

# Kaupunkimalli kehitysvaihtoehtojen tarkastelussa

Case: Heinolan keskusta

LAHDEN  
AMMATTIKORKEAKOULU  
Tekniikan ala  
Ympäristötekniikan  
koulutusohjelma  
Yhdyskuntasuunnittelu  
Opinnäytetyö  
Kevät 2016  
Ville Nykänen

Lahden ammattikorkeakoulu  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma

NYKÄNEN, VILLE:

Kaupunkimalli kehitysvaihtoehtojen  
tarkastelussa  
Case: Heinolan keskusta

Yhdyskuntasuunnittelun opinnäytetyö, 34 sivua

Kevät 2016

TIIVISTELMÄ

---

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella 3D-kaupunkimallin avulla Heinolan torin kehitysvaihtoehtoja ja löytää tarkastelutavan erot perinteisiin kaupunkisuunnittelun tarkastelumenetelmiin verrattuna. Työn toimeksiantaja oli Heinolan kaupungin maankäyttöosasto. Maankäyttöosasto hoitaa Heinolan kaupungin kaavoitukseen ja maankäytön suunnitteluun liittyviä asioita.

Tehtävänä oli käyttää aiemmin työharjoittelun puitteissa luotua 3D-kaupunkimallia Heinolan torin kehitysvaihtoehtojen tarkasteluun. Kehityssuunnitelmia oli useita ja ne mallinnettiin osaksi kaupunkimallia, jotta niitä voitiin vertailla. Vertailun puitteissa etsittiin kaupunkimallin edut ja haasteet verrattuna perinteisiin tarkastelumenetelmiin.

Kolmiulotteinen tarkastelu luo paljon uusia mahdollisuuksia kaupunkisuunnitteluun, sillä se esimerkiksi parantaa aineistojen esitettävyyttä ja ymmärrettävyyttä. Samalla digitalisoituminen on myös haasteellista, koska olemassa olevissa aineistoissa esiintyy epäyhteensopivuuksia, 3D-mallinnus vaatii tietotekniikalta paljon tehoa ja kustannukset ovat verrattain melko suuret.

Asiasanat: kaupunkimalli, mallinnus, suunnittelu

Lahti University of Applied Sciences  
Degree Programme in environmental technology

NYKÄNEN, VILLE: City model as a tool of observing  
development alternatives  
Case: the Heinola city center

Bachelor's Thesis in urban planning 34 pages

Spring 2016

ABSTRACT

---

The purpose of this study was to compare the existing development plans of Heinola city square with 3D city model, and to find the differences between the traditional city planning methods. The work was commissioned by the Land Use Department of Heinola City. Land Use Department is responsible for country planning and zoning.

The task was to use an existing 3D city model of Heinola which was created as a part of internship, and to use it as a tool of evaluation of the development plans. There were several development plans, and they were modeled into the city model, so that they could be compared.

As a result of the study, it seems that a three-dimensional analysis will create many new opportunities for urban planning, for example, it improves the presentation and comprehension of data. At the same time digitalization is also a challenge, because of incompatibilities in the existing datasets. 3D modeling requires a lot of processing power, and costs are relatively quite high.

Key words: city model, modeling,

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO	4
2	TIETOMALLI	5
2.1	TIETOMALLINNUKSEN HYÖDYT	5
2.2	Kaupunkimalli	5
2.3	Kaupunkimallin historia	6
2.4	Kaupunkimallin käyttö	6
2.5	Standardit, käsitteet ja ohjelmistot	7
3	KAUPUNKIMALLIN TOTEUTUS	9
4	HEINOLA	13
4.1	Historia	13
4.2	Kohdealue	13
4.3	Kaavoitus	14
4.4	Miksi kehitetään?	17
5	KEHITYSSUUNNITELMAT JA VAIHTOEHTOJEN TARKASTELU	19
5.1	Kehitysvaihtoehtojen tarkastelu	19
5.2	Lähtötilanne	20
5.2.1	Nykytilassa havaitut ongelmat	21
5.3	Vaihtoehto 1	23
5.4	Vaihtoehto 3	25
5.5	Vaihtoehto 4	26
6	KAUPUNKIMALLIN EDUT JA HAASTEET PERINTEISEEN TARKASTELUTAPAAN VERRATTUNA	28
6.1	Perinteinen tarkastelumenetelmä	28
6.2	Kaupunkimallin edut	28
6.3	Haasteet	29
6.4	Johtopäätös	31
	YHTEENVETO	32
	LÄHTEET	34

## 1 JOHDANTO

Teknologia kehittyy vuosi vuodelta ja tarjoaa uudenlaisia välineitä suunnittelun ammattilaisille. Yksi esimerkki kehittyvästä teknologiasta 3D-mallinnus, jota hyödynnetään yhä enemmän ja erilaisissa yhteyksissä.

Idea tähän opinnäytetyöhön syntyi ollessani työharjoittelussa Heinolan kaupungin maankäyttöosastolla vuonna 2014. Tehtävänäni oli tuolloin tutkia kaupunkimallin luontimahdollisuuksia käytettävissä olevista aineistoista ja luoda kaupunkimalli Heinolan keskustan ympäristöstä.

Käytin työskennellessäni AutoCad-ohjelmistoa mallinnukseen ja Autodeskin Infracad -ohjelmistoa mallin kokoamiseen. Lopputuloksena syntyi visuaalinen malli Heinolan kaupungista. Vaikka kaupunkimallin luominen olikin oma erillinen prosessinsa, oli se silti keskeinen osa opinnäytetyön työstössä.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on käyttää luotua visuaalista mallia Heinolan torin suunnitteluvaihtoehtojen arvioinnissa ja löytää kaupunkimallin hyödyt ja haasteet perinteisiin tarkastelumenetelmiin verrattuna. Torisuunnitelmavaihtoehdot ovat Heinolan kaupungin maankäyttöosaston käsialaa, eikä tämän työn puitteissa siis tehty varsinaista suunnittelutyötä, vaan luotiin 3D-mallit suunnitelmavaihtoehdoista.

## 2 TIETOMALLI

Tietomalli on digitaalinen malli rakennetusta kohteesta tai ympäristöstä ja se sisältää kohteen ominaisuustietoja kuten iän ja materiaalin. Mallin avulla voidaan hallita kohteen elinkaarta suunnittelusta rakentamiseen ja purkamiseen. Tietomallin etuihin kuuluu parempi ymmärrettävyys kolmiulotteisen esitystavan ansiosta, jos verrataan paperiseen eli kaksiulotteiseen suunnitelmaan. (Liikennevirasto 2015, Leppänen 2013.)

### 2.1 TIETOMALLINNUKSEN HYÖDYT

Mallinnuksen ansiosta eri toimijoiden on mahdollista tehdä yhteistyötä jo varhaisessa vaiheessa suunnitteluprosessia. Lisäksi vakavat suunnitteluvirheet ovat epätodennäköisempiä törmäystarkastelun ansiosta. Törmäystarkastelulla tarkoitetaan suunnitelman eri objektien fyysisen yhteensopivuuden tutkimista ja sen tarkoitus on ehkäistä suunnitteluobjektien päällekkäisyyksiä. (Leppänen 2013.)

Tietomallinnuksen kiistattomiin hyötyihin kuuluu koneohjauksen mahdollistaminen. Koneohjaus tarkoittaa erilaisten työkoneyksiköiden kykyä parantaa tarkkuutta automaation avulla. Esimerkiksi kaivinkoneen kauha saadaan automaattisesti oikeaan korkoon automaattisten korjausliikkeiden avulla. Työkoneenkuljettajalla on kohteen 3D-malli nähtävänä ohjaamossa olevassa ruudussa. Erilaisten antureiden ja paikannuskeinojen ansiosta kuljettaja näkee senttien tarkkuudella kaivamisen edistymisen reaaliajassa ruudultaan. Koneohjauksen myötä lisääntynyt tarkkuus johtaa pienempiin materiaalihävikkeihin ja työn laadun paranemiseen. (Salmi 2012.)

### 2.2 Kaupunkimalli

Kaupunkimalli on kolmiulotteinen malli kaupungista. Malli pohjautuu erilaisiin aineistoihin, kuten paikkatietoaineistoihin, ilmakuviin ja

laserkeilauksesta saataviin pistepilviin. Mallissa on eri tasoja ja ominaisuuksia, joita voidaan hyödyntää käyttötarkoituksesta riippuen.

Mallissa voidaan hyödyntää tietomallinnettua infrastruktuuria.

Kaupunkimallia voidaan käyttää monipuolisemmin hyödyksi, mikäli kaupunkimalli sisältää tietomallikelpoisia rakenteita, eli rakenteita, jotka ovat mittakaavassa ja tarkkuudeltaan riittäviä. (Savisalo 2014.)

### 2.3 Kaupunkimallin historia

Kaupunkimallien laajempi käyttö on alkanut vasta 2000-luvulla. Ennen tätä mallinnukseen tarvittiin liikaa resursseja ja se oli aikaa vievää käsityötä. Nykyisin malli voidaan luoda käyttäen automaattisempia menetelmiä, kuten edellä mainitut laserkeilaus ja viistoilmakuvaus. 2010-luvulle tultaessa kaupunkimalli on jo Euroopassa laajalti käytössä mm. Hollannissa ja Saksassa. (Suomisto 2013.)

Suomessa kaupunkimalli on käytössä ainakin Tampereella. Tampereen mallista voi tilata osioita omaan käyttöön. Monella muullakin kunnalla on jonkinasteisia kaupunkimalleja käytössä, muun muassa Mikkelistä tehty visuaalinen 3D-malli on kenen tahansa ladattavissa ja käyttö on vapaata. (Isotalo 2013.)

### 2.4 Kaupunkimallin käyttö

Kaupunkimalli tarjoaa uudenlaisia mahdollisuuksia tarkastella ympäristöä ja sen uhkia sekä mahdollisuuksia. Kaupunkimallia voidaan käyttää niin visuaaliseen esittämiseen kuin teknisempiin tarkasteluihin tietomallina tai lähtöaineistona. Kaupunkimallin käyttö lisääntyy tulevaisuudessa ja sen uskotaan korvaavan kantakartan. (Isotalo 2013.)

Mallilla voidaan tarkastella esimerkiksi rakennusten varjostusta, tulvariskejä ja melua. Lisäksi voidaan tarkastella kuinka monella asunnolla on esimerkiksi näkymä merelle. Mahdollisuudet ovat lähes rajattomat. (Suomisto 2013.)

Kaupunkimalli on hyvä väline kaavoituksen ja kaupunkisuunnittelun vuorovaikutuksessa. Mallia voidaan tarkastella jopa pelkän internet-selaimen välityksellä. Sen avulla kaikki asianosaiset voivat tarkastella haluamiaan kohteita haluamistaan näkökulmista, ja tämä johtaa laadukkaampaan palautteeseen ja kaikin puolin parempaan kaksisuuntaiseen vuorovaikutukseen. (Blom kartta Oy 2014.)

Yksi työn aikana konkreettisesti kokeiltu kaupunkimallin sovellutus oli toteutumata tarkastelu. Siinä tarkasteltiin YIT:n suunnitelmaan perustuvaa IFC-mallia pistepilven avulla. Pistepilvi oli laadittu rakentamisen jälkeen laserkeilauksen avulla ja IFC-malli kertoi suunnitellusta rakennuksesta. Toteutumata tarkastelussa siis verrattiin suunnitelmaa ja toteutumaa keskenään ja kyse on eräänlaisesta laaduntarkkailusta.

## 2.5 Standardit, käsitteet ja ohjelmistot

On tärkeää löytää yhteiset standardit eri toimijoille, jotta tietoja voidaan hyödyntää monipuolisesti. OGC eli Open Geospatial Consortium on kansainvälinen 512 yhtiön muodostama yhtymä, joka luo standardeja teknologiakehittäjille. (OGC 2015.)

CityGML eli City Geography Markup Language on OGC:n hyväksymä avoin standardi. Sitä käytetään yleisenä tietomallipohjana esittäessä 3D-kohteita. CityGML tarjoaa 3D-visualisoinnin lisäksi paljon muutakin tietoa. Tietoja voidaan käyttää esimerkiksi erilaisissa simulaatioissa, energian tarpeen määrittämisessä ja katastrofien hallinnassa. (Kholbe 2012.)

BIM eli Building information model tarkoittaa rakennuksen tietomallia. Rakennusten tietomallinnus mahdollistaa kokonaisvaltaisemman näkökulman rakennuksen suunnitteluun. Se mahdollistaa esimerkiksi talotekniikan mallintamisen sekä järjestelmien toimivuuden simuloimisen. (Magicad 2015.)

IFC eli Industry Foundation Classes on kansainvälinen rakennusteollisuuden älykkääseen tiedonsiirtoon kehitetty formaatti. Se



sisältää tiedon rakennusosien muodoista ja ominaisuuksista. IFC:n käyttö mahdollistaa tiedonsiirron riippumattomasti eri CAD-järjestelmien välillä. (RIL 2015.)

LandXML infra-alan suunnittelu- ja tutkimustarpeisiin kehitetty tiedostomuoto. Se on yksi helpoimmista tavoista muuntaa, siirtää tai arkistoida tietoa. LandXML voi sisältää tietoa esimerkiksi putkien sijainneista tai maanpinnan muodoista. (DiBona 2011.)

### 3 KAUPUNKIMALLIN TOTEUTUS

Käytössäni oli Autodeskin Infrastructure Design Suite premium 2015, joka sisältää periaatteessa kaiken mitä voi mallintamisessa tarvita. Design suite –pakettiin kuuluvista ohjelmista eniten käytössä oli Infracore, johon malli koottiin. Tiedonkäsittelyssä käytettiin Civil 3D:tä ja mallinnus tapahtui pääosin Autocadilla. Lisäksi on käytetty muunninohjelmia esimerkiksi laseraineiston koordinaatiston muuntamiseen.

Kaupunkimallin aikaansaamiseksi tarvitaan monia ohjelmistoja. Aluksi luodaan pintamalli eli maanpinta. Siihen voidaan käyttää esimerkiksi pistepilviä tai käyräaineistoa, tai molempia. Pintamalli luotiin Autodeskin Civil 3D -ohjelmalla. Valmis pintamalli viedään käytössä olevaan koontisovellukseen eli tässä tapauksessa Autodeskin Infracoreihin.

Koontisovelluksessa sen hetkistä mallia voi tarkastella ja sinne voidaan lisätä konseptuaalisia objekteja, kuten käsivaralla piirrettyjä teitä, rakennuksia ja puita. Joihinkin tarkasteluihin tämäkin sopisi, mutta tässä tapauksessa vaaditaan tarkempia sijainteja ja muotoja.

Kun pintamalli on valmis, voidaan malliin tuoda esimerkiksi tiestö ja muut linjat shape-tiedostona Civil 3D:stä. Edellä mainitut aineistot saadaan kantakartasta tai maanmittauslaitoksen maastotietokannasta ja ne perustuvat oikeaan paikkatietodataan. Niiden lisääminen malliin on vaivatonta. Infracoreissa näille shape-objekteille voidaan antaa erilaisia tyylejä, jotta ne eroavat toisistaan. Esimerkiksi tiestön kohdalla voidaan erotella polut ja kadut toisistaan.

Malliin kuuluu kolmiulotteisia objekteja kuten puut ja rakennukset. Tässä tapauksessa tärkeimmät rakennukset mallinnettiin yksityiskohtaisesti Autocad-ohjelmalla käyttäen Heinolan kaupungilta saatuja rakennepiirroksia ja julkisivukuvia. Esimerkki tällaisesta rakennuksesta on esitetty kuviossa 2. Valtaosa mallin rakennuksista on kuitenkin tuotu suoraan paikkatietoaineistosta shape-muodossa rakennusmassaksi (kuvio 1), eli ne näyttävät mallissa yksinkertaisilta palikoilta ilman tekstuureja.

Joitakin Heinolan maamerkkejä mallinnettiin myös yksityiskohtaisesti, kuten Jyrängön rautatiesilta, jonka mallinnus on esitetty kuviossa 3.

Tärkeiden rakennusten ja maamerkkien mallintaminen tapahtui manuaalisesti ja oli suhteellisen aikaa vievää. Yksi uudehko kerrostalorakennus saatiin tuotua suoraan YIT:n aineistosta valmiina IFC-mallina. Tämän rakennuksen malli oli jopa liiankin tarkka ja sisälsi kaikki rakennuksen rakenteellisetkin osat ovenkahvoista lähtien. Kyseisen rakennuksen mallista jouduttiin karsimaan ylimääräiset elementit, jotta tietokone kykeni yhä pyörittämään mallia.

Puusto ja kaupungin julkiset kalusteet kuten katuvalaisimet saatiin kaupungin aineistosta sijaintipisteinä. Sijaintipisteille sitten osoitettiin oikeanlaiset 3d-mallit. Tässä ongelmalliseksi osoittautui, että pistetieto ei sisällä metatietoja kuten esimerkiksi katuvalaisimen suuntaa, korkeutta tai tyyppiä.



**KUVIO 1. Heinolan kaupungin rakennusmassa. (Heinolan kaupunki 2016.)**

Lopputulmana on Infravoks-ohjelmassa toimiva kolmiulotteinen malli (kuvio 1), joka koostuu monista eri aineistoista. Mallissa oli esillä muun muassa, putket, rakennukset, tiestö, puusto, vesistöt, ilmakuvat ja

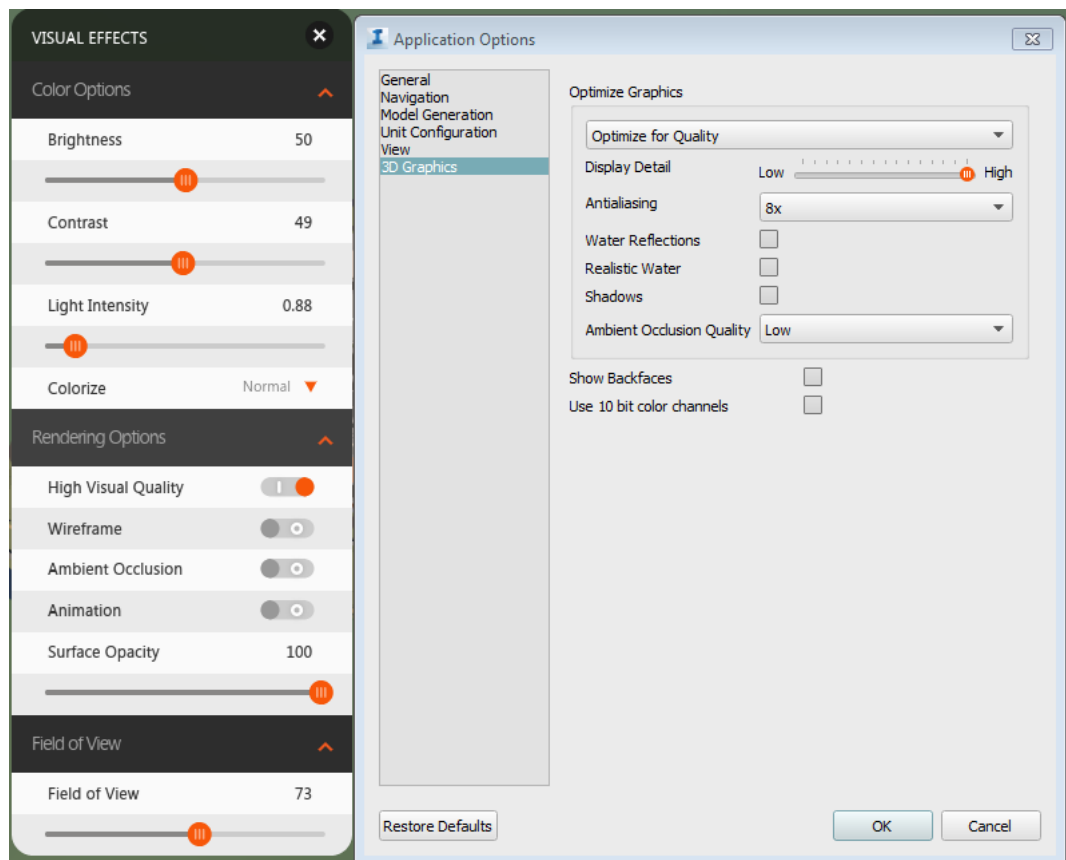
päällystealueet. Mallin aineistoa pystytään esittämään suhteellisen realistisesti säätämällä erilaisia grafiikka-asetuksia (kuvio 4) ja toisaalta taas optimoimaan paremman suorituskyvyn saavuttamiseksi.



**KUVIO 2. Autocad-ohjelmalla mallinnettu rakennus. (Heinolan kaupunki 2016.)**



KUVIO 3. Jyrängön rautatiesilta. (Heinolan kaupunki 2016.)



KUVIO 4. Infracore-ohjelmiston grafiikka-asetukset. (Heinolan kaupunki 2016.)

## 4 HEINOLA

Heinola on noin 20 000 asukkaan kaupunki Päijät-Hämeen maakunnassa, noin 37 kilometriä Lahdesta koilliseen. Heinola sijaitsee kauniiden vesistöjen äärellä ja on laajasti tunnettu puistoistaan. (Heinolan kaupunki 2016a.) Heinolassa on varsinkin kesäaikana paljon suurehkoja yleisötapauksia, kuten kesäteatteriesityksiä, konsertteja ja markkinoita, jotka vetävät paljon myös ulkopaikkakuntalaista väkeä torin ympäristöön.

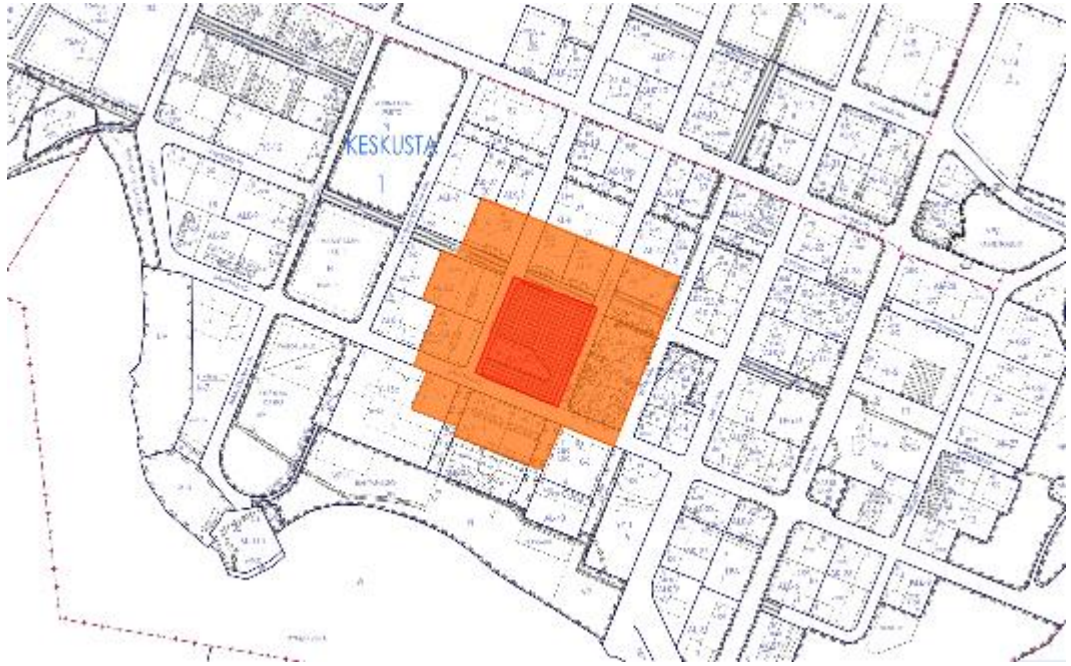
### 4.1 Historia

Heinolan historia ulottuu jo 1700-luvulle asti, jolloin Heinola oli vain Hollolan kuuluva erämaakylä. Heinolaan on aina kuulunut ikonisesti Jyrängön virran yli kulkeva silta, jolla kulki suuri Savontie. Heinolan merkitys sittemmin mullistui, kun kuningas Kustaa III vahvisti sen asemaa vuonna 1776. Heinolan hyvin säilynyt ruutukaavakin on peräisin vuoden 1785 tonttikartasta. (Heinolan kaupunki 2016b.)

### 4.2 Kohdealue

Työn kohdealueena toimii Heinolan tori ja sitä ympäröivät tontit. Kohdealue on esitetty kuvioissa 5 ja 6. Lisäksi tarkasteluun voidaan ottaa keskustasta avautuvat näkymät ympäröivään kaupunkimaisemaan.

Kohdealueen keskiössä sijaitsee Heinolan tori. Torilla on pysäköintialue ja myymälärakennuksia, joissa sijaitsee muun muassa kahvila-ravintola ja kioski. Toria ympäröivät tontit ovat myymälä-, päivittäistavara- ja toimistokäytössä. Torilla harjoitetaan torimyyntiä ympäri vuoden, joskin se painottuu selkeästi kesäaikaan.



**KUVIO 5. Kohdealue. Tori on merkitty punaisella ja ympäröivät tontit oranssilla. (Heinolan kaupunki 2016.)**



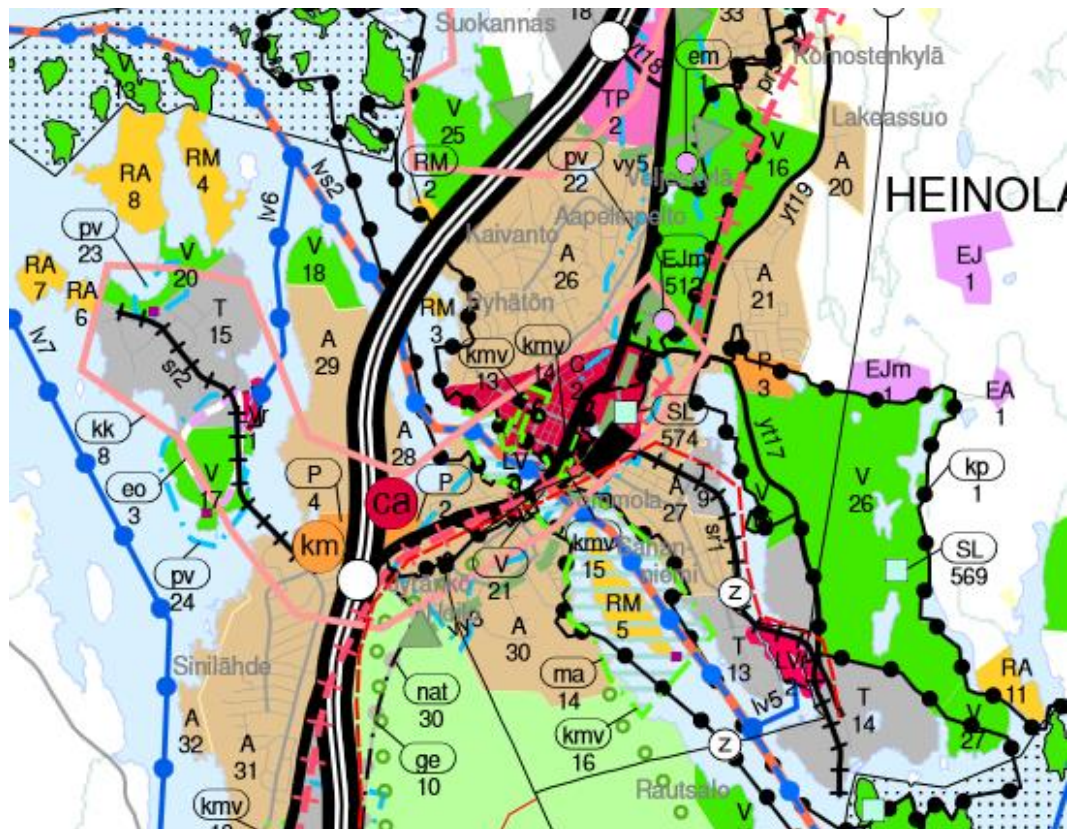
**KUVIO 6. Kohdealue ilmakuvassa. Torialue ympyröity punaisella. (Heinolan kaupunki 2016.)**

#### 4.3 Kaavoitus

Kaiken aluesuunnittelun pohjana on kaavoitus. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ohjaavat maakuntakaavaa (kuvio 7), joka

puolestaan ohjaa yleiskaavoitusta. Yleiskaava tai osayleiskaava (kuvio 8) voi kattaa esimerkiksi kaupungin koko keskustan tai kaupunginosan alueen, ja vielä yleiskaavoitusta yksityiskohtaisempi kaavataso on asemakaavoitus. Asemakaava (kuvio 9) laaditaan yleensä joidenkin korttelien kokoiselle alueelle. (Heinolan kaupunki 2016c.)

Kuvion 9 asemakaava on työn kirjoitushetkellä voimassa ollut ajantasa-  
 asemakaava. Jos lopullisessa torisuunnitelmassa kaavaillaan voimassaolevasta asemakaavasta poikkeavia muutoksia, on asemakaavaa muutettava ennen kuin suunnitelmaa voidaan alkaa toteuttaa. Maastossa toteutettavan muutoksen ei tarvitse käytännön tasolla olla kovinkaan suuri, jotta vaaditaan asemakaavamuutosta. Asemakaavan muutosprosessi voi viedä hyvinkin paljon aikaa, joten torin muutoksen täytäntöönpanossa saattaa kulua vielä vuosia.



**C** Keskustatoimintojen alue  
 Merkinnällä osoitetaan palveluiltaan kaupunkitasoisten palvelu-, hallinto- ja muiden toimintojen sekä asumisen alueita niihin liittyvine liikennealueineen ja puistoineen. Merkinnän osoittamalle alueelle voidaan sijoittaa vähittäiskaupan suuryksiköitä

KUVIO 7. Ote voimassa olevasta maakuntakaavasta (Päijät-Hämeen liitto 2016.)





<p><b>AK</b> Asuinkerrostalojen alue.</p> <p><b>AL</b> Asuin- liike- ja toimistorakennusten alue.</p> <p><b>C</b> Keskustatoimintojen alue. Suunnittelumääräys: Alueelle voidaan sijoittaa asumista ja/tai yksi vähittäiskaupan suuryksikkö. Alueelta suunniteltaessa tulee kiinnittää erityistä huomiota kaupunkikuvaan ja alueen toimivuuteen kuten asuntojen ulko-oleskelutiloihin sekä jalankulku-, pysäköinti- ja huolto liikenteen järjestelyjen tarkoituksenmukaisuuteen ja häiriöttömyyteen. Lisäksi tulee huomioida yhteistyömahdollisuudet eri kiinteistöjen välillä esim. pysäköintijärjestelyissä. Alueen asemakaavotuksessa tulee erityisesti huomioida kaupunkikuvaan liittyvät asiat.</p> <p><b>P</b> Palvelujen ja hallinnon alue. Suunnittelumääräys: Alueelle voidaan sijoittaa julkisia tai yksityisiä vapaa-ajanpalveluita.</p> <p><b>PY</b> Julkisten palveluiden ja hallinnon alue. Suunnittelumääräys: Alueelle voidaan sijoittaa pääasiassa julkisia palveluita.</p> <p><b>KL</b> Liikerakennusten alue.</p> <p><b>LP</b> Yleinen pysäköintialue.</p> <p>Katualue.</p> <p>Kävelykatu.</p> <p>Katualueen osa, joka on kävelypainotteinen.</p> <p>Katualueen osa, jota voidaan muokata osana viereisten kiinteistöjen kehittämistä, esimerkiksi katualueen kattaminen ja/tai maanalaisten rakentaminen. Katualueen osa tulee säilyttää julkisena katutilana. Ruutuakaava-alueelle ominaiset katunäkymät on säilytettävä avoimina.</p> <p><b>TORI</b> Tori.</p> <p><b>/S-2</b> Alue, jolla ympäristö säilytetään. Suunnittelumääräys: Torialueen osa, jolla puusto tulee pääosin säilyttää.</p>	<p><b>C</b> Uudet ja olennaisesti muuttuvat alueet.</p> <p>PIIRTÄMISTEKNISET MERKINNÄT:</p> <p>— 10 m kaava-alueen rajan ulkopuolella oleva viiva.</p> <p>— Alueen raja.</p> <p>- - - - Osa-alueen raja.</p> <p>- - - - Ohjeellinen alueen tai osa-alueen raja.</p> <p>—+—+—+ Poikkiviiva osoittaa rajan sen puolen, johon merkintä kohdistuu.</p> <p>ET Alueeseen tai kohteeseen liittyvä kirjain- ja/tai numerotunnus.</p> <p><b>HE</b> Kaupungin nimi.</p> <p><b>KES</b> Kaupunginosan nimi.</p> <p>IV Roomalainen numero osoittaa rakennusten, rakennuksen tai sen osan suurimman sallitun kerrosluvun.</p> <p>k Kellarikerroksen rakentamismahdollisuus.</p> <p>u Ullakkokerroksen rakentamismahdollisuus.</p> <p>o o o o o Ulkoilureitti.</p> <p>• • • • • Kevyen liikenteen reitti.</p> <p>— Laivaväylä. Jyrängön syväväylä.</p> <p>↔ Ohjeellinen ajo maanalaiseen tilaan.</p>
--	---

**KUVIO 8. Ote Voimassaolevasta Heinolan Osayleiskaavasta. (Heinolan kaupunki 2015.)**



KUVIO 9. Ote keskustan asemakaavasta (Heinolan kaupunki 2016.)

#### 4.4 Miksi kehitetään?

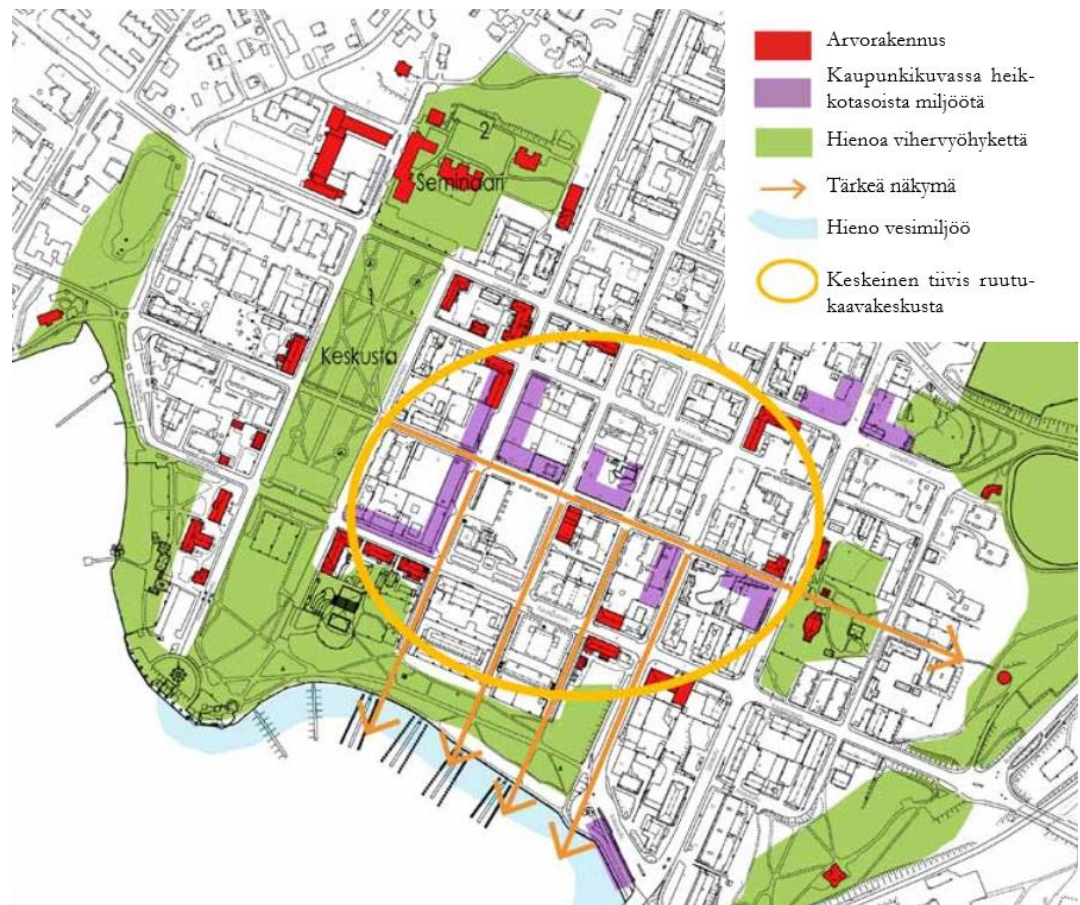
Toimiva tori on keskeinen osa kaupunkiympäristöä. Perinteisesti tori on toiminut merkittävänä kaupp- ja tapaamispaikkana ja sillä on suuri merkitys kaupungin imagolle. Hyvä tori on viihtyisä ja toimiva ja se on luonnollisesti keskeinen osa kaupunkia. Torin toiminnallisuutta halutaan parantaa ja toimintoja monipuolistaa, jotta saadaan ihmiset viihtymään torilla ikäryhmästä riippumatta.

Heinolan tori kaipaa hieman ehostusta. Tässä tapauksessa pelkkä yleisilmeen parannus ei riitä, vaan samalla halutaan miettiä uudelleen torin toimintoja sekä niiden sijoittelua. Koko toria ei silti haluta myllätä uudeksi, vaan joitakin vanhoja piirteitä ja palveluja pyritään säilyttämään nykyisellään. Lisäksi torin ympäristössä on heikkokuntoisia rakennuksia, joita tullaan jatkossa purkamaan tai saneeraamaan, jotta keskustan yleisilme kohenisi. Heikkokuntoiset alueet on esitetty kuviossa 11.

Torilla halutaan säilyttää sitä reunustavat puut, etelälaidan muistomerkki, taksipalvelut, torikahvila sekä autopaikoitus torin ympäristössä. Torilta poistuvia rakenteita ovat esimerkiksi ränsistynyt kioski- ja toripalvelurakennus (kuvio 10) alueen eteläosassa, aluetta dominoiva suuri parkkipaikka torin sisällä sekä tilaa jakavat istutukset alueen pohjoisosassa.



KUVIO 10. Kioski-/toripalvelurakennus



KUVIO 11. Tässä kartassa on esitetty Heinoalan keskustan kaupunkikuvan tärkeimpiä arvoja ja kehitysalueita. (Heinoalan kaupunki 2012.)

## 5 KEHITYSSUUNNITELMAT JA VAIHTOEHTOJEN TARKASTELU

Kehityssuunnitelma on nimensä mukaisesti suunnitelma siitä, kuinka kohdetta kehitetään. Tässä tapauksessa kehityssuunnitelmien päätavoitteeksi voisi ajatella keskustan viihtyisyyden parantamista ehostamalla sen ilmettä ja toimivuutta erilaisin uudistuksin.

Lisäksi tavoitteena voisi yleisellä tasolla olla muun muassa alueen potentiaalin parempi hyödyntäminen, asuntojen ja sitä kautta asukkaiden määrän lisääminen, alueen arvon kohottaminen ja vetovoimaisuuden kasvattaminen, pysäköinnin keskittäminen sekä liikenneyhteyksien parantaminen erityisesti kevyen liikenteen osalta. Näiden tavoitteiden toteutuminen voisi esimerkiksi tuoda kaupungille lisää rahaa ja turvata kaupunkikeskuksen säilymisen vireänä.

Tarkasteltavat kehitysvaihtoehdot ovat Heinolan kaupungin maankäyttöosaston ideoimia. Opinnäytetyöprosessiin kuului niiden visualisoiminen ja arvioiminen, ei suunnitteleminen. Torin suunnittelutyö on opinnäytetyöprosessin aikana edennyt, ja kehityssuunnitelmaa jatkojalostettu. Suunnitelman uusin versio ei enää vastaa tässä työssä tarkasteltuja vaihtoehtoja, mutta joitakin elementtejä on saatettu säilyttää.

### 5.1 Kehitysvaihtoehtojen tarkastelu

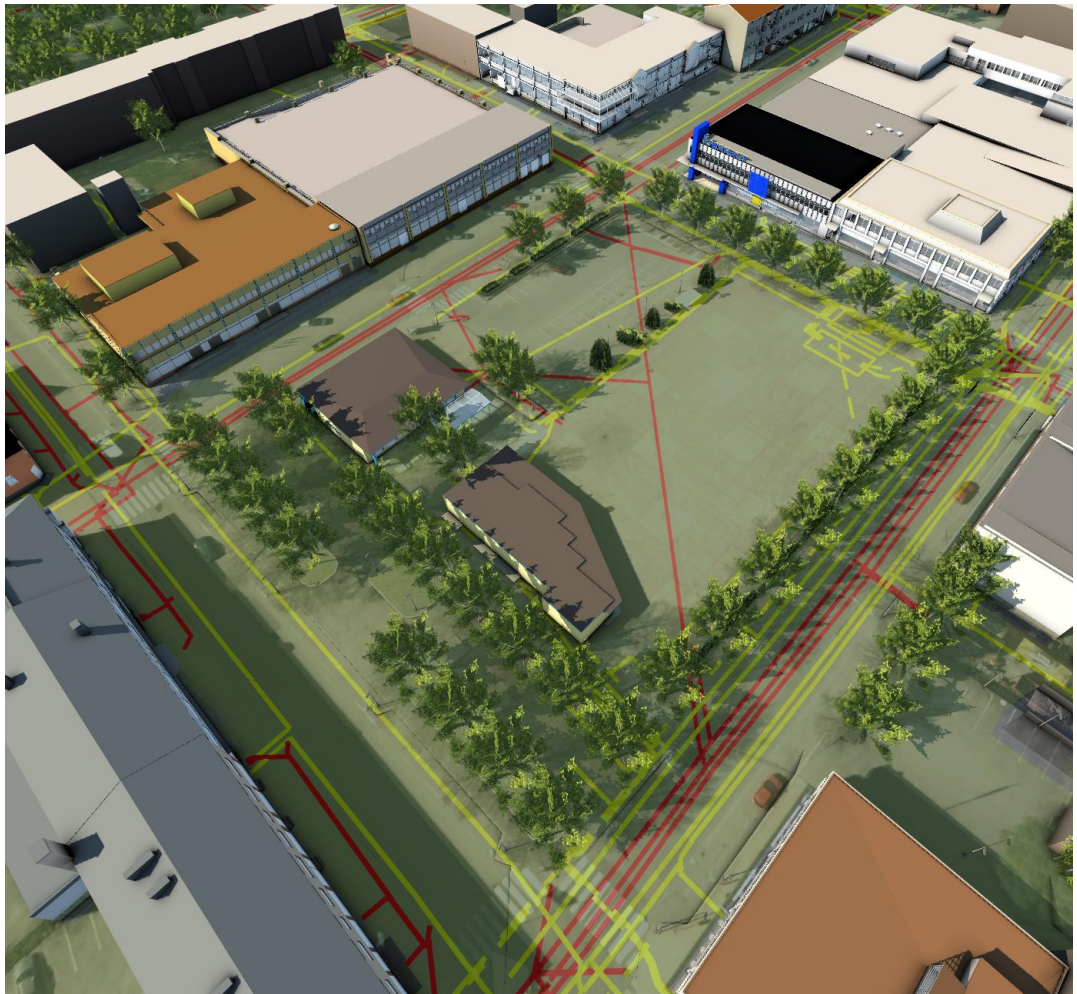
Käytössä oli Autodeskin infrastructure design suite, jonka mukana tulevaa Infracore 360 -ohjelmaa käytettiin vaihtoehtojen tarkasteluun. Infracore-ympäristöön on koottu Heinolan tori ja sitä ympäröivä rakennettu ympäristö.

Infracore-ohjelmistoon on saatavissa eri moduuleja esimerkiksi teiden ja putkien suunnitteluun. Näistä ei koettu olevan hyötyä tässä työssä. Luotu kaupunkimalli on toistaiseksi varsin pinnallinen ja enemmän visuaalinen ja näin ollen kaikki aiemmin mainitut tietomallin ominaisuudet eivät ole

käytettävissä kehitysvaihtoehtojen tarkastelussa. Tästä johtuen vaihtoehtojen vertailu jää osittain suppeaksi.

## 5.2 Lähtötilanne

Torikorttelin pituus on pohjois-eteläsuunnassa 100 metriä ja itä-länsisuunnassa 75 metriä. Nykytilassaan (kuviot 13, 14 ja 15) torilla sijaitsee paikoitusalue, torikahvila sekä toripalvelurakennus, jossa on kioski sekä taksinkuljettajien taukotilat. Paikoitusalueen vieressä on suuri kivipäälysteinen aukio, jossa järjestetään esimerkiksi torin myyjäiset ja tapahtumat. Paikoitusalue ja aukio on erotettu toisistaan korotetuilla havukasvi-istutuksilla. Suunnittelua rajoitti myös torin diagonaalisesti halkaiseva runkoviemäri, joka on esitetty kuviossa 12 punaisella.



**KUVIO 12** Torin alla kulkeva putkisto. (Heinolan kaupunki 2016.)

### 5.2.1 Nykytilassa havaitut ongelmat

Keskustaa halutaan elävöittää ja se halutaan valjastaa eri ikäryhmien oleskeluun ja erilaiseen toimintaan. Nykyisellään tori ei täytä vaatimuksia. Torista halutaan tehdä viihtyisämpi poistamalla keskeisellä paikalla sijaitseva parkoitusalue sekä sen reunalla sijaitsevat tilaa jakavat istutukset. Torille kaivattaisiin myös kipeästi jonkinasteista esiintymislavaa tai koroketta, joka palvelisi torin eri tapahtumissa tapahtumien keskipisteenä. Torin viihtyisyyttä haittaavat vanhentuneet ja kuluneet elementit, kuten toripalvelurakennus ja paikoittain hyvin kuluneet päällysteet (kuvio 16). Torilla on myös liian vähän istuimia, ne ovat huonokuntoisia ja huonosti sijoiteltuja.

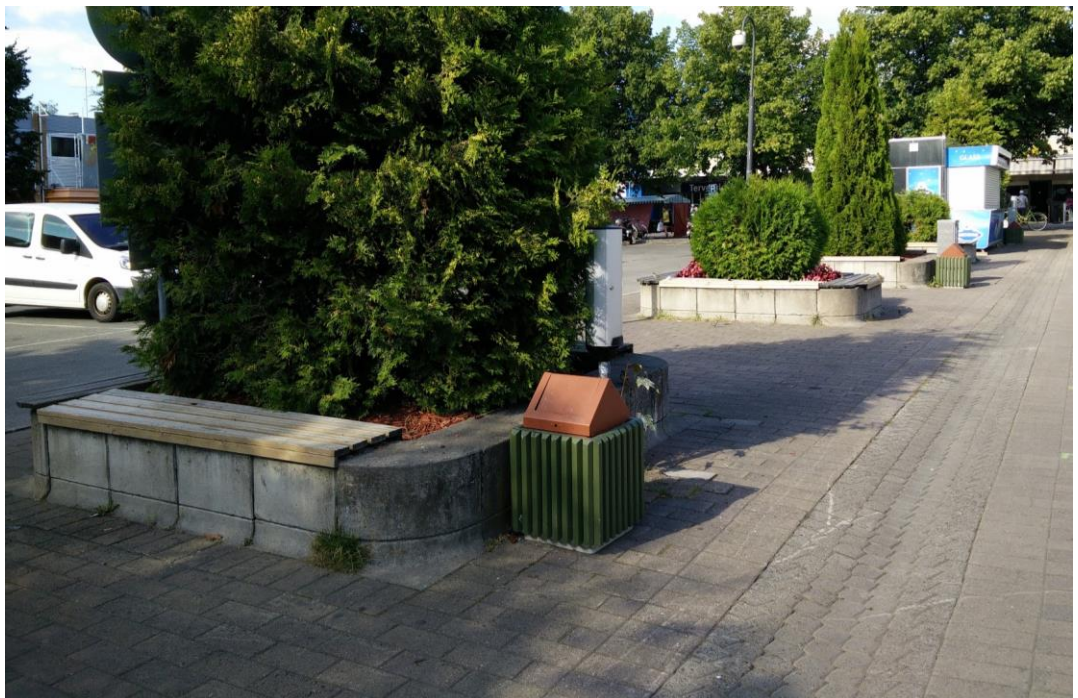
Alun perin torille suunniteltiin maanalaista toriparkkia, mutta idea sittemmin hylättiin lähinnä taloudellisiin syihin vedoten (Heinolan kaupunki 2015.) Tämä johti siihen, että kaikki tarkasteltavat vaihtoehdot olivat hyvin samankaltaisia keskenään ja suunnitellut muutokset suhteellisen pieniä. Torilla tapahtuvat muutokset haluttiin pitää maltillisina, vaikka tämä tarkastelutapa olisi mahdollistanut radikaalimpienkin muutosten tarkastelun.



**KUVIO 13.** Kuva lännen suunnasta otettuna. Oikealla torikahvila.



KUVIO 14. Torin nykytila kaupunkimallissa. (Heinolan kaupunki 2016.)



KUVIO 15. Tori nykytilassa.



KUVIO 16. Torin katukiveystä.

### 5.3 Vaihtoehto 1



KUVIO 17. Ensimmäinen kehityssuunnitelmavaihtoehto. (Heinolan kaupunki 2016.)



Ensimmäisessä vaihtoehdossa, joka on esitetty kuviossa 17, aloitettiin poistamalla vanha toripalvelurakennus ja korvaamalla se pienellä rakennuksella itälaitaan. Vanhan toripalvelurakennuksen paikalle tulisi oleskelualue, jossa olisi kasveja ja jonkinlainen vesiaihe. Torilla sijainnut parkkialue on poistettu ja torimyynti on siirretty pohjoislaitaan vilkkaan kävelykadun tuntumaan ikään kuin houkuttelemaan ihmisiä torille. (Heinolan kaupunki 2015.)

Torin itälaitaan on myös ehdotettu esiintymislavaa palvelemaan esiintymisiä. Torilta vähenevää autopaikoitusta on korvattu läntisellä ja eteläisellä kadunvarsivinoapaikoituksella. Torikahvila lounaisnurkassa säilytetään ennallaan. (Heinolan kaupunki 2015.)

Täytyy kuitenkin huomioida, että malliin lisätyt objektit ovat enemmänkin ilmentämässä alueen käyttötarkoitusta kuin lopullisia materiaaliratkaisuja. Esimerkiksi kuvion 17 esiintymislava on liian massiivinen ja synkän värinen.

#### Vaihtoehto 2



KUVIO 18. Toinen kehityssuunnitelmavaihtoehto. (Heinolan kaupunki 2016.)

Toinen vaihtoehto (kuvio 18) on hyvin pitkälti ensimmäisen kaltainen, mutta esiintymislavan suhteen on käytetty erilaista ratkaisua. Tässä vaihtoehdossa esiintymislava olisi osa torimyyntialuetta ja toteutettu pelkästään katettua koroketta käyttäen. Oudoksuttavaksi miellettiin, että esiintyjä olisi selin vilkkaan kävelykadun suuntaan. Lisäksi tässä vaihtoehdossa torin keskelle jää tilan jakajaksi tyhjä suikale vailla käyttötarkoitusta. (Heinolan kaupunki 2015.)

#### 5.4 Vaihtoehto 3



KUVIO 19. Kolmas kehityssuunnitelmavaihtoehto. (Heinolan kaupunki 2016.)

Kolmannessa vaihtoehdossa (kuvio 19) torille sijoitettaisiin suurehko kaareva rakennus, jossa toimisivat kahvila- ja kioskipalvelut ja niiden lisäksi taksinkuljettajien taukotilat. Torikahvio purettaisiin ja sen paikalle sijoitettaisiin yksi rivi vinoparkkeja. Oleskelualue torin etelälaidassa toteutettaisiin kuten vaihtoehdoissa yksi ja kaksi.

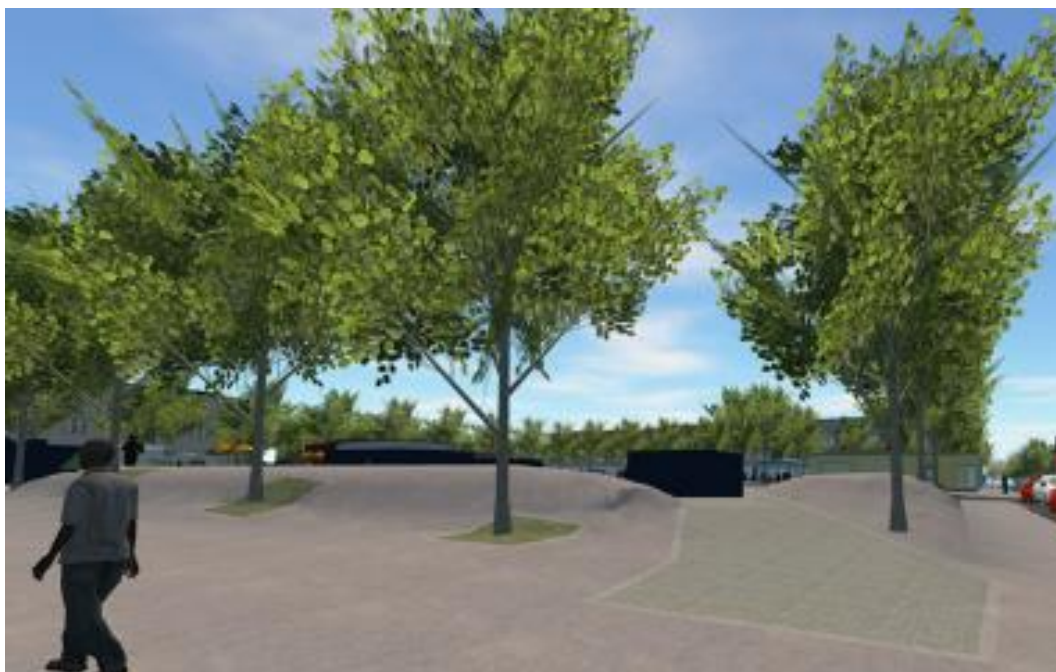
Ongelmalliseksi tässä vaihtoehdossa koettiin kaarevan rakennuksen sijainti hyvin keskeisellä paikalla, sillä se estäisi näkyvyyden torille. Lisäksi lounaisnurkka jäisi tyhjäksi. Taksinkuljettajien taukotilojen sijainti torin toisella laidalla ei myöskään ole optimaalinen. (Heinolan kaupunki 2015.)

#### 5.5 Vaihtoehto 4



KUVIO 20. Neljäs kehityssuunnitelmavaihtoehto. (Heinolan kaupunki 2016.)

Neljännän vaihtoehdon (kuvio 20) teemana on kumpareet torin pohjoisosassa. Kumpareiden reunat olisi tarkoitus pengertää, jolloin niiden reunat toimisivat istuimina ja näin edesauttaisivat torin viihtyisyyden parantamista. Mallilla pystyttiin tarkastelemaan kumpareita (kuvio 21). Kumpareet koettiin liian korkeiksi ja muutoinkin ehkä sopimattomiksi tässä muodossa. Edellä mainittu on konkreettinen esimerkki siitä mitä mallilla voidaan tarkastella. Lisäksi torin luoteisnurkkaan lisättiin pitkittäispaikoitusta. (Heinolan kaupunki 2015.)



**KUVIO 21. Neljännän vaihtoehdon kaavailut kumpareet pohjoisen suunnasta. (Heinolan kaupunki 2016.)**

## 6 KAUPUNKIMALLIN EDUT JA HAASTEET PERINTEISEEN TARKASTELUTAPAAN VERRATTUNA

### 6.1 Perinteinen tarkastelumenetelmä

Perinteisesti alustavassa luonnosteluvaiheessa on luonnosteltu paperille vanhan pohjakartan päälle esimerkiksi mustekynällä tai tietokoneella. Vaikka tässä työssä käytettiinkin digitaalista 3d-mallia, jouduttiin silti luonnosteluvaiheessa turvautumaan osittain paperiin ja kynään, kun haluttiin antaa ohjeistusta esimerkiksi rakennuksen muodoissa, joita on hankala ja kankea luonnostella tietokoneen ruudulle.

### 6.2 Kaupunkimallin edut

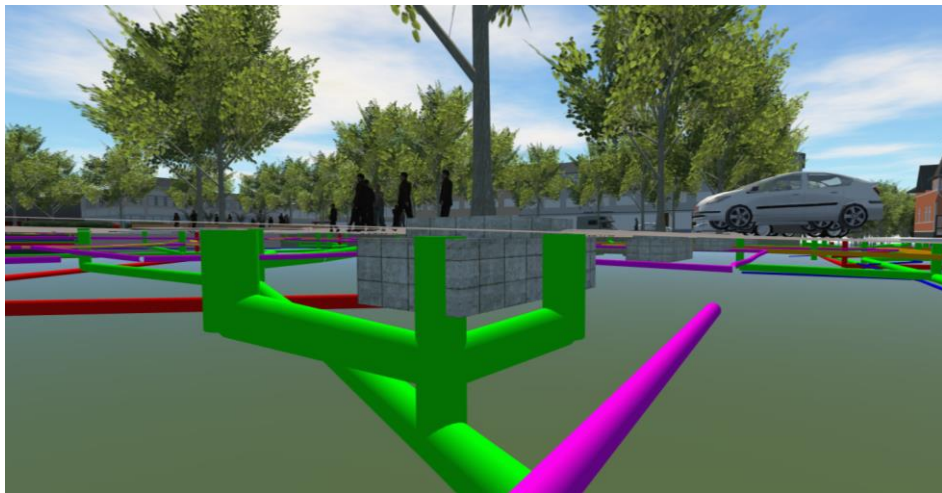
Verrattaessa perinteiseen tarkastelutapaan eli kartan päälle luonnosteltuun kaksiulotteiseen tarkasteluun, kolmiulotteisella tarkastelulla päästään helpommin käsitykseen suunnitelman kokonaiskuvasta. Käytettäessä kaksiulotteista esittelytapaa on hankalaa kuvailla esimerkiksi rakennuksen seinämateriaaleja tai värejä, koska seinät esitetään vain viivoina lintuperspektiivistä. Tekniset piirrokset ovat monesti vaikeaselkoisia, täynnä tavaraa ja vaativat tarkastelijalta asiantuntemusta. 3d-mallin avulla suunnitelman saa muotoon, josta kuka tahansa voi sen vaivattomasti ymmärtää.

Vuorovaikutukselliseksi eduiksi osoittautuivat mallista otetut kuvakaappaukset, jotka voitiin sellaisinaan esittää eri tahoille. Mallista voidaan myös tarvittaessa renderöidä normaali video, jota pystyy katselemaan ilman erikoisohjelmia. Lisäksi mallin voi ladata internettiin tarkasteltavaksi selaimen välityksellä. Tämä ominaisuus jäi sittemmin kokeilematta, kun toiminnossa esiintyi ongelmia ja käyttöön vaadittava lisenssi umpeutui.

Tarkastelu ruohonjuuritasolta eli ihmissilmän korkeudelta antoi uudenlaisen mahdollisuuden tarkastella suunnitelman toimivuutta.

Esimerkiksi jotkut kulkuväylät todettiin liian ahtaiksi ja epähoukuttaviksi jalankulkijan kannalta. Lisäksi näkymien avautumisen tarkastelu esimerkiksi puita poistamalla oli hieno uusi tapa tarkastella suunnitelman kokonaisuuden kannalta tärkeitä seikkoja. Toisaalta kaksiulotteisesti paperilta tarkasteltuna näyttävältä vaikuttava suunnitteluelementti, esimerkiksi kuviointi torin laatoituksessa, saattaa paljastua kolmiulotteisesti tarkasteltuna varsin merkityksettömäksi.

Törmäystarkastelun mahdollistuminen on yksi selkeä etu. Heinolan torin kehitysvaihtoehtoja tarkasteltaessa tästä oli konkreettista hyötyä, kun huomattiin, että suunnitelmaan lisätty puu istutuslaatikkoineen olisi mennyt osittain päällekkäin sadevesikaivon kanssa. Tilanne on esitetty kuviossa 22.



**KUVIO 22.** Törmäystarkastelua. (Heinolan kaupunki 2016.)

### 6.3 Haasteet

Ongelmalliseksi osoittautui muun muassa tietokoneen tehottomuus tai mallin huono optimointi. Suurta mallia, jossa on paljon polygoneja ja tekstuureja on aina vain hankalampi renderöidä. Pienenkin muutoksen tekeminen voi johtaa koko mallin uudelleen laskemiseen, tämä jos mikä hidastaa työskentelyä. Tämä oli erityisen ongelmallista maastomallia muokatessa.

Mallia työstettäessä Infracore-ohjelmalla, ohjelma piti päivittää aina uusimpaan versioon, jotta saatiin käyttöön sen uusimmat ominaisuudet. Tämä ohjelmistopäivitys aiheutti ongelmia aika ajoin esimerkiksi kaivojen kohdalla. Lisäksi mallin tiedostot korruptoituvat ohjelman versiopäivityksissä, kun vanha tietokanta täytyi päivittää uuteen versioon kelpaavaksi. Korruptoituneet tiedostot aiheuttivat epävakausta ohjelman toiminnassa, mikä hidasti työskentelyä merkittävästi.

Haasteelliseksi osoittautui myös Heinolan kaupungin aineisto, josta osassa ei ollut mitään korkeusarvoa. Tämä hankaloitti esimerkiksi putkistojen ja verkostojen tuontia malliin. Putkista täytyi manuaalisesti poistaa sellaiset, joilla ei ollut korkeusarvoa. Korkeusarvot puuttuivat myös erilaisilta johtoverkoilta, kuten sähkökaapeleilta ja datakaapeleilta. Osa aineiston puutteellisuudesta saattoi aiheuttaa kaupungin siirtymisestä käyttämään uutta paikkatieto-ohjelmaa.

Olemassa oleva tietö on harvoin homogeenistä eli sen leveys muuttuu levikkeiden ja kaistoituksen takia tiuhaan. Sen esittämiseen mallissa tarvittaisiin tarkempia ominaisuustietoja. Käytetty maanmittauslaitoksen maastotietokanta luokitteli tiedot karkeasti noin viiteen eri tietyyppiin, joista yhdessäkään ei automaattisesti huomioitu esimerkiksi kääntymiskaistoja tai muita poikkeamia. Tämä tarkoittaa sitä, että tietöns esittäminen todellisuutta vastaavana vaatisi paljon manuaalista työtä, johon ei tämän projektin puitteissa kannattanut ryhtyä.

Aineistojen yhteensovittamisessa oli ongelmaa myös eri korkeusjärjestelmistä johtuen. Heinolan kaupungin kantakartta on vielä vanhassa korkeusjärjestelmässä. Kun taas pistepilviaineistossa oli jo käytetty uudempaa N2000-korkeusjärjestelmää. Kantakartta on tarkoitus siirtää uuteen korkeusjärjestelmään lähiaikoina.

Infracore-ohjelma itsessäänkin on vielä hyvin pitkälti kehitysasteella. Lisäominaisuuksia ja yhteensopivuuksien korjauksia tullaan varmasti toteuttamaan tulevissa versioissa. Digitaalisen aineiston tuottaminen on aina raskaampaa kuin perinteinen tapa, jossa tarvitaan vain kynä ja

paperi. 3D-mallin luominen on sekä aikaa vievämpää että työläämpää kuin suunnitelman luonnostelu kaksikulotteisena. Lisäksi mitätön virhe mallissa saattaa viedä tarkastelijan huomion merkityksettömiin sivuseikkoihin ja näin hankaloittaa oikean mielikuvan saamista (kuvio 23).



**KUVIO 23.** Ohjelmiston automaattisesti luoma monimutkainen risteysalue. (Heinolan kaupunki 2016.)

Kustannukset voivat olla yksi kynnyskysymys täysin digitaaliseen suunnitteluun siirtymisessä. Sekä ohjelmistot että niiden käyttöön vaadittava tekniikka ovat kalliita. Aineiston hankkiminen voi myös aiheuttaa kustannuksia, jos täytyy hankkia aineistoa, jota ei tuoteta tai hankita jo nykyisellään johonkin muuhun käyttöön.

#### 6.4 Johtopäätös

Kaupunkimallikonsepti itsessään on mielestäni kehittämisen arvoinen. Tulevaisuuden ideaalitalanteessa kaikki aineisto on samassa järjestelmässä ja helposti yhdisteltävissä, jolloin työskentely on sujuvaa. Toistaiseksi haasteita on paljon, ja ne johtuvat pitkälti siitä, ettei kaikilla ole vielä käytössään vaadittavaa teknologiaa. Tulevaisuudessa, kun rakennuskanta hiljalleen uudistuu, käytetään jo suunnitteluvaiheessa todennäköisesti tietomallipohjaista tekniikkaa, jolloin esimerkiksi rakennuksista ja teistä saadaan heti käyttöön 3d-malli metatietoineen.



## YHTEENVETO

Tietomalli on digitaalinen malli rakennetusta kohteesta tai ympäristöstä ja sisältää erilaisia ominaisuustietoja kohteesta. Tietomallien käyttö yleistyy koko ajan infra-alan suunnittelutyössä. Tietomallien myötä suunnittelukenttä sähköistyy ja suunnittelutyöhön voidaan käyttää automaattisempia menetelmiä. Eräs esimerkki tästä on koneohjaus. Sähköinen kolmiulotteinen suunnittelu antaa mahdollisuudet myös törmäystarkastelulle, mikä vähentää suunnitteluvirheiden määrää.

Kaupunkimalli on tietomalli kaupunkimittakaavassa. Malli pohjautuu esimerkiksi erilaisiin mittaustietoihin ja siinä esitetään erilaista aineistoa koottuna yhteen. Ideana olisi, että kaupunkimalli korvaisi ennen pitkää kantakartan ja sitä voitaisiin käyttää hyödyksi monipuolisesti. Kaupunkimallia voidaan käyttää niin visuaaliseen esittämiseen kuin puhtaasti teknisenä informaatiovälineenä.

Koko tietomallialaa hankaloittavat epäyhtenäiset standardit ja ohjelmistot sekä se, että digitaalisten 3D-mallien käsittely vaatii esimerkiksi tietotekniikalta melko paljon tehoa. Tässä työssä kaupunkimalli toteutettiin useita ohjelmia apuna käyttäen, mutta suurimmaksi osaksi käytössä oli Civil 3D ja Autocad. Itse malli kasattiin Infracore-ohjelmistoon. Infracore mahdollistaa monien eri aineistojen kokoamisen yhdeksi kokonaisuudeksi, ja esitettäviä ominaisuuksia voidaan muuttaa halutulla tavalla.

Kohdealueena toimi Heinolan ydinkeskusta. Heinola on noin kahdenkymmentuhannen asukkaan kaupunki Päijät-Hämeen maakunnassa. Heinolan historia ulottuu 1700-luvulle, ja alkuperäinen ruutukaava on peräisin 1700-luvun loppupuolelta. Tarkoituksena oli ensin luoda kolmiulotteinen malli Heinolan torista ja sen ympäristöstä ja sitten käyttää luotua mallia torialueen kehitysvaihtoehtojen tarkasteluun sekä verrata kaupunkimallipohjasta tarkastelua perinteisiin tarkastelumenetelmiin.

Toria halutaan kehittää ja uudistaa, sillä onhan se keskeinen osa kaupunkia ja osa sen imagoa. Torilla on myös säilytettäviä arvoja, kuten sitä ympäröivät lehmukset. Torin sisällä oleva autopaikoitus halutaan hajauttaa kadunvarsille torin laitaan ja ränsistynyt toripalvelurakennus halutaan korvata uudella. Lisäksi toritoimintojen sijoittelua halutaan miettiä uudelleen.

Torille on laadittu useita erilaisia kehityssuunnitelma vaihtoehtoja, joita tässä työssä vertaillaan kaupunkimallin avulla. Perinteisesti suunnittelussa on käytetty kaksiulotteista tarkastelua joko käsin paperille piirrettynä tai tietokoneen ruudulta. Perinteiseen kaksiulotteiseen tarkastelutapaan verrattuna kaupunkimallin etuja ovat helpompi kokonaiskuvan luominen, selkeämpi ulosanti myös teknisten asioiden osalta ja ylipäänsä parempi esitettävyyys. Lisäksi kaupunkimallitarkastelussa kyetään tarkastelemaan suunnitelmia eri perspektiiveistä ja käyttämään hyödyksi törmäystarkastelua.

Kaupunkimallin haasteeksi verrattuna perinteisiin tarkastelumenetelmiin havaittiin esimerkiksi se, että kaupunkimallin työstö ja esittäminen ovat tietokoneille raskaita toimintoja. Ohjelmistojen epävakaus, päivitysten aiheuttamat ongelmat ja osittain puutteellinen aineisto aiheuttivat haasteita kaupunkimallin työstöön. Haasteellista on myös se, että saatavilla olevat aineistot eivät ole aina yhteensopivia keskenään muun muassa eri korkeusjärjestelmien käytöstä johtuen.

Kaupunkimalli on konseptina varsin kehityskelpoinen, kunhan standardit ja ohjelmistot saadaan yhteneväisemmiksi ja ohjelmistot vakaammiksi. Kun kolmiulotteinen mallintaminen yleistyy suunnittelutyössä, tullaan esimerkiksi uudisrakennuksista luomaan jo suunnitteluvaiheessa 3D-mallit metatietoineen, ja saadaan näin käyttökelpoista materiaalia esimerkiksi kaupunkisuunnitteluun.

## LÄHTEET

DiBona, J. 2011. What is LandXML? [Viitattu 11.7.2015] That CAD Girl, Inc. Saatavissa: <http://thatcadgirl.com/what-is-landxml/>

Heinolan kaupunki 2012. Heinolan keskustan laatukäsikirja. Heinolan kaupunki. [Viitattu 2.3.2016]

Heinolan kaupunki. 2015. Keskustelut maankäyttöosaston työntekijöiden kanssa.

Heinolan kaupungin maankäyttöosasto. 2016.

Heinolan kaupunki. 2016a. Kansallinen kaupunkipuisto [Viitattu 2.1.2016]  
Heinolan kaupunki. Saatavissa: <http://www.heinola.fi/kansallinen-kaupunkipuisto>

Heinolan kaupunki. 2016b. Heinolan historia [Viitattu 16.1.2016] Heinolan kaupunki. Saatavissa: <http://www.heinola.fi/heinolan-histori>

Heinolan kaupunki. 2016c. Yleistä kaavoituksesta [Viitattu 31.3.2016]  
Heinolan kaupunki. Saatavissa: <http://www.heinola.fi/yleista-kaavoituksesta>

Isotalo, K. 2013. Kaupunkimalli on muutakin kuin visualisointia. Positio 1/2013, 17-19

Leppänen, T. 2013. Tietomallinnus infra-alalla: case: Storhemtintien katupilotti [Viitattu 7.6.2015]. Theseus. saatavissa: <http://theseus.fi/handle/10024/54381>

Liikennevirasto. 2015. Mikä on tietomalli? [Viitattu 11.12.2015]

Liikennevirasto. Saatavissa:

<http://www.liikennevirasto.fi/palveluntuottajat/inframallit/mika-on-tietomalli->

Magicad, 2015. Valitse BIM-sovellus, johon voit luottaa myös tulevaisuudessa [Viitattu 1.11.2015]. Progman Oy. Saatavissa:

<http://www.magicad.com/fi/content/valitse-bim-sovellus-johon-voit-luottaa-myos-tulevaisuudessa>

Päijät-Hämeen liitto. 2016. Maakuntakaava [Viitattu 2.1.2016] Päijät Hämeen liitto. Saatavissa: [http://www.paijat-hame.fi/wp-content/uploads/2015/09/maka2014\\_kartta\\_870\\_1256\\_15022016-1.pdf](http://www.paijat-hame.fi/wp-content/uploads/2015/09/maka2014_kartta_870_1256_15022016-1.pdf)

RIL. 2015. Tietomallinnus [Viitattu 26.9.2015] Suomen Rakennusinsinöörien Liitto. saatavissa: <http://www.ril.fi/fi/alan-kehittaminen/tietomallinnus.html>

Savisalo, A. 2014 Mallinnus tekee kaupungista älykkään [Viitattu 8.10.2015]. Saatavissa: [https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/tiedostot/3.10.14\\_seminaarin\\_esitykset/savisalo\\_finnbuild\\_031014.pdf](https://asiakas.kotisivukone.com/files/buildingsmart.kotisivukone.com/tiedostot/3.10.14_seminaarin_esitykset/savisalo_finnbuild_031014.pdf)

Salmi, J. 2012. Tietomallipohjainen koneohjaus ratatyömaalla [Viitattu 2.4.2015]. Youtube.com. Saatavissa: <https://www.youtube.com/watch?v=U8OrREiqKoA>