

Turun yliopiston maantieteen ja geologian laitos

Eeva Paitula

TURUN KAUPUNGIN RUUTUKAAVA-ALUEEN
KARTOGRAFINEN KUVAAMINEN 1600-LUVULTA
NYKYPÄIVÄÄN

Maantieteen pro gradu -tutkielma

Asiasanat: Paikkatieto, kaupunkimaantiede, kartografia, historiallinen kartta

Turku 2016

Turun yliopiston laatuvarmistuksen mukaisesti tämän julkaisun alkuperäisyys on tarkastettu Turnitin OriginalityCheck -järjestelmällä.

The originality of this thesis has been checked in accordance with the University of Turku quality assurance system using the Turnitin OriginalityCheck service.

TURUN YLIOPISTO
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta
Maantieteen ja geologian laitos

PAITULA, EEVA: Turun kaupungin ruutukaava-alueen kartografinen kuvaaminen
1600-luvulta nykypäivään

Pro gradu -tutkielma, 106 s.
40 op
Maantiede
Huhtikuu 2016

Kaupunkikartoituksen historia alkaa Suomessa Olof Gangiuksen piirtämästä kaupunkikartasta vuodelta 1634. Tämä kartta on Suomen vanhin mittauksiin perustuva kaupunkikartta. Myöhemmin Turusta, Suomen vanhimmasta kaupungista, on julkaistu karttoja runsaasti, joista tässä työssä käsitellään kymmentä aikakaudelleen tyypillistä kuvausta vuodesta 1634 vuoteen 2011. Tutkimuksessa vertaillaan karttoja, joiden mittaustavassa tai valmistusajankohdassa on jokin tietty erikoisuutensa tai tunnusmerkkinsä. Kaikki tutkittavat historialliset kartat on oikaistu koordinaatistoon paikkatieto-ohjelmalla.

Tutkimuksessa selvitetään miten koordinaatistoon oikaistut eri aikakausien kartat kuvaavat Turun ruutukaava-aluetta. Vertailussa keskitytään pääasiassa tiettyihin kohteisiin (tuomiokirkkoon, Turun linnaan, Vartiovuorenmäkeen ja Kauppatoriin), koska ne ovat löydettävissä suurimmassa osassa kartoista. Tutkimuksessa tarkastellaan tapahtuneita kaupunkikuvaamisessa tapahtuneita muutoksia vuosisatojen ajalta ja syitä niihin. Lisäksi pohditaan paikkatieto-ohjelmien hyötyjä ja haasteita historiallisiin karttoihin perustuvissa tutkimuksissa.

Tutkimuksessa vertaillaan historiallisia kaupunkikarttoja retrospektiivisesti toisiinsa sekä lisäksi jokaista karttaa verrataan nykyiseen ruutukaavarakenteeseen.. Tutkimuksessa on myös selvitetty kaupunkikartoituksen historiaa laajasti.

Tuloksissa esiin nousi Turun kaupungin muuttuminen maaseutumaisesta asutuskeskittymästä runsasväestöiseksi kaupungiksi. Kasvanut väestömäärä ja runsastunut rakennus- ja liikennekanta ovat muovanneet kaupunkirakennetta vahvasti ja nämä muutokset näkyvät kartoilla selkeästi. Teknologian sekä mittausvälineiden ja -tapojen kehittyminen ovat osaltaan muokanneet eri aikakauden karttoja.

Tutkimuksessa selvisi karttojen mittaustulosten tarkkuuden suuri vaihtelevuus riippumatta kartan valmistusvuodesta. Aineiston vanhin kartta on virhekeskiarvoa vertaillen parempi mittaustarkkuudeltaan kuin aineiston nuorin oikaistu kartta. Tutkimustulosten perusteella Turun ruutukaava-alueella on suuri määrä kohteita, joiden kuvaaminen kartoilla on ollut tärkeää kartoitustoiminnan aloituksesta asti.

Asiasanat: Paikkatieto, kaupunkimaantiede, kartografia, historiallinen kartta

UNIVERSITY OF TURKU
Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Department of Geography and Geology

PAITULA, EEVA: Cartographic representation of Turku grid plan area from the 17th century to present-day

Master's Thesis, 106 pp.
40 ECTS
Geography
April 2016

The history of the city mapping begins in Finland from Olof Gangius' city map from the year 1634. This map is the oldest city map in Finland that is based on the measuring. A lot of maps have been published from Turku since, which is the oldest city in Finland. There's been chosen ten maps of Turku from the year 1634 to the year 2011 which are typical of its period. All the examined historical maps have been corrected to the coordinates by the GIS software.

It is clarified in the study how the maps of the different periods represent the grid plan of Turku. In the study it is concentrated mainly on comparing certain targets (Turku Cathedral, Turku Castle, Vartiovuorenmäki and Turku Market Square) because they can be found in most of the maps. In the study it also is clarified with the help of maps what kind of changes in the city have taken place during the centuries. Finally the advantages and challenges of GIS software are thought about in the studies which are based on historical maps.

In the study historical city maps are retrospectively compared and every map is compared with the present grid plan structure. Furthermore the history of the city charting has also been widely clarified.

In the study the change of Turku from a rural settlement concentration into populated city is essential. Growing population together with the building- and traffic setting have shaped strongly the city structure. The development of technology and measuring equipment together with measuring ways have clearly influenced the maps of the different eras.

The study revealed a big variability of measurement results regardless of the manufacturing year of maps. The oldest map was more accurate than newest when comparing the measurement accuracy of the research matter. On the basis of the research results there are large number of targets in Turku grid area which presentation within maps has been important since the beginning of charting activity.

Keywords: Geographical information, urban geography, cartography, historical map

SISÄLLYS

1. Johdanto	1
2. Tutkimuksen teoreettinen ja metodologinen tausta.....	3
2.1 Historialliset kartat muutos- ja kaupunkitutkimuksissa	4
2.2 Paikkatieto-ohjelmat osana kartoittamista	5
2.3 Kartoituksen kehitys.....	10
2.3.1 Kolmiomittauksesta mittapöytään.....	12
2.3.2 Astronomia osaksi maanmittausta.....	14
2.3.3 Runkomittauksesta koordinaattimittaukseen	16
2.3.4 Kaukokartoitus	23
2.4 Kaupunkikartoituksen historia Suomessa	31
2.4.1 Gangius ja Brahe käynnistävät Turun kartoituksen	36
2.4.2 Engel loi pohjan nykyajan Turulle	38
2.4.3 Asemakaavalaki ja elinkeinorakenteen muutos kaupunkisuunnittelun muovaajina	42
3. Tutkimusalue	43
4. Aineistot ja menetelmät.....	44
4.1. Turun kaupungin Internet-karttapalvelu 2011	46
4.2 Torpo 1958	47
4.3 Asemakaava 1930-luku	48
4.4 Hindersson 1901.....	49
4.5 Gull n. 1893.....	51
4.6 Backhoff & Ahlberg 1884.....	52
4.7 Engel 1828	53
4.8 Ekmansson / Gottskalk 1789.....	55
4.9 Wetterwijk, Östring ja Bergman 1709-1710	56
4.10 Gangius 1634	57
4.11 Karttojen oikaiseminen koordinaatistoon.....	58
4.12 Kartografinen analyysi ja muutosanalyysi	63
5. Tulokset	66
5.1 Geometrinen oikaisu ja karttakohteet.....	66
5.1.1 Tuomiokirkko	68
5.1.2 Turun linna	72
5.1.3 Vartiovuorenmäki	75
5.1.4 Kauppatori.....	78
5.2 Kaupunkikarttojen erot ja muutokset.....	81
6. Tulosten tarkastelu	97
6.1 Kaupunkialueen kuvaamisen muutos kartoilla 1600-luvulta nykypäivään	97
6.2 Menetelmät ja niiden onnistuminen	100
6.3 Paikkatieto-ohjelmien hyödyt ja haasteet historiallisiin karttoihin perustuvassa tutkimuksessa	100
7. Lähteet.....	103

1. Johdanto

Historialliset kartat luovat kuvaa menneestä ajasta ja kertovat lukijalleen millainen kartalla kuvattu alue on aiemmin ollut. Näiden jopa satoja vuosia vanhojen karttojen avulla voidaan tutkia alueen muuttumista ja selvittää syitä, jotka muutokset ovat saaneet aikaan. Karttojen arvostus tietolähteenä muutostutkimukselle on korkea, koska ne kuvaavat muutoksia nimenomaan alueellisesti (Kinnunen et al. 1997). Paikkatieto on tietoa, jolle on määritelty maantieteellinen sijainti. Myös satoja vuosia vanhoista kartoista saadaan paikkatietoa, kun ne tuodaan digitaalisessa muodossa tietokoneelle ja sijoitetaan paikkatieto-ohjelmalla haluttuun koordinaatistoon. Tällöin karttojen sisältämä informaatio on helposti luettavissa. Paikkatietojärjestelmien (GIS, Geographical Information Systems) käyttö alkoi vasta 1970-luvulla tietokoneiden hiljalleen yleistyttyä (Kakkuri 1993:65).

Historiallisiin karttoihin perustuvaa muutostutkimusta on tehty muun muassa arkeologisissa perusselvityksissä 1980-luvulta alkaen. Esimerkiksi Vanhan Vaasan säilymistä ja tuhoutumista on tutkittu 1600-luvun kartoilta alkaen. Vastaavia historiallisiin karttoihin nojautuvia tutkimusinventointeja on tehty ainakin 19 Suomen kaupungista, mm. Porista, Oulusta ja Helsingistä. Näissä inventoinneissa historialliset kartat on tuotu digitaalisesti nykyaikaisen kartan päälle ja tutkittu muutoksia paikkatiedon avulla (Hakanpää 2007). Maantieteelliset tutkimukset ovat liittyneet usein maaseutualueiden muutokseen sekä hydrografisiin, vesistöjen valuma-alueisiin liittyviin tutkimuksiin. Myös kaupunki- ja kulttuurimaantieteessä on hyödynnetty historiallisia karttoja muutostutkimuksissa. Pääosa vanhoihin karttoihin perustuvista maantieteellisistä kaupunkitutkimuksista on kuitenkin tehty Ruotsissa (Vuorela et. al 2002, Mökkönen 2006b, Ruth&Tikkanen 2007). Historialliset kartat antavat paljon informaatiota kuvaamastaan alueesta. Paikkatieto-ohjelmien avulla vanhat kartat saadaan osaksi nykyaikaa ja eri aikakausien karttoja voidaan helposti vertailla toisiinsa tietokoneella.

Turun kaupungin ruutukaava-alueen kehittyminen on ollut erittäin monivaiheinen ja pitkä tapahtumasarja. Kaupunki on perustettu jo 1200-luvulla, joten sillä on takanaan pitkä historia, jota voidaan tarkastella paitsi kirjoituksista myös alueesta laadituista kartoista. Olof Gangiuksen vuonna 1634 piirtämä Suomen ensimmäinen

kaupunkikartta kuvaa Turun kaupunkialuetta tulliaidan rajaaman alueen osalta. Tästä kartasta alkoi Suomen virallinen kaupunkikartoituksen historia, sillä kyseinen kartta on ensimmäinen maanmittarin mittauksiin perustuva kaupunkikartta (Kostet 2009a:5). Gangiuksen työn jälkeen Turun kaupungista on julkaistu useita kaupunkikarttoja, joista tässä työssä käsittelen kymmentä omalle aikakaudelleen tyypillistä kuvausta. Gangiuksen kartan ohella yksi mielenkiintoisimmista ja nykyiselle Turulle tärkeimmistä historiallisista kartoista on Carl Ludwig Engelin vuonna 1828 valmistama kaupungin asemakaavakartta, johon edelleen Turun ruutukaava-alueen rakenne perustuu. Engelin kartan tärkeimpänä lähtökohtana voidaan pitää vuonna 1827 pahoin palaneen kaupungin uudelleenrakennuttamista aiempaa paloturvallisemmaksi, jotta vastaavalta katastrofilta vältyttäisiin myöhemmin. Engel halusi käytännön järjestelyiden ohella luoda kaupunkikuvasta myös esteettisen, josta osoituksena ovat runsaat istutukset ja puistoalueet. Turusta haluttiin moderni ja tärkeä keskus valtiolle, vaikka se oli menettänyt pääkaupunkiasemansa Helsingille jo 1810-luvulla ja vuoden 1827 palon jälkeen Helsinkiin siirtyivät arkkipiispanistuinta lukuun ottamatta kaikki loputkin tärkeäksi koetut virastot ja laitokset. Gangiuksen ja Engelin karttojen ohella myös jokaisella muulla työssä käsitellyllä kartalla on oma erityisasemansa joko Turun kartoittamisen tai yleisesti maanmittauksen ja kartoittamisen historiassa.

Turusta on tehty historiallisiin karttoihin perustuvia tutkimuksia aiemminkin, mutta ne ovat sijoittuneet pääasiassa arkeologian ja historian aihepiireihin eikä niillä ole ollut varsinaisesti maantieteellistä näkökulmaa (Mökkönen 2006b). Kaupungin historiallisia karttoja on jo aiemmin oikaistu paikkatieto-ohjelmilla koordinaatistoon, mutta työssä käytetyt oikaisupisteet ovat perustuneet kaupunkialueella tehtyihin arkeologisiin kaivauksiin, jotka eivät ole olleet koko ruutukaava-alueen kattavia.

Turun kaupungin ympäristö- ja kaavoitusvirastossa käynnistyi kesällä 2008 Digikarttahanke, jonka tarkoituksena oli saada kaikki löydetyt kaupunkia kuvaavat historialliset kaupunkikartat digitaalistettua ja geometrisesti oikaistua karttakoordinaatistoon. Digikarttahankeessa oikaistiin koordinaatistoon kaikkiaan lähes 60 karttaa Turun yliopiston maantieteen ja geologian laitoksella. Kaikkiaan hankkeessa olivat mukana Turun kaupunki, Turun yliopisto, Turun kaupungin kiinteistöliikelaitos, Turun kaupunginarkisto, Turun kaupungin ympäristö- ja

kaavoitusvirasto, Turun yliopiston kirjasto, Turun maakunta-arkisto, Turun kaupunginkirjasto, Kansallisarkisto, Åbo Akademin kirjasto ja Turun museokeskus.

Selvitän tutkimuksessani miten kartat kuvaavat Turun kaupunkia eri aikakausina ja mitkä syyt ja tekijät ovat muokanneet karttoja ja Turkua sellaiseksi, kuin sen nykyään näemme. Vertailen kartoilla käytettyä symboliikkaa; miten eri kohteita on kuvattu kartoissa ja onko joitain kohteita (esimerkiksi kirkkoja) erityisesti korostettu tiettyissä kartoissa. Tutkimus etenee retrospektiivisesti, eli nykyajasta historiaan. Tällöin vertailu ja havaintojen tekeminen on selkeämpää ja muutosten suhde nykyiseen kaupunkikuvaan on paremmin havaittavissa. Työssäni karttoja vertaillaan koordinaatistoon oikaistuina karttakuvina, jolloin karttojen ja kohteiden sijantierot ja mittausvirheet ovat nähtävissä. Tutkimuskysymykseni ovat:

1. Miten geometrisesti oikaistut historialliset kaupunkikartat kuvaavat Turun kaupungin ruutukaava-aluetta kohteittain tarkasteltuna?
2. Millaisia eroja ja muutoksia Turun kaupunkialueen kuvaamisessa on tapahtunut historiallisten karttojen perusteella?
3. Mitkä ovat paikkatieto-ohjelmistojen hyödyt ja haasteet historiallisiin karttoihin perustuvassa tutkimuksessa?

2. Tutkimuksen teorettinen ja metodologinen tausta

Historialliset kartat ovat monimuotoisia aineistoja ja niiden sisältämä tieto vaihtelee hyvin suuresti riippuen siitä mihin tarkoitukseen kartta on valmistettu. Informaation lisäksi suuria eroavaisuuksia karttojen välillä löytyy niiden mittakaavoista ja kohteiden mittaustarkkuuksista. 1600-luvun mittauspöytäkarttoituksen teorettisen pohjan muodostaneet periaatteet eivät aikojen kuluessa juuri ole muuttuneet, mutta olennaisimpana mittaustarkkuuteen vaikuttavana tekijänä voidaan pitää tapaa, jolla tätä teoriaa on eri aikoina sovellettu käytäntöön. Tästä syystä suurimittakaavaisissa 1600-luvun kartoissa esiintyy hallitsemattomia mittauksen edetessä kertautuneita virheitä (Gustafsson 1933a:62-66; Mökkönen 2006b:8; Strang 2000:19).

Vanhoja karttoja voidaan ottaa käyttöön nykypäivän tutkimuksissa muun muassa

paikkatieto-ohjelmien avulla. On muistettava, että kartta on aina tarkoituksenmukainen kuvaus todellisuudesta. Ne eivät ole pelkästään kuvia alueesta, vaan perustuvat maastossa tiettyyn mittakaavaan tehtyihin mittauksiin. Menneisyyden maisemasta kertovana aineistona historialliset kartat ovat ainutlaatuisia. Sisältämänsä tiedon lisäksi ne ovat hyvin usein monivärisiä ja visuaalisesti kauniita. Koska myös historiallisten karttojen pohjalla on jonkintasoinen maastomittaus, on vertailu nykykarttoihin mahdollista, kun halutaan esimerkiksi tutkia jonkin alueen kehittymistä vuosien saatossa. Yhdessä historialliset ja nykyaikaiset paperikartat muodostavat parhaimmillaan yhdenmukaisen paikkatietoaineiston (Mökkönen 2006b: 8).

2.1 Historialliset kartat muutos- ja kaupunkitutkimuksissa

Historiallisten karttojen avulla on voitu tutkia alueita hyvinkin pitkän aikajakson ajalta ja selvittää tapahtuneita muutoksia esimerkiksi maankäytössä, kulttuuriympäristössä tai yleisesti maisemassa (Kienast 1993; Pärtel et al. 1999). Karttojen käytettävyys erilaisissa muutos- ja kaupunkitutkimuksissa vaihtelee tutkimusalasta riippuen. Maantieteessä historiallisia karttoja on hyödynnetty muun muassa maaseutumaantieteessä ja hydrografisessa tutkimuksessa, mutta myös kulttuuri- ja kaupunkimaantieteessä (Mökkönen 2006b). Suomessa historiallisia karttoja on hyödynnetty hyvin vähän ihmisen toimintaan liittyvissä tutkimuksissa Ruotsiin verrattuna. on. 1600- ja 1700-lukujen Suomen aluetta käsittelevät tutkimukset ovat ruotsalaisen kulttuurimaantieteilijän Birgitta Roeck Hansenin (Roeck Hansen 1988, 1998, 1999; Mökkönen 2006a). Historiallista paikkatietoa hyödyntävissä maantieteellisissä tutkimuksissa on muistettava, että historiallista karttaa pitää tarkastella lähdekriittisesti. Mittaustavat ja -välineet ovat hyvin erilaiset ja kartan piirtämisellä on ollut erilaiset lähtökohdat kuin nykyisin (Mökkönen 2006a).

Historiallisten karttoja on hyödynnetty erityisesti arkeologiassa. Tutkimukset ovat keskittyneet pääasiassa muinaisjäännöksiin, kuten hautaröykkiöiden ja autioituneiden kartanotonttien paikallistamiseen (Adel 1998; Alenius et al. 2004; Haggrén et al. 2003). Harvoissa tapauksissa historiallisia karttoja on hyödynnetty koko maiseman tutkimisessa. Tällaisia ovat olleet esimerkiksi ihmistoiminnan tutkiminen keskiajan ja rautakauden ajalta (Adel 1998). Lisäksi on tutkittu esimerkiksi asutuksen

leviämistä ja sijoittumista sekä perinnemaisemien yhteyttä maankäyttö- ja asutushistoriaa (Lempiäinen 2002; Seppälä 2006).

Kaupunkitutkimuksessa historiallisia karttoja on hyödynnetty pääasiassa vasta 1980-luvulta alkaen, jolloin vanhoja karttoja alettiin kokonaisuudessaan yhdistää moderneihin kaupunkikarttoihin (Heikkinen 1989, Mökkönen 2006a). Kaupunkitutkimuksessa hyödynnetty historiallisten karttojen pohjalta tuotettu paikkatieto alkoi yleistyä vasta 2000-luvulla (Mökkönen & Ikonen 2002). Turussa alkoi historiallisia karttoja hyödyntävä kaupunkitutkimus vuonna 2007. Työn tavoitteena oli Turun maakuntamuseon aloitteesta asemoida historialliset kartat nykyisten karttojen päälle hyödyntäen olemassa olevia säilyneitä elementtejä (esim. Turun linna) ja arkeologisten kaivausten antamia suuntaviivoja. Turussa asemointityö voitiin aloittaa, koska sen kaupunkiarkeologinen aineisto on suurin koko Suomessa (Tuovinen 2007).

2.2 Paikkatieto-ohjelmat osana kartoittamista

Historiallisista kartoista saadaan tehokkaasti tietoa irti tutkimuksissa, kun ne digitaalistetaan ja muutetaan sijaintitietoa sisältäväksi kuvaksi. Historiallinen kartta ei silti sellaisenaan ole paikkatietoa (Tuovinen 2007). Vasta kun sen sisältämä tieto on tulkittu ja yhdistetty kartan kuvaamaan fyysiseen todellisuuteen, voidaan puhua paikkatiedosta. Vanhimpia karttoja ei ole mahdollista suoraan sijoittaa nykykartalle, koska historiallisilla kartoilla kuvattavat ilmiöt ovat usein muuttuneet vuosisatojen aikana, tai vanhan kartan kuvaustapa on liian alkeellinen. Historiallisista kartoista on kuitenkin mielenkiintoista tuottaa digitaalista paikkatietoa, jotta ymmärrettäisiin maiseman kehityksen historiallinen prosessi. Paikkatieto-ohjelmien avulla eri aineistoja voidaan yhdistää toisiinsa, hallinnoida ja visualisoida laajoja alueellisia kokonaisuuksia sekä tehdä erilaisia spatiaalisia analyysejä (Robinson et al. 1995:292-294). Paikkatiedon avulla voidaan yhdistää nykyisyys ja karttojen kuvaama historiallinen kehitys. Maankäyttöön liittyvät eriaikaiset historialliset prosessit saadaan sijoitettua ajallisesti paikoilleen ja nykyisistä ilmiöistä saadaan historiallisesti ymmärrettävä kokonaisuus. Historiallisen kehityksen visuaalinen esittäminen tapahtuu selkeästi ja ymmärrettävästi, kun paikkatiedolla yhdistetään nykyisyys ja menneisyys. Näin historiallista kehitystä voidaan tutkia myös teemoittain, esimerkiksi kaupungin ruutukaava-alueen kehitystä seuraamalla. Historialliset kartat ovat

keskeisiä aineistoja kulttuurimaiseman, muinaisjäännösten ja rakennetun kulttuuriympäristön inventoinneissa. Kartat kertovat omasta ajastaan, mutta niissä on usein myös tietoa valmistushetkeä vanhemmista ajoista (Mökkönen 2006b: 8-9).

Paikkatiedoksi kutsutaan tietoa, johon sisältyy tieto maantieteellisestä sijainnista (Robinson et al. 1995:299-300). Termi paikkatietojärjestelmät on suomennos englanninkielisistä sanoista Geographic Information Systems (GIS) (ESRI Finland). Digitaalinen paikkatietojärjestelmä muodostuu tietokoneesta ja digitaalisessa muodossa olevasta paikkatiedosta. Tietokoneiden ja helppotoimisten paikkatieto-ohjelmistojen kehittymisen myötä digitaalinen paikkatieto yleistyi 1990-luvulla, kun aineistot tulivat yhä useampien ihmisten käytettäviksi (Henttu 1993:22, 76-80; Miettinen 2006:12). Ohjelmistojen kehittyminen kasvatti myös historiallisista kartoista tuotetun paikkatiedon määrää (Mökkönen 2006b:8).

Pohjoismaissa vanhimpien karttojen alueellinen kattavuus ja ikä vaihtelevat eri maiden välillä melko paljon. Ruotsin ja Suomen vanhimmat kartat ovat 1600-luvulta samoilta vuosikymmeniltä, mutta Norjassa vanhimmat kartat ovat vasta 1700-luvun lopulta. Kansainvälisesti tarkasteltuna Ruotsin ja Suomen varhaista kartta-aineistoa voidaan pitää ainutlaatuisena, sillä se on sekä laadultaan korkeatasoisempi että lukumäärältään runsaampi kuin minkään muun maan varhainen karttatuotanto (Mökkönen 2006b:10). Ennen paikkatieto-ohjelmien yleistymistä 1990-luvun lopulla eri aikakausien karttoja analysoitiin Suomessa vain kopioimalla niitä käsin läpinäkyville kalvoille tai yksinkertaisesti visuaalisesti vertailemalla (Kostet 1995). Paikkatieto-ohjelmien avulla tehtyjä tutkimuksia tekivät ensimmäisinä maantieteilijät ja arkeologit (Vuorela 1997). Historiallisista kartoista on tuotettu digitaalista paikkatietoa 1990-luvun lopulta lähtien pääasiassa hankekohtaisesti. Suomessa on toteutettu kymmenen vuoden aikana vain muutamia historiallisista kartoista paikkatietoa tuottaneita hankkeita, joista ensimmäinen oli Turun maakuntamuseon projekti kulttuuriympäristön inventoinnista. Muut toteutuneet projektit ovat toteutuneet yleensä maakuntakaavoituksen yhteydessä (Mökkönen 2006b:11-12).

Historiallisiin karttoihin pohjautuva paikkatieto on aina sidoksissa alkuperäiseen karttaan niin tarkkuudeltaan kuin käyttömittakaavoiltaan. Historiallisista kartoista tuotettu paikkatieto ei ole tarkempaa kuin alkuperäisaineisto, joten alkuperäisen

kartan mittakaava asettaa rajoituksia kartasta tuotetun paikkatiedon käyttömahdollisuuksille (Kienast 1993; Mökkönen 2006b:19). Mittakaavan lisäksi toinen paikkatiedon luotettavuuteen liittyvä ongelma on alkuperäisen kartan mittaustarkkuus. 1600- ja 1700-luvun kartoissa on usein mittavirheitä, jotka ovat syntyneet puhtaaksi- tai kartoitusvaiheessa. Voidaankin todeta, että mitä vanhempi kartta on, sitä todennäköisemmin se sisältää mittausvirheitä (Kienast 1993; Petit & Lambin 2002; Vuorela et. al 2002). Paikkatiedon tuottaminen historiallisista kartoista vaatii enemmän kuin paikkatieto-ohjelmistojen teknistä hallitsemista. Nykyaikaisen paperille painetun kartan skannaaminen digitaalisesti rasterikuvaksi, sen paikkatieto-ohjelmistoon tuominen ja koordinaattien määrittäminen on helppo tekninen suoritus. Nykyisten paperikarttojen pohjalta on helppoa tuottaa paikkatietoa digitaalisesti, kun mittaustarkkuus vastaa nykyisiä vaatimuksia ja koordinaatisto on kartalla valmiiksi painettuna. Nykyisestä paperikartasta voidaan tuottaa digitaalista paikkatietoa ilman tietoa kartan kuvaaman alueen historiasta. Sen sijaan historiallisista kartoista tuotettava digitaalinen paikkatieto voi olla hyvin haastava tehtävä eikä se ole täysin suoraviivainen tekninen suoritus. Haasteita tuo erityisesti nykyisestä poikkeava koordinaatisto tai sen puuttuminen kokonaan (Cousins 2001; Vuorela et. al 2002; Käyhkö 2007; Mökkönen 2006b:19-20).

Historiallisten karttojen tuominen nykyiseen koordinaatistoon vaatii kartan kuvaaman alueen historian ymmärtämistä (Kostet 2000:36). Tällöin paikkatiedon tuottaja pystyy valitsemaan luotettavat asemoinnissa käytettävät kohteet, joiden avulla eri-ikäiset kartat linkitetään toisiinsa. Historiallisen kartan asemointiin vaikuttaa kartan kuvaaman alueen kehitys, eli miten paljon maisemarakenne ja asutus ovat muuttuneet. Karttoja yhdistäviä luotettavia elementtejä on usein melko vähän, minkä takia vanhimpien karttojen luotettava tuonti nykyaikaiseen koordinaatistoon vaatii useamman eri-ikäisen kartan asemointia. Tällöin eri-ikäiset kartat linkittyvät toisiinsa yhteisten kohteiden kautta. Työssä kannattaa edetä retrospektiivisesti, nuoremmista kartoista vanhempiin, jotta yhdistäviä kohteita voidaan pitää mahdollisimman luotettavina. Karttoja voidaan ymmärtää usein pelkän visuaalisen tarkastelun avulla, mutta varhaisimpien karttojen (1600- ja 1700-luvuilta) kohdalla vaaditaan usein vanhojen käsialojen ja vanhan ruotsin tai venäjän kielen ymmärtämistä. Karttoihin ei usein ole merkitty tietoja mittausmenetelmästä tai koordinaatistosta, eikä niillä myöskään ole yhtenäistä värikoodi- ja symbolijärjestelmää, vaikka monessa

tapauksessa maanmittari on käyttänyt tiettyä merkintätapaa tietyille asioille (Dickinson 1979; Mökkönen 2006b:20).

Paperikartasta saadaan digitaalista paikkatietoa, kun sen sisältämä analoginen paikkatieto muutetaan digitaaliseksi. Luotaessa historiallisista kartoista paikkatietoa, aloitetaan työ yleisesti kuvanluvulla (skannaamalla tai digitaalisella kameralla valokuvaamalla), jolloin tietokoneohjelmisto muuttaa kartan rasterikuvaksi. Rasteriksi muuttaminen ei vielä tee kartasta digitaalista paikkatietoa, vaan kuvalle pitää määritellä koordinaatit eli sijaintitieto. Paperikartan muuttamista digitaaliseen eli sähköiseen muotoon kutsutaan yleensä digitoinniksi. Menetelmää, jolla digitointi tehdään, kutsutaan kuvanluvuksi. Vaihtoehtoja kuvanluvulle on muutamia, joista yleisimpinä käytetään kartan suoraa skannausta, kartan kuvaamista korkeatasoisella digitaalikameralla tai kartasta otetun valokuvan skannausta. Kartan skannaamisen yhteydessä määritellään haluttu resoluutio, väriavaruus (RGB, CMYK jne.), värisyvyys (kuinka monesta väristä kuva koostuu) ja digitaalisen rasterikartan tiedostomuoto (tiff, jpg jne.). Resoluution suuruus riippuu kartan mahdollisista pienistä yksityiskohdista kuten teksteistä ja muista erityispiirteistä, ja siitä miten karttaa tullaan jatkossa käyttämään. Painettavaan julkaisuun liitettävä kartta tarvitsee tarkemman resoluution kuin sähköisessä muodossa luettava (Mökkönen 2006b:21-22).

Historiallisten karttojen ominaispiirteenä on, ettei niitä ole tehty mihinkään tiettyyn koordinaattijärjestelmään tai ne on tehty johonkin nykyisestä poikkeavaan, vanhaan koordinaatistoon. Kartoilla ei yleensä ole myöskään mainintaa käytetystä koordinaatistosta. Vanhat kartat pitää näin ollen rekisteröidä nykyiseen koordinaattijärjestelmään, jotta niistä saataisiin nykykarttojen kanssa rinnakkain käytettävää paikkatietoa. Tämä toiminto (kutsutaan esim. rekisteröinniksi, asemoinniksi, oikaisemiseksi, geokoodaukseksi tai georeferoinniksi) on mahdollista tehdä usein eri keinoin, käytettävästä tietokoneohjelmasta riippuen (Dickinson 1979; Mökkönen 2006b:23).

Digitaalinen paikkatieto voi olla rasteri- tai vektorimuotoista. Historiallisista kartoista tuotettu paikkatieto on poikkeuksetta ensin rasterimuotoista, mutta siitä voidaan tämän jälkeen tuottaa vektorimuotoista. Tämä tarkoittaa sitä, että karttaobjektit

piirretään paikkatieto-ohjelmistossa pisteiksi, viivoiksi ja alueiksi. Paikkatiedon tuottaminen historiallisista kartoista aloitetaan kuitenkin aina oikaisemalla rasterimuotoinen kartta haluttuun koordinaattijärjestelmään. Koska historiallisissa kartoissa ei ole käytetty nykyisenlaista koordinaattijärjestelmää, pitää kartan oikaisemisessa määritellä historialliselle kartalle ja nykykoordinaatistossa olevalle referenssikartalle yhteisiä vastinpestepareja. Nämä yhdistävät karttoja koordinaattipisteinä toisiinsa, kun nykykartan vastinpisteen koordinaattiarvo annetaan historiallisen kartan vastinpisteelle (Mökkönen 2006b:23, 25).

Digitoinnin nopea kehittyminen ja yleistymisen saivat lopulta aikaan kartografisen toiminnan keskipisteen siirtymisen kartasta digitaalisten paikkatietokantojen tuottamiseen. Digitaalinen paikkatietokanta ja perinteinen paperikartta kuuluvat eri tietoinfrastruktuureihin, joten niiden suora vertailu toisiinsa ei ole olennaista. Paperikartta eroaa digitaalisesta paikkatiedosta paitsi olomuotonsa (paperi vs. sähköinen) myös käyttömahdollisuuksiensa puolesta. Digitaalista aineistoa voidaan muokata käyttäjän tarpeiden mukaan joustavasti ja nopeasti. Tietokoneille siirtyneen kartografian myötä käsin tapahtunut kartan piirtäminen väheni, sillä digitaalisuus mullisti niin kartan tekemisen kuin sen kopioimisen, muokkaamisen ja käyttömahdollisuudetkin. Numeeriseen karttaan voitiin valikoida tiedot ja tuottaa näin teemakarttoja nopeasti. Digitaalisen kartan etuna olivat alusta asti myös mahdollisuus asettaa eri karttatasoja päällekkäin ja näin vertailla eri tekijöitä toisiinsa. Digitaalisen kartan etuna olivat myös sen sisältämän informaation siirtämisen helppous bittimuodossa ja kaupalliset mahdollisuudet verrattuna perinteisiin paperikarttoihin. Muita etuja paperikarttaan verrattuna olivat sen mahtuminen pieneen tilaan, rypistymättömyys ja puhkikulumattomuus. Haasteena toisaalta koettiin sähköntarve ja alttius erilaisille tietoteknisille häiriöille. Edelleenkin ei tiedetä digitaalisen aineiston kestävyyttä ajallisesti (Huhtamies 2008:460).

Historialliset kartat asettavat paikkatiedon tuottajalle suuria haasteita. Kartasta ja kartoittajasta toiseen mittauksen tarkkuus, ilmiöiden visuaalinen esittäminen ja tietosisältö poikkeavat toisistaan. Heterogeenisen luonteensa takia historialliset kartat eivät anna kaikenkattavaa kuvausta tietosisällöstä tai teknisistä ominaisuuksista, vaikka kartat kuuluisivat yhden tietyn nimekkeen alle (esim. kaupunkikartat) (Mökkönen 2006b:20).

2.3 Kartoituksen kehitys

Suomen ensimmäinen maanmittari oli taalinmaalainen Olof Mårtensson Gangius, joka määrättiin työskentelemään Turkuun vuonna 1633. Ensimmäisten mittaajien tehtävänä oli työskennellä maaseudulla mitaten peltoja, niittyjä ja metsiä. Lisäksi heidän tuli arvioida peltojen laatu ja tuotto (Huhtamies 2008:55). Mittauskeinot olivat hyvin alkeellisia perustuen aurinko- ja hammarjakoon (Jutikkala 1983:8; Mökkönen 2006b). Kaupunkimittauksissa hammarjakoa ei käytetty kuin yhteisten peltojen osalta (Melander 1933:9-12).

1700-luvulla paikanmääritys oli edelleen hyvin puutteellista ja kartat olivat 1600-luvun tapaan epätarkkoja. Maanmittauksessa hyödynnettiin tähtitiedettä ja mittavälineet kehittyivät jonkin verran (Taulukko 1) (Huhtamies 2008:141-142). 1800-luvulle edetessä karttojen mittaustarkkuus sen sijaan parani merkittävästi, vaikka perustieto kartoittamisesta ei juuri muuttunut. Tietoa osattiin soveltaa käytäntöön aiempaa paremmin (Gustafsson 1933a:62-63, 65-66). 1800-luvun yksi suurimpia edistysaskelia kartoittamisessa oli painotekniikan kehittyminen. Karttojen kopioimisesta tuli nopeampaa ja karttojen käyttäjäkuntaa laajennettiin (Huhtamies 2008:294).

Taulukko 1. Kartoituksen kehitysasteet Suomessa 1600-luvulta 2000-luvulle (Gustafsson 1933a:74-75; Gustafsson 1993c:16; Heiskanen 1934: 63-64, 122-126; Kostet 1995:23; Huhtamies 2008:30-31, 141-143, 227-228, 281-282, 290-291, 294, 376, 455-456).

Ajankohta	Tapahtuma
1590-luku	Mittapöytä (Praetorius) <ul style="list-style-type: none">• Maakirjakartat• Ei matematiikkaa• Graafista
1600-luvun alku	Silmämääräinen tähyttäminen <ul style="list-style-type: none">• Merikortit ja purjehduskartat apuna
1610-1616	Snellius kehitti ”nykyaikaisen” kolmiomittauksen <ul style="list-style-type: none">• Ei näköyhteyttä mitattavien pisteiden välillä• Astemittausta, jolla määritettiin maastonkorkeus
1700-luku	Astronomia <ul style="list-style-type: none">• Napakorkeuden määrittäminen• Maantieteellinen leveys• Kolmioverkossa kolmion yksi kulma aina kohti tiettyä taivaankappaletta
v. 1748	Suomessa ensimmäinen maantieteellinen mitauskomissio <ul style="list-style-type: none">• Maanmittauslaitoksen syntyhetki
1800-luku	Sädemittaus ja leikkausmittaus
1830-1845	Runkomittaus, Struven ketju <ul style="list-style-type: none">• Maan tarkan muodon määrittäminen Koordinaatisto Painotekniikka
v. 1841	Koko maan kattava yleiskartta
1900-luku	Teknologian kehittyminen
1920-luku	Ilmakuvaus ja teodoliittimittaus
1930-luku	Barometria eli ilmanpaineeseen perustuva mitaus
1970-luku	Satelliittikartoitus alkaa
1980-luku	GPS-mittaus
2000-luku	Internet-kartat

1900-luvulla kartoittamisen tekniset apuvälineet yleistyivät ja muun muassa lentokoneista tapahtunut ilmakehäusko aloitettiin. Kiihtynyt kaupungistuminen vaati nopeaa karttojen valmistamista ja aiempaa parempaa välineistöä. 1900-luvun loppupuolella ja 2000-luvulla alkanut satelliittipaikannus ja sitä seurannut kehittyneempi paikannusjärjestelmä GPS (Global Positioning System) mahdollistivat aiempaa tarkemman, luotettavamman ja nopeamman kartoittamisen (Campbell 2002:9-10; Huhtamies 2008:379).

2.3.1 Kolmiomittauksesta mittapöytään

1600-luvulla erilaisia karttoja oli maailmalla valmistettu jo hyvin runsaasti. 1600-luvun alkuun mennessä valmistuneiden karttojen pohjalla eivät kuitenkaan olleet tarkat mittaukset, vaan ne oli tehty silmämääräisesti tähyttämällä maaperän korkeilta kohdilta tai esimerkiksi merikorttien ja purjehduskarttojen perusteella (Huhtamies 2008:28; Kostet 1995:23).

Saksalaiset ja tanskalaiset kehittivät 1500-luvulla jo aiemmin keksittyä astemittausta ja ideoivat kolmiomittauksen. Mittaustavan tavoitteena oli parantaa karttojen tarkkuutta. Hollantilainen professori Willebrod Snelliuksen suoritti vuosina 1610-1616 ensimmäisen ”nykyaikaisen” kolmiomittauksen, jossa pisteinä käytettyjen kohteiden välillä ei ollut näköyhteyttä. Snelliuksen tekemää kolmiomittausta kutsutaan myös astemittaukseksi, sillä siinä mitataan kulmia eli asteita. Snelliuksen mittauksissa oli lisäksi uutta se, että etäisyyksien ohella voitiin määrittää myös maastonkorkeus. Kulmien mittaamiseen Snellius käytti niin sanottua Scheubenkonetta eli indeksi- ja alhidadiodipterilla varustettua astelevyä (Huhtamies 2008:30). Paikanmääritys perustuu pohjimmiltaan edelleen Snelliuksen kehittämään astemittaukseen. Mittauksessa määriteltiin kohteiden väliset matkat vierekkäisten kolmioiden muodostaman verkon avulla. Snelliuksen mittaustavassa muodostuneen kolmioverkon jokainen kulma mutta vain yksi sivu mitattiin. Tämä mitattu sivu oli niin sanottu perusviiva, jonka Snellius mittaketjua apuna käyttäen mittasi mahdollisimman tarkasti, koska saatu mittaustulos oli perustana kaikille muille mittauksille. Kun kolmioverkon perättäisten kolmioiden kaikki kulmat ja sivut oli saatu mitattua, voitiin tulosten pohjalta laskea myös lävistäjät ja näin saatiin selville alku- ja loppupisteen välinen etäisyys. Snelliuksen kehittämän astemittauksen avulla voitiin laskea jopa satojen kilometrien etäisyyksiä, mikä antoi mahdollisuuden mitata

kokonaisia maakuntia ja valtakuntia ja kartoitukset olivat maanmittauksellisesti luotettavia (Huhtamies 2008:30-31).

Snelliuksen kolmiomittauksen kanssa samoihin aikoihin kehiteltiin myös toinen maanmittausta ja kartografiaa mullistava apuväline: mittapöytä. Pöydän kehitti 1590-luvulla matematiikan professori Johann Praetorius, jonka mukaisesti pöytää nimitettiin ”mensula praetorianaksi” (Praetoriuksen pöytä). Ennen 1600-lukua Suomesta tehdyt kartat eivät pohjautuneet mittauksiin, vaan ne olivat karkeita luonnoksia kuvattavasta aiheesta (Huhtamies 2008:31; Mökkönen 2006b). Mittapöytäkartoituksena tehtiin 1600-luvulla Suomessa suurimittakaavaisia maakirjakarttoja verotuksellisista syistä (Gustafsson 1933a:74-75).

Mensula praetoriana mullisti nopeasti karttojen tekemisen 1600-luvulla, sillä sen käyttö ei vaatinut laskutaitoa eikä trigonometriaan perehtyneisyyttä. Mittapöytämittauksen periaate oli kolmiomittauksen kaltainen, mutta pöytämittauksissa ei käytetty asteita. Kartan piirtäminen mittapöydän avulla oli graafista ja pöydän keksimiseen vaikuttikin väestön matemaattisen taidon alhainen taso. Pöydän käytön ongelmina olivat erityisesti vuodenaikojen ja säiden vaihtelu, sillä sitä ei voitu käyttää esimerkiksi sateisina ja pimeinä aikoina. Mittapöytä oli valmistettu puusta ja pöytäosaa kannatteli kolmijalka. Pöydälle pingotettiin paperi ja lisäksi pöytätaulun päällä oli yleensä horisontaalisesti kääntyvä diopteri, tähtäinviivain. Joissain tapauksissa mittapöydän varusteluun kuuluivat lisäksi kompassi eli bussoli, jota käytettiin apuna pöydän kohdistamisessa karttapohjoisen mukaiseksi. Mittapöytä oli aina 1900-luvulle asti maanmittarin päätyökalu, vaikka siihen ajan myötä tehtiin pieniä toimintaa parantavia muutoksia (Huhtamies 2008:31).

Kehitetyistä mittausvälineistä huolimatta karttojen piirtäminen ja maanmittaustoiminta oli hyvin vähäistä Pohjoismaissa 1620-luvulle asti, vaikka niistä kiinnostuttiin kartografian kannalta jo keskiajalla ja erityisesti 1500-luvulla (Julku 1977:11-13; Kostet 1995:23). 1400- ja 1500-luvuilta on säilynyt karttoja Pohjoismaista ja osassa niistä esiintyy myös suomenkielisten paikkojen nimiä (Rosberg 1985:1-14).

Kaikille maanmittareille oli annettu määräys käytettävistä painoista ja mitoista jo

vuonna 1665. Tämä määräys perustui vuonna 1605 tehtyyn päätökseen siitä, miten kyynärän mitta yhtenäistetään. Pituudeksi vahvistettiin Rydaholmin eli Tukholman kyynärä (=59,34 cm). Mitta-asteikkojen avulla on laskettu kyynärävirheitä ja todettu, että joidenkin maanmittareiden käyttämät kyynärät ovat olleet 1,5-6,1 mm liian lyhyitä. Näissä tapauksissa virhe on johtunut paitsi alkuperäisestä mitan virheestä myös paperin muuttumisesta (Kostet 1995:137-138).

Kyynärän ohella käytössä oli 1600-luvulla myös muita mittayksiköitä. Yleisimmin käytetty perusmitta suomalaisessa kaupunkimittauksessa oli ruotsalainen kyynärä ("aln"). Osassa ajan karttoja perusyksikkönä on "mijl" eli peninkulma (18000 kyynärää). 1600-luvulla peninkulman pituus kuitenkin vaihteli jonkin verran. Joissain kartoissa mittayksikkönä puolestaan on jalka (= 29,7 cm) (Kostet 1995:138-139).

Mittakaavoja tutkiessa on käynyt ilmi, että karttojen mittakaavat vaihtelevat jopa saman kartan sisällä eri kohteiden välisissä etäisyyksissä. Tällaiseen vaihteluun on mahdollisesti kaksi syytä. Ensinnäkin mittakaavassa heijastuva virhe voi johtua virheistä, jotka ovat sattuneet maastomittauksissa. Toiseksi kartan piirtämisessä on käynyt inhimillinen virhe ja näin mittakaava vaihtelee (Kostet 1995:139).

2.3.2 Astronomia osaksi maanmittausta

1600-luvun lopulla ja 1700-luvulla maanmittaus- ja kartoitustoiminta alkoi tulla entistä ammattimaisemmaksi ja erityisesti sarkajaosta isojakoon siirtyminen pakotti valtioita kouluttamaan ammattitaitoisia maanmittareita. Toisin kuin 1600-luvun alkupuolella, nyt maanmittariksi vaadittiin tutkinto (Huhtamies 2008:118-138).

1700-luvulla Ruotsin suurvaltakaudella tehdyt kartat olivat epätarkkoja, sillä paikanmääritys oli hyvin puutteellista. 1700-luvulla maanmittaukseen liitettiin tärkeänä osana astronomia, jonka avulla (maantieteellistä kolmiomittausta apuna käyttäen) saatiin pituus- ja leveyspiiri määriteltä tärkeille paikoille. Englannista alkanut mittalaitteiden kehitys helpotti taivaankappaleiden ja -ilmiöiden avulla tehtäviä pituusastemäärityksiä (Huhtamies 2008:141-142).

Napakorkeuden määrittäminen oli tärkein tehtävä geodeettisen tarkkuuden saamiseksi

halutulle paikalle. Sillä tarkoitettiin maapallon pinnan kaarevuuden huomioimista paikanmäärittämisessä ja se suoritettiin astronomisin eli tähtitieteellisin keinoin. Napakorkeuden avulla paikalle saatiin määriteltyä maantieteellinen leveys, jonka avulla pystyttiin kartoittamaan lopulta jopa kokonaisia valtioita. Aiempien vuosien tavasta tehdä vain maantieteellisiä mittauksia siirryttiin kohti tarkempaa, tähtitieteellistä mittausta, jossa hyödynnettiin trigonometriaa. Astronomisessa kolmiomittauksessa ei enää käytetty maanpinnan suuntaisia kolmioita, vaan kolmion yksi kärki osoitti jotain tiettyä taivaankappaletta. Maantieteellisiä mittauksia ei voitu astronomisista mittauksista huolimatta unohtaa, vaan niitä tarvittiin liitettäessä tähtitieteellisesti mitattuja paikanmäärittäyksiä toisiinsa. Lisäksi on huomioitavaa, että 1700-luvulla ei ollut sovittu yhteistä kansainvälistä 0-meridiaania (Greenwichin läpi kulkevaa), joten pituuspiirit piti kartoittaa toisin keinoin. Maanmittareilla oli lopulta käytettävissään kolme erilaista mittaustapaa: astronominen eli tähtitieteellinen, maantieteellinen aste- eli kolmiomittaus ja graafinen mittaustapa (Huhtamies 2008: 142-143).

1730- ja 1740-luvuilla myös Ruotsiin ja Suomeen tuotiin napakorkeuden määrittämiseen tarvittavia laitteita – kvadrantti, kaukoputki ja sekuntikello. Suomi otti oman suuren askeleensa maanmittaustoiminnassa vuonna 1748, kun maassa alkoi toimia maantieteellinen mittauskomissio. Tätä komissiota pidetään myös Suomen maanmittauslaitoksen alkupisteenä. Ensimmäinen Suomen maanmittaustirehtööri oli Olof Ehrnström. 1700-luvulla maanmittaustoiminnasta käytiin useita kiihkeitä keskusteluja sekä Suomessa että Ruotsissa, sillä karttojen puuttumista pidettiin syynä Ruotsin kärsimälle sotatappiolle vuosina 1741-1743 ja lisäksi maataloudessa alettiin siirtyä sarkajaosta isojakoon. Isojako sai aikaan myös erilaisten karttojen piirtämisen tehostumisen. Esimerkiksi sahojen sijainnin kuvaaminen koettiin tärkeäksi. Isojakoon ei kuitenkaan ryhdytty niin sanotussa Vanhassa Suomessa eli maan kaakkoisosassa, Ruotsin vallan tavoittamattomissa (Huhtamies 2008:143; 149-150; 161-162; 185-188; 229-230).

Suurimittakaavaiset isojakokartat korvasivat maaseudun maakirjakartat 1700-luvun jälkimmäisellä puoliskolla. Kaupunkikarttoja tehtiin edelleen, mutta aiempaa vähemmän. 1700-luvulla ruotsalaiset tekivät useisiin kaupunkeihin suunnitelmia linnoituksista, samoin venäläiset. Pienimittakaavaisten karttojen (pitäjänkartat,

kihlakuntatason kartat ja yleistason kartat) lisäksi 1700-luvulla yleistyivät sotilasviranomaisien pienimittakaavaiset kartoitustyöt (Paulaharju 2000; Strang 2000).

2.3.3 Runkomittauksesta koordinaattimittaukseen

Vuosina 1830-1845 suoritettiin Suomessa merkittävä runkomittaus, Struven ketju, venäläis-skandinaavinen astemittaus. Struven ketju oli mittaustyön ohella suurvaltojen kansallinen ylpeydenaihe ja tieteellisen kilpailun mittari. Lisäksi sillä oli sotilaallisia kytkentöjä. Ketju kulki aina Mustaltamereltä Jäämerelle asti ja sillä pyrittiin selvittämään maan tarkka muoto, koska se oli maan ja taivaankappaleiden tarkan etäisyyden mittaamisen edellytys. Ketjun avulla pystyttiin selvittämään lisäksi maanmittauksellisesti luotettavat pisteet ja näin liittämään karttoja toisiinsa. Nykyisten vaatimusten mukaan Struven ketju ei ollut aivan tarkka, mutta sillä oli valtava merkitys Suomen kartoituksessa 1800-luvulla. Ketjun avulla voitiin Suomessa ensimmäistä kertaa yhdistää maan eteläiset ja pohjoiset kartoitukset toisiinsa. Suomessa oli 70 ketjuun kuuluvaa kolmiopistettä ja niiden avulla Suomi saatiin liitettyä Venäjän kolmioverkkoketjuun. Struven ohella mittauksiin osallistui myös muita tähtitieteilijöitä, mutta hänen omana vastuualueenaan olivat vain pohjoiset alueet. 1800-luvun puolivälin tienoilla ketjun mittaukset ulottuivat Ruotsin ja Norjan puolelle (Huhtamies 2008:227-228).

1800-luvun alkuvuosikymmeninä maanmittareiden työ oli heikosti palkattua ja epäsäännöllistä. Se koettiin raskaaksi eikä töitä löytynyt riittävästi kaikille. Ensimmäisiä varovaisia parannusehdotuksia tehtiin 1820- ja 1830-luvuilla mutta varsinaisesti muutos lähti käyntiin vasta 1840-luvulla. Uusia säädöksiä ja sääntöjä alettiin valmistella Päämaanmittauskonttorin tarkastajan C.W. Gyldénin johdolla. Gyldén julkaisi vuonna 1848 säädöskokoelman, joka sisälsi isojaon järjestelyä koskevat säädökset. Näiden järjestelyiden tavoitteena oli alkavan teollisuuden, taajamien ja julkisten rakennushankkeiden maakysymysten ratkaiseminen. Maanmittauksella oli merkittävä yhteys teollistumiseen ja julkisiin rakennushankkeisiin, sillä maanmittareita tarvittiin runsaasti suunnittelutyössä (Huhtamies 2008:236; 245-247, 310-311).

Suomen kartoittamisessa oli taukoa autonomian ajan alun vuosina, sillä työvoimasta

oli pulaa ja maantieteelliset kartat kuuluivat venäläisten sotasalaisuuksien joukkoon. Kartoitustyöt alkoivat uudelleen vasta 1840-luvulla. Tällöin Suomessa oli tehty astronomisia mittauksia kartoitustyön pohjaksi ja havaintoja kirjattu riittävästi, jotta kartoitustyöt voitiin aloittaa. Kartoitustyön tauosta huolimatta autonomian ajan alkuvuosina oli Suomessa tehty kolmiomittauksia rannikkoalueilla, mutta koko Suomen alueella tehdyt mittaukset tulivat ajankohtaisiksi vasta Struven ketjun myötä. Vuonna 1841 Suomessa aloitettiin laaja-alainen maantieteellinen kartoitustyö. Koko maanlaajuinen yleiskartta perustui isojako-, pitäjän- ja kihlakunnankarttoihin, joita alettiin liittää yhteen yleiskartaksi. Ensimmäiset yleiskartan osat valmistuivat vuonna 1864 ja vuoteen 1873 mennessä koko maan kattava yleiskartta oli valmis. Tämä valmistunut kartta oli yksityiskohtainen, 1:400 000 -mittakaavainen ja 30-lehtinen. Tarkennuksia ja parannuksia sisältäneet korjatut versiot yleiskartasta julkaistiin vuosina 1891-1927 (Huhtamies 2008: 281-282).

1800-luvun maanmittareiden työvälineet olivat lähes identtisiä verrattuna jo 1600-luvulla työskennelleisiin kollegoihin. Mittareiden työt perustuivat edelleen ketjumittauksiin, joiden pohjana puolestaan olivat trigonometrian ja geometrian säännöt. Maanmittarin tärkeimmät työvälineet 1800-luvulla olivat tähtäinviivain, mittapöytä ja -ketju ja mittaustapa oli graafinen (Svårdson 1928:242; Huhtamies 2008:283). 1800-luvun graafinen mittaus käsitti kaksi erilaista tapaa: sädemittaus ja leikkausmittaus. Molemmilla tavoilla oli omat hyvät ja huonot puolensa liittyen pääasiassa mitattavan maaston olosuhteisiin; peltoalueita oli helpompi mitata kuin metsiä ja näin mittaustapa vaihteli. Koordinaatistoon perustunut mittaustapa alkoi 1800-luvun alussa lopulta hitaasti syrjäyttää perinteistä graafista tapaa (Heiskanen 1934:122-126; Gustafsson 1993c:16; Huhtamies 2008:283).

Vaikka kartoituksen pohjateoria ei juuri muuttunut 1600-luvulta 1800-luvulle edetessä, vanhimpien karttojen mittaustarkkuus on selvästi heikompi kuin uudempien. Tämä johtuu tavasta, jolla teoriaa sovellettiin käytäntöön. Vanhimpien, 1600-luvun karttojen mittausten virheet johtuivat monista Daniel Schwenterin mittaustapojen ohjeiden laiminlyönneistä. Esimerkiksi kiintopisteitä ei määrätty etukäteen, jolloin mittapöydän asemapisteen muodostivat avoimen monikulmiojonon. Tällaisessa tilanteessa suuntavirheet kertautuivat ja kartoista tuli hyvin epätarkkoja todelliseen tilanteeseen nähden (Gustafsson 1933a:62-63, 65-66; Mökkönen 2006b:16). On

kuitenkin myös huomattava, että 1600-luvun geometrisissä kartoissa mittaustarkkuus vaihtelee paitsi karttojen välillä myös kartan sisällä (Mökkönen 2006b:16). Nämä virheet ovat syntyneet joko mittauksen yhteydessä (suunta- ja etäisyysvirheet) tai tilanteessa, jossa mittaukset siirretään paperille (piirto- ja laskuvirheet). 1600-luvulla kartoittamisessa ei tehty tarkistusmittauksia ja toisaalta alkupään virheitä ei haluttu lähteä korjaamaan enää kartoituksen edettyä pitkälle, vaikka nämä virheet todennäköisesti oli huomattu (Gustafsson 1933a:63). Menettelytapoihin, joihin mittauksen epätarkkuuden johtivat, puututtiin vuoden 1725 maanmittareiden ohjesäännössä. Ohjeessa painotettiin, että asemapisteen tuli määrittää ennalta määrättyjen kiintopisteiden avulla. Tämä sääntö ei tosin vaikuttanut toimintatapoihin Suomessa. Näitä ohjeita uudistettiin vuonna 1766, jolloin huomiota kiinnitettiin aiempaan kiinto- ja asemapisteehjeistukseen. Uudistetuissa ohjeissa kiinnitettiin aiempaa enemmän huomiota myös mittojen tarkistamiseen ja asemapisteen valitsemisperusteisiin (Gustafsson 1933a:126-128). Näiden tehtyjen tarkennusten myötä karttojen laatu parani 1700-lopulla ja entisestään kartat paranivat 1800-luvun alkupuoliskolla kartoitettaville alueille tehtyjen linjaverkkojen ansiosta (Gustafsson 1933c:23; Mökkönen 2006b:18).

Jo 1600-luvulla tärkeään asemaan maanmittareiden työvälineiden osalta nousi mittapöytä, joka pysyi Suomessa käytössä aina 1910-luvulle asti. Mittapöytä oli mittaketjun ohella maanmittaajan tärkein työkalu ja sillä oli myös eräänlainen ikoniasema maanmittauksessa (Gustafsson 1993c:20). 1800- ja 1900-luvuille mentäessä pöytään tehtiin parannuksia lähinnä pöytälevyn rakenteeseen ja tähtäinlaitteisiin eli dioptereihin. Näiden parannusten myötä karttojen laatu parani ja mittauksista tuli nopeampia suorittaa. Lisäksi mittapöydän uudistukset edesauttoivat pöydän monipuolisempaa käyttöä ja mittavälineestä tuli 1600-luvusta poiketen käyttökelpoinen myös muualla kuin peltoalueilla ja laajoilla alueilla. 1800-luvulla mittapöydän säänkestävyyttä parannettiin aiemmasta, sillä pöytää käytettiin aina ulkona. Samalla vuosisadalla pöydän vakiovarusteeksi muodostui kiikariviivoitin, joka ensimmäistä kertaa oli ollut käytössä 1700-luvun lopulla. Kiikariviivaimen ansiosta pöydän kääntely ei tuottanut lisävirheitä mittauksiin (Ollila 1910:9; Huhtamies 2008:284). 1800-luvulla mittapöydän varusteista poistettiin bussoli, suuntimakompassi. Se oli 1700-luvulla mittapöydän vakiovaruste, jonka avulla pöytä saatiin asetettua helposti oikeaan asentoon ilmansuuntiin nähden. 1800-luvun alussa

karttojen tarkkuus parani huomattavasti eikä bussolia enää tarvittu. Vähemmän tarkkuutta vaativissa metsäkartoituksissa bussoli tosin edelleen oli käytössä aina 1800-luvun puoliväliin asti (Gustafsson 1933a:131, 134). Mittapöydän varusteluun 1800-luvulla kuului vuosisadan alkuvuosista alkaen pieni rasiavesivaaka, libelli. Sen tehtävänä oli yhdessä pöydän jalan pallonivelen ja asetinruuvien kanssa asettaa vaakasuoraan eli horisontoida mittapöytä ilman mittapöydän jalkojen liikuttelua. Libellin edeltäjänä 1700-luvun mittapöydässä oli putkivatupassi, jonka toiminta oli huomattavasti seuraajaansa yksinkertaisempi (Gustafsson 1933a:131-133; Gustafsson 1933c:16). Suomessa käytetty mittapöytä erosi keskieuropalaisesta pöydästä jonkin verran suomalaisen version ollessa vaatimattomampi ja vähemmän varusteltu. Suomessa maanmittarit tekivät pöydät usein itse eikä pienien maaston korkeuserojen takia dioptereilta vaadittu yhtä suurta tarkkuutta kuin Keski-Euroopan vuoristoissa. Kompassia ei suomalaisessa mittapöydässä varusteena yleensä ollut, mutta maanmittarille se oli silti tärkeä työväline sekä mittausten että mittaajaan oman turvallisuuden kannalta (Svårdson 1928:237; Huhtamies 2008:285-286).

1800-luvun karttojen ongelmana oli karttalehtien vääristyminen. Käytetyt paperit kutistuivat, kun niitä liimattiin kartan piirtämistä varten mittapöytään kiinni. Paperin kutistuminen sai aikaan mittasuhteiden vääristymistä ja näin vaikeutti karttalehtien liittämistä toisiinsa. Myös vesivärit kutistivat paperia. Kutistuminen yritettiin ottaa huomioon erilaisilla testeillä ja kontrolleilla sekä palauttamalla jo kutistunut kartta alkuperäiseen muotoonsa tulen tai vesihöyryn avulla (Svårdson 1928:237; Huhtamies 2008:284-285).

Ennen kuin maanmittaajat saivat käyttöönsä erilaisia optisia mittaustaitteita, oli heidän tärkein työvälineensä mittaketju. Sen pituus oli määritelty maanmittarien ohjesäännöissä ja vuoden 1848 versiossa sen mitaksi oli säädetty 25 kyynärää (1 kyynärä = 59,4 cm). Ketju oli rautainen ja sen takia painava kantaa mukana. Sen ohella käytettiin mittauksissa rautaisia mittatikkuja, joiden avulla haluttu mitattu matka saatiin merkittyä maastoon (Gustafsson 1933c:8). Painostaan huolimatta mittaketju oli ainoa käyttökelpoinen mittaustaitte metsämaastossa. Mittaketju tosin venyi ja kului käytössä sekä oli altis lämpötilanvaihteluille. Se ei myöskään ollut aivan tarkka, koska mittaustilanteessa se yleensä aina painui hieman kaarelle painonsa takia (Gustafsson 1933a:126).

1890-luvulla rautaiset mittaketjut vaihdettiin niiden epäkäytännöllisyyden takia teräksisiin mittanauhoihin. Nauhan käyttö oli vaativampaa kuin ketjun, mutta se syrjäytti ketjun kokonaan 1910-luvun aikana (Gustafsson 1933c:21; Huhtamies 2008:286). Optiset mittausvälineet puolestaan tulivat markkinoille 1800-luvun viimeisten vuosikymmenten aikana. Optiset laitteet kehittyivät nopeasti ja maanmittareiden työ helpottui niiden myötä (Svärdson 1928:242).

1800-luvulla karttojen piirtäminen muuttui lähes kokonaisuudessaan sisätyöksi. Tämä oli seurausta siirtymisestä graafisesta menetelmästä koordinaatti- eli viittalinjamittaukseen, jossa kenttätöissä otettiin ylös vain mittaustiedot eikä karttapaperia jääty piirtämään maasto-olosuhteisiin. Monessa tapauksessa maanmittaaja kuitenkin hahmotteli silmämääräisesti alueet paperille. Mittapöytää käytettiin edelleen, vaikka itse piirtäminen sisätiloihin siirtyikin. Pöytää tarvittiin varsinaisessa mittaustyössä. Viittalinjamittaus oli runkomittausta ja sen eduksi koettiin huomattava tarkkuus aiempiin mittaustekniikoihin nähden. Karttojen mittakaavaksi muodostui koordinaattimittauksessa yleensä 1:8000 (Huhtamies 2008:287-288).

Vallitsevaksi maanmittausmenetelmäksi koordinaattimittaus kehittyi Suomessa 1830-luvulla. Mittauksen alkuperämaa oli Saksa, mutta Suomeen tietotaito saapui Ruotsista. Mittauksen tärkeimpiä kohteita olivat aluksi metsät, ja niissä suoritettujen kenttätöiden olivat Suomen maanmittauksen tärkeimpiä kohteita useiden vuosikymmenien ajan. Mittaustyö oli fyysisesti hyvin raskasta, mutta tarkkuutensa takia suosittua (Svärdson 1928:239-240; Gustafsson 1933c:11; Huhtamies 2008:287-288). Metsien mittaamistapaa alettiin lopulta käyttää myös avoimilla maastoilla, pääasiassa viljelyksillä. Koordinaattimittausta käytettiin vielä 1930-luvulla (Gustafsson 1933c:19). Sen hyviä puolia olivat muun muassa tarkkuus, nopeus, riippumattomuus säätilasta ja matematiikan vähäisyys. Huonoiksi puoliksi koettiin mittauksen suorittamista varten tehdyt metsien raivaamiset, sillä onnistuakseen tarvittiin tarpeeksi avoin maasto (Gustafsson 1933c:18-19; Heiskanen 1934:106; Huhtamies 2008:288-289).

Tärkeimpänä työvaiheena kenttämittauksissa oli kulmien ja pituuksien mittaaminen.

1800-luvulla mitattiin vaakakulmaa mutta 1900-luvulla myös pystykulmaa, sillä karttoihin alettiin merkitä korkeuskäyriä. Pituusmatkoja mitattiin aiemmin kuvatulla mittaketjulla, mutta kulmien mittaamista varten käytössä oli yksinkertaisesti toimiva tähtäinlaite. 1800-luvulla optiset, valoa heijastavat ja taittavat kulmanmittauslaitteet syrjäyttivät alkeellisemmat versiot. Kulmanmittauslaitteita olivat esimerkiksi kulmaristit, -prismat ja -peilit (Huhtamies 2008:289-290).

Mittalaitteiden kehitys oli suurin syy karttojen tarkkuuden parantumiselle. Suomessa kulmapeilit ja muut mittapöydän, tähtäimen, silmämääräisen tulkinnan ja kiikariviivaimen kehittyneemmät seuraajat tulivat runsaampaan käyttöön 1890-luvulla. 1800-luvulta alkaen ja jatkuen pitkälle 1900-luvulle oli maanmittaajien käytössä Suomessa monipuolisin ja paras kulmanmittauskone, teodoliitti. Laite oli rakenteeltaan hyvin monimutkainen mutta sen käyttömahdollisuudet olivat monipuolisia. Teodoliitti piti sisällään kaikki maanmittarin tarvitsemat mittausvälineet paitsi korkeuskäyrien selvittämiseen tarvittavaa mittaria. Korkeuserot mittaaja selvitti barometrillä eli ilmapuntarilla, jolla mitattiin ilmanpainetta ja sen muutoksia. Barometrin avulla saatiin selville maaston korkeus, koska ilmanpaine pienenee korkeuden kasvaessa (Huhtamies 2008:290-291).

1800-luvun tärkein vaihe kartan teossa oli mittaaminen. Aiemmin tärkeässä asemassa olleet kartan koristelut ja muut oheistarpeet eivät enää olleet prioriteettina. Kartoista tehtiin kaksiulotteisia ja ilmakuvamaisia. Aiemmista vuosisadoista poiketen 1800-luvulla pidettiin esteettisenä siistiä, normienmukaista ja muiden karttojen kanssa samanmittaista karttaa. Kartan tuli olla selkeä, asiallinen, luotettava ja toisiin karttoihin yhteenliitettävä. Lisäksi 1800-luvulla oli tärkeää, että kartta oli esitystavaltaan ja ulkoasultaan standardisoitu. Kartan merkeistä annettiin erillinen malli vuonna 1824, joiden mukaan kartta oli väritettävä ja piirrettävä tietyllä tapaa sekä siinä tuli olla kehys, pohjoisviiva, mittakaava, ympäryskirjoitus ja otsikko. Mittakaavoja alkoi olla useita hyväksytyjä (Gustafsson 1933c:44; Huhtamies 2008:292).

Karttojen teko oli käsityötä vielä 1800-luvun alkupuolella, mutta vuosisadan puolivälissä painotekniikka ja myöhemmin vielä muut mekaaniset laitteet auttoivat maanmittaria kartan valmistuksessa. Laitteista ja apuvälineistä huolimatta kartat

kuitenkin edelleen piirrettiin tussilla lumppaperille ja värit satiin luonnontuotteista (Strang 2005:8). Lyijykynä oli niin sanotun etäisyyskammun ja ruutupaperin ohella yksi 1800-luvun uusista kartan tekemisen apuvälineistä (Gustafsson 1933c:44). 1700-luvulla kartat kopioitiin luu- ja teräsesineitä apuna käyttäen, mikä kulutti karttapapereita huomattavasti, vaikka se työvaiheena olikin nopea. Toisena kopioimiskeinona, josta 1800-luvulla alettiin luopua, oli neuloilla pistely papereiden läpi. 1800-luvun kuluessa karttojen kopioiminen alkoi helpottua ja vuonna 1895 kehitettiin lasinen kopioimispöytä (Huhtamies 2008:292-293). Vastaavanlaisia valopöytiä on edelleen käytössä.

Kartanteon merkittävimmät edistysaskeleet otettiin painotekniikassa. Aiemmin käytetyn työlään, kalliin ja hitaan kuparikaiverruksen korvasi kivipainotekniikka. Painotekniikan kehittymisen yhtenä alkuunpanijana oli karttojen lukijakunnan laajeneminen virkamiehistä aina koululaitoksiin asti. Kivipainetut kartat tulivat käyttöön 1800-luvun puolivälissä ja niiden etuna kuparikaiverrukseen verrattuna oli edullisuus. Kivipainatus pystyttiin myös tekemään Suomessa toisin kuin kuparikaiverrus. Suomeen kivipainotekniikka tuli 1830-luvulla ja ensimmäinen alan laitos, Tengströmin kivipaino, perustettiin vuonna 1834. Helsingissä sijainneiden kivipainojen ohella myös Turussa toimi alan laitos, mutta se ei yltänyt pääkaupungin laitojen tasolle. Turkuun kuitenkin perustettiin uusi kivipaino vuonna 1890, jolloin kaupungissa painotekniikka kehittyi selvästi (Huhtamies 2008:294).

Maanmittarit laskivat alueiden pinta-aloja kartoistaan 1880-luvulla täysin samoin keinoin kuin oli tehty jo 1700-luvun lopulla. Tiluksien pinta-alat laskettiin geometrisesti tai apuvälineiden, polettien, avulla (Huhtamies 2008:296). Vaikka maanmittarit saivat uudet ohjesäännöt vuonna 1848, eivät ne tuoneet muutosta edellisen vuosisadan loppupuolella kehitelyihin pinta-alamittaustekniikoihin (Gustafsson 1933c:24). Pinta-alojen laskemisessa alkoi tapahtua muutosta 1880-luvulla, kun maanmittarit saivat käyttöönsä planimetrit. Niiden käyttöönotto ajoittui samaan vaiheeseen metrijärjestelmään siirtymisen kanssa. Planimetrien etuna oli, että niistä voitiin välittömästi lukea kaikenmuotoisten alueiden pinta-alat. Metrijärjestelmään siirtymisen myötä planimetrit laskivat aloja hehtaareina ja aareina aiempien tynnyrialojen ja kapanalojen sijaan (Huhtamies 2008:296). Korkeuskäyrät esiintyvät kartoilla kuvaamassa maastonmuotoja ensimmäistä kertaa 1870-luvulla.

Venäläiset sotilaskartoittajat valmistivat topografisia karttoja, joihin käyrät piirrettiin näkyviin (Gustafsson 1993c:87-88; Jaakkola 1983:418). Ennen korkeuskäyrien käyttämistä maastomuodot pyrittiin tuomaan esiin erilaisilla varjostuksilla (Mökkönen 2006b:16).

2.3.4 Kaukokartoitus

Suomen ajauduttua mukaan ensimmäiseen maailmansotaan (vuodet 1914-1918) ja kansalaissotaan (vuonna 1918) sekä itsenäistyttyä vuonna 1917 ohjautui valtio talouspoliittisesti maatalousväestöä ja maataloutta suosivaksi 1920-luvulla. Sotien aiheuttamasta elintarvikepulasta alettiin toipua hitaasti ja peltopinta-alaa Suomessa lisättiin runsaasti. Pyrkimyksenä oli myös turvata rauha yhteiskunnassa ja yhteiskuntajärjestelmässä selvittämällä sosiaalisia kysymyksiä. Maanviljelyn tehostamisen avuksi Suomessa jatkettiin Venäjän vallan aikana aloitettua maareformia, eli maan omistaminen yksityistettiin (Ahvenainen & Vartiainen 1982:182; Huhtamies 2008:355-357).

Suomessa tehtiin itsenäisyyden alkuvuosina maanmittausalan hallinnollisia muutoksia, mutta kentätasolla muutokset eivät juuri näkyneet. Mittaustekniikassa ei suuria muutoksia tapahtunut lukuun ottamatta 1920-luvun merkittävää uudistusta, ilmakehuvausta. Mittapöydän käyttö väheni entisestään eikä sitä käytetty lainkaan graafisena menetelmänä. Lisäksi mittaketju korvattiin lopullisesti teräsmittanauhalla. Aikakaudella vastakkainasetteluasemaan ajautuneet mittapöytämittaus ja teodoliitti- eli koordinaattimittaus poikkesivat toisistaan täysin. Teodoliittimittauksessa mitattiin aluksi kolmioverkko ja siihen liitettiin teodoliittipolygoniverkko, johon puolestaan voitiin liittää yksityiskohtaisilla mittauksilla suoritettu mittalinjaverkko. Teodoliittimittauksen etuna oli, ettei siinä tarvittu suurta määrää apulaisia eikä metsää haaskaavia selkälinjoja tarvittu. Kulmaprismat ja teodoliitit syrjäyttivät kulmapeilit ja diopteriviivaimen, mutta toisaalta alanlaskumenetelmän kanssa oli vielä ongelmia. Välineistö kehittyi nopeasti 1900-luvun alkupuoliskolla, kun mittajaajat kehittivät niitä itse. Laitteiden laatu parani materiaalimuutosten myötä ja käyttömahdollisuudet ja -tarkkuus kohenivat. Huomioitavaa oli välineiden keveneminen, jolloin niiden kantaminen maastossa helpottui huomattavasti. Valtakunnanlaajuista kolmioverkkoa alettiin rakentaa heti itsenäistymisen jälkeisinä vuosina, sillä maasta oli aiempaa kovempi kysyntä ja erityisesti kaupunkialueet kaipasivat tarkkaa mittaustoimintaa.

Vuosina 1916–1917 maanjakoon liittyvää lainsäädäntöä muutettiin ja annettiin yksityiskohtaisia määräyksiä mittauksien suorittamisesta. Yhtenä tärkeimmistä muutoksista oli koordinaattimenetelmän pakollisuus kaikissa mittauksissa. Mittataulua käytettiin tällöin vielä mittauksissa mukana, mutta mittapöydän käyttöä rajoitettiin (Huhtamies 2008:372-374).

Mittapöydän jäätyä graafisen menetelmän välineenä historiaan 1920-luvulla, käytettiin sitä edelleen topografiakartoituksissa kiikariviivoittimen, kaukoputken ja viivaimen yhdistelmän, kanssa. Kiikariviivoittimen pöytä oli mittapöytää raskaampi mutta muuten vastaavanlainen. Kiikariviivoittimen käyttö oli mittaajalle miellyttävämpi käyttää ja mittaustulos oli kaukoputken ansiosta tarkempi. Kiikariviivoittimen avulla voitiin mitata myös korkeutta, sillä laitteessa oli pystykehä, jota lukemalla saatiin korkeuskulmat selville. Viivoittimen toiminta oli yhtenevä tähtäinvivaimen kanssa, mutta käyttö oli helpompaa. Mittapöydän ja kiikariviivoittimen yhdistelmää käytettiin 1900-luvulla muun muassa Lapin kartoittamisessa (Heiskanen 1934:123-125; Huhtamies 2008:374-375).

Mittapöydän ohella myös muita mittausvälineitä kehiteltiin aiempaa paremmiksi. 1800-luvulla yleisesti käytössä olleet kulmarummut ja -peilit korvattiin 1900-luvun alussa yksinkertaisemmilla prismoilla ja myöhemmin prismarummuilla, joilla voitiin mitata monipuolisesti erilaisia kulmia. Kulmien mittaaminen tuli entistä tärkeämmäksi osaksi kartoitusta polygonimittausten (monikulmiomittausten) yleistyttyä. Niitä käytettiin esimerkiksi jokien, teiden ja rajojen kartoittamisessa. Prismarummun ohella kulmia mitattiin peilikehällä. Sen etuna oli, ettei sen käytössä tarvittu erillistä jalustaa, mutta toisaalta sen käyttö oli hyvin hankalaa vaatien pitkän harjoittelun. Tarkkuudeltaan peilikehä oli hyvä. Yhtenä parhaista uusista mittausvälineistä pidettiin jo aiemmin mainittua teodoliittia. Sen tarkkuus oli muita mittalaitteita parempi, mutta sen käyttöön liittyi virhemahdollisuuksia. Teodoliitti yleistyi ja syrjäytti mittapöydän ja kiikariviivoittimen 1900-luvun alkupuoliskolla. Teodoliitin huonona puolena pidettiin sen painoa (Huhtamies 2008:375-376).

Aiempiin vuosisatoihin verrattuna 1900-luvun alkupuolella edettiin maanmittauksessa pitkin askelin kehityksessä eteenpäin. Korkeuden mittaaminen oli yksi nopeasti kehittyneistä mittaustaidoista. 1900-luvun alussa oli käytössä uusia ja vanhoja

menetelmiä ja useita uusia mittalaitteita. Korkeutta mitattiin vaaitsemalla, trigonometrisesti tai barometrisesti. Viimeisin tarkoitti ilmanpaineen muutokseen perustuvaa mittausta, sillä ilmanpaineen tiedettiin pienenevän korkeuden kasvaessa. 1930-luvulla korkeus voitiin barometrisesti määrittellä metrin tarkkuudella mutta mittauksissa oli huomioitava ilmanpaineen vaihtelut saman korkeuden sisällä esimerkiksi ukkosen takia. Tämän takia jouduttiin tekemään useita tarkistusmittauksia suhteessa merenpinnan tasoon. Ilmanpaineeseen perustuvissa mittauksissa käytettävissä oli 1900-luvun alussa aneroidibarometri, jonka toiminta perustui tyhjiän kouruiseen metallirasiaan, jossa tapahtuvat siirtymiset viisari siirsi asteikolle. 1930-luvulla käyttöön saatiin lisäksi toinen, aneroidibarometriä tarkempi mittari, tarkkuusbarometri. Tarkkuusbarometriä käytettiin muun muassa lentokuvauksissa, jolloin lentokone saatiin pidettyä samalla korkeudella koko kuvausten ajan (Heiskanen 1934:63-64; Huhtamies 2008:376).

Barometrien lisäksi korkeutta mitattiin trigonometrisesti. Tällöin tarvittiin jokin korkeuskulmaa mittaava mittari, jotta tähtäyssuunnan kaltevuuskulma voitiin mitata. Suurissa korkeusmittauksissa tuli lisäksi huomioida maan kaltevuus ja ilmakehässä tapahtuva tähtäyksen taittuminen (refraktio). Maanmittareilla oli käytettävissään kaavoja, joilla he pystyivät nämä osatekijät huomioimaan työssään, mutta silti trigonometriset keinot mittauksessa olivat pitkillä matkoilla epätarkkoja. Lyhyillä matkoilla tarkkuus oli senttimetrejä. Refraktion minimoimiseksi mittaukset tuli suorittaa keskipäivällä ja parhaat tulokset trigonometrisestä korkeusmittauksesta saatiin välipistemittausten avulla. Tämä tarkoitti, että maanmittari mittasi kahden tai useamman pisteen ja jonkin havaintopisteen välisen korkeuseron (Heiskanen 1934:64-66; Huhtamies 2008:376-377).

Barometrisen ja trigonometrisen korkeusmittaustavan lisäksi 1900-luvun alkupuoliskon maanmittareilla oli myös kolmas tapa käytössään: vaaitus eli nivelleeraus. Vaaitus perustui kahden tai useamman pisteen väliseen korkeuseroon ja siinä tarvittiin vaaitustankoa ja tähtäyskonetta. Trigonometriaan ja barometriaan verrattuna vaaitus oli hitaampi mutta tarkempi mittaustapa. Vaaituksella korkeusero voitiin mitata jopa millimetrin tarkkuudella, mikä koettiin elintärkeäksi muun muassa kaupunkimittauksissa sekä erilaisissa tarkkuutta vaativissa kohteissa kuten siltojen, tunneleiden ja rautateiden rakentamisessa. Vaaitusta käytettiin myös maatalouden

tarpeisiin (Holmström 1913:88, 97, 105; Heiskanen 1934:64-66).

Vaikka jokaisessa kolmessa menetelmässä (barometrinen, trigonometrinen ja vaaitus) määriteltiin paikkojen korkeusero, ei varsinaista korkeutta kuitenkaan saatu selville, vaan siinä apuna tarvittiin merenpintaa. Merenpinnan korkeuteen suhteessa maahan vaikuttaa maankohoaminen ja tuulet ja siksi vertauskohdaksi tuli ottaa niin sanottu normaalinolla, joka joskus oli ollut merenpinnan tasolla. Normaalinolla oli absoluuttisesti laskettu piste ja se merkittiin Helsingin Tähtitorninmäellä sijaitsevalla peruskiintopisteellä (Heiskanen 1934:66-67).

Korkeuden ohella mitattiin myös eri kohteiden etäisyyksiä. Etäisyysmittauksia varten 1900-luvun alkupuoliskolla oli käytössä kaksi erilaista mittanauhaa (kevyt ja raskas) sekä mittalanka. Mittanauha oli läpileikattuna litteä ja mittalanka pyöreä. Lanka oli käytössä perusviivamittauksissa, joissa tarvittiin suurta tarkkuutta. Vuosisadan vaihteeseen verrattuna 1930-luvun alkaessa optisia etäisyysmittareita oli jo useita erilaisia, esimerkiksi etäisyysprisma, takymetri ja lankaetäisyysmittari (Heiskanen 1934:17-18, 85-89).

1920-luvulla Suomen maanmittausta mullisti lentokoneista suoritettu ilmakekuus. Valokuvausta käytettiin maanmittauksessa ensimmäistä kertaa jo vuonna 1904. Tästä uudesta maanmittauskeinosta muodostui kokonaan uusi tieteenala, fotogrammetria. Varhaisimpia välineitä käytettiin maanpinnalla, joko tasaisella tai vuoristoisessa maastossa. Myöhemmin valokuvausvälineitä alettiin nostaa ilmaan, jotta saataisiin kuvattua alueita paremmin. Ennen lentokoneita kameroita lennätettiin ilmassa leijojen avulla (Huhtamies 2008:379).

Maanpinnalta tehdyt fotogrammetriset mittaukset syrjäytettiin suhteellisen nopeasti lentokuvauksella. Lentokoneesta kuvattuna alueesta saatiin kuva periaatteessa suoraan ylhäältä päin, jolloin maaston muodot kuvautuivat oikeanmuotoisina toisin kuin vinosti maanpinnalta otetuissa kuvissa. Lentokoneesta otetut kuvat tuli kuitenkin oikaista eli muuttaa maaston suuntaisiksi, jotta ne olivat luotettavia kartoituksen tekemisen apuvälineitä. Myöhemmin keksittiin keino, jolla ilmakekuvasta saatiin mittasuhteiltaan karttaa vastaava. Mittakaavaa kartalle ei kuitenkaan saatu, koska lentokoneen kuvauskorkeus ei ollut tiedossa. Tämän ongelman ratkaisemiseksi

kehiteltiin kuvastapa, jossa lentokoneesta otettiin yksittäisten kuvien sijaan kuvasarja ja näin saatiin selvitettyä mittasuhteet oikein. Kuvasarjan kuvia voitiin tutkia stereoskooppisesti, eli kahdella silmällä katsomalla kuvista saatiin kolmiulotteisia, jolloin maan topografiaa oli helppo tutkia ilman mekaanisten laitteiden tarvetta. Kartografisesti stereoskopiolla oli mullistava merkitys, sillä kartoitustyö halpeni ja nopeutui aiempaan verrattuna (Huhtamies 2008:379-380).

Laajoihin kartografisiin päämääriin suuntaavia perusviiva- ja kolmioverkkomittauksia alettiin tehdä 1920- ja 1930-luvuilla. Mittaustekniikat kehittyivät sota-aikojen jälkeen nopeasti ja mittaustyöt saatiin tehtyä aiempaa tehokkaammin ja nopeammin. Tavoitteena oli luoda yhtenäinen geodeettinen verkko ja suurten verkkojen katvealueiden häviäminen. Kolmiomittausten päätarkoituksena oli taloudellisten karttojen ja pitäjänkarttojen valmistaminen (Jaakkola 1983a: 404-405; Huhtamies 2008: 380).

1900-luvun jälkimmäisellä puoliskolla maanmittauksessa koettiin suuria mullistuksia. Nopea tekniikan kehittyminen edesauttoi maailmanlaajuisen kartoittamistyön etenemistä ja mannertenvälisistä mittauksista alkoi tulla arkipäivää. Avaruusteknologia nosti kartoittamistyön merkityksen aiempaa korkeammaksi, kun satelliittien ja avaruuslentojen myötä maanmittauksesta saatiin entistä tarkempia mittaustuloksia. Euroopan ja Yhdysvaltojen ohella Neuvostoliitto alkoi nousta merkittäväksi tekijäksi kartoittamistyössä ja 1970-luvulla se alkoi myydä alueeltaan valikoituja satelliittikuvia. 1900-luvun puolivälin jälkeen kartografisten mittausten ohella tietojenkäsittelytekniikkakin kehittyi huimaa vauhtia, minkä myötä alan suuret yritykset alkoivat toimia (Karttunen 2003:311-314; Paunonen 2003:136; Suominen 2003:125-126; Huhtamies 2008:424-426).

Ilmakuvaustoiminta alkoi Suomessa vuonna 1936 ja vakiintui hallitsevaksi kartoitusmenetelmäksi sodan jälkeen 1940-50-luvuilla, jolloin lähes kaikki kartoitukset perustuivat ilmakuvauksiin. Ilmakuvausten seurauksena alkoi niin sanottu kaukokartoituksen aikakausi ja lentokoneiden seuraajiksi tulivat satelliitit. Suomessa ilmakuvauksesta tuli hyvin suosittua, sillä maanpinnan tasaisuudesta johtuen mittakaavavirheitä ei juuri syntynyt. Toisaalta taas ilmakuvaus voitiin suorittaa pääasiassa vain kesäisin hyvällä säällä, mutta mielellään kuitenkin ennen

kasvillisuuden täyttä kukoistusta. Ilmakuvauksen todettiin sopivan Suomeen hyvin jälleenrakennuskaudella sotien jälkeen, kun laajat rakennustyömaat voitiin nähdä ylhäältä päin. Ilmakuvat auttoivat muun muassa peltoalojen laskemisessa, metsien tilan arvioimisessa ja asutustoiminnan etenemisen seuraamisessa. Ilmakuvaamisella voitiin kartoittaa myös vaikeapääsyiset maastopaikat. Kuvausten ongelmana Suomessa olivat kuitenkin vanhentunut lentokalusto ja valtion sotakorvauksista johtuva taloudellinen ahdinko (Huhtamies 2008:431).

1900-luvun puolivälissä aloitettiin koko Suomen kattavat ilmakuvaukset, joiden tarkoituksena oli toimia peruskartan pohjana. Työ aloitettiin Lapista, josta edettiin kohti etelää. Työ vaati aiempaa tarkempaa ja tiheämpää kolmiomittausta, jota 1960-luvulla saatiin helpottamaan radioaalloilla toimivia etäisyydenmittauslaitteilla, tellurometreillä. Kulmat mitattiin edelleen teodoliiteilla, jotka GPS-laitteet syrjäyttivät vasta 1980-luvulla. Tellurometrin ohella toinen tärkeä uusi työväline kartoitustyössä oli tietokone, joka helpotti, tarkensi ja nopeutti työntekoa selvästi. Vielä 1960-luvun alussa tietokoneiden vuokraaminen virastoihin oli yleistä, sillä tekniikan erittäin nopean kehittymisen myötä ei koettu järkeväksi ostaa kalliita koneita, kun ne tuli uusia muutaman vuoden välein. Uusien välineiden yleistymisestä huolimatta kartoitustyö oli 1900-luvun viimeisinä vuosikymmeninä edelleen monivaiheista ja maastossa jouduttiin kulkemaan raskaiden taakkojen kanssa. 1980-luvulle asti maanmittaus perustui maastossa tapahtuvaan kolmiomittaukseen (Huhtamies 2008:433-444).

Maanmittaushallitus oli vastuussa kunnallisesta karttatuotannosta aina 1960-luvulle asti, jolloin kunnat aloittivat oman karttatuotantonsa. Kunnallisen karttatuotannon ominaispiirteitä on karttojen vaihtelevuus muun muassa mittakaavojen suhteen. Vaihtelevien mittakaavojen lisäksi esimerkiksi korkeuskäyrien piirtämisen ajankohta on vaihdellut eri kuntien välillä suuresti. Kunnallisten karttalaitosten valmistamien karttojen merkitys on aina ollut suuri väestömäärän takia, vaikka alueellisesti ne ovat kattaneet vain muutamia prosentteja maa-alasta. Suomessa yli puolet väestöstä asuttaa kunnallisten karttojen kattamaa aluetta ja tästä syystä karttojen tarkkuus on oltava paras mahdollinen. Kunnallisten karttojen päivitys on valtakunnallisia karttoja yleisempää ja tärkeämpää, sillä kuntaliitokset ja alueiden nopea kehittyminen muuttavat karttatietoja (Huhtamies 2008:447).

Tärkein karttatyyppe kunnallisessa karttasuunnittelussa on kantakartta eli yleismaastokartta (mittakaava 1:500 – 1:2000). Sen pohjalta valmistetaan kaikki muut kunnalliset kartat ja kantakartta onkin kiinteistömuodostuksen ja kaavoituksen perusta, jossa kuvataan rakennukset, kiinteistöt, vesialueet, korkeustiedot, nimistö ja liikenneyhteydet. Näiden tietojen pohjalta voidaan valmistaa teemakarttoja kunnan tarpeiden mukaan sekä tarvittaessa virastokarttoja, jotka ovat kuntien tärkein yleismaastokarttaryhmä (Huhtamies 2008:447).

Koko Euroopan kehitystä mukaillen Suomessakin talous alkoi kohentua nopeasti 1960- ja 1970-luvuilla. Muuttoliikkeet maan rajojen sisä- ja ulkopuolella, kaupungistuminen ja teollistuminen jatkuivat edelleen voimakkaina ja niiden seurauksena Suomessa saavutettiin vuonna 1970 väestöhistoriallisesti erittäin merkittävä käännekohta: kaupunkilaisia oli enemmän kuin maaseudulla asuvia. Suomen talouden rakenne alkoi muuttua, kun bruttokansantuotteesta aiempaa suurempi osuus muodostui palveluista ja valtio alkoi siirtyä teollisesta yhteiskunnasta jälkiteolliseen yhteiskuntaan ja automaatioyhteiskuntaan. Kaupunkiväestön määrän kasvaessa myös maanmittaus alkoi keskittyä aiempaa tehokkaammin taajamiin ja kaupunkeihin. Maaseutu menetti ykkösasemansa maanmittauksen toiminta-alueena, vaikka perinnönjaot, sukupolvenvaihdokset ja erilaisten suojelualueiden muodostamiset ylläpitivätkin mittaustoimintaa myös kaupunkien ulkopuolella. Toisaalta taas maaseutu alkoi tyhjäntyä yhteiskuntarakenteen muutoksen myötä, jolloin monet kunnat köyhtyivät ja jouduttiin solmimaan kuntaliitoksia. Tämä puolestaan antoi lisätöitä maanmittareille uusien kaavoitettavien alueiden myötä (Huhtamies 2008:449-451).

Maanmittausalan yksi tärkeimmistä kehitysaskelista otettiin vuonna 1972, kun taivaalle lähetettiin ensimmäinen ympäristön tilaa tarkkaillut satelliitti, Landsat I. Satelliitin kamerat vastaanottivat infrapunavaloa, minkä avulla saatiin tietoja merten ja metsien tilasta, saasteiden kehittymisestä ja hyönteisvahingoista. Landsat I vaikutti voimakkaasti digitaalisten kuvankäsittelyohjelmien syntyyn ja osaltaan edisti aiempaa parempien kaukokartoitussatelliittien syntyä. 1980-luvun satelliitit lähettivätkin huomattavasti yksityiskohtaisempaa tietoa maapallosta. Landsat I:n jälkeen taivaalle lähetettiin vuonna 1986 Spot ja vuonna 1987 MOS 1. Vuoteen 1999 mennessä, NASAn lähetettyä taivaalle Terra I -satelliitin, saatiin tietoja koko maapallosta eikä

vain tietystä alueesta. Suomessa alettiin analysoida kuvia jo Landsat I -satelliitista alkaen ja Maanmittaushallitukseen perustettiin tällöin kaukokartoitusyksikkö (Campbell 2002:9-10; Huhtamies 2008:455-456; Robinson et al. 1995:152-155, 237-238). Satelliittikuvien etuna on niiden monikäyttöisyys, sillä niitä voidaan tutkia sekä valokuvina että digitaalisesti. Kuvat ovat numeerisia, joten niiden muokkaaminen on nopeaa ja haluttujen kohteiden korostaminen on yksinkertaista. Maanpinnan muotoja kuvaavat satelliitit otettiin maailmalla käyttöön 1970-luvulla, muttei Suomessa, koska korkeustiedot oli määritelty peruskartoituksessa (Huhtamies 2008:456).

Satelliittipaikannuksen seuraava edistysaskel, Global Positioning System (GPS), otettiin Suomessa vuonna 1986, kun Maanmittaushallitus vuokrasi amerikkalaiselta yhtiöltä satelliittivastaanottimien laitteiston ja aloitti kolmiopistemittaukset. Alkuaikoina satelliitteja oli vain seitsemän, minkä takia paikanmäärittystä voitiin tehdä vain tiettyinä aikoina vuorokaudessa. GPS-mittaus oli kuitenkin työläitä liitosmittauksia kätevämpi ja nopeampi keino monikulmiomittaukseen. Kolmiopisteiden välistä näköyhteyttä ei enää tarvittu, mutta toisaalta tiheä kasvillisuus esti usein satelliittiyhteyden ja hidasti näin metsäisen Suomen kartoittamista. Satelliittien määrä lisääntyi melko nopeasti ja vuonna 1994 niitä oli jo 24, mikä mahdollisti aiempaa tarkemman paikannuksen ja kartta-aineiston tuottamisen (Robinson et al. 1995:124-125; Huhtamies 2008:456).

GPS-pohjaisen kolmiomittauksen ensimmäisissä testauksissa käytettiin hidasta relatiivista menetelmää, jossa usealla koneella mitattiin kohde samaan aikaan. Tuloksena ei tällöin saatu varsinaisia koordinaatteja, vaan eri vastaanottimien väliset koordinaattierot. Mittaustapa oli hitaudestaan huolimatta hyvin tarkka ja sen avulla päästiin muutaman senttimetrin mittaustarkkuuteen. Lisäksi huomioitavaa oli huomata GPS-laitteen ylivoimaisuus vanhaan kolmiomittaustekniikkaan verrattuna. GPS-paikantimien hankintahinta oli kallis, mutta sen tuomat muut edut laskivat kokonaiskustannukset historiallisen alhaiseksi. GPS-laitteiden kehittyttyä käyttömahdollisuudet laajenivat ympärivuotiseen käyttöön, mikä nopeutti kartoittamista entisestään (Huhtamies 2008:456-457).

2.4 Kaupunkikartoituksen historia Suomessa

Kustaa II Aadolfin astuessa valtaan vuonna 1611 uudistettiin kartografisen toiminnan luonnetta merkittävästi. Mittaus perustettiin matematiikkaan ja karttalaitos uudistettiin. 1600-luvulla tehdyistä kartoista voidaan erottaa erilaisia tyyppejä, muun muassa kaupunkimittaukset, joista edelleen voidaan erotella varsinaiset kaupunkimittaukset ja linnoitusmittaukset (Kostet 1995:35). Kaupunki on ympäristöönsä tiheämpi asutuskeskittymä, jossa sen asukkaat muodostavat yhteisten mielenkiinnonkohteiden perusteella oikeudellisen ja taloudellisen yhteisön (Kostet 1995:16). Kaupunkien välisenä yhdistävänä tekijänä pidetään yleensä kauppaa, sillä kaupungit muotoutuivat tärkeille markkinapaikoille. Silti myös muilla elinkeinoilla on ollut merkittävä osansa kaupunkien muodostumisessa. Tällainen oli esimerkiksi käsityöläisyys (Shück 1926:11-26).

Muihin maanmittaustöihin verrattuna kaupunkikartat ovat poikkeavia. Vanhimmat kaupunkimittaukset tunnetaan 1580-luvulta ja kaupunkikarttojen laatiminen on vanhempaa kuin maanmittaustoiminta yleisesti. Kaupunkimittaustyö oli kehityksensä alkuvaiheessa sotilaallista, mutta silti katu- ja kaupunkirakentamiskartat olivat tyyppillisiä (Kostet 1995:36). 1500-luvun lopulta ja 1600-luvun alkuvuosilta ei ole jälkipolville jäänyt yhtään kaupunkikarttaa (Gustaffsson 1933a:22). Varsinainen kartoitustoiminta kaupungeissa alkoi 1620-luvun loppupuolella. Ennen tätä ajankohtaa ilmestyneet kaupunkikartat olivat hyvin alkeellisia eivätkä ne perustuneet mittaustöihin (Améen 1984:44-45). Kaupunkikarttojen valmistuksen taustalla oli kasvanut kiinnostus kaupunkien asemakaavarakenteeseen. Kaupunkikarttoja valmistettiin jo 1600-luvulla, jolloin ne käsittivät sekä olemassa olevien kaupunkien kaupunkimittauksia että uusien perustettavien kaupunkien maastomittauspohjalle tehtyjä asemakaavasunnitelmia (Mökkönen 2006b).

1500- ja 1600-luvuilla perustetuille kaupungeille oli ominaista, että niiden katujen ja kortteleiden paaluttamiseen ja mittaamiseen sekä kiinteistöjen muodostukseen annettiin määräyksiä jo perustamisen yhteydessä. Jokaisella kaupungilla tuli olla hyväksytty katutilan ja tonttirajat määräävä asemakaava tai mittaus. Mittauksista piti kirjata kaupunginkirjuri, jonka tehtävänä oli kirjoittaa ylös kaupunginkirjaan tonttien sijainti, pituus, leveys ja omistaja. Tarkastajina toimivat yleensä maanmittaukseen

hyvin perehtyneet henkilöt. 1600-luvulla kaupunkikarttojen tehtävänä oli antaa tietoa olemassa olevasta asemakaavasta tai toimia uuden tai uudistettavan kaupungin asemakaavasuunnitelmana (Kostet 1995:36-37). Tästä syystä 1600-luvulla valmistuneissa kaupunkikartoissa on kaupungin rakenne usein kuvattu vain kortteleina, joiden sisään on joissain tapauksissa piirretty myös tonttien rajat. Tonttien rakennuskantaa ei ole kuvattu 1600-luvun kaupunkikartoissa, vaan ainoastaan luonteeltaan julkiset rakennukset ovat merkittyinä. Tällaisia ovat esimerkiksi raatihuone, linnat, kirkot ja koulut. Kortteleiden rakenne, kuten tonttien rajat ja rakennuskanta on yleisemmin kuvattu vasta 1700-luvun kartoilla (Mökkönen 2006b:16).

1600-luvun alussa kaupunkien sijoituspaikkakatselmuksiset tulivat käytännöksi koko Ruotsi-Suomen valtakunnassa. Porvareiden tehtävänä oli etsiä paras mahdollinen paikka ja perustaa kaupunkinsa sinne. Tällöin asemakaavojen paalutukset eivät vielä olleet tavallisia. Tältä ajalta Suomen kaupungeista vain Vaasasta on selvä määräys maastossa tehtävistä paalutuksista ja tontinmuodostuksesta. Myöhemmin paalutukset yleistyivät ja kaupunkien ulkoasuun kiinnitettiin yhä enemmän huomiota. Kaupunkien rakentamiseen liitettiin kartografisia töitä, vaikka useasta yhteydestä on löydetty viitteitä siitä, että jo ennen kaupungin rakentamista oli laadittava asemakaavakartta. Ensimmäisen todellisen kaupunkimittauksen Ruotsi-Suomen valtakunnassa teki ilmeisesti Anders Bure Tukholmassa vuonna 1625 (Kostet 1995:37).

Ruotsin suurvaltakaudella (1617-1721) kaupunkiympäristön muokkaamiseen ja suunnitteluun osallistuivat varsinaisten linnoitusupseerien lisäksi maanmittarit. Vanhan keskiaikaisen asemakaavan muuttaminen säännölliseksi ruutukaavaksi yleistyi. Tämän muutoksen taustalla oli suurvalta-ajan geometrian ihannoimisen lisäksi paloturvallisuus: ilmasto oli kylmä, joten 1600-luvulla taloja lämmitettiin tavanomaista kovemmin. Muurit eivät kestäneet valtavaa kuumuutta ja tulipalot olivat erittäin yleisiä. Ruutukaavan uskottiin tekevän kaupungista turvallisemman. Suomeen ruutukaavoitus levisi kaksivaiheisesti. Ensimmäiset suurvaltakauden kaupungit edustivat geometrista, mutteivät säännöllistä ruutukaavaa. Säännönmukaisuuteen ei päästy teknisten valmiuksien puutteen ja annettujen epämääräisten säännösten takia, jotka edellyttivät ”kunnollisia katuja ja kauniita taloja”. Asemakaavoja ja

ammattimaanmittareita ei vielä ollut, vaan mittauksia johtivat pormestarit tai muut alaan kouluttamattomat. Suurvaltakauden kaupunkimittajat eivät suunnitelleet töitään etukäteen, ainoastaan mittasivat ja paaluttivat. Tällöin asemakaava ei ollut etukäteissuunnitelma, vaan ensin kaava paalutettiin maastoon, minkä jälkeen paalutus mitattiin ja mittaustulos tulkittiin voimassa olevaksi asemakaavaksi (Huhtamies 2008:97-99).

Mittausmenetelminä kaupungeissa käytettiin samoja kuin maaseudullakin, mutta maan korkeasta arvosta ja siitä seuranneiden tonttiriitojen takia työt tehtiin paljon tarkemmin. Maanmittari valitsi ensin alustavan katselmuksen myötä tähytyspaikat ja suunnittavat kohteet. Mittaukset maanmittari suoritti mittapöydällä ja piirsi karttaa samaan aikaan (Huhtamies 2008:99).

Mittakaavat kaupunkimittauksiin eivät vakiintuneet vielä 1600-luvun alussa, vaikka niitä oli sivuttu kaupunkimittauksista annetuissa ohjeissa jo tuolloin. Muistiossa vuodelta 1636 maanmittareita kehoitettiin huomioimaan karttojen ja geometrinen mittausten sitominen samansuuruisiksi ryhmiksi. Itse mittakaavasta tai mittakaavojen piirtämisestä ei kuitenkaan ollut tarkempia ohjeita. 1600-luvun alussa jokaisella maanmittarilla oli mahdollisuus tehdä mittakaavapiirtämiset haluamallaan tavalla, mutta piirtämisen ehtona oli yhdenmukaisen karttakoon säilyttäminen. Määräys siitä, että kaikkien maanmittareiden piti käyttää samaa mittakaavaa, annettiin vuonna 1643. Hieman tätä aiemmin oli annettu määräys yhtenäisestä mittakaavasta ja samanlaisen mitta-asteikon eli skaalan käytöstä. Tärkein tehtävä mittakaavalla oli (jo) tuolloin, että kartoitettavat kohteet saatiin esitettyä selkeästi kartalla (Kostet 1995:134).

1600-luvun kaupunkikartoilla mittakaavat poikkeavat toisistaan huomattavasti. 1600-luvulla ja 1700-luvun alun välillä ne vaihtelivat mittakaavojen 1:725 ja 1:11140 välillä. Kartalle piirretty mitta-asteikko vaihteli 100 kyynästä aina 1600 kyynärsä. Mittasuhteissa oli vaihtelevuutta erilaisten mittayksiköiden ja jopa samojen mittayksiköiden erilaisten paikallisten vaihteluiden takia. 1600-luvulla ja 1700-luvun alussa kaupunkikartat laadittiin yleensä suuriin mittakaavoihin, 1:800 ja noin 1:5000 välillä. (Kostet 1995:134).

Suomen teollistuminen ja irtaantuminen agraaritaloudesta ajoittui vuosiin 1870-1914.

Tämän ajanjakson seurauksena Suomen elinkeinorakenne alkoi muuttua ja yhä suurempi osa väestöstä alkoi saada elantoaan maatalouden ulkopuolelta. 1870-luvulla väestö alkoi kasvaa nälkävuosien jälkeen ja samalla elinolot paranivat ja kuolleisuus väheni. Väestönkasvun, osaltaan sen aiheuttaman etelään suuntautuneen muuttoliikkeen ja teollisuuden kasvun myötä tonttimaiden hinta alkoi nousta. Tämä asetti maanmittaustoiminnalle tarpeen kehittää mittaustarkkuutta. Suomen selvittyä pahimmista nälkävuosista (1866-1868), joutui valtio yhä enemmän tekemisiin muiden valtioiden kanssa. Valtamerihöyrylaivat, rautatiet ja puhelimet vaikuttivat Suomen talouteen voimakkaasti ja nopeasti. Lukutaito kehittyi nopeasti ja sen avulla talonpoikien mahdollisuudet tehdä erilaisia maanjakosopimuksia nousivat. Isojaon jatkamisen seurauksena maatalous teollistui aiempaa tehokkaammin pääasiassa puima- ja niittokoneiden yleistyttyä. Koneet tarvitsivat suuria maatiloja, sillä pientiloilla niille ei ollut käyttöä. Toisaalta maatalous alkoi siirtyä viljanviljelystä lypsykarjatalouteen, jolloin Suomen markkinoille alkoi virrata halpaa viljaa ulkomailta. Suomalaiset viljapellot muuttuivat pääasiassa heinäpelloiksi. Muutokset maataloudessa pakottivat myös maanmittarit töihin, sillä kartat oli uudistettava. Puun rahallisen arvon huima kasvu 1800-luvun loppupuoliskolla nosti talonpoikien tulotaso selvästi. Tämän muutoksen mukana liikkuivat myös maanmittarit, joiden tehtävänä oli 1880-luvulla toteuttaa uusjakoja Pohjois-Pohjanmaalle, Lappiin ja Kainuuseen. Kaiken tämän kehityksen seurauksena koneet alkoivat kehittyä entisestään ja erilaisten voimalaitosten rakentamisen myötä maanmittareiden tuli opiskella vesirakentamiseen keskittynyttä kulttuuritekniikkaa. Tämä sai aikaan muun muassa sahateollisuuden syntymisen ja sen ympärille alkoi kehittyä kokonaisia kaupunkeja. Maatilojen ja metsien jakaminen osiin jatkui aina 1900-luvun alkuvuosiin asti (Huhtamies 2008:301-304, 349).

Nopea teollistuminen aikaansai tieverkon nopean laajenemisen ja rautateiden merkityksen kasvun. Vesireittien merkitys oli ajanjaksolla erittäin suuri. Näissä kaikissa muutoksissa maanmittareilla oli tärkeä rooli niin piirtäjinä, mittaajina kuin kartoittajinakin. Maanmittari-insinöörien avulla kaupunkeihin voitiin rakentaa kaasuväläistys, viemärit ja vesijohdot (Huhtamies 2008:304-306).

Suomen itsenäistymisen aikoihin kaupunkisuunnittelun ala kehittyi aiempaa nopeammin ja se otti ensimmäiset askeleensa kaupunkien kasvun koordinoimiseksi.

Aiemmin suunnitelmista olivat vastuussa muun muassa yksittäiset arkkitehdit ilman lainsäädännöllisiä ohjeita. Helsingin ensimmäinen yleiskaava tehtiin vuonna 1911 Bertel Jungin toimesta ja myöhemmin Eliel Saarinen ja Alvar Aalto tekivät vastaavanlaisia suunnitelmia Helsingin alueen rakentamisesta ja käytöstä. 1900-luvun alkupuoliskolla asemakaavoitusta ei kuitenkaan enää voitu pitää riittävänä välineenä kaupunkien kasvun koordinoimisessa. Vuonna 1898 tehtyä lakiasetusta kaupunkialueen rakentumisesta täydennettiin vuonna 1926 lailla, jossa käsiteltiin ”kunnallisen jaotuksen muuttamista”, ja vuoden 1931 asemakaavalaililla. Jokaisen edellä mainitun lain tarkoituksena oli tiukentaa valtiovallan otetta yksityismaasta, jolloin maa-alueita voitiin pakkolunastaa kaupunkien käyttöön (Huhtamies 2008:382).

Kaupungistumisen laajetessa myös kaupunkien mittaustoimi kasvoi samassa tahdissa. Itsenäisyyden ajalla kaupunkien pinta-alat kasvoivat aiempiin vuosikymmeniin verrattuna. Kaupunkialueiden kasvu näkyi myös maanmittaustöissä ja maanmittausinsinöörien työnkuvassa. 1920-luvulla suurimmissa kaupungeissa koordinaattimenetelmä alkoi korvata graafisen mittaamisen. Mittalaitteet monipuolistuivat ja kehittyivät nopeasti, vaikka 1900-luvulla kaupunkimittaus suoritettiin pääasiassa edelleen kolmiopisteiden avulla. Aiempaan verrattuna mittauksessa käytettyjä runkopisteitä oli moninkertainen määrä aiempiin (Huhtamies 2008:382).

Suomen selviytyttyä sotavuosistaan alkoi kaupunkien ja kauppaloiden kaavoitustarve lisääntyä ja kaavoituslainsäädäntö määräsi aiempaa tarkemmin alueiden rakentamisesta. Vuonna 1959 voimaan astunut rakennuslaki antoi yksityiskohtaisia määräyksiä kaupunkimittauksesta. Vuotta myöhemmin annettiin kaavoitusalueiden jakolaki ja -asetus, joissa kerrottiin yksityiskohtaisia määräyksiä kiinteistöjen muodostamisesta ja rekisteröimisestä. Yleiskaavasta tuli pakollinen osa suunnittelua vuonna 1968. Kaavalla kunta sai määritellä milloin, minne ja mitä alueelle rakennetaan ja kaavoituksella pyrittiin samalla estämään ei-toivottu rakentaminen. 1900-luvun alussa kaavoitusta perusteltiin hygienialla ja esteettisyydellä mutta 1950- ja 1960-luvuilla perustelut olivat kunnallisteknisiä. 1970-luvulta alkaen kaavoituksessa alettiin ottaa huomioon myös ympäristökysymykset. Mittaus- ja karttatoimi olivat tärkeässä asemassa suunniteltaessa kunnallisia toimintoja, kuten

infrastruktuuria ja teollisuutta (Huhtamies 2008: 444-446).

2.4.1 Gangius ja Brahe käynnistävät Turun kartoituksen

Vaikka keskiaikaisen Turun rakentamiseen liittyi erilaisia asiakirjamainintoja mittauksista ja kiinteistöhallinnon töistä, ei kaupungista laadittu minkäänlaisia karttoja ennen 1630-luvun useita kaupunkimittauksia (taulukko 2). Ne loivat perustan kaupunkikartografiselle toiminnalle koko Suomeen. Turusta laadittu ensimmäinen kartta on ilmeisesti Olof Gangiuksen piirtämä ja mittaama vuodelta 1634, ja se käsittää tulliaidan rajoittaman alueen. Tämän kartan ajoittaminen tarkasti ja tekijän selvittäminen on hankalaa. On kuitenkin selvitetty, että vuosi 1634 ja Olof Gangius ovat hyvin lähellä oikeita tietoja piirtämisajankohdaksi ja tekijäksi. Gangiuksen piirtämään Turun vanhimman kartan ongelmallisuuteen liittyy myös kaksi muuta kaupunkimittausta. Toinen näistä mittauksista muistuttaa edellä mainittua Turun karttaa ja sitä säilytetään Ruotsin sota-arkistossa. Myös tämä kartta kuvaa Turkuja tulliaidan rajoittamaa aluetta, mutta siihen ilmeisesti kuuluu toinen osa, joka on kuvannut Aurajoen suualuetta. Jäljistä päätellen osat on revitty irti toisistaan. Ruotsin valtionarkistosta löytyy vielä sota-arkiston karttaa suurempi ja monipuolisempi versio Turun kartasta. Se käsittää ”vanhan kaupungin” lisäksi Aurajoen sualueen ja linnan ympäristön (Kostet 1995:37-39). On mahdollista, että nämä kaksi muuta karttaa liittyvät kaupungin uudelleenjärjestelyihin, jotka Pietari Brahe aloitti vuonna 1637 saavuttuaan Suomeen (Julku 1967:79-80).

Taulukko 2. Turun kaavoittamisen historian vaiheet (Jutikkala 1957:467, 471; Nikula 1972b:66; Lilius 1983:128-129;; Kostet 1995:37-39; Kostet 2009b:40-41, 44-45, 50, 74-75; 77-78).

Ajankohta	Tapahtuma	Tekijä
1290-luku	Turku perustetaan, ei karttoja	
1630-luku	Runsaasti kaupunkimittauksia	
v. 1634	Suomen ensimmäinen kaupunkikartta	Olof Gangius
v. 1639	Ensimmäinen uudistussuunnitelma, asemaa- kaavan uudistustyö	Anders Torstensson
v. 1651	Säännöllinen ruutukaava	Pietari Brahe
v. 1709-1710	Ensimmäinen geometrinen kartta, ensimmäi- senä kadunnimet	Jonas Östring, Johan Wetter- wijk, Magnus Bergman
v. 1756	Ensimmäinen kaupunkikartta, jossa tontit numeroitu. Tonttikirjojen esikuva	Daniel Gadolin
v. 1828	Asemakaava, jolla uusittu rakennusjärjestys	Carl Ludwig Engel
v. 1830	Tonttimittauksiin perustuva asemakartta. Palovakuutusten vaatimuksesta.	Johan Gustaf Wallenius
v. 1856	Uusi rakennusjärjestys	
v. 1870	Ensimmäinen muutos asemakaavaan, rauta- tien lisäys	
1890-luku	Ensimmäinen kantakartta	Mats Wilhelm Gull
v. 1901	Yleiskartta myymättömistä, rakennetuista ja rakentamattomista tonteista	Emil Hindersson

Vaikka kaupunkien asemakaavallisen uudistamisen (regulointi) aloitti Pietari Brahe, toteutettiin uudistukset eri henkilön johdolla. Turun ensimmäisenä uudistussuunnitelmana on pidetty Anders Torstenssonin laatimaa vuodelta 1639. Tortenssonin suunnitelmassa käsiteltiin vain kaupungin läntistä osaa huolimatta siitä, että kartalla on kuvattuna koko kaupunki. Brahen tavoitteena oli Turun asemakaavan uudistaminen ja sen saattaminen säännölliseksi. Vuonna 1651 Brahe ilmoitti hyväksyneensä Turun asemakaavasuunnitelman, jonka perusteella piti laatia lopullinen suunnitelma. Asemakaavaluonnos sijaitsee ilmeisesti Ruotsin valtionarkistossa (Kostet 2009b:40-41).

1600-luvun jälkimmäisellä puoliskolla into kaupunkirakenteen uudistamiseen alkoi hiipua ja kaupunkien maaomaisuus puolestaan kiinnostaa. Vuonna 1688 annettiin määräyksiä kaupunkien geometrisistä mittauksista, joista tärkeimpinä pidettiin kaupunkimittauksia ohjeistavia määräyksiä. Vuonna 1695 annetun uuden ohjeistuksen mukaan kaupunkimaiden tontit tuli mitata tarkasti ja oikein sekä mittauksista tuli piirtää kartat. Erilaisista annetuista ohjeista huolimatta ei Turusta tunneta määräysten mukaista geometristä karttaa 1690-luvulta, vaan ensimmäinen reguloinnin jälkeinen kartta on kaupungista tunnettu vasta 1700-luvun alusta. Tältä ajalta, vuosilta 1709 ja 1710 Turusta on säilynyt kaksi keskenään melko samanlaista kaupunkimittausta (Kostet 2009b:44-45).

2.4.2 Engel loi pohjan nykyajan Turulle

1700-luvulla kaupunkien kartoittamisesta vastasivat maaherrat. Kartoilla piti esittää tarkasti tontit ja kadut, minkä takia kaupungeissa tuli suorittaa uudelleenmittauksia. Uusi kartta tehtiin muun muassa Turusta, kun J.F. Khylenbeck piirsi yksinkertaisen kaupunkikartan noin vuonna 1750 (Nikula 1970:62-63; Kostet 1981:163-165; Kostet 2009b:47-48). Seuraava kartta valmistui jo vuonna 1756, tekijänään Daniel Gadolin. Aiempiin verrattuna Gadolinin kartta oli ainutlaatuinen, sillä siinä oli katujen ja korttelien lisäksi merkitty tontit numerointeineen. Tämän kartan tonttiluetteloa on pidetty tonttikirjojen esikuvana. 1700-luvun loppuvuosina Turusta ei piirretty yhtään yleiskarttaa, vaan ainoastaan erilaisia tonttikarttoja, jotka rajautuivat kaupunginosiin (Kostet 2009b:50).

Vuosina 1808-1809 taisteltu Suomen sota seurauksineen oli Turulle merkittävä. Sodan syttymisen jälkeen ruotsalaisten joukot vetäytyivät Turusta ja vain kuukausi myöhemmin kaupungin valtasivat venäläiset. Tällöin Turun asema muuttui nopeasti ja sillä oli autonomian alussa vahva merkitys niin maan ensimmäisenä kaupunkina kuin epävirallisena pääkaupunkinakin. Venäläiset alkoivat hallita Suomea Turusta käsin. Turkuun asettuivat myös kenraalikuvernööri sekä maan korkein hallintovirasto, keisarillinen senaatti (Nikula 1972b:3-10). Sota keskeytti muun maanmittaustyön ohella myös kaupunkien kaavoitus- ja mittaustoiminnan ja Suomen siirtyminen sodan jälkeen Venäjän vallan alle autonomiseen asemaan sai aikaan muutoksia eri keskusvirastojen toiminnoissa, myös maanmittauksessa. Turun kannalta suurin muutos oli pääkaupunkiaseman ja hallinnollisten elinten menetys Helsingille (Kostet

2009b:61).

Autonomian alkuvuosina Turku oli pieni, käsityöammatteihin ja 1700-luvun elinkeinoihin toimeentulonsa perustanut kaupunki. Varsinainen teollistuminen kaupungissa alkoi vasta 1840-luvulla, kun valimoita ja konepajoja alettiin perustaa. Teollistumisen seurauksena käsityöläisten osuus Turussa alkoi pienentyä, mutta kaupungin asema käsityöläiskaupunkina silti säilyi alalla tapahtuneen teollistumisen seurauksena. 1800-luvun edetessä Turusta kasvoi yksi Suomen johtavista teollisuuskeskuksista aktiivisen sokeri-, tupakka-, laivanrakennus-, tekstiili- ja elintarviketeollisuuden ansiosta. Tämä kehitys vilkastutti muuttoliikettä maaseudulta kaupunkiin ja vaikutti samalla liikenneyhteyksien kehittymiseen ja sitä kautta maanmittaustoimintaan, kun uusia katuja ja asuinalueita tuli suunnitella kasvavan väestön tarpeisiin (Laaksonen 2007:118-119, 123-125; Kostet 2009b:61).

Turun kaupungin vuonna 1827 lähes kokonaan tuhonnut tulipalo on yksi merkittävimmistä Turku muokanneista tapahtumista maanmittaustoiminnan näkökulmasta. Kaupungin tuhouduttua sen uudelleen rakentamista ehdotettiin muun muassa Ruissaloon, saarelle kaupungin edustalla. Ehdotusta ei kuitenkaan voitu toteuttaa vuonna 1823 vahvistetun rakennusjärjestyksen takia, jossa todettiin ”Jos kaupunki onnettomasti tulipalossa osaksi tai kokonaan tuhoutuu, on maistraatin velvollisuutena kuultuaan porvariston ja muun asujamiston mielipidettä 1. §:ssä mainitulla tavalla ehdottaa, mitenikä entiset epäsäännölliset korttelit, torit ja kadut järjestettäisiin ja oiottaisiin asukkaille mahdollisimman vähän vahinkoa tuottaen kauniiseen ja mukavaan järjestykseen ennen palaneitten alueitten ja tonttien rakentamista” (Dahlström 1930:57-60). Ensimmäinen ehdotelma kaupungin järjestelysuunnitelmasta esitettiin muutama viikkoa palon jälkeen, kun kenraalikuvernööri Arseni Zagrevski koki asemakaavan uudistamisen välttämättömäksi. Asemakaavan suunnittelun sai tehtäväkseen arkkitehti Carl Ludwig Engel, jolla oli koulutuksenaan maanmittarin tutkinto (Kostet 2009b:65). Engelin suunnittelema Turun uuden rakennusjärjestyksen sisältänyt asemakaava hyväksyttiin helmikuussa 1828 ja kaupungin jälleenrakennus aloitettiin sen pohjalta välittömästi (Nikula 1972b:66). Uusi asemakaava vastasi empiren ajattelutapaa, jossa korttelit jaettiin neljään tai kuuteen tonttiin. Tonteille suunnitellut palokujat ja istutukset vastasivat erittäin hyvin empirekauden ihanteita. Puuistutuksia suunniteltiin

asemakaavassa runsaasti myös kukkuloille, ja niitä perusteltiin paloturvallisuudella. Aikakaudelle tyypillisesti istutuksilla on mahdollisesti ollut myös esteettinen merkitys. Engelin suunnitelmassa kaupunkialueen tontit olivat aiempaa suurempia, minkä seurauksena tontinomistajien ja tonttien määrä väheni aiemmasta. Lisäksi uusien tonttien rakentamista valvottiin aiempaa tarkemmin. Engelin asemakaava muotoutui erittäin nykyisenlaiseksi jo 1830-luvulla mutta asukasluku alkoi kaupungissa kasvaa vasta seuraavalla vuosikymmenellä (Laaksonen 2007:113-116). Turun rakennustoimikunnan mukaan kaupunki oli rakennettava kokonaan uudestaan, lukuun ottamatta kukkuloita, jotka tuli säilyttää puistoina. Lisäksi kadut, aukiot, torit ja korttelit oli rakennettava mahdollisimman nopeasti (Kostet 2009b:68).

Engelin suunnitteleman asemakaavan toteuttaminen vaati kaupungin maiden uutta määrittelyä. Määräyksen antoi keisari Nikolai I ja siinä määriteltiin mitkä alueet tuli luovuttaa kaupungille asemakaavan toteuttamiseksi. Monia peltomaita oli luovutettava tonttimaaksi, mikäli kaupungin tonttijärjestely niin vaati. Uusia alueita liitettiin asemakaavan jatkoksi seuraavina vuosikymmeninä. Yksi tällainen alue oli tuomiokirkon pohjois- ja koillispuolella sijainnut Piispanpelto, joka liitettiin kaupunkialueeseen vuonna 1849. Tämä alue tosin luovutettiin nopeasti varuskunnan käyttöön (Jutikkala 1957:464). Suurpalon jälkeen ensimmäinen muutos asemakaavaan tehtiin vasta 1870-luvulla rautatien rakentamisen takia ja lisäksi tehtiin valtion ja kaupungin välisiä tilusvaihtoja. Näiden tehtyjen muutosten seurauksena tuli kaupungissa tehdä muutoksia kadunnimistöön ja sen myötä uusia kartat (Jutikkala 1957:467, 471).

Turussa vahvistettiin uusi rakennusjärjestys vuoden 1827 jälkeen ja se loi perustan kaupungin jälleenrakentamiselle moneksi vuosikymmeneksi eteenpäin. Aiempi rakennusjärjestys todettiin mahdottomaksi toteuttaa ennakoimattomissa tilanteissa. Engelin asemakaavaa seurannut uusi rakennusjärjestys määräsi tonttien paalutuksesta ja kortteleiden muodostamisesta Engelin suunnitelman mukaiseksi. Palossa tuhoutuneiden rakennusten tilalle sai rakentaa vain Engelin kaavan ja rakennusjärjestyksen mukaisesti (Kostet 2009b:71). 1800-luvun puolivälissä maanmittaukseen liittyviä määräyksiä alettiin uudistaa. Ne pitivät sisällään paitsi yleisiä maanmittauksellisia ohjeistuksia myös erityisesti kaupunkimittauksiin kohdennettuja. Niiden mukaan maanmittarit saivat suorittaa kaupunkien tonttien

kuvaamisen. Uusi rakennusjärjestys annettiin vuonna 1856 ja se merkitsi suomalaisille kaupungeille rakentamisen taitekohtaa. Turussa vuonna 1828 annettu rakennusmääräys sidottiin koskemaan kaikkia muitakin kaupunkeja. Koko Suomen kattavaksi muodostunut rakennusjärjestys jaotteli kaupungit neljään eri luokkaan. Turku, Helsinki ja Viipuri kuuluivat I-luokkaan. Luokittelulla pyrittiin muodostamaan erityisesti keskustarakentamiselle säädöksiä. Pääajatuksena oli Engelin suunnitelman mukaisesti edelleen turvata kaupungit mahdollisimman hyvin tulipaloilta (Lilius 1983:128-129). Uusi rakennusjärjestys sai aikaan keskustojen erilaistumista, mikä näkyi I-luokan kaupungeissa usein kolmiportaisena: keskustaan rakennettiin korkeita kivitaloja, joita ympäröivät yksikerroksiset puutaloasunnot ja uloimman vyöhykkeen muodostivat keskustan ulkoreunoille muodostuneet asuinalueet, eräänlaiset esikaupungit, joissa ei ollut runsasta asutusta (Kostet 2009b:72).

Turun kaupungin rakennusjärjestys uusittiin vuoden 1828 jälkeen ensin vuonna 1865 ja vielä uudestaan vuonna 1878. Kolmatta kertaa uudistamista tarvittiin vuosisadan loppuvuosina. Kaikkien näiden vahvistettujen rakennusjärjestysten sisältö oli kuitenkin pääasiassa yhtenevä kaupunkimittausten osalta. Rakennusjärjestykset määräsivät muun muassa tonttikirjanpidosta ja tonttimittauksista (Kostet 2009b:73).

Autonomian ajalla Turun kaupunkikarttoja laadittiin jo 1810-luvulta alkaen, jolloin ne perustuivat aikaisempiin karttoihin. Välittömästi Turun suurpalon (v. 1827) jälkeen kartoitettiin vanhoille karttapohjille tuhoutuneet alueet. Yksi näistä kartoista on Johan Gustaf Walleniuksen syksyllä 1827 laatima, joka ei perustunut mittauksiin vaan pohjana oli kartta vuodelta 1808. Walleniuksen tarkoituksena oli määritellä suurpalon laajuus, ei laatia uutta karttaa tai asemakaavaa. Vuoden 1830 joulukuussa Turusta valmistui tontinmittauksiin perustunut asemakartta. Myös sen tekijänä oli J. G. Wallenius. Kartta tuli laatia, koska kaupunkien palovakuutuksien saanti sidottiin aiempaa tarkemmin kaupunkimittauksiin. Mittausten piti olla ajankohtaisia ja niiden tuli sisältää rakennuskohtaisia tietoja. Karttojen toimittamista maanmittauskonttoriin valvoivat maistraatit (Kostet 2009b:74-75). Vuoden 1828 asemakaavan jälkeen uusi suunnitelma hyväksyttiin vuonna 1897 (Jutikkala 1957:465-471). Asemakarttoja valmistettiin koko autonomian ajan Suomessa. Turussa tehtiin kaupungin yleiskarttoja ja lisäksi ensimmäinen kantakartta Matts Wilhelm Gullin toimesta 1890-luvulla. Vuonna 1901 Turusta valmistui yleiskartta, johon oli erikseen merkitty myymättömät,

rakennettaviksi aiottu ja rakennetut tontit. Tämä kartta oli Turun ensimmäinen rakennuskonttorin tuottama kartta, kun kaikki aiemmat olivat valtion mittarien mittauksiin perustuneita töitä. Yleiskartan tekijänä oli kaupungininsinööri Eskil Hindersson (Kostet 2009b:77-78).

2.4.3 Asemakaavalaki ja elinkeinorakenteen muutos kaupunkisuunnittelun muovaajina

Vuonna 1932 Suomessa täytäntöön pantu asemakaavalaki selkiytti koko valtakunnan tasolla asemakaavan merkitystä sekä kaupunkirakentamisen ja -suunnittelun suuntaviivoja. Olennaisinta oli, että kaavoituksen tuli perustua ajanmukaisiin karttoihin ja näin se loi pohjan kaupunkien kantakartoille. Asemakaavalakia täydennettiin rakennussäännöllä vuonna 1932 ja lisäksi vuonna 1936 astui voimaan asetus asemakaavamittauksista (Kostet 1992:92; Kostet 2009b:96). Turussa ja koko Suomessa koettiin vuonna 1939 taloudellinen taantuma ja poliittinen kriisi sekä sota, jotka vaikeuttivat muiden ohella myös maanmittaustoimiston toimintaan. Rintamalle joutuivat miehet, ammatista riippumatta. Turku ei kaupunkina ollut varautunut tilanteeseen, jossa kaupungeingeodeetti apulaisineen joutuu jättämään työnsä sotatilan takia. Turku pommitettiin lukuisia kertoja koko sodan (1939–1944) ajan ja kaupunki kärsi mittavia vahinkoja. Rauhansopimus saavutettiin syksyllä vuonna 1944, mutta Suomi kärsi taloudellisesta ahdingosta ja säännöstelytaloudesta. Jälleenrakentaminen tuli aloittaa mahdollisimman nopeasti ja teollisuutta kehitettävä sotakorvausten maksamiseksi. Taloudellinen kehitys sotien jälkeen olikin hyvin nopeaa ja jo vuonna 1948 oli Suomessa saavutettu sota-aikaa edeltänyt taloudellinen taso. Turkulaisten kannalta sotakorvausten maksaminen oli lopulta onnekas päätös, sillä velkojen maksamista varten perustetut teollisuuslaitokset tarjosivat runsaasti työpaikkoja. 1950-luvun alussa lähes puolet turkulaisista työskenteli teollisuuden palveluksessa. Teollisuuden kehitys pysähtyi kuitenkin melko pian ja Turussa alkoi olla teollisuuden ylikapasiteettia. Sen myötä tehtaita fuusioitui, kaatui konkurssiin ja järjestäytyi uudelleen, jolloin paljon työläisiä jäi työttömiksi. Se puolestaan kasvatti kaupan ja julkisten palvelujen merkitystä (Perälä 1984:61; Laaksonen 2007:162, 172; Kostet 2009b:99-100). 1960- ja 1970-luvuilla Turussa ja koko muussa maassa siirryttiin palveluelinkeinovaltaiseen yhteiskuntaan. Eri tuotannon aloilla 1960-luvun jälkipuolella tapahtunut kansantalouden kasvuvauhdin hidastuminen laski bruttokansantuotetta, muttei silti ajanut yhteiskuntaa huonoon taloudelliseen

tilanteeseen. Sen sijaan kaupunkeihin, esimerkiksi Turkuun, muutti aiempaa enemmän ihmisiä ja väkiluku alkoi kasvaa. Väkimäärän kasvaessa asuntojen suunnittelu ja rakentaminen koettiin aiempaa tärkeämmäksi. Turulle oli 1960-luvulla tyypillistä purkaa vanhoja puutaloja ja korvata ne massiivisella kerrostalorakentamisella. Kerrostaloja rakentamalla voitiin helposti vastata jatkuvasti kasvavaan tonttipulaan keskusta-alueella, mutta 1980-luvulle siirryttäessä Turussa rakennustoiminta alkoi hiljalleen keskittyä pientaloihin. 1990-luvun laman aikana ja sen jälkeisinä vuosina kaupungin rakennustoiminta hiljeni huomattavasti. 2000-luvulla Turun kaupungin kartoittamisesta on vastannut kiinteistöliikelaitos, jonka alaisen kartta- ja paikkatietopalvelut -yksikön tehtäviin kuuluvat kartta- ja paikkatietoaineistojen tuottaminen, ylläpitäminen ja tarjoaminen. Maastomittauksista huolehtii maastomittauspalvelut (Kostet 2009b:102-103, 111, 118).

3. Tutkimusalue

Tämä tutkimus on tehty suurinpiirtein Turun kaupungin ruutukaava-alueella vastaavalla alueella, joka rajoittuu lounaassa mereen, luoteessa nykyisen rautatieaseman ohitse kulkevaan Ratapihankatuun ja kaakossa Kupittaankatuun (kuva 1). Tutkimusalueeseen kuuluu ruutukaava-alueen ohella myös Turun linna ympäristöineen. Turku perustettiin 1290-luvulla tai viimeistään 1300-luvun alussa, jolloin sineteissä käytettiin siitä nimitystä ”civitas” (ilm. latinaa, kaupunkia tarkoittava sana) (Kostet 1995:37). Maallinen valta ja kirkon toiminta keskittyi Suomessa Turkuun Turun linnan rakentamisen (1280-luku) sekä tuomiokirkon ja piispanistuimen nykyiselle paikalleen siirtämisen ansiosta. Näiden ansiosta Turku sai itselleen taloudellisen valta-aseman ja siitä tuli suomalainen keskus (Gardberg 1971:171-179, 185-187). Kaupunkimittauksia tehtiin vasta Ruotsin valtakunnan maanmittaushallinnon järjestäytyttyä ja kun Suomeen oli nimitetty ensimmäinen maanmittari vuonna 1634 (Kostet 1995:37).



Kuva 1. Työn tutkimusalueen suuntaa antava raja (sinisellä) (Paikkatietoikkuna 2014, muunnettu).

Koska tutkimuksessa on käytetty karttoja useiden satojen vuosien ajalta, ne kattavat valmistusajankohdastaan riippuen myös monia muita alueita (Pohjola, Raunistula, Iso-Heikkilä, Vähä-Heikkilä, jne.), jolloin tutkimusalue on paikoitellen ruutukaava- aluetta laajempi. Vanhimmat tutkimuskohteena olevat kaupunkikartat käsittävät nykyistä ruutukaavaa huomattavasti pienemmän alueen kaupungin pienemmän koon takia.

4. Aineistot ja menetelmät

Olen tutkinut ja vertaillut tutkimuksessani kymmentä Turun kaupungin ruutukaava- aluetta kuvaavaa karttaa. Karttojen valmistusvuodet ajoittuvat aikajaksolle 1634- 2011, Turun ensimmäisestä kaupunkikartasta aina nykyaikaiseen Internet-karttaan. Kaikki historialliset paperikartat on oikaistu paikkatieto-ohjelmistoilla nykyiseen koordinaatistoon, jotta niiden työstäminen ja vertailu olisi mahdollisimman luotettavaa. Tutkimus etenee retrospektiivisesti, nykyajasta historiaan.

Valitsin tähän tutkimukseen 10 esimerkkikarttaa, joiden mittaustavassa tai valmistusajankohdassa on jokin tietty erikoisuutensa tai tunnusmerkkinsä.

Aseteltaessa eri aikakausien karttoja päällekkäin, saadaan luotua kuva tapahtuneesta kehityksestä ja mahdollisesti tulkittua miksi kyseiset muutokset ovat tapahtuneet. Tämän pro gradun pohjaksi tehdyssä karttojen koordinaatistoon kääntämisissä oikaisupisteet on pyritty hakemaan tasaisesti koko ruutukaava-alueelta, kaupungin historiaa hyvin tuntevien tutkijoiden vinkkeihin perustuen, jotta lopputulos olisi mahdollisimman luotettava.

Käyttämistäni kymmenestä kartasta kuusi vanhinta (vuodet 1893, 1884, 1828, 1789, 1709 ja 1634) on piirretty ja väritetty käsin (taulukko 3). Kolme karttaa (v. 1958, 1930-luku ja v. 1901) ovat painotuotteita ja vuoden 2011 kartta digitaalinen. Lisäksi on huomionarvoista, että kolmen kartan osalta (1930-luku, v. 1893 ja v.1634) niiden valmistumisajankohdasta on voitu antaa vain arvio. Arviointi on perustunut kartalla näkyvien kohteiden ja historiatutkimuksista saatujen tietojen yhdistämiseen. Edellä mainittujen kolmen kartan ajoittamisen ovat tehneet Turun maakuntamuseon tutkija sekä Turun kaupungin Ympäristö- ja kaavoitusviraston työntekijä.

Taulukko 3. Karttojen valmistumisajankohta ja piirtämistapa.

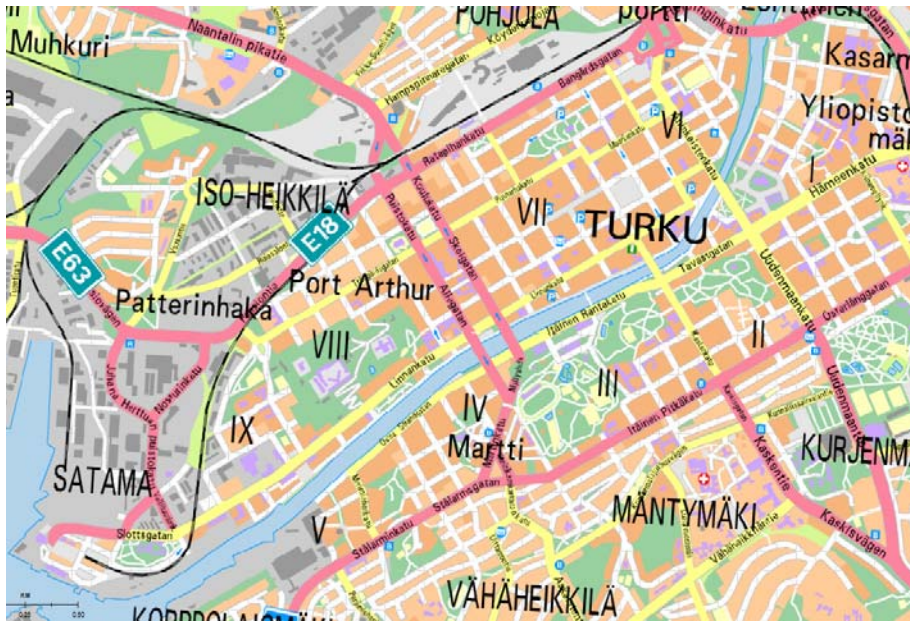
	Vuosiluku mainittu	Ajoitettu	Käsin-tehty	Paino-tuote
Internet-kartta 2011	x			
Torpo 1958	x			x
Asemakaava 1930-l		x		x
Hindersson 1901	x			x
Gull 1893		x	x	
Backhoff & Ahlberg 1884	x		x	
Engel 1828	x		x	
Ekmansson / Gottskalk 1789	x		x	
Wetterwijk, Östring, Bergman 1709	x		x	
Gangius 1634		x	x	

Retrospektiivisen tutkimuksen aineisto on aina jo olemassa olevaa, johonkin muuhun tarkoitukseen kerättyä ja siinä selitetään aina nimenomaan nykyistä maisemaa historian pohjalta (Widgren 2000; Hess 2004). Retrospektiivistä tutkimusta on tehty maantieteen alalla erityisesti maisematutkimuksessa (Käyhkö 2007). Tässä tutkimuksessa käyttämäni kartat on tehty kuvaamaan oman aikansa Turkuja ja helpottamaan ihmisten elämää kaupungissa, eikä niitä luonnollisesti ole valmistettu tutkimustarkoitukseen.

4.1. Turun kaupungin Internet-karttapalvelu 2011

Turun Seudun Karttapalvelu (<http://opaskartta.turku.fi/>) on Turun kaupungin Kiinteistöliikelaitoksen ylläpitämä ja tuottama digitaalinen karttapalvelu. Kiinteistöliikelaitos on osa Turun ympäristötoimea ja se vastaa muun muassa kaupungin mittauspalveluista, tonttien myynnistä, kartta- ja paikkatietopalveluista ja kiinteistönmuodostuksesta. Internet-karttapalvelu kattaa Turun seudun 16 kuntaa ja se pitää sisällään runsaasti yksityiskohtaista tietoa muun muassa kaduista ja rakennuksista. Karttapalvelu näyttää esimerkiksi osoitteet, kadunnimet ja tärkeimpien palveluiden sijainnit. Karttapalvelun kartta-aineisto on Euref-Fin (GK23) -koordinaatistossa (Turun kaupunki 2011).

Väriykseltään Turun Seudun Karttapalvelun Internet-kartta (kuva 2) on selkeä. Puistoalueet kuvataan vihreinä, korttelit oransseina, ns. julkiset rakennukset violetteina ja kadut koostaan riippuen joko valkoisina, keltaisina tai punaisina. Rautatie on mustavalkea ja satama-alue rakennuksineen harmaa. Vesistöt kuvataan selkeinä sinisinä alueina. Kartalla on nähtävissä kaikki kaupungille ja kaupunkilaisille merkittävät rakennukset, kuten kirkot, virastot, sairaalat, koulut, päiväkodit ja urheiluareenat. Myös esimerkiksi parkkihallit on merkitty symbolein. Internet-kartan etuna on helppo tarkasteltavuus eri mittakaavoissa, sillä Turun ruutukaava-aluetta voidaan tarkastella eri skaaloilla käyttäjän tarpeiden mukaan. Halutessaan käyttäjä voi perinteisen karttanäkymän sijaan avata ruudulle ilmakuva, kaava- tai maastokartan. Kartalla on mahdollista mitata etäisyyksiä tai hakea näytölle esimerkiksi kaupunkiliikenteen bussireitit ja -pysäkit.

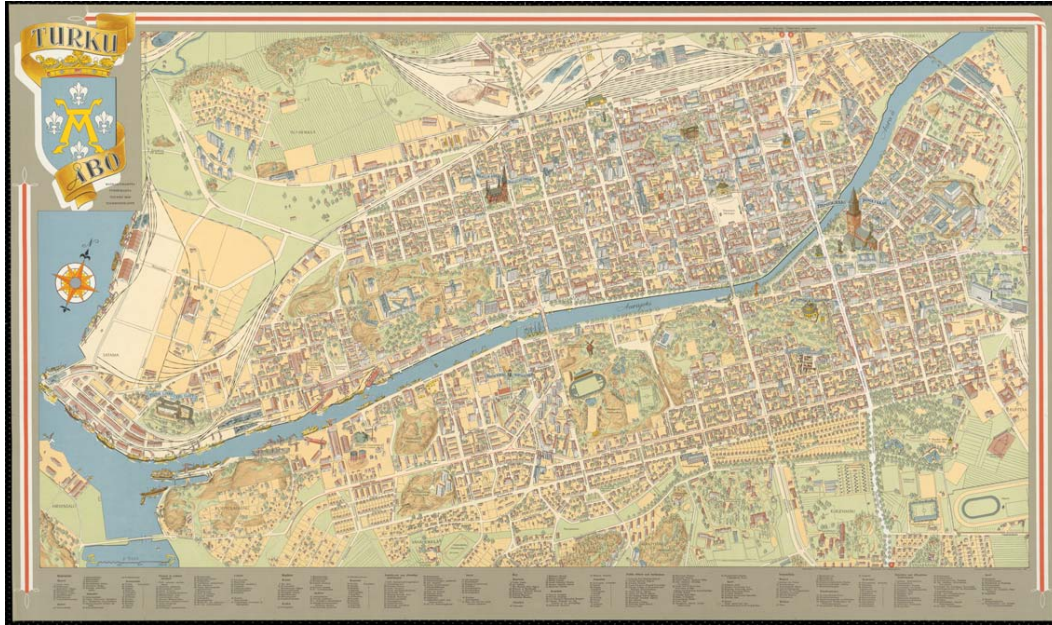


Kuva 2. Kuvakaappaus Turun Seudun Karttapalvelun Internet-kartasta vuodelta 2011.

Internet-kartta poikkeaa selvästi kaikista muista tutkimukseni aineistona olevista kartoista, sillä se on vain digitaalisessa muodossa ja esitetään valmiiksi koordinaatistossa. Karttapalvelua myös muokataan ajoittain mahdollisimman tarkasti nykyhetkeä kuvaavaksi. Lisäksi kartalle on käyttäjän mahdollista tuoda omiin tarpeisiinsa sopivia palveluja, kuten bussireitit, pyörätiet, kaavakartta ja niin edelleen.

4.2 Torpo 1958

Taiteilija Tauno Torpon vuonna 1958 piirtämä painettu matkailukartta (kuva 3) on Suomen ensimmäinen kuvakartta. Pääkaupunki Helsingistä vastaavanlainen kuvakartta valmistui vuonna 1974. Torpon tekemän matkailukartan uudistamistyö alkoi 1950-luvun puolivälin jälkeen ja kartta valmistui vuonna 1957. Painatus kuitenkin viivästyi ja tästä syystä se virallisesti valmistui vasta vuotta myöhemmin. Kartan piirtämisen perustana Torpo käytti kaupungin pohjakarttaa, jonka ansiosta kartalla esitettävät kohteet saatiin sijoitettua oikeille paikoilleen. Matkailijoita varten kartan alareunaan painettiin nelikielinen luettelo kiinnostavista nähtävyyksistä ja näkyviin merkittiin myös turistibussin reitti ja raitiolinjat. Kartan mittakaava alkuperäisessä versiossa oli 1:5000 ja painotuotteessa n. 1:7200 (Turun kaupunki 2007; Kostet 2009a: 57; Kostet 2009b:220-226).



Kuva 3. Suomen ensimmäinen kuvakartta vuodelta 1958. Kartta on painotuote, mutta sen on piirtänyt taiteilija Tauno Torpo.

Torpon matkailukartta on huomiota herättävä, sillä siinä rakennukset on esitetty perinteisestä kartasta poiketen sivusuunnasta kuvattuna. Näin rakennukset erottuvat selkeinä, taiteellisina kuvina karttapohjalta. Rakennukset piirrettiin useiden 1950-luvun lopulla otettujen viistoilmakuvien perusteella ja tällä tavoin kartasta saatiin mahdollisimman ajanmukainen ja luotettava (Turun kaupunki 2007; Kostet 2009a: 57; Kostet 2009b:221). Väriytykseltään kartta on vaaleasävyinen, mutta tietyt julkiset rakennukset, kuten tuomiokirkko, linna ja tähtitorni on väritetty mahdollisimman lähelle niiden oikeaa väriä. Torpon kuvakartta kattaa kaupungin ruutukaava-alueen.

4.3 Asemakaava 1930-luku

Kartta on 1930-luvulle ajoitettu Turun kaupungin asemakaava (kuva 4), mutta sen tekijää ei tiedetä. Kartta on painotuote ja mittayksikkönä on metri ja mittakaavana sekä jana että lukusuhde 1:2000. Tekstit ovat painettu vain suomeksi. Kartta kattaa keskustan ruutukaava-alueen lisäksi Pohjolan ja Kupittaaan puiston, joka on esitetty erillisenä otteena karttalehden yläosassa. Kartalle on nimettyä kadut, mäet ja satunnaiset muut kohteet, kuten torit ja puistot. Elementteinä kartalle on merkittynä julkiset tms. rakennukset (esimerkiksi Turun linna, kirkot, Kakola, tähtitorni ja kaupungintalo), puistokäytävät, uudelleen järjesteltävät alueet sekä rakennetun alueen vahvistetut asemakaavamuutokset, joita ei vielä ole ollut noudatettu. Numeroituina puolestaan ovat kaupunginosat, korttelit ja tontit. Karttalehdellä on myös taulukko, jossa on sel-

vitetty kaupunginosanumeroiden sekä uudelleen järjesteltävien alueiden koodivärit. Väriykseltään kartta on kirjava. Vesialueet ovat sinisiä, puistoalueet vihertäviä, rakennukset siniharmaita. Kadut ovat ruskeanpunaisia. Silmiinpistävänä kartassa on Urheilupuiston värityys turkoosinsävyisenä. Myös kortteleiden palokujat ovat rakennusten ja vesialueiden ohella sinisävyisiä. Asemakaavan uudelleen järjesteltävät alueet on kuvattu kirkkaan keltaisina. Kaupunginosat on eroteltu toisistaan koodivärijäytin rajaviivoin. Tekstit ja numerot ovat sinisävyisiä. Sataman alueella olevat öljysäiliöt on piirretty kartalle selkeästi, mutta asuinrakennuksia ei ole merkitty. Kartta on tutkimusaineiston ainoa painettu asemakaava.



Kuva 4. 1930-luvulle ajoitettu Turun asemakaavakartta.

Koordinaatistoon oikaistussa kartassa on kuvankäsittelyohjelmalla siirretty Kupittaaan puisto omalle paikalleen kartan yläosasta kopioimalla. Siirto ei ole aivan onnistunut, sillä katuviivat eivät ole täysin vastaavia keskenään kopioitavassa kohteessa ja kopioinnin liitoskohdassa (Kupittaankatu).

4.4 Hindersson 1901

Emil Hinderssonin teemakartta Turun ruutukaava-alueesta on valmistunut vuonna 1901 (kuva 5). Se on yleiskartta, johon on merkitty erikseen rakennetut, rakentamattomat ja myytäväksi aiotut tontit symbolivärein. Kartta on ensimmäinen kaupungin kartta, jonka Turun kaupungin rakennuskonttori tuotti maanmittareiden sijaan (Kostet 2009b:78). Kartta on painotuote ja sen mittayksikkönä on metri ja mittakaavana jana. Tekstit ovat vain ruotsiksi. Kartta kattaa ruutukaava-alueen

rautateineen sekä Kupittaaan puiston. Rakennuksista karttaan on merkitty vain suurimmat ja merkitykseltään kaupungille tärkeimmät eli tuomiokirkko, Akatemiatalo, tähtitorni, urheilustadion, lääninvankila, Kakola ja Turun linna. Kortteleiden rakennuksia ei ole merkitty kuin Kurjenkaivonkentän itä-/eteläpuoliselle korttelille. Nimettyinä kartalla ovat ainoastaan kadut. Edellä mainittujen julkisten rakennusten lisäksi merkittyinä kartalle ovat puustutukset, puistokäytävät sekä teeman mukaisesti rakennetut ja rakentamattomat tontit. Kaupunginosia ei ole eritelty. Kartta on väritykseltään hyvin selkeä. Rakennetut tontit ovat väritykseltään beigejä, rakentamattomat valkeita. Rakennukset ovat vaaleita ja rakennettujen tonttien ohella ainoa väritetty kohde on sinertävä Aurajoki. Kartta on hyvin helppolukuinen ja siitä näkee erittäin helposti mitkä tonteista vuonna 1901 on ollut rakennettuja ja mitkä eivät. Kartan alaosassa on selite, jossa värikoodit on kerrottu tarkemmin. Kaikkia mäkiä kartalle ei ole piirretty, pääasiassa vain puistoalueet.



Kuva 5. Emil Hinderssonin valmistama teemakartta Turusta vuodelta 1901. Kartalla on kuvattuna kaupungin rakennetut ja rakentamattomat tontit.

4.5 Gull n. 1893

Kartta on Mats Wilhelm Gullin vuoteen 1893 ajoitettu mittaus Turun kaupungista (kuva 6). Kartta on piirretty käsin ja sen mittayksikkönä on jalka ja mittakaavana sekä jana että suhdeluku 1:2000. Kaikki kartan tekstit ovat ruotsiksi ja se kattaa keskustan ruutukaava-alueen lisäksi Kupittaaan puiston, joka on piirretty karttalehdelle erillisenä kohteena. Kartalle ei ole nimetty eikä numeroitu mitään kohteita, mutta elementteinä siihen on merkitty rakennukset, julkiset tms. rakennukset (esimerkiksi Kakola, kirkot, Akatemiatalo ja kaupungintalo), puuistutukset ja puistokäytävät. Karttaa ei ole väritetty, mutta se on piirretty erittäin tarkasti. Gullin kartta edustaa tutkimusaineistossa mittauskarttaa, jota tutkimalla mahdollisesti nähdään 1890-luvulla käytössä olleiden mittaustekniikoiden ja -välineiden tarkkuus. Gullin kartta on yleiskartta ja se perustuu karttaselityksen mukaan kaupunkiympäristössä tehtyihin topografisiin mittauksiin. Gull laati kaiken kaikkiaan useita lehtiä käsittävän kartaston Turun kaupungista, joissa hyödynnettiin topografisten mittausten lisäksi tontinmittauksia. Gullin tekemään kartoitustyötä pidetään laajuutensa ja tarkkuutensa ansiosta Turun ensimmäisenä kantakarttana (Kostet 2009b:77).

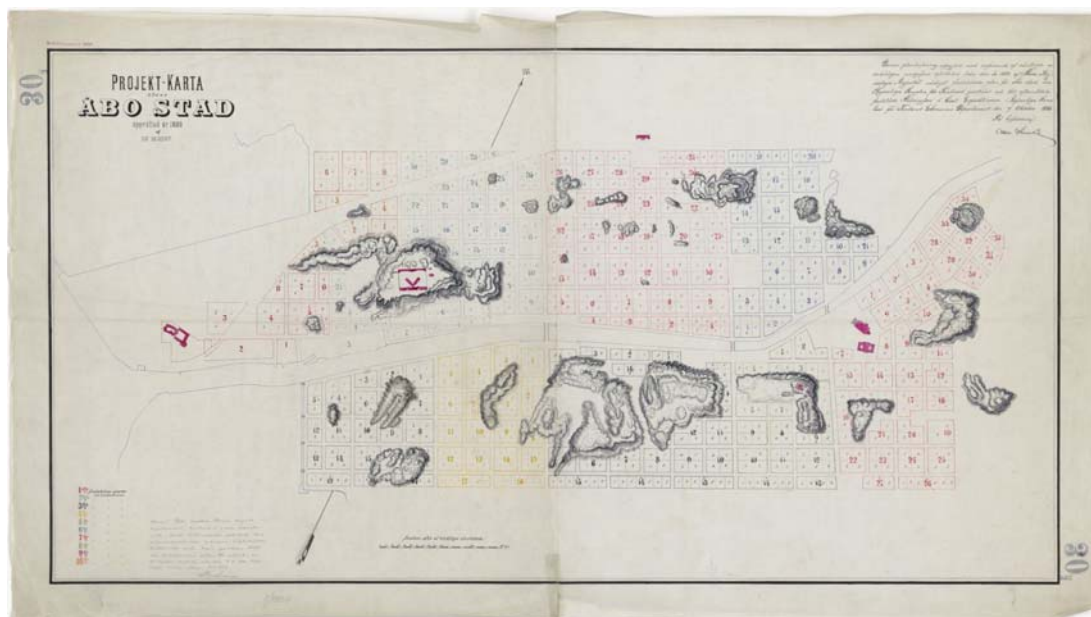


Kuva 6. Vuoteen 1893 ajoitettu Mats Wilhelm Gullin piirtämä mittauskartta Turun kaupungista.

Oikaistussa kartassa on kuvankäsittelyohjelmalla siirretty Kupittaaan puisto omalle paikalleen kopioimalla. Siirto ei ole aivan onnistunut, sillä katuviivat eivät ole täysin vastaavia keskenään kopioitavassa kohteessa ja kopioinnin liitoskohdassa (Kupittaankatu).

4.6 Backhoff & Ahlberg 1884

Engelin hyväksytyyn vuoden 1828 asemakaavaan tehtiin ensimmäiset muutokset vasta rautatien rakentamisen myötä 1870-luvulla. Paitsi kaupungin laajeneminen, erityisesti rautatien rakentaminen ja jatkaminen satamaan asti sai aikaan merkittäviä muutoksia kaupunkirakenteeseen. Nämä muutokset edellyttivät samalla uutta asemakaavallista arviointia, jonka kanssa samaan aikaan oli valtion kanssa pohdittu toteutettavia tilusvaihtoja Kakolanmäellä ja Kanavaniemellä. Pohdintaa varten senaatti edellytti linnan tienoosta ja rautatielinjaa varten luovutetuista maa-alueista kartan laatimista. Vuonna 1878 siviilitoimikunta kehotti Turun kaupunkia suunnittelemaan maanmittari Wahlroosin laatiman kartan perusteella uuden ehdotuksen kaupungin asemakaavaksi. Suunnittelu- ja laatimistyöhön palkattiin kaksi insinööriä, Edvard Backhoff ja August Ahlberg. Heidän tehtävänään oli mitata ja piirtää uusi kaupungin kartta. Backhoffin ja Ahlbergin mittauksiin perustunut Turun asemakartta (kuva 7) valmistui lopulta vuonna 1884 (Kostet 2009a: 45).



Kuva 7. Edvard Backhoffin ja August Ahlbergin laatima asemakaavakartta Turusta vuodelta 1884.

Backhoffin ja Ahlbergin valmistama asemakaavakartta on käsintehty ja sen mittayksikkönä on jalka ja mittakaavana sekä jana että suhdeluku 1:4000. Kartan kaikki tekstit ovat ruotsiksi ja suunnitelma kattaa vain ruutukaava-alueen. Kartta kuvaa korttelirakennetta eikä siinä ole kuvattu kaikkia kaupungin rakennuksia. Ainoat esitetyt rakennukset kartalla ovat ns. julkisia (tuomiokirkko, Akatemiatalo, tähtitorni ja Turun linna), mutta mitään kohteita ei ole nimetty. Korttelit ja tontit ovat

numeroituja ja kaupunginosat on merkitty värikoodein. Numeroinnit on tehty aina kaupunginosan väriytyksen mukaisesti. Rakennukset esitetään punaisina. Mäet erottuvat hyvin selvästi ja ovat väriltään harmaita, mutta puistoalueita ei ole merkitty lainkaan. Oikeassa yläkulmassa on käsinkirjoitettu vahvistusteksti, jonka allekirjoittajan nimestä näkyy vain osa; Oskar.

4.7 Engel 1828

Turku paloi pahoin vuonna 1827. Palon tuhottua kaupungin tuli suunnitella uusi, aiempaa paloturvallisempi ja modernimpi keskusta. Palon jälkeen Turun asukkaat valitsivat valiokunnan, jonka tehtävänä oli suunnitella uusia järjestelyjä kaupungissa. Valiokunnan mietinnön mukaan Turun kaupunki oli rakennettava kukkuloita lukuun ottamatta uudelleen. Kukkulat mietinnön mukaan ”kalliisti lunastetun kokemuksen perusteella oli käytettävä puutarhoiksi ja puistoiksi”. Kenraalikuvernööri Zakrewski näkikin, että kaupungin asemakaava oli uudistettava kokonaan. Uuden asemakaavan suunnittelutyö annettiin arkkitehti Carl Ludvig Engelille, ja hänet määrättiin välittömästi matkustamaan Turkuun. Engelin kaavaluonnoksen perusteella laadittu asemakaava rakennusjärjestyksineen hyväksyttiin vuonna 1828 ja siitä tuli Turun jälleenrakentamisen pohja (kuva 8). Zakrewskin päätös esittää Engeliä kaavan tekijäksi oli tärkeää asemaakaavahistoriallisesti ja päätöksen on nähty esittävän kuinka tärkeäksi Turun kaavoitus palon jälkeen koettiin. Engelin kaava oli tiukka ja säännöllinen empirekaava, ja sen tavoitteena oli sijoittaa kaava vaikeaan maastoon. Kaavassa kaupungin korttelit jaettiin kuuteen tai neljään tonttiin. Tonttijako sekä tonteille suunnitellut palokujat ja istutukset vastasivat hyvin empire-tyylin ihanteita. Puistoistutusten perusteluiksi kerrottiin erityisesti paloturvallisuus, mutta niillä oli myös suuri esteettinen merkitys. On lisäksi huomioitavaa, että Turun kaupunkikuvan muotoutumiseen vaikuttivat keisarin asemakaavaa koskevaan vahvistukseen sisältyvät määräykset. Kivitaloalue rajautui tuomiokirkon ympäristöön, Raatihuoneentorille (nykyinen kauppatori) ja Rantakaduille siltojen väliseen osaan. Määräysten mukaan tontit rakennettiin vain kolmelta sivulta ja neljännelle oli istutettava lehtipuita. Vanhan Suurtorin istutukset piti toteuttaa englantilaiseen tyyliin ja keisarin määräyksen mukaan porvariston vastuulla oli kaavaan mukaisten istutusten toteuttaminen (Kostet 2009a: 39; Kostet 2009b:65-71).



Kuva 8. Carl Ludvig Engelin käsinpiirtämä asemakaavakartta Turusta vuodelta 1828.

Carl Ludvig Engel oli saksalainen arkkitehti, joka työskenteli Suomessa vuodesta 1815 alkaen. Pääkaupungiksi muuttuneelle Helsingille Engel loi monumentaalikeskustan ja 1800-luvun alkupuolella hän toimi koko suomalaisen rakennustaiteen suunnannäyttäjänä. Ennen Suomeen tuloaan Engel työskenteli mm. Berliinissä, Tallinnassa ja Pietarissa. Hänen päätyönsä oli Helsingin Senaatintorin empiremiljö. Lisäksi hän suunnitteli ympäri Suomea lukuisia kirkkoja ja julkisia rakennuksia ja laati Turun ohella esim. Porvoon asemakaavan. Turun asemakaavasta tuli suomalaisten kaupunkien asemakaavojen uudistamisen perusta 1800-luvulla (Kostet 2009a: 39).

Kyseinen Engelin kartta on originaali ja käsintehty, mutta siihen on ilmeisesti jälkikäteen lisätty venäjänkieliset tekstit sekä rautatie. Kartan mittayksikkö on kyynärä ja mittakaavana on jana. Tekstit ovat sekä ruotsiksi että venäjäksi. Kartta kattaa ruutukaava-alueen lisäksi ympäröiviä alueita, kuten Kupittaaan ja Ison-Heikkilän. Kartalle on nimetty muun muassa osa kaduista, rakennuksia ja mäkiä. Elementteinä on merkitty julkiset tms. rakennukset (esimerkiksi Turun linna, tuomiokirkko, Akatemiatalo ja ns. kliininen instituutti) ja puuistutukset. Asemakaavana kartassa tuodaan esille kaupungin korttelirakenteen suunnitelma. Kartta on hyvin väritön. Puisto- ja mäkialueet erottuvat hyvin selkeästi pyöreiden

Kartta kuvaa tulliaidan rajaaman kaupunkialueen sekä läntisen jokirannan ja Turun linnan. Kaupunginosat, kadut ja muut kohteet on numeroitu ja karttalehdellä on listattuna nimet näille numeroille. Väriykseltään kartta on selkeä: korttelit ovat pääasiassa kellertäviä/vihreitä, ruutukaavan ulkopuoliset alueet punertavia, mäet ja rakentamattomat kohteet vaaleita.

4.10 Gangius 1634

Kartta on maanmittari Olof Gangiuksen todennäköisesti vuonna 1634 mittaama ja piirtämä kartta Turun kaupungista (kuva 11). Se on paitsi Turun myös koko Suomen ensimmäinen kaupunkikartta. Kartalle ei ole merkitty nimeä, mutta sen takapuolella on teksti ”Aboo”. Jälkikäteen kartan etupuolelle on kirjoitettu teksti ”Ehuru Åratalet när denna Charta öfver Åbo stad blivit upprättad kan bestämma är dock otvevelaktigt att sadant skett före År 1652”, eli kartan on arveltu valmistuneen ennen vuotta 1652. Gangiuksen kartta on erittäin yksinkertainen ja siitä on selvästi tunnistettavissa vain muutamia kohteita, joista selkeimpänä Turun tuomiokirkko. Muita kartalle merkittyjä kohteita ovat raatihuone, piispantalo, Pyhän Kerttulin kirkko, kiltatalo sekä tuomiorovastin pellot ja piispanpelto. Gangiuksen kartan erikoispiirteenä on kaupungin länsipuolelle piirretty kirkko, jonka nimen Gangius on tulkinnut väärin Pyhän Andreaxen kirkoksi. Todellisuudessa kyseinen rakennus on Pyhän Hengen kirkko ja Pyhän Hengen talo. Kaupungille tärkeistä kallioista nimettyinä kartalle ovat Ryssänmäki (nyk. Yliopistonmäki), Kerttulinmäki, ”Mätäjärffui kallio”, Vartiovuori, Rapakallio, Korppolaismäki ja Aninkaistenmäki. Kartan esittämä alue rajautuu kaupunkia ympäröineeseen tulliaitaan, joka valmistui vuonna 1623. Karttaan on piirretty kaupungin asuttu alue ja sen korttelit, kadut ja kujat, mutta tonttijakoa ei ole esitetty. Aurajoki on väritetty sinertäväksi, mutta muita värejä ei kartassa ole käytetty. Karttakompassi on piirretty, samoin mittakaava (1:2500) (Kostet 2009a:5). Turun suomenkielisellä työväenopistolla pitämällään luennolla (19.1.2011) aiheesta ”Mitä kartat kertovat ajastaan?” Kostet esitteli Gangiuksen kartan pitävän sisällään myös aikansa kaupunginosia. Niillä ei kuitenkaan ollut vastaavaa merkitystä kuin nykyisin, mutta tästä huolimatta kaupungissa oli erilaistuneita osia. Yksi näistä oli Lyypekki, Kaskenkadun alaosa Aurajoen rannalla. Kaupunginosan asukkaat olivat saksalaisia käsityöläisiä ja tästä syystä alue nimettiin saksalaisen kaupungin mukaisesti. Luennollaan Kostet muistutti lisäksi Gangiuksen tehneen Turusta kaiken kaikkiaan

kolme kaupunkikarttaa vuoteen 1639 mennessä. Gangius aloitti työnsä Pietari Brahen saapuesssa kaupunkiin ja tämän halutessa Turkuun ruutuasemakaavan. Gangiuksen karttojen myötä alkoi Turun kaupunkitutkimuksen historia.



Kuva 11. Olof Gangiuksen piirtämä Suomen ensimmäinen kaupunkikartta vuodelta 1634.

4.11 Karttojen oikaiseminen koordinaatistoon

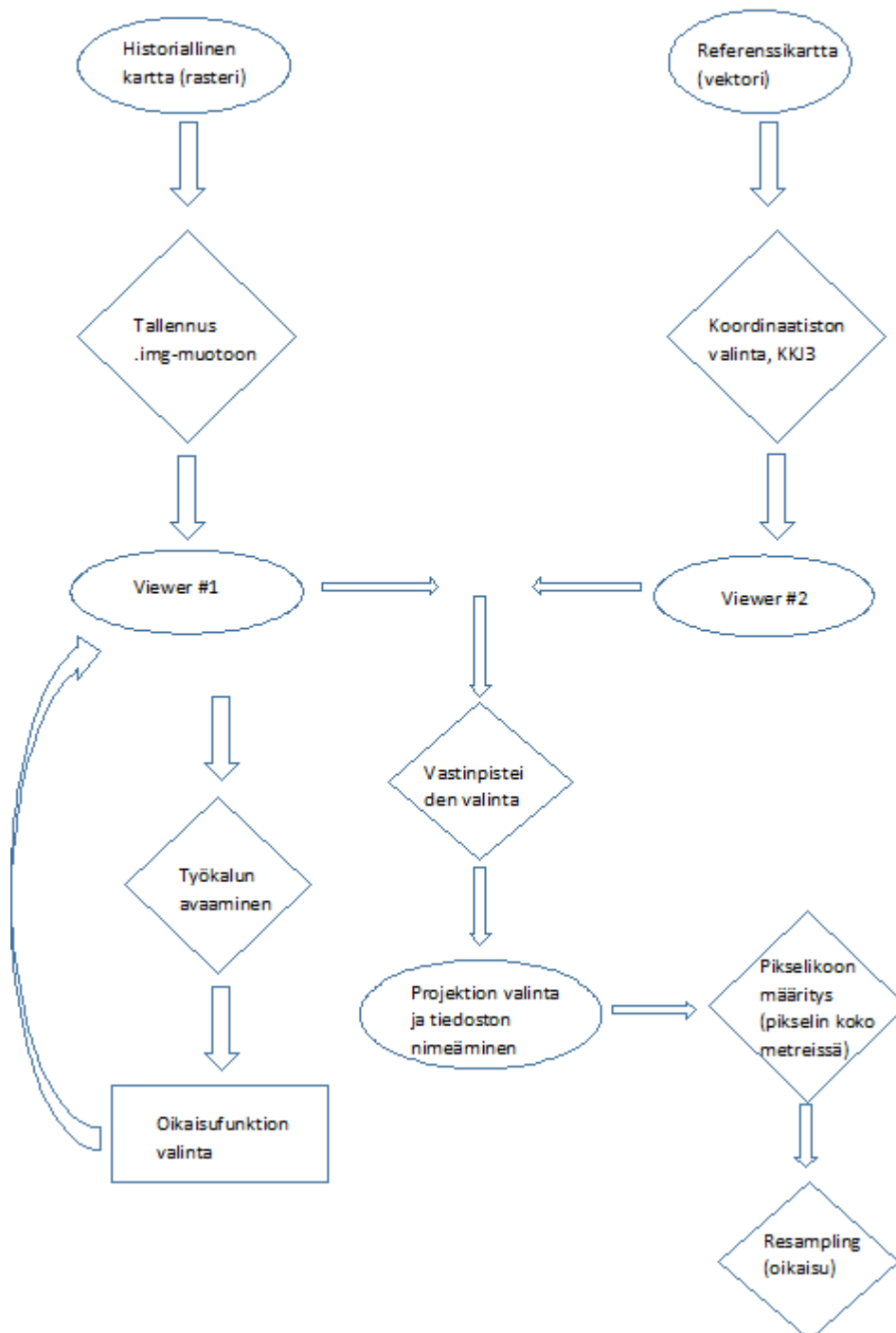
Tämän työn aineistona olevat kartat on skannattu Suomen Kansallisarkistossa Turun ympäristö- ja kaavoitusviraston Digikarttahanketta varten vuonna 2008. Hankkeessa oikaistiin koordinaatistoon eri puolilta Suomea ja Tukholmaa löytyneitä kymmeniä Turun ruutukaavaa kuvaavia karttoja yhteistyössä eri tahojen kanssa. Työssäni käytettävät historialliset kartat on muutettu paperiversioista digitaaliseen eli sähköiseen muotoon skannaamalla. Skannausresoluutioksi on määritelty pääasiassa 300 pikseliä tuumalla (ppi), mutta tässä tarkkuudessa on jonkin verran vaihtelua riippuen paperikartan koosta ja mittakaavasta (Hangisto T., suullinen tiedoksianto, 6/2008). Resoluution valintaan vaikuttavat kartan erilaiset yksityiskohdat ja

kirjoitukset, joiden havainnointi on olennaista karttoja tutkittaessa. 300 pikseliä tuumalle on valikoitu tarkkuudeksi, jotta kartta olisi tulostettuna mahdollisimman lähellä alkuperäisen paperikartan tarkkuutta mutta samalla se on tarpeeksi tarkka mutta kevyt paikkatieto-ohjelmien käytettäväksi. Tiedostomuotona skannatuilla rasterikartoilla on TIFF ja väriavaruutena RGB. Jokaisen skannauksen osalta on huomioitava, että välineistä ja skannaajasta johtuvia vääristymiä voi esiintyä kartoilla runsaastikin ja nämä vääristymät voivat vaikuttaa paitsi skannaukseen myös lopulta tuotettavan paikkatiedon tarkkuuteen. Skannaus voi lisäksi vääristää värejä mutta tätä vääristymää voidaan jälkikäteen muokata tietokoneen kuvankäsittelyohjelmilla mahdollisimman tarkasti alkuperäistä paperikarttaa vastaavaksi. Skannattu kartta ei ole vielä sellaisenaan paikkatietoa, vaan siihen on tuotava tietoa sijainnista. Jotta historiallista karttaa voidaan verrata nykyaikaiseen karttaan, pitää niiden koordinaatistot eli sijaintitiedot olla yhteneviä. Toimintaa, jossa historialliseen karttaan tuodaan koordinaatistotiedot, voidaan kutsua useilla eri termeillä: asemointi, rekisteröinti, oikaisu tai geokoodaus. Oikaisu tehdään paikkatieto-ohjelmalla aina rasterimuotoiseen karttaan (Mökkönen 2006b; Huhtamies 2008:449-461). Käytin tutkimuksessani kolmea paikkatieto-ohjelmaa. ArcGIS (9.3 ja 10)- ja MapInfo Professional -ohjelmia tulosten tarkasteluun sekä varsinaiseen oikaisutyöhön ERDAS Imagine 10 -ohjelmaa. Päädyin käyttämään ERDAS Imaginea oikaisutyöhön sen monipuolisuuden ja helppokäyttöisyyden takia.

Historiallisen kartan oikaiseminen nykyiseen koordinaatistoon (tässä työssä oikaisu KKKJ3-kaistaan, josta muutos jälkikäteen Euref-Fin-muotoon, Turun kaistaan 23) tapahtuu ERDAS Imagine 9.3:lla nykyisen kartan (referenssikartta) vastinpisteiden avulla. Tällöin koordinaatistossa olevalle referenssikartalle ja historialliselle kartalle valitaan yhteisiä vastinpestepareja, joiden avulla kartat saadaan yhdistettyä toisiinsa. Historiallinen kartta oikaistaan koordinaatistoon, kun referenssikarttana toimivan nykyhetkisen kartan vastinpisteiden koordinaattitiedot siirretään historialliselle kartalle. Näin kohteet historiallisella kartalla saadaan vastaamaan nykyistä tilannetta ja kohteiden sijaintia. On kuitenkin huomioitava erilaiset virhelähteet, joita vanhoissa kartoissa on usein runsaastikin johtuen muun muassa puutteellisista mittauksista karttaa valmistettaessa. Virhelähteiden takia vastinpisteiden huolellisesta valinnasta huolimatta historiallinen kartta ja referenssikartta eivät aina ole täysin yhteneviä niitä päällekkäin tarkastellessa (Kienast 1993; Kardoulas et al. 1996; Petit & Lambin

2002).

ERDAS Imagine 9.3 -ohjelmassa kartan oikaiseminen koordinaatistoon tapahtuu *geometric correction* -toiminnon kautta (kuva 12). Ensimmäisenä työvaiheena skannattu historiallinen kartta (TIFF-kuvatiedosto) tallennetaan ERDAS-muotoon eli .img-tiedostoksi. Tämän jälkeen ikkunaan 1 (viewer #1) avataan oikaistava historiallinen kartta (.img) ja ikkunaan 2 (viewer #2) referenssikarttana toimiva nykyinen kartta. Referenssikartan koordinaatisto tulee määritellä oikeaksi ennen oikaisun suorittamista. Tässä työssä tein karttojen oikaisun oikaisufunktiolla *polynomial 1* eli lineaarisena. Tällöin oikaisussa on vähintään kolme vastinpisteparia. Polynomisia oikaisufunktioita on useita ja niiden tuottama oikaisutulos on erilainen. Vaikka korkeammilla polynomiasteilla kuin käyttämälläni ensimmäisen asteen polynomilla saadaan yleensä tarkempia oikaisutuloksia, koin lineaarisen oikaisun lopputuloksen parhaimpana tämän työn kartoille.



Kuva 12. Vuokaavio historiallisten karttojen koordinaatistoon oikaisemisesta ERDAS Imagine 9.3 ja 10 -ohjelmilla.

Kun kaikki halutut vastinpisteparit on merkitty kartoille, suoritetaan varsinainen oikaisu. *Geo correction tools* -ikkunasta asetetaan projektio oikeaksi (Finland, KKJ3), määritellään oikaisutietoja ja nimetään tiedosto. Oikaisun kannalta äärimmäisen tärkeää on selvittää jokaiselle kartalle pikselin koko ja kertoa se ohjelmalle. Pikselin

koko saadaan laskemalla kartan mittakaavasta ja se kertoo kuinka monta metriä luonnossa yksi pikseli kartalla on. Tässä pitää tietää paperikartan skannauksen tarkkuus suhteessa kartan mittakaavaan, jotta pikselikoko voidaan laskea. Oikaisun lopputuloksena tietokone muuntaa historiallisen kartan vastinpisteiden avulla referenssikartan kanssa vastaavaan koordinaatistoon ja tuloksena saadaan kartta, jossa karttaphjoinen osoittaa suoraan ylöspäin. Oikaisun onnistumista ja mahdollisia virhelähteitä voidaan tarkastella avattaessa referenssiaineisto ja oikaistu kartta paikkatieto-ohjelmassa päällekkäin. Tällöin nähdään mahdolliset suuret poikkeavuudet selkeästi ja nopeasti. Oikaisun jälkeen syntynyt kartta on muutettava ERDAS Imagine -ohjelman import-toiminnolla takaisin TIFF-muotoon, jotta sitä voidaan tarkastella perinteisillä kuvankäsittelyohjelmilla, kuten Photoshopilla tai Microsoftin Paintilla. Näin voidaan varmistaa, että karttoja voidaan katsella ilman paikkatieto-ohjelmaa.

Karttojen oikaisutyö on tehty Kartastokoordinaatistojärjestelmän 3-kaistaan (KKJ3), mutta Turun kaupungin siirryttyä helmikuussa 2010 käyttämään koordinaattijärjestelmänä Euref-Fin-muotoa (Euref-fin23), muutin oikaistut kartat oikeaan koordinaatistoon. Tämä tehtiin ArcGIS 9 -ohjelmalla. Ensin aineiston koordinaattijärjestelmä määriteltiin ArcCatalogissa alkuperäisen aineiston mukaiseksi, mikä tässä tapauksessa oli KKJ3. Ennen varsinaista koordinaatistomuutosta tulee ArcMapin aineistoikkunan (Data frame) koordinaattijärjestelmä määrittää Euref-fin23:ksi. Koordinaatistomuutos KKJ3:sta Euref-Fin23:een (Turun käyttämä paikallinen 23-kaista) tehtiin ArcToolboxin työkalujen avulla. Toiminto muodostaa uuden version oikaistusta aineistosta, muttei hävitä alkuperäistä. Koordinaattimuunnos tehtiin jokaisella oikaistulle kartalle erikseen.

Oikaisuprosessin onnistumista voidaan tarkastella paitsi karttoja keskenään päällekkäin asetellen myös virhetuloksia (RMS-virhe, Root Mean Square, keskineliövirheen neliöjuuri) tarkastellen. RMS-kokonaisvirheen keskiarvo kertoo oikaisun onnistumisen suhteutettuna referenssikarttaan. Luvut kertovat metreinä oikaistun kartan kohteiden sijaintieron referenssikarttaan oikaistun kartan mittakaavaan nähden. Mitä lähempänä arvoa nolla RMS-virhe on, sitä lähempänä oikaistulle kartalle klikattu vastin piste on referenssikartan vastin pisteen

koordinaattia. Etäisyys näiden kahden koordinaattikohteen välillä on jäljelle jäävä virhe. Tietokone laskee RMS-virheen matemaattisena kaavana automaattisesti, kun vastinpestepareja on vähintään neljä. Korkea virhearvo tietyllä pisteellä voi tarkoittaa väärään paikkaan klikattua kohdetta ja se voidaan tarvittaessa jopa poistaa, jotta kokonaisvirhe pysyy mahdollisimman pienenä. Kokonaisvirhe on keskiarvo, joka saadaan yhdistämällä jokaisen vastinpesteparin RMS-tulos ja laskemalla niistä lopulta RMS-virhe (ESRI Canada 2011).

RMS-kokonaisvirhe on suhteellinen mittari oikaisun tarkkuudelle. Tavoiteltava tilanne olisi pitää tämä kokonaisvirhetaso mahdollisimman pienenä. Oikaisun onnistumista arvioitaessa RMS-kokonaisvirheen kautta on huomioitava jokaisen kartan solukoko, eli pikselin koko luonnossa. Paikkatieto-ohjelman kertoma luku on pikseliarvo ja sen vastaavuus metreinä vaihtelee jokaisella kartalla, sillä se on riippuvainen oikaistun kartan mittakaavasta ja skannausresoluutiosta. Karttojen ollessa täysin erilaista alkuperää keskenään, on niiden oikaiseminen täydellisesti jopa mahdotonta ja tällöin RMS-virhe kasvaa. Siitä huolimatta on tärkeää pyrkiä pitämään arvo mahdollisimman matalana. Lisäksi on huomioitava, että vastinpesteparien lisääminen ei tarkoita, että oikaisun RMS-virhe pieneneisi (Kardoulas et al. 1996; ESRI Canada 2011). Jokaisen oikaistun kartan tutkiminen referenssikartan kanssa antaa tietoa sekä kartan oikaisemisen onnistumisesta myös käsityksen historiallisen kartan mahdollisesta mittausvirheestä ja aikakaudelleen tyypillisestä mittaustavasta. Oikaisutulosta tulee kuvan lisäksi tarkastella myös RMS-virheen kautta, joka osaltaan kertoo oikaisun onnistumisesta.

4.12 Kartografinen analyysi ja muutosanalyysi

Tutkimukseni aineistoa tarkastelen kartografinen analyysin ja muutosanalyysin kautta. Kartografisessa analyysissä tutkitaan karttoja ja niillä näkyviä muutoksia ja tapahtumia. Analyysissä on kuitenkin huomioitava, että kartta kertoo vain tekijänsä esittämän tilanteen mittaushetkestä. Karttojen kuvaamalla alueella on mahdollisesti tapahtunut muutoksia myös karttojen mittaus- ja valmistumisajankohtien välillä. Karttojen tutkiminen paikkatieto-ohjelmilla antaa mahdollisuuksia tutkia alueita teemoittain, kun muutoksia voidaan tarkastella esimerkiksi digitoitujen kohteiden kautta. Paikkatiedon avulla monimuotoista historiallista kartta-aineistoa voidaan käsitellä samalla tekniikalla riippumatta aineiston mahdollisista mittavirheistä,

tarkkuudesta tai mittakaavan vaihtelusta. (Vuorela et al. 2002; Stäuble et al. 2008). Kartografisessa analyysissä tutkin jokaisen kartan sekä erikseen että yhdessä muiden karttojen kanssa. Kartografisen analyysillä selvitän mitä informaatiota kuvasta on nähtävissä ja kartan valmistuksen aikakauden huomioon ottaen tutkin miksi asiat on esitetty kyseisellä kartalla. Kartografisen analyysin avulla pyrin selvittämään esimerkiksi millaisia symboleja eri aikakausina kartoilla on käytetty ja miten kartta heijastaa valmistumisvuotensa maanmittauksellisia keinoja. Analysoinnin helpottamiseksi tutkin karttoja ArcMap-ohjelmalla, jotta näen kartalle piirretyt kohteet tarkemmin kuin paperiversiolta.

Muutosanalyysiä pidetään dynaamisena lähestymistapana tutkittaessa (maiseman) muutosta (Käyhkö & Skånes 2006). Maiseman ja kaupunkirakenteen muutoksien tutkimisessa yksi tärkeimmistä lähtöaineistoista ovat historialliset kartat yhdessä erilaisten tilastojen ja ilmakuvien kanssa. (Bender et al. 2005). Analyysin avulla tutkitaan mm. kaupunkien kehittymistä ja muutosta sekä syitä muutoksiin kaupunkirakenteissa. Muutostutkimukset keskittyvät yleisesti kaupunkialueiden avoimiin tiloihin, katurakenteeseen ja tonttimaiden muutoksiin. Analyysin kannalta on tärkeää ymmärtää alueen historiaa ja sen aiheuttamia muutoksia kaupunkirakenteessa. Muutosanalyysin pääperiaatteena on kaupunkialueen muutoksiin vaikuttavien voimien tutkiminen. Ihmistoiminnan välillinen ja välitön toiminta on tutkimuksen peruseriaatteiden keskiössä (Moudon 1997; Kropf & Malfroy 2013). Työssäni vertailen paikkatieto-ohjelmalla koordinaatistoon oikaisemiani historiallisia karttoja toisiinsa ja tutkin niissä tapahtunutta muutosta retrospektiivisesti. Muutosanalyysin apuna käytän ArcMap-ohjelmaa, johon tuon päällekkäin tarkasteltavaksi historiallisen ja nykyisen kartan ja tutkin alueella mahdollisesti tapahtunutta muutosta ja selvitän syitä, mitkä muutokseen ovat johtaneet. Vertailen historiallisia karttoja myös toisiinsa päällekkäin aseteltuina, jotta pystyn havaitsemaan konkreettiset erot karttojen välillä ja pystyn selvittämään mitä eroja on ja miksi.

Oikaisen kaikki aineistoni kartat, lukuun ottamatta Internet-karttaa (v. 2011), koordinaatistoon (ensin KKJ3, josta muutos EurefFin Turun kaistaan 23). Tutkin oikaisutuloksia paitsi vertailemalla oikaistua karttaa ja nykytilannetta kuvaavaa referenssikarttaa päällekkäin, myös asettamalla historiallisia karttoja keskenään

päällekkäin. Tämä mahdollistaa havainnoinnin historiallisten karttojen välisistä eroista. Oikaisuun käyttämäni vastinpisteparit vaihtelevat jokaisessa kartassa, vaikka jonkin verran yhtäläisyyksiäkin löytyy. Tuomiokirkko toimii yhtenä oikaisupisteinä jokaisessa kartassa. Vastinpisteparien sijoittumiseen vaikuttavat kartan monipuolisuus ja tarkkuus piirroksissa. Mitä selkeämmäksi kartta on saatu, sitä helpompi siitä on löytää niin sanottuja varmoja oikaisupisteitä. Tällaisiksi varmoiksi pisteiksi pyrin valitsemaan rakennusten ja kortteleiden kulmia, joiden tiedän olleen muuttumattomia jo ajalta ennen karttojen valmistumista.

Koska kartat kattavat melko pitkän aikakauden (vuodet 1634-2011) ja edustavat hyvin erilaisia mittaustapojen ja -tekniikoiden lopputulosta, valitsin karttojen keskinäisen vertailuun tietyt kaupunkikohteet. Näitä ovat tuomiokirkko, Turun linna, Vartiovuoren alue ja nykyisen Kauppatorin alue. Kohteet olen valinnut niiden pitkän historian (tuomiokirkko, linna, Vartiovuori) ja tärkeän asemansa takia. Kohde, joka on varmasti ollut nykyisellä paikallaan jokaisen kartan valmistumisen aikana, toimii erinomaisena vertailukohteena ja kertoo osaltaan koordinaatistoon oikaisemisen luotettavuutta. Tässä tutkimuksessa sovellan sekä kartografista analyysiä että muutosanalyysiä käymällä jokaiselta kartalta läpi samoja asioita ja kohteita. Tämä luo mahdollisimman luotettavan tutkimustuloksen, kun vertailuun otetaan mahdollisimman samat kohteet jokaiselta kartalta. Tutkin jokaisen kartan osalta mitä elementtejä niistä löytyy ja vertailen tuloksia toisiinsa. Tutkittavat elementit ovat asuin- ja liikerakennukset, niin sanotut julkiset rakennukset (esim. linna ja tuomiokirkko), pohjoisnuoli, mittakaava, puuistutukset, rakennetut ja rakentamattomat tontit, kadut, kaupunginosat sekä mäet. Taulukoin tulokset, jolloin vertailu karttojen välillä on helpompaa. Nämä elementit ovat valikoituneet jo Digikarttahankkeen käynnistymisen alkuvaiheissa. Niiden avulla voidaan selvittää kartoittamisessa tapahtuneita edistysaskelia ja nähdään mittakaavojen ja -yksiköiden muutokset. Kartografinen analyysi ja muutosanalyysi linkittyvät tiukasti toisiinsa, koska niiden antamat tulokset tukevat toinen toistaan. Pelkkä karttojen havainnointi kartografisesta näkökulmasta ei auta ymmärtämään vuosisatojen aikana tapahtunutta muutosta kaupungissa, mutta toisaalta pelkkä muutosanalyysi ei anna täyttä kuvaa yksittäisten karttojen sisältämästä informaatiosta. Työssäni keskityn paitsi eri aikakausien karttojen yleisilmeisiin myös tiettyjen kohteiden kuvaamistapaan ja karttojen oikaisun onnistumiseen.

5. Tulokset

5.1 Geometrinen oikaisu ja karttakohteet

Geometrisesti oikaistujen karttojen RMS-virheet kertovat oikaisun onnistumisesta (taulukko 4). Vuosien 1709-1710 (Wetterwijk, Östring ja Bergman) ja 1828 (Engel) kartoilta RMS-virhettä ei ole tiedossa. Virhekeskiarvon perusteella tarkin oikaisutulos on vuosien 1893 (Gull) ja 1930-luvun kartoissa. Näiden molempien keskiarvovirhe on 0,4 metriä. Näiden lisäksi myös vuoden 1634 (Gangius), vuoden 1789 (Ekmansson / Gottskalk) ja vuoden 1901 (Hindersson) karttojen RMS-keskiarvo on alle 1,5 metriä ja oikaisutulosta voidaan pitää erittäin hyvänä. Suurimmat keskiarvovirheet ovat vuoden 1884 (Backhoff & Ahlberg) ja vuoden 1958 (Torpo) kartoilla.

Taulukko 4. Oikaistujen karttojen RMS-kokonaisvirheen keskiarvot. Turun internet-palvelun kartta on jätetty taulukoinnista pois, koska sitä ei ole työssä oikaistu koordinaatistoon.

Kartan tumisvuosi	valmis- Mittakaava	RMS-keskiarvo (m)
v. 1634	1:2500	1,0
v. 1709-1710	1:4000	X
v. 1789	1:4000	0,8
v. 1828	1:4300	X
v. 1884	1:4000	4,0
n. v. 1893	1:2000	0,4
v. 1901	1:6000	1,2
1930-luku	1:2000	0,4
v. 1958	1:7200	5,8

Tutkimukseni aineistona olleet kymmenen Turun ruutukaava-aluetta kuvaavaa karttaa pitävät sisällään hyvin monenlaista informaatiota (taulukko 5). Niin sanottujen julkisten rakennusten asemassa ovat esimerkiksi Turun tuomiokirkko, Turun linna ja

kaupungintalo.

Taulukko 5. Tutkimusaineistona olleiden karttojen sisältämä informaatio tiettyjen elementtien osalta. Luvut kuvaavat kartan valmistumisvuotta.

	2011	1958	1930-luku	1901	1893	1884	1828	1789	1709-1710	1634
Asuin- ja liikerakennukset		X			X		X			
Julkiset rak.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pohjoisnuoli		X		X	X	X	X	X	X	X
Mittakaava	X	X	X		X	X	X	X	X	X
Puuistutukset		X	X	X	X		X			
Tontit rak / ei rak.	(X)	X	X	X				X	X	
Kadut	X	X	X	X			X	X	X	X
Kaupunginosat	(X)								X	X
Mäet	X	X	X				X	X	X	X

Edellä mainitut julkiset rakennukset ovat edustettuina jokaisessa kartassa. Vaikka työssäni en erikseen eritellyt mitkä julkiset rakennukset kartalla on kuvattuna, löytyivät Turun historialle merkittävimmät (tuomiokirkko ja linna) jokaisesta kartasta lukuun ottamatta Gangiuksen vuoden 1634 piirtämää tulliaidan rajaamaan Turkua, joka ei kuvaa kaupunkia linnalle asti. Muita rakennuksia kuin julkisia, erilaisia asuin- ja liikerakennuksia, oli puolestaan kuvattu vain kolmella kartalla: vuosina 1958, 1893 ja 1828. Myöskään näiden rakennusten osalta en tarkastellut erikseen sitä, mitkä kaupungin taloista olivat kartalla kuvattuina ja mitkä eivät, vaan pidin tarkastelun yleistasolla.

Pohjoisnuolta ja mittakaavaa ei ollut merkitty jokaiselle tutkimalleni kartalle (ks. taulukko 3). Ilman pohjoisnuolta on 1930-luvulla valmistunut asemakaava ja lisäksi valmiiksi koordinaatistossa esitettävä Internet-karttapalvelun opaskartta. Mittakaava puolestaan puuttui Hinderssonin vuonna 1901 valmistuneesta teemakartasta.

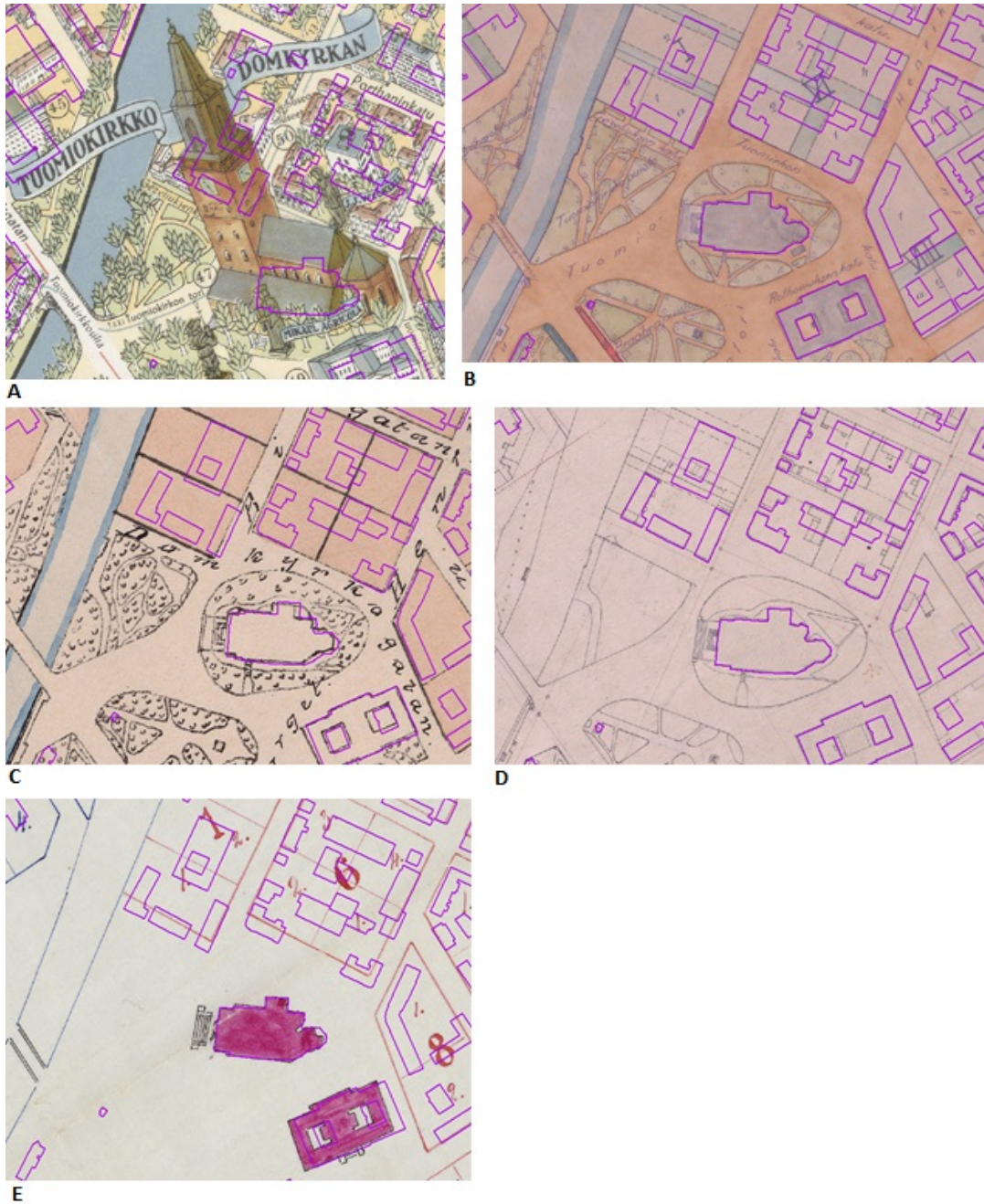
Puuistutukset on kuvattuna Torpon matkailukartassa (v. 1958), Hindersonin kartassa (v. 1901), 1930-luvun asemakaavassa, Gullin kartassa (v. 1893) ja Engelin asemakaavassa (v. 1828). Rakennettujen ja rakentamattomien tonttien kuvaus näkyy vuoden 1958 ja 1930-luvun sekä vuosien 1901, 1789 ja 1709-1710 kartoilla. Lisäksi Turun Internet-karttaan on mahdollista valita näkyviin kaavakartta, jossa erottuvat kaikki tontit. Kadut on nimetty kuudelle kartalle (v. 2011, v. 1958, 1930-luku, v.

1901, v. 1789 ja v. 1709), mutta kaupunginosat vain kolmelle (v. 2011, v. 1709 ja v. 1634). Vuoden 2011 Internet-kartalla kaupunginosat eivät näy oletuksena valmiiksi, mutta ne voidaan valita näkyviin. Turun kaupunkikuvaan olennaisena osana kuuluvat mäet on merkitty seitsemälle kartalle (v. 2011, v. 1958, 1930-luku, v. 1828, v. 1789, v. 1709 ja v. 1634).

5.1.1 Tuomiokirkko

Yksi tärkeimmistä kohteista Turun kaupunkikartoilla on tuomiokirkko, joka on löydettävissä tutkimusaineistoni jokaiselta kartalta. Kartan tekijästä riippuen kirkko oli kuvattu joko perinteisesti ylhäältä käsin tai näyttävästi viistokuvana. Jälkimmäinen kuvaustapa vaikeutti sopivan oikaisupisteen löytymistä, koska referenssikartan kuvaustapa poikkesi siitä selvästi.

Nuorin oikaistuista kartoista oli Torpon vuonna 1958 valmistama matkailukartta. Taiteellinen kuvaus Turusta oli haastava oikaistava, koska rakennusten kuvaaminen viistosti vaikeutti vastinpesteparien sijoittamista kartalle. Viistokuvatekniikan takia kuvatut rakennukset (esim. tuomiokirkko) peittää takanaan olevia rakennuksia ja kortteleita. Tämä vaikeutti entisestään useampien vastinpesteidien ottamista mukaan oikaisuun. Torpon kartta on oikaistu lopulta kahdeksaa pistettä käyttäen. Tuomiokirkon osalta oikaisun onnistumisen tulkinta on hankalaa, sillä taiteilija on kuvannut kartallaan kirkon ympäristöään selvästi suurempana (kuva 13 A). Viistokuvatekniikan takia oikaisun onnistumista ei myöskään voida täysin tulkita. RMS-kokonaisvirheen keskiarvo Torpon kartalla on aineiston suurin. Oikaistu kartta sijoittuu referenssikarttaan nähden 5,8 metriä sivuun.



Kuva 13. A. Tauno Torpon Vuonna 1958 valmistama Turun matkailukartta. Päälle asetettuna Turun nykyaikaista rakennuskantaa kuvaava referenssikartta (violetti). B. 1930-luvulle ajoitettu Turun asemakaava. Päälle asetettuna Turun nykyaikaista rakennuskantaa kuvaava referenssikartta (violetti). C. Emil Hinderssonin teemakartta vuodelta 1901 ja Turun nykyinenkartta (violetilla) aseteltuna päällekkäin. D. Mats Gullin piirtämä mittauskartta Turusta vuodelta 1893. Kartan päällä nykyistä Turkuä kuvaava referenssikartta (violetilla). E. Backhoffin ja Ahlbergin vuonna 1884 valmistunut kartta aseteltuna päällekkäin Turun nykyisen rakennuskartan (violetilla) kanssa. Kaikkien karttojen mittakaava kuvissa on 1:2000.

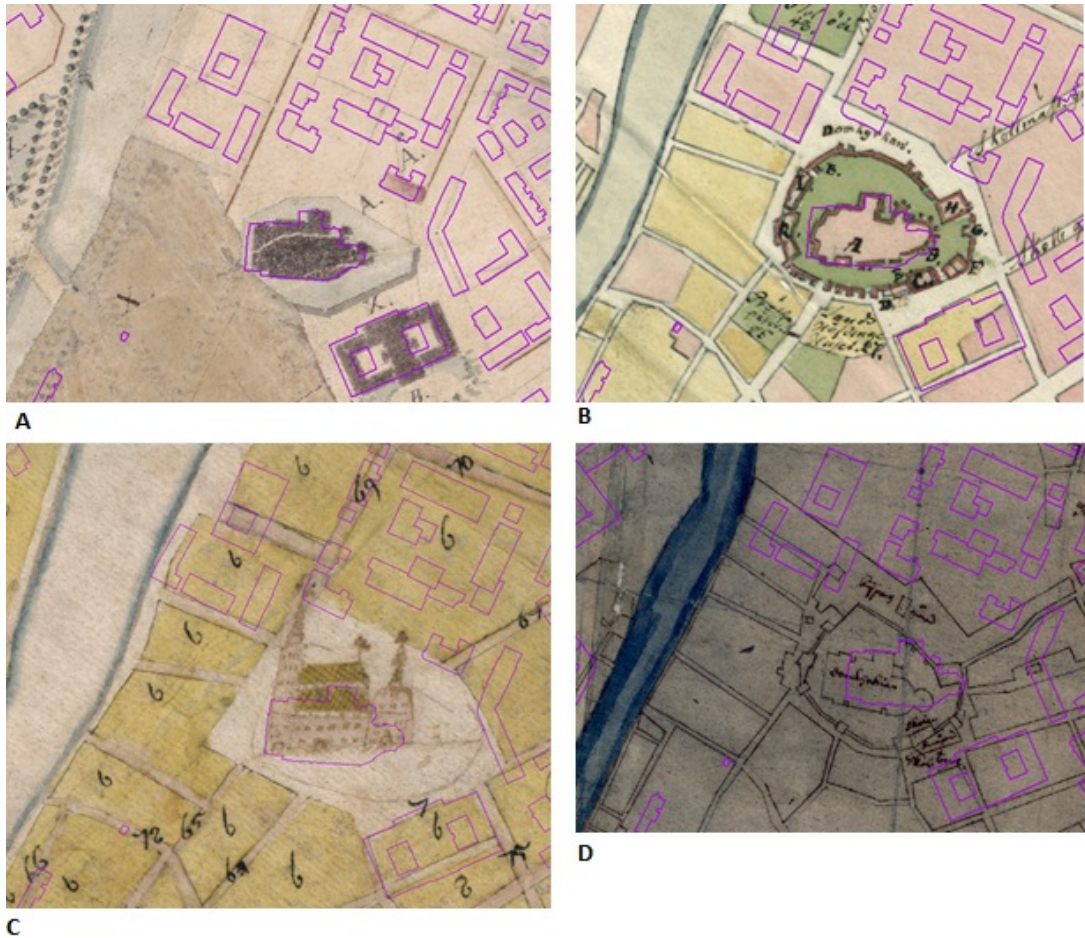
1930-luvulle ajoitetun asemakaavan oikaisuun käytin seitsemää oikaisupistettä, joista yksi sijaitsi tuomiokirkossa. Referenssikartan kanssa tarkasteltuna oikaisu onnistui hyvin tuomiokirkon osalta (kuva 13 B). RMS-kokonaisvirheen keskiarvo asemakaavalla on 0,4 metriä, eli oikaisu on hyvin onnistunut.

Emil Hinderssonin vuonna 1901 valmistaman teemakartan rakennetuista ja rakentamattomista tonteista oikaisiin kymmentä vastin pistettä käyttäen, joista yksi sijaitsi tuomiokirkossa. Kartta on mitattu tarkasti, sillä sen oikaisutulos on hyvä (kuva 13 C). RMS-kokonaisvirhe on vain 1,2 metriä, joten oikaisutulos ei ole täysin yhtenevä referenssikartan kanssa.

Gullin vuonna 1893 piirtämä mittauskartta on todella tarkka kuvaus Turun ruutukaava-alueesta. Oikaisiin sen kymmentä vastin pisteparia käyttäen, joista yksi sijaitsi tuomiokirkossa. Oikaisutulos on äärimmäisen tarkka ja nykyinen karttapohja asettuu Gullin kartalla tuomiokirkon päälle tarkasti (kuva 13 D). RMS-kokonaisvirhe on 0,4 metriä, eli tulos on hyvin onnistunut.

Backhoffin ja Ahlbergin kartan Turusta vuodelta 1884 oikaisiin kahdeksalla vastin pisteparilla. Näistä yksi sijaitsi tuomiokirkossa. Kartan oikaisutulos tuomiokirkon osalta ei ole täysin onnistunut, sillä referenssikartta asettuu sen päälle aseteltaessa hieman liian sivuun (kuva 13 E). RMS-kokonaisvirheen keskiarvo kartalla on 4,0 metriä, mikä on saaduista RMS-virhearvoista toiseksi suurin aineistossa.

Carl Ludwig Engelin vuonna 1828 valmistama asemakaava toimii nykyisen Turun ruutukaava-alueen pohjana. Engelin kartan oikaisiin käyttämällä yhdeksää vastin pistettä. Tuomiokirkon kohdalla oikaisu on melko onnistunut ja kartat asettuvat suhteellisen hyvin päällekkäin (kuva 14 A). Referenssikartta sijoittuu vain hieman sivuun Engelin kartan tuomiokirkosta.



Kuva 14. A. C.L. Engelin vuonna 1828 hyväksytty asemakaava aseteltuna päällekkäin Turun nykyisen rakennuskartan (violetilla) kanssa. B.. Ekmanssonin ja Gottskalkin piirtämä kartta vuodelta 1789 asetettuna päällekkäin Turun nykyaikaisen kartan kanssa (violetilla). C. Turun kartta vuosilta 1709-1710 asetettuna päällekkäin nykyaikaisen kartan (violetilla) kanssa. D. Olof Gangiuksen vuonna 1634 piirtämä kartta oikaistuna EurefFin-koordinaatistoon (Turun kaista 23). Päälle aseteltuna (punaisella) Turun nykyaikainen rakennuksia kuvaava referenssikartta. Kaikkien karttojen mittakaavana on 1:2000.

Vuonna 1789 Ekmanssonin ja Gottskalkin piirtämän Turun kartan oikaisin koordinaatistoon neljän vastin pisteparin avulla. Luotettavia kohteita oikaisu onnistumiseksi ei ollut löydettävissä enempää kartan piirtoteknisistä syistä. Tunnistettavia kohteita kartalla oli runsaasti, mutta niiden muodot poikkesivat referenssiaineistosta niin paljon, etten voinut lisätä vastin pisteparien määrää. Pisteparien vähydestä huolimatta oikaisu on suhteellisen onnistunut tuomiokirkon osalta. Kartat asettuvat päällekkäin, mutta erot historiallisen ja nykyisen kartan välillä ovat helposti nähtävissä (kuva 14 B). RMS-kokonaisvirheen keskiarvo on 0,8 metriä, joten oikaisutulosta voidaan sen perusteella pitää erittäin hyvänä.

Aineistoni toiseksi vanhimpana karttana on kolmen maanmittarin, Östringin, Wetterwijkin ja Bergmanin, yhteistyön tulos vuosilta 1709-1710. Kartan oikaisuun

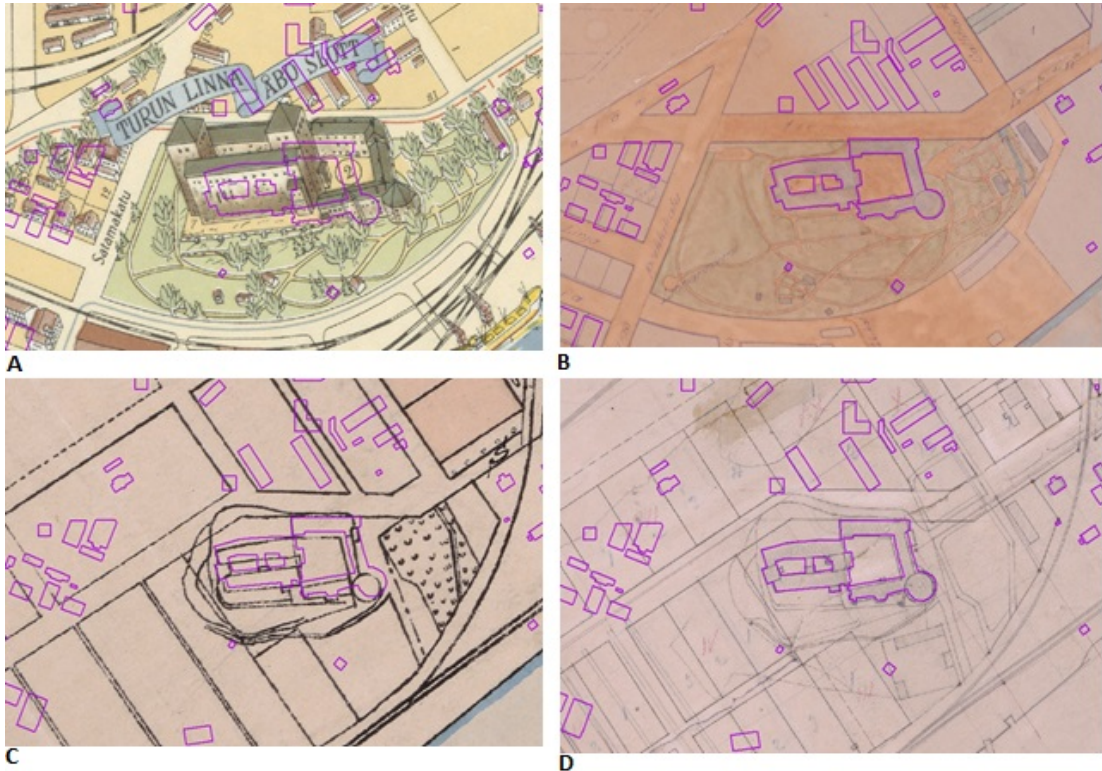
käytin vain kolmea vastin pistettä, sillä tunnistettavia kohteita kartalla oli hyvin vähän. Koska pisteitä ei ole enempää, ei sille ole laskennallista RMS-virhettä. Pisteiden vähydestä huolimatta tuomiokirkko on asettunut melko hyvin kohdakkain tarkasteltaessa historiallista karttaa ja referenssikarttaa päällekkäin (kuva 14 C). Tuomiokirkko on piirretty viistokuvana, joka osaltaan vaikeuttaa oikaisutuloksen onnistumisen tulkintaa.

Suomen ensimmäisen kaupunkikartan, Gangiuksen vuonna 1634 piirtämän tulliaidan rajaaman kaupungin oikaisu onnistui tietyiltä osin melko tarkasti (kuva 14 D). Kyseisen kartan kohdalla on huomioitavaa, että tunnistettavia kohteita nykyiseen Turun karttaan verrattuna on selkeästi vain tuomiokirkko. Oikaisun vastin pisteitä oli tästä huolimatta viisi. Gangiuksen kartan RMS-kokonaisvirhe oli noin 1 metrin. Referenssikartan kanssa päällekkäin aseteltuna tuomiokirkko on joiltain osin melko hyvin asettuneena.

5.1.2 Turun linna

Tuomiokirkon ohella toinen tärkeä kohde Turun kaupunkikartoilla on Turun linna, joka esiintyi vanhinta Gangiuksen teosta lukuun ottamatta jokaiselta kartalta. Osalla kartoista rakennukset oli kuvattu viistokuvina, mikä vaikeutti vastin pisteiden sijoittelua.

Torpon vuonna 1958 valmistamassa matkailukartassa Turun linna oli kuvattu viistosti. Torpon kartta oikaistiin kahdeksan vastin pisteen avulla, joista yksi sijaitsi linnassa. Kuten tuomiokirkko, myös linna on kartalla kuvattu ympäristöään selvästi suurempana (kuva 15 A).



Kuva 15. A. Tauno Torpon Vuonna 1958 valmistama Turun matkailukartta. Päälle asetettuna Turun nykyaikaista rakennuskantaa kuvaava referenssikartta (violetilla). B. 1930-luvulle ajoitettu Turun asemaakaava. Päälle asetettuna Turun nykyaikaista rakennuskantaa kuvaava referenssikartta (violetilla). C. Emil Hinderssonin teemakartta ja Turun nykyinen kartta (violetilla) aseteltuna päällekkäin. D. Mats Gullin piirtämä mittauskartta Turusta vuodelta 1893. Kartan päällä nykyistä Turkuu kuvaava referenssikartta (violetilla). Kaikkien karttojen mittakaava kuvissa on 1:2000.

1930-luvulle ajoitetussa asemaakaavassa Turun linna on piirretty hyvin tarkasti polkuineen. Referenssikartan kanssa päällekkäin aseteltuna on huomattavissa asemaakaavan onnistunut mittaaminen (kuva 15 B). Suoritin oikaisun seitsemällä vastinpisteparilla, joista yksi sijaitsi linnassa.

Vuonna 1901 valmistuneen Emil Hinderssonin teemakartan vastinpistepareista yksi sijaitsi linnassa. Kaikkiaan pistepareja oli kymmenen. Oikaisutulos on RMS-virheraportin perusteella hyvin onnistunut, mutta linnan osalta kartat eivät asetu täysin päällekkäin (kuva 15 C).

Mats Wilhelm Gullin piirtämän mittauskartan vuodelta 1893 kymmenestä vastinpisteparista yksi sijaitsi Turun linnassa. Kuten tuomiokirkon, myös linnan osalta mittauskartta asettuu referenssikarttana toimineen nykyisen ruutukaavan kanssa tarkasti päällekkäin (kuva 15 D).

Vuonna 1884 valmistuneen Backhoffin ja Ahlbergin valmistaman kartan kahdeksasta oikaisupisteestä yksi sijaitti Turun linnassa. Referenssinä toiminut Turun nykyinen ruutukaava-aineisto ei täysin osunut kohdakkain historiallisen kartan kanssa (kuva 16 A).



Kuva 16. A. Turun nykyistä rakennuskantaa kuvaava referenssikartta (violetilla) aseteltuna Backhoffin ja Ahlbergin vuonna 1884 valmistaman asemaakavan päälle. B. C.L. Engelin vuonna 1828 hyväksytyn asemaakava aseteltuna päällekkäin Turun nykyisen rakennuskartan (violetilla) kanssa. C. Ekmanssonin ja Gottskalkin piirtämä kartta vuodelta 1789 asetettuna päällekkäin Turun nykyaikaisen kartan kanssa (violetilla). D. Turun kartta vuosilta 1709-1710 asetettuna päällekkäin nykyaikaisen kartan (violetilla) kanssa. Kuvan kaikkien karttojen mittakaava on 1:2000.

Nykyisen Turun kaupungin ruutukaavan pohjana toimivan vuoden 1828 Carl Ludwig Engelin asemaakavan oikaisun yhdeksästä vastinpiesteparista yksi sijoittui Turun linnaan (kuva 16 B).

Ekmanssonin ja Gottskalkin vuonna 1789 piirtämän kartan neljästä vastinpiesteparista yksi sijoittui Turun linnaan. Referenssikartta asettui historiallisen kartan päälle melko yhtenevästi (kuva 16 C).

Östringin, Wetterwijkin ja Bergmanin yhteistyönä vuosina 1709-1710 valmistaman kartan kolmesta vastinpiesteparista yksi sijaitti Turun linnassa (kuva 16 D).

Aineistoni vanhimman kartan, Olof Gangiuksen kaupunkikartta vuodelta 1634, osalta ei Turun linnan aluetta voinut tutkia, koska kyseinen kartta kattaa vain tulliaidan rajaaman kaupungin. Turun linna ei sijoittunut tämän muurin sisäpuolelle.

5.1.3 Vartiovuorenmäki

Kolmas tärkeä ja tunnistettava historiallinen kohde Turun kartoilla oli Vartiovuorenmäellä sijaitseva entinen tähtitorni. Se oli erotettavissa jokaisesta aineistoni yhdeksästä kartasta.

Torpon vuoden 1958 kartalla entinen tähtitorni on muiden rakennusten tapaan piirretty suurena viistokuvana. Tästä syystä oikaisutulos ei ole kovin onnistunut aseteltaessa nykyaikainen referenssikartta Torpon kartan päälle (kuva 17 A). Oikaisun kahdeksasta vastinapisteparista yksi sijaitsi entisessä tähtitornissa.



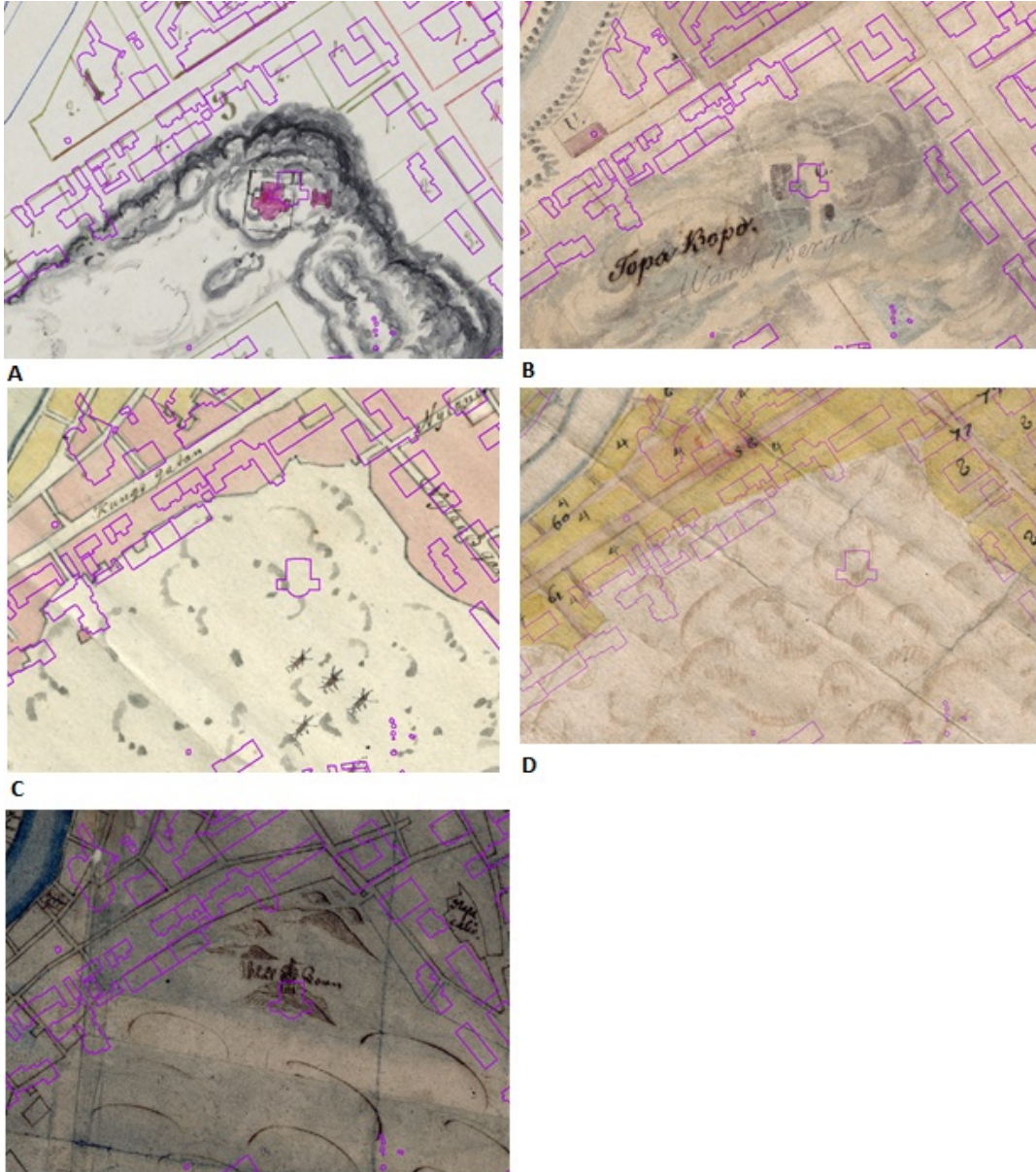
Kuva 17. A. Nykyaikainen referenssikartta (violetilla) aseteltuna Torpon piirtämän vuonna 1958 valmistuneen matkailukartan päälle. B. 1930-luvulle ajoitettu Turun asemakaava ja Turun nykyaikainen rakennuskantaa kuvaava referenssikartta (violetilla) päällekkäin aseteltuina. C. Emil Hinderssonin teemakartta vuodelta 1901 ja Turun nykyinen kartta (violetilla) aseteltuna päällekkäin. D. Mats Wilhelm Gullin valmistama mittauskartta Turusta vuodelta 1893. Kartan päällä aseteltuna nykyistä Turkua kuvaava referenssikartta (violetilla). Kuvan kaikkien karttojen mittakaava on 1:2000.

Vartiovuorenmäen entinen tähtitorni on piirretty 1930-luvulle ajoitettuun Turun asemakaavaan hyvin tarkasti, kun oikaisutulosta tarkastellaan nykyaikaisen kartan kanssa päällekkäin (kuva 17 B). Seitsemästä vastinpisteparista yhden olin sijoittanut tähtitorniin.

Emil Hinderssonin piirtämän, vuonna 1901 valmistuneen teemakartan oikaisutulos on suhteellisen hyvä. Tähtitorni ei asetu täysin kohdakkain nykyaikaisen kartan kanssa päällekkäin aseteltuna, mutta Vartiovuorenmäkeä ympäröiviin kortteleihin nykyiset rakennukset sijoittuvat lähes täysin Hinderssonin korttelirajojen mukaisesti (kuva 17 C). Karttojen kymmenestä vastinpisteparista yksi sijoittui tähtitorniin.

Vuonna 1893 valmistunut Mats Wilhem Gullin piirtämä mittauskartta asettuu nykyisen kartan kanssa hyvin kohdakkain, kun kartat asettaa päällekkäin (kuva 17 D). Sekä tähtitorni että sen ympärille sijoittuvat korttelit ovat melko yhteneviä nykyisen kartan kanssa. Rakennukset kortteleiden sisällä sen sijaan poikkeavat historiallisen ja nykyisen kartan välillä. Gullin kartan kymmenestä vastinpisteestä yksi asettuu Vartiovuorenmäen entiseen tähtitorniin.

Backhoffin ja Ahlbergin vuonna 1884 valmistuneen kartan Turusta oikaisin kahdeksan vastinpisteparilla. Näistä pistepareista yksi sijoittui entiseen tähtitorniin Vartiovuorenmäelle. Oikaisutulos ei ole tähtitornin eikä sitä ympäröivien kortteleiden osalta kovin onnistunut eli referenssikartta nykyisestä Turusta ei ole asettunut yhdensuuntaisesti historiallisen kartan päälle (kuva 18 A).



E
 Kuva 18. A. Backhoffin ja Ahlbergin vuonna 1884 valmistunut asemakaava aseteltuna päällekkäin Turun nykyistä rakennuskantaa kuvaavan referenssikartan (violetit ääriviivat) kanssa. B. Turun nykyisen rakennuskartta (violetilla) ja C.L. Engelin vuonna 1828 hyväksytty asemakaava päällekkäin aseteltuna. C. Turun nykyaikainen kartta (violetilla) ja Ekmanssonin ja Gottskalkin piirtämä kartta vuodelta 1789 asetettuna päällekkäin. D. Östringin, Wetterwijkin ja Bergmanin piirtämä Turun kartta vuosilta 1709-1710 asetettuna päällekkäin nykyaikaisen kartan (violetilla) kanssa. E. Olof Gangiuksen piirtämä Turun kartta vuodelta 1634 asetettuna päällekkäin nykyaikaisen kartan (violetilla) kanssa. Kuvan kaikkien karttojen mittakaavana on 1:2000.

Vuonna 1828 valmistunut Carl Ludwig Engelin asemakaava asetui nykyisen kartan kanssa heikosti päällekkäin Vartiovuorenmäen entisen tähtitornin osalta (kuva 18 B). Tornia ympäröivät korttelit Vartiovuoren juurella ovat selkeämmin kohdakkain nykyisen kartan kanssa. Oikaisin Engelin kartan yhdeksän vastinpisteparin avulla ja niistä yksi sijoittui tähtitorniin.

Ekmanssonin ja Gottskalkin yhteistyönä syntyneen kartan vuodelta 1789 oikaisin neljällä vastinpisteparilla. Näistä pisteistä yksikään ei sijoittunut entiseen tähtitorniin, koska sitä ei ole piirretty kartalle lainkaan. Nykyinen ja historiallien kartta eivät asetu päällekkäin täysin yhtenevästi (kuva 18 C). Vartiovuorenmäen juurella olevat korttelit asettuvat päällekkäin melko hyvin niiltä osin kuin kaupunkirakenteet katuineen ovat yhteneviä.

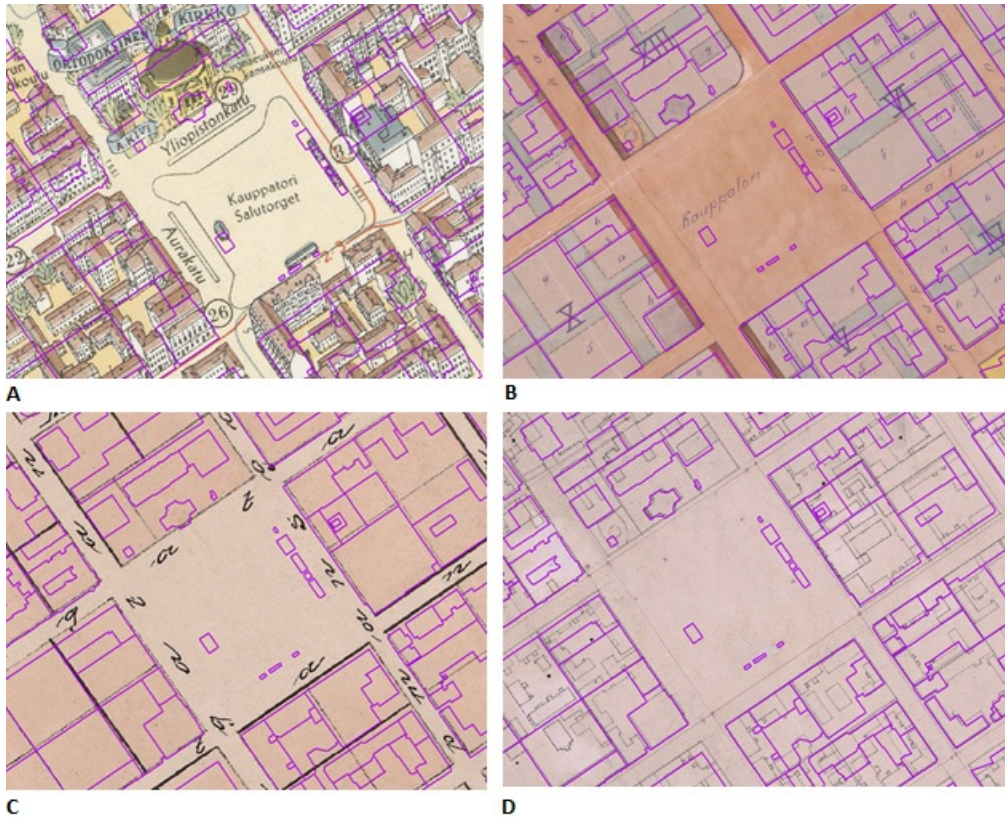
Kolmen maanmittarin yhteistyönä tekemä, vuosien 1709-1710 aikana valmistunut kartta ei asettunut nykyisen kartan kanssa hyvin päällekkäin (kuva 37). Vartiovuorella sijaitsevaa entistä tähtitornia ei ole historiallisella kartalla esitettyä lainkaan, joten kartan kolmesta vastinpisteparista yksikään ei sijoittunut torniin. Myöskään Vartiovuoren juurelta alkavat korttelit rakennuksineen eivät asetu nykykartan kanssa kohdakkain.

Olof Gangiuksen vuonna 1634 valmistama kartta esittää Vartiovuorenmäellä tähtitornin ja se asettuu melko hyvin kohdakkain nykykartan kanssa päällekkäin tarkasteltuna (kuva 18 E). Vartiovuoren juurelta alkava korttelirakenne sen sijaan ei ole kovinkaan yhtenäinen nykyaikaisen Turun kanssa. Oikaisin Gangiuksen kartan viiden vastinpisteparin avulla, mutta yksikään niistä ei sijainnut Vartiovuorenmäellä.

5.1.4 Kauppatori

Neljäntenä tutkittavana kohteena Turun historiallisista kartoista oli kauppatori. Nykyisenlaisena sitä ei löytynyt jokaisesta aineiston kartasta, mutta tuloksissa on käsitelty jokaisen kartan sisältämää informaatiota nykyisen kauppatorin paikalta.

Torpon kartan (v. 1958) oikaisutulos Kauppatorin osalta on hyvin onnistunut ja nykyinen kartta asettuu sen päälle hyvin tarkasti (kuva 19 A). Torpon kartan kahdeksasta oikaisupisteestä yksi sijaitsi Kauppatorin laidalla, Svenska teaterin korttelin kulmassa Aurakadun ja Eerikinkadun risteyksessä. Matkailukartan viistokuvatut rakennukset eivät torin tapaan asetu täysin yhtenevästi nykykartan kanssa päällekkäin.



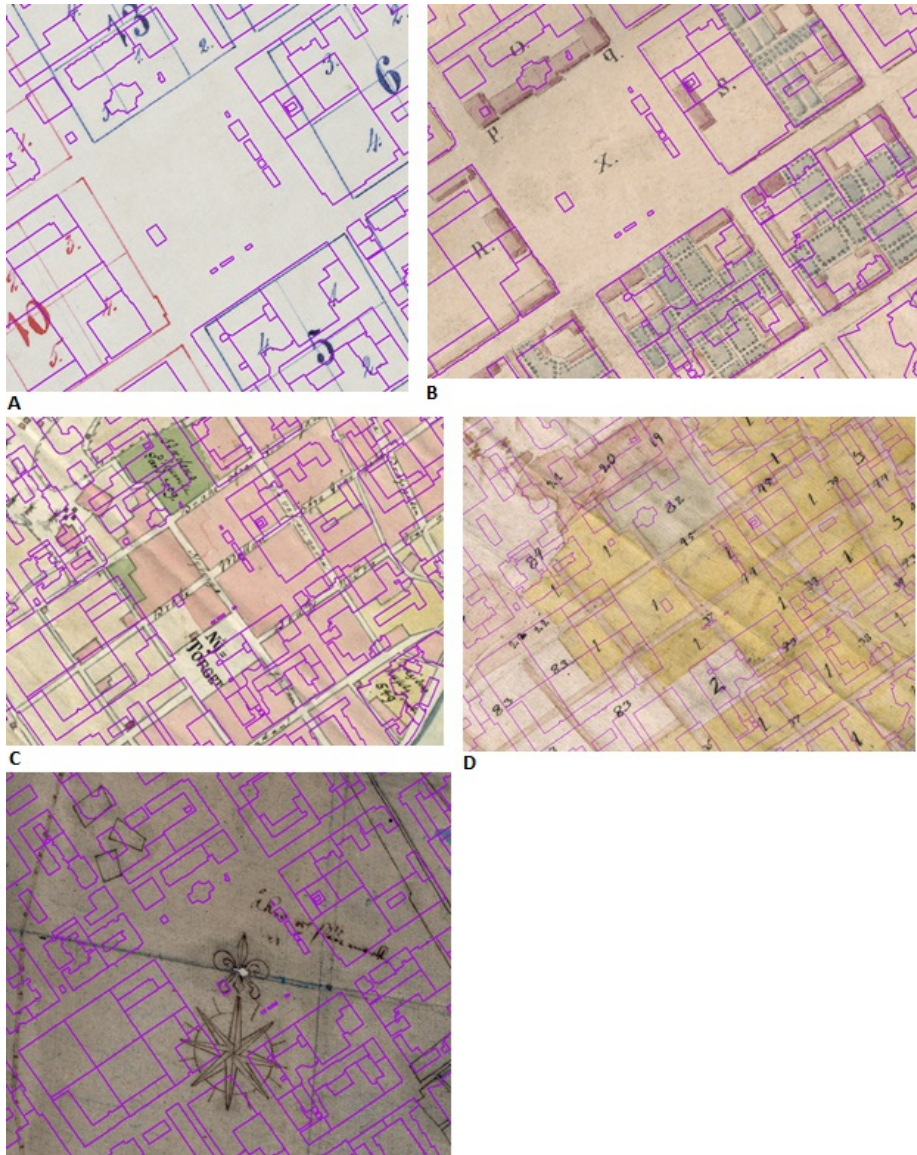
Kuva 19. A. Torpon matkailukartta vuodelta 1958 ja nykyaikainen referenssikartta (violettilla) aseteltuna päällekkäin. B. Turun nykyinen korttelirakenne (violettilla) aseteltuna 1930-luvulle ajoitetun asemakaavan päälle. C. Emil Hinderssonin teemakartta vuodelta 1901 ja Turun nykyinen korttelirakenne (violettilla) aseteltuna päällekkäin. D. Mats Wilhelm Gullin mittauskartta vuodelta 1893 ja nykyaikainen korttelirakenne (violettilla). Kaikkien karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000.

1930-luvulle ajoitetulle asemakaavalle nykyinen Kauppatori asettuu oikaisun jälkeen erittäin tarkasti (kuva 19 B). Myös toria ympäröivät korttelit rakennuksineen sijoittuvat hyvin täsmällisesti nykyisen kartan kanssa päällekkäin. Asemakaavan seitsemästä oikaisupisteparista yksi sijoittui Kauppatorin läheisyyteen.

Hinderssonin teemakartan (v. 1901) oikaisutulos oli Kauppatorin osalta hyvin onnistunut. Sijoitettaessa nykyistä korttelirakennetta kuvaava kartta-aineisto historiallisen kartan päälle, asettuvat ne hyvin tarkasti päällekkäin (kuva 19 C). Hinderssonin kartan oikaisin kymmenen vastinpiesteparin avulla, joista yksi sijaitsi Kauppatorin välittömässä läheisyydessä.

Mats Wilhelm Gullin mittauskartta vuodelta 1893 asettuu oikaisun jälkeen erittäin tarkasti päällekkäin nykykartan kanssa Kauppatorin osalta (kuva 19 D). Toria ympäröivät korttelit ovat jonkin verran poikkeavia historiallisen ja nykyisen kartan välillä, mutta katualueet ovat melko yhteneväisiä. Oikaisin Gullin kartan kymmenellä vastinpiesteparilla, joista yksi sijaitsi Kauppatorin läheisyydessä.

Vuonna 1884 valmistunut Backhoffin ja Ahlbergin kartta ei ole oikaisutulokseltaan Kauppatorin osalta kovinkaan onnistunut (kuva 20 A). Korttelit eivät asetu kohdakkain kartta-aineistojen välillä ja oikaisutulos on melko epäluotettava. Historiallisen kartan oikaisuun käytin kahdeksaa vastinpiisteä, joista yksi sijaitsi Kauppatorin läheisyydessä.



Kuva 20. A. Backhoffin ja Ahlbeckin kartta Turusta vuodelta 1884 ja Turun nykyinen kartta (violetilla) aseteltuna päällekkäin. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000. B. Carl Ludwig Engelin asemakaava vuodelsta 1828 ja Turun nykyinen kartta (violetilla) aseteltuna päällekkäin. Karttojen mittakaava kuvassa 1:2000. C. Ekmanssonin ja Gottskalkin yhteistyönä tekemä kartta Turusta vuodelta 1789 aseteltuna päällekkäin Turun nykyaikaisen kartan (violetilla) kanssa. Kartat kuvavat Turun Kauppatoria ympäristöineen. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:3000. D. Östringin, Wetterwijkin ja Bergmanin vuosina 1709-1710 valmistama kartta Turusta asetettuna päällekkäin nykyaikaisen kartan (violetilla) kanssa. Kartoilla kuvataan nykyisen Kauppatorin aluetta ympäristöineen. Karttojen mittakaavana on 1:3000. E. Olof Gangiuksen kartta Turusta vuodelta 1634 aseteltuna päällekkäin Turun nykyaikaisen kartan (violetilla) kanssa. Nykyaikainen kartta kuvaa Turun Kauppatorin sijaintia ympäristöineen. Karttojen mittakaava on kuvassa 1:3000.

Carl Ludwig Engelin asemaakaava vuodelta 1828 on oikaisutulokseltaan Kauppatorin ympäristöstä hyvin onnistunut, kun sitä tarkastellaan päällekkäin nykyaikaisen kartan kanssa (kuva 20 B). Korttelirajat ovat yhteneviä karttojen välillä, samoin tieverkosto. Engelin kartan oikaisin yhdeksän vastinpiesteparin avulla, mutta niistä yksikään ei sijainnut Kauppatorin välittömässä läheisyydessä.

Vuonna 1789 valmistunut Ekmanssonin ja Gottskalkin kartta Turusta ei oikaisutulokseltaan ole täysin vertailukelpoinen Kauppatorin osalta nykyaikaiseen karttaan, koska tässä historiallisessa kartassa ei nykyisenlaista Kauppatoria ole esitetty lainkaan (kuva 20 C). Korttelirakenne ja katuverkosto poikkeavat hyvin voimakkaasti referenssikartasta.

Östringin, Wetterwijkin ja Bergmanin yhteistyönä valmistama kartta Turusta vuosilta 1709-1710 ei yllä esitellyn vuoden 1789 kartan tavoin ole suoraan vertailukelpoinen oikaisutulokseltaan Kauppatorin osalta, koska toria ei nyky muodossaan historialliselta kartalta ole erotettavissa (kuva 20 D). Sekä korttelirakenne että tieverkosto ovat vahvasti poikkeavia nykykarttaan verrattuna.

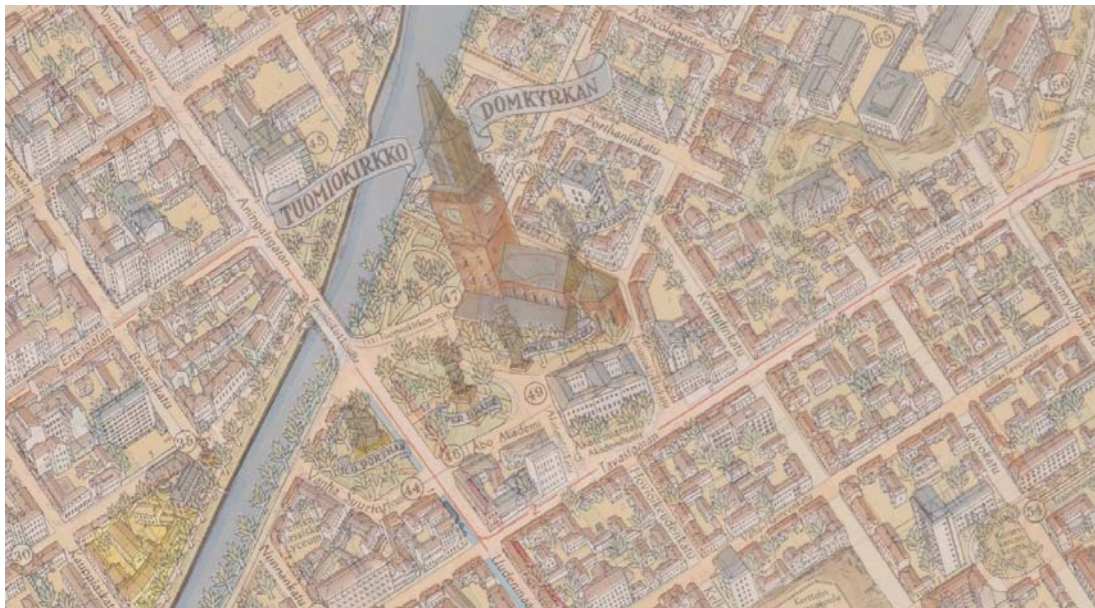
Olof Ganiuksen kartta Turusta vuodelta 1634 ei sisällä minkäänlaista informaatiota nykyisen Kauppatorin alueelta. Gangiuksen kartassa torin paikalla on ainoastaan kartan pohjoisnuoli (kuva 20 E).

5.2 Kaupunkikarttojen erot ja muutokset

Kartta-aineistoni perusteella Turun kaupunkialue on kasvanut ja laajentunut selvästi ja maatilojen osuus luonnollisesti vähentynyt runsaasti. 1900-luvulla alkanut autoistuminen on aiheuttanut katujen leventämistä, minkä takia on myös useita taloja purettu. Karttojen perusteella voidaan huomata, että satama-alue on tärkeää teollisuusaluetta Turulle ja katuverkosto on kehittynyt moninkertaiseksi 1600-luvulta alkaen. Myös Turun kaupunkialueen useat mäet on otettu nykyaikana hyöty-, vapaa-aika- ja asuinkäyttöön aiempaa tehokkaammin.

Torpon vuonna 1958 valmistunut matkailukartta on hyvin omalaisensa viistokuvina esitettyjen rakennusten takia. Tämän takia kartan vertailu koordinaatistoon oikaisun jälkeen on hankalampaa. Tuomiokirkon alueella matkailukartta ja 1930-luvun

asemakaava ovat kuitenkin melko hyvin yhteneviä (kuva 21). Puistot ovat olleet sekä 50-luvun lopulla että 30-luvulla toisiaan vastaavilla alueilla. Myös korttelirakenne on historiallisen keskustan, tuomiokirkon ympäristössä, pysynyt melko muuttumattomana. Myöskään Kauppatorin alueella ei ole huomattavissa isoja poikkeavuuksia karttojen välillä (kuva 22). Kauppatorin sijainti on sama, samoin sitä ympäröivät korttelit. 1930-luvun asemakaavan erottaminen matkailukartan lomasta on vaikeaa, kun suuria eroja ei ole. Kakolan alueella karttojen vertailu on hankalaa matkailukartan runsaan sisällön takia (kuva 23). Matkailukartan visuaalisuus peittää alleen asemakaavan ja Kakolan ympäristön suurimmat erot on huomattavissa vankilan länsipuolella, Tallimäenkadun ympäristössä. Asemakaavalla suunnitellut korttelit poikkeavat Torpon matkailukartan esityksestä jossain määrin. Tallimäenkadun tapaan myös Turun linnan ja sataman ympäristössä on jonkin verran eroja korttelirakenteissa Torpon kartan ja asemakaavan välillä (kuva 24). Linnarakennus kuitenkin on melko yhtenevä karttojen välillä, tosin se kuvataan matkailukartalla selvästi suurempana kuin vanhemmalla asemakaavalla.



Kuva 21. Torpon matkailukartta vuodelta 1958 ja 1930-luvun asemakaava aseteltuna päällekkäin tuomiokirkon ympäristön osalta. Viistokuvatut rakennukset ja konekirjoitus ovat matkailukartan ominaisuuksia, vaalea tekstaus ja ääriivimaiset rakenteet asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.



Kuva 22. Torpon matkailukartta vuodelta 1958 ja 1930-luvun asemakaava päällekkäin tarkasteltuina Turun Kauppatorin osalta. Viistokuvatut rakennukset ja konekirjoitus ovat matkailukartan ominaisuuksia, vaalea tekstaus ja ääriiviivamaiset rakenteet asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.



Kuva 23. Torpon matkailukartta (v. 1958) ja 1930-luvun asemakaava päällekkäin kuvattuna Kakolan alueelta. Viistokuvatut rakennukset ja konekirjoitus ovat matkailukartan ominaisuuksia, vaalea tekstaus ja ääriiviivamaiset rakenteet asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.



Kuva 24. Torpon matkailukartta (v.1958) ja 1930-luvun asemakaava päällekkäin turun linnan ja sataman alueelta. Viistokuvatut rakennukset ja konekirjoitus ovat matkailukartan ominaisuuksia, ääriiviivamaiset rakenteet asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Vertailtaessa 1930-luvulle ajoitettua asemakaavaa ja Hinderssonin vuoden 1901 karttaa päällekkäin, on kartoissa selkeä yhtenäisyys. Kartat asettuvat koordinaatistoon oikaistuina hyvin kohdakkain ja Hinderssonin vaaleaa karttaa on jopa hankala erottaa värikkäämmästä 30-luvun asemakaavasta. Tuomiokirkon ympäristössä suurimmat erot ovat Vartiovuorella, jossa tähtitornin rajat eivät täysin osu kohdakkain kartoilla (kuva 25). Myöskään Kakolan alueella ei suuria eroavaisuuksia ole niiden rakennusten ja korttelirakenteiden osalta, jotka ovat olleet olemassa molempien karttojen valmistumisaikana (kuva 26). Samoin Kauppatori ympäröivine kortteleineen on täysin yhtenäinen karttojen välillä. Kadut, rakennukset ja korttelit ovat toisiaan vastaavia. (kuva 27). 1930-luvun asemakaavan ja Hinderssonin v. 1901 piirtämän kartan suurimmat eroavaisuudet näkyvät Turun linnan alueella (kuva 28). Hinderssonin kartalla kuvataan rakennetut ja rakentamattomat tontit, kun taas 1930-luvun kartta on suunnitelma. Nämä erot näkyvät kartalla täysin erilaisina korttelirakenteina Linnan alueella. Toisaalta itse linnakaan ei ole yhtenevä kartoilla, vaikka rakennus on molemmissa tekohetkellä olemassa ollutkin.



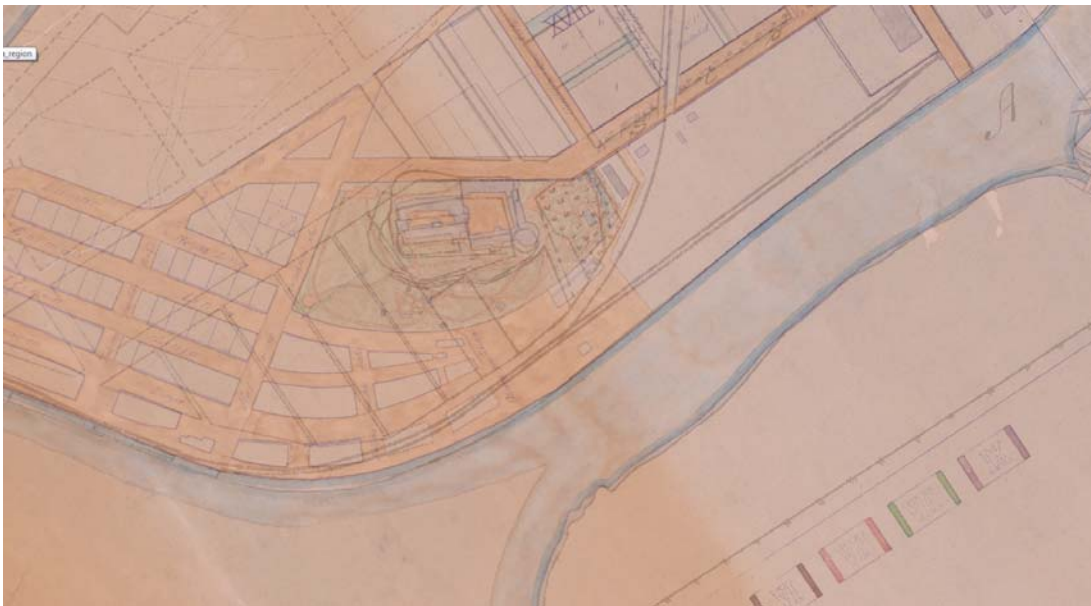
Kuva 25. 1930-luvun asemakaava ja Hinderssonin kartta vuodelta 1901 aseteltuna päällekkäin tuomiokirkon ympäristön osalta. Tekstit sekä puistoa kuvaavat piirrokset ovat Hinderssonin näkemystä ja värit, korttelirakenteet ja -numeroinnit asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:3000.



Kuva 26. 1930-luvun asemakaava ja Hinderssonin kartta vuodelta 1901 aseteltuna päällekkäin Kakolan alueella. Tekstit sekä puistoa kuvaavat piirrokset ovat Hinderssonin näkemystä ja värit, korttelirakenteet ja -numeroinnit asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:3000.



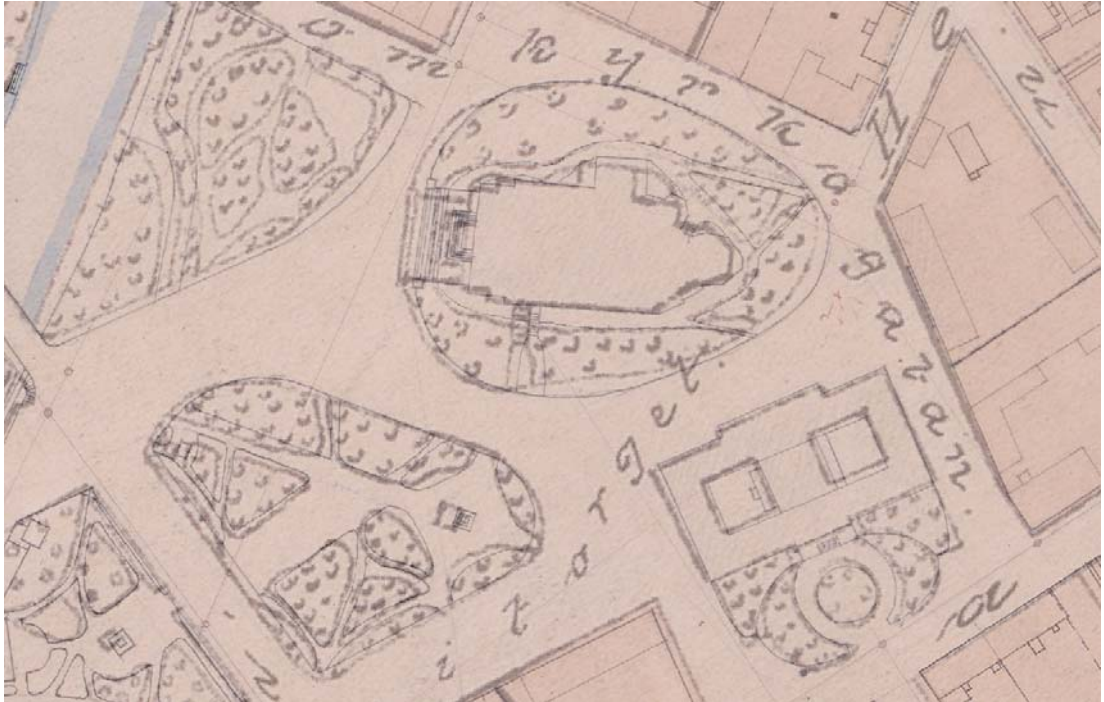
Kuva 27. 1930-luvun asemakaava ja Hinderssonin kartta vuodelta 1901 aseteltuna päällekkäin Turun Kauppatorin alueella. Tekstit, vaalean ruskea sävy ja puistoa kuvaavat piirrokset ovat Hinderssonin näkemystä ja kirkkaat värit, korttelin sisärakenteet ja korttelinumeroinnit asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.



Kuva 28. 1930-luvun asemakaava ja Hinderssonin kartta vuodelta 1901 aseteltuna päällekkäin Turun Linnan alueella. Tekstit sekä puistoa kuvaavat piirrokset ovat Hinderssonin näkemystä ja värit, korttelirakenteet ja -numeroinnit asemakaavaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500

Hinderssonin teemakartta rakennetuista ja rakentamattomista tonteista valmistui vuonna 1901 ja se on painotuote. Kun kartta asetetaan päällekkäin tutkimusaineiston vanhemman kartan, Gullin vuonna 1893 piirtämän kartan kanssa, voidaan selvittää esimerkiksi 1890-luvun mittaus- ja piirtovälineiden tarkkuutta. Kartat ovat tuomiokirkon ympäristön osalta väritykseltään niin yhteneviä, että kovalta on hankala

erottaa karttoja toisistaan (kuva 29). On kuitenkin huomionarvoista, että vuonna 1893 valmistuneen Gullin mittauskartan piirrosjälki on hyvin yhteneväinen Hinderssonin teemakartan kanssa. Vastaava mittaus- ja piirrostarkkuus on nähtävissä myös muissa vertailukohteissa kartoilla, kuten Turun linnan ympäristössä, Kakolanmäellä ja Vartiovuorenmäellä (kuvat 30, 31 ja 32).



Kuva 29. Hinderssonin kartta vuodelta 1901 ja Gullin kartta vuodelta 1893 aseteltuna päällekkäin tuomiokirkon ympäristön osalta. Gullin kartta pitää sisällään vain ääri viivoja. Tekstit sekä puistoa kuvaavat piirrokset ovat Hinderssonin näkemystä. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:1000.



Kuva 30. Hinderssonin (v. 1901) ja Gullin (v. 1893) valmistamat mittauskartat päällekkäin aseteltuna Turun linnan ympäristön osalta. Samankaltaisen värityksen takia karttojen erottelu toisistaan on hankalaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.



Kuva 31. Hinderssonin vuonna 1901 ja Gullin vuonna 1893 valmistamat mittauskartat päällekkäin aseteltuna Vartiavuorenmäen ympäristön osalta. Samankaltaisen värityksen takia karttojen erottaminen toisistaan kuvassa on hankalaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000.



Kuva 32. Hinderssonin (v. 1901) ja Gullin (v. 1893) mittauskartat päällekkäin aseteltuina Kakolanmäen ympäristön osalta. Samankaltaisen värityksen takia karttojen erottaminen toisistaan on hankalaa. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Kun käsinpiirretty teemakartta vuodelta 1893 (Gull) ja käsintehty asemakaava vuodelta 1884 (Backhoff & Ahlbeck) asetetaan päällekkäin, on tuomiokirkon ympäristön osalta kartat melko yhteneviä (kuva 33). Backhoffin & Ahlbeckin asemakaavan numeroidut (punaisella) korttelirakenteet eivät täysin yhtenevästi asetu Gullin kartan korttelirakenteen kanssa, mutta mitään todella suurta eroa ole nähtävissä.



Kuva 33. Teemakartta vuodelta 1893 (Gull) ja asemakaava vuodelta 1884 (Backhoff & Ahlbeck, punaiset rakennukset) päällekkäin aseteltuina tuomiokirkon ympäristön kohdalta. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000.

Vartiovuorenmäen osalta kartoissa tuomiokirkon ympäristöstä poiketen on selkeitä eroavaisuuksia (kuva 34). Gullin kartassa on nähtävissä kahta erilaista korttelirakennesuunnitelmaa Vartiovuoren eteläpuolella. Myös Vartiovuoren päällä kulkevat tiet on piirretty siihen, kun taas Backhoffin & Ahlbeckin asemakaavassa Vartiovuoren alue on kuvattu vain puistoksi ilman erityispiirteitä. Mäellä sijaitseva tähtitorni on piirrettynä molemmissa kartoissa selvästi. Oikaistuissa kartoissa tähtitorni ei asetu täysin yhtenevästi päällekkäin.



Kuva 34. Teemakartta vuodelta 1893 (Gull) ja asemakaava vuodelta 1884 (Backhoff & Ahlbeck) aseteltuna päällekkäin Vartiovuorenmäen ympäristön osalta. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Kakolanmäen osalta Gullin ja Backhoffin & Ahlbeckin karttojen päällekkäinasettelussa on huomattavissa erityisesti Turun rakennuskannan kehittyminen karttojen valmistumisen välillä (1884-1893). Nuoremmassa Gullin kartassa on nähtävissä vuonna 1890 valmistunut Turun lääninvankila Kakolan (Turun keskusvankila) vieressä oikealla (kuva 35).



Kuva 35. Gullin (v. 1893) ja Backhoffin & Ahlbeckin (v. 1884) piirtämät kartat asetettuna päällekkäin Kakolan ympäristön osalta. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Verrattaessa päällekkäin Backhoffin & Ahlbeckin asemakaavaa vuodelta 1884 ja C.L. Engelin asemakaavaa vuodelta 1828 ei esimerkiksi tuomiokirkon ympäristön osalta ole havaittavissa juuri mitään poikkeavuuksia (kuva 36). Karttojen mittaustarkkuus on hyvin yhtenevä ja korttelirakenne tuomiokirkon ympäristössä on melko samanlainen. Selkeinänä erona lienee, ettei Engelin kaavakartassa ole kortteleita tai tontteja numeroitu toisin kuin vuoden 1884 asemakaavassa.



Kuva 36. Backhoffin & Ahlbeckin vuonna 1884 valmistunut asemakaava ja C.L. Engelin vuonna 1828 hyväksytty asemakaava päällekkäin aseteltuina. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000.

Tuomiokirkon ympäristön tapaan Turun linnankaan ympäristössä ei ole suuria selkeitä eroavaisuuksia kahden asemakaavan välillä (kuva 37). Huomionarvoista on, että Engelin vuoden 1828 karttaan on lisätty suunnitelma rautatiestä jälkikäteen. Sitä ei ole ollut alkuperäisessä käsintehdyssä kartassa.



Kuva 37. Engelin hyväksytty asemakaava vuodelta 1828 ja Backhoffin & Ahlbeckin asemakaava vuodelta 1844 aseteltuna päällekkäin. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Aseteltaessa päällekkäin Engelin vuoden 1828 asemakaava ja Ekmanssonin & Gottskalkin asemakaava vuodelta 1789 on havaittavissa erittäin selkeitä eroavaisuuksia niiden välillä. Tuomiokirkon ympäristöä tutkittaessa yhtäläisyyksiä on huomattavissa lähes ainoastaan tuomiokirkon sijainti. Puistot ja joen ylittävät sillat sijaitsevat eri paikoilla ja koko katuverkosto on Hämeenkatua lukuun ottamatta

erilainen asemakaavojen välillä. Turun tuomiokirkon vieressä nykyään sijaitseva Akatemiatalo on Engelin kaavakartalla olemassa, mutta vuoden 1789 asemakaavasta se puuttuu (kuva 38). Joen ylittävistä silloista pohjoisempi on nykyistä Tuomiokirkkosiltaa vastaava ja eteläinen silta (vuoden 1789 asemakaavasta) on niin kutsuttu Pennisilta, jota ei Engelin suunnitelmassa enää ole.



Kuva 38. Engelin asemakaava vuodelta 1828 ja Ekmanssonin & Gottskalkin asemakaava vuodelta 1789 aseteltuna päällekkäin. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000.

Nykyisen Turun keskustan ja Kauppatorin puolelta ei tuomiokirkon tapaan ole asemakaavojen välillä juuri yhteneväisyyksiä (kuva 39). Engelin suunnitelmissa ollut korttelirakenne poikkeaa täysin aiemmasta Gottskalkin ja Ekmanssonin suunnitelmasta vuodelta 1789. Nykyinen Kauppatorin sijainti on esillä Engelin suunnitelmassa mutta ei vuoden 1789 asemakaavassa. Kaupunkialue on ruutukaava- aluetta, kuten Engel vuoden 1828 asemakaavakartallaan on suunnitellut. Tätä asemakaavaa aikaisempaan Turkuun verrattuna on huomattavissa pääasiassa asutuksen runsas kasvaminen.



Kuva 39. C.L. Engelin asemakaava vuodelta 1828 ja Ekmansson & Gottskalkin asemakaava vuodelta 1789 aseteltuna päällekkäin. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Vertailtaessa Ekmanssonin & Gottskalkin asemakaavaa vuodelta 1789 päällekkäin kolmen maanmittarin (Wetterwijk, Östring & Bergman) yhteistyönä tekemään geometriseen kaupunkikarttaan vuosilta 1709-1710, ovat kartat melko yhtenäiset ilmeeltään (kuva 40). Tuomiokirkon ympäristössä kadut ja korttelit eivät yhtenäisyydestä huolimatta osu täysin kohdakkain, vaikka Hämeenkatu pitäisi vuoden 1710 kartassa olla oikealla paikallaan (Kostet 2011). Vertailussa olevista kartoista nuoremmassa (1789) on kartalle kirjoitettu paikkojen ja katujen nimiä, jotka vanhemmasta, vuosien 1709-1710, kartasta puuttuvat. Korttelien, katujen ja kaupunginosien numerointi on pelkästään vuoden 1710 kartalla.



Kuva 40. Ekmanssonin & Gottskalkin piirtämä asemakaava vuodelta 1789 ja Wetterwijkin, Östringin & Bergmanin piirtämä geometrinen kaupunkikartta vuosilta 1709-1710 aseteltuna päällekkäin. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000.

Vuosien 1709-1710 sekä 1789 kartat Turun linnan ympäristön osalta asettuvat melko tarkasti päällekkäin (kuva 41). Molemmat kartat ovat linnan ympäristön osalta hyvin pelkistettyjä eikä linnan lisäksi muita rakennuksia juuri ole. Jokiuoma on linnan ohella ainoa yhtenäinen ja selkeä elementti kartoilla. Nuoremmassa (v. 1789) kartassa on esitettyä myös linnaa ympäröivä puistoalue, kun vanhemmassa (1709-1710) kartassa on pelkästään linnarakennus piirrettynä. Kartan otsikkoa ja linnan osien numerointia lukuun ottamatta kaikki kuvassa 68 näkyvät tekstit ovat vuoden 1789 kartasta.



Kuva 41. Ekmanssonin & Gottskalkin piirtämä asemakaava vuodelta 1789 ja Wetterwijkin, Östringin & Bergmanin piirtämä geometrinen kaupunkikartta vuosilta 1709-1710 aseteltuna päällekkäin. Kuvassa Turun linna ympäristöineen. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Selkeimmät erot karttojen (v. 1709-1710 ja v. 1789) välillä päällekkäin aseteltuna ovat nykyisen Kauppatorin ympäristössä (kuva 42). Toisaalta, jos karttoja tarkastelee erikseen (kuvat 9 ja 10), ei eroja kovin paljon ole korttelirakenteessa. Yhtenäistä on paitsi korttelien muoto myös kuvan yläosassa näkyvien tuulimyllyjen esittäminen kartalla. Ne löytyvät tässä vertailussa molemmista kartoista.



Kuva 42. Ekmanssonin & Gottskalkin piirtämä asemakaava vuodelta 1789 ja Wetterwijkin, Östringin & Bergmanin piirtämä geometrinen kaupunkikartta vuosilta 1709-1710 aseteltuna päällekkäin. Kuvassa Turun nykyisen Kauppatorin ja keskustan alue. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

Vertailtaessa päällekkäin tutkimusaineiston kahta vanhinta karttaa, Wetterwijkin, Östringin ja Bergmanin kaupunkikarttaa vuosilta 1709-1710 sekä Olof Gangiuksen kaupunkikarttaa vuodelta 1634, on kartoilla suuria eroavaisuuksia (kuva 43). Päällekkäin aseteltuina Gangiuksen karttan viivoitus ei erotu vaaleutensa takia kovin selkeästi vuosien 1709-1710 kartasta. Korttelijako ja tiestö kuitenkin poikkeavat toisistaan selvästi, mutta yhtenäisiä osia on havaittavissa erityisesti vanhan Suurtorin alueella kuvan keskivaiheilla. Kuvassa näkyvät numeroinnit ovat kaikki 1700-luvun kartasta ja tekstit 1600-luvulta. Tuulimyllyt kuvan oikeassa alareunassa ovat nuoremasta kartasta. Gangiuksen esityksessä niitä ei ole. Joenuoma siltoineen on muuten melko yhtenevä karttojen välillä, mutta nuoremmassa, vuosien 1709-1710 kartassa uoma on leveämpi Tuomiokirkon kohdalla. Vertailua kirkon sijainnin yhtenäisyydestä vaikeuttaa 1700-luvun kartalla oleva viistokuvapiirros kirkosta, kun Gangiuksen kartassa kirkko on kuvattu ylhäältä päin. Kirkon lisäksi Gangiuksen kartalla on esitetty muutamia muitakin rakennuksia, joita ei enää 1700-luvun alun

kartalla ole.



Kuva 43. Tutkimusaineiston kaksi vanhinta karttaa aseteltuina päällekkäin. Alimmaisena Suomen ensimmäinen kaupunkikartta vuodelta 1634 ja sen päällä kaupunkikartta vuosilta 1709-1710. Kuvassa Turun tuomiokirkko ympäristöineen. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2000.

Aineiston vanhin kartta, Gangiuksen kaupunkikartta vuodelta 1634, ei kata Turun linnan seutua. Nykyisen keskustan ja Kauppatorin puoleinen osa jokea on myös hyvin pelkistetty, eikä yhteneväisyyttä vuosien 1709-1710 karttaan juuri ole (kuva 44). Gangiuksen kartassa joen rannasta lähtee yksi suurehko tie, jonka päässä kuvan yläreunassa on rakennelmia. Vuosien 1709-1710 kartta sen sijaan kattaa suurelta osin myös tämän joen länsipuolen. Selkeää yhtenäisyyttä Gangiuksen kartan katuun ei päällekkäinasettelussa kuitenkaan ole.



Kuva 44. Gangiuksen (v. 1634) ja Wetterwijkin, Östringin & Bergmanin (v. 1709–1710) kaupunkikartat aseteltuna päällekkäin. Karttojen mittakaava kuvassa on 1:2500.

6. Tulosten tarkastelu

6.1 Kaupunkialueen kuvaamisen muutos kartoilla 1600-luvulta nykypäivään

Kartoilta löytyy aikakaudelleen tyypillisiä kuvaustapoja ja niistä monessa on nähtävissä kartan tekijän omaa taiteellista tulkintaa kuvattavasta alueesta tai kartalla esitetystä kohteesta.

Suurimpana syynä historiallisten karttojen oikaisun onnistumiselle ja epäonnistumiselle pidän kyseisen kartan aikakauden mittausvälineiden tarkkuutta sekä esimerkiksi vuosikymmenien ja -satojen aiheuttamaa paperin kutistumista. Mitä vanhempia karttoja työssäni tutkin, sen vaikeammaksi tuli löytää yhteneviä oikaisuun vaadittavia vastin pisteitä nykyaikaiselta ja historialliselta kartalta. Aineistoni vanhimmalla kartalla, Gangiuksen kaupunkikartalla vuodelta 1634, ei varmoja vastin pistepareja löytynyt kuin yksi (tuomiokirkko) mutta oikaisuun käytin silti viittä paria. Näiden historialliselle kartalle klikattujen pisteiden sijainnit eivät siis välttämättä ole todellisuudessa täysin vastaavia kuin referenssikartalla (nykyaikainen kartta) olevat vastin pisteet. Karttoista, jotka ovat valmistuneet ennen vuotta 1828, on huomioitavaa, että tulipalot muokkasivat kaupunkikuvaa vahvasti eikä vastaavia rakennuksia, kortteleita tai katuja ole mahdollisesti enää olemassakaan. Sen sijaan

vuoden 1828 Engelin asemakaava toimii perustana nykyiselle Turun ruutukaavalle ja oletuksena on, että tätä uudemmilta kartoilta on löydettävissä runsaasti yhtenäisyyksiä nykyajan kartan kanssa, jolloin vastinpistepareja löytyy enemmän ja ne ovat huomattavasti luotettavampia kuin kartoilla ennen viimeisintä suurpaloa.

Nykyaikainen satelliittiteknologiaan perustuva paikannusjärjestelmä (GPS) on hyvin luotettava keino mitata etäisyyksiä myös kaupunkialueilla. Näiden teknisten apuvälineiden avulla päästään tarkkoihin mittaustuloksiin nopeasti. Tutkimukseni vanhimpien karttojen osalta mittausvälineinä toimivat erilaiset mittakepit, -ketjut ja -nauhat ja kartat piirrettiin usein maastossa käsin. Näin ollen inhimillisten erehdysten mahdollisuus sekä mittaus- että piirtämisvaiheessa on ollut huomattavasti suurempi kuin nykyaikana (Kostet 1995: 135–137). Voidaan yleistää, että mitä alkeellisemmat välineet ja haastavammät työskentelyolosuhteet, sitä epätarkempi lopputulos. Tutkimukseni kartoilla tämä näkyy erityisesti mäkisillä alueilla esimerkiksi Gangiuksen vuoden 1634 kartalla. Toisaalta Gangiuksen kartan valmistumisen jälkeen myös karttapaperi on voinut kutistua ja muuttaa muotoaan, mikä osaltaan vääristää oikaisutulosta verrattaessa karttaa nykytilanteeseen. Gangiuksen ohella esimerkiksi Engelin asemakaavalla (v. 1828) on huomattavissa mäki-alueiden mittaustarkkuuden muutos. Engelin asemakaavalla kuvattu Vartiovuorenmäen tähtitorni ei asetu kohdakkain nykykartan tähtitornin kanssa, vaikka oikaisutulos muuten on melko onnistunut. Mahdollisesti tähtitornia ei ole mitattu aikanaan samalla tarkkuudella kuin muu kaupunki tai sijainti mäen päällä on aiheuttanut mittaustuloksiin vääristymiä. Toisaalta on myös mahdollista, että tekemäni koordinaatisto-oikaisu on vastinpisteparien sijainnin takia vääristynyt tähtitornin alueella. Aineistoni kartoilta on lisäksi huomattavissa, että jokaisella kartantekijällä on oma tyyliensä kuvata kohteita kartallaan. Rakennukset on kuvattu joko hyvin tarkkana, valokuvamaisena kohteena, ääri- tai viistokuvattuna tai viistokuvattuna. Vanhoissa, käsin tehdyissä kartoissa rakennukset ovat usein hyvin kauniita ja kartanpiirtäjä on halunnut mahdollisesti tuoda omaa taiteellisuuttaan esille kartalla. Mahdollisesti kartantekijöitä on aikanaan myös arvostettu piirtämistaidon perusteella, ei pelkästään mittaustaitojen.

Ajallisesti laajan kartta-aineistoni perusteella voin tulkita, että Turun kaupunkialueella on runsaasti yksittäisiä kohteita, jotka ovat olleet kaupungin

kuvaamiselle kartoilla tärkeää jo Suomen ensimmäisestä kaupunkikartasta alkaen. Turun tuomiokirkko on kuvattu aineistoni jokaisella kartalla ja voin todeta, että kirkon mittaaminen eri ajankohtina on mittausvälineiden alkeellisuudesta huolimatta ollut hyvin tärkeässä osassa ja tarkkaa. Kirkon asema Turun kaupungissa on ollut merkittävä koko kartoittamishistorian ajan. Tuomiokirkon kuvaustapa kartoilla on muuttunut jonkin verran eri aikakausilla ja välillä sen kokoa suhteessa ympäristöönsä on korostettu selvästi. Historiallisissa kartoissa julkisten rakennesten kuvaaminen on ollut oleellista ja tärkeää. Kaupungin huomattavasti pienemmän koon takia nykyaikaan verrattuna peltojen merkitys usealla kartalla on suurempi, mutta teknisesti tarkasteltuna jo 1600-luvulla kaupungin kartoittamiseen on panostettu työtunteja.

Edettäessä 1600-luvulta kohti nykyaikaa huomataan kartoilla mittaustekniikoiden ja -välineiden kehittymisen aikaansaama tarkkuuden parantuminen kartoilla, mutta poikkeuksiakin tässä on ollut. Oikaisun jälkeen huomasin, että oletettavasti tarkemmista ja paremmista mittausvälineistä huolimatta aineistoni nuorin kartta vuodelta 1958 on tilastollisesti tarkasteltuna heikoimmin onnistunut. Tämä viistokuvoin kuvattu opaskartta ei muista aineiston kartoista vahvasti poikkeavan kuvaustapansa takia ole täysin vertailukelpoinen perinteisiin yläpuolelta kuvattujen karttojen kanssa.

Ruutukaava-alueen kuvaaminen Turun kaupungin kartoilla on muuttunut 1600-luvulta alkaen vaihtelevasti. Kaupungin kasvaminen ja sen aiheuttamat muutokset yhteiskunnassa (maanviljely, kaupungistuminen, autoistuminen, jne.) näkyvät oikaisemillani kartoilla katujen levenemisenä, asuinkortteleiden esittämisenä ja kaupungin rajojen laajenemisena. 1600- ja 1700-luvuilla Turun kaupunkialue rajoittui suhteellisen pienelle alueelle tulliaidan sisäpuolelle, tuomiokirkon ympäristöön. 1600- ja 1700-luvuilla Turun kaupungin keskustana ja ytimenä oli vielä tuomiokirkon ympäristö toreineen, mutta 1800-luvulta alkaen kaupungin keskusta on ollut nykyisen Kauppatorin ympärillä, Aurajoen länsipuolella. Kaupunki on laajentunut Engelin suunnitelman (v. 1828) mukaisesti jokaiseen ilmansuuntaan 1600- ja 1700-luvun karttojen kaupunkialueisiin verrattuna. Kaupunkiin on syntynyt runsaasti erilaisia toimintoja, liikenneväyliä, rakennuksia ja kortteleita. Kaupunkialueella ei kuitenkaan ole unohdettu historiallisia kohteita, joten jo varhaisimmilta kartoilta on löydettävissä kohteita, jotka ovat edelleen olemassa

nykyaikaisessa Turussa. Näitä ovat erilaiset rakennukset ja kohteet mm. tuomiokirkon ympäristössä.

6.2 Menetelmät ja niiden onnistuminen

Tutkimukseni karttojen oikaisun onnistuminen vaihtelee kartasta riippuen. Suoraa verrannollisuutta kartan valmistusajankohdalla ja oikaisun onnistumisella ei ole, sillä aineistoni nuorin kartta vuodelta 1958 onnistui tilastollisesti heikoiten. Aiemmin mainittujen mittausvälineiden ja piirtämisolosuhteiden lisäksi tulokseen on vaikuttanut mahdollisesti myös paperimateriaalien käyttäminen, painamistekniikat sekä piirtämistapa. Kivipainojen yleistyttyä 1800-luvun puolivälissä karttojen laatu parani selvästi ja kartoista alkoi tulla osa arkea (Huhtamies 2008:294).

Paitsi historiallisten karttojen mittaus- ja piirtotekniikat, oikaisutulokseen vaikuttavat myös nykyaikaisten tekniikoiden toimivuus ja mahdolliset inhimilliset virheet työskentelyssä. Käytin oikaisutyössä pääasiassa ERDAS Imagine 10 -ohjelmaa ja oikaisutuloksen tarkistamiseen ArcGIS 9.3 ja ArcGIS 10 -ohjelmia. Oikaisutuloksissa virheitä on voinut aiheuttaa esimerkiksi väärässä koordinaatistossa käsitelty nykyaikainen referenssikartta, sillä työn aikana koordinaattijärjestelmä vaihtui KKJ3-kaistasta EurefFIN 23 -kaistaan. Näin ollen on mahdollisuus, että oikaisuissa on tapahtunut inhimillisiä virheitä. On muistettava, että oikaisutulokset perustuvat vastinpisteisiin, joiden perusteella tietokoneohjelma päättelee karttojen asemoinnin. Mitä enemmän yhtenäisiä pisteitä kartoilta löytää, sen luotettavampi on koneen tekemä oikaisu. Osalla käyttämistäni kartoista ei kuitenkaan ollut löydettävissä kuin muutamia vastinpisteitä, minkä seurauksena osa oikaistuista historiallisista kartoista voi näyttää poikkeavan nykyaikaisesta kartasta paljonkin, mutta todellisuudessa tilanne voikin olla toinen, jos luotettavia vastinpistepareja löytyisikin enemmän kuin tässä tutkimuksessa on todettu.

6.3 Paikkatieto-ohjelmien hyödyt ja haasteet historiallisiin karttoihin perustuvassa tutkimuksessa

Karttojen oikaiseminen koordinaatistoon auttaa tutkimaan vuosisatojen aikana tapahtuneita muutoksia mutta tutkimusalueen ollessa selkeästi rajattu ruutukaava-alue, voisi muutoksia tutkia jossain määrin myös ilman digitalisointia.

Oikaisutulokset auttavat hahmottamaan kaupungin historiallisten osien säilymisen ennallaan historian saatossa, mutta mahdollisten mittaus- tai oikaisuvirheet voivat aiheuttaa tulkintavirheitä kaupungin kehittämisestä ja kuvaamisen oikeellisuudesta.

Tutkimuksessani selvitin paikkatieto-ohjelmien hyötyjä ja ongelmakohtia historiallisia karttoja tutkittaessa. Tutkin myös syitä oikaisutulosten onnistumiselle ja epäonnistumiselle. Ohjelmaa käytetään usein kaukokartoitusaineiston käsittelyssä, mutta koin sen hyvin soveltuvaksi myös vanhojen karttojen oikaisutyöhön. Oikaisutulokseen ohjelmavalinnallani ei luultavasti ollut juuri merkitystä, sillä ohjelmasta riippumatta kartoilta oli haastavaa löytää riittävästi luotettavia vastinapistepareja. Mitä vähemmän vastinapistepareja, sitä epätarkempi on oikaisutulos.

Historiallisten karttojen tutkimuksessani oikaisun kannalta suurimpia ongelmia ei aiheuttanut ohjelmistot vaan eri informaatiotasot karttojen välillä sekä vanhojen paperikarttojen mittakaavavirheet ja paperin kutistumiset. Oikaisutulos voi olla virheellinen käytettävästä paikkatieto-ohjelmasta riippumatta, mikäli kartta on ajan saatossa kutistunut tai maanmittarin alkeellisten työvälineiden ja -olosuhteiden takia kartalla on jo alun perin mittausvirheitä. Oikaistaessa tällainen virheellinen kartta nykyiseen koordinaatistoon saattaa historiallinen kartta ruudulla tarkasteltuna näyttää hyvinkin poikkeavalta referenssikarttaan verrattuna. On silti mahdollista, että kartta on aikanaan hyvin mitattu ja valmistettu, mutta paperi on saattanut kutistua ja näin mittasuhteet muuttua. Toisaalta on huomioitava, että käsin tehdyissä kartoissa maanmittarin omat mieltymykset ja piirtämistavat ovat voineet vaikuttaa lopputulokseen hyvin paljonkin eikä paikkatieto-ohjelmistot osaa ottaa tällaisia virhemahdollisuuksia huomioon. Lisäksi eri tarkoitusta varten tehdyt kartat voivat olla mittasuhteiltaan väärinä vain sisältämänsä informaation takia. Esimerkiksi joissain opaskartoissa katuja on mahdollisesti levennetty karttalehdellä, jotta käsin kirjoitetut kadun- ja paikannimet erottuvat siitä paremmin. Luonnollisesti myöskään tällaisia kohteita paikkatieto-ohjelmistot eivät pysty ottamaan huomioon.

Historiallisten karttojen tutkimuksessa paikkatieto-ohjelmat ovat kuitenkin edellä mainituista ongelmista huolimatta hyödyllisiä ja tärkeitä. Tutkimuksessani käyttämäni aineisto olisi ollut huomattavan paljon hankalampi työstettävä ilman tietoteknistä apua koordinaatistoon oikaisemisessa. Oikaisutyön tuloksena eri vuosikymmenten ja

-satojen aikana valmistuneet kartat ovat vertailukelpoisia keskenään, kun tutkimuksessa ottaa huomioon yllä mainittuja virhetilanteita. Paikkatieto-ohjelmistojen avulla eri aikakausien karttoja voidaan helposti vertailla päällekkäin samassa koordinaatistossa ja näin voidaan tulkita erilaisia muutoksia, mitä karttojen kuvaamalla alueella on tapahtunut ajan kuluessa. Tämän tutkimuksen tapauksessa Turun kaupungin ruutukaava-alueen tutkiminen aina 1600-luvulta nykypäivään on ollut mahdollista tietotekniikan ansiosta. Kun jokaista tutkimukseni karttaa vertaillaan samaan pohjakarttaan (nykyaikainen referenssikartta), löytyy eri aikakausille tyypillisiä eroja ja samankaltaisuuksia. Kun karttoja verrataan paikkatieto-ohjelmilla toisiinsa, voi aineistosta havaita ajankohtia, jolloin kartan piirtämisessä on tapahtunut jokin mittauksellinen edistysaskel tai kuvaustapa on muuttunut. Toisaalta on huomioitava, että aineistoni kartoista osa on tarkkoja suunnitelmia, asemakaavoja ja osa taas estetiikkaan panostettuja opaskarttoja. Lisäksi mukana on yleiskuvauksia Turun ruutukaava-alueesta. Näillä kaikilla on oma ollut oma funktionsa aikakautensa Turussa ja oikaisussa saattaa olla virhekohtia samanlaisesta referenssikartasta huolimatta.

7. Lähteet

Kirjallisuus

- Adel, V., (1998). Vammalan Sastamalan kirkon ympäristön kulttuurimaiseman inventointi. *Muinaistutkija* 3: 14–23.
- Ahvenainen, J. & H. Vartiainen (1982). Itsenäisen Suomen talouspolitiikka. Teoksessa *Suomen taloushistoria 2*. Teollistuva Suomi, Helsinki.
- Alenius, T., G. Haggrén, H. Jansson & A. Miettinen (2004). Ulkosaariston asutuksesta autiokyläksi – Inkoon Ors poikkiteollisenä tutkimuskohteena. *SKAS* 1: 4–19.
- Alho P., J. Pukkila, C. Tulkki & K. Uotila (2003). Menneisyyden maiseman visualisointi tietokoneella. *Muinainen Kalanti ja sen naapurit. Talonpojan maailma rautakaudelta keskiajalle*. Suomalaisen kirjallisuuden seura, Helsinki. S. 345-350.
- Bender, O., H.J. Boehmer, D. Jens, K.P. Schumacher (2005). Using GIS to analyse long-term cultural landscape change in Southern Germany. *Landscape and Urban Planning* 70: 111-125.
- Bernhardsen, T. (1999). *Geographic information systems*. 2. painos. 372 s. Wiley, New York.
- Campbell, J.B. (2002). *Introduction to remote sensing*. 3. painos. 621 s. Guildford Press, New York.
- Carter, H. (1983). *An introduction to urban historical geography*. 222 s. Arnold, London.
- Cousins, S.A.O. (2001). Analysis of land-cover transitions based on 17th and 18th century cadastral maps and aerial photographs. *Landscape Ecology* 16: 41–54.
- Dahlström, S. (1930). Turun palo 1827: tutkimuksia Turun kaupungin rakennushistoriasta vuoteen 1843. *Lisiä Turun kaupungin historiaan* 2:14, 57–60.
- Dickinson, G.C. (1979). *Maps and air photographs: images of the earth*. 2. painos.
- Gardberg, C.J. (1971). Turun kaupungin historia 1100-luvun puolivälistä vuoteen 1366. Teoksessa *Turun kaupungin historia: kivikaudesta vuoteen 1366*. Turku.
- Glückert, G. (1977). Itämeren rannansiirtymisestä Turussa ja sen lähiympäristössä. *Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja*. 36 s.
- Gustafsson, A.A. (1933a). Maanmittarikunta ja mittaustyöt Ruotsinvallan aikana. Teoksessa *Suomen maanmittauksen historia I. Ruotsinvallan aika*. WSOY, Porvoo.
- Gustafsson, A.A. (1933b). Eräitä maanmittareiden toimintaa 1600-luvulla valaisevia arkistolöytöjä. *Maanmittaus: aikakauskirja maanjako- ja karttatieteitä sekä geodesiaa varten* 8.
- Gustafsson, A.A. (1933c). Mittaus- ja kartoitustyöt vuoden 1809 jälkeen. Teoksessa *Suomen maanmittauksen historia II. Venäjänvallan ja itsenäisyyden aika*. 616 s. WSOY, Porvoo.
- Haataja, K. (1933). Maanmittaus itsenäisyyden aikana. Teoksessa *Suomen maanmittauksen historia II: Venäjänvallan ja itsenäisyyden aika*. 616 s. WSOY, Porvoo.
- Hakanpää, P. (2007). *Vanha Vaasa – Gamla Vasa. Kaupunkiarkeologinen inventointi. Vaasa- ja suurvalta-ajan kaupunkiarkeologinen inventointiprojekti*. 86 s. Museovirasto.
- Haggrén, G., H. Jansson & A. Pihlman (2003). Snappertunan Kullåkersbacken – unohdettu tutkimuskohde unohdetulla paikalla. *Muinaistutkija* 3:13–24.
- Heikkinen, M. (1989). *Helsinki. Vaasa-ajan kaupungit*. 245 s. Helsingin kaupunginmuseo.
- Heiskanen, V.A. (1933). Suomen maanmittarien ammattiopetus. Teoksessa *Suomen maanmittauksen historia III: Erikoisaloja koskevia kirjoituksia*. 492 s. WSOY, Porvoo.
- Heiskanen, W.A. (1934). *Kenttämittaus ja kartoitus*. 153 s. WSOY, Porvoo.
- Henttu, P. (1993). *GPS – Maailmanlaajuinen satelliittinavigointijärjestelmä. Opas uuteen aikaan*. 96 s. Naviprop, Hyvinkää.
- Hess, D.R. (2004). Retrospective Studies and Chart Reviews. *Respiratory Care* 2004: 49, 1171-1174.
- Holmström, L. (1913). *Kenttämittauksen ja vaakituksen käsikirja*. 2. korjattu painos. 130 s. G.W. Edlundin kustannusoy, Helsinki.
- Huhtamies, M. (2008). *Maan mitta: maanmittauksen historia Suomessa 1633-2008*. 549 s. Edita, Helsinki.
- Jaakkola, M. (1983). Valtakunnalliset runkomittaukset. Teoksessa *Maanmittaus Suomessa 1633-1983*. 771 s. Maanmittaushallitus, Helsinki.
- Julku, K. (1967). Turun historiallinen yhdistys ry. 12.1.2011. <<http://org.utu.fi/yhd/thy/verkkojulkaisut.html>>.
- Julku, K. (1977). Suomen tulo maailmankartalle. Teoksessa *Pohjois-Suomen Historiallisen yhdistyksen vuosikirja 1/1977*. 261 s. Pohjois-Suomen Historiallinen Yhdistys, Rovaniemi.

- Jutikkala, E. (1957). *Turun kaupungin historia 1856-1917*. 2. nide. s. 463-987. Turku.
- Jutikkala, E. (1983). *Maanmittaus Suomessa 1633-1983*. 771 s. Maanmittaushallitus, Helsinki.
- Kakkuri, J. (1993). *Geodeettinen laitos 1918-1993: 75 vuotta isänmaan ja tieteen hyväksi*. 75 s. Geodeettinen laitos, Helsinki.
- Kardoulas, N.G., A.C. Bird & A.I. Lawan (1996). Geometric Correction of SPOT and Landsat Imager: A Comparison of Map- and GPS-Derived Control Points. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 62:10, 1173-1177.
- Karttunen, H. (2003). Vanhin tiede: tähtitiedettä kivikaudesta kuulentoihin. *Ursan julkaisuja* 59. 539 s.
- Kienast, F. (1993). Analysis of historic landscape patterns with a Geographical Information System - a methodological outline. *Landscape Ecology* 8: 2, 103-118.
- Kinnunen, I., T. Halme & M. Vaattovaara (1997). Kartografisen viestinnän ongelmallinen olemus. *Terra* 109: 2, 77-85.
- Kostet, J. (1981). Karttoja 1700-luvun Turusta. Teoksessa *Pohjois-Suomen Historiallisen yhdistyksen vuosikirja 4/1980*. 269 s. Pohjois-Suomen Historiallinen Yhdistys, Rovaniemi.
- Kostet, J. (1992). *Helsingin kaupunkimittauksen vaiheita. 100 vuotta ensimmäisestä kaupungingeodeetista: 1892-1992*. 251 s. Gummerus, Helsinki.
- Kostet, J. (1995). *Cartographia urbium Finnicarum. Suomen kaupunkien kaupunkikartografia 1600-luvulla ja 1700-luvun alussa*. 211 s. Raamattutalo, Rovaniemi.
- Kostet, J. (2000). 1600-luvun kaupunkikartat. Teoksessa Rantatupa, H. (toim.) *Kartta historian lähteenä*. 143 s. Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunta.
- Kostet, J. (2009a). *Cartographia urbis aboensis. Turun kaupunkikarttoja*. 63 s. Turun kiinteistöliikelaitos ja Kostet, J., Turku.
- Kostet, J. (2009b). *Turun kaupunkimittauksen vuosisataiset vaiheet*. 318 s. Turun kiinteistöliikelaitos, Turku.
- Kropf, K. & S. Malfroy (2013). What is urban morphology supposed to be about? Specialization and the growth of a discipline. *Urban Morphology* 17:2, 128-131.
- Käyhkö, N. (2007). Maiseman muutosten tutkiminen paikkatietomenetelmien ja kartografian avulla. *Terra* 119: 2, 83-92.
- Käyhkö, N. & H. Skånes (2006). Change trajectories and key biotopes – Assessing landscape dynamics and sustainability. *Landscape and Urban Planning* 75: 3-4, 300-321.
- Laaksonen, H. (2007). *Turun historiaa kahdeksalta vuosisadalta*. 184 s. Turun historiallinen yhdistys, Turku.
- Lehtonen, K. (2000). *Varsinais-Suomen jokivarsialueiden inventointiprojekti 1997-1999. Loppuraportti: rakennettu kulttuuriympäristö ja arvot*. 64 s. Turun maakuntamuseo, Turku.
- Lempiäinen, A. (2002). *Arkeologis-historiallinen kartta-analyysi arkeologisessa asutustutkimuksessa. Rautakautisen asutuksen paikantaminen Ruokolahden Utulassa*. Pro-gradu – tutkielma. Helsingin yliopisto, Arkeologian oppiaine.
- Lilius, H. (1983). Kaupunkipolitiikka ja kaupunkirakennetta uudistava lainsäädäntö 1800-luvun loppupuolella. Teoksessa *Suomen kaupunkilaitoksen historia 2: 1870-luvulta autonomian ajan loppuun*. 429 s. Suomen kaupunkiliitto, Helsinki.
- Manninen, A.T. (2003). *Näin tehtiin Suomesta tietoyhteiskunta*. 298 s. Gummerus, Helsinki.
- Melander, K.R. (1933a). Vanhimmat maanjaot. Teoksessa *Suomen maanmittauksen historia I. Ruotsinvallan aika*. 449 s. WSOY, Porvoo.
- Miettinen, S. (2006). *GPS käsikirja*. 185 s. Genimap Oy, Helsinki.
- Moudon, A.V. (1997). Urban morphology as an emerging interdisciplinary field. *Urban Morphology* 1: 3-10.
- Mökkönen, T. (2006a). Arkeologia ja historialliset kartat – 1600-luvun suurimittakaavaisten karttojen tutkimuskäyttö. Osa 1. 60 s. Lisensiaattityö. Helsinki.
- Mökkönen, T. (2006b). Historiallinen paikkatieto. Digitaalisen paikkatiedon tuottaminen historiallisista kartoista. Suomen ympäristö 34/2006. *Ympäristöministeriön julkaisut*. Lisensiaattityö. 74 s.
- Mökkönen, T. & T. Ikonen, Tiia (2005). Oulun kaupunkiarkeologinen inventointi. Maanalainen arkisto jalkojesi alla. Teoksessa Kallio T. & S. Lipponen (toim.), *Historiaa kaupungin alla. Kaupunkiarkeologisia tutkimuksia Oulussa*. Pohjois-Pohjanmaan museo, Oulu. 21-26.
- Nikula, O. (1970). *Turun kaupungin historia 1721-1809 I*. 390 s. Turku.
- Nikula, O. (1972). *Turun kaupungin historia 1809-1856*. 564 s. Turku.
- Paunonen, M. (2003). Satelliittilaser – mittaukset tarkentuvat. Teoksessa Poutanen, M. (toim.): *Maan muoto. Ursan julkaisuja* 86. Gummerus, Helsinki.
- Perälä, T. (1984). Teoksessa Tommila, P. (toim.): *Suomen kaupunkilaitoksen historia 3:*

- Itsenäisyyden aika*. Suomen kaupunkiliitto, Helsinki.
- Petit, C.C. & E.F. Lambin (2002). Impact of data integration technique on historical land-use/land-cover change: Comparing historical maps with remote sensing data in the Belgian Ardennes. *Landscape Ecology* 17: 117–132.
- Pärtel, M., R. Mändla & M.Zobel (1999). Landscape history of a calcareous (alvar) grassland in Hanila, western Estonia during the last three hundred years. *Landscape Ecology* 14: 187–196.
- Rantatupa, H. (2000). Kartta historian lähteenä. *Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan julkaisusarja* 55. 143 s.
- Robinson A.H., J.L. Morrison, P.C. Muehrcke, A.J. Kimerling & S.C. Guptill (1995). *Elements of Cartography*. John Wiley & Sons Inc. 674 s.
- Roeck Hansen, B. (1988). Settlement change and agricultural structure in the Late Iron Age and medieval Åland. *Geografiska Annaler. Series B. Human Geography* 70:1, 87–93
- Roeck Hansen, B. (1998). Early Agrarian Landscapes in Finland. *Geografiska Annaler. Series B. Human Geography* 80:4, 187–201.
- Roeck Hansen, B. (1999). Land Organisation in Finnish Villages around 1700. *Fennia* 177:2, 137–156.
- Rosberg, H. (1985). *Vanhojen karttojen Suomi. Historiallisen kartografian vertaileva tarkastelu*. 144 s. Gummerus, Jyväskylä.
- Ruth, O. & M. Tikkanen (2007). Kaupungistumisen vaikutus Helsingin Kumpulanpuroon ja sen valuma-alueeseen. *Terra* 119:1, 93–106.
- Savolainen, R. (1996). *Keskusvirastolinnakkeista virastoarmeijaksi: senaatin ja valtioneuvoston alainen keskushallinto Suomessa 1809-1995*. 586 s. Edita, Helsinki.
- Seppälä, S-L. (2006). Perinnemaisemien yhteys varhaiseen asutus- ja maankäyttöhistoriaan. Suomen ympäristö 1/2006. *Ympäristöministeriön julkaisut*. 112 s.
- Shüick, A. (1926). *Studier rörande det svenska stadsväsendets uppkomst och äldsta utveckling*. 472 s. Stockholm.
- Stäuble, S., S. Martin & E. Reynard (2008). Historical Mapping for Landscape Reconstruction. Examples from the Canton of Valais (Switzerland). *6th ICA Mountain Cartography Workshop Mountain Mapping and Visualisation*, 211-217.
- Stenvall, J. (1995). *Herrasmiestaidosta asiantuntijatiitoon. Virkamiehistön asiantuntemuksen kehitys valtion keskushallinnossa*. 354 s. Painatuskeskus, Helsinki.
- Strang, J. (2000). Suomen kartastot. Teoksessa Rantatupa, H. (2000). Kartta historian lähteenä. *Jyväskylän yliopiston ylioppilaskunnan julkaisusarja* 55. 143 s
- Strang, J. (2005). Kuinka karttoja ennen tehtiin. Teoksessa Harju, E-S. (toim.): *Suomen karttakirja 1799*. 175 s. Karttakeskus, Helsinki.
- Suominen, J. (2003). *Koneen kokemus. Tietoteknistyvä kulttuuri modernisoituvassa Suomessa 1920-luvulta 1970-luvulle*. 299 s. Vastapaino, Tampere.
- Tuovinen, T. (2007). Turun historialliset asemakaavakartat pingotetaan nykykartan päälle – Åbos historiska stadskartor lätts över den nutida kartan. *Museotiedote Turusta – Museinytt från Åbo*, 1/2007. 8–11.
- Widgren, M. (2000). Att skriva agrarhistoria med landskapet som källa – kring två kapitler i Jordbrukets första femtusen år. Teoksessa R. Almås & B. Gjerdåker (toim.), *Norges landbrukshistorie til år 2000. Sosiale endringer i bondesamfunnet*. (Rapport fra programseminar 15.-16. oktober 1999, Bergen. Rapport 7/00), Norsk Senter for Bygdeforskning, Trondheim. 39–48.
- Vilenius, U. (1983). Maanmittauslaitoksen hallinto. Teoksessa *Maanmittaus Suomessa 1633-1983*. 771 s. Maanmittaushallitus, Helsinki.
- Vuorela, N. (1997). Historialliset kartat maisemaekologisessa tutkimuksessa: esimerkkinä Ruissalo. *Terra* 109:2, 67–75.
- Vuorela, N., Alho, P. & R. Kalliola (2002). Systematic Assessment of Maps as Source Information in Landscape-change Research. *Landscape Research* 27:2, 141–166.

Verkkolähteet

- ESRI Canada (2011). ESRI Canada Limited. 28.10.2011.
<https://www.esricanada.com/k12_docs/georef_raster.pdf>.
- ESRI Finland (2015). Paikkatiedon (GIS) perusteet. 13.5.2015.
<http://www.esri.fi/referenssit/mita_paikkatieto_on/paikkatiedon_perusteet/>.
- Turun kaupunki (2007). Turun kaupungin Kiinteistöliikelaitos. 4.5.2013.

<http://www.turku.fi/public/default.aspx?contentid=51072>
Turun kaupunki (2011). Turun kaupungin Kiinteistöliikelaitos. 27.10.2011.
<http://www.turku.fi/Public/default.aspx?nodeid=3149&culture=fi-FI&contentlan=1>.