tööstus asendub teenusmajandusega, kuid olemasolevad rajatised võivad kergesti järgida ka linnakeskkonnas tootmise programme. Sellest võib kujuneda uus keskus, kus tööstus kohtub ettevõtlusega otse vanalinna lähel. Samuti võib sellest saada uus koridor, mis seob omavahel Tallinna kultuuri- ja majanduskapitali.

## LIKUVUS

Läänemaaailma linna ja ühiskondi ise-loomustab praegu oluline üleminekuperiood tööstuslikust faasist urbanistlikkusse. Sellele on omane teatav ebakindlus linnastumise määra tulevikusuundumuste osas, kuid iseäranis hulgaliselt kvalitatiivseid muutusi, mis ongi omased linnalikele elustiilile. Tänu infotehnoloogiale võib tänapäeval lähivallas elav inimene pääseda hõlpsasti ligi kõikidele teenustele, mis varem olid kättesaadavad vaid linnaelanikele. Mobiilsus on üks neist sektoritest, mis võib tulevikus radikaalselt muutuda, kuivõrd ka traditsiooniliselt linnale omased meelelahutusvormid liiguvad linnakeskkonnast inimeste elutappa. Väärtustame aina enam aega, mida veedame isiklike elektrooniliste seadmetega nagu telefon ja sülearvuti. Sellel on tugev mõju ka mobiilsusmuutritele ja reisiajale, kuna teenustele, tööle ja meelelahutusele pääseb ligi ka liikudes. Isiklikele autodele eelistatakse ühistransporti ja tulevikus ka isejuhtivaid autosid, kuivõrd need ei takista antud teenustele ligipääsu võimalusi. Linnaarenduste keskne probleem on „linnastumishüvede“ aina kasvav roll ehk teisisõnu tiheda asustusega linnaelu lihtsus, mugavus ja majanduslik

## MOBILITY

Western cities and societies are undergoing a major transition from the industrial to the urban phase. This is characterized by some uncertainty regarding the future direction of urbanization rate but especially by many qualitative changes in the Urban and urban lifestyle. Today, thanks to ICT a person living in the surrounding municipalities can easily have access to all the services that were once meant for urban dwellers only. Mobility is one of the sectors that may change radically in the future as also typical forms of urban entertainment are moving from the city to anyone. We increasingly value the time we spend with personal electronic devices such as phones and laptops. This has a strong impact on mobility patterns and travel time as one can access services, work and leisure while moving. Transit and later also self-driving cars will be preferred to personally driven vehicles because they hinder the possibilities to use those services. A key issue for urban developments is the growing role of “urbanisation benefits”, shortly defined as the easiness, convenience and economic efficiency of close-knit urban life and high-quality spatial and social setting. Those are the elements

tasuvus ning kvaliteetne ruumiline ja sotsiaalne keskkond. Need omadused jäävad linnale ainuomaseks, ning edukuse tagavad vaid ehituse kõrge kvaliteet ja inimsuhtluse soodustamine.

Linnaarenduses ja detailplaneeringute strateegilises ülesehituses on vaja rohkem stsenaariumite planeerimist. Üks sündmus, mis näitab asjade kiiret kulgu, on uudis, mille kohaselt annab Hiina investeerimisettevõtte Touchstone 15 miljardit eurot erakapitalil põhinevale tunneliprojektile “FinEst Bay Area”, mis moodustab otsestest kapitaliinvesteeringutest kolmandiku. Minu esimene uurimisprojekt (H-T TransPlan, 2012) EUREGIO tunneli hindamistapis 2008. aastal käsitles tunnelit kui ebatõenäolist avaliku sektori projekti, mille üle võis vaid naerda. Nüüd on see üsnagi realistlik eraprojekt, mis sõltub globaalsest spekulatiivsest kinnisvaraturust ja vastavast strateegiast. See ei tähenda muidugi, et tunneliprojekt on midagi kindlat, kuid kogu tõlgenduslik ja tuleviku raamistik on muutunud, ning stsenaariume tuleks reaalselt rakendada kinnisvaraarenduste ja linnaehituse strateegilisel planeerimisel, mitte lihtsalt kuhjata neid teadusaruannetesse tolmu koguma. Meil tuleb liikumise ja linnakujundusega seotud otsuseid mõjutada ja

neile teavet anda mitte ainult aktuaalsete suundumuste, vaid eeskätt visioonide kaudu.

## MaaS

Liikuvus kui teenus (MaaS) on reaalne, see eksisteerib ja toimib naaberlinnas Helsingis. MaaS kirjeldab, kuidas isikliku auto kasutamine transpordivahendina annab teed erinevate transpordiliikide süsteemile, mis on omavahel ruumiliselt ja digitaalselt seotud ning millele ligipääs on korraldatud tellimisteenuse kaudu. MaaS'i kasutajatel on ligipääs eraomandis liikuvusteenusele ja ühistranspordile ühtse tellimisteenuse kaudu. MaaS ei ole mõeldud asendada olemasolevaid mobiilsusteenuseid nagu taksod, ühistransport või linnarattad, kuid pakub platvormi, kus neid saab omavahel siduda ning seeläbi ligipääsu hõlbustada.

MaaS on majanduslikult lihtne teenus ning loob aluse suundumusele tõsta iga inimese iga-aastast läbisõitu. Seda täheldasid ka PWC, Autotraderi ja Gartneri uurimused. Helsingis kasutusel olev Whim Unlimited annab 499-eurose kuu-tasu eest ligipääsu autode, ühistranspordi, linnarataste ja takso kasutusele. See on kuus 200 eurot odavam kui auto omamine ja igakuine transpordikaart. Aja

central Tallinn. The new plans presented by Zaha Hadid on the waterfront will produce the first urban centre by the sea in Tallinn, becoming a major attraction for living and leisure activities while there will also be the Volta project. This is going to transform Kalamaja since it's going to generate a linkage to the surrounding districts in the north. The factory is currently acting as a wall and it does not generate mobility. When this is replaced, together with Noblessner they will form the New Cool Tallinn, attracting a variety of people to reconnect with the seaside and the milieu.

Therefore, a strategy is needed. For the sake of simplicity, we call it the STAR Plan and its purpose would be to think how the new centres would not simply subtract all the building and economic capacities of the existing city but would link them together through strategic development corridors. This is necessary because it is important to guarantee that current plans, as well as the ones that are analysed in this document, can still succeed and the role of the city centre is kept alive and important. In fact, we also need to think about the corridors that connect the new area with the city centre because people are going to move between them.

The five corridors for strategic development can establish a theme that helps new ideas to be introduced and policies to be tested. They can be the pilot project of the new urban Tallinn as they represent the city's five points of strength.

The New Milieu is about reconnecting the Old Town to the seaside and through the Culture Kilometre reach Volta and Noblessner. It is important to strengthen the connection that has been there since the medieval times but was cut by the railways and the militarisation of the seaside during the Soviet era.

The high street to the seaside is necessary in order to link the city centre with the harbour and the new development plans through Mere Avenue and/or Rotermanni. This will activate Porto Franco, Rotermanni district and Mere Avenue all at once, leading pedestrians to the shops along the way while giving a truly beautiful experience to the tourists who walk to the centre.

Tartu Road will become the Smart City corridor towards Ülemiste. Here a PPP project could pilot new technologies and IoT solutions before they can be scaled to the whole city. It will attract international interest, investments and a good branding for all the tech industry Made in Estonia.

The Sustainability Track is about reinforcing the existing link to the business cluster that extends up to Delta Plaza. This area is an important resource for Tallinn and the streets could be used to pilot a new idea and services that help to lower emissions and use alternative mobility modes to reduce the already large impact of the current urban infrastructure.

The last centre has a strong potential to extend toward the current industrial area of Kristiine. It's unlikely that the industrial buildings will be converted into housing and as the area is so extended, a new program for business development should be implemented. The current industry is replaced by the service economy but the existing facilities can easily follow programs of urban manufacturing. This could be the new core where industries meet businesses which can be done at the doorstep of the Old Town. This could be a new corridor that combines the cultural and economic capitals of Tallinn.

pikku ning isejuhtivate autode lisandudes muutub antud teenus aina odavamaks, ning mõeldes Tallinna tehnoloogilistele edusammudele, ei ole mingit põhjust, miks MaaS ei peaks Eestisse tulema. Taas kord on eluliselt tähtis roll strateegial, vastasel juhul tabavad järgmised mobiilsus- ja majandusrevolutsioonid meid kiirusel, mida on raske kontrollida. See on justkui Uber „ruudus“. Linnaarendus peaks arvestama MaaSi loodud uute võimalike mobiilsusmustritega. Juba praegu on võimalik luua majandushoobasid ja tingimusi hoonetele, mis on nüüd või tulevikus transiitkoridoride läheduses nii nagu ka eluasemete projekteerimisel tuleks pakkuda MaaS lahendusi. Alustuseks tuleb uutesse hoonetesse rajada laadimispunktid ning eraldi hoiuruumid ratastele ja elektrilistele motorolleritele, projekteerida varjualused koridorid ühistranspordipeatuse suunas ning ühiskasutuses ruume hoone sees.

Kui tulevikus lisanduvad ka iseseisvad sõidukid, saab MaaSist praeguste transpordiliikidega võrreldes veelgi konkurentsivõimelisem. ITS Finland prognoosib, et aastal 2030 on Helsingis võimalik kasutada kahte tellimisteenust järgmistele teenustele:

- sõiduteenus maksimaalselt 15-minutilise reageerimisajaga
- ühistranspordi kasutusõigus
- pealinna lähiümbruse raudteetranspordi kasutusõigus
- tulemusena väheneb sõidukite arv linnas 30% võrra

no reason why MaaS should not come to Estonia. A strategy is necessary or we are going witness the next mobility and economic revolutions at a speed that will be hard to control. It is like UBER but “squared”. Urban development should consider new possible mobility patterns generated by MaaS. Already today it would be possible to have incentives and design norms for buildings that are or will be near transit corridors and also housing design should provide solutions for MaaS. Starting from equipping new estates with charging stations, dedicated spaces for cycling and electric scooters, designing sheltered corridors towards public transit and including shared spaces on significantly valuable spaces inside one building.

In the near future, with the introduction of autonomous vehicles, MaaS is going to be even more competitive than current transport modes. ITS Finland forecasts is that in 2030, it will be possible to have two subscription services in Helsinki for:

- car hauling with max 15-minute pick-up time anywhere
- access to public transport
- access to metropolitan railway
- consequent reduction of 30% vehicles in the city

# TALLINNA MUSTERMAJAD

Tallinna Mustermaja on puidust ruumelementidest koosnev modulaarne ja mass-kohandatav kortermaja. Tootearendusprojekti koordineerib EKA arhitektuuriteaduskond koostöös Eesti puitmajatootja Harmeti ja puitehituse entusiastidega. Projekt on nõ avatud lähtekoodiga ja see avalikustatakse Open Source Wood platvormil – <https://opensourcewood.com>.

Töögrupi liikmed:

RENEE PUUSEPP  
Töögrupi juht, EKA

EGLE VOGT  
Tööstusliku tootmissüsteemi insener, Harmet OÜ

TIIT SILD  
Arhitekt

TAAVI LÕOKE  
Arhitekt

JOHANNES MADIS AASMÄE  
Arhitekt

INKE-BRETT EEK  
Arhitekt

VELLO LAANEMAA  
Disainer

GRETE SOOSALU  
3D vormigrammatika

EERO TUHKANEN  
Puitkonstruktsioonide insener

KRISTO KALBE  
Energiatehnik ja tootmine

# TALLINN PATTERN BUILDINGS

Tallinn Pattern Building is a modular and mass-customisable apartment building made of timber volume elements. The product development project is coordinated by the Faculty of Architecture of the Estonian Academy of Arts (EKA) in cooperation with the Estonian timber house manufacturer Harmet and timber construction enthusiasts. The project is developed in open source and it will be made available on Open Source Wood platform <https://opensourcewood.com>.

RENEE PUUSEPP  
Working group leader, EAA

EGLE VOGT  
Engineer of the industrial manufacturing system, Harmet OÜ

TIIT SILD  
Architect

TAAVI LÕOKE  
Architect

JOHANNES MADIS AASMÄE  
Architect

INKE-BRETT EEK  
Architect

VELLO LAANEMAA  
Designer

GRETE SOOSALU  
3D modelling

EERO TUHKANEN  
Timber construction engineer

KRISTO KALBE  
Energy efficiency and production

## KONTSEPTSIOON

Projekti lähteülesanne oli luua ideela-hendus kuni seitsmekorruselisele mo-dulaarsele ja masskohandatavale korte-relamule, mis on:

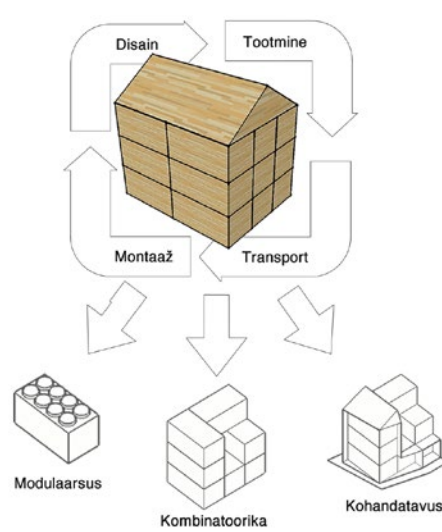
- paindlik ja kohandatav erinevatele kruntidele, arendusvajadustele ja erinevasse ruumilisse konteksti,
- keskkonnasõbralik ning
- arvestab peamiste tootmis-, transpordi- ja koostepiirangutega Euroopas.

Eesmärk oli projekteerida paindlik süs-teem, kus piiratud arvu diskreetsete moodulite kombineerimisel oleks võim-alik projekteerida erinevaid hoone mahte ning kohandada neid krundi kuju ja ümbruskonnaga. Teisisõnu, loodavad hoonete kontseptsioonilahendused pi-did olema masskohandatavad. Massko-handatavusel on kaks tahku. Esiteks võiks lahendust sobitada erinevatesse ruumilistesse olukordadesse, see peaks olema varieeruva kõrguse, hoone nõ „ja-lajälje” ja fassaadilahendusega, et hoone saaks sulanduda visuaalselt ümbritseva linnaruumiga – orientatsiooni, vaadete ja naabruses asetsevate hoonemahtu-dega. Teiseks peaks korterite suurus ja tubade arv ning erineva suurusega korterite jaotus hoones olema paind-

lik ning vastama erinevate piirkondade nõudlusele. Tüüpilise näitena on ees-linnade korterite tubade arv suurem kui kesklinna korterite suurus, sest elanike profiilid varieeruvad.

Tallinna Mustermaja keskkonnasõb-ralikkus seisneb kaasaegses tehnilises lahenduses ning tehasetingimustes toot-mises, millega tagatakse hoonete õhu-tihedus ja energiatõhusus. Teiseks on Mustermaja kandekonstruksioonid ja põhitarindid võimalikult suures ulatuses puidust. Puidu kasvamisel seotakse at-mosfääris sisalduv süsinik ning puidu ka-sutamise ajal eraldatakse see pikaks ajaks süsinikuringlusest. Kui tahta, et puidust ehitamine oleks jätkusuutlik, peaks puit-hoonete põhitarindite eluiga Põhja-Eu-roopa tingimustes olema eeldatavasti vähemalt 80-100 aastat ehk teisisõnu vähemalt sama pikk periood, kui ehitu-ses kasutatav puitmaterjal looduses kas-vab. Tallinna Mustermajad peaksid olema piisavalt paindlikud ja kestlikud, et vastu pidada vähemalt 200 aastat.

Projekteerimine on tehases toode-tavate majade puhul üks kitsaskohtadest. Kui moodulitest hooned toodetakse te-hasetingimustes päevade ja nädalatega, siis eriprojektide koostamine võtab en-diselt kuid. Selle pudelikaela lahenda-miseks on vaja modulaarset süsteemi



Tallinna Mustermaja kontseptsioon  
The basic concept of Tallinn Pattern Buildings

kinnisvaraarendajatel läbi mängida erine-vaid ruumilisi stsenaariume juba detail-planeeringu etapis ning hinnata nende sobivust mahulisest-visuaalsest küljest ja tuginedes andmetele.

Mustermaja kontseptsioonilahen-dusele esitati järgnevad tingimused:

- Lihtsus ja informatiivsus. Hoone peaks olema piisavalt lihtne, et seda saaks toota erinevates te-hastes ja rajada erinevate ehitajate

poolt. Hoone arhitektuur peaks olema informatiivne ehk teisisõnu selle konstruktiivne ja tehniline ülesehitus ja toimimine peaksid olema mõistetavad visuaalsel vaatlusel ning hoone rajamine, kasutamine ja hooldamine võimalikult lihtne.

- Uuendatavus / asendatavus. Hoone komponendid peaksid olema kergesti ligipääsetavad ning uuendatavad.
- Kestvus. Arvestades ehituses kasutatava puidu kasvutsükli, peaksid hoone põhikonstruksioo-nid vastu pidama vähemalt 100 aastat.
- Avatus. Loodav kontseptsioon jääb ilma piiranguteta avatuks kõigile, kes tahavad seda edasi arendada. Lahenduste otsimisel lähtuti Avatud Hoo-nete (*Open Buildings*) kontseptsioonist ja selle edasiarendustest, kus hoone on jaotatud Kandvaks (*Support*) ja Täitvaks (*Infill*) osaks.

Tallinna Mustermaja on tinglikult jaotatud neljaks komponendiks:

- Kehand – ruumelementidest koosneva elamu põhikomponendid, mis toodetakse tehasetingimustes. Komponendid peavad kandma oma raskust ning vastu pidama trans-

pordil ja paigaldamisel rakenduva-tele koormustele.

- Skelett – hoone kehandit toetav konstruksioon, mis seob põhikom-ponendid konstruktiivseks tervikuks ja võimaldab ehitada kuni seitsme-korruselisi hooned.
- Nahk – hoone fassaadielemendid koos avatäidetega, rõdud ja katu-seelemendid.
- Jalam – hoone vundament ja hoone alumine osa, mis seob hoone kehandi maapinnaga.

Tallinna Mustermaja projekt keskendus peamiselt hoone kehandi, skeleti ja naha projekteerimisele. Mustermajad kavandati Smuuli tee 1 kinnistule detailplaneeringus pakutud mahtude visualiseerimiseks.

Tallinna Mustermajade moodulsüs-teemi aluseks on Egle Vogti ja Nele Tee-tamme Tallinna Tehnikaülikooli kursuse-projektina loodud tööstuslik süsteem koodnimega '369'. Väljavõtteid kursuse-tööst:

- Hoone teljestiku samm (ehk *grid*) peab jälgima ehitusnõudeid ning transpordi- ja tõstenõudeid. Moo-duli ja elementide mõõdud peavad arvestama tootmisliini liblik-laudade suurustega.
- Toode peab olema kiirelt ja lihtsalt toodetav, kuna tehasmaja hinnas

muutub püsikulude osakaal lühi-kese ajaga väga kiirelt.

- Sellise kulu vältimiseks peab toode olema projekteeritud, katsetatud ja sertifitseeritud tootmisekoostute tasandini.
- Toote peab mahtuma transpordi-kanalitesse, mis ei vaja erilube ja lisatoimingud kogu ekspeditsiooni vältel. Samuti peab toote kiire ja suuremahuline transport olema võimalik (nt transpordifirmad peavad olema suutelised saatma ühel päeval 30-40 platvormautot). Üldnõutud laius moodulil on kuni 3m, kõrgus koos autoplatvormi ja pakendiga kuni 4,5m ja pikkus kuni 13m. Moodulil peavad olema eelprojekteeritud tõstevahendid ja tõsteskeemid, mis peavad olema sertifitseeritud ning testitud.
- Mõõtmised peavad võimaldama mooduli kahesuunalist kasutust ehk hoone teljestik on moodustab ruudustiku ehk platvormi GRID'i.

Kolmemeetrise laiussega mooduleid võib Euroopa piires transportida täiendavate piiranguteta. Kuna üldjuhul ühtivad moo-dulite piirid kortermaja piirdetarindite ja vaheseinte asukohtadega, siis funktsio-naalsest seisukohast vaadates on kolme meetri laiune moodul üldiselt piisav. Aga

## CONCEPT

The initial aim of the project was to pro-vide a design solution to a seven-storey modular and mass-customisable apart-ment building that is:

- flexible and adaptable to various plots, development needs and spatial contexts,
- environment-friendly and
- considers the main production, transportation and assembly restrictions in Europe.

The aim was to design a flexible system where by combining a limited number of discrete modules it would be possible to design various building volumes and ad-just them to the shape and surroundings of the plot. In other words, the concep-tual solutions of the buildings had to be mass customisable. There are two facets to mass customisation. Firstly, the solu-tion could be adapted to various spatial situations, it should have varying height, façade and “footprint” options to allow it to blend visually in the surrounding urban space in terms of orientation, views and neighbouring building volumes. Secondly, the size of flats, the number of rooms as well as the distribution of flats of various size in the building must be flexible and meet the needs of various districts. To il-

lustrate, the number of rooms in a suburb is larger than in case of the city centre, as the residents' profiles are different.

The environmental-friendly character of Tallinn Pattern Building lies in its con-temporary technological solution and pro-duction in the factory thus ensuring its air density and energy efficiency. Secondly, its load-bearing structures and construc-tion are made of timber as much as pos-sible. The carbon in the atmosphere is stored as long as the tree grows and once timber is taken into use, it is removed from the carbon cycle for a long time. If we wish to keep timber construction sustainable, the lifespan of loadbearing structures in the North-European condi-tions should be at least 80–100 years, in other words, a period equal to the time that the timber used in the construction grows in nature. Tallinn Pattern Buildings should be sufficiently flexible and sustain-able to stand at least 200 years.

One of the limitations of factory-built houses is the design process. If the production of modular buildings in fac-tories takes just days or weeks, then the special projects still take months to com-plete. In order to solve the bottleneck, we need a modular system and a software to apply it in the design process. In order to facilitate the further design of Tallinn

Pattern Buildings, it is important to de-velop and standardise the system and also focus on software development.

As Pattern Buildings are based on pre-designed modules, it allows to rely on combinatorics in designing new buildings. In case of predesigned mod-ules, we know the exact amount of ma-terials, cost, size etc which allows us to estimate the building's quantitative indi-cators (incl. the cost of construction) at an early stage of design. Taking a step further, the given software would allow urban planners and developers to try out various spatial scenarios at the detail plan stage and evaluate their appropri-ateness in terms of volume and visual aspects based on exact data.

The following conditions were set for the conceptual solutions of Pattern Buildings:

- Simple and informative. The build-ing should be simple enough to be produced in different factories and constructed by different builders. The architecture should be informa-tive, in other words, its construc-tional and technological design and functioning should be clear by visual inspection and the construc-tion, use and maintenance of the building as simple as possible.

- Upgradable/replaceable. The com-ponents should be easy to access and renew.
- Durable. Considering the growth cycle of timber used in construc-tion, the lifespan of the building's structures should be at least 100 years.
- Open. The given concept will be fully open and available for every-body who wish to develop it further.
- The search for solutions was based on the principle of Open Buildings<sup>1</sup> and its further developments<sup>2</sup>, where the building has been di-vided into Support and Infill parts.

Tallinn Pattern Building may be provi-sionally divided into four components:

- The body – the main components of the building consisting of volume elements that are manufactured in the factory. The components must bear their own weight and with-stand the loads that occur during transportation and assembly.
- The skeleton – the structure sup-ported the body that connects the main components into a construc-tional whole and allows to construct buildings of up to seven floors.
- The skin – the façade elements with windows and doors, balconies

and roof elements.

- The base – the foundation and lower part of the building connect-ing it with the ground.

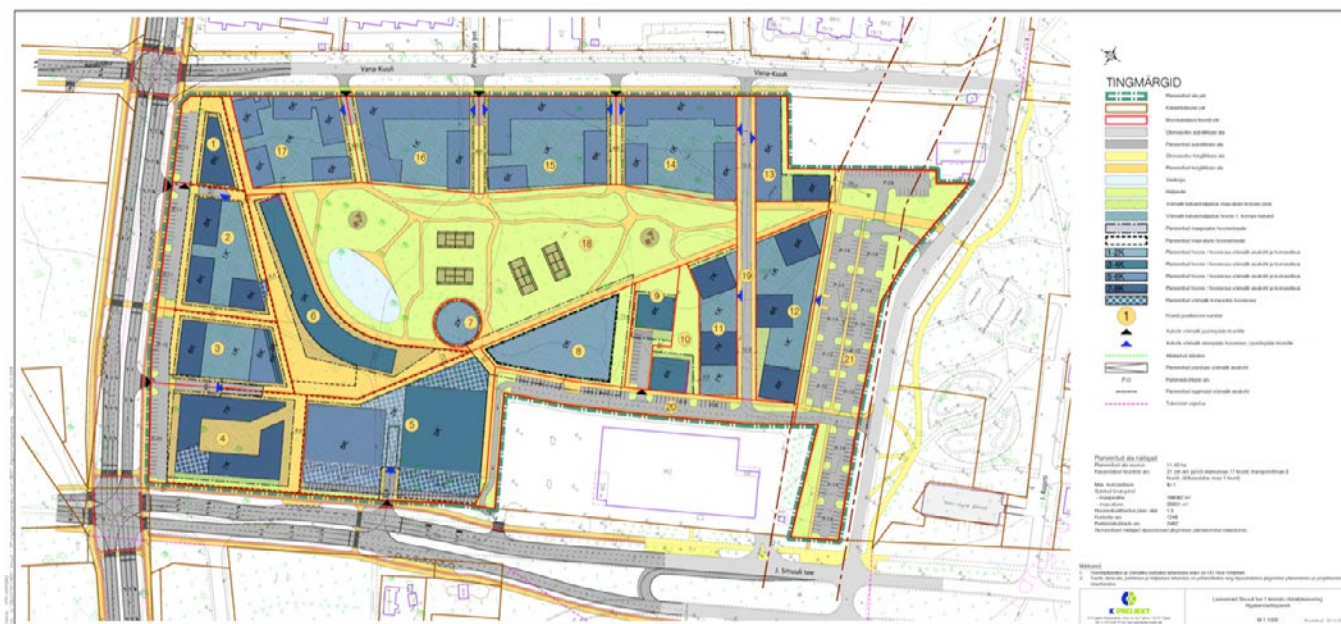
Tallinn Pattern Building project mainly fo-cussed on the design of the body, skele-ton and skin of the building. The pattern buildings were designed to visualise the volumes proposed for the detail plan of Smuuli Road 1.

The module system of Tallinn Pat-tern Building is based on the industrial product called “369” completed by Egle Vogt and Nele Teetamm as a course pro-ject at Tallinn University of Technology<sup>3</sup>. Below are extracts from the work:

- The grid of the building must follow construction requirements as well as transport and lifting require-ments. The measurements of the module and the elements must consider the size of the production line butterfly tables.
- The product must be easy and simple to produce as the propor-tion of fixed costs in the price of a modular building can change very quickly.
- In order to avoid such expenses, the product must be designed, tested and certified to the level of production assemblies.

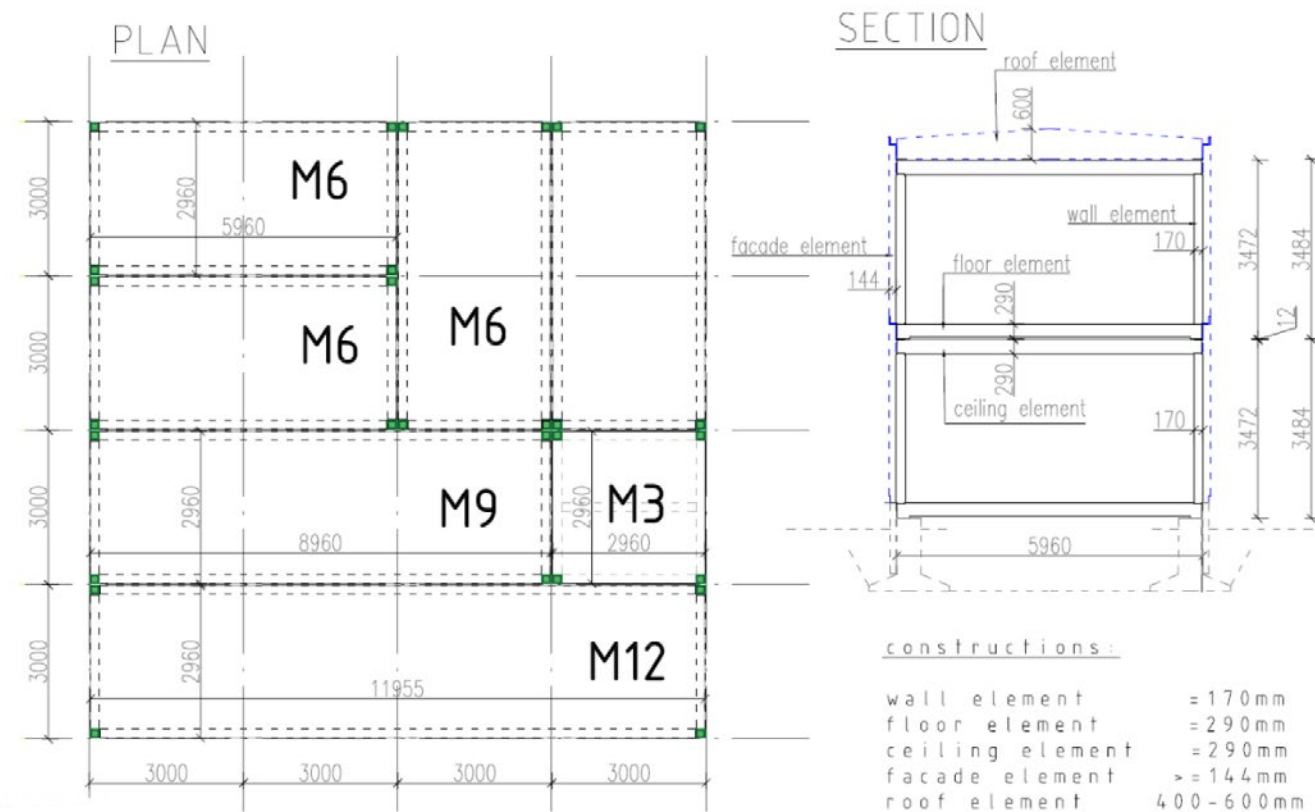
- The product must fit transportation channels with no requirement for special permits or additional tasks throughout the entire expedition. Similarly, the quick transport of the product in a large vehicle must be possible (e.g. transport companies must be able to send out 30-40 platform trailers in a day). The gen-eral width of a module is up to 3 metres, the height with the platform and packaging is up to 4.5 metres and length up to 13 metres. The module must have pre-designed lifting equipment and diagram that are certified and tested.
- The measurements must allow the two-way use of the module, in other words, it must form a grid or the GRID of the platform.

Modules three metres in width can be transported within Europe without fur-ther restrictions. As the module meas-urements generally coincide with the location of the apartment building's pe-ripheral structures and wall partitions, then from the functional perspective, three-metre modules are generally suf-ficient. However, in some cases – for instance, larger living-rooms – the given condition sets further restrictions on the design. It is possible to make exceptions



2. Smuuli tee 1 detailplaneeringu kavand (K-Projekt)  
2. The detail plan draft of Smuuli Road 1 (K-Projekt)

### 3-6-9



3. '369' süsteem  
3. '369' system

teatud juhtudel – näiteks suuremate elutubade lahendamisel – seab see tingimus liigseid piiranguid hoone planeeringule. Nendes kohtades on võimalik teha erandeid, nihutades vaheseinad moodulite piiridelt ära ja niiviisi ei pea moodulite jaotus ruumide laiust ette kirjutama.

#### MUSTERMAJA OSAD

##### KANDEKONSTRUKTSIOON

Vastupidiselt tüüpilisele ruumelementidele majale, kus alumised moodulid kannavad ka ülemiste raskust, ei ole Mustermaja kandekonstruktsioon ekspluatatsiooni olukorras projekteeritud moodulite osana. Iga üksiku mooduli kandekonstruktsioon on piisavalt tugev, et seda saaks turvaliselt transportida ja tõsta, aga lõplik tugevus saavutatakse moodulite omavahelisel ühendamisel. Lõplik hoone skelett koosneb moodulitesse integreeritud kandvatest elementidest – nurgapostidest, vahelagedest ja jäikusseintest – ning hoone koostel lisatud kandvatest vertikaalsetest elementidest. Moodulite põrandate ja lagede omavaheline ühendumine ja lisatud vertikaalsed elemendid seovad moodulite kandvad osad ühtseks süsteemiks, võimaldades üksteise peale asetada 7-8 kihti mooduleid.

in these places by shifting the partitions away from the module boundaries and thus the module division does not dictate the room width.

#### PARTS OF THE PATTERN BUILDING

##### LOAD-BEARING STRUCTURE

Contrary to a typical volume element building with lower modules bearing the weight of top modules, the load-bearing structure of the Pattern Building is not designed as a part of the modules. The load-bearing structure of each module is strong enough to be safely transported and lifted, while the eventual strength is achieved by the mutual connection of the modules. The completed skeleton of the building consists of the load-bearing elements – corner posts, floors and shear walls – integrated in the modules and also the load-bearing vertical elements added during the assembly. The mutual connection of the floors and ceilings of the modules as well as the added vertical elements join the load-bearing parts of the modules into a common system allowing altogether 7–8 layers of modules to be set on top of one another.

The first tests on the development of the structural concept described above were conducted during the devel-

Esimesed katsetused kirjeldatud konstruktiivse kontseptsiooni arendamisel viidi läbi arendusnädalavahetusel Garage48 WOOD2 23.–25. novembril 2018 Cesis, kus BuildWise/Pixel tiim lõi esimese keske kandeelemendi külge kinnitatud moodulite süsteemi.

Konstruktiivse süsteemi edasiarenduse viis Mustermaja tiim läbi Cēsis Puidupäevade raames (Koka dienas) 28.–30. mail 2019. Täiendati posti ja vahelae sõlme ning moodulitelt eemaldati diagonaalid.

Hoone jalami võib rajada betoonist või kiviplakkidest kohapeal ja enne hoone kehandi koostet. Selleks sobib kasutada kõiki traditsioonilisi võtteid, aga võimalik oleks ka kombineerida neid keskkonnasõbralikumate tehnoloogiatega, mis lähevad märksa paremini kokku puidust kui taastuvast loodusvarast ehitamise põhimõtetega. Nii võiks näiteks Tallinna Mustermaja jalami valada või koguni 3D printida turba ja põlevkivituhha segust.

##### TEHNOSÜSTEEMID

Mustermaja tehnosüsteemidega arvestati vaid skemaatilisel tasemel. Konstruktiivse süsteemi üks põhimõte oli jätta moodulite perimeetrile vaba tsoon nõ tehnoloogideks. Moodulite kandvad talad olid viidud võrgustiku (grid) teljelt

sissepoole, et tehnolõõrid kandetalasid läbi ei lõikaks.

Kanalisatsioon on ühe mooduli piires lahendatud vaheseinte sees. Mooduli laius on piisavalt väike, et anda kanalisatsioonitorule piisav kalle ka juhul, kui sisendseade (WC-pott, kraanikauss, vann) asub mooduli teises küljes.

Küte ja ventilatsioon on lahendatud ühe korteri piires lokaalsete seadmetega ning kõik torud on korteri gabariitides. See tagab korterite autonoomsuse ja paindlikkuse ümberehitusel ning siselahenduste muutmisel ei pea arvestama alumise või ülemise korteri tehnosüsteemidega.

Arhitektuurse projekti loomisel ja tüüpmodulite projekteerimisel arvestati põhimõttega, et tehniliselt keerulisemad komponendid (köök, vannituba, WC, tehnoruumid) asuksid ühes nõ märjas moodulis ning elutoad ja magamistoad oleksid nõ kuivades moodulites. See tagab tootmise efektiivsuse, sest märgade modulite tootmistsükkel on oluliselt pikem kui kuivadel.

##### TULEOHUTUS JA

##### AVARIAIKINDLUS

Mustermaja tule- ja veekindlust lahendatakse järgnevas etapis.

The sewerage within one module is placed inside the partition walls. The width of the module is sufficiently small to provide the sewage pipe with a sufficient incline also in case the input device (toilet, sink, bath) is located at the other end of the module.

The heating and ventilation within one flat are solved with local devices and all pipes follow the boundaries of the apartment. It ensures the autonomy and flexibility of flats during reconstruction and there is no need to consider the utilities system of the flats above or below when changing the layout.

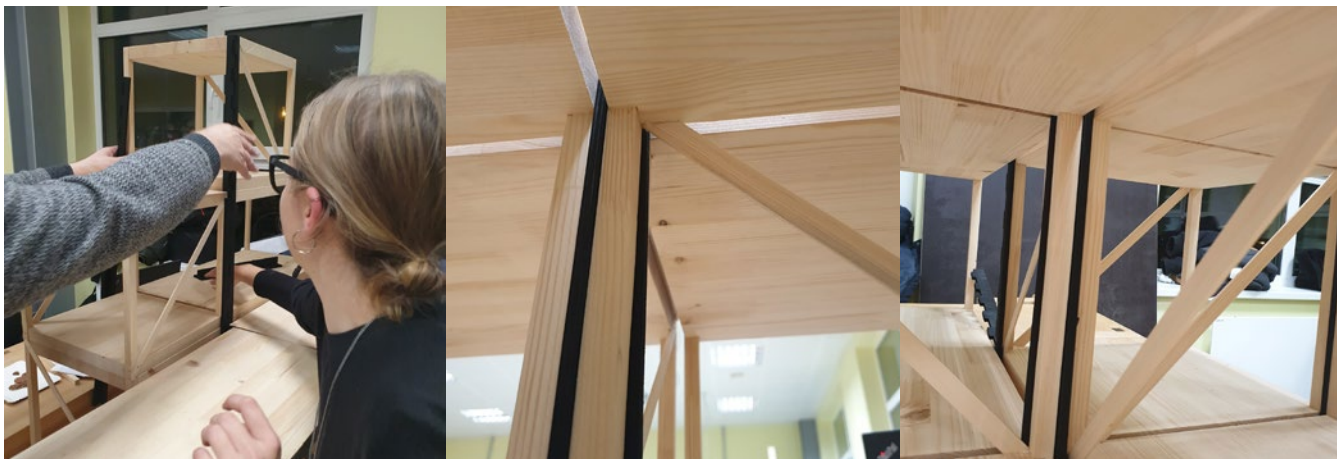
Drawing up the architectural design and the standard modules was based on the principle that technically more complex elements (kitchen, bathroom, toilet, utility rooms) were located in the same so-called wet module while the living area and bedrooms were in the so-called dry modules. That allows to ensure manufacturing efficiency as the production cycle of the wet modules is considerably longer than in case of dry modules.

##### FIRE SAFETY AND PROTECTION AGAINST ACCIDENTS

The fireproofing and waterproofing of the Pattern Building will be solved in the next stage.

##### THE UTILITY SYSTEMS

The utility systems of the Pattern Building were considered only on schematic level. One of the key principles of the structural system was to leave a free zone at the perimeter of the modules for the utilities. The load-bearing beams of the modules were placed inward the grid so that the utilities ducts would not cut through the load-bearing beams.



BuildWise/Pixel prototüüp, Garage48 WOOD2  
BuildWise/Pixel prototype, Garage48 WOOD2



Prototüüp m 1:5, Koka diens, Cēsis  
Prototype 1:5, Koka diens, Cēsis



Mustermaja konstruktsioon  
The Pattern Building construction



Mustermaja laesõlm  
The Pattern Building ceiling joint



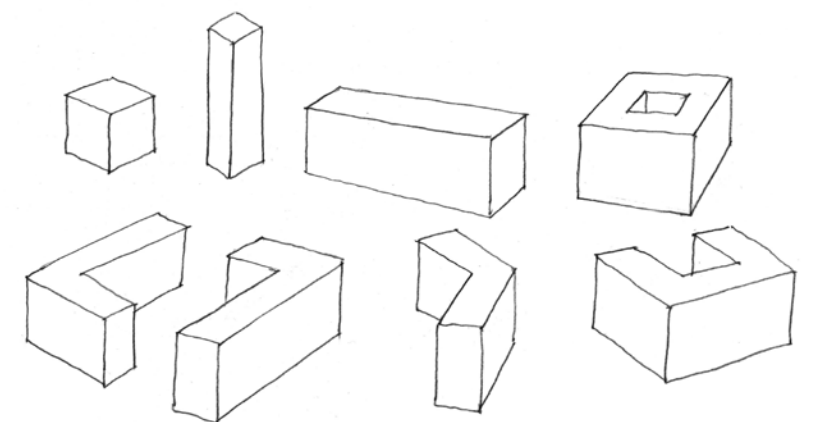
Mustermaja põrandasõlm  
The Pattern Building floor joint

## PROTSESS

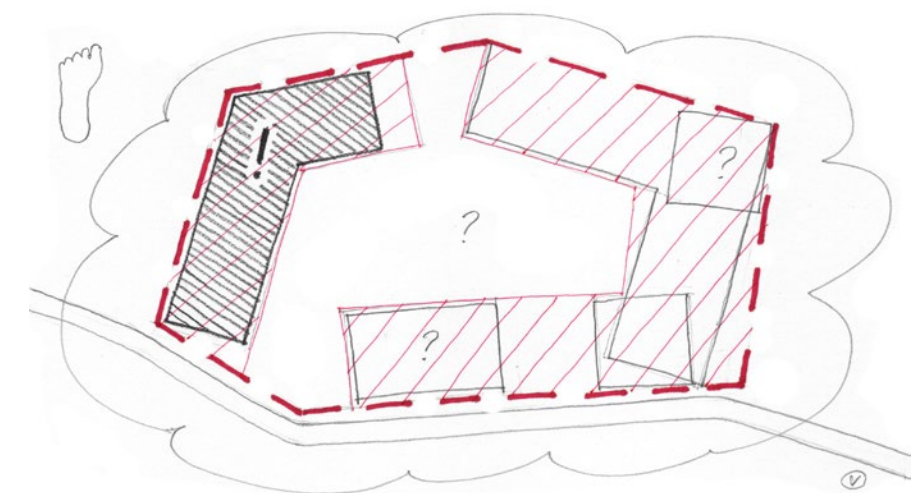
Tallinna mustermaja loomise protsess planeeringust maja valmimiseni.



1. Sobiliku krundi leidmine  
Finding a suitable plot



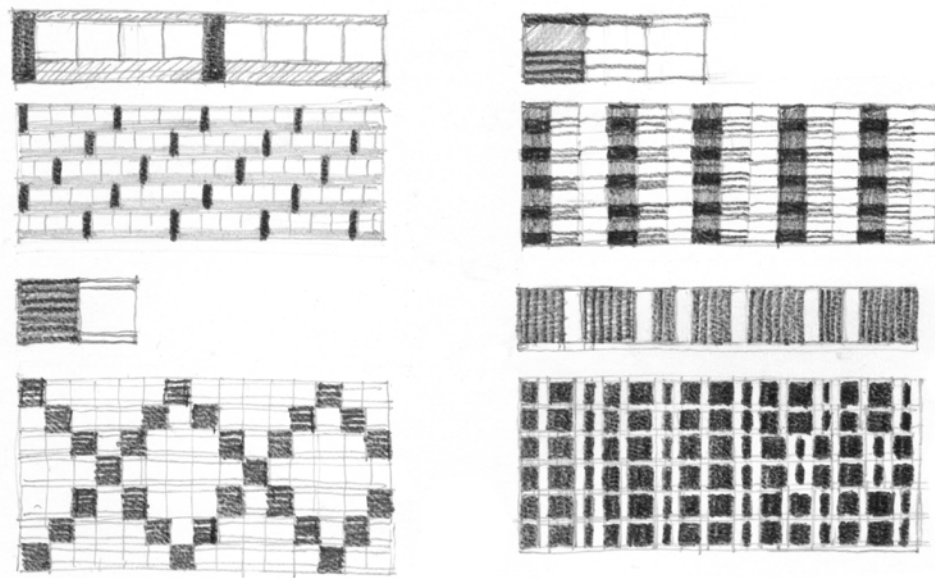
2. Sobiliku „mustri“ valimine  
Selecting a suitable "pattern"



3. Mustri kohaldamine krundile  
Adjusting the pattern to the plot

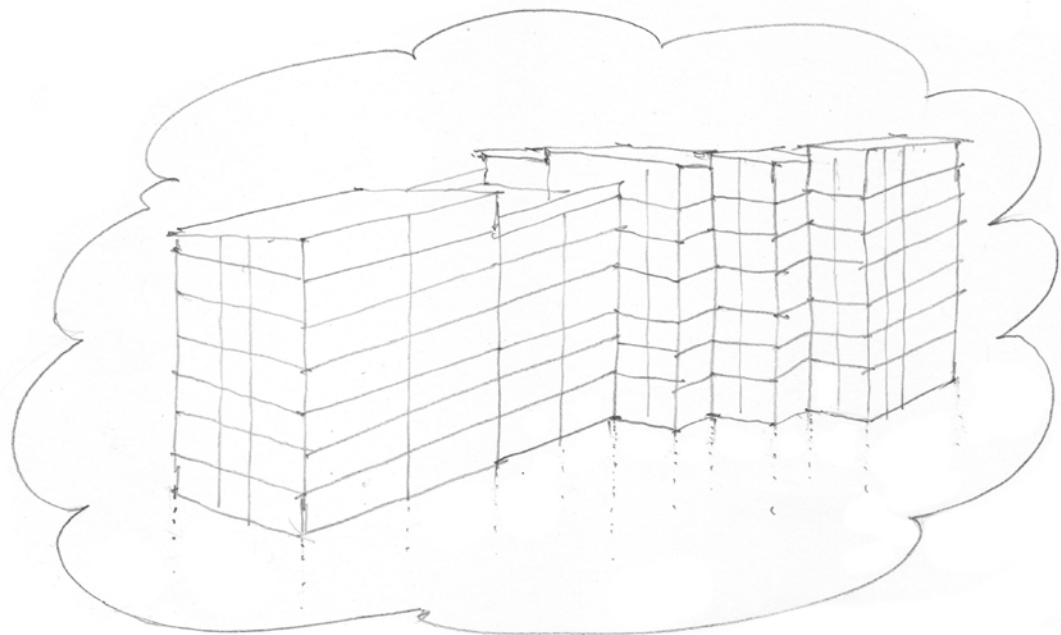
## PROCESS

The production process of Tallinn Pattern Building from design to completion.



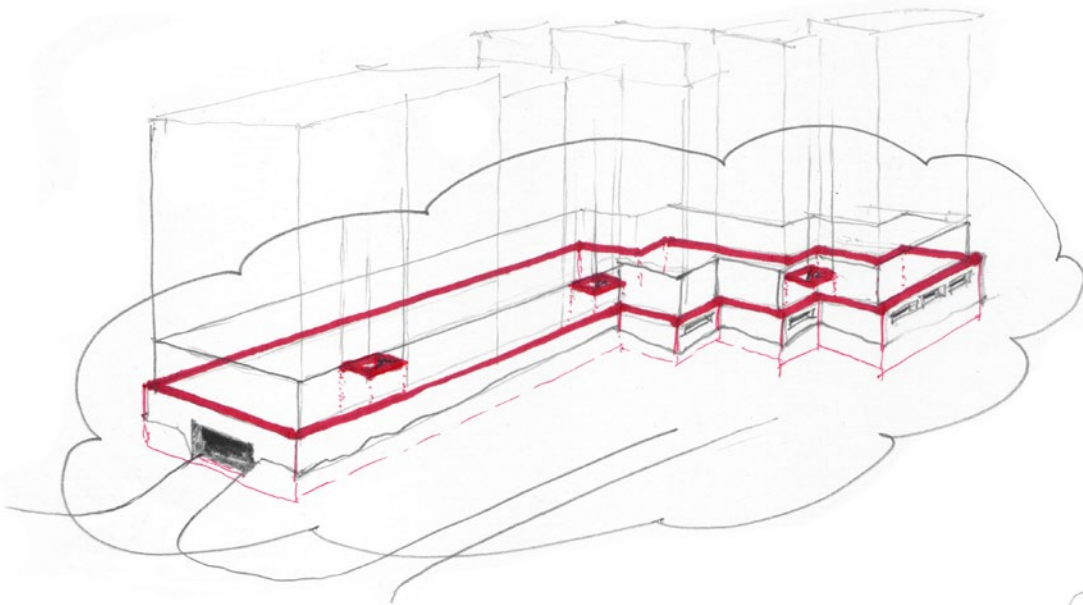
4. Fassaadimustri valimine  
Selecting the façade pattern

✓



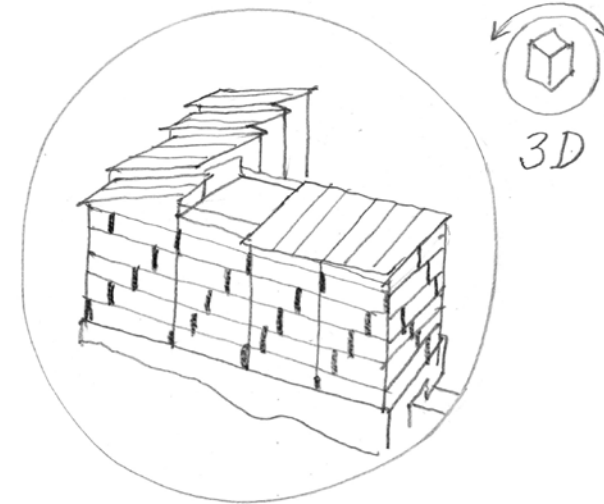
✓

5. Hoone kehandi genereerimine  
Generating the body of the building



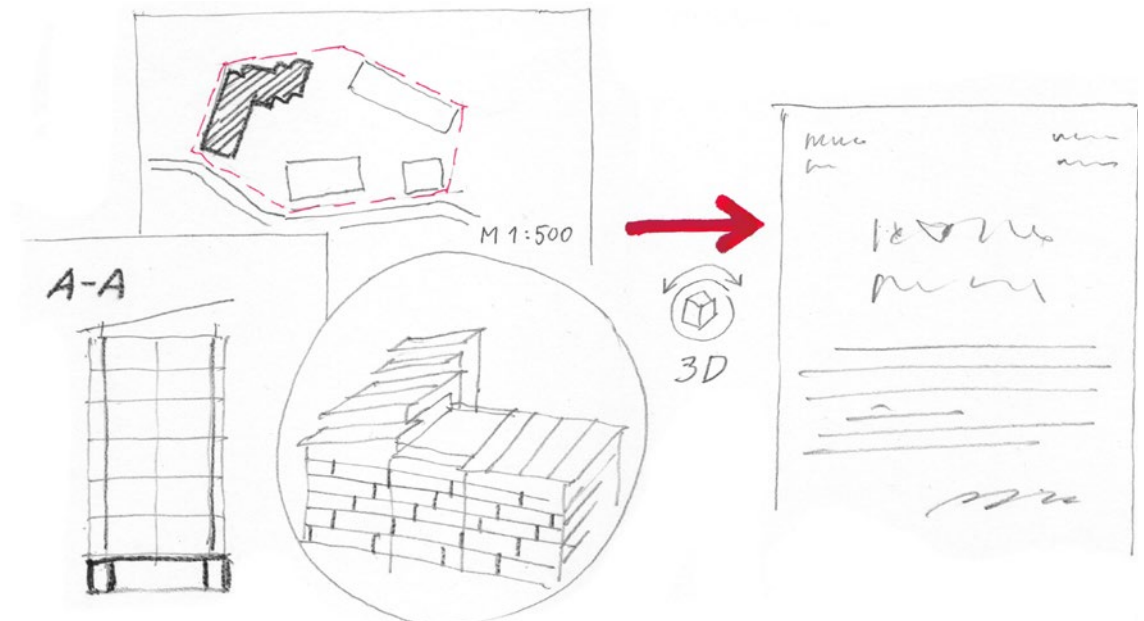
✓

6. Hoone jalami mudeldamine  
Modelling the base of the building

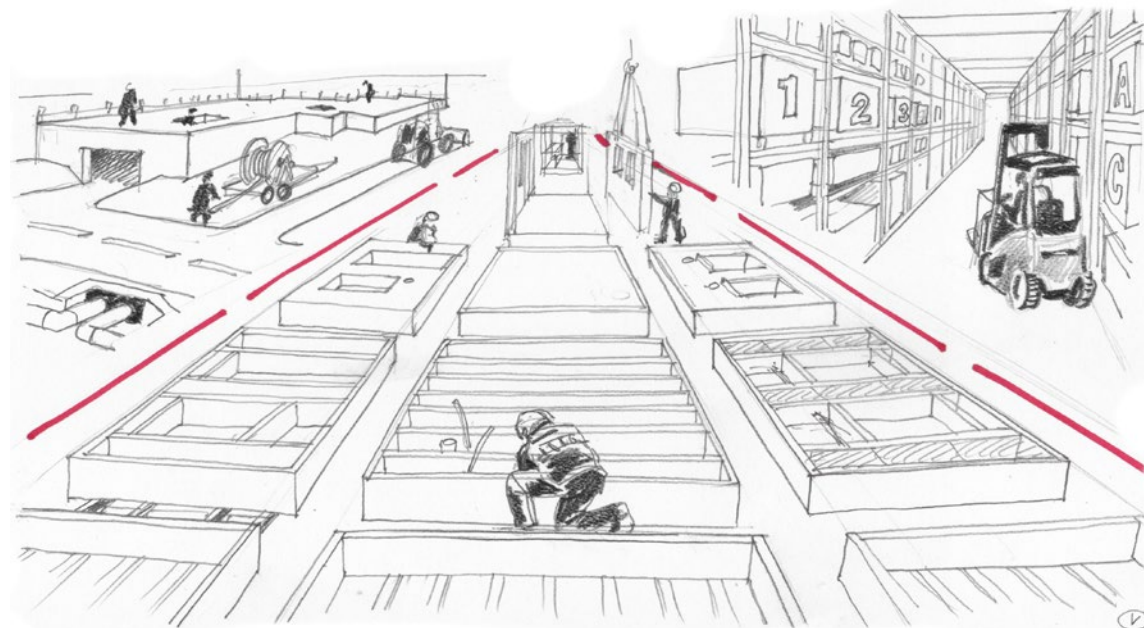


|     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  | 12  | 13  | 14  | 15  | 16  | 17  | 18  | 19  | 20  | 21  | 22  | 23  | 24  | 25  | 26  | 27  | 28  | 29  | 30  | 31  | 32  | 33  | 34  | 35  | 36  | 37  | 38  | 39  | 40  | 41  | 42  | 43  | 44  | 45  | 46  | 47  | 48  | 49  | 50  | 51  | 52  | 53  | 54  | 55  | 56  | 57  | 58  | 59  | 60  | 61  | 62  | 63  | 64  | 65  | 66  | 67  | 68  | 69  | 70  | 71  | 72  | 73  | 74  | 75  | 76  | 77  | 78  | 79  | 80  | 81  | 82  | 83  | 84  | 85  | 86  | 87  | 88  | 89  | 90  | 91  | 92  | 93  | 94  | 95  | 96  | 97  | 98  | 99  | 100 |     |
| 100 | 101 | 102 | 103 | 104 | 105 | 106 | 107 | 108 | 109 | 110 | 111 | 112 | 113 | 114 | 115 | 116 | 117 | 118 | 119 | 120 | 121 | 122 | 123 | 124 | 125 | 126 | 127 | 128 | 129 | 130 | 131 | 132 | 133 | 134 | 135 | 136 | 137 | 138 | 139 | 140 | 141 | 142 | 143 | 144 | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | 191 | 192 | 193 | 194 | 195 | 196 | 197 | 198 | 199 | 200 |

7. Hoone andmemudel  
The data model of the building



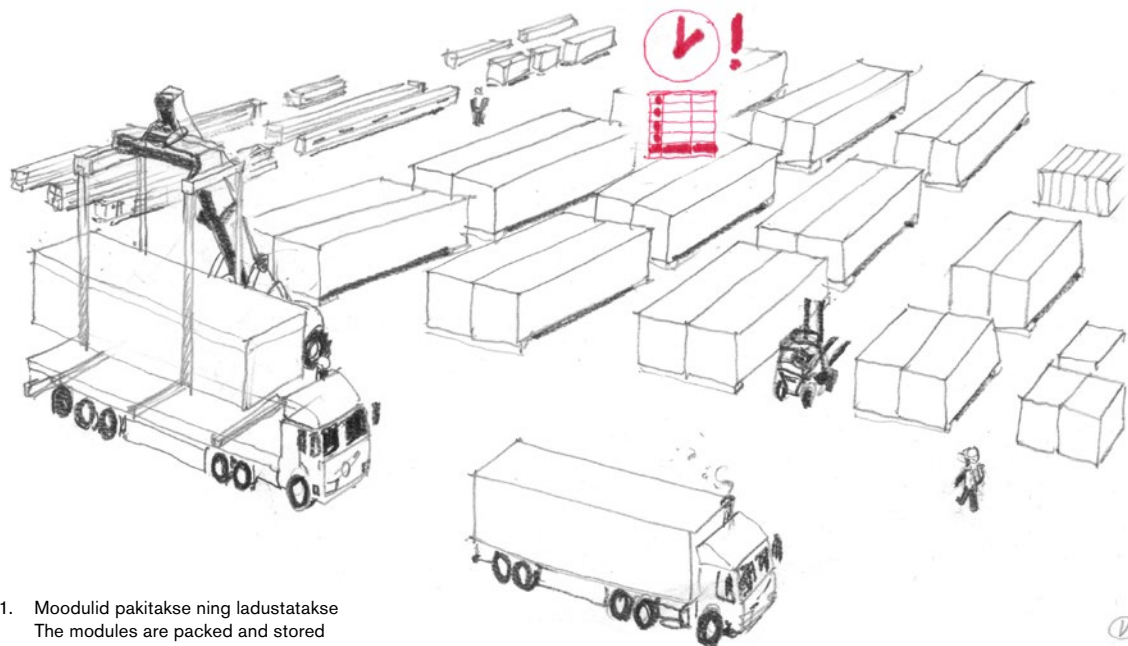
8. Hoone andmemudeli põhjal luuakse projektdokumentatsioon  
The documentation will be based on the building's data model.



9. Käivitub tarneahel – materjalide tellimine, hoone tootmine, krundi ettevalmistus  
The supply chain is launched – ordering the material, manufacturing the building, preparing the plot



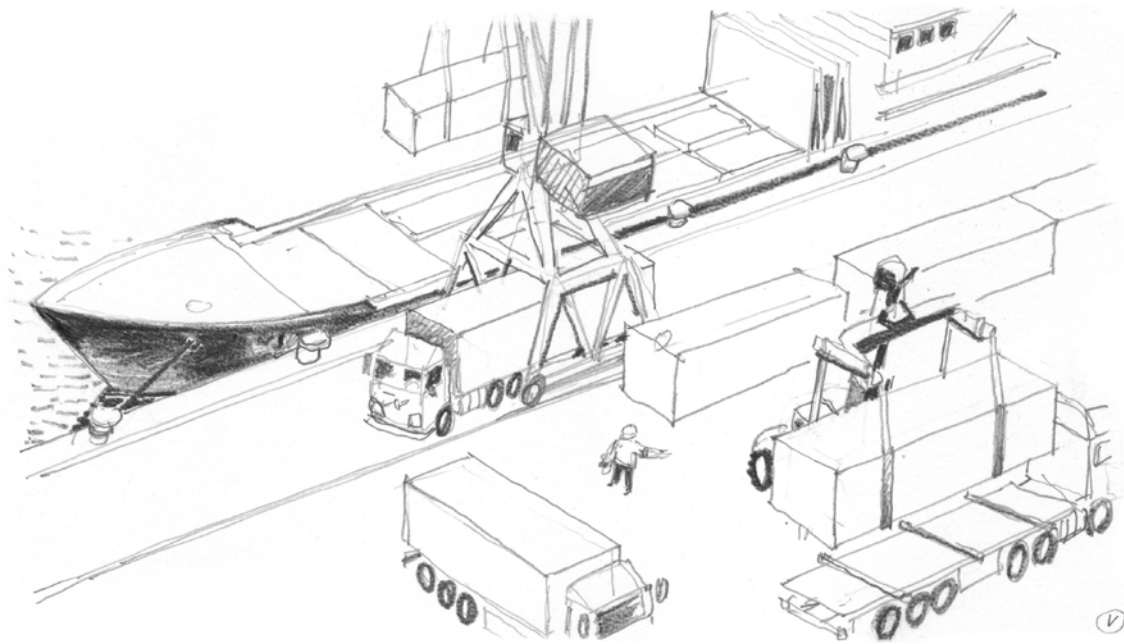
10. Hoone elemendid toodetakse tehases ning monteeritakse ruumilisteks mooduliteks  
The building elements are produced in the factory and assembled into modules



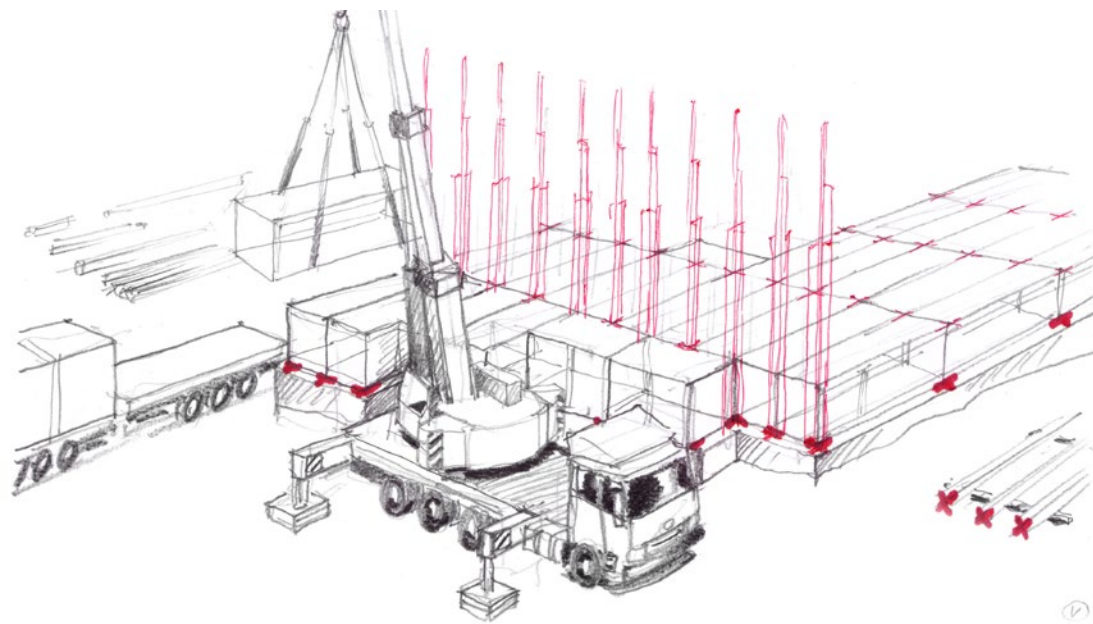
11. Moodulid pakitakse ning ladustatakse  
The modules are packed and stored



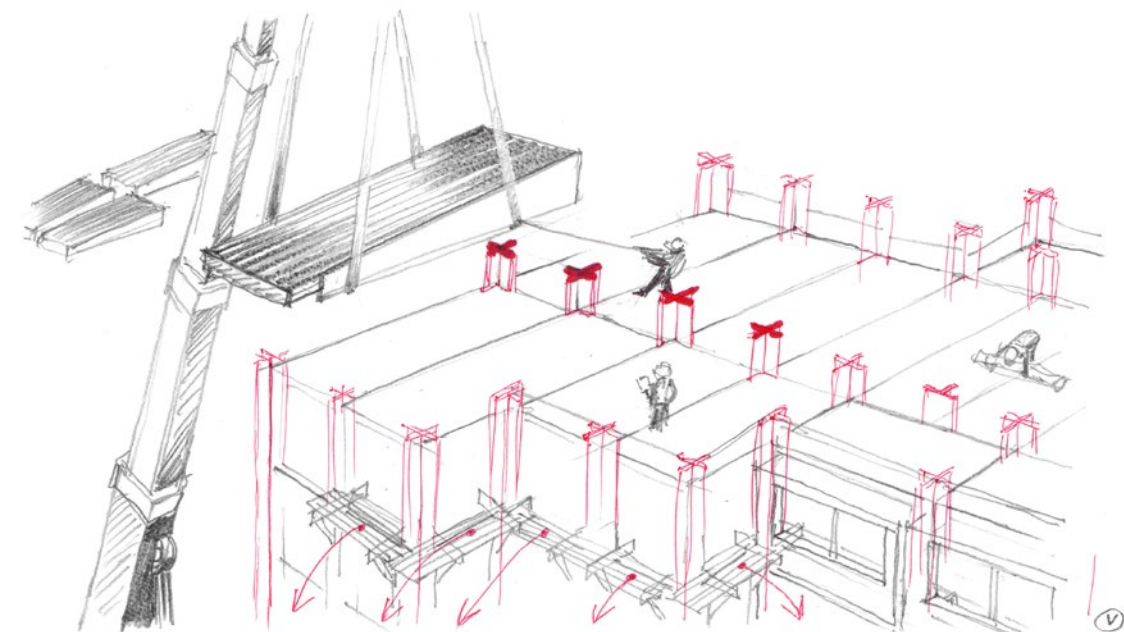
12. Moodulid tõstetakse maanteetranspordiks veokitele  
The modules are lifted onto trucks for road transport



13. Moodulid laetakse kaubalaevale  
The modules are loaded onto a cargo ship



14. Moodulid tõstetakse paika ning paigaldatakse moodulitevahelised kinnitused  
The modules are set in place and the fasteners between the modules are installed



15. Paigaldatakse katuse- ja fassaadielemendid  
The roof and façade elements are installed

## MUSTERMAJAD. MUSTER „PUNKT”

Punktmaja on üles ehitatud ideele, kus ühe keskse trepikoja ümber paiknevad korterid. See võimaldab teha kompaktsed hoone, mis kasutab ära vaateid kõikidesse ilmakaartesse. Kogu hoone liikumine on koondatud ümber keskse trepikoja, nii et ei teki pikki ebameeldivaid koridore.

Trepikoda koos liftiga võtab enda alla ühe mooduli. Koridor moodustub korterite moodulitest, võttes ära 1,2 meetrit moodulite otstest, nii et sein jookseb mitte mooduli servast, vaid mooduli keskelt. Kui muidu koosneb hoone puitmoodulitest, on trepikoja puhul võimalik kasutada ka jäigemast struktuuri, mis võimaldab lihtsasti eraldi tuletõkkesektsiooni tagada.

### KORTERID

Korteritüüpe on kokku seitse. Korterid on erineva suuruse ja tubade arvuga. Kõige väiksem, stuudiokorter on 29-ruutmeetrine kööktuba. Kõige ruumikamad on nurgakorterid, millest suurim on 97 ruutmeetriga neljatoaline. Sinna vahele jäävad veel mitme suurusega kahe- ning kolmetoalised korterid.

Kõikide korterite määratud ruumid on paigutatud ühte moodulisse. Mitme korteri puhul on märg moodul kahe korteri peale ühine, nii et sein eraldab kortereid mooduli keskelt. Üldiselt paikneb märja mooduli sees ka korteri tehniline ruum.

Kortereid saab ühe hoone sees erinevalt kombineerida. Näiteks saab ühika-tüüpi maja luua väikeste stuudiokorterite või kahe magamistoaga ühikutest. Korterite tüüpe saab kombineerida ka korruste kaupa, näiteks võib ühes hoones kasutada kõiki seitset tüüpi kortereid.

### FASSAAD

Punktmaja fassaadi saab olenevalt krundist ja asukohast väga erinevalt kujundada. Nurgakorteritel on üldiselt suured rõdud ning maani aknad, et kasutada ära nurgapealne avarus ja valgus. Väikestel stuudiokorteritel on otsaseinas suur klaaspind, et anda ruumile võimalikult palju valgust. Kõikidel korteritel on vähemalt üks kitsas rõdu, mis omakorda on ka päikesevarjestus alumistele korrustele. Akende suurusi ja avanemisi saab omavahel kombineerida, samuti fassaadimaterjale. See võimaldab ühes kohas teha fassaadi, kus on selgelt eristatavad moodulite piirid, teises kohas aga peita moodulite piirid fassaadimaterjaliga.

are also various two- and three-room flats of various size.

The wet rooms of all flats are located in one module. In some cases, two flats share the wet module with a wall separating the units in the middle of the module. The wet module usually includes also the flat's utility room.

The flats in the building can be combined differently. For instance, the dormitory-type building can be composed of a small studio flat or two-bedroom units. The flat types can also be combined by floors with all seven flat types used in one building.

### FACADE

The façade of the given building type may have various designs depending on the plot and the location. The corner apartments usually have large balconies and floor-to-ceiling windows to make the most of the light and spaciousness. One end-wall of the small studio flats is glass to give the space as much light as possible. All apartments have at least one narrow balcony that functions as solar shading for the floors below. The size and opening of the windows as well as the façade materials can be combined. It allows to have a façade with clearly marked module boundaries in one place, while the module

## PLANEERING

Punktmaja sobib eelkõige väiksematele kruntidele või ka suurtele, ent erinevate mahtudega krundile. Samas on võimalik punktmajale liita kortereid ning lisada sellega galerii-tüüpi osa, mis ühendab omavahel kahte punktmaja. Nii saavad kõik korterid piisavalt valgust, kuid samas on tegemist siiski ühe hoonega.

Ühe punktmaja brutopind on 567 m<sup>2</sup>, millest korterid on ligikaudu 430 m<sup>2</sup> ning trepikoda võtab enda alla 65 m<sup>2</sup>.

boundaries are hidden behind the façade materials in another plot.

### LAYOUT

The Dot Building is primarily meant for smaller plots or also larger plots with various volumes. Then again, it is also possible to add apartments to this type of building with a gallery connecting two Dot Buildings. This way all flats receive light while it still remains as one building.

The gross area of a Dot Building is 567 m<sup>2</sup> with the flats taking up around 430 m<sup>2</sup> and the staircase less than 65 m<sup>2</sup>.



Punktmaja tüüpkorterid ja moodulid  
The standard flats and modules of the Dot Building



Punktmaja tüüpiline plaan  
The standard layout of the Dot Building



Punktmaja perspektiivvaade  
The perspective view of the Dot Building

## PATTERN BUILDINGS. PATTERN “PUNKT” (“DOT”)

The given building type is based on the idea that the flats are surrounding one central staircase. It allows to construct a compact building that makes use of views in all directions. All movement in the building is centred around the staircase without creating long and unpleasant corridors.

The staircase with the lift takes up one module. The corridor is formed out of the apartment modules taking 1.2 metres at the end of the modules with the wall running along in the middle of the module instead of the edges. Although the building usually consists of timber modules, the staircase could make use of a more rigid structure which allows to ensure the separate fire compartments.

### APARTMENTS

There are altogether seven types of apartments that come in different size and with varying number of rooms. The smallest studio flat is 29 square metres with a kitchenette. The most spacious ones are the corner apartments with the four rooms of the largest flat expanding over 97 square metres. In between there

## MUSTER „TRIIP”

Triipmaja on katse kasutada 369-skeemi tüüpiliste ristkülikukujulise põhiplaaniga kortermaja planeerimiseks. Sealjuures on rangelt kinni peetud põhimõttest, et korterite piirid tuletoõkketsoonidena on alati paigutatud mooduli piiridele. Selle lahenduse peamine väljakutse oli pidada kinni tootmissõbralikest põhimõtetest ilma siseruumi kvaliteeti ohverdamata.

Tüüpiline probleem moodulite puhul tuleb nende standardmõõtudest – antud juhul on moodulite võimalik samm kolm meetrit. Triipmaja ülesanne oli uurida, kas sellest piirangust rangelt kinni pidades on võimalik lahendada korterite sisemus nii, et see mõõt ei hakkaks kvaliteeti piirama.

Trepikoda ja sissepääsud korteritesse on paigutatud maja keskmisesse pimedasse tsooni, liftimoodul on lahendatud erinevate korterite mahu sees, jättes ruumi ka võimalikele šahtidele esimeselt korruselt üles. Trepikoja ümber tekib koridoritsoon, mis tagab sissepääsud korteritesse.

## KORTERID

Triipmaja puhul on lahendatud palju eri suuruse ja tüübiga kortereid. Läbivaks jooneks on elutoaga ühendatud köök ning märgruumide ühendamine ühes suuremas

moodulis. Vastavalt vajadusele on planeeritud 2×2, 2×3, 2×4, 2×5, 3×3 ühikut suured korterid ning L-kujulised korterid hoone sisenurkadesse. Paljudest korteritest on lahendatud ka variant, kus üks ühik on reserveeritud liftimoodulile. Korteritevahelised piirid on alati ka moodulite piirid ning kõige keerulisemad osad – sissepääs, märgruumid, köök ja ventilatsioon – on lahendatud ühes moodulis.

## FASSAAD

Fassaadis on kasutatud läbiva perimeetraalse rõdu lahendust, mis annab võimaluse rajada igale korterile piisavalt suur rõdu. Aknaid on kahte mõõtu – laiad ja kitsad. Nende kasutus sõltub korteri sisemisest struktuurist ja tubade paigutusest. Elementidest toodetud fassaad võib olla lahendatud vastavalt asukohale eraldi projektiga, kuivõrd sisestruktuur ja fassaadimaterjal ei ole üksteisest sõltuvad – seal võivad olla nii laudisega kaetud paneelid, tellisvooder kui muu antud konteksti sobiv materjal.

## PLANEERING

Triip-tüüpi kortermaja kõige lihtsam variant ongi 15 meetrit sügav joonmaja, mille pikkust on võimalik 3 meetri kaupa suurendada. Korruseid kombineerides on arvestatud, et maapinnakorrus on

projekteeritud eraldi näiteks äripinnana, mille sisemine logistika juhatab elanikud kesksete trepikodade ning liftideni. Standardiseeritud trepikoja ja lifti lahendust kasutades on võimalik eri kortereid kombineerides saada soovitud planeering 1-, 2-, 3- ja 4-toalistest korteritest.

Samu kortereid ja trepikodade lahendust on võimalik kasutada ka maja mahu pööramiseks. Lahendatud on nii sise- kui välisnurgas asuvad korterid, mille abil saab maja 90 kraadi pöörata. Kvartaalse lahenduse korral võivad äripinna taga asuda parkimiskohad, mille kohal tõstetud siseõu. Moodulite ruudustikku arvesse võttes on võimalik ka diagonaalne paigutus, mille puhul tekib siksakiline välisfassaad ning maja põhimaht ei pea järgima 90-kraadist struktuuri.



Triipmaja plaanilahendusi ortogonaalsele krundile  
The Stripe Building layout solutions for an orthogonal plot

## PATTERN “TRIIP” (“STRIPE”)

The Stripe Building aims to use the 369 scheme to design apartment buildings with a rectangular layout. At the same time, it strictly adheres to the principle that the apartment boundaries as fire compartments are always placed along the module boundaries. The main challenge of the given solution was to observe the production-friendly principles without sacrificing the quality of the interior spaces.

The typical problem related with modules derives from their standard measurements – in this case, the possible spacing was three metres. The task of the Stripe Building was to explore if by strictly adhering to the given restriction it was still possible to solve the interior without compromising the quality.

The staircase and flat entrances are placed in the dark central zone of the building and the lift module forms a part of the volume of several flats leaving room also for possible shafts from the ground floor upwards. There will be a corridor zone around the stairwell ensuring entrances to the apartments.

## THE APARTMENTS

The Stripe Building includes numerous flats of various type and size. The common features include the open-plan living-room and also the wet rooms joined into one larger module. The flat size options are 2×2, 2×3, 2×4, 2×5, 3×3 units, as required, and L-shape apartments in the inner corners. There is also an option with one unit reserved for the lift module. The boundaries between the flats always mark also the module boundaries with the more complex parts – entrance, wet rooms, kitchen and ventilation – placed in one module.

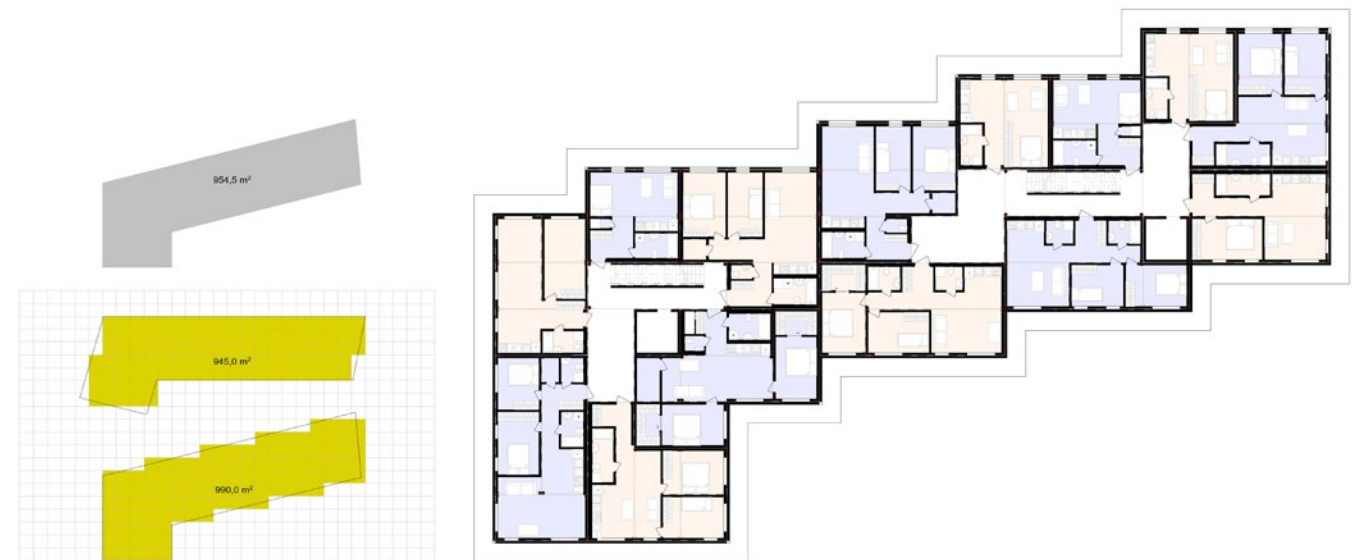
## FACADE

The façade makes use of the perimetric balcony solution allowing all flats to have a sufficiently large balcony. The windows come in two sizes – wide and narrow. Their use depends on the apartment's inner structure and the room layout. Made of elements, the façade may have a special project depending on the location as there is no interdependence between the interior structure and façade materials – it may include cladding boards, brick facing or other materials appropriate in the context.

## LAYOUT

The least complex version of the Stripe Building is a line building 15 metres wide with its length extendable by 3 metre units. The floors are combined with a view to making the ground floor suitable for separate commercial premises with its inner logistics directing residents to the central staircases and lifts. The standardised staircase and lift solution allows to combine various flats of one, two, three and four rooms with the desired layout.

The same flats and the staircase solution can also be used in flipping the volume. The flats in the inner and outer angles have been fixed allowing the building to be rotated 90 degrees. In case of the block solution, there could be parking spaces behind the commercial premises with the inner courtyard raised above it. When considering the grid of the modules, also a diagonal solution is possible resulting in a zig-zagging façade with no need for the main volume of the building to follow the 90-degree structure.



Triipmaja kohandamine mitteortogonaalsele krundile  
Adjusting the Stripe Building for a non-orthogonal plot

Triipmaja plaanilahendus mitteortogonaalsel krundil  
The Stripe Building layout solution for a non-orthogonal plot

## MUSTER „KVADRAAT“

## MUSTERMAJA EESMÄRK

Euroopalikku kesklinna iseloomustab perimetraalne hoonestus: üksteise külge ehitatud hoonetest moodustuvad kvartali suurused blokid, mille sisemusse jääb avatud ruum, sissepääs asub hoone perimeetril ja esimestel korrustel on tihti äripinnad. Niisugune hoonestuslaad loob head eeldused tiheda ja jalakäijasõbraliku linnaruumi tekkeks. Kvartaalne maja on mõeldud kasutamiseks just niisuguse hoonestuslaadiga aladel.

## SEKTSIOON

Hoone ülesehituslikuks mooduliks on ühe trepikojaga ristküliku-kujuline sektsioon, mis on pikematelt külgedelt avatud valgusele ja otsestest tumm. Tüüpne sektsioon on suuruselt 6×4 moodulit, aga selle pikkust on võimalik varieerida vahemikus 4–8 moodulit.

Sektsioon koosneb 2×2 mooduli suuruselt trepikojablokist ja selle ümber paigutatud 2–4 korterist. Trepikoda on alati hoone välisfassaadis – kaks külgmist korterit on kahepoolse valgusega ja keskmised korterid, mis asuvad trepikoja taga, on ühepoolse valgusega. See tagab, et sektsioone saab kasutada paindlikult ja valgustingimustest sõltumatult.

- Sektsioone saab komplekteerida erineva suurusega korteritest. Tüüpkorterid on moodustatud suurustes, mis muutuvad poole mooduli pikkuse sammuga trepikojataguses osas (kahe mooduli sügavuses). Nii on tüüpvalikus korterid, mis on sama tubade arvu juures erineva suuruse ja planeeringuga.
- Trepikodade sissepääsud moodustatakse trepikojabloki kõrvale. Piiranguteta sissepääsu tagamiseks peab esimene korrus olema soklita või see tuleb lahendada pandusega väljaspool maja.

## SEKTSIOONI TÜÜBID

- Ülalkirjeldatud tüüpsektsioon on sirge. Lisaks sellele on võimalik moodustada erilahendusega sektsioone.
- Pöördega sektsioonid kvartali nurkadesse: külgmised korterid on ka sellel juhul võimalik ehitada standard-moodulitest, aga nurgaosa moodustatakse erilahendusega elementidest. Täisnurga korral on kogu trepikoda võimalik ehitada standard-moodulitest.
- Nurgasektsioone saab erilahendusega osa sees 0-3 meetri ulatuses

pikendada, et lahendada juhtumid, kus hoone küljepikkus ei jagu täpselt kolme meetriga.

- Otsasektsiooni maja lõpetuseks: see on ühest otsast tumm, aga teisest otsast valgusele avatud ja kasutatakse sellest lähtuvalt teistsuguse planeeringuga kortereid.

## PLANEERING

- Sektsioone saab üksteisega blokeerida, et moodustada erikujulisi hooned. Erinevat tüüpi sektsioone kombineerides on võimalik luua krundile sobivaid majakujusid: tüüpsektsiooniga lõppevaid hooned ehituseks kõrvalmajade tule-tökkeseinte vahele, otsasektsioone kasutades saab avatud kvartaleid või ka suletud perimetraalseid kvartaleid. Hoonete esimesed korrused on lahendatud eriprojektiga ja seal võivad olla korterid või äripinnad.

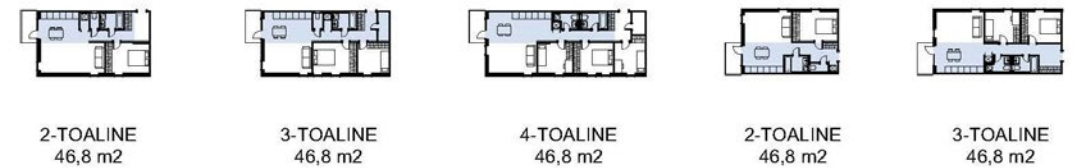
## KAHEPOOLSED KORTERID



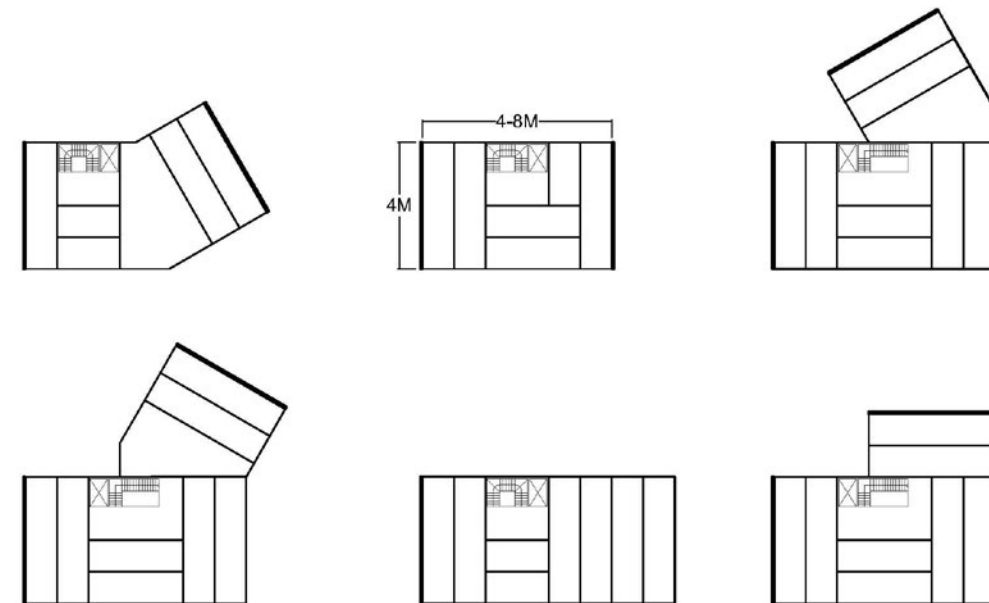
## ÜHEPOOLSED KORTERID



## MAJAOTSA KORTERID



Kvadraatmaja korteritüübid  
The apartment types of the Quadrate Building



Kvadraatmaja nurgalahenduse põhimõtteid  
The corner solution concepts of the Quadrate Building



Kvadraatmaja trepikojablokid  
Staircase blocks of the Quadrate Building

## PATTERN “KVADRAAT” (“QUADRATE”)

## THE AIM OF THE PATTERN BUILDING

City centres in Europe are characterised by perimetric housing: the adjoining buildings form blocks the size of quarters with an open space in the middle while the entrance is located on the perimeter of the building and the ground floor often used as commercial premises. Such a housing solution provides a good basis for the emergence of a dense and pedestrian-friendly urban space. The quadrate building is meant for areas with such type of housing.

## SECTION

The structural module of the building is a rectangular section with one staircase with its longer sides open to light and the end walls windowless. A typical section is the size of 6x4 modules while its length may vary between 4-8 modules.

- The section includes the staircase block of the size of 2x2 modules with 2-4 flats around it. The staircase is always in the façade of the building – the side apartments receive light from two directions while the middle flats located behind the staircase receive light

from one side. This will ensure that the sections could be used flexibly and independent of the conditions of light.

- The sections may be assembled with apartments of various size. The standard apartments come in sizes that vary by the length of half of a module in the area behind the staircase (the depth of two modules). Thus the standard selection includes flats that have the same number of rooms but vary in size and layout.
- The staircase entrances are placed next to the staircase block. In order to ensure accessible entrance, the ground floor must not have a wall base or it needs to be solved with a ramp outside the house.

## TYPES OF SECTION

- The standard section described above is straight. In addition, also sections with customised solutions may be designed.
- Rotated sections in the corners: also in this case, the flats on the side of the building can be built out of standard modules with only the corner part formed out of

customised elements. In case of a right angle, the entire staircase may be assembled out of standard modules.

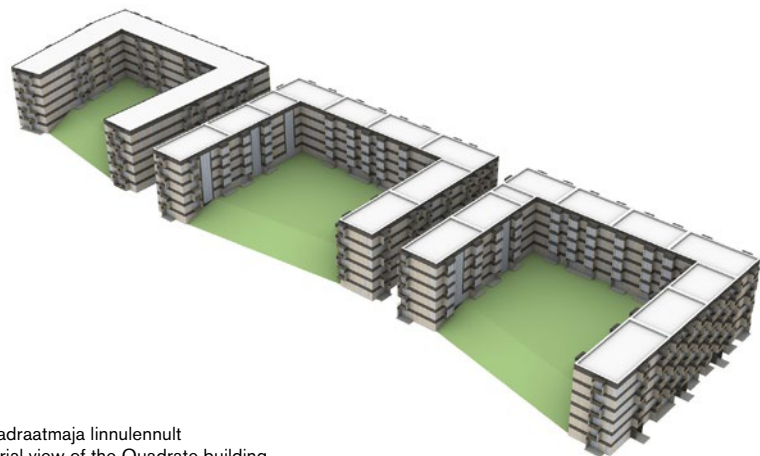
- The corner sections may be extended by 0-3 metres within the customised solution to solve cases where the side length does not divide precisely by three metres.
- The end of the end-section: it is windowless in one end while the opposite wall is open to light and thus also the apartments have a different layout.

## LAYOUT

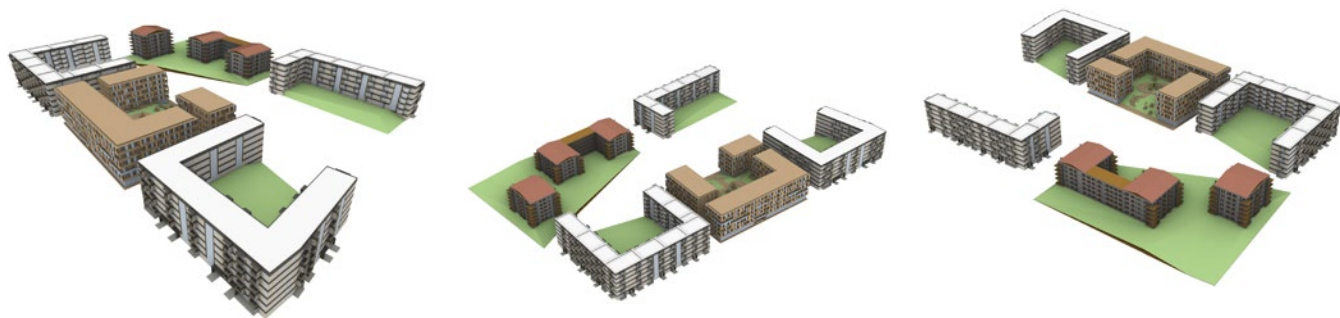
- The sections may be blocked with one another to form buildings of various shape. By combining sections of various type, it is possible to construct shapes suitable for the plot: buildings ending with a standard section constructed between the firewalls of adjacent buildings; using end-sections to establish open quarters as well as closed perimetric quarters. The ground floors resort to customised design accommodating either flats or commercial premises.



Kvadraatmaja plaan  
Plan of the Quadrate building



Kvadraatmaja linnulennult  
Aerial view of the Quadrate building



Mustermajad Smuuli tn krundil  
Pattern Buildings on the plot in Smuuli Street

## ANDMEMUDELITE VÕRDLUS

Mustermajade võrdluseks kõrvutati nende andmemudeleid

|                            | PUNKT               | TRIIP               | KVADRAAT              |
|----------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Korrused                   | 5                   | 5                   | 5                     |
| Liftid                     | 2                   | 3                   | 2                     |
| Moodulid                   | 245                 | 320                 | 390                   |
| Brutopind                  | 6500 m <sup>2</sup> | 7470 m <sup>2</sup> | 10 350 m <sup>2</sup> |
| Netopind                   | 5350 m <sup>2</sup> | 6350 m <sup>2</sup> | 8200 m <sup>2</sup>   |
| Müüdav pind                | 5100 m <sup>2</sup> | 5550 m <sup>2</sup> | 7000 m <sup>2</sup>   |
| Müüdav / bruto             | <b>78%</b>          | 74%                 | 68%                   |
| Bruto m <sup>2</sup> hind  | 1060€               | 1090€               | <b>1020€</b>          |
| Müüdav m <sup>2</sup> hind | <b>1365€</b>        | 1460€               | 1500€                 |

## Endnotes

- <?> Habraken, J., 1972. *Supports: An Alternative to Mass Housing*, London: The Architectural Press.
- <?> Kendall, S. & Teicher, J., 2000. *Residential Open Building*, London. Available at: <https://epdf.pub/residential-open-building.html>.
- <?> Vogt, E. & Teetamm, N., 2019. *Moodulsüsteem 369*, Tallinn University of Technology

## DATA MODEL COMPARISON

The data models of the Pattern Buildings were juxtaposed for comparative purposes

|                               | POINT               | STRIPE              | QUADRATE              |
|-------------------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|
| Floors                        | 5                   | 5                   | 5                     |
| Lifts                         | 2                   | 3                   | 2                     |
| Modules                       | 245                 | 320                 | 390                   |
| Gross area                    | 6500 m <sup>2</sup> | 7470 m <sup>2</sup> | 10 350 m <sup>2</sup> |
| Net area                      | 5350 m <sup>2</sup> | 6350 m <sup>2</sup> | 8200 m <sup>2</sup>   |
| Area to be sold               | 5100 m <sup>2</sup> | 5550 m <sup>2</sup> | 7000 m <sup>2</sup>   |
| To be sold / gross            | <b>78%</b>          | 74%                 | 68%                   |
| Cost per gross m <sup>2</sup> | 1060€               | 1090€               | <b>1020€</b>          |
| Price of m <sup>2</sup> sold  | <b>1365€</b>        | 1460€               | 1500€                 |

## Endnotes

- 1 Habraken, J., 1972. *Supports: An Alternative to Mass Housing*, London: The Architectural Press.
- 2 Kendall, S. & Teicher, J., 2000. *Residential Open Building*, London. Available at: <https://epdf.pub/residential-open-building.html>.
- 3 Vogt, E. & Teetamm, N., 2019. *Moodulsüsteem 369*, Tallinn University of Technology

Lõpetamata Linn on Eesti Kunstiakadeemia (EKA) arhitektuuriteaduskonna ja Kapiteli sõlmitud koostöölepingu raames ellu viidav uurimisprojekt, mis keskendub Tallinna linnaehituslike visioonide ja ruumiliste tulevikustsenaariumite uurimisele. Uurimistöö vältab üle kuue semestri ning sellesse on kaasatud nii EKA oma õppejõud, teadurid, doktorandid kui väljastpoolt kutsutud spetsialistid, projekti koostööpartneriks on ka Tallinna linn.

Projekti juhivad prof. Andres Alver, prof. Andres Ojari, prof. Toomas Tammis ja Johan Tali Eesti Kunstiakadeemia arhitektuuriteaduskonnast.

Tekstid: Renee Puusepp, Taavi Lööke  
Inke Brett Eek, Johannes Madis Aasmäe  
Illustratsioonid: tekstide autorid  
ja Vello Laanemaa  
Tõlge ja keeleteoimetus: Kerli Linnat  
Graafiline disain: Stuudio Stuudio

KAPITEL (endine E.L.L. Kinnisvara) on Baltimaade suurimaid kinnisvaraettevõtteid, mis tegeleb ärikinnisvara projektide juhtimisega nii arendaja, investori kui haldaja rollis. Ettevõtte kinnisvaraportfellis on üle 190 000 m<sup>2</sup> üüritavat pinda, sealhulgas büroohooned, kaubanduskeskused ja hotellid.

City Unfinished is a research project made possible by the support agreement between the Faculty of Architecture of the Estonian Academy of Arts (EKA) and Kapitel. The large-scale research project focuses on urban development visions and future spatial scenarios for Tallinn. The study spans over six semesters and includes EKA lecturers, research fellows, doctoral students and external experts, including the city of Tallinn as one of the cooperation partners.

The project is led by Prof. Andres Alver, Prof. Andres Ojari, Prof. Toomas Tammis and Johan Tali from the Faculty of Architecture of EKA.

Texts by: Renee Puusepp, Taavi Lööke  
Inke Brett Eek, Johannes Madis Aasmäe  
Illustrations: texts' authors  
& Vello Laanemaa  
Translation and editing: Kerli Linnat  
Graphic design: Stuudio Stuudio

KAPITEL (former E.L.L. Real Estate) is one of the largest Baltic real estate companies managing commercial real estate projects in the role of developer, investor and property manager. The company's portfolio includes over 190,000 m<sup>2</sup> of leasable area including office buildings, shopping centres and hotels.