

SUUNNISTUSKARTAN KÄÄNTÖ
TM35FIN-KOORDINAATTIJÄRJESTELMÄÄN

Kunttu Lotta

Opinnäytetyö

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

2020

Maanmittaustekniikka
Insinööri (AMK)

Tekijä	Lotta Kunttu	Vuosi	2020
Ohjaaja	Tommi Uusimäki		
Toimeksiantaja	RastiPiikkiö ry		
Työn nimi	Suunnistuskartan kääntö TM35FIN-koordinaattijärjestelmään		
Sivu- ja liitesivumäärä	38 + 4		

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli kääntää suunnistusseura RastiPiikkiön suunnistuskartat nollakoordinaatistosta TM35FIN-koordinaattijärjestelmään. Oikeassa koordinaattijärjestelmässä olevaa karttaa on helppo päivittää käyttäen saatavilla olevia avoimia aineistoja, sillä ne menevät automaattisesti kohdakkain. Samasta syystä kahden kartan yhdistäminen on yksinkertaista niiden ollessa samassa järjestelmässä.

Karttojen kääntö tehtiin affiinimuunnoksen avulla, jossa suunnistuskartasta ja esimerkiksi ilmakuvasta osoitettiin yhteneviä vastinpisteitä. Kun pisteet oli sijoitettu oikein ja laadukkaasti, lopputuloksena oli onnistunut kartan kääntö. Opinnäytetyöprosessin aikana laadittiin ohjeet kartan käännön eri työvaiheista OCAD-karttanpiirto-ohjelmalla.

Työssä havaittiin, että lähtökohtaisesti kartan kääntö affiinimuunnoksen avulla onnistuu, kunhan käännöksen vastinpisteet valitaan huolellisesti. Lisäksi alkupeiräisen kartan tulee olla hyvälaatuinen. Joskus alkuperäisessä kartassa on vääristymiä tai mittavirheitä, jotka vääristävät myös käännettyä karttaa. Tällöin käännetyn kartan tarkkuus vähenee ja kääntäminen ei ole järkevää.

Avainsanat

suunnistus, suunnistuskartta, affiinimuunnos, koordinaattijärjestelmä

Degree Programme in Land Surveying
Bachelor of Engineering

Author	Lotta Kunttu	Year	2020
Supervisor	Tommi Uusimäki		
Commissioned by	RastiPiikkiö ry		
Subject of thesis	Rotating Orienteering Maps to the TM35FIN Coordinate System		
Number of pages	38 + 4		

The objective of this thesis was to rotate orienteering maps to the TM35FIN coordinate system using the affine transformation. The study was commissioned by the orienteering club RastiPiikkiö. Maps which are in a real coordinate system are easy to update using open source materials from the Internet. Those maps automatically overlap and it is easy to connect two maps together.

The theory section consisted of the basics about orienteering mapping and the affine transformation. The thesis also included information about the phenomena behind the maps. The empirical part consisted of the instructions for rotating the map with OCAD. Additionally, a description was given about four maps which were rotated during this thesis.

The result of this study was that map rotation with the affine transformation is possible. However, it required that the correspondence points of the transformation were carefully selected. It also required that the original map is good quality. Sometimes the original map may contain distortions or dimensional errors that also distort the modified map. This reduces the accuracy of the converted map. One of the maps discussed in this study was unable to rotate because of distortions. Minor errors in the other maps were corrected with careful work.

Key words orienteering, orienteering map, affine transformation, coordinate system

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SUUNNISTUS JA SUUNNISTUSKARTOITUS.....	7
2.1	Yleistä suunnistuksesta	7
2.2	Suunnistuskartta	7
2.2.1	Karttamerkit ja kartan väritys	8
2.2.2	Mittakaava.....	9
2.3	Suunnistuskartoitus	10
3	KARTAN KÄÄNTÖÖN VAIKUTTAVAT TEKNISET ASIAT	12
3.1	ETRS-TM35FIN-koordinaattijärjestelmä	12
3.2	Magneettinen pohjoisnapa.....	14
3.3	Affiinimuunnos	16
3.4	Suunnistuskarttaohjelmistoja	18
4	KARTAN KÄÄNTÖ OCAD-KARTANPIIRTO-OHJELMALLA	20
4.1	Kartan kääntö käytännössä	20
4.1.1	Koordinaattijärjestelmän asettaminen ja magneettinen kierto	20
4.1.2	Taustakartta	22
4.1.3	Affiinimuunnos.....	23
4.1.4	Pohjoisviivojen piirto.....	24
5	ESIMERKKITAPAUKSIA	26
5.1	Tuorla.....	26
5.2	Pyölinmetsä	28
5.3	Kottarmäki.....	29
5.4	Piikkiön keskusta-alueen sprinttikartta	31
6	POHDINTA	35
	LÄHTEET	36
	LIITTEET	38

KÄYTETYT MERKIT JA LYHENTEET

EUREF	European Reference Frame on Euroopan laajuinen mitausohjelma ETRS89-koordinaattijärjestelmän realisointiseksi (Laurila 2012, XIX.)
ETRS	European Terrestrial Reference System on koordinaattijärjestelmä, joka on sidottu Euraasian mannerlaattaan (Laurila 2012, 160.)
GPS	Global Positioning System on maailmanlaajuinen satelliittipaikannusjärjestelmä (Laurila 2012, XIX.)
VLBI	Very Long Baseline Interferometry, eli pitkäkantainterferometria, on menetelmä, jossa useat radioteleskoopit havaitsevat samaa kohdetta yhtä aikaa tallentaen samalla tarkat havaintoaikatiedot (Metsähovi 2008.)
WGS84	World Geodetic System 1984 on maailmanlaajuinen koordinaattijärjestelmä (Laurila 2012, 160.)

1 JOHDANTO

Suunnistuskartta on se, mikä erottaa suunnistuksen esimerkiksi polkujuoksusta. Rastilta toiselle kuljetaan kartan antaman kuvallisen ohjeistuksen mukaisesti. Tätä informaatiota ei voi mielestäni esittää millään muulla tavalla kuin kartan avulla. Suomen Suunnistusliitto ja Kansainvälinen Suunnistusliitto määrittelevät tarkoin sen, miltä erilaisten suunnistuskarttojen ja -karttamerkkien tulee näyttää. Näin varmistetaan se, että suunnistuskartat näyttävät ympäri maailmaa samalta. Näin Australiasta tullut suunnistaja ymmärtää suomalaista karttaa katsoessaan, missä on esimerkiksi jyrkänne.

Suunnistuskarttoja ylläpitävät suunnistusseurat. Niiden ylläpito ja ajantasaistus ovat seuran omalla vastuulla. Varsinkin ennen suuria kilpailuja kilpailualueesta tehdään kokonaan uusi kartta, jotta kartta olisi mahdollisimman ajantasainen. Muina aikoina olemassa olevia karttoja pyritään päivittämään seuran resurssien mukaan. Tästä tarpeesta kumpuaa tämä opinnäytetyö. Suunnistusseura RastiPiikkiöllä on noin 20 erilaista suunnistuskarttaa eri puolilta Kaarinaa. Karttoja pyritään päivittämään säännöllisesti, jotta ne olisivat sopivia iltarastikäyttöön. Päivittämistä helpottaa, jos kartta on oikeassa koordinaatistossa. Siksi opinnäytetyöni tavoitteena on kääntää kaikki RastiPiikkiön kartat TM35FIN-koordinaattijärjestelmään. Tällöin niitä pystyy vertailemaan tietokoneella esimerkiksi Maanmittauslaitoksen ja kuntien tuottaman avoimen aineiston kanssa. Tämä ei poista maastossa tehtävän ajantasaistuksen tarvetta, mutta helpottaa suurten linjojen luomista sekä karttojen yhdisteltävyyttä.

Tämän opinnäytetyön luvussa 2 käsitellään suunnistusta lajina ja esitellään suunnistuskartoitusta ja sen työvaiheita. Luvussa 3 tutustutaan teoriaan suunnistuskarttojen taustalla ja luvussa 4 ohjeistetaan siihen, miten kartan kääntö tehdään OCAD-kartanpiirto-ohjelmalla. Luvussa 5 esitellään esimerkkien avulla suunnistuskarttojen kääntöä käytännössä sekä kohdattuja ongelmia ja niiden ratkaisuja.

2 SUUNNISTUS JA SUUNNISTUSKARTOITUS

2.1 Yleistä suunnistuksesta

Suunnistuksen tarkoituksena on kompassia ja karttaa apuna käyttäen kulkea karttaan merkittyjen rastien kautta lähdöstä maaliin. Rastit tulee kiertää numerojärjestyksessä. Rastipiste osoitetaan kartalla purppuran värisellä ympyrällä ja numerolla. Maastossa rastilla on oranssivalkoinen rastilippu. Rastilippu on sijoitettu kartassa olevan rastiympyrän keskipisteeseen. (Suomen suunnistusliitto 2020.)

Perinteisen juosten tehtävän suunnistuksen lisäksi on muitakin suunnistuslajeja. Hiihtosuunnistuksessa edetään suksilla ja maastoon on tehty valmiiksi latu-uria, jotka on merkitty karttaan. Samantapainen laji on pyöräsuunnistus, jossa edetään maastopyörällä. Pyöräsuunnistuskartassa tiet ja polut on merkitty korostetusti helpomman hahmotettavuuden vuoksi. Näissä kaikissa lajeissa nopein aika ratkaisee voittajan. (Hytönen 2018, 18–19.) Näiden lisäksi on olemassa tarkkuussuunnistus, jossa aika ei ratkaise kaikkea. Tarkkuussuunnistuksessa kilpailija kulkee radan, jonka varrelle on sijoitettu rastipisteitä. Rastipisteet on merkitty karttaan ja maastoon on sijoitettu lähekkäin 3-5 rastilippua, joista yksi on täysin oikeassa kohdassa. Kilpailijan tulee kartan ja rastimääritteiden avulla päätellä mikä rastilipuista on oikein. Tarkkuussuunnistus sopii hyvin liikuntarajoitteisille henkilöille ja reitti on yleensä pyörätuolilla kuljettavissa. (Hernelahti, Lakanen & Savolainen 2009, 32.) Näiden virallisten lajien lisäksi on olemassa myös Rogaining, jossa aikarajan puitteissa pitää kerätä mahdollisimman paljon pisteitä. Rasteista saa eri määrän pisteitä ja hakujärjestyksen ja haettavat rastit kilpailija saa päättää vapaasti.

2.2 Suunnistuskartta

Suunnistuskartta esittää maastoa suoraan ylhäältäpäin katseltuna. Siinä on esitetty kaikki suunnistuksen kannalta tärkeät maastokohteet ja pinnanmuodot. Karttaan on painettava mittakaava ja käyräväli. Käyräväli kertoo korkeuskäyrien välisen eron. Yleisesti se on 5 metriä, mutta alueilla missä korkeuserot ovat pienet, voidaan käyttää 2,5 metriä. Varsinaisen kartan lisäksi karttatulosteessa on kartan

ja alueen nimi, tapahtuman nimi ja kartan omistavan seuran tiedot. Kartassa kerrotaan koska kartta on tehty, milloin siihen on tehty päivityksiä ja kuka ne on tehnyt. Lisäksi kerrotaan mitä pohja-aineistoa on käytetty ja missä kartta on tulostettu. Suunnistuskartan reunasta löytyy melko usein indeksikartta, joka on pieni kartta isommasta alueesta. Sen avulla suunnistaja hahmottaa missä kartta-alue sijaitsee. Suunnistuskartta on tehty siten, että pohjoinen on kartan yläreunassa. Kaikki tekstit, kuten rastien numerot ja paikannimet ovat tällöin oikein päin. (Hernelahti ym. 2009, 38–42.) Tätä osoittaa lisäksi pohjoisviivat, jotka kulkevat pohjoiseteläsuunnassa 30 mm:n välein, jos kartta on tulostettu mittakaavaan 1:10000. Tämä vastaa 300 metriä maastossa. Pohjoisviivat osoittavat magneettiseen pohjoisuuntaan. (IOF 2020, 42.) Pohjoisviivoja käytetään kartan suuntaamiseen ja suunnan ottamiseen kompassin avulla. Esimerkkejä suunnistuskartoista on liitteissä 1, 3 ja 4.

2.2.1 Karttamerkit ja kartan värytys

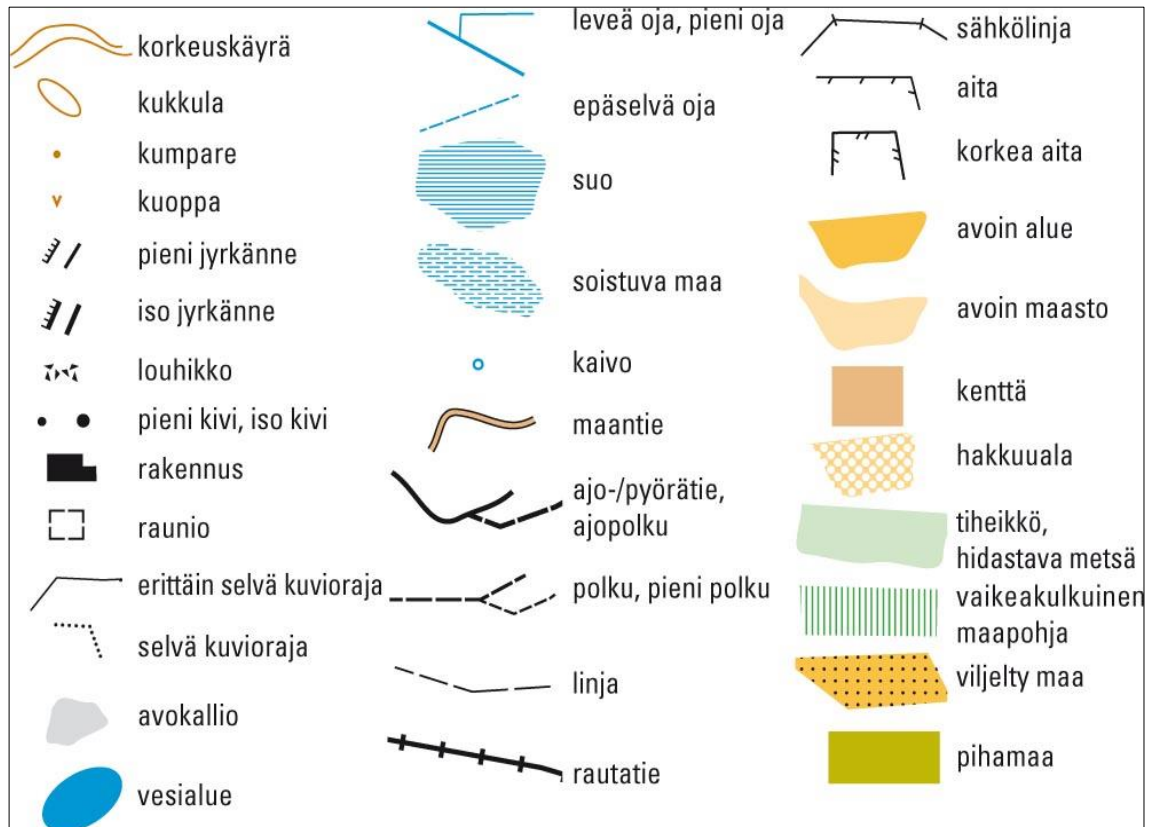
Suunnistuskarttojen karttamerkit ja värimääritykset ovat kansainvälisiä ja Kansainvälinen suunnistusliitto IOF ylläpitää karttamerkkien kuvausohjetta. Tämän ansiosta suunnistaja osaa lukea suunnistuskarttaa eri puolilla maailmaa. Suunnistuskartassa käytetään kahdeksaa eri väriä kuvaamaan erilaisia maastokohteita ja ratamerkintöjä (Taulukko1). (Hernelahti ym. 2009, 38–43.)

Taulukko 1. Suunnistuskartassa käytettävät värit (Hernelahti ym. 2009, 43)

Suunnistuskartan karttavärit

Väri		Kuvauksen kohde
Valkoinen		Normaali metsämaasto
Musta		Tiet, polut, kivet, jyrkänteet, rakennukset ym. rakenteet
Harmaa		Avokallio
Keltainen		Avoimet alueet
Sininen		Vesialueet, suot, ojat, kaivot
Vihreä		Tiheä metsä, vaikeakulkuiset alueet
Ruskea		Maapinnan muodot, korkeuskäyrät, pistekumpareet, supat
Purppura		Ratamerkinnät, kielletyt alueet

Karttamerkit esittävät maastokohteita, joiden avulla suunnistaja paikantaa itsensä maastossa. Osa niistä on viivamaisia, kuten polut ja korkeuskäyrät ja osa taas pistemäisiä, kuten kivet ja kuopat (Kuva 1). Karttamerkinöillä osoitetaan lisäksi kielletyt alueet, jotka jokaisen suunnistajan tulee kiittää. (Hytönen 2018, 15, 23–24.)



Kuva 1. Yleisimmät suunnistuskarttamerkit (Suomen Suunnistusliitto)

2.2.2 Mittakaava

Kartta on tulostettu aina mittakaavaan. Yleisin suunnistuksessa käytettävä mittakaava on 1:10000. Tämä tarkoittaa, että yksi sentti kartalla on 100 metriä maastossa. Pidemmässä kisamatkoissa voidaan käyttää pienimittakaavaisempaa karttaa, kuten 1:15000. Tällöin kaikkia maastokohteita ei voi esittää kartalla ja pienimmät yksityiskohdat jäävät pois, koska ne eivät mahdu kartalle. Vastaavasti voidaan käyttää isomittakaavaista karttaa, kuten 1:5000. Tämä on yleistä esimerkiksi sprinttisuunnistuskartoissa, jossa kaupunkiympäristössä on paljon esitettäviä kohteita, kuten portaikkoja. Mittakaava tulee aina merkitä karttaan. Kaikkea ei

voi kuitenkin mahdollistaa karttaan edes mittakaavaa suurentamalla. Kartantekijän tulee kuvata kaikki oleelliset kohteet, joiden avulla kartasta tulee selkeä ja helppolukuinen, mutta samalla sisällyttää kaikki tarvittava informaatio suunnistussuoritusta varten. Sopivan yleistystason oppii vain tekemällä ja jokaiselle kartantekijälle muodostuu oma, tunnistettavakin, kädenjälkensä. Kansainvälisen suunnistusliiton ohjeista löytyy ohjearvoja piirrettävien alueiden tai kohteiden koosta. (Hernelahti ym. 2009, 38–40.) Kivisessä maastossa ei välttämättä ole kannattavaa esittää kaikkia kiviä kartalla, vaan on tehtävä karsintaa, mitkä niistä ovat olennaisimpia. Maastossa, jossa ei juurikaan ole isoja kiviä tai muuta kartoitettavaa, on yksinäinen isohko kivi jo hyvä maamerkki.

2.3 Suunnistuskartoitus

Suunnistuksen ensiaskeleet Suomessa otettiin 1900-luvun alkuvuosikymmeninä, kun suojeluskuntajärjestöt alkoivat ensin järjestää tiedusteluhiihtoja ja sen vana-vedessä tiedustelujuoksukilpailuja. Näissä tuli kulkea lähdöstä maaliin muutaman tarkastusaseman kautta. Tuolloin kilpailuissa käytettiin venäläisten sotilastopografien tekemiä topografikarttoja ja suomalaisia pitäjänkarttoja. Näiden tarkkuus oli murto-osa nykyisistä suunnistuskartoista ja mittakaavat vaihtelivat 1:21000 ja 1:84000 välillä. Tästä suunnistuskartoitus lähti kehittymään ja kartat tarkentumaan mm. parempien kompassien avulla ja kartoitustekniikoiden parantuessa. (Rantala 2016, 13–26.)

Tänä päivänä suunnistuskartoituksesta 20-35 % on tietokoneella tehtävää toimistotyötä ja 65-80 % metsässä tehtävää maastokartoitusta. Sprinttikartan teossa tietokoneella tehtävä toimistotyön osuus on hieman suurempi. Maastokartoitukseen kuluva aika riippuu paljon maastotyypistä. Vaikeakulkuinen ja pienipiirteinen maasto voi viedä tuplasti sen ajan kuin helppokulkuinen metsämaasto. (Haastattelu 2020.)

Täysin uuden suunnistuskartan tekeminen alkaa pohja-aineiston käsittelyllä. Maanmittauslaitoksen avoimet aineistot ovat selvästi tärkein lähde aineiston keruulle. Tärkeimpiä Maanmittauslaitokselta saatavia aineistoja ovat laserkeilaukset, korkeusmallit ja ilmakuvat. Näiden lisäksi käytetään jonkin verran kaupunkien pohjakarttoja, Karttapullauttimeesta saatavaa karttaa tai Maanmittauslaitoksen

muita aineistoja. (Haastattelu 2020.) Saatavilla on laserkeilausaineiston ja ilmakuvan lisäksi mittatarkka ortokuva, maastokarttarasteri, maastotietokanta ja rinnevalovarjostus (Maanmittauslaitos). Pohja-aineisto ladataan kartanpiirto-ohjelmaan taustakartaksi ja sen avulla pystytään piirtämään esimerkiksi korkeuskäyrät, tiet, pellonreunat, vesialueet ja muut suuremmat kohteet suunnistuskarttaan.

Pohja-aineiston työstön jälkeen alkaa maastokartoitus. Kartoittaja tarkentaa karttaa kartoittamalla maastossa kaikki suunnistuksen kannalta tärkeät kohteet, joita ei pohja-aineistossa näy, kuten esimerkiksi jyrkänteet, tiheiköt, suot ja kivet. Usein korkeuskäyrien muotoa pitää tarkentaa ja lisätä kasvillisuuden aiheuttamia kulkukelpoisuustietoja. Maastotyö vaatii tarkkuutta ja suunnistustaitoa sekä ymmärrystä suunnistuskartan olemuksesta. (Hernelahti ym. 2009, 20; Suunta 2000.) Useat suunnistuskartoittajat käyttävät perinteistä menetelmää, jossa paperisen suunnistuskartan päälle asetetaan muovinen kalvo ja merkinnät tehdään lyijykynällä ja erivärisillä värikynillä muoville. Nämä merkinnät piirretään tietokoneella puhtaaksi toimistolla. Lisäksi osa kartoittajista käyttää apunaan maastotietokoneita ja GPS-paikanninta. Näiden avulla voidaan jo maastossa päivittää kohteen sijainti suoraan sähköiselle suunnistuskartalle. (Haastattelu 2020.) Maastokartoituksen jälkeen tehdään kartan puhtaaksi piirtäminen tietokoneella ja lisätään karttaan tarvittavat oheistiedot.

3 KARTAN KÄÄNTÖÖN VAIKUTTAVAT TEKNISET ASIAT

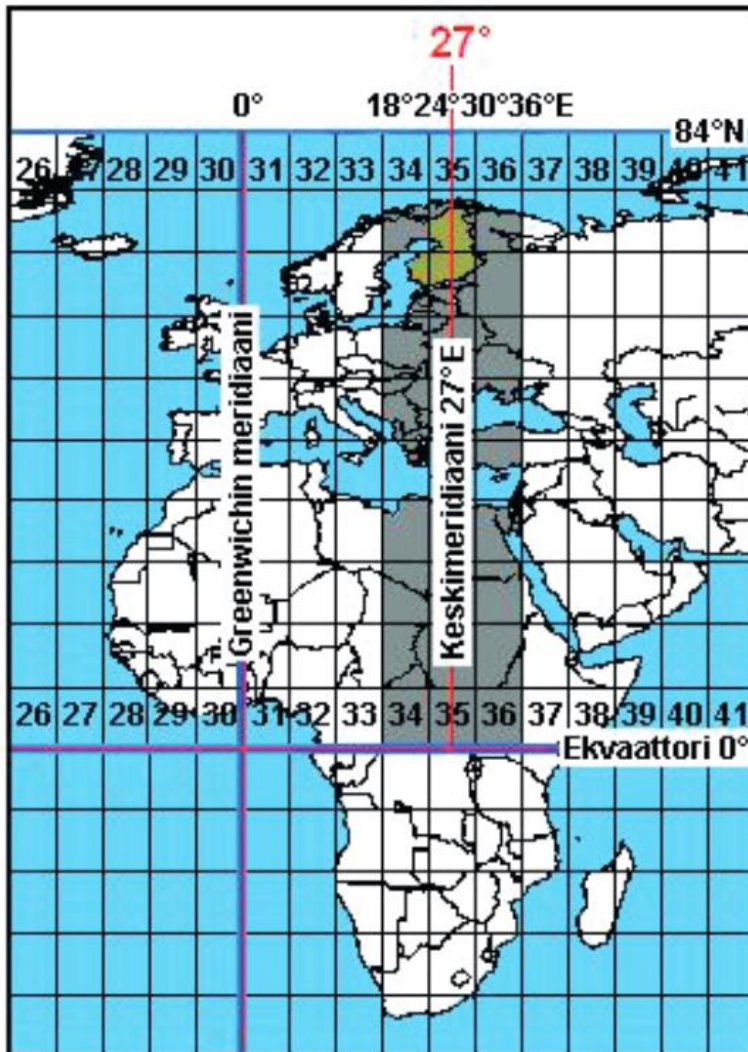
3.1 ETRS-TM35FIN-koordinaattijärjestelmä

Koordinaatistolla voidaan esittää matemaattisesti kohteen sijainti. Kaksi toisiaan kohtisuoraan olevaa lukusuoraa, eli koordinaattiakselia, muodostavat tasokoordinaatiston. Koordinaattiakselien leikkauskohtaa kutsutaan origoksi. Matematiikassa vaaka-akselia kutsutaan x-akseliksi ja pystyakselia y-akseliksi. (Ahmon koulu.) Maantieteellisissä koordinaatistoissa x-akseli osoittaa meridiaanin suuntaisesti ja y-akseli on kohtisuorassa x-akselia vastaan itä-länsi-suuntaisesti (Laurila 2012, 142).

Maantieteessä koordinaatisto voi olla kaksiulotteinen kulmamittoja käyttävä maantieteellinen koordinaatisto, kartalla esitettävä kaksiulotteinen suorakulmainen koordinaatisto tai ellipsoidikeskeinen kolmiulotteinen suorakulmainen koordinaatisto. Kaksiulotteisia koordinaatistoja käytettäessä voidaan lisäksi käyttää korkeutta kolmantena ulottuvuutena. Jotta tästä saadaan koordinaattijärjestelmä, tulee koordinaatisto sitoa kiinni maapalloon. Tämä tehdään maastoon mitattavien runkopisteiden sekä tähtitieteellisten ja geodeettisten laskelmien avulla. (Laurila 2012, 139–140.) Koordinaattijärjestelmiä on useita ja monella valtiolla on oma järjestelmänsä. Sopivaa koordinaattijärjestelmää valittaessa tulee miettiä sen käyttötarkoitusta ja kartoituksen kohteena olevan alueen laajuutta. Esimerkiksi kuntien ei tarvitse käyttää koko Suomen kattavaa TM35FIN-koordinaattijärjestelmää, vaan ne voivat käyttää tarkempaa ETRS-GK-n-järjestelmää, mikä kattaa kunnan pinta-alan ja on tarkempi sillä alueella. ETRS-GK -järjestelmässä Suomi on jaettu kaistoihin keskimeridiaanin astelukujen mukaan. (Maanmittauslaitos 2010.)

WGS84, World Geodetic System 1984, on maailmanlaajuisessa käytössä oleva koordinaattijärjestelmä ja se perustuu satelliittipaikannukseen. WGS84-järjestelmän on määritellyt Yhdysvaltojen armeija ja sitä päivitetään ja tarkennetaan edelleen. (Laurila 2012, 160.) Muutokset määritelmässä johtuvat mm. mannerlaattojen liikkeistä. Koska muuttuvat koordinaatit eivät ole jokapäiväisessä käytössä kovin käytännöllisiä, on Euroopassa otettu käyttöön oma ETRS89-koordinaatisto, joka

on sidottu Euraasian mannerlaatan kiinteään osaan epookissa 1989.0. Tämä tarkoittaa sitä, että koordinaatit eivät ajan myötä muutu. ETRS89 on realisoitu vuonna 1989 Euroopan laajuisella EUREF-mittauskampanjalla, jossa mitattiin 92 GPS-pistettä, sekä useita VLBI- ja satelliittilaserpisteitä. Näistä pisteistä neljä sijaitsi Suomessa. (Häkli, Koivula, Poutanen & Puupponen 2009, 19–23.)



Kuva 2. TM-kaistat Suomen alueella (Laurila 2012, 163)

Suomessa on käytössä EUREF-FIN -järjestelmä. Se on ETRS89:n suomalainen realisaatio. Sen peruspisteistön muodostaa Geodeettisen laitoksen mitaamat pysyvät GPS-asetat ja sata kolmiopistettä. Tässä mitattuja arvoja voidaan pitää yhtenäisinä WGS84-järjestelmän kanssa. Samalla kun Suomessa otettiin käyttöön ETRS89-järjestelmä, otettiin käyttöön myös UTM-projektioon perustuva suorakulmainen koordinaatisto. Se on kehitetty Yhdysvalloissa maailmanlaajui-

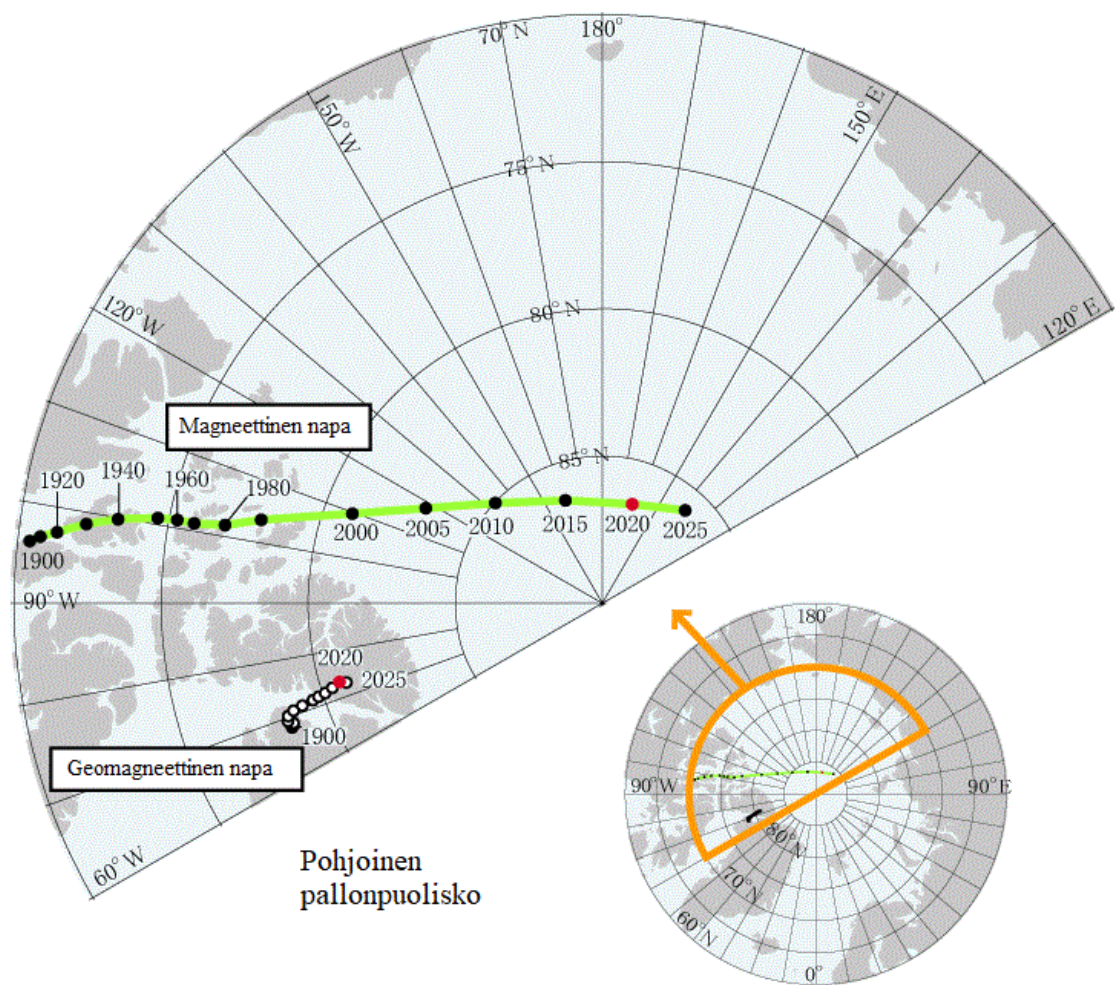
sia sovelluksia varten. UTM-projektio on leikkaava, oikeakulmainen ja poikittais-asentoinen lieriöprojektio, Universal Transverse Mercator. (Laurila 2012, 160–163.) Projektiossa maapallo on jaettu kuuteenkymmeneen kuuden asteen levyiseen kaistaan (GISGeography 2020). Suomi ulottuu kaistojen TM34-36 alueelle (Kuva 2). On kuitenkin sovittu, että valtakunnallisesti käytetään kaistaa 35 koko Suomen alueella. Kaistan 35 keskimeridiaani on 27° itäistä pituutta. Tämän Suomessa käytettävän tasokoordinaatiston nimi on ETRS-TM35FIN. Nimen lopussa oleva FIN-tunnus kertoo, että käytössä on suomalaisten oma sovellus UTM-projektioista. (Laurila 2012, 160–163.)

3.2 Magneettinen pohjoisnapa

Suunnistuksessa käytetään apuvälineenä kartan lisäksi kompassia. Kompassia käytetään kartan suuntaamiseen ja suunnanottoon. Kompassissa oleva pohjoisneula osoittaa kohti pohjoista magneettista napaa. Maapallolla on kaksi magneettista napaa, eteläinen ja pohjoinen. Näissä pisteissä maan magneettikenttä on pystysuorassa maata kohden. Maan magneettikenttä ei ole aivan täsmällinen dipoli, vaan poikkeaa siitä hieman. Tämän poikkeaman muutokset aiheuttavat magneettisten napojen liikkeen. Lisäksi on olemassa geomagneettiset navat, jotka kuvaavat maan magneettikentän dipolikomponentin asentoa. On tehty laskelma, että kun täydellinen dipolikomponentti ilman epäsäännöllisyyksiä asetettaisiin maapallon keskipisteeseen siten, että sen luoma magneettikenttä on mahdollisimman lähellä Maan oikeaa magneettikenttää, niin tämän dipolin akseli leikkaa maanpinnan geomagneettisilla navoilla. Täten geomagneettiset navat ovat aina vastakkaisilla puolilla maapalloa. Geomagneettisten napojen liike on paljon hitaampaa kuin magneettisten napojen. (Ilmatieteenlaitos.)

Maan magneettiset navat ovat alituisessa liikkeessä, pohjoinen napa liikkuu hieman eteläistä nopeammin. Magneettisten napojen liike johtuu maapallon ytimen virtauksista, jossa sula rauta-nikkeliaines liikkuu ja synnyttää ydinnesteeseen sähkövirtauksia. (Ilmatieteenlaitos.) Magneettisen pohjoisnavan liikkeet johtuvat kahden suuren magneettivuon liikkeistä Kanadan ja Siperian alla. Tutkimusten mukaan Kanadan alla oleva magneettivuo on viime vuosikymmenien aikana heikentynyt, joka aiheuttaa navan liikkumisen kohti Siperiaa. (United Space in Europe 2019.) Kun pohjoinen napa löydettiin vuonna 1831 tutkimusmatkailija James

C. Rossin toimesta, sijaitsi se Boothian niemimaalla Kanadassa lähes 2000 kilometrin päässä maantieteellisestä pohjoisnavasta. Tämän jälkeen navalla on käyty seitsemän kertaa retkikunnan voimin ja joka kerralla navan on todettu liikuneen kohti Siperiaa. Nykyään pohjoisen magneettisen navan liikkeitä voidaan seurata tarkemmin Euroopan avaruusjärjestön Swarm-satelliittien avulla. (Ilmatieteenlaitos.) Pohjoisen magneettisen navan liike on nopeutunut viime vuosina rajusti (Kuva 3). Aiemmin navan liike oli keskimäärin 0-15 kilometriä vuodessa, kun se vuoden 2005 jälkeen on liikkunut 50-60 kilometriä vuodessa (United Space in Europe 2019).



Kuva 3. Pohjoisen magneettisen ja geomagneettisen navan liikkeit 1900-2025 (World Data Center for Geomagnetism)

3.3 Affiinimuunnos

Affiinimuunnoksella korjataan geometrisia vääristymiä ja muodonmuutoksia, jotka johtuvat esimerkiksi huonosta kamerakulmasta. Muunnosta käytetään esimerkiksi satelliittikuvauksessa, jossa sillä korjataan laajakuvalinssistä johtuvia vääristyksiä ja panoraamakuvien saumakohtia. Näin kuviin saadaan yksi yhtenäinen koordinaatisto, jossa ei tarvitse välittää vääristymistä, koska ne on otettu jo huomioon. Affiinimuunnos on matemaattinen muunnos, joka säilyttää viivojen mittasuhteet, mutta ei kulmia ja pituuksia. Muunnoksen jälkeen pisteet suoralla ovat samalla suoralla ja samansuuntaiset viivat pysyvät samansuuntaisina kuin ennen muutosta. Viivan keskipisteessä oleva kohde on keskipisteessä muunnoksen jälkeenkin ja suorat viivat pysyvät suorina. (MathWorks 2020.)

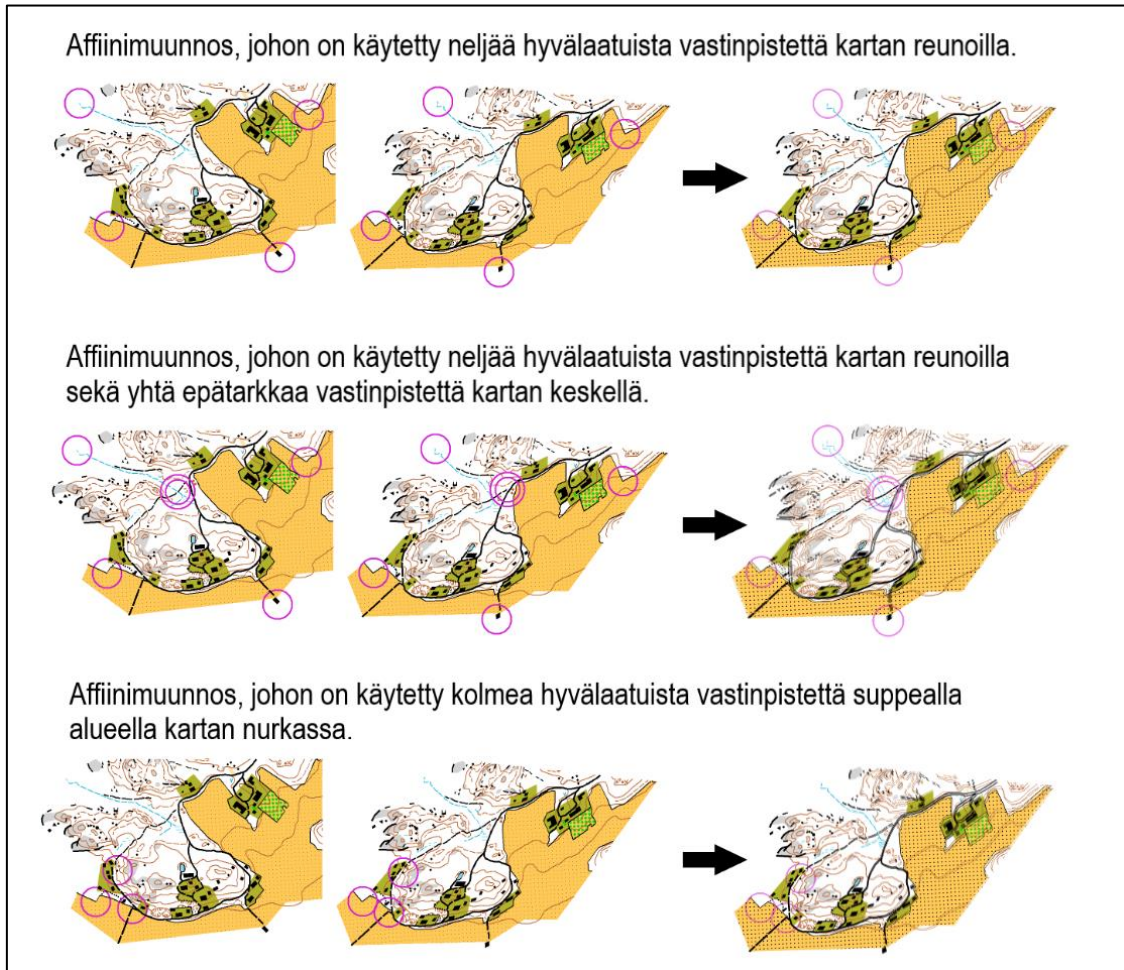
Kartan kääntöön liittyvässä koordinaattimuunnoksessa muunnetaan kahden eri koordinaatiston koordinaatteja yhteneväisiksi. Muunnoksissa käytetään usein affiinimuunnosta tai yhdenmuotoisuus- eli Helmert-muunnosta. Affiinimuunnos on tasokoordinaattimuunnos, jossa muunnosparametreinä ovat origon siirto, molempien koordinaattiakselien oma kiertokulma ja mittakaavakerroin. Tällöin muunnosparametrejä on yhteensä kuusi. Muunnosparametrit lasketaan kahdessa koordinaatistossa mitattujen yhteisten pisteiden avulla. Affiinimuunnos on yhdenmuotoisuusmuunnosta joustavampi, joten jäännösvirheet ovat pienemmät. (Häkli ym. 2009, 35–40.)

Affiinimuunnos kirjoitetaan seuraavasti:

$$\begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 \\ b_1 & b_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \Delta x \\ \Delta y \end{bmatrix} \quad (1)$$

missä:

a_1, a_2, b_1 ja b_2	on	akseleiden kiertokulmien ja mittakaavatekijöiden funktiot
Δx ja Δy	on	origon siirto



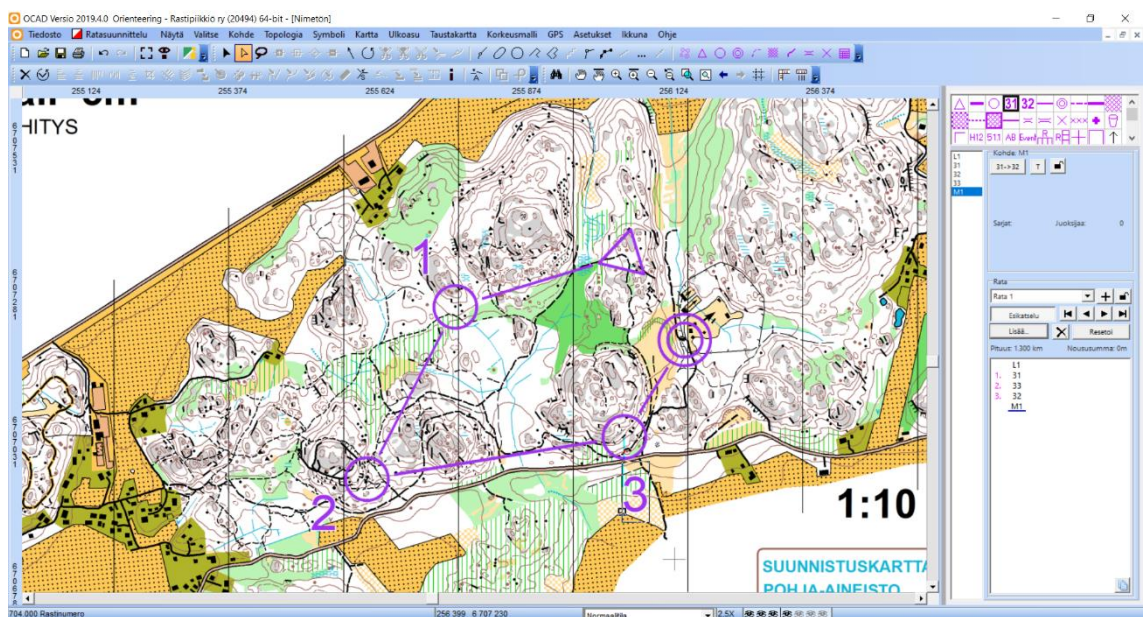
Kuva 4. Samalla kartalle tehdyt kolme affiinimuunnosta, joissa on käytetty erilaisia vastin pisteitä

Kuvassa 4 on esitetty kolme erilaista samaan karttaan tehtyä affiinimuunnosta. Kuva havainnollistaa hyvin sen, miten vastin pisteet tulisi sijoittaa halutulle alueelle. Kuvasarjoissa vasemmalla on siirrettävä kartta ja siihen on merkitty käytettävät vastin pisteet. Keskellä on taustakartta, johon siirrettävää karttaa verrataan. Samassa kohdassa olevat vastin pisteet on merkitty ympyrällä ja eroava vastin piste tuplaympyrällä. Kuvasarjan oikeassa reunassa on affiinimuunnoksen jälkeinen lopputulos. Ylimmässä kuvasarjassa on esitetty ihanteellinen vastin pisteiden sijoittelu, missä pisteet on sijoitettu kartan reunoille. Muunnos on onnistunut hyvin ja kaksi karttaa menevät tarkasti kohdakkain. Keskimmaisessä kuvasarjassa tilanne on muutoin sama, mutta keskelle on lisätty vastin piste, joka onkin taustakartassa merkitty väärään kohtaan. Vaikka neljä pistettä viidestä on hyviä, yksi väärin asetettu piste vääristää koko karttaa. Tällaisessa tapauksessa epävarman sijainnin vastin pisteet kannattaa jättää kokonaan pois. On siis parempi käyttää vain varmoja pisteitä. Alimmassa kuvasarjassa on tilanne, jossa vastin pisteet on

sijoitettu hyvin lähelle toisiaan. Vaikka pisteiden kohdistus on tehty hyvin, vääristyy kartta sitä enemmän, mitä kauemmaksi vastinpisteistä mennään. Parhaan muunnoksen saa tehtyä silloin, kun vastinpisteitä voi sijoittaa kartan äärireunoille ja pisteiden sijainnit ovat tarkkoja molemmissa kartoissa tai kartassa ja ilmakuvassa.

3.4 Suunnistuskarttaohjelmistoja

Yleisin suunnistuskarttojen tekoon käytettävä ohjelma on sveitsiläinen OCAD, joka on kehitetty vuonna 1989 (OCAD 2019b.) Ohjelmalla pystyy tekemään suunnistuskarttojen lisäksi opaskarttoja ja muita teemakarttoja. Ohjelmaan pystyy tuomaan laserkeilausaineistoa ja itsemitattua GPS-aineistoa. Siihen voi tuoda ilma-kuvaus- ja rasterikuvia, sekä yhdistää sen internet-pohjaisiin paikkatietoihin. Suunnistuksen karttamerkit ja värit voi tallentaa ohjelmaan ja kun tulee uusi karttamerkkipäivitys, pystyy karttamerkit helposti päivittämään karttoihin. (OCAD 2019a.) OCADissa on oma toimintonsa suunnistusratojen piirtoa varten, tällöin suunnistuskartta asetetaan taustakartaksi ja sitä ei voi muokata. Kuvassa 5 on OCAD radanpiirtotilassa. Oikealla on näkyvissä radan piirtoon käytettäviä karttamerkkejä



Kuva 5. Kuvakaappaus OCADin radanpiirtotilasta. Kuvan kartta: RastiPiikkiö 2020

Suunnistuskarttojen piirtoon tehtyjä ohjelmia ei ole kovin monta. OCAD toimii maksullisella lisenssillä. Jos karttoja haluaa piirtää halvemmalla hinnalla, on siihen olemassa ilmainen, avoimeen lähdekoodiin perustuva Open Orienteering Mapper. Ohjelma on hyvin samantyyppinen OCADin kanssa, mutta siinä on hieman vähemmän ominaisuuksia. Open Orienteering Mapperista löytyy kaikki tärkeimmät toiminnot kartan piirtoa ja ratojen suunnittelua ajatellen ja se on yhteensopiva OCADissa tehtyjen karttojen kanssa (Open Orienteering).

Jos on piirtämässä vain suunnistuskilpailun ratoja, on olemassa ainakin kaksi vaihtoehtoa. Maksullinen Condes on tarkoitettu nimenomaan suunnistusratojen suunnittelua ja piirtoa varten. Radantekoa varten tarvitaan vain digitaalinen kartta-aineisto, joka voi olla OCAD-tiedosto tai muu kuvatiedosto. (OLFellows.) Condes on käytännöllinen varsinkin silloin, kun radantekijän ei tarvitse huolehtia kartan päivittämisestä. Lisäksi on olemassa ilmainen Purple Pen, joka on avoimen lähdekoodin ohjelmisto. Ohjelma tukee OCAD- ja OpenOrienteering Mapper-tiedostojen lisäksi monia erilaisia kuvatiedostoja sekä pdf-tiedostoja. (Purple Pen.)

4 KARTAN KÄÄNTÖ OCAD-KARTANPIIRTO-OHJELMALLA

4.1 Kartan kääntö käytännössä

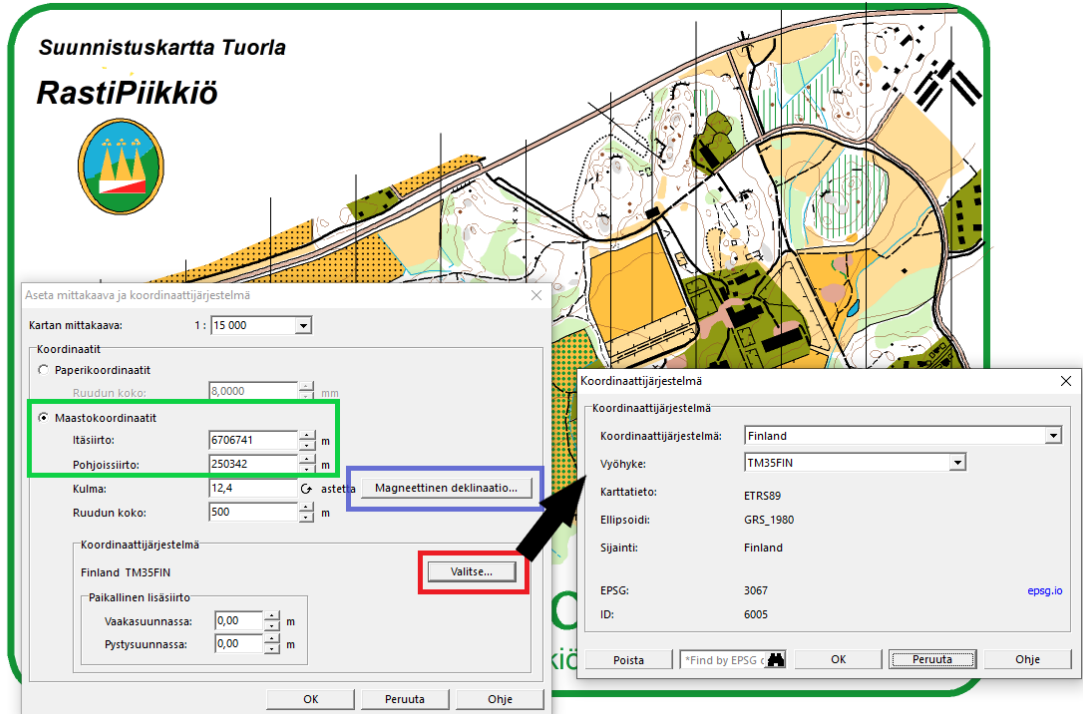
Tämän opinnäytetyön käytännön osuutena on kääntää RastiPiikkiön noin 20 karttaa TM35FIN-koordinaattijärjestelmään. Kartat ovat sähköisessä muodossa ja käsiteltävissä OCAD-kartanpiirto-ohjelmalla. Ne ovat valmistuneet eri vuosina ja vanhimmat ovat 2000-luvun alusta. Tämän jälkeen niitä on päivitetty ja ajantasaistettu. Kartat ovat mittakaavassa, mutta jokainen on omassa koordinaatistossaan. Tämän takia karttojen päivityksessä ei voi niin helposti käyttää saatavilla olevaa avointa aineistoa, kuten ilmakuvauksia tai kaupungin pohjakarttaa. Maanmittauslaitoksen avoimet aineistot ja monet muut kartat ovat georeferoitu TM35FIN-koordinaatistoon. Jos suunnistuskartta on samassa koordinaatistossa, asettuvat ne automaattisesti päällekkäin. Siksi päätettiin kääntää suunnistuskartat nimenomaan TM35FIN-koordinaatistoon. Tällä karttojen käännöllä helpotetaan karttojen päivittämistä. Esimerkiksi jos kartan alueelle tulee uusi asuinalue, pystyy tiet ja rakennukset päivittämään suunnistuskarttaan kaupungin aineiston perusteella. Tämä ei poista maastokartoituksen tarvetta, mutta helpottaa suurten linjojen päivitystä ja mahdollistaa maastokohteiden päivityksen GPS:n avulla.

Tässä työssä käytössä on OCAD 2019 -ohjelmaversio. Lähtökohtana on olemassa oleva suunnistuskartta, joka on omassa koordinaatistossaan. Aluksi alkuperäinen kartta kannattaa tallentaa muualle ja ottaa käsittelyyn kopio kartasta. Jos kartan käännön aikana tapahtuu jotain yllättävää, on alkuperäinen kartta tallessa.

4.1.1 Koordinaattijärjestelmän asettaminen ja magneettinen kierto

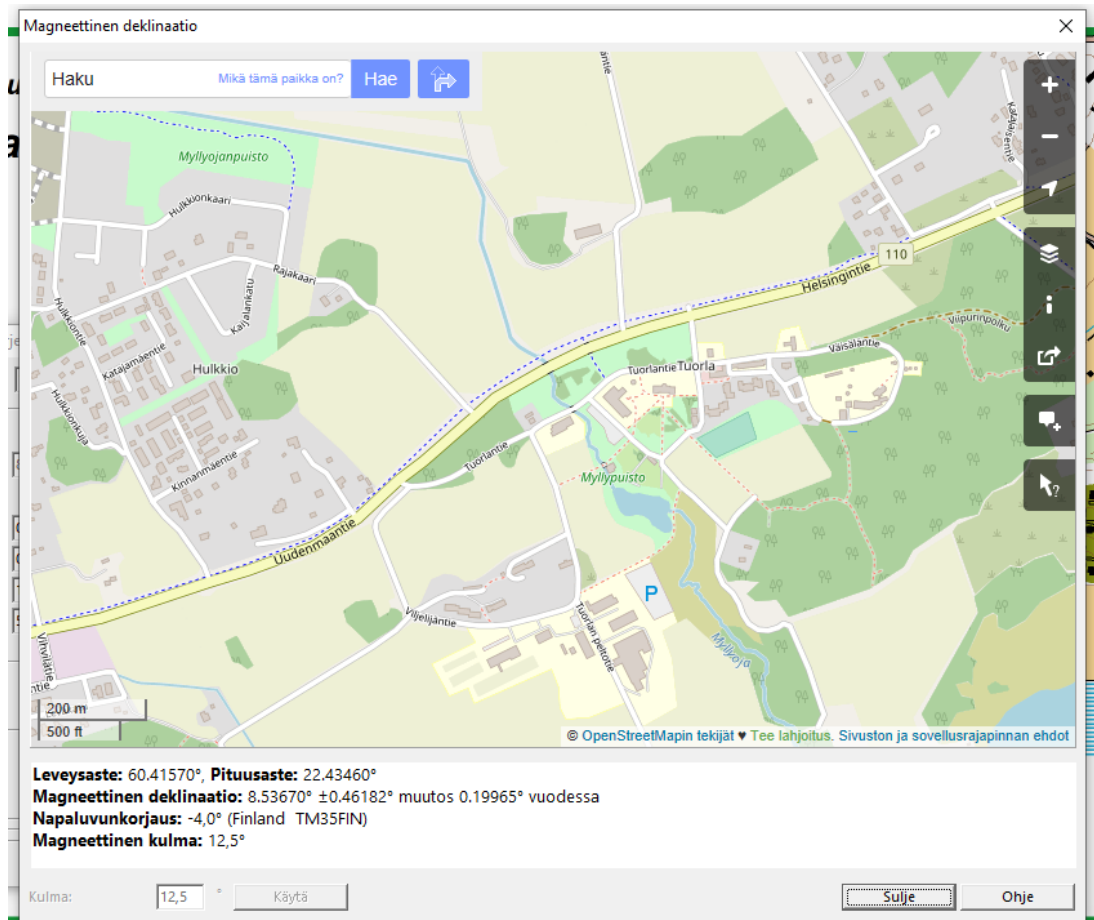
Ensimmäiseksi karttaan asetetaan haluttu koordinaattijärjestelmä toiminnolla Kartta -> Aseta mittakaava ja koordinaattijärjestelmä (Kuva 6). Valitaan Maastokoordinaatit aktiiviseksi ja syötetään Itä- ja Pohjoissiirtoon kartan keskipisteen koordinaatit halutussa koordinaattijärjestelmässä. Nämä voi käydä katsomassa esimerkiksi Maanmittauslaitoksen Karttapaikka-palvelusta. Koordinaatit keskittä-

vät kartan piirtoalueelle ja kymmenien metrien tarkkuus riittää oikein hyvin. Valitse-näppäimellä asetetaan kartan haluttu koordinaattijärjestelmä. Tämä tarvitaan, jotta kartta georeferoituu oikein.



Kuva 6. Koordinaattijärjestelmän määrittely (OCAD 2019c)

Tämän jälkeen käännetään kartta magneettisen pohjoisnavan mukaan. Tämä asettaa kartan suunnistuksen kannalta oikein ja tämän avulla saadaan piirrettyä myöhemmin pohjoisviivat. Kääntö tehdään Magneettinen deklinaatio -näppäimen avulla. Sivulle avautuu kartta, johon etsitään suunnistuskartan sijainti (Kuva 7). Ohjelma ilmoittaa automaattisesti magneettisen kulman, joka on matemaattisesti laskettu. Magneettikentässä voi olla paikallisia vaihteluita, joita ohjelma ei tunnista. Magneettisen deklinaation voi siksi syöttää myös käsin.

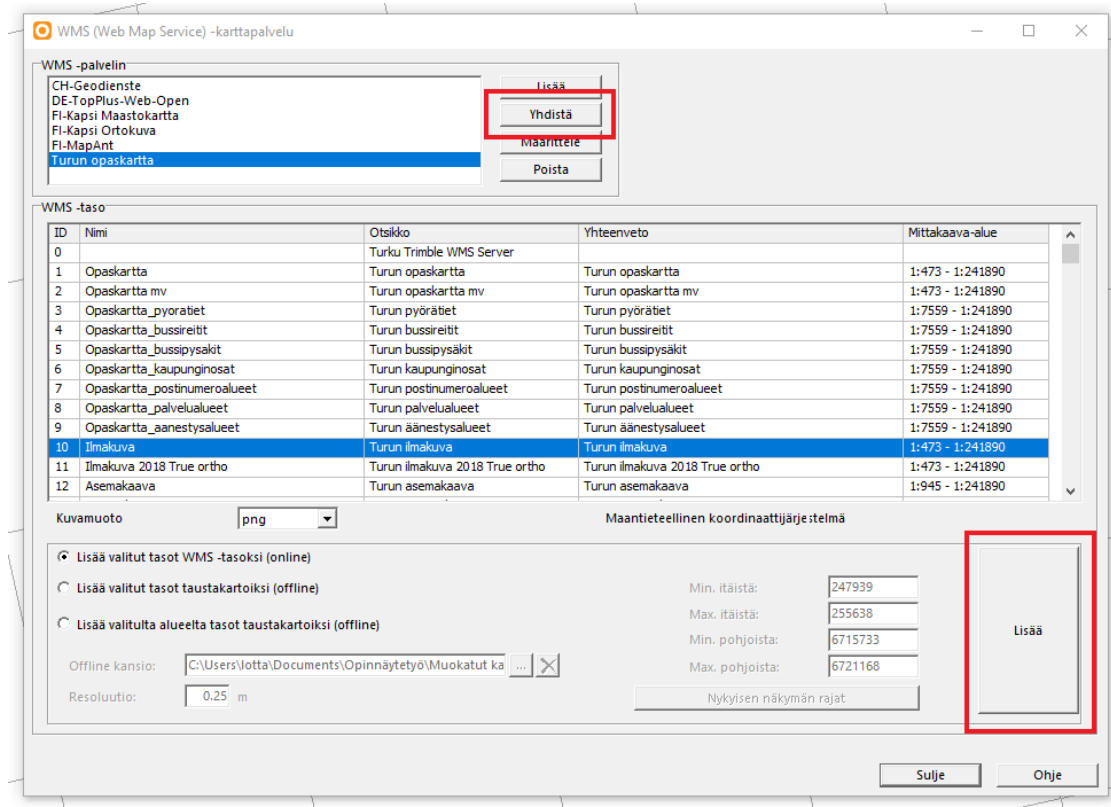


Kuva 7. Magneettisen kulman hakeminen (OCAD 2019c)

4.1.2 Taustakartta

Nyt esivalmistelut on tehty ja päästään kartan kääntöön. Jotta kartta voidaan kääntää, tarvitaan sille taustakartta tai -kuva, johon verrata karttaa. Tämä tapahtuu toiminnolla Taustakartta. Maanmittauslaitoksen aineistoja voi ladata valmiiksi tietokoneelle. Tällöin voi itse valita mitä kohteita haluaa mukaan ja ne säilyvät tallessa. Lisäksi tietää millä ajanhetkellä ne on otettu. Toisena vaihtoehtona voi käyttää Web Map Service -karttapalvelua (Kuva 8). Sieltä löytyvät mm. Maanmittauslaitoksen aineistot ja sinne voi tuoda lisää aineistoja internetistä. Tässä esimerkissä on mukana Turun opaskartan aineistot, jotka pitävät sisällään mm. Kaarinan kaupungin maastokartan. Lisäämiseen tarvittavat palvelimen tiedot löytyvät internetistä. Ensin valitaan sopiva palvelin ja yhdistetään se. Tämän jälkeen WMS-taso-ruutuun tulee käytettävät tasot. Valitaan sopiva taso ja lisätään se.

Tasoja voi olla taustakarttana monta ja taustakartan muokkaa-toiminnolla voi määrittellä mikä on kulloinkin näkyvissä.

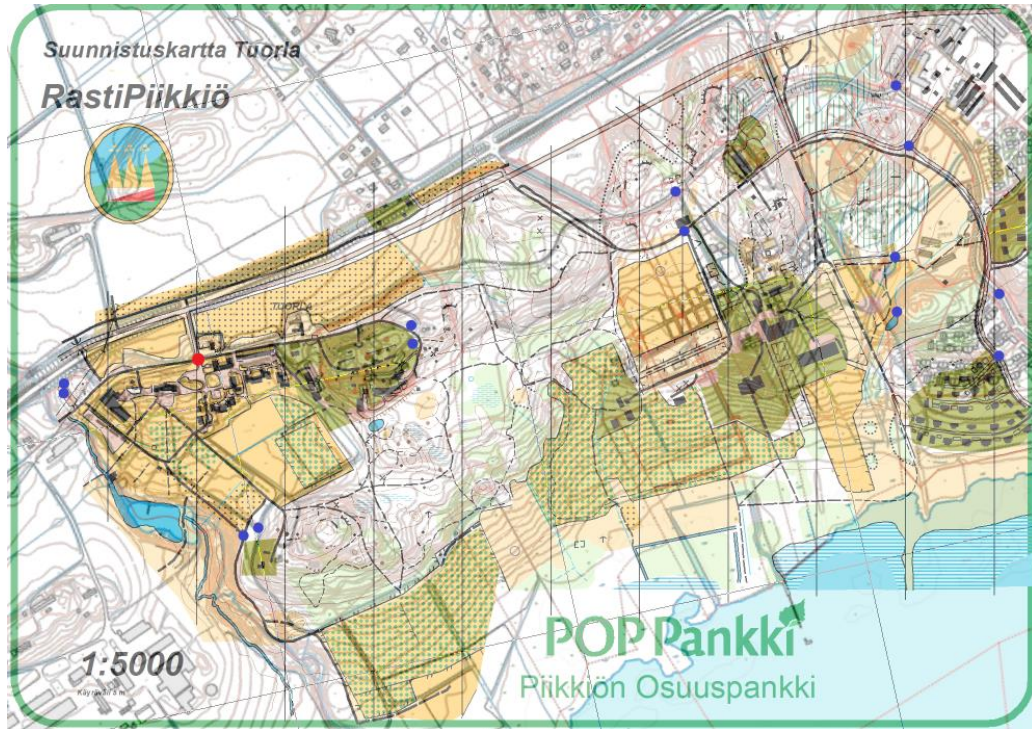


Kuva 8. WMS-palvelun käyttö (OCAD 2019c)

4.1.3 Affiinimuunnos

Kuvassa 9 näkyy himmennetty suunnistuskartta, jonka alla on Kaarinan kaupungin maastokartta. Maastokartta on oikeassa koordinaatistossa ja käännetty oikeaan magneettiseen suuntaan. Punaisella pisteellä on merkitty kohta mistä kartat ovat päällekkäin. Seuraavaksi tehdään Affiinimuunnos, joka kääntää suunnistuskartan kohdakkain maastokartan kanssa. Muunnos löytyy toiminnolla Kartta -> Muunna -> Affiinimuunnos. Affiinimuunnoksessa osoitetaan ensin kohdetta suunnistuskartalla. Sen jälkeen samaa kohdetta osoitetaan taustakartalla. Affiinimuunnos vaatii vähintään kolme pistettä. Mitä enemmän pisteitä on, sitä tarkempi muunnoksesta tulee. Ei kannata kuitenkaan liioitella asiassa. Pisteet tulee valita siten, että ne pystyy varmuudella osoittamaan sekä kartasta että taustakartasta ja pisteiden tulisi sijaita eri puolilla karttaa, esimerkiksi kulmissa. Tausta-

karttana voi käyttää maastokarttaa tai ilmakuvaa. Kaupunkiympäristössä maastokartta on tarkasti piirretty ja kiintopisteitä on paljon. Metsäisemmässä ympäristössä ilmakuvasta on helpompi löytää sopivia risteyskohtia tai muita maamerkkejä, joilla kartan voi kohdistaa. Kuvassa 9 on sinisellä merkityt pisteet, joiden perusteella kyseiseen karttaan on tehty muunnos.



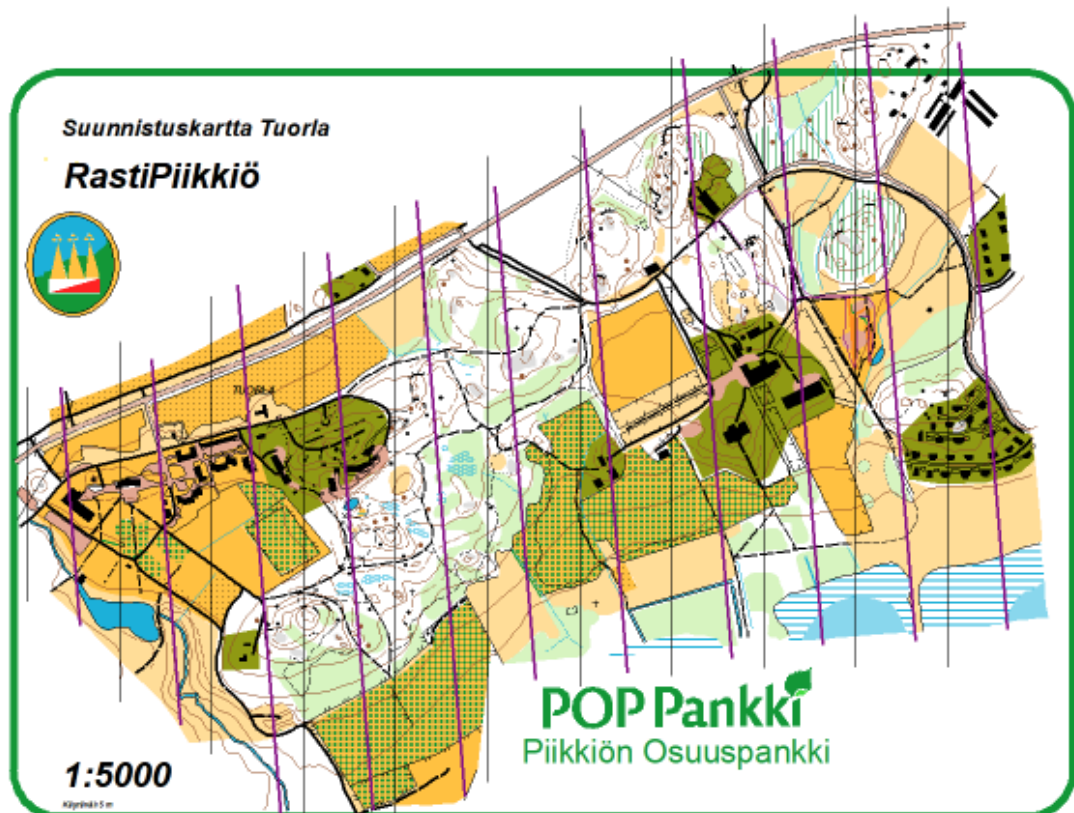
Kuva 9. Suunnistuskartta taustakartan kanssa päällekkäin

Kun muunnos on tehty, suunnistuskarttaa ja taustakuvaa tulee verrata keskenään, ovatko tiet kohdakkain tai ojat yhteneväiset. Jos kartassa ja taustakuvassa on paljon eroavaisuuksia, voi muunnoksen peruuttaa ja yrittää tehdä sen uudelleen käyttäen eri kohdistuspisteitä tai lisätä pisteiden määrää. On otettava huomioon, että suunnistuskartassa voi olla virheitä tai kartta voi olla osittain vääristynyt. Jos kartta on vanha, on tie voinut siirtyä tai pelto metsittyä. Kannattaa kiinnittää huomiota myös karttamerkkeihin. Pistemäiset kohteet tulisi olla kartalla oikein päin ja suon viivat vaakasuorassa. Käännön ei pitäisi vaikuttaa niihin, mutta tarkistus kannattaa aina.

4.1.4 Pohjoisviivojen piirto

Kun kartta ja taustakuvat ovat yhteneväiset on kartan kääntö valmis. Tämän jälkeen kannattaa suoristaa pohjoisviivat. Magneettisen pohjoisnavan liikkeen

vuoksi pohjoisviivat kääntyvät hiljalleen. Jos kartta on vanha, pohjoisviivoissa on enemmän eroa. Pohjoisviivoja ei tarvitse vuosittain päivittää. Ero ei ole niin suuri, että suunnistaja sitä välttämättä metsässä huomaisi. Pohjoisviivoja varten tulee asettaa päälle paperikoordinaatit toiminnolla Kartta -> Aseta mittakaava ja koordinaattijärjestelmä. Ruudun kooksi määritellään haluttu pohjoisviivojen väli tulosteessa. Tämän jälkeen toiminnolla Kartta -> Tee karttaruudukko voidaan piirtää viivat helposti oikealle etäisyydelle toisistaan. Kuvassa 10 näkyy violetilla vanhat pohjoisviivat ja mustalla uudet pohjoisviivat. Kartan kääntö on nyt kokonaisuutena valmis. Kartan kääntö voi kuitenkin paljastaa virheitä tai puutteita kartassa, joita täytyy päivittää.



Kuva 10. Käännetty kartta, jossa näkyvissä vanhat ja uudet pohjoisviivat

5 ESIMERKKITAPAUKSIA

5.1 Tuorla

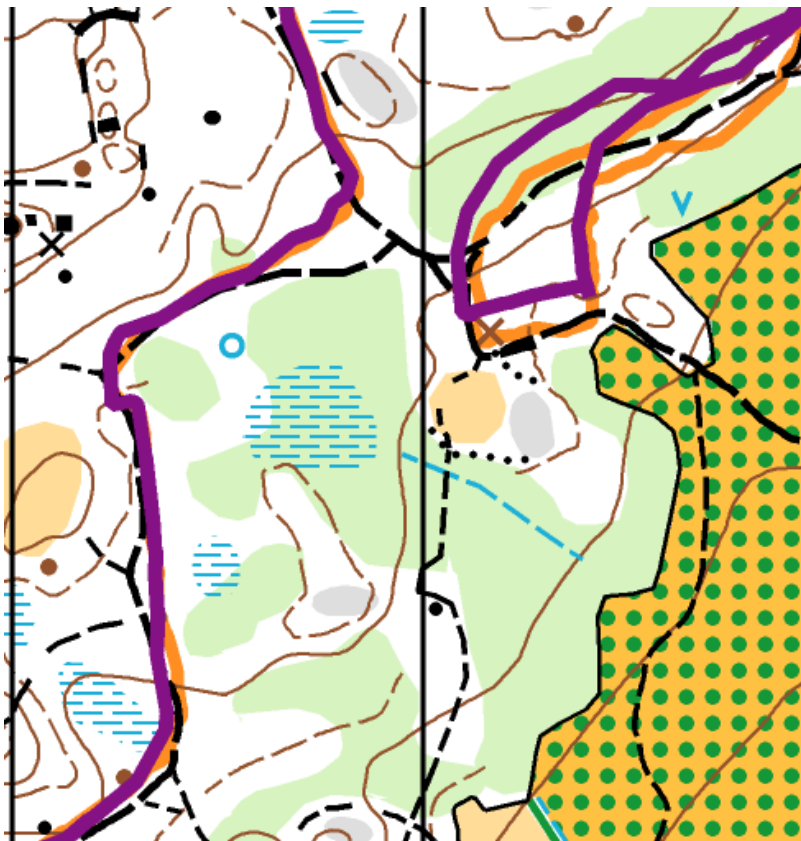
Tuorlan kartta on melko pieneltä alueelta ja tulostettu 1:5000 mittakaavaan. Koko kartta löytyy liitteestä 1. Tämä on helposti hallittavissa ja hyvä esimerkki aloittaa. Kartan valmistusvuodesta tai myöhemmästä historiasta ei ole tietoa. Luultavimmin kartta on tehty lasten suunnistuskoulua varten, sillä aikuisten harjoitteluun alue on turhan pieni. Kartan länsireunassa on maatalouskoulun alue, johon sisältyy erilaisia rakennuksia ja puutarha-alueita, sekä yliopiston observatorio tähtitorneineen. Keskellä on metsäalue, jonka itäpuolella on maatila oheistoimintoineen. Kartan itäreunasta alkaa pientaloalue. Pohjoisessa kartta rajautuu maantiehen ja etelässä mereen.



Kuva 11. Tuorlan kartassa olevia epäkohtia

Kartan kääntö onnistui muutaman yrityksen jälkeen. Parhaimmat vastinpisteet löytyvät yleensä kokeilemalla. Tässä kartassa oli monia vastinpisteiksi sopivia risteyksiä ja rakennuksia, joiden avulla kääntö lopulta onnistui. Kartan kääntö paljasti myös päivittämisen tarvetta. Epäkohtien huomaaminen on yksi kartan kääntöä edistävä tekijä. Kuvassa 11 vasemmalla on uusi rivitaloalue, jota ei ole piirretty karttaan. Muutoin alue on pysynyt ennallaan, joten rakennukset ja piha-alue on helppo päivittää karttaan ilmakuvan avulla. Kuvassa oikealla on suunnistuskartan alla kaupungin maastokartta. Siitä huomataan, että suunnistuskarttaan piirretty oja on jostain syystä väärässä kohdassa. Asia varmistui katsomalla aluetta ilmakuvasta. Oja on kartan eteläreunassa, jossa ei välttämättä edes voi suunnistaa, mutta asia on hyvä kuitenkin korjata suunnistuskarttaan.

Kävin kartan alueella testikävelyllä mukana kaksi Garminin sykemittaria, joissa on GPS-paikannus. Sykemittareiden paikannusominaisuudet eivät ole kaikkein tarkimmat, joten näihin tuloksiin pitää aina suhtautua pienellä varauksella. Kuvassa 12 näkyy oranssi ja violetti viiva, jotka ovat kuljettu reitti. Kuvan vasemmassa reunassa reitit kulkevat melko hyvin polkua pitkin. Polkujen risteyksessä reitti kuitenkin poikkeaa polusta. Alueella kulkee paljon polkuja, joten nyt kannattaisi vielä käydä tarkistamassa kulkeeko reitillä oikopolku vai pitäisikö suunnistuskarttaan piirretty polun linja siirtää. Oikealla kuvassa näkyy, miten kuljetut reitit viiviat eroavat toisistaan. Reittien muoto vastaa toisiaan, mutta sijainti on eri. Tässä kohtaa antaisin alkuperäisen polun olla paikoillaan. Tämän kaltainen GPS-tarkastelu antaa hieman osviittaa siitä, miten reitit maastossa kulkee. En kuitenkaan täysin luottaisi näin heikkolaatuisen GPS-laitteen paikannustarkkuuteen esimerkiksi pistemäisten kohteiden kartoituksessa.



Kuva 12. GPS-paikannuksella mitatut reitit Tuorlan kartalla

5.2 Pyölinmetsä

Pyölinmetsän kartta on mittakaavaltaan 1:10000 ja se mahtuu kokonaisuudessaan A4-arkille. Karttaa halkoo moottoritie. Moottoritien pohjoispuolella on pientehkö metsäalue ja peltoja. Eteläpuolella on teollisuusrakennusten alue, pientehkö metsäalue ja asuinalue. Kartta vaikuttaa hyvältä lähtökohdalta affiinimuunnokselle. Teitä ja muita kiinnekohtia on runsaasti. Tein ensimmäinen kääntöyriksen vertailemalla suunnistuskarttaa ilmakehuvaan. Valitsin hyvät ja selkeät pisteet eri puolilta karttaa. Muunnoksesta ei tullut kuitenkaan millään muotoa hyvää lopputulosta. Toisesta reunasta kartta oli hyvin kohdallaan, mutta toisen reunan kohteet eivät olleet ollenkaan siellä missä piti. Peruutin muunnoksen ja yritin uudelleen uusilla pisteillä. Lopputulos oli aivan samanlainen. Kuvassa 13 on suunnistuskartan alla ilmakehuva. Violetilla ympyröity kohta on kartassa ja kuvassa sama. Oikealla olevan asuinalueen rakennukset ja tiet eivät mene kohdakkain.



Kuva 13. Suunnistuskartan ja ilmakehuvan yhdistelmä Pyölinmetsästä

Tämän jälkeen vaihdoin taustakartaksi kaupungin maastokartta-aineiston. Maastokartassa näkyy paremmin talot ja tiet. Lisäksi huomasin, että osa pohjakuvioista, kuten pellonreunoista, oli otettu suoraan pohjakartasta suunnistuskarttaan. Muodot olivat samansuuntaisia ja -kokoisia. Yritin käyttää neljää hyvin varmaksi katsomaani pistettä muunnoksen tekemiseen. Tämäkään ei tuottanut mitenkään kelvollista tulosta. Seuraavaksi haastattelin muutamaa seuran jäsentä kartan syntyhistoriasta. Ilmeisesti kartta on tehty karttapaloja yhdistelemällä ja sitä ei ole

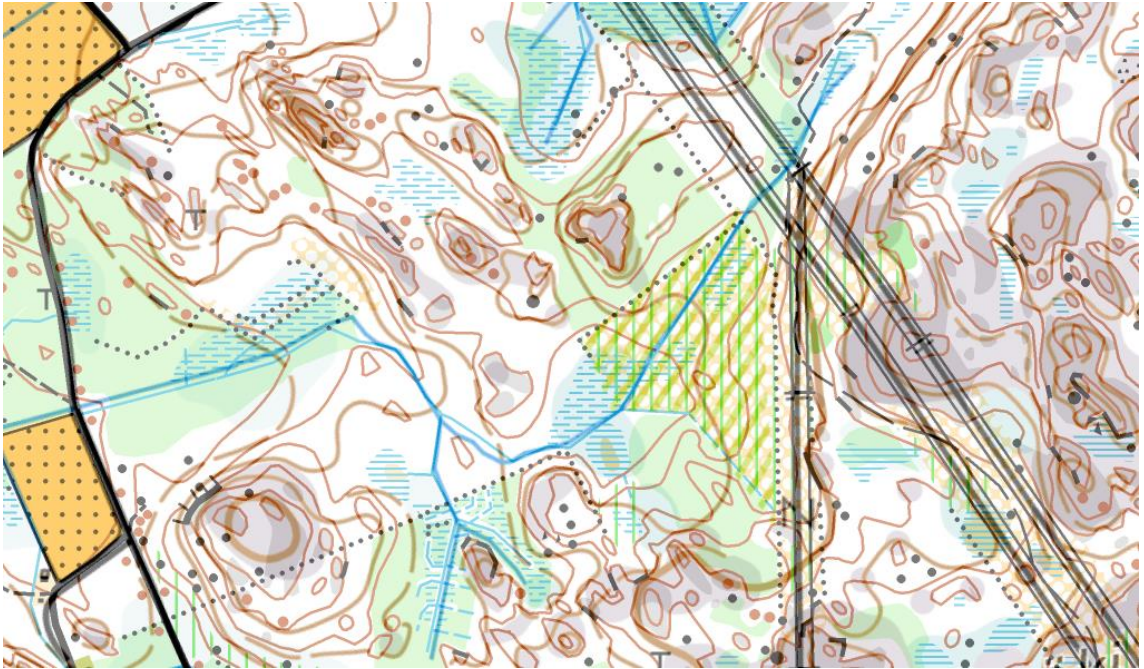
tilattu ammattikartoittajalta yhtenä kokonaisuutena, vaan seuran aktiivit ovat työ-
täneet sitä vaiheittain. Tämä voisi selittää vääristymiä. Ajattelin testata olisiko
joku osa kartasta yhteneväinen. Päätelin, että itäreunan asuinalue on yksi koko-
naisuus ja tehty varmasti yhdellä kertaa. Käytin muunnoksen vastinpisteinä sieltä
löytyviä kohteita. Muunnoksen lopputulos on nähtävissä liitteessä 2. Tässä kar-
tassa asuinalue skaalautuu hyvin paikoilleen, mutta mitä kauemmas asuinalu-
eesta mennään, sitä enemmän kartta vääristyy. Toisaalta myös vääristyneet alu-
eet ovat oikeinpäin suuntautuneet, ne ovat vain väärässä kohtaa. Tästä voisi pää-
tellä, että kartan paloja yhdisteltäessä on tapahtunut jokin sijoitteluvirhe. Tämä
aiheuttaa vääristymää koko kartan affiinimuunnoksessa.

Affiinimuunnoksen avulla tätä karttaa ei pysty kääntämään koordinaatistoon.
Kartta on niin pahasti ja samalla myös epäloogisesti vääristynyt, että muunnos ei
onnistu. Kartta pitäisi hajottaa pienemmiksi kokonaisuuksiksi, jotka sitten pitäisi
yhdistää uudelleen kokonaiseksi kartaksi. Tämän opinnäytetyön puitteissa ei ole
sellaiseen tarkoitus ryhtyä, joten tämä kartta jää toistaiseksi entiselleen.

5.3 Kottarmäki

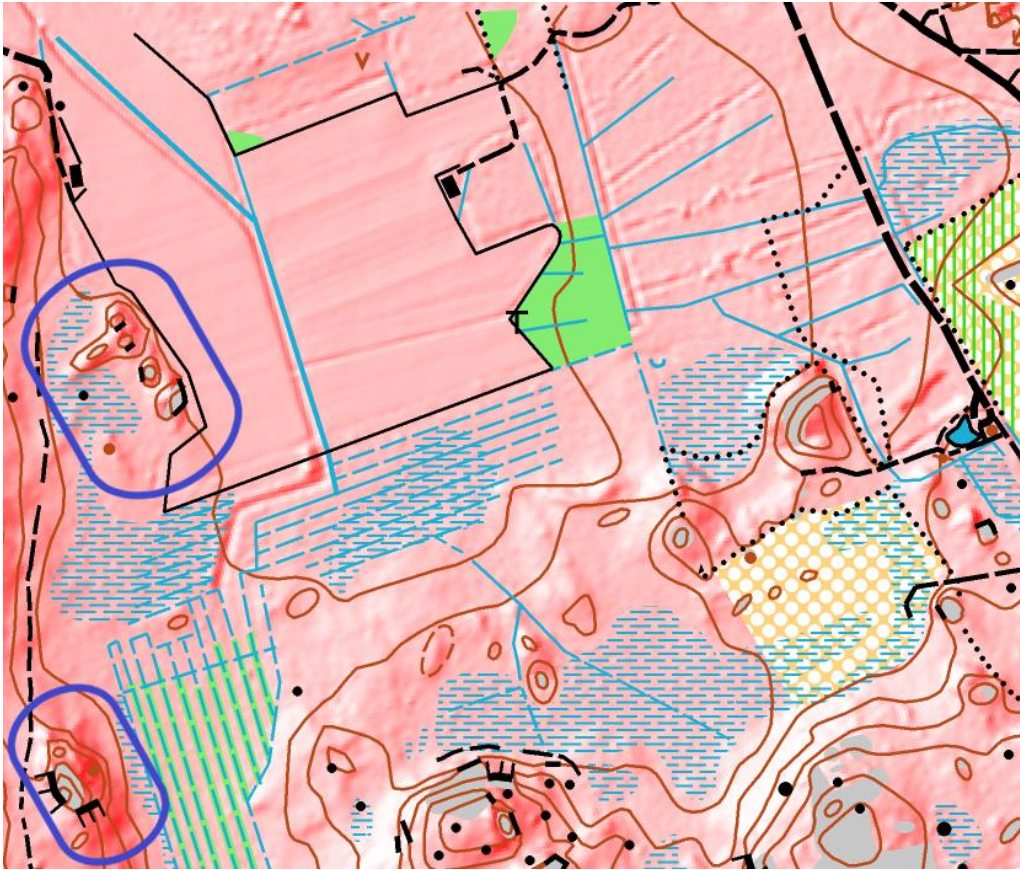
Kottarmäen kartta antaa hyvän kuvan varsinaissuomalaisesta metsämaastosta.
Kartalla on vähän peltoja ja muutama tie. Suurin osa kartasta on pienipiirteistä
avokalliomaastoa. Kallioiden väliin mahtuu pieniä suoalueita. Lisäksi karttaa hal-
koo suurjännitesähkölinja. Kartan mittakaava on 1:10000 ja se mahtuu A3-arkille.
Kartta on nähtävissä liitteessä 3.

Affiinimuunnos kartalle onnistui muutamien kokeilujen jälkeen. Kuvassa 14 on
yhdistettynä suunnistuskartta ja Maanmittauslaitoksen peruskartta. Suunnistus-
kartan viivat ovat ohuempia ja terävämpiä kuin peruskartan. Kuvasta näkee, että
sähkölinjat ja lännessä oleva tie menevät hyvin kohdakkain. Keskellä olevissa
ojissa on pieniä eroavaisuuksia, mutta niistä tuskin pääsee eroon mitenkään. Kor-
keuskäyriä verratessa voi huomata, että korkeimmat mäet ja nyppylät osuvat hy-
vin samoille kohdille. Peruskartassa korkeuskäyrät ovat suuripiirteisempiä. Suun-
nistuskartta on näissä paljon yksityiskohtaisempi.



Kuva 14. Suunnistuskartan ja peruskartan yhdistelmä Kottarmäestä

Kartan eteläreunassa tarkkuus ei ollut aivan niin hyvä, sillä suunnistuskartan ja peruskartan ojat eivät menneet kohdakkain. Päätin parantaa tarkastelua ja lataisin Maanmittauslaitoksen avoimista aineistoista vinovalovarjosteen. Siinä esimerkiksi ojat erottuvat paljon paremmin kuin pelkästä ilmakuvasta. Kuvasta 15 näkee sen, että ojat ja polut eivät ole kohdallaan suunnistuskartassa. Niiden keskinäiset suhteet näyttävät oikeilta, niitä pitäisi vain tuupata hieman pohjoiseen päin. Kuvassa on sinisellä ympyröity kallionharjanteita, jotka ovat vielä kohdallaan. Näiden itäpuolella on vääristymää havaittavissa. Yritin tehdä uuden affiininimuunnoksen, mutta lopputulos oli sama. Kartta on aina vähän vääristynyt johonkin päin. Tässä kohtaa luulen, että on parempi jättää karttaa tähän vaiheeseen. Muu kartta on melko hyvin paikoillaan ja uskon, että siitä ei tällä metodilla saa tarkempaa. Koska kohteiden keskinäiset suhteet ovat melko hyvät, suunnistaja tuskin huomaa vauhdissa pientä vääristymää. Poikkeamat ovat noin 5-25 metriä. Jatkojalostuksena tuo alue pitäisi kartoittaa uudelleen.



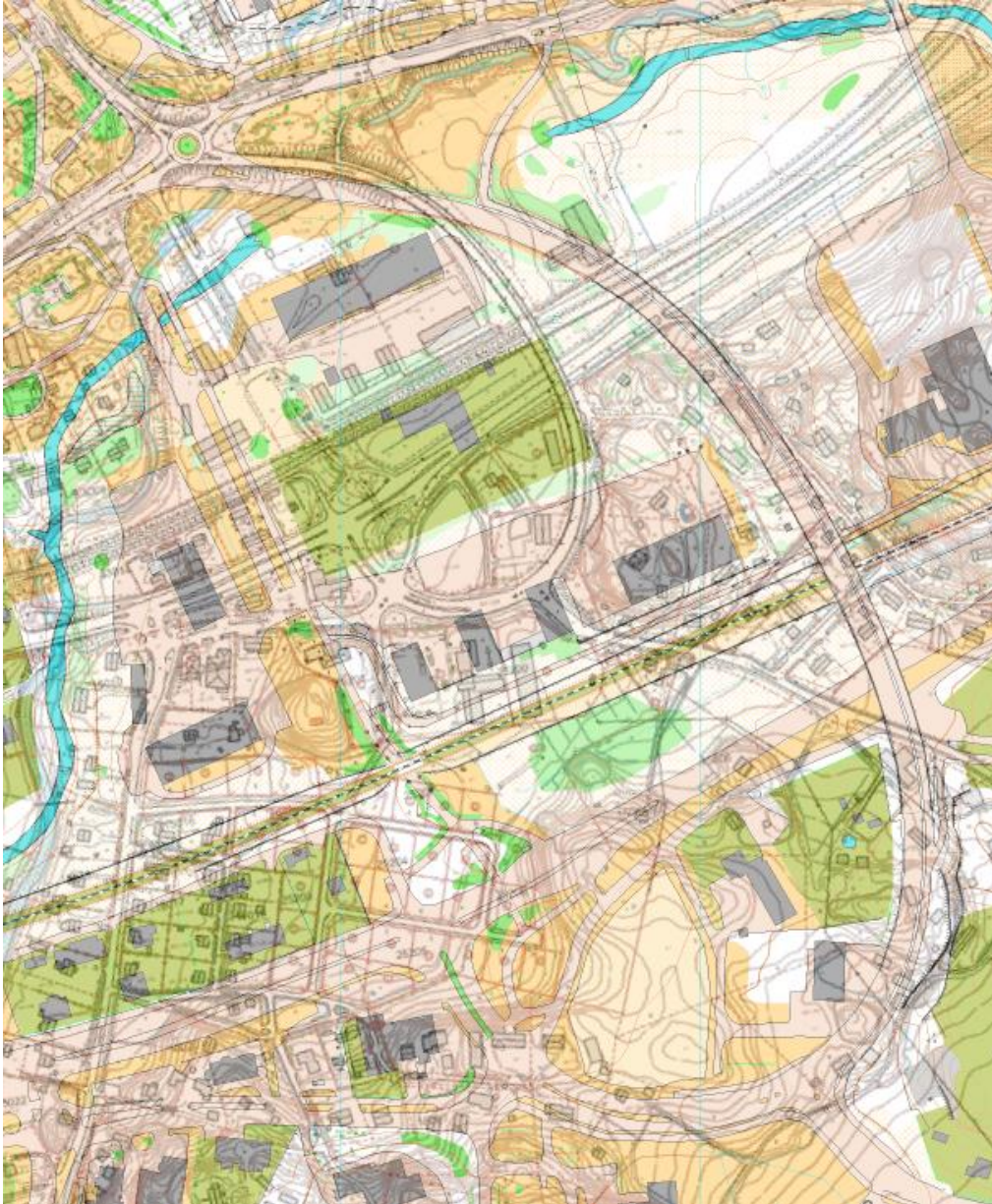
Kuva 15. Suunnistuskartan ja vinovalovarjosteen yhdistelmä Kottarmäestä

5.4 Piikkiön keskusta-alueen sprinttikartta

Seuralla ei ole kovin monta sprinttikarttaa, joten otin esimerkiksi niistä suurimman. Kartta käsittää Piikkiön keskusta-alueen ja sen mittakaava on 1:4000. Karttaa on tehty kahdessa eri vaiheessa. Kartan itäinen puoli on valmis ja tehty aiemmin. Tämän jälkeen karttaan on lisätty länteen Rungon alue, jonka työstäminen on vielä kesken, mutta pääpiirteet ovat jo näkyvissä. Kartta on nähtävissä liitteessä 4.

Uusi mittakaava tuotti alkuun hämmennystä. Suunnistuskartta ei alkutoimien jälkeen sopinut taustakartan päälle, vaan oli sitä selvästi isompi (Kuva 16). Ajattelin ensin, että taustakartan mittakaava pitäisi jotenkin muuttua, mutta en löytänyt siihen mistään sopivaa toimintoa. Pohdintojen jälkeen päätin mitata kartalta pari etäisyyttä ja verrata niitä todelliseen karttaan. Tästä selvisi, että vaikka kartan mittakaavaksi on merkitty 1:4000, on se todellisuudessa piirretty tuplasti isom-

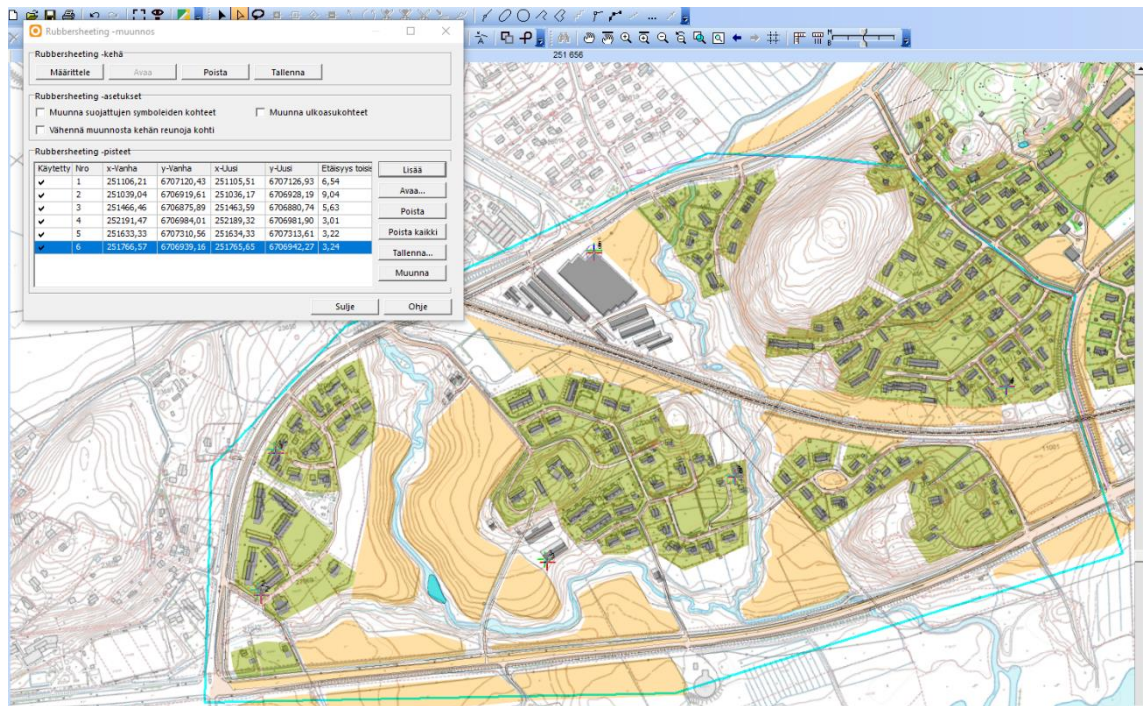
pana. Seuraavaksi yritin tehdä kartalle affiinimuunnosta, mutta se oli hyvin hankalaa kahden erikokoisen kartan kanssa. Onneksi ymmärsin, että kartan voi ensin skaalata puolta pienemmäksi. Nyt kartat olivat samankokoisia ja affiinimuunnoksen tekeminen huomattavasti helpompaa.



Kuva 16. Tuplasti isomman suunnistuskartan ja pohjakartan yhdistelmä

Affinimuunnosta varten löytyi paljon sopivia vastinpisteitä ja hyvälaatuinen lopputulos löytyi muutaman kokeilun jälkeen. Tässä kohtaa huomasin kuitenkin, että aiemmin tehty perusosa oli lähes täydellisesti paikoillaan, mutta karttaan myöhemmin lisätyssä osiossa oli huomattavaa epätarkkuutta rakennuksissa (Kuvat

17 ja 18). Ensin ajattelin, että voin siirtää rakennukset käsin parempiin asemiin. Kartta on siltä osalta muutenkin kesken, joten pienempiä maastonkohteita ei ole vielä piirretty. Muistin kuitenkin lukeneeni, että piirto-ohjelmassa on affiinimuunnoksen lisäksi rubbersheeting-muunnos, jolla voi muokata vain haluamaansa osa-aluetta kartasta. En ollut käyttänyt muunnosta aiemmin, joten päätin kokeilla sitä. Rubbersheeting-muunnoksessa tulee ensin rajata muokattava alue. Tämän jälkeen ohjelmalle annetaan vastinpisteitä samalla tavalla kuin affiinimuunnoksessa (Kuva 17).



Kuva 17. Rubbersheeting-muunnoksen tekeminen (OCAD 2019c)

Muunnos onnistui hyvin. Vanha osa kartasta pysyi paikoillaan ja vain rajatun alueen sisällä olevat kohteet muuntuivat. Kuvassa 18 on yläpuolella alueet ennen muutosta ja alapuolella muutoksen jälkeen. Sprinttikartta on ehkä hieman helpompi kääntää koordinaatistoon kuin tavallinen metsäsuunnistuskartta. Sprinttikartan rakennukset, piha-alueet ja tiet ovat melko usein piirretty suoraan esimerkiksi kantakartasta. Tällöin kuvioden yhteneväisyydet ovat selkeitä ja helpommin havaittavissa.



Kuva 18. Ylhäällä kartta ennen rubbersheeting-muunnosta ja alhaalla kartta sen jälkeen

6 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena ollut suunnistuskarttojen kääntö TM35FIN-koordinaatistoon onnistui affiinimuunnoksen avulla. Vain kaksi karttaa noin kahdestakymmenestä jäi kääntämättä karttojen ollessa valmiiksi hieman vääristyneitä. Mielestäni käännetyt kartat onnistuivat hyvin ja tarkkuus pohja-aineiston kanssa on riittävän hyvä. Onnistunut lopputulos vaati yleensä monta yritystä ennen kuin löytyi parhaat vastinpisteet ja kartta oli kaikilta osin tarpeeksi tarkka. Mielestäni käännöstä ei kannata ihan jokaisen sunnuntaikartoittajan lähteä tekemään, sillä muunnos tulee tehdä huolellisesti ottaen huomioon koko kartan ulottuvuus.

Muunnetut kartat ovat nyt helposti yhdistettävissä, jos on tarvetta suuremmalle suunnistusalueelle. Lisäksi niiden pienimuotoinen päivittäminen muiden tuottaman avoimen aineiston pohjalta on helpompaa. Projektin myötä kartoista löytyi paljon päivitettäviä kohteita. Nyt kun karttaa pystyy vertailemaan esimerkiksi ilmakuvan kanssa, on niistä helppo löytää uusia asuinalueita tai muuttuneita pelonreunoja. Varsinaisten maastokohteiden, kuten kivien, jyrkänteiden tai polkujen päivittämiseen tarvitaan kuitenkin edelleen maastokartoitusta. Vaikka karttojen kääntö onnistui hyvin, en pystynyt hyödyntämään maastossa tekemiäni mittauksia aivan halutulla tavalla. Rannetietokoneen tarkkuus ei ollut aukoton ja sen lisäksi käyttämäni kannettavan GPS:n mittaustulokset oli vaikea muuntaa tietokoneelle. Maastokäynneistä sai kuitenkin hieman osviittaa siihen, että muunnos oli onnistunut. Työn tarkoituksena ei ollut karttojen päivittäminen ja maastokäynneillä tekemiäni havaintojen pohjalta en ryhtynyt karttoja päivittämään. Se työ jää kokeneempien harteille.

Prosessi oli itselleni varsin opettavainen. Olen aikaisemmin käyttänyt OCAD-ohjelmaa lähinnä suunnistusratojen tekemiseen ja karttojen päivittämiseen. Ohjelman monipuolisempi käyttö oli kiinnostavaa ja opin paljon uusia toiminnallisuuksia varsinkin affiinimuunnoksesta ja tausta-aineistojen käytöstä. Muunnetuista kartoista on selkeää hyötyä RastiPiikkiölle ja karttojen ajantasaistus on huomattavasti helpompaa. Lisäksi uskon, että tekemistäni ohjeista on hyötyä niille, jotka haluavat kääntää suunnistuskarttoja uuteen koordinaatistoon.

LÄHTEET

Ahmon koulu. 1. Koordinaatisto. Viitattu 23.2.2020 <https://peda.net/siilin-jarvi/ahmo/opiskelu/matematiikka/anna/7i/7-luokka-avoin/o2kljpa/1-koordinaatisto>.

GISGeography 2020. How Universal Transverse Mercator (UTM) Works. Viitattu 4.2.2020 <https://gisgeography.com/utm-universal-transverse-mercator-projection/>.

Haastattelu 2020. Opinnäytetyötä varten sähköpostitse tehty kyselytutkimus suunnistuskartoittajille.

Hernelahti, M., Lakanen, J. & Savolainen, V. 2009. Suunnistus metsästä elämyksiä. Porvoo: Edita.

Hytönen, O. 2018. Suunnista kuin mestari. Fitra: EU.

Häkli, P., Koivula, H., Poutanen, M. & Puupponen, J. 2009. Suomen geodeettiset koordinaatistot ja niiden väliset muunnokset. Geodeettinen laitos, tiedote 30.

Ilmatieteen laitos. Maan magneettiset navat. Viitattu 27.1.2020 <https://ilmatieteenlaitos.fi/maan-magneettiset-navat>.

IOF 2020. ISOM2017-2 Suunnistuskarttojen kansainvälinen kuvausohje, suomennos. Viitattu 31.1.2020 https://www.suunnistusliitto.fi/system/wp-content/uploads/2020/01/ISOM2017-2_FI_2020-01-15_suomennos.pdf.

Laurila, P. 2012. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. 4. uusittu painos. Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D nro 3. Viitattu 4.2.2020 <https://www.ramk.fi/loader.aspx?id=7fe99c68-3849-4fa8-a563-9327cf51ea79>.

Maanmittauslaitos. Tuotekuvaukset. Viitattu 11.2.2020 <https://www.maanmittauslaitos.fi/kartat-ja-paikkatieto/asiantuntevalle-kayttajalle/tuotekuvaukset?page=0>.

Maanmittauslaitos 2010. ETRS89 Koordinaattijärjestelmä käyttöön. Viitattu 18.2.2020 https://www.maanmittauslaitos.fi/sites/maanmittauslaitos.fi/files/old/ETRS89koordinaattijarjestelma_kayttoon.pdf.

MathWorks 2020. Affine Transformation. Viitattu 17.2.2020 <https://se.mathworks.com/discovery/affine-transformation.html>.

Metsähovi 2008. VLBI – pitkäkantainterferometria. Viitattu 21.2.2020 <http://www.metsahovi.fi/vlbi/index-fin.shtml>.

OCAD 2019a. OCAD for Orienteering: Workflow. Viitattu 5.2.2020 <https://www.ocad.com/en/orienteering/>.

OCAD 2019b. OCAD history. Viitattu 5.2.2020 <https://www.ocad.com/en/timeline/>.

OCAD 2019c. OCAD Orienteering -kartanpiirto-ohjelma, versio 2019.4.0.

OLFellows. Condes. Viitattu 17.2.2020 http://olfellows.fi/wp6/?page_id=3375.

Open Orienteering. Mapper. Viitattu 17.2.2020 <https://www.openorientee-ring.org/apps/mapper/>.

Purple Pen 2019. About. Viitattu 23.3.2020 <http://purplepen.golde.org/>.

Rantala, K. 2016. Orienteerausta ja oijustusta – suunnistuksen varhaisvaiheet Suomessa 1900–1945. Helsinki: Suomen Suunnistusliitto.

Suomen Suunnistusliitto. Suunnistuskurssi, aineistoa kurssille. Viitattu 8.2.2020 https://www.suunnistusliitto.fi/system/wp-content/uploads/2014/08/Harraste_Suunnistuskurssi_2017.ppt.

Suomen suunnistusliitto 2020a. Suunnistuksen lajisäännöt 29.1.2020. Viitattu 8.2.2020 https://www.suunnistusliitto.fi/system/wp-content/uploads/2020/01/Lajisaannot_20200129.pdf.

Suunta 2000. Kartan valmistus. Viitattu 5.2.2020 <https://www.suunta2000.fi/kartat/kartan-valmistus/>.

United space in Europe 2019. Tug-of-war drives magnetic north sprint. Viitattu 27.1.2020 http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Swarm/Tug-of-war_drives_magnetic_north_sprint.

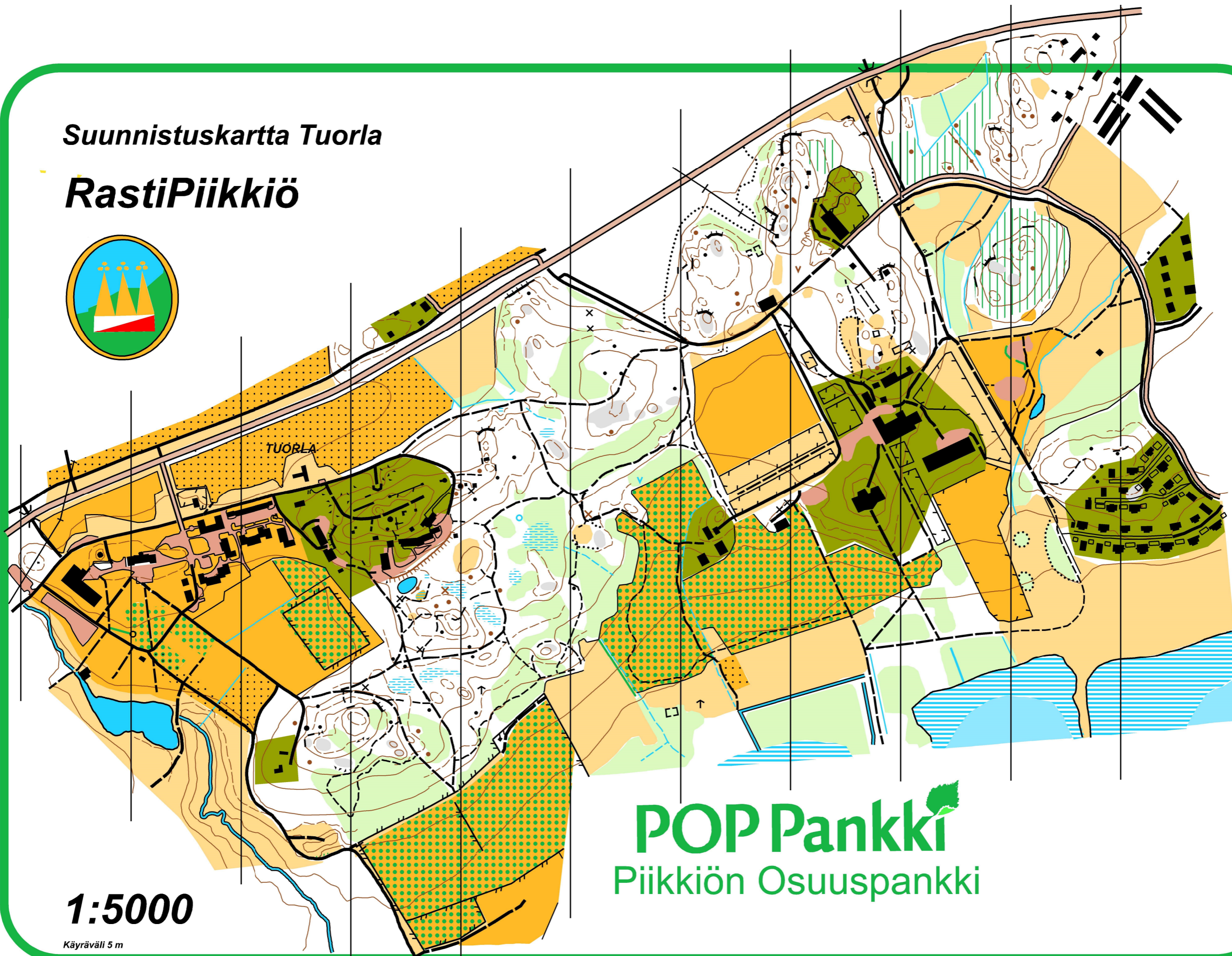
World Data Center for Geomagnetism. Magnetic North, Geomagnetic and Magnetic Poles. Viitattu 27.1.2020 <http://wdc.kugi.kyoto-u.ac.jp/poles/polesexp.html>.

LIITTEET

- Liite 1. Tuorlan suunnistuskartta
- Liite 2. Kantakartta ja Pyölinmetsän suunnistuskartta
- Liite 3. Kottarmäen suunnistuskartta
- Liite 4. Piikkiön keskusta-alueen sprinttikartta

Suunnistuskartta Tuorla

RastiPiikkiö



1:5000

Käyräväli 5 m

POP Pankki
Piikkiön Osuuspankki

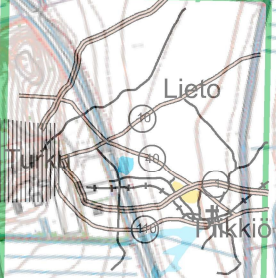
Suunnistuskartta Pyölinmätsä



RastiPiikkiö
1:10000

2015

Kartalla järjestettävästä
apahtumasta on sovittava
maanomistajien ja
metsäsiisörkeuden
omistajien kanssa.
Tiedot sopimuksista
saa kartan tekijän-
oikeuden
omistajaseuralta
RastiPiikkiö ry

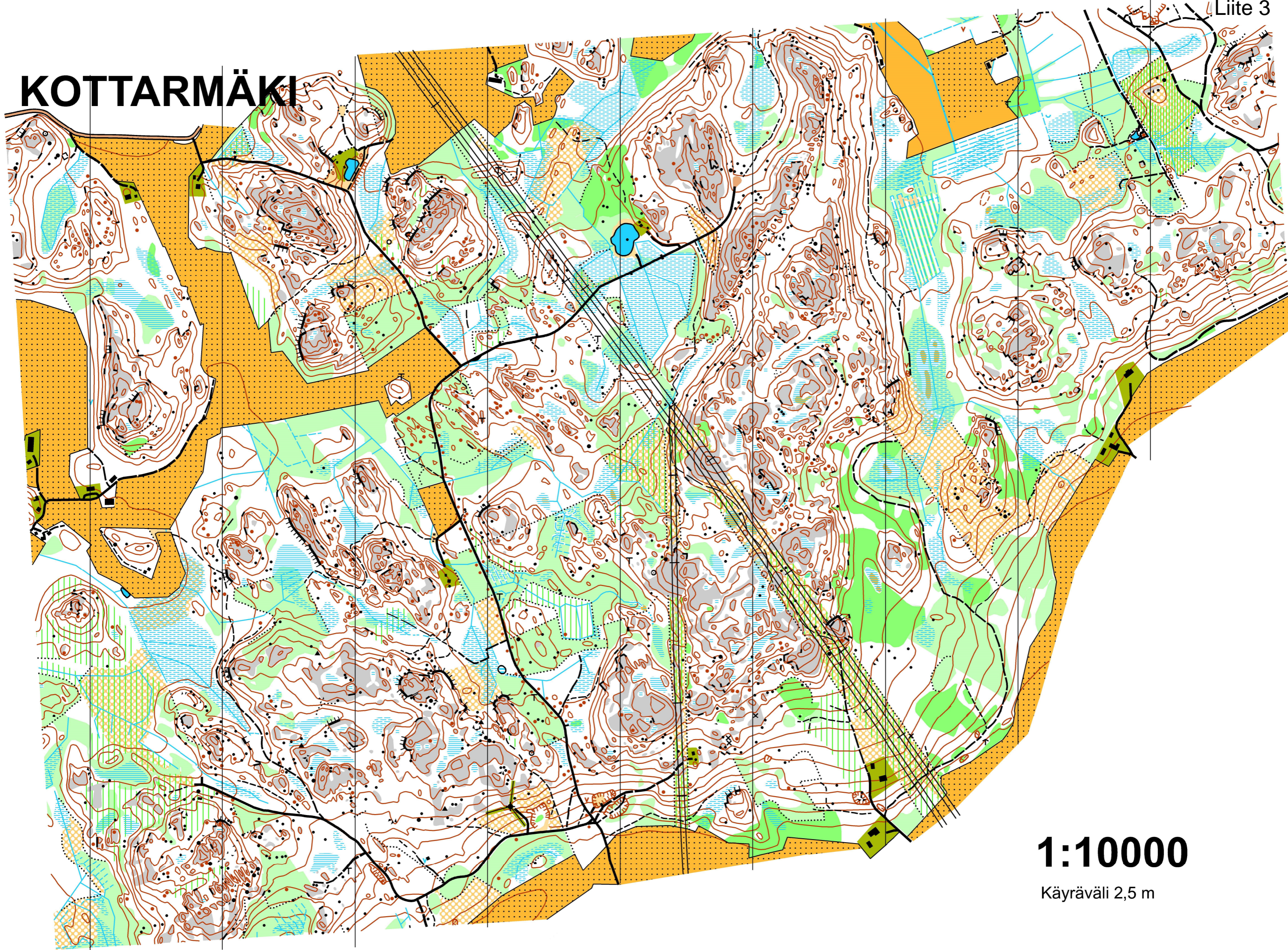


SUUNNISTUSKARTTA 08.18.47
POHJA-AINEISTO:
Piikkiön kunnan kaavan pohjakartta
Maastötyö
Lasse Vuorinen, Pasi Tölkö
Piiustus
Lasse Laine, Ocad8 7650

1:10000 Käyräväli 5 m

© RastiPiikkiö

KOTTARMÄKI



1:10000
Käyräväli 2,5 m

