



# Tontinkäyttösuunnittelun tehostaminen käyttämällä SiteSolvea

Simo Santaniemi

OPINNÄYTETYÖ  
Maaliskuu 2021

Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Rakennusarkkitehdin tutkinto-ohjelma

SANTANIEMI, SIMO:

Tontinkäyttösuunnittelun tehostaminen käyttämällä SiteSolvea

Opinnäytetyö 35 sivua, joista liitteitä 0 sivua  
Kuukausi 2019

---

Opinnäytetyön tarkoitus oli tutkia Rambollin tontinkäytön tutkimiseen kehitettyä ohjelmaa SiteSolvea. Opinnäytetyössä tutkittiin automatisaatio-ohjelman mahdollisuuksia nopeuttaa, parantaa ja selkeyttää lyhyellä aikataululla tehtäviä tontinkäyttösuunnitelmia. Työssä selvitettiin SiteSolve-ohjelman käyttöönottoa arkkitehtisuunnittelun apuna. Ohjelmaa halutaan tulevaisuudessa käyttää tontinkäyttösuunnitelmissa sekä muissa uudisrakennuskohteissa. Opinnäytetyöllä haluttiin myös kartoittaa suunnittelun automatisaation mahdollisuuksia arkkitehtisuunnittelussa. Työ tehtiin tilauksena Ramboll Finland Oy:lle.

Opinnäytetyö toteutettiin perehtymällä SiteSolve-ohjelmaan ja sen tämänhetkiin käyttömahdollisuuksiin. Tutkimusosuus tehtiin suunnittelemalla kaksi lyhyttä tonttitutkielmaa, joissa toisessa hyödynnettiin tavallisia suunnittelutyökaluja ja toisessa SiteSolvea. Ensimmäinen suunnitelma tehtiin Helsingin Ruskeasuolle ja toinen Turun Itäharjulle. Tonttitutkielmia oli lopulta haastava verrata toisiinsa, sillä Ruskeasuon ja Itäharjun kohteet erosivat paljon toisistaan ja tonttitutkielmien tavoitteet olivat hyvin erilaiset. Suunnittelun aikana kuitenkin löydettiin SiteSolven mahdollisuudet ja haasteet.

Tässä opinnäytetyössä tehdyn tutkimuksen mukaan parhaan hyödyn SiteSolve-ohjelmasta saa tutkittaessa laajoja alueita, joiden manuaalisessa suunnittelussa menisi enemmän aikaa. Ohjelmalla voidaan nopeasti tutkia monien korttelien kokoisia alueita ja optimoida niitä haluttuihin suuntiin. Suunnittelun eri vaihtoehtojen tutkimiseen jää myös enemmän aikaa, kun massoittelevaihtoehtojen pohjat ja asuntojaot generoituvat automaattisesti.

Arkkitehtisuunnittelun automatisaatiolla on merkittävä rooli tulevaisuudessa. Algoritmipohjaiset suunnittelutyökalut tulevat jatkossa parantamaan suunnittelun ekologisuutta, tehokkuutta ja käyttäjäystävällisyyttä. Tekoälyn ja arkkitehdin yhteistyöllä voidaankin parhaimmillaan saavuttaa persoonallista asuinkerrostalosuunnittelua, joka ei kaadu kustannuksien liialliseen kasvuun.

---

Asiasanat: sitesolve, tontinkäyttösuunnitelma, suunnittelun automatisointi

## **ABSTRACT**

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme of Construction Architecture

SANTANIEMI, SIMO:  
Land-use Planning Using SiteSolve

Bachelor's thesis 35 pages, appendices 0 pages  
March 2021

---

The aim of this thesis was to study the use of SiteSolve in planning land-use. This thesis explored the possibilities of design automation in architecture. The aim was to learn how to use SiteSolve, find its use in Finland, and to compare the differences between SiteSolve and manual design.

SiteSolve was first studied through the user interface. The content of the program and the promised use of the tool were examined. The benefits of SiteSolve were examined by making two land use plans, one using SiteSolve, the other manually. The first land-use plan was made manually in Ruskeasu, Helsinki, the second using SiteSolve in Itäharju, Turku. The processes and results of the plans were compared.

Based on this thesis, it can be concluded that SiteSolve produces the best results when the examination of the site is as free as possible. As a whole, this thesis has managed to map the possibilities of automating design and the use of SiteSolve in architectural design well. The work provided sufficient access to the content and the efficient use of SiteSolve. In the end, the planned land-use projects differed greatly from each other, so it was difficult to make an outright comparison. However, the thesis worked well as a study of the challenges of using Sitesolve. The study can also be used to develop SiteSolve in the future.

---

Key words: sitesolve, land-use plan, Design automation, architecture, automation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	5
2	Tontinkäyttösuunnitelma .....	7
	2.1 Tontinkäyttösuunnitelmasta yleisesti .....	7
	2.2 Tontinkäyttösuunnitelman sisältö .....	7
	2.3 Tontinkäyttösuunnitelma tässä opinnäytetyössä .....	8
3	SiteSolve .....	9
	3.1 SiteSolve yleisesti .....	9
	3.1.1 Analyysit .....	10
	3.1.2 Hiilijalanjälki ja arvo .....	11
	3.2 Lähtötiedot ohjelmaan .....	12
	3.2.1 Kartta ja tontinrajat .....	12
	3.2.2 Tontinkäytön raja-arvot .....	13
	3.2.3 Massoitteluvaihtoehdon generoiminen .....	14
	3.2.4 Vaihtoehtojen vertailu ja tulostus jatkokäsittelyyn .....	16
4	Tontinkäyttösuunnitelma manuaalisesti Ruskeasuolle .....	19
	4.1 Lähtötiedot ja tavoitteet .....	19
	4.1.1 Asemakaava .....	20
	4.1.2 Tontti .....	21
	4.1.3 Alkuperäinen suunnitelma .....	22
	4.2 Suunnitelma yleisesti .....	23
	4.3 Suunnitelman kehitys ja ongelmat .....	24
	4.4 Valmis suunnitelma ja pohdinta .....	24
5	Tontinkäyttösuunnitelma käyttäen SiteSolvea Turun Itäharjulle .....	27
	5.1 Tavoitteet SiteSolven käytöstä .....	27
	5.2 Itäharjun kohde .....	27
	5.3 SiteSolve pohjatiedoston luominen .....	29
	5.4 Tonttitutkielma käyttäen SiteSolvea .....	30
	5.5 SiteSolven hyödyt ja tavoitteisiin pääseminen .....	32
6	POHDINTA .....	33
	LÄHTEET .....	35

## 1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutkitaan tontinkäyttösuunnitelman tehostamista käyttämällä suunnittelun automatisointiin tehtyä sovellusta, joka seuloo ratkaisuvaihtoehtoja ennalta määritettyjen kriittisten parametrien pohjalta. Työssä tutkitaan miten sovellusta hyödyntämällä päästään nopeasti käsiksi kriittisten parametrien kannalta optimaalisiin ratkaisuihin. Työ tutkii automatisaation mahdollisuuksia nopeuttaa, parantaa ja selkeyttää lyhyellä aikataululla tehtäviä tontinkäyttösuunnitelmia. Työssä käydään läpi ohjelman antamat hyödyt ja haasteet, sekä käydään läpi kaksi tontinkäyttösuunnitelmaa. Tontinkäyttösuunnitelmista toinen on tehty käyttäen suunnittelun automatisaatioon kehitettyä SiteSolve-ohjelmaa ja toinen käyttäen ArchiCAD-ohjelmaa.

Opinnäytetyö tehdään tilauksena Ramboll Finland Oy:lle. Työn tarkoitus on tutkia SiteSolve-ohjelman käyttöä arkkitehtisuunnittelun apuna. Ohjelmaa halutaan tulevaisuudessa käyttää tontinkäyttösuunnitelmissa sekä muissa kohteissa esim. uudisrakennushankkeissa. SiteSolve-ohjelmaa aiotaan myös jatkossa myydä eteenpäin, joten osaamisen kerryttämisestä voidaan hyötyä myös markkinoinnissa.

Suunnittelun automatisoinnilla on mahdollista saavuttaa useita etuja verrattessa tavalliseen manuaaliseen suunnitteluun. Kun suunnittelussa käytetään tekoälyä (AI, Artificial Intelligence), voidaan lyhyemmässä ajassa tutkia useampia vaihtoehtoja. Mitä useampia ja toisistaan poikkeavimpia suunnitelmia voidaan vertailla, sen tehokkaampi ja loppukäyttäjälle hyödyllisempi lopullinen suunnitelma on. Tekoälyn hyödyntäminen voi tukea suunnittelijaa ehkäisemällä yhdestä lähtökohdasta alkavaa suunnitelmaa ja ”sokaistumista” muille vaihtoehdoille.

Tiukalla aikataululla tehtäviä tontinkäyttösuunnitelmia käytetään hyödyksi tontin rakennuttamisen tarjouskilpailussa. Tehokkaaseen moduulien käyttöön perustuva tontinkäyttösuunnitelma tuottaa rakennuttajalle ja rakennusliikkeelle mahdollisimman paljon voittoa. Kilpailu- ja kuluttajaviraston selvityksessä (Ahonen

2017, 30.) kerrotaan, miten pääkaupunkiseudun rakennuttamisessa pärjäämisen edellytyksenä on, että rakennusliikkeellä on koko ajan useita eri hankkeita vireillä, jotta saadaan jatkuva kassavirta. Tämä on aiheuttanut sen, ettei pienillä toimijoilla ole mahdollisuuksia pärjätä kilpailussa pienemmillä henkilöstö- ja talousresursseillaan. (Ahonen 2017, 30.) Nopeiden tontinkäyttösuunnitelmien ja tutkielmien tehostaminen ja automatisointi voisikin auttaa juuri näitä pieniä toimijoita kilpailussa suurempien yritysten kanssa.

Suomenkielistä tutkimusta tekoälyn käytöstä arkkitehtuurissa on hyvin niukasti. Stanislas Chailloun tutkimuksessa (Chaillou 2019, 183.) päästiin johtopäätökseen, jonka mukaan tulevaisuuden arkkitehtisuunnittelussa tullaan ottamaan tekoäly päivittäiseen käyttöön. Arkkitehtisuunnittelu tulisikin tulevaisuudessa olemaan tekoälyn ja arkkitehdin välistä yhteistyötä, jossa molemmat osapuolet ohjaisivat toistensa suunnittelua. Chailloun mukaan tekoäly myös mahdollistaa uuden tavan tutkia jo olemassa olevaa arkkitehtuuria. Uudet tekoälyä käyttävät työkalut auttavat suunnittelijaa vahvistamaan ymmärrystään arkkitehtisuunnittelun peruseriaatteista. Myös mahdolliset arkkitehtuurisuunnittelun sokeat pisteet ovat kartoitettavissa käyttäen tekoälyä. (Chaillou 2019, 183.)

Tässä opinnäytetyössä käytetty SiteSolve on Ramboll-konsernin Iso-Britannian toimiston kehittämä suunnittelun automatisointiin pyrkivä ohjelma. Ohjelma on alun perin ollut grasshopper-alustaan pohjautuva, mutta tässä työssä käytetään erillistä standalone versiota. SiteSolve on pääosin kehitetty vastaamaan juuri Iso-Britannian tontinkäytönsuunnittelun tarpeisiin. Tässä opinnäytetyössä tutkitaan ohjelman mahdollista käyttöä ja siitä saatavia etuja Suomen oloissa.

## **2 Tontinkäyttösuunnitelma**

### **2.1 Tontinkäyttösuunnitelmasta yleisesti**

Tontinkäyttösuunnitelmassa pyritään tutkimaan mahdollisimman tehokasta ja laadukasta rakennusmassoittelun ja pihatoimintojen toteuttamista, kaikkia voimassa olevia ohjeistuksia noudattaen. Suunnitelman täytyy sopia ympäristöönsä ja tukea esteetöntä, turvallista ja kaikille käyttäjille tasa-arvoista suunnittelua. Suunnitelman täytyy tutkia myös tontin ulkopuolisia toimintoja ja tukea alueen jo olemassa olevia suunnitelmia, mutta samalla pysyä tontin rajojen sisäpuolella. (Martikainen 2016, 3.)

Tontinkäyttösuunnitelmaa tehtäessä täytyy pyrkiä tiettyyn laadulliseen tasoon. Kuopion kaupungin ohjeessa tontinkäyttösuunnitelman laatimisesta (Martikainen 2016, 3), kerrotaan tontinkäyttösuunnitelmia tehdessä huomioitavien asioiden olevan asemakaavamääräykset, rakentamistapaohjeet, katuvihersuunnitelmat, paikallinen rakennusjärjestys sekä muut maankäyttöön ja rakentamiseen ulottuvat säännökset. Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132) taas ohjaa suunnittelua turvalliseen, hyvän ja tasa-arvoisen elinympäristön luomiseen kaikille käyttäjille.

### **2.2 Tontinkäyttösuunnitelman sisältö**

Yleisesti tontinkäyttösuunnitelma on asemapiirroksen tietoa lisäävä suunnitelma. Tontinkäyttösuunnitelmassa esitetään talojen massojen sijoittelu, asuntojen ja asumista palvelevien tilojen sijoittelu rakennusmassojen sisään, pihan toiminnot ja mahdollisen parkkihallin sijoitus. Lisäksi esitetään taulukko, jossa on laskettuna tontin kerrosalat ja huoneistoalat.

Myös tavoiteltaessa mahdollisimman tehokasta ja kannattavaa suunnitelmaa on tärkeää kiinnittää huomiota asuntojen keskipinta-alaan. Tiivistettynä, mitä pienempiä asunnot ovat, sitä enemmän asuntoja saadaan rakennettua ja sitä enemmän saadaan asuntoja myytyä. Pienien asuntojen ”buumi” on käynnissä

varsinkin pääkaupunkiseudulla, missä yksiöt ja kaksiot pitkälti myydään asunto-sijoittajille jo ennakkovarausvaiheessa. (Ranta 2020,1.)

### **2.3 Tontinkäyttösuunnitelma tässä opinnäytetyössä**

Tässä opinnäytetyössä käytetyt tontinkäyttösuunnitelmat/tutkielmat tehtiin tilauksena Pohjola Rakennus Oy:lle käyttäen Pohjola Rakennuksen yleistä SUTASU-käytäntöä. SUTASU-käytännössä pyritään nimensä mukaisesti lyhyessä ajassa tekemään mahdollisimman tehokas suunnitelma. Yleisesti tontinkäyttösuunnitelma SUTASU-menetelmällä tehdään hyvin tiukalla aikataululla ja suunnitteluun varataan aikaa noin kolmesta päivästä viikkoon. Menetelmällä on tarkoitus arvioida tontin ostokelpoisuutta. Kun tutkitaan mahdolliset toteutettavat suunnitelmat, voidaan sen perusteella arvioida tontin arvoa.

Työn tiukan aikataulun takia ei laajamittaiseen tarkasteluun ole aikaa, minkä vuoksi suunnitelmat ovat hyvin suppeita ja toteuttavat tontinkäyttösuunnitelman yleiset tavoitteet vain osittaisesti. Esimerkiksi pihan toiminnot jäivät hyvin suppeiksi, ja suunnittelussa keskityttiinkin massojen ja asuntojen tehokkaaseen sijoitteluun sekä suunnitelman yleiseen toteutettavuuteen. Tekoälyn ja algoritmisen ohjelmistoalustan käyttäminen sopii juuri tämänkaltaiseen suunnitteluun. Kun aikataulu on tiukka, lähtötietojen ja tontin ymmärtäminen kokonaisuudessaan vähentävät riskiä virheille.

Tärkeä ohjaava tekijä tässä opinnäytetyössä tehtävässä suunnittelussa oli parkkihallin tehokas toteutuminen. Asuinkerrostalojen kantavien rakenteiden sijoittuminen autopaikkojen mukaan ohjaa pohjien muotoutumista asuinkerrostaloihin. Jotta parkkihalli olisi tehokas ja käyttäisi mahdollisimman järkevästi tontin pinta-alaa, täytyy yhden pysäköintikamman sijoittua asuinkerrostalon alle. Tehokkaassa asuinkerrostalosuunnittelussa on mahdollisimman paljon identtisiä tai peilattuja huoneistoja. Jotta tämä toteutuisi, täytyy käytävän molemmilla puolilla sijaitsevilla asunnoissa olla sama syvyys.



## 3 SiteSolve

### 3.1 SiteSolve yleisesti

SiteSolvesta on olemassa ja käytössä kaksi eri versiota. Käyttäjätavallisempi standalone -versio ja Grasshopper alustalle rakennettu GH-versio. Standalone versio pyrkii olemaan helpommin käytettävä ja lähestyttävä ohjelma, joka ei vaadi osaamista automatisoinnista ja ohjelmoinnista. Grasshopper-pohjaisen ohjelmiston tehokas käyttö vaatii kokemusta koodaamisesta tai hyvän koulutuksen ohjelman käyttöön. Tässä opinnäytetyössä käytetään standalone-versiota.

SiteSolve on Rambollin tontinkäytön tutkimiseen kehitetty algoritmipohjainen ohjelmistoalusta, joka on tarkoitettu alkuvaiheen tonttitarkasteluun ja ostokelpoisuuden tarkastelemiseen. SiteSolve pyrkii antamaan asuinkerrostaloprojekteissa käyttäjälle monta massoitteluvaihtoehtoa, joista lähteä jatkojalostamaan suunnitelmaa. Ohjelman toiminta perustuu siihen, että sovellukseen syötetään tontin perustietoja, jonka jälkeen ohjelma osaa antaa monia mahdollisia rakennusmassojen sijoitteluvaihtoehtoja suunnitelman lähtökohdiksi. (Ramboll Finland Oy 2020.)

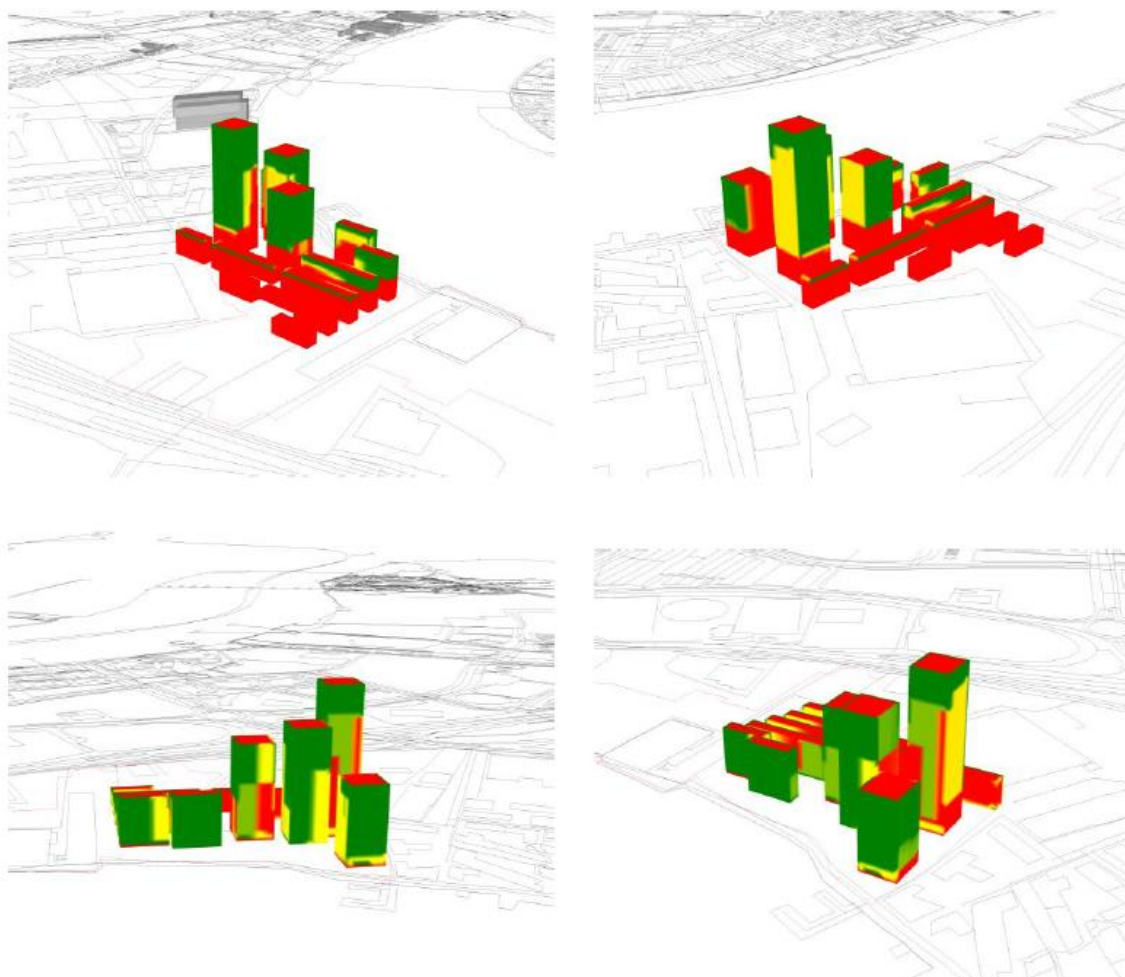
Ohjelmalla voidaan tutkia myös valmiin tai keskeneräisen suunnitelman toimivuutta. SiteSolven GrassHopper pohjaisella versiolla voidaan tutkia rakennuksista avautuvia näkymiä, tontilla olevia välimatkoja, esimerkiksi liittymien määrää, tuulen virtauksia rakennusten välissä, tehdä varjoanalyysseja ja tutkia akustiikkaa sekä meluhaittoja. (Ramboll Finland Oy 2020.)

SiteSolven standalone-versiosta pyritään kehittämään tulevaisuudessa myytävä tuote. Ohjelman halutaan olevan tulevaisuudessa myös saatavilla Rambollin ulkopuolisille toimijoille. Ohjelmaa pyritäänkin kehittämään käyttäjätavallisempään suuntaan ja kääntämään usealle kielelle, juuri markkinoinnin takia.

### 3.1.1 Analyysit

SiteSolvella voidaan tutkia ja analysoida tontin tai suunnitelman erilaisia piirteitä. Suurin osa analyyseistä on tehtävä SiteSolven Grasshopper-versiolla. Tärkeimmät kategoriat analyyseille ovat:

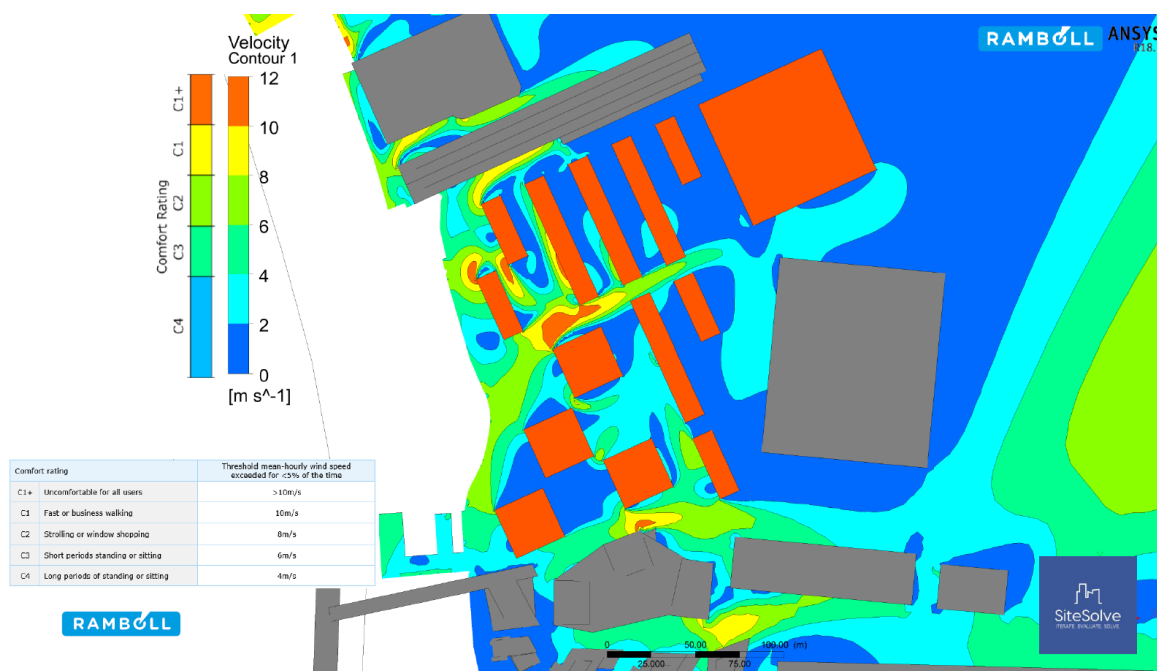
**Näkymäanalyysit:** Esimerkiksi kuinka monesta asunnosta voidaan nähdä ranta tai haluttu kohde, vaikka monumentti (kuva 1).



KUVA 1. Näkymäanalyysi visualisoituna. Vihreä näkee, punainen ei näe. (Ramboll Finland Oy 2020)

**Reittianalyysit:** Kulkureittien pituus esimerkiksi tontin läpi. Voidaan tarkastella pelastusteiden pituuksia tai muita haluttuja reittejä.

**Tuulianalyysit:** Voidaan tutkia syntykö suunnitelmaan tuulitunneleita tai kohtia, jossa syntyy haittoja voimakkaasta tuulesta (kuva 2).



KUVA 2. Tuulianalyysi. (Ramboll Finland Oy 2020)

**Varjoanalyysit:** Suunnitelmasta tutkitaan varjostaako massoittelu muita rakennuksia tai syntykö tontille pimeitä kohtia, johon ei tule auringonvaloa.

**Meluanalyysit:** Suunnitelmaan voidaan tuoda tontin läheiset melunaiheuttajat. Esimerkiksi moottoritiet ja rautatiet, ja tutkia miten ääni kantautuu tontin sisällä.

### 3.1.2 Hiilijalanjälki ja arvo

Suomi aikoo olla hiilineutraali vuoteen 2035 mennessä. Suomessa yksi kolmannes kaikista hiilipäästöistä aiheutuu rakentamisesta ja rakennuksista. Rakennusalalla on kiinnitetty paljon huomiota rakennuksien käytöstä aiheutuviin päästöihin, mutta myös rakentamisen ja rakennusaineiden valmistamisen esim. betonin päästöihin pitäisi kiinnittää enemmän huomiota. (Ympäristöministeriö, Vähähiilinen rakentaminen, 2020)

SiteSolve ohjelmasta löytyy myös hiilijalanjälki-laskin. Laskimella voidaan verrata suunnitelmien hiilijalanjälkien kokoa. Laskin ei osaa antaa tarkkoja CO<sub>2</sub>-päästöjen arvoja, vaan sillä voidaan ainoastaan verrata erilaisten suunnitteluratkaisujen merkitystä päästöjen määriin. Hiilijalanjälki-laskin ottaa huomioon käytetyn kan-

tavan rakenteen, kalusteiden ja huollon hiilijalanjäljen sekä tyypilliset rakennusmateriaalien kuljetuksesta johtuvat päästöt. Hiilijalanjälki-laskuri on kuitenkin hyvin keskeneräinen ja käyttää paljon keskiarvoja tyypillisistä päästöistä rakennushankkeissa. Esimerkiksi perustuksien ja rakennusjätteen CO<sub>2</sub>-päästöjä ei oteta vielä huomioon.

Tällä hetkellä SiteSolvesta puuttuu energiankäytön tutkiminen suunnitelmassa. SiteSolve laskee vain rakentamisesta aiheutuvien päästöjen määrää. Suomessa rakennuksien lämmityksestä ja käytöstä aiheutuvat päästöt ovat noin kolmasosa kaikista päästöistä (Rakennusteollisuus, n.d). Jos ohjelmaa halutaan Suomessa käyttää päästöjen määrän merkittävään vähentämiseen, on energiankäytön määrien arviointi lisättävä ohjelmaan.

Rakennuttamiselle voidaan antaa myös hyvin kevyt kustannusarvio ohjelmalla. Ohjelmaan syötetään arvio rakennuskustannuksista (puntaa/m<sup>2</sup>). Jos halutaan tutkia mahdollista saatavaa voittoa, voidaan ohjelmaan syöttää annetuille asunnoille myyntihinta. Ohjelmasta saadaan suoraan luvut rakennuttamisen kustannuksista ja suunnitelman asuntojen yhteenlasketulle arvolle. Kustannukset eivät ole tarkkoja, vaan niitä voidaan käyttää vain suunnitelmia vertailtaessa. (Ramboll Finland Oy 2020.)

## **3.2 Lähtötiedot ohjelmaan**

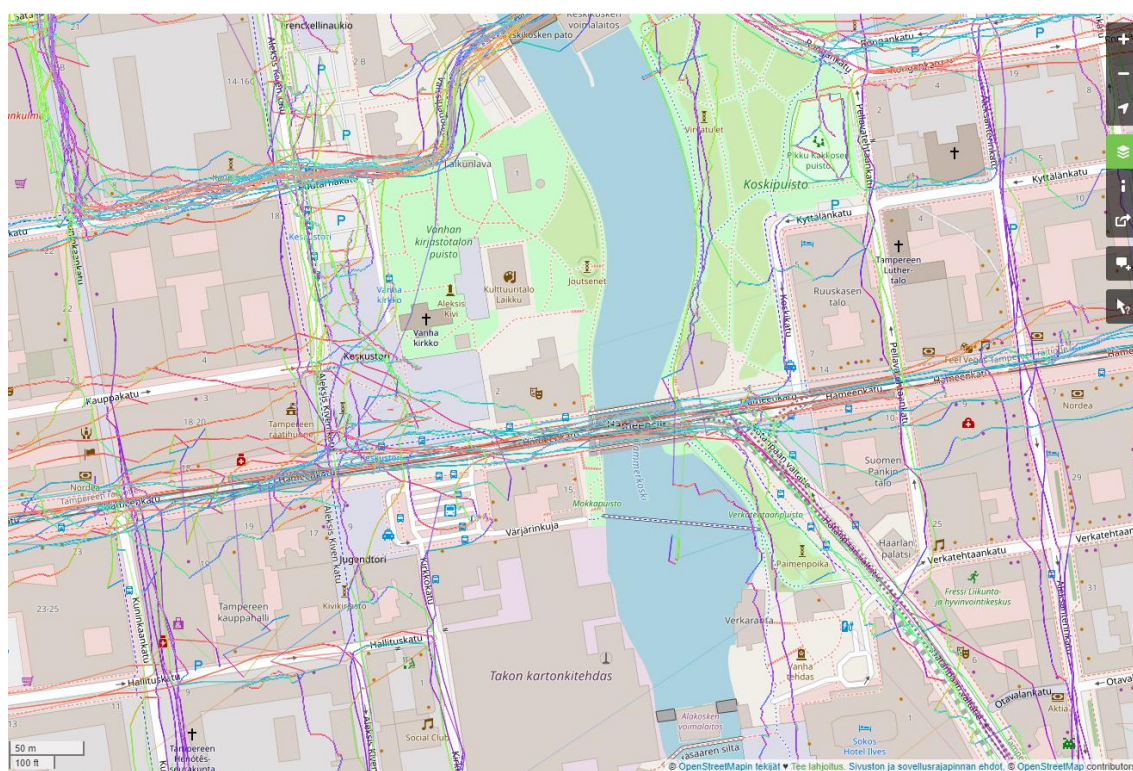
SiteSolve tekee suunnitteluehdotuksensa lähtötietojen pohjalta. Mitä enemmän ja mitä tarkemmin lähtötietoja on annettu, sen tarkempi suunnitelma on. Käyttäjän on tärkeä ymmärtää tontin tärkeimmät raja-arvot ja myös osata muokata niitä, jotta saisi SiteSolvesta ulos parhaan mahdollisen suunnitelman.

### **3.2.1 Kartta ja tontinrajat**

Aluksi halutusta tontista annetaan rajat. Rajojen syöttämiseen on muutama eri keino. Ohjelmaan voidaan syöttää rajat piirtämällä manuaalisesti OpenStreet-Maps karttapohjaan. Ohjelmaan voi myös viedä dxf-muotoista aineistoa esim. kaupungin pohjakarttamateriaalia, josta ohjelmalla voi haluta valitsemansa tontin rajat. Kaupungin pohjakartta-aineisto on yleensä oikeassa koordinaatistossa,

mutta se on tuotava lähemmäksi origoa (0,0), mikä voi olla haastavaa. SiteSolveen voi myös tuoda pohjaksi valokuvan, mutta se ei ole suositeltavaa skaalauksesta johtuvan epätarkkuuden takia. (Ramboll Finland Oy 2020.)

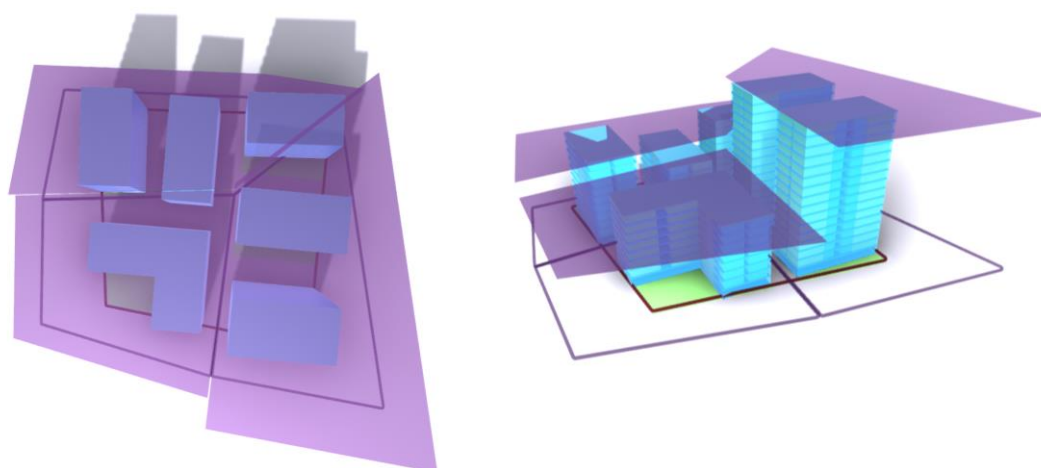
OpenStreetMap aineistoa voi hakea osoitetiedoilla tai koordinaateilla. OpenStreetMap on avointa dataa käyttävä karttasovellus, joten tarkkuus saattaa vaihdella hyvinkin paljon (kuva 3). Avoimen datan Karttapalvelu toimii niin, että jokainen käyttäjä voi itse ladata sovellukseen ilmakuvia ja muokata karttatietoja. Tämän takia tarkkuus on huomattavasti parempi siellä missä on enemmän käyttäjiä, kuten esimerkiksi kaupungeissa. (OpenStreetMap, n.d.)



KUVA 3. Kuvakaappaus OpenStreetMap kartasta. Kuvassa keskellä Hämeenlinna Tampereella.

### 3.2.2 Tontinkäytön raja-arvot

Jotta suunnitelma olisi mahdollisemman tarkka, täytyy sille antaa raja-arvoja, joiden sisällä toimia. Sen jälkeen, kun tontin rajat on annettu ohjelmalle, syötetään ohjelmaan asuin kerrostalojen maksimikorkeus piirtämällä tai lataamalla dxf-muodossa ”korkeusrajayläpinta”. Yläpinnalla määritellään kerrostalojen maksimikorkeus tietyllä tontinosalla (kuva 4).



KUVA 4. Kuva piirretystä maksimikorkeuden rajaavasta yläpinnasta

Seuraavana voidaan tontille asettaa liittymän paikka. Liittymällä määritellään kohta tontin rajalta, jossa on tontille ajo. Liittymiä voi laittaa useita, mutta ohjelma ei välttämättä käytä suunnitelmassaan näitä kaikkia. Toinen mahdollisuus määritellä liittymät, on piirtää tontille tiet manuaalisesti. Tämä vaihtoehto rajoittaa ohjelman antamia mahdollisia vaihtoehtoja.

### 3.2.3 Massoittelevaihtoehdon generoiminen

Nyt ohjelma on asetettu valmiiksi ja se pystyy luomaan yksinkertaisen massoittelevaihtoehdon oletusasetuksilla. Jotta ohjelma voi generoida hyödyllisen massoittelevaihtoehdon, on sille vielä annettava tarkempia arvoja massoittelevaihtoehdon lähtökohdista sekä asuinkerrostalon huoneistojaosta sekä suunnitelmien raja-arvoista.

Generoiminen tehdään ohjelman CREATE-valikossa. Valikosta löytyy useita asetuksia, joista voidaan säätää erilaisia arvoja. Muokattavia asetuksia ovat:

1.	Targets	+
2.	Development Limits	+
3.	Overlooking Distances	+
4.	Layout	+
5.	Residential Blocks	+
6.	Apartment Types	+
7.	House Types	+
8.	Apartment Mix	+
9.	Housing Mix	+
10.	Structures and Materials	+
11.	Cores	+
12.	Plant Rooms	+
13.	Parking	+
14.	Cost	+

1. Kerrosalan, kerrosmäärän ja omakotitalojen määrän tavoitteet.

2. Suurin sallittu asuinkerrostalon korkeus ja nurmialueiden määrä tontilla.

3. Rakennusten etäisyydet toisistaan.

4. Sijoitus, Lamellien maksimi pituudet, Rakennusten etäisyydet tontin rajasta, tien leveys.

5. Asuinkerrostalon määrittely: Kerroskorkeus, ensimmäisen kerroksen kerroskorkeus, minimi kerrosluku, asunnon perussyvyys, ulkoseinän paksuus, käytävän leveys, käytävän seinän paksuus, asuntojen välisen seinän paksuus, asuntojen sijainti käytävällä, ylikokoisen asuntojen salliminen, asunnot ensimmäisessä kerroksessa.

6. Asuntojen tyypit. Määritellään asunnot ja niiden: pinta-ala, leveys, syvyys, asukasmäärä ja arvo.

7. Omakotitalojen tyypit.
8. Asuntojen hajonta.
9. Omakotitalojen hajonta.
10. Rakenteet ja materiaalit, Rakennuksen elinikä ja kierrätettävien materiaalien käyttö.
11. Asuntojen määrät kerroksissa ja kerrosten mitoitus.
12. Teknisten tilojen määrä.
13. Pysäköinnin määrä.
14. Kustannukset.

#### **3.2.4 Vaihtoehtojen vertailu ja tulostus jatkokäsittelyyn**

Kun ohjelma generoi käyttäjän mielestä hyvän massoitteluvaihtoehdon, voidaan se tallentaa vertailtavaksi ohjelmaan. Tallennettuihin vaihtoehtoihin voidaan palata ja niitä voi muokata. Näin ollen voidaan tonttia lähestyä monesta eri suunnittelun näkökulmasta ja saada vertailukelpoista dataa kaikista vaihtoehtoista. Tällä tavalla voidaan esimerkiksi nopeasti tutkia, halutaanko tontilla käyttää pidempiä lamelleja vai korkeita pistetaloratkaisuja.

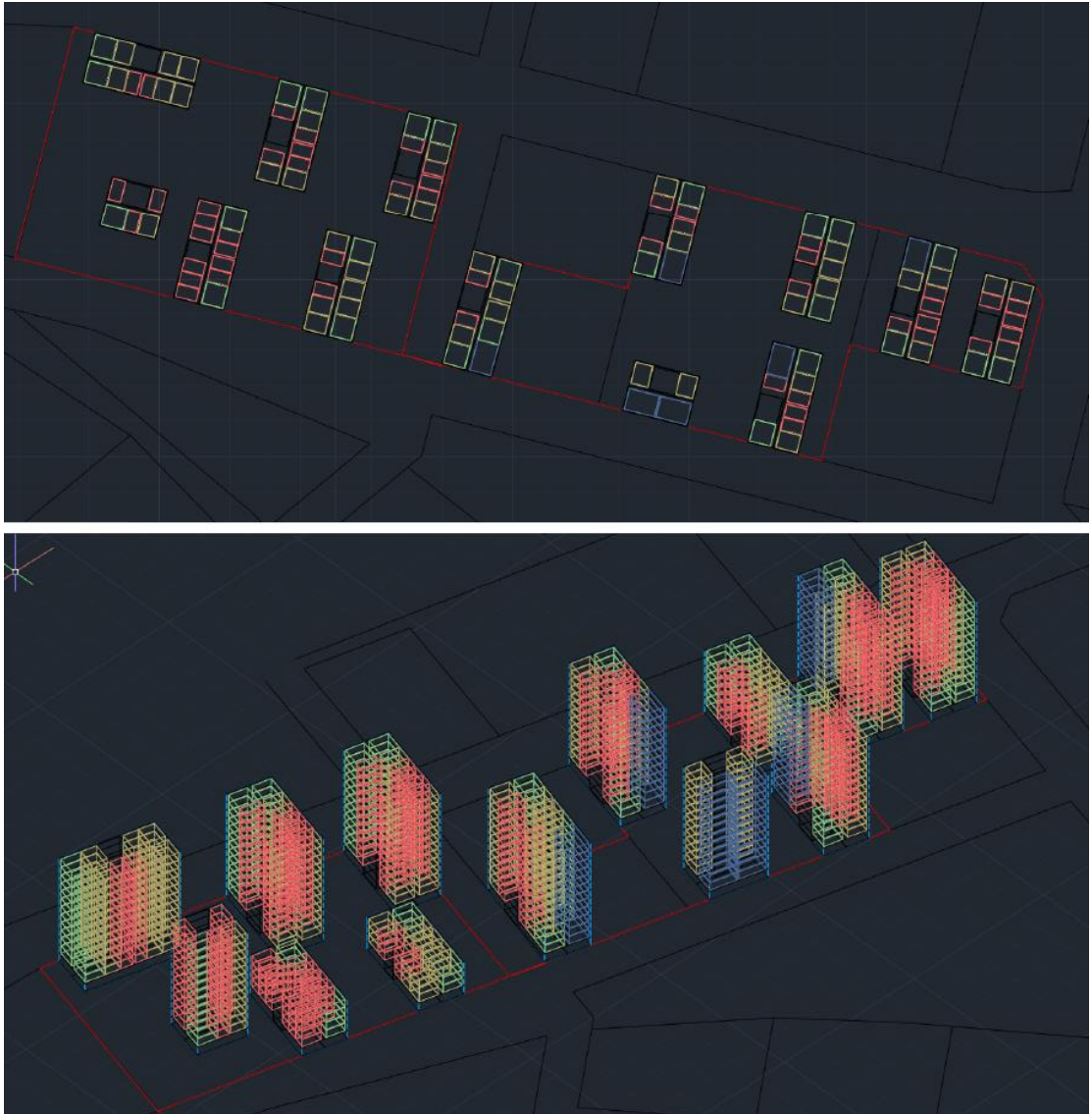
Ohjelma tuottaa listan suunnitelman keskeisistä luvuista. Tämän listan voi myös tulostaa CSV-muodossa, jos lukuja halutaan käyttää omissa ohjelmistoissa. Esimerkiksi Excel-ohjelmassa (kuva 5).



Key Areas		—
Gross External Area	60 082,53 m <sup>2</sup>	Kerrosala ulkoseinien ulkopinnasta
Gross Internal Area	55 163,12 m <sup>2</sup>	Kerrosala ulkoseinien sisäpinnasta
Net Internal Area	35 924 m <sup>2</sup>	Huoneistoala
Net:Gross	59,79 %	Huoneistoala hum2/Kerrosala kem2
Site Area	15 199,47 m <sup>2</sup>	Tontinala
Building Footprint Area	5 342,47 m <sup>2</sup>	Peittopinta-ala
Available External Area	9 857 m <sup>2</sup>	Vapaa tontinala
Footprint:Site Ratio	35,15 %	Peittopinta-ala/Tontinala
Apartment Blocks		+
		Asuntojen lukumäärät
Housing		+
		Omakotitalojen lukumäärä
Parking		+
		Parkkipaikkojen vaadittu määrä/ pinta-ala m <sup>2</sup>
Cores		—
Number of Cores	13	Porrashuoneiden määrä
Total Core Area	575,42 m <sup>2</sup>	Porrashuoneiden pinta-ala
Total Number of Lifts	23	Hissienmäärä
Carbon Calculation		+
		Hiilipäästöjen määrä

KUVA 5. SiteSolven generoima lukujono

Generoidut massoittelevaihtoehdot voidaan tulostaa ulos dxf-muodossa. Tulosteesta saadaan tontinrajat, rakennuksen ulkokuoren rajat ja asuntojen rajat. Näiden tietojen pohjalta voidaan tehdä jatkosuunnittelua käyttäjän haluamassa ohjelmassa (kuva 6).



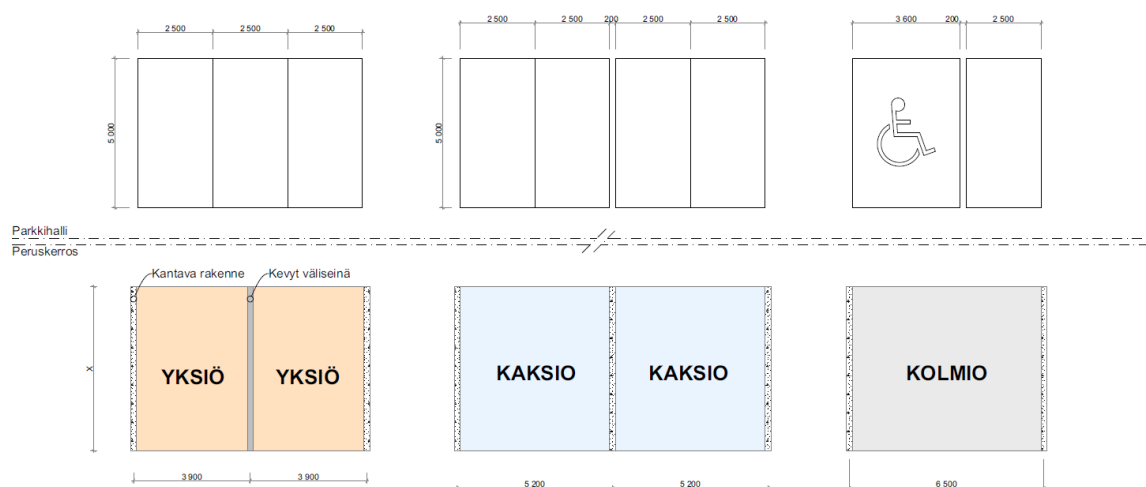
KUVA 6. Kuvakaappaus tulostetusta SiteSolve massoittelusta AutoCAD:issä

## 4 Tontinkäyttösuunnitelma manuaalisesti Ruskeasuolle

### 4.1 Lähtötiedot ja tavoitteet

Ensimmäinen tontinkäyttösuunnitelma tehtiin yhteistyössä Pohjola Rakennus Oy:lle ja kohteena suunnitelmalle oli tontti Helsingin Ruskeasuolla. Projektin tavoitteena oli olemassa olevien suunnitelmien tehostaminen pienentämällä asuntojen kokoa ja lisäämällä asuntojen määrää. Toinen, ellei jopa tärkeämpi tavoite, oli tehostaa parkkihallin suunnitelmaa. Olemassa olevissa suunnitelmissa parkkihalli oli suunniteltu kahteen kerrokseen ja kantavat rakenteet eivät olleet linjassa asuinkerrostalojen kantavien rakenteiden kanssa.

Suunnitelma päätettiin toteuttaa Siivu-menetelmällä, jossa asuntojen koot määräytyvät autopaikan koon mukaisesti. Asunnon leveys on aina jaollinen parkkipaikan leveydellä. Esim. yksiön leveys on yksi ja puoli autopaikkaa, kaksion kaksi autopaikkaa jne. Kun suunnitelmat tehdään näillä asuntojen leveyksillä, syntyy parkkihalli automaattisesti talojen alle ja kantavat rakenteet menevät suoraan ylhäältä alas. Asuntojen syvyys voidaan määrittellä riippuen asuntojen halutuista kokoluokista. Syvyydet tulee määrittellä jaollisiksi 600 mm, johtuen ontelolaatan 1200 mm leveydestä. Näin ollen voidaan tehdä useampia kohteita käyttäen samoja valmiita asuntojen pohjia. Menetelmää käytettäessä päätyasunnot muuntuvat tapauskohtaisesti (kuva 7).



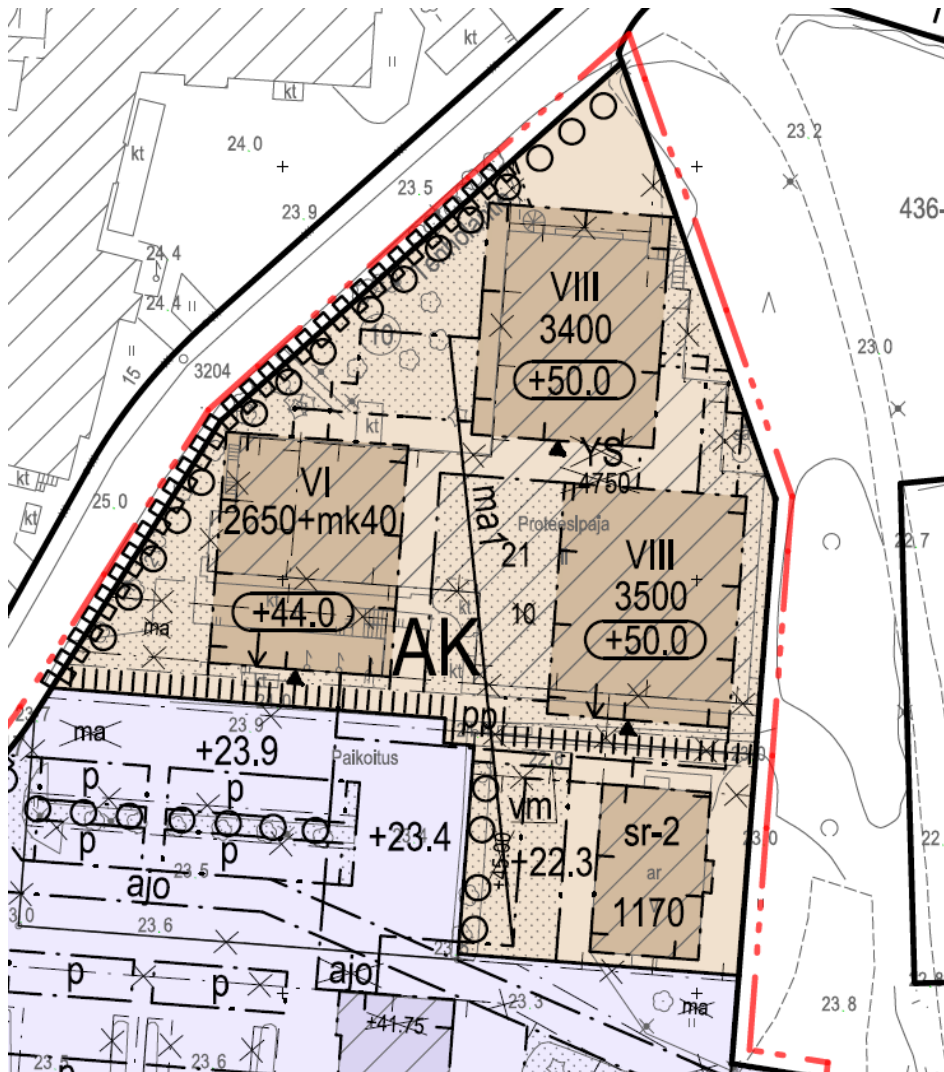
KUVA 7. Periaatekuva Siivu-menetelmästä

Yleensä suunnitelmiin annetaan työtunteja noin kolmesta päivästä viikkoon kohteen laajuuden mukaan. Rakennuttajilla on usein käynnissä monia vastaavia kohteita, joista vain noin joka kymmenes päättyy jatkokäsittelyyn. Suunnitelmiin kuului asuinkerrostalojen pohjat sisältäen pääkäyttötarkoituksen mukaiset tilat ja tukevat tilat. Asuntojen pohjia ei tarvittu suunnitelmaan.

#### **4.1.1 Asemakaava**

Asemakaava on 16. Kaupunginosan Ruskeasuon, kortteli 16729. Suunnitelmassa tärkeimpiä huomioonotettavia asemakaavan kohtia oli määräykset perheasuntojen määrästä. Vähintään 50 % asuntojen huoneistoalasta tulee toteuttaa asuntoina, joissa on keittiön / keittotilan lisäksi kolme asuinhuonetta tai enemmän. Kaava määrää myös, että ensimmäisessä kerroksessa täytyy olla 40% pinta-alasta asuntoja (kuva 8).

Kaava määrää myös rakennuksen ulkomuodosta. Rakennuksessa olevan porrastanteen täytyy avautua vähintään kahteen suuntaan. Ensimmäisen kerroksen umpinaista vaikutelmaa tulisi suunnitelmassa välttää, ja kaava määrää myös pintamateriaalien ja rakennusmateriaalien käytöstä. Rakennuksen päädyt määrättiin porrastetuiksi. Kaava määräsi myös suunniteltavaksi pitkät kattoterrassit.



KUVA 8. Kuvakaappaus asemakaavasta.

#### 4.1.2 Tontti

Tontti on pystysuuntaisen karkean kolmion muotoinen ja rajoittuu länsipuolelta tiehen ja itäpuolelta viheralueeseen (kuva 9). Tontilla on nykyisin yksi sairaalakiinteistö ja se on osa tontin eteläpuoleisia sairaalakiinteistöjä. Tontilla ei ole suuria korkeuseroja. Sen länsipuolella on liittymäkielto, lukuun ottamatta pohjoiskärkeä. Tontille on kaavassa sijoitettu kolme asuinkerrostaloa ja yksi historiallinen rakennus. Tässä suunnitelmassa päätettiin tutkia vain kolmen asuinkerrostalon tehostamista. Tontin osoite on Tenholantie 12.





KUVA 9. Tontti merkitty punaisella viivalla. (Google Maps, muokattu)

#### 4.1.3 Alkuperäinen suunnitelma

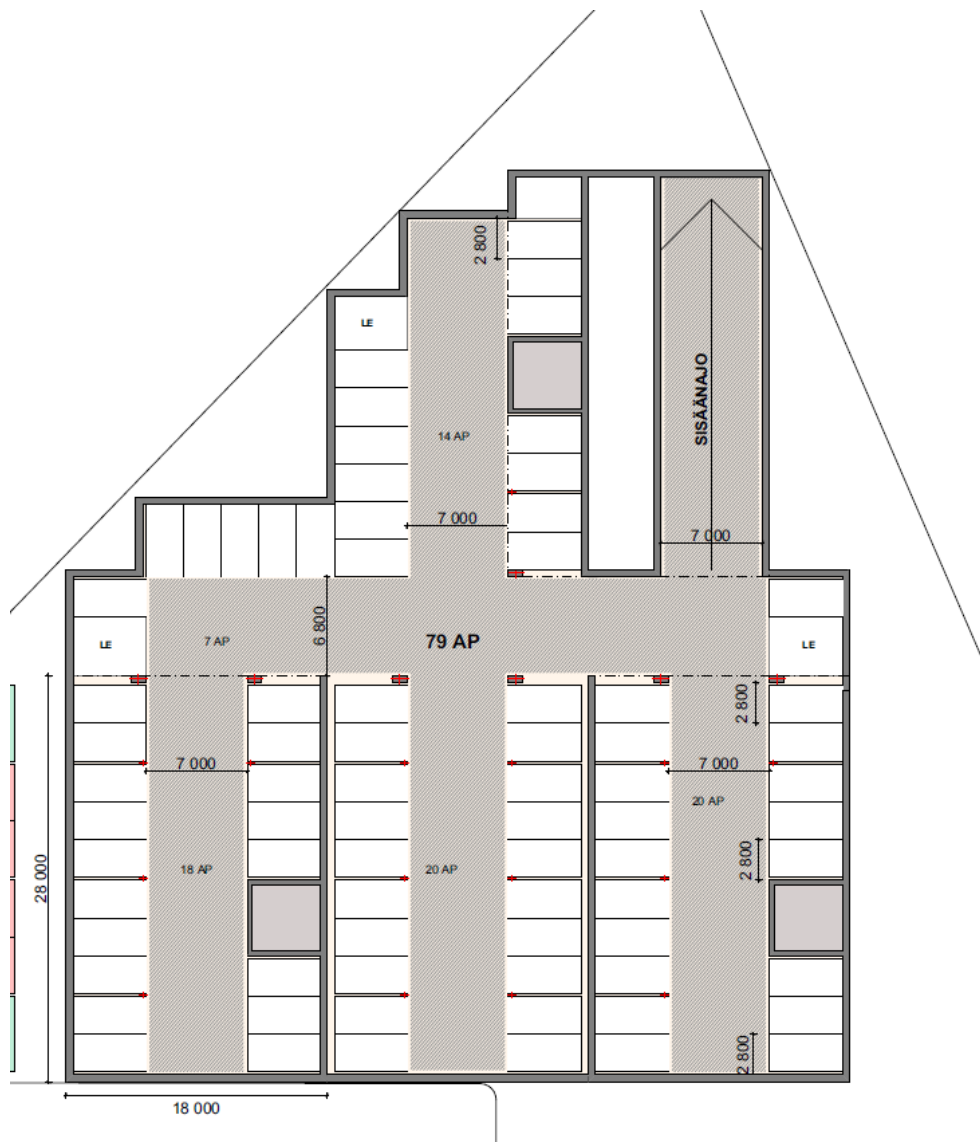
Ruskeasuon Tenholantielle oli jo tehty kehittämissuunnitelma kolmesta asuin-kerrostalosta. Suunnitelmassa on kevyt asemapiirustus, pohjapiirustukset ja julkisivut. Pohjapiirustuksissa näkyy myös kolmen rakennuksen väliin sijoittuva kahdenkerroksen parkkihalli.

Tilaaajan kritiikkinä kyseisestä suunnitelmasta oli liian suuret asuntokoot, joka alensi suunnitelman tehokkuutta. Myös parkkihallia oli muokattava, koska hallista puuttui tuenta kantavien asuin-kerrostalojen rakenteiden alta. Parkkihalli ei myöskään ollut tehokas, vaan ajokaistalla oli yleensä vain yksi pysäköintipaikka.

## 4.2 Suunnitelma yleisesti

Suunnitelmien työstäminen aloitettiin alhaalta ylöspäin, ja ensimmäisissä suunnitelmissa yritettiin tutkia mahdollisuutta parkkihallin sijoittamisesta yhteen kerrokseen. Haasteena sijoitukselle oli tontin muoto ja ajorampin ainoa sijoituspaikka tontin pohjoiskärjessä. Ajoluiska täytyikin liittymän takia sijoittaa pohjoisimman asuinkerrostalon alle.

Ensimmäisenä tutkittiin, mikä olisi yksikerroksisen autohallin maksimikapasiteetti. Tässä versiossa autohalli käyttäisi kokonaan myös asuinkerrostalojen kellarin alat. Varastot toteutettaisiin pääosin ensimmäisessä kerroksessa sekä ulkova-rastoina/ erillisinä rakennuksina (kuva 10).



KUVA 10. Ensimmäinen versio parkkihallista, jossa koko kellarikerros käytettiin parkkihalliin

Jotta parkkihallille saataisiin mahdollisimman paljon tilaa, täytyi rakennusmassoja kaventaa ja siirtää kohti tontin reunoja. Tavoitteena asuntojaoksi oli yrittää saada vaadittu 50% määrä perheasuntoja ja loput pieniä yksiöitä. Kaikkia yleisiä tiloja pienennettiin mahdollisimman paljon ja käytävät kavennettiin 1200 mm leveiksi.

### **4.3 Suunnitelman kehitys ja ongelmat**

Isoin ja rajaavin ongelma oli tiukka aikataulu. Suunnitelmaa laadittiin niin, että jokaisen päivän jälkeen täytyi olla uusi päivitetty versio valmis, joka käytäisiin aamulla asiakkaan kanssa läpi. Tavoitteena oli saada suunnitelmat viidessä työpäivässä valmiiksi.

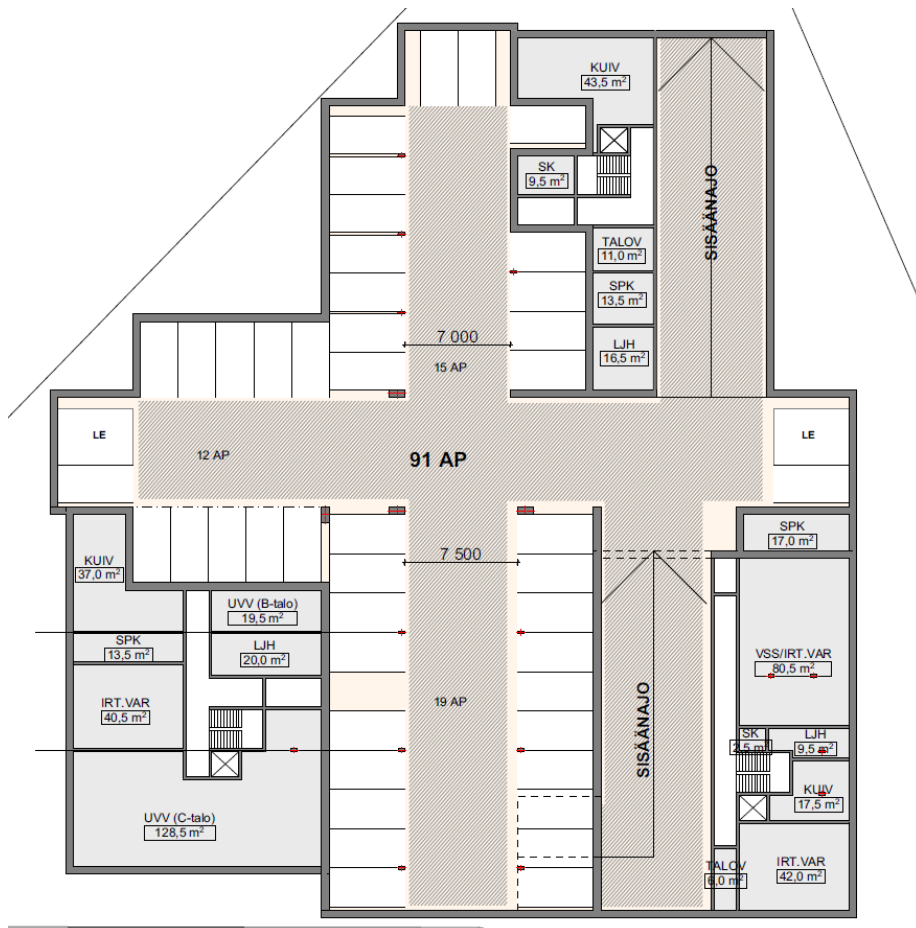
Tiukan aikataulun takia ei useita erilaisia versioita voitu tehdä. Ensimmäinen versio otettiin suurimmalta osin alkuperäisestä kehityssuunnitelmasta ja sitä muokattiin haluttuun suuntaan. Lopullinen versio kuitenkin erosi alkuperäisestä erittäin paljon. Suunnitelman jatkuva kehittäminen uuteen suuntaan vei suurimman osan ajasta eikä suunnitelmien tarkastamiseen jäänyt riittävästi aikaa. Tämän takia suunnitelmiin jäi paljon virheitä, mutta virheettömät suunnitelmat eivät projektissa olleet edes tavoitteena.

Ongelmaksi syntyi myös autopaikkojen vaadittu määrä, joka määrättiin kaavassa (1ap/135m<sup>2</sup> + 1 vieraspaikka per 1000m<sup>2</sup>). Lopulta autopaikkavaateeksi saatiin 91 paikkaa, joita oli mahdoton saada mahtumaan yhteen kerrokseen. Jos koko kellarikerros käytettäisiin parkkihalliin, asumista palvelevat tilat, kuten väestönsuoja/irtaimistovarasto, eivät enää mahtuisi.

### **4.4 Valmis suunnitelma ja pohdinta**

Lopulta suunnitelmassa päädyttiin kaksikerroksiseen parkkihalliin. Kahdessa kellarikerroksessa oli enemmän pinta-alaa, joten sinne oli helpompi sijoittaa muut tarvittavat aputilat. Parkkihalliin ajo oli edelleen pohjoisimman kerrostalon itäreunasta, mutta nyt parkkihallin k2 kerrokseen pystyi ajamaan suoraan ensimmäiseltä rampilta (kuva 11).

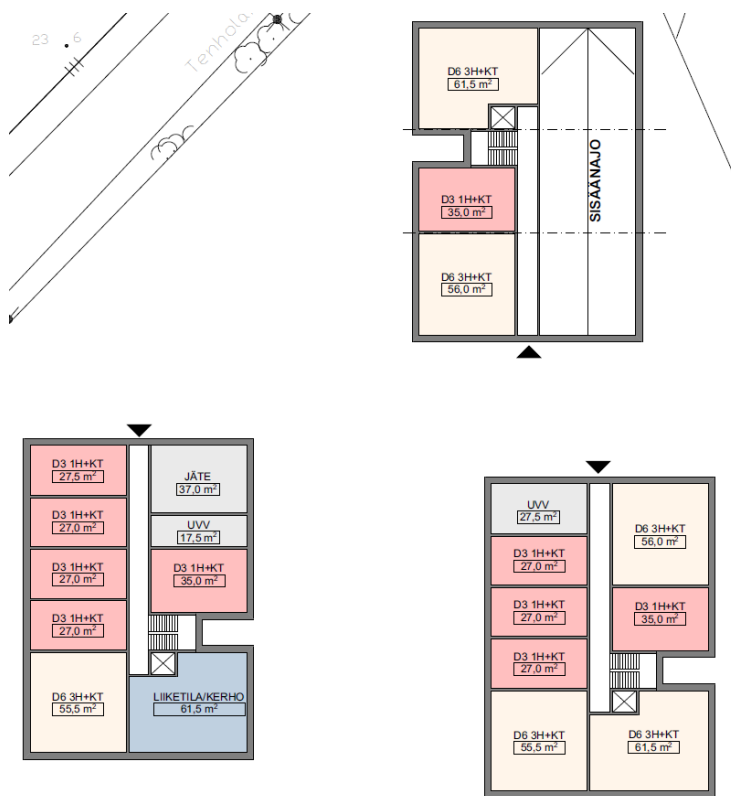




KUVA 11. Parkkihallin lopullinen suunnitelma

Kerrostalojen pohjapiirustuksissa pyrittiin käyttämään mahdollisimman paljon samoja asuntoja, ja sen takia kerrostaloissa päädyttiin lähes identtisiin ulkomitoihin. Koko suunnitelma saatiin lopulta toteutettua kuudella erilaisella asunnolla. Kaksi etelänpuoleista kerrostaloa tulisi olemaan täysin identtisiä, ainoastaan kerrosluku olisi eri. Pohjoisimman kerrostalon pohjapiirustus tulisi olemaan peilikuva.

Kaavassa vaadittiin asuinkerrostalojen päätyjen porrastamista, mutta sitä ei otettu huomioon, koska se ei merkittävästi vaikuttanut pinta-alaan. Jos olisi haluttu, olisi suunnitelmaa helposti saatu muokattua porrastetuksi siirtämällä käytävän kummalla tahansa puolella olevaa asuntoriviä (kuva 12).



KUVA 12. Maantasokerros

Sisäänkäynti sijoitettiin rakennuksen pätyyn ja porrashuone tehtiin sisäänvedettynä, jotta porrastasanteelta saataisiin avattua näkymät kahteen suuntaan. Asuntolina käytettiin yksiöitä ja kolmioita. Ensimmäisiin kerroksiin sijoitettiin osittain liiketiloja ja ulkovälinevarastoja. Suunnittelussa pyrittiin siihen, että peruserroksessa noin 50% huonealasta sijoittuisi kolmioihin, jotta kaavamäärä täyttyisi (kuva 13).

TALO A				TALO B				TALO C			
As. Tyyppi	määrä	hum2	hum2 yht.	As. Tyyppi	määrä	hum2	hum2 yht.	As. Tyyppi	määrä	hum2	hum2 yht.
1h+kt	8	35	280	1h+kt	6	35	210	1h+kt	8	35	280
1h+kt	8	27,5	220	1h+kt	6	27,5	165	1h+kt	7	27,5	192,5
1h+kt	21	27	567	1h+kt	18	27	486	1h+kt	24	27	648
3h+kt	8	56	448	3h+kt	5	56	280	3h+kt	8	56	448
3h+kt	8	61,5	492	3h+kt	5	61,5	307,5	3h+kt	8	61,5	492
3h+kt	7	55,5	388,5	3h+kt	6	55,5	333	3h+kt	8	55,5	444

KUVA 13. Talojen asuntomäärät ja asuntokohtaiset huonealat

Suunnittelu tehtiin päivittäisessä yhteistyössä asiakkaan kanssa. Tonttitutkimuksen tavoitteissa onnistuttiin hyvin ja aikataulussa ei jouduttu venymään. Tärkeimpänä tavoitteena pidettiin tehokkuuslukua hum2/kem2 ja tavoitteeksi sille annettiin noin +0,60. Lopullisessa suunnitelmassa se oli 0,713.

## **5 Tontinkäyttösuunnitelma käyttäen SiteSolvea Turun Itäharjulle**

### **5.1 Tavoitteet SiteSolven käytöstä**

Tavoitteena tässä tontinkäyttösuunnitelmassa on käyttää SiteSolve-ohjelmaa mahdollisimman pitkälle suunnittelussa. Sillä pyritään löytämään monia massoitelulähtökohtia, joista valita jatkojalostukseen mahdollisimman toimiva vaihtoehto. Myös ohjelmalle toivotaan projektin aikana löytyvän sopiva käyttötarkoitus arkkitehtisuunnittelun työkaluna.

Tiedossa on jo muutamia tulevia ongelmakohtia suunnittelussa käyttäen SiteSolve ohjelmaa. Ohjelmaan ei esimerkiksi pysty rajaamaan kahta tonttia yhtäaikaisesti. Eli suunnitelmat on tehtävä kahdelle eri tontille, kahdessa eri ikkunassa. Myös tonttia on ongelmallista saada sisäisesti jaoteltua. Kerrostaloille ei esimerkiksi voi osoittaa itse tiettyä paikkaa tontilla, vaan ohjelma itse määrittelee talojen paikat. Ohjelma ei generoi rakennuksia teiden päälle, joten tontin sisäiseen jakoon voi yrittää vaikuttaa rajaamalla tonttia teillä. Tontilla on suuria korkeuseroja, joita ei voi SiteSolveen tuoda. Myös yksi tärkeimmistä suunnitteluun vaikuttavista asioista, parkkihallin toteutuminen, ei tule vielä automaattisesti ohjelmasta.

Työhön lähdetessä tiedettiin, ettei SiteSolvella voida tutkia tonttia niin pitkälle kuin asiakkaalla on tavoitteena. Pohjakuvien viimeistely tulisi tehdä käyttäen ArchiCAD-ohjelmaa. Myös ohjelman tulostusvaiheessa oli ilmennyt ongelmia, ja asunnot eivät olleet halutun kokoisia.

### **5.2 Itäharjun kohde**

Tonttitutkielman kohteeksi valikoitui kaksi tonttia Turun Itäharjulta. Alue on suunniteltu osaksi Turun tiedepuiston masterplania. Alueella on nykyisin pienteollisuutta ja varastoja. Alue on uuden kaavoituksen alla ja tonteille oltaisiin tulevaisuudessa rakentamassa asumista. Koko tutkittava alue on yhteensä noin 19 000 m<sup>2</sup> (kuva 14).



KUVA 14. Itäharjun tutkittava alue (Google maps, muokattu)

Suunnitelmassa toivottiin tehokkuusluvuksi  $e=2.85$ , mikä tarkoittaisi noin 55000 kem<sup>2</sup> koko alueelle. Alue tulisi suunnitella niin, että se ottaisi huomioon pohjoisen puolisen meluhaitan Kalevantiestä ja kerrostalojen massoittelemisen korkeuden, minkä tulisi nousta kohti Turun keskustaa, eli länttä. Alueen halkaisee tie (Rautakatu), mutta tässä suunnitteluvaiheessa ei ole vielä tiedossa tuleeko tie pysymään alueella uudessa kaavassa (kuva 15).



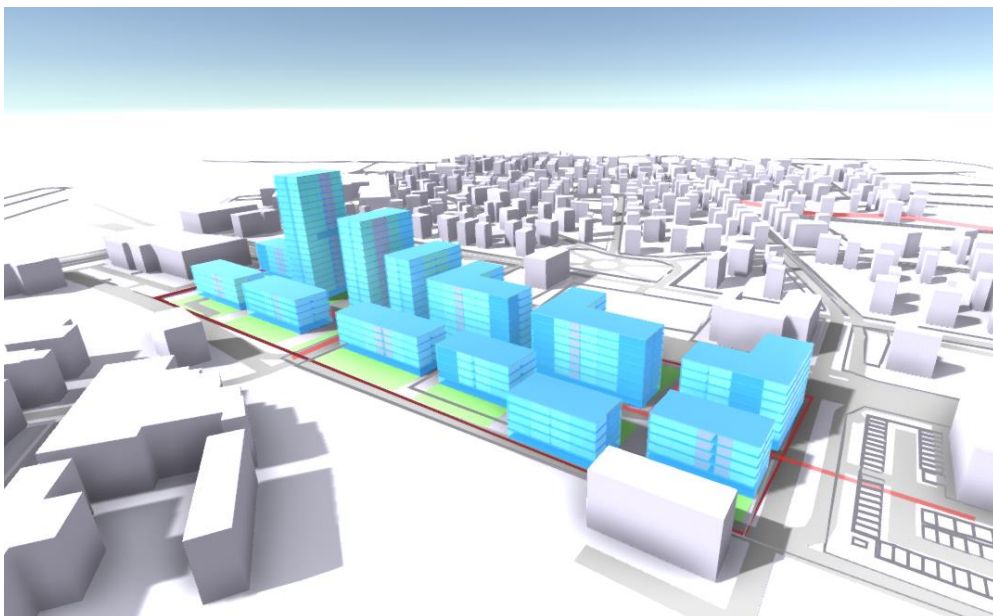
KUVA 15. Alueen tontinrajat ja rakennusoikeudet 2,85 tehokkuusluvulla

### 5.3 SiteSolve pohjatiedoston luominen

Itäharjun kohde, kuten Ruskeasuon kohde tehtiin Siivu-menetelmällä. Tätä varten oli SiteSolve-ohjelmaan syötettävä vain Siivu-mitoituksen sallimia asuntokojoja. Toiveena oli tietenkin, että parkkihalli syntyisi automaattisena mitoituksen ansiosta. Asuntoja syötettiin 20 kappaletta, jotka jaettiin neljään sarjaan syvyyden perusteella. Ajatuksena oli, kun annetaan ohjelmalle käyttöön vaan yksi sarja, että voitiin määritellä asuinkerrostalojen mahdolliset leveydet.

Ennen suunnittelun aloittamista oltiin yhteydessä SiteSolven ohjelmoijiin. Käytiin yhdessä läpi suunnittelun tavoitteet, kohteen ja mahdolliset ongelmakohdat. Saa tiin suunnittelua varten oman version ohjelmasta, jolla voitaisiin pakottaa SiteSolve käyttämään SIIVU-mitoituksella tehtyjä asuntoja. Tärkein tavoite oli pitää asuntojen koot pieninä ja tehokkuus mahdollisimman hyvänä.

Alueesta päätettiin tehdä kaksi versiota. Toinen Openstreetmap pohjalla ja toinen DWG-pohjalla. Tarkoituksena oli tehdä Openstreetmap pohjaisella versiolla markkinointiin käytettäviä kuvia ja DWG-pohjaisella versiolla tarkempaa suunnittelua. Openstreetmap versio on näyttävämpi, kun ympäristön saa kolmiulotteisena näkyviin (kuva 16).



KUVA 16. Massoittelevaihtoehto Itäharjun alueesta Openstreetmap pohjalla



## 5.4 Tonttitutkielma käyttäen SiteSolvea

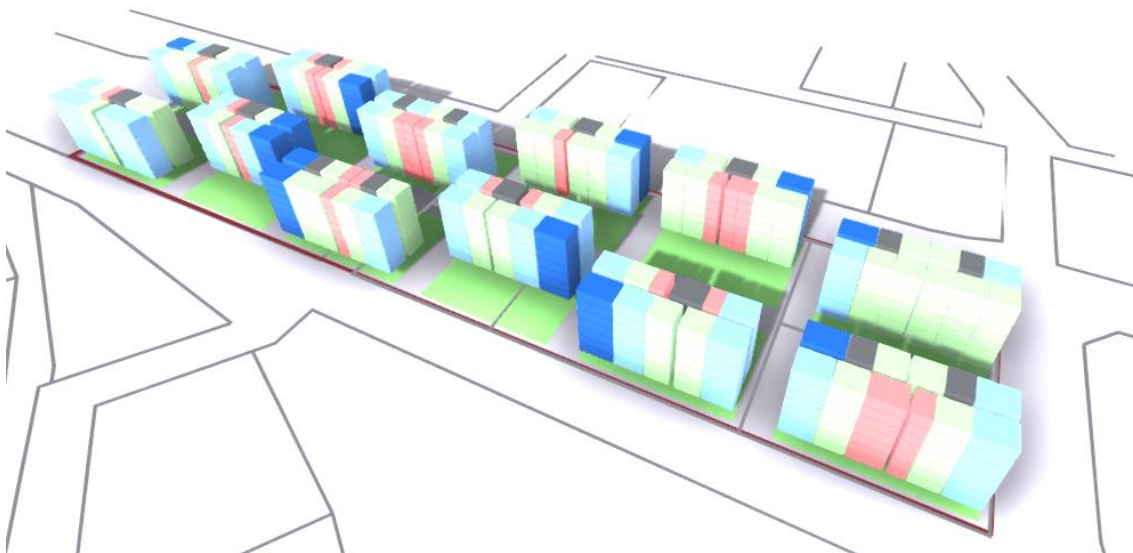
Jotta massoitteluvaihtoehtoja ei tulisi liian monia, tulisi suunnittelulle asettaa joi-takin raja-arvoja. Aluetutkielmassa haluttiin etelänpuoleisten rakennusmassojen olevan matalampia kuin pohjoisen, Kalevantien, puoleisten massojen. Kerrosala tavoitteeksi koko alueelle otettiin 55000 kem2 ja asuntojen keskipinta-alaksi noin 40m2. Tämä koostui prosentuaalisesti asuntonuolista, jossa yksiöitä olisi 20%, kak-sioita 40%, kolmioita 30% ja neliöitä 10%.

Asunnot värikoodattiin, joten suunnitelmasta näki helposti asuntojen sijainnit. Koodauksessa yksiöt olivat punaisia, kaksiot vihreitä, kolmiot vaaleansinisiä, ne-liöt tummansinisiä. Neliöt ovat suunnitelmassa vain isompia kolmioita (kuva 17).

B3 1H+KT		B5 2H+K		B6 3H+K		B7 3H+K	
Name	B3 1H+KT	Name	B5 2H+K	Name	B6 3H+K	Name	B7 3H+K
Minimum Area	22 m <sup>2</sup>	Minimum Area	38 m <sup>2</sup>	Minimum Area	45,5 m <sup>2</sup>	Minimum Area	53,5 m <sup>2</sup>
Minimum Width	3,5 m	Minimum Width	6,1 m	Minimum Width	7,4 m	Minimum Width	8,7 m
Minimum Depth	6,08 m	Minimum Depth	6,08 m	Minimum Depth	6,08 m	Minimum Depth	6,08 m
Occupancy	1	Occupancy	2	Occupancy	3	Occupancy	3
Value	0 GBP	Value	0 GBP	Value	0 GBP	Value	0 GBP

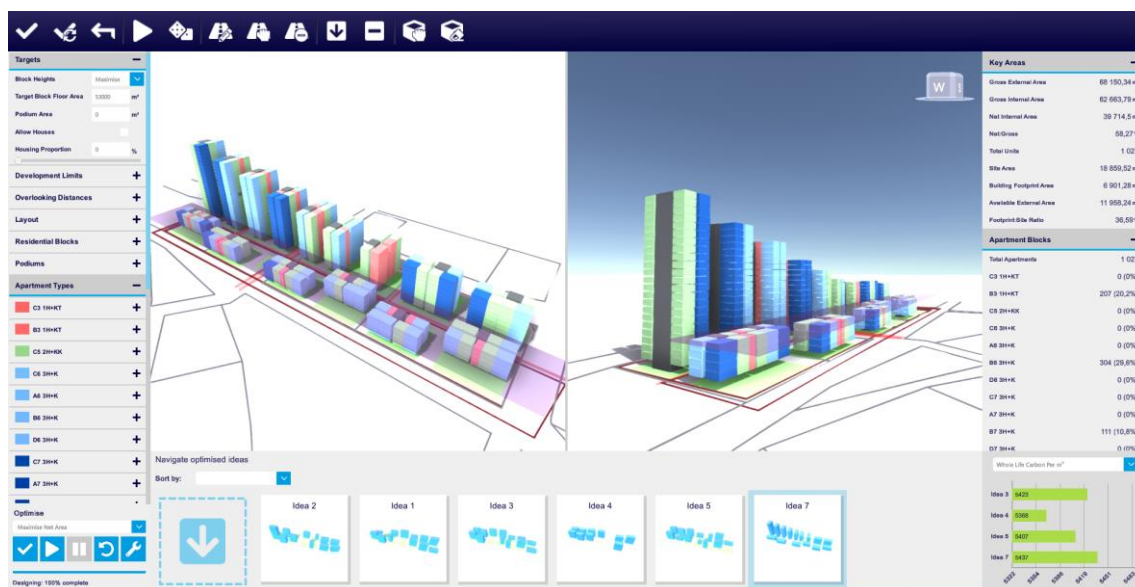
KUVA 17. Asuntojen mitoitus ja värikoodaus.

Järkevintä ja tehokkainta olisi toteuttaa alue alle kahdeksan kerroksisina asuin-kerrostaloina. Jos asuinkerrostalon porrashuoneen korkeus on yli 24m korkea, tulee vastaan useita palomääräyksiä. Alue kokeiltiin toteuttaa näillä rajoittavilla tekijöillä, mutta massoittelu ei vastannut arkkitehtonisia tavoitteita (kuva 18).



KUVA 18. Alue toteutettuna 8-kerroksisina kerrostaloina

Jotta alueelle saataisiin kiinnostavuutta ja massoitelu sopisi paremmin Tiedepiston kokonaissuunnitelmaan, haluttiin alueelle tuoda korkeaa rakentamista. Ensimmäisiin vedoksiin, eteläpuoleiselle rajalle, tehtiin korkeusrajoitukseksi 15 m. Tontille ei haluttu pitkiä lamelleja, joten lamelli pituus rajattiin 40 m. Tonttia rajattiin teillä pituussuunnassa kahteen osaan ja leveyssuunnassa neljään osaan. Pohjoisosan talojen korkeuksia ei rajoitettu, vaan niitä muokattiin jälkikäteen halutuiksi (kuva 19).



KUVA 19. Kuvakaappaus SiteSolven massoittelevaihtoehdosta Itäharjun tontille

## 5.5 SiteSolven hyödyt ja tavoitteisiin pääseminen

Tämän opinnäytetyön tonttitutkielmia on lopulta haastavaa verrata toisiinsa, sillä Itäharjun kohde oli hyvin paljon vapaampi ja tontti laajempi verrattuna Ruskeasuon kohteeseen. Ruskeasuon kohteessa oli myös paljon asemakaavan määrittämiä suunnittelua rajoittavia tekijöitä, jotka eivät olisi soveltuneet SiteSolven käyttöön. Ruskeasuolla suunnittelu perustui hyvin vahvasti parkkihallin tehokäyttöön ratkaisemiseen. Itäharjulla taas ratkaisu oli massoitteilupohjaisempi ja vapaampi. Itäharjun kohteessa voitiin tutkia tonttia monesta näkökulmasta, Ruskeasuolla sen sijaan yritettiin vain saada yksi toimiva vaihtoehto rajoittavien tekijöiden puitteissa.

Tämän perusteella voidaan päätellä, että SiteSolvella saadaan parhaat tulokset, kun tontin tutkiminen on mahdollisimman vapaata. Ohjelma ei nykyisessä tilassaan taivu haastaviin, pieniin ja tiukan asemakaavan tonttitutkielmiin. Parhaan hyödyn ohjelmasta saa, kun tutkitaan laajoja alueita, joiden manuaalisessa suunnittelussa menisi enemmän aikaa. Ohjelmalla voidaan nopeasti tutkia monien korttelien kokoisia alueita ja optimoida niitä haluttuihin suuntiin. Suunnittelun eri vaihtoehtojen tutkimiseen jää myös enemmän aikaa, kun massoittelevaihtoehtojen pohjat ja asuntojaot generoituvat automaattisesti.



## 6 POHDINTA

Tulevaisuudessa arkkitehtuurisuunnittelu tulee osittain tai kokonaan olemaan yhteistyötä tekoälyn ja suunnittelun automatisaation kanssa. Varsinkin tutkittaessa laajoja alueita on selvää, että tekoälyä käyttävät ohjelmat tulevat arkkitehtien ja muiden suunnittelijoiden avuksi. Tutkittaessa tonttia tai laajempaa aluekokonaisuutta eri lähtökohdista yhden työpäivän ajan, saadaan erilaiset massoitteluvaihtoehdot, tehokkuuden, auringonvalon, näkymien, CO<sub>2</sub>-päästöjen, tuoton ja hinnan näkökulmista. Näiden tutkimisen perusteella voidaan suunnitella lähteä jatkojalostamaan ja välttää yllätyksiltä kesken prosessin.

Tulevaisuudessa algoritmipohjaiset suunnittelutyökalut tulevat parantamaan suunnittelun ekologisuutta. Tällä hetkellä suunnittelussa on vaikea hahmottaa eri ratkaisujen vaikutusta CO<sub>2</sub>-päästöjen määrään. Mitä enemmän CO<sub>2</sub>-päästöjen dataa saadaan suunnittelijan käyttöön, sitä enemmän voidaan vähentää päästöjä. Ohjelmille voidaan myös tulevaisuudessa antaa suoraan optimoinnin suunnaksi CO<sub>2</sub>-päästöjen minimointi. Hiilipäästöminimi-optimoidut asuinalueet vähentävät rakentamisen valtavaa päästö määrää ja niitä voidaan käyttää hyödyksi markkinoinnissa tulevaisuuden asumisena.

Tekoälyn ja algoritmeja käyttävien ohjelmien avulla tullaan tulevaisuudessa löytämään mahdollisimman hiilineutraalit ja kustannustehokkaat suunnitelmaratkaisut kaikkiin asuntosuunnittelukohteisiin. Vaarana tässä on ympäristöjen muuttuminen aina vain samankaltaisimmiksi ja kaupunkiympäristöjen persoonallisuuden katoaminen. Arkkitehtien vastuulla onkin käyttää ohjelmia luovan työn lisäämiseen. Kun suunnitelma on lähtökuopissaan jo kustannustehokas pohjaratkaisultaan ja massoittelultaan, voidaan viihtyisämpään ympäristöön ja ihmislähtöiseen suunnitteluun käyttää enemmän aikaa. Tekoälyn ja arkkitehtien yhteistyöllä voidaankin parhaimmillaan saavuttaa persoonallista asuinkerrostalosuunnittelua, joka ei kaadu kustannusten liialliseen kasvuun.

Tekoälyn käyttämisellä ja suunnittelun automatisoinnilla voidaan vähentää suunnittelun virheiden määrää. Mitä enemmän suunnittelijalla on käytettävissä

hyödyllistä dataa, sitä paremmin ymmärretään suunnitelman haasteet ja osataan reagoida niihin aikaisemmassa vaiheessa. Jos tulevaisuudessa voidaan rakennesuunnittelua ja talotekniikan osuutta tuoda saman ohjelman automatisaation piiriin, yhteensovituksen ongelmat ja yhteensovitukseen kuluva aika tulee vähenemään huomattavasti.

Ongelmana suunnittelun automatisaatiassa on, että suunnittelijan täytyy itse ymmärtää ja osata tarkistaa ohjelman tekemät suunnitteluratkaisut. Suunnittelijan täytyy tietää, minkälaisia suunnitteluratkaisuita ohjelma suosii, ja ymmärtää milloin automatisaatiota kannattaa suunnittelussa käyttää. Suunnittelun automatisaatiassa piilee myös vaara, että siihen aletaan luottamaan liikaa. Suunnittelija ei välttämättä aikataulu- tai huolimattomuussyistä tarkasta ohjelman tekemiä suunnitteluratkaisuja tai ei ymmärrä syitä miksi ohjelma on päätenyt valikoituihin ratkaisuihin. Pahimmillaan tämä voi johtaa virheiden määrän kasvuun ja aikataulujen venymiseen.

Kokonaisuutena tämä opinnäytetyö on onnistunut kartoittamaan suunnittelun automatisaation ja SiteSolven käyttömahdollisuuksia arkkitehtisuunnittelussa hyvin. Työssä tutustuttiin ohjelman sisältöön ja tehokkaaseen käyttöön. Tavoitteena opinnäytetyöhön lähdetessä oli vertailla SiteSolven ja manuaalisen suunnittelun eroja. Lopulta suunnitellut projektit erosivat hyvin paljon toisistaan, joten suoranaista vertailua oli vaikea saada tehtyä. Opinnäytetyö toimikin hyvin opettavana tekijänä SiteSolven käytön haasteista ja mahdollisista ongelmatilanteista. Opinnäytetyötä voi myös käyttää ohjelman kehittämiseen tulevaisuudessa.

## LÄHTEET

Ahonen A. 2017. TARJONNAN TIELLÄ - RAKENTAMISEN SÄÄNTELY JA PARADIGMAATTISEN MUUTOKSEN TARVE. Kilpailu ja kuluttajaviraston selvitys.

Chaillou S. 2019. AI + Architecture - Towards a New Approach. Harvard GSD.

Maankäyttö- ja rakennuslaki (5.2.1999/132)

Martikainen H. 2016. Kuopion kaupunki Ohje tontinkäyttösuunnitelman laatimisesta. Luettu 12.10.2020.

<https://www.kuopio.fi/documents/7369547/7450882/Tontink%C3%A4ytt%C3%B6suunnitelma+ohje.pdf>

OpenStreetMap. Tuhannet verkkosivustot, mobiilisovellukset ja laitteistot käyttävät OpenStreetMap-karttaa. Luettu 14.10.2020.

<https://www.openstreetmap.org/about>

Rakennusteollisuus. Rakennettu ympäristö ja ilmastonmuutos. Luettu 11.11.2020.

<https://www.rakennusteollisuus.fi/Tietoa-alasta/Ilmasto-ymparisto-ja-energia/Materiaalitehokkuus/>

Ramboll Finland Oy. 2020. SiteSolve Ramboll FIN. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Ramboll Finland Oy. 2020. SiteSolve User Manual v2.2.1. Julkaisematon. Opinnäytetyön tekijän hallussa.

Ranta E. 2020. Pienet asunnot Vantaalla. Yhdyskuntasuunnittelu 2020:1.

Ympäristöministeriö. 2020. Vähähiilinen rakentaminen. Luettu 11.11.2020.

<https://ym.fi/vahahiilinen-rakentaminen>