

Mitat sisältävä luonnos ilmakuviin avulla

Voiko ilmakuviin perusteella tehtävä mitat sisältävä luonnos korvata käsin tehdyn mitat sisältävän luonnoksen.

Mika Ruhtinas

12/2019

Tiivistelmä

Tekijä(t)	Tutkinto
Mika Ruhtinas	Poliisi (AMK)
Julkaisun nimi Mitat sisältävä luonnos ilmakuvien avulla: Voiko ilmakuvien perusteella tehtävä mitat sisältävä luonnos korvata käsin tehdyn mitat sisältävän luonnoksen.	Julkisuusaste Julkinen
Ohjaaja Jani Niemi ja Samuli Mikkola	Opinnäytetyön muoto Dokumenttianalyysi
Tiivistelmä	
<p>Jo vuonna 2004 huomattiin liikennerikostutkinnassa suuria puutteita. Silloin huomattiin, että luonnospiirroksia ja varsinkaan mitat sisältäviä luonnospiirroksia ei enää tehdä liikenneonnettomuuspaikoilta tai jos tehdään, niiden laatu on huono. Uudistuksia liikennerikostutkintaan ei ole tullut, joten tutkintaan tulee luonnospiirroksia yhä nykypäivänä vähän ja ne ovat huonolaatuisia. Dronella otettavat ilmakuvat voivat kuitenkin helpottaa liikennerikostutkintaa, jos ilmakuvia hyödynnetään oikein. Nykyään ilmakuvat ovat vain apuväline muille liikenneonnettomuuspaikalla tehtäville toimille.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkitaan, voiko ilmakuvista tehtävä mitat sisältävä luonnos korvata selkälinjamittauksella tuotetun luonnoksen. Aluksi työssä kerrotaan säännökset, jotka määrittelevät nykypäivän liikennerikostutkintaa ja asiat, joita mitat sisältävässä luonnoksessa tulisi ottaa huomioon. Tämän jälkeen työssä esitellään vanha menetelmä eli selkälinjalla tehtävä luonnos ja miten se tehdään. Työssä perehdytetään yleisellä tasolla, mikä on drone eli miehittämätön pienkopteri, sekä mitä dronella kuvatessa täytyy huomioida, jotta ilmakuvia voidaan hyödyntää myöhemmässä vaiheessa. Huomioitavia asioita ovat perspektiivi ja kuvauspaikka, sekä miten halutut informaatiot saadaan liitettyä ilmakuvaan. Työssä perehdytään siihen, miten ilmakuvista voidaan saada mahdollisimman tarkasti ylös oikeat mitat oikeassa mittakaavassa. Teoriaosuuden jälkeen työssä esitellään kaksi erilaista menetelmää tehdä ilmakuvien perusteella mitat sisältävä luonnos. Esittelyssä on yksinkertainen menetelmä, jossa tehdään luonnos yhdestä ilmakuvasta. Tämän jälkeen esitellään monimutkaisempi menetelmä, jossa luonnos tehdään liittämällä usea ilmakeku yhteen. Tätä kuvien yhteen liitettyä tuotosta kutsutaan ortomosaiikiksi.</p> <p>Opinnäytetyössä on toteutettu lavastettu liikenneonnettomuus, josta on tehty kolme erilaista mitat sisältävää luonnosta. Luonnoksia vertaillaan sen mukaan, kuinka helppoja ja nopeita ne olivat tehdä, kuinka onnistuneita niistä tuli ulkonäöllisesti ja kuinka tarkkoja luonnoksista saatavat mitat olivat. Lopuksi työssä on vedetty yhteen luonnoksien haitat ja hyödyt sekä kerrottu, mitä menetelmää poliisiorganisaation kannattaisi käyttää jatkossa. Työn pohjalta ehdotetaan, että ilmakuvien perusteella tehtävä mitat sisältävä luonnos otettaisiin hyväksytyksi menetelmäksi vanhan menetelmän lisäksi.</p>	
Sivumäärä	Tarkastuskuukausi ja -vuosi
45	12/2019
Avainsanat Liikennerikostutkinta, drone, ilmakeku, luonnospiirros, perspektiivi ja mittakaava.	

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	2
1.1 Tutkimuksen rajaus	3
1.2 Tutkimusmenetelmän valinta	4
2 LIIKENNERIKOSTUTKINTA	6
2.1 Toimenpiteet tapahtumapaikalla	6
2.2 Tekninen tutkinta.....	7
2.3 Mitat sisältävä luonnospirros	8
3 MITAT SISÄLTÄVÄ LUONNOSPIIRROS.....	10
3.1 Luonnospirroksen tekeminen	11
3.2 Selkälinjamittaus	11
3.3 Mitat sisältävän luonnoksen tekeminen	12
4 DRONELLA OTETUT ILMAKUVAT.....	13
4.1 Mikä on drone?.....	13
4.2 Perspektiivi.....	15
4.3 Kuvauspaikka	16
4.4 Ortogonaaliprojektio	17
4.4.1 Kuvan oikaisu	17
4.4.2 Ortomosaiikki	18
5 MITAT SISÄLTÄVÄ LUONNOS ILMAKUVISTA	19
5.1 Mittojen saaminen kuvasta	19
5.2 Tarpeellisen informaation lisääminen	20
5.3 Ortomosaiikin tekemiseen soveltuvia tietokoneohjelmia.....	21
6 MITAT SISÄLTÄVIEN LUONNOSTEN TEKEMINEN.....	22
6.1 Suunnitelma.....	22
6.2 Valmistelut	22
6.3 Toteutus, ilmakuvaukset.....	24
6.3.1 Mitat sisältäväluonnos, selkälinjamittaus ja luonnospirros.	25
6.3.2 Mitat sisältävä luonnos yhdestä ilmakuvasta.....	27
6.3.3 Mitat sisältävä luonnos ortomosaiikilla	28
7 TULOSTEN ARVIOINTI.....	31
7.1 Luonnosten tekemisen arviointi	31
7.2 Luonnosten onnistuminen ulkonäöllisesti	34
7.3 Luonnosten mittasuhteiden oikeellisuus.....	35
7.4 Tutkimuksessa ilmenneet ongelmat	40
8 LOPPUPÄÄTELMÄT.....	41
LÄHTEET	44

1 JOHDANTO

Poliisin ylijohdanto oli koonnut liikenneonnetustutkinnassa ilmeneviä ongelmia yhteen ja kertonut niihin ratkaisuehdotuksia liikenneonnetustutkinnan kehittämislausunnossa 2004. Liikenneonnettomuuksien tutkinnassa ongelmiksi koettiin tapahtumapaikan paikantaminen, piirrosten puuttuminen tai niiden vajaavaisuus tai luotettavuus, sekä valokuvausten laiminlyönti. Tapahtumapaikan määrittäminen koettiin ongelmaksi erityisesti taajama alueella, jossa ei ole selviä kiintopisteitä saatavilla. Tapahtumapaikan tarkka määrittäminen auttaa liikenneympäristön mahdollisten riskitekijöiden selvittämissä ja parantamiskohteiden kartoituksessa. Tapahtumapaikalla tehdyt luonnokset ja mittaukset olivat usein epätarkkoja ja riittämättömiä tai niitä ei ollut suoritettu lainkaan. Luonnosten taso oli vaihtelevaa ja suurimmasta osasta puuttui merkinnät mitoista ja mahdollisista muista jäljistä. Luonnosten perusteella ei ollut mahdollisuutta tehdä mittakaavapiirrosta, jota syyttäjät vakavista kolareista halusivat. Syyksi puutteelliselle tutkinnalle lausunnossa annettiin se, että partio luottaa liikaa valokuviiin ja mittaus koetaan aikaavieväksi, vaikeaksi ja osin tarpeettomaksi. Muutosehdotukseksi annettiin 2004 se, että mitat sisältävä luonnos täytyisi tehdä selkälinjamittauksella ja se täytyisi suorittaa aina kun liikenneonnettomuus johtaa varsinaiseen esitutkintaan. (Poliisin ylijohdanto 2004, 6)

Mitään konkreettista apua ongelmaan ei annettu. Selkälinjamittausta käytettiin jo tuona aikana, eikä luonnosten laatu parane vain määräämällä, että se yritetään tehdä tarkemmin ja useammin. 2004 ehdotettiin siirtymistä metrimittauksesta lasermittaukseen, mutta se ei ole tapahtunut vielä tähän päivään mennessä. Vuonna 2019 liikenneonnettomuustutkinta painii yhä samojen edellä mainittujen ongelmien kanssa. Kunnollinen ja huolellisesti tehty mitat sisältävä luonnos olisi kuitenkin luotettavan esitutkinnan välttämätön edellytys. Tämän takia, haluaisin kehittää mitat sisältävää luonnoksen tekoa helpommaksi ja luotettavammaksi. (Poliisin ylijohdanto 2004, 6)

Teknologian merkitys poliisitoiminnassa on kehittynyt merkittävästi viimeisten vuosien aikana. Poliisille kehitetään jatkuvasti uusia apuvälineitä ja menetelmiä, jotta poliisiorganisaatio ei tippuisi kehityksen kyydistä kokonaan pois. Erilaisia teknologioita apuvälineitä poliisin työhön on tullut useita, ja yksi niistä on drone. Dronet ovat miehittämättömiä pienkoptereita ja niitä voidaan käyttää hyödyksi mitä erilaisimmissa poliisitoimissa. Yksi tällainen poliisitoiminta on liikenneonnettomuuksien kuvaaminen. Liikenneonnettomuuspaikkoja kuvataan

droneilla nykyään jo aktiivisesti, mutta voiko droneilla otetut kuvat auttaa liikennerikostutkintaa kehittymään parempaan suuntaan.

Dronella otettuja ilmakuvia käytetään jo siis nyt tukemaan poliisin suorittamaa teknistä tutkintaa onnettomuuspaikalla. Ilmakuvat eivät korvaa nykyään mitat sisältävää luonnosta, joka täytyisi edelleen tehdä käsin selkälinjamittausta apuna käyttäen. Sen tekeminen on kuitenkin edelleen vaikeaa ja aikaa vievää tehdä, joten siihen pitäisi mielestäni löytää jokin helpompi ja nopeampi menetelmä. Luonnosten taso heittelee myös rajusti, riippuen kuinka hyvä ja osaava piirtäjä on kyseessä. Jos mittoja mitataan, ovat ne usein vaikeita tulkita ja epätarkkoja. Mutta mitä jos ilmakuvan perusteella voisi tehdä mitat sisältävän luonnoksen, missä sen taso ei vaihtelisi tekijän mukaan ja luonnoksesta saatavat mitat olisivat lähtökohteisesti aina luotettavia. Menetelmä olisi lisäksi nopea ja helppo suorittaa, eikä sen aloittaminen vaatisi suuria henkisiä tai fyysisiä ponnisteluja. Tutkin omassa opinnäytetyössäni juuri tätä asiaa. Voidaanko ilmakuvien perusteella tehty mitat sisältävä luonnos korvata selkälinjamittauksella käsin tuotetun luonnoksen, ja kuinka helppoa ja nopeaa luonnoksien tekeminen on? Lopuksi teen oman ehdotelmani, miten liikennerikostutkintaa voitaisiin mielestäni kehittää parempaan suuntaan.

1.1 Tutkimuksen rajaus

Aion omassa opinnäytetyössäni tutkia, voidaanko ilmakuvista tehty mitat sisältävän luonnoksen korvata selkälinjamittausta apuna käyttäen käsin tehdyn luonnoksen. Aion työssäni tehdä ilmakuvasta kahdella erilaisella menetelmällä mitat sisältävän luonnoksen. Vertailen näitä kolmea menetelmää ja katson mitä hyviä ja huonoja puolia menetelmissä on, ja yritän löytää mikä menetelmistä on mielestäni kokonaisuutena paras. Varsinaisesti uutta tietoa ei tässä opinnäytteessä ole tarkoitus esitellä, koska niin mitat sisältävästä luonnospiiirroksista kuin ilmakuvan fotogrammisesta tarkastelusta on tietoa saatavilla mielestäni riittävästi. Myös dronen ominaisuuksista ja sen käyttökohteista on jo valmiiksi kirjoitettua aineistoa riittävästi. Aluksi esittelen tällä hetkellä voimassa olevan tavan tehdä mitat sisältävä luonnoksen, jossa käytetään apuna selkälinjamittausta. Tätä kutsun vanhaksi menetelmäksi, vaikka se onkin tällä hetkellä voimassa oleva, lain mukaan käytännössä ainoa oikea tapa tehdä kyseinen luonnos. En keskity vanhassa menetelmässä siihen, mitä informaatiota mitat sisältävässä luonnoksessa täytyisi olla. Oletan että kaikki informaatio, minkä Poliisihallitus on ohjeessa Pol-2016-9316 kertonut tärkeäksi ja oleelliseksi tiedoksi, olisi hyvä näkyä

luonnoksesta. En ota työssäni kantaa siihen, ovatko kaikki luonnokseen halutut informaatiot hyödyllisiä ja tarpeellisia.

Uudella menetelmällä tarkoitan siis mitat sisältävän luonnoksen tekemistä ilmakuvasta. Koska ilmakuvan perusteella tehtävästä, mitat sisältävän luonnoksen tekemisestä ei ole saatavilla tarkkaa ohjetta, esittelen opinnäytetyössäni oman näkemykseni siitä, miten ilmakuvan perusteella olisi hyvä tehdä mitat sisältävä luonnos. Keskityn tarkastelussa lähinnä siihen, mitä ilmakuvasta vaadittaisiin, jotta se voisi korvata niin kutsutun vanhan menetelmän. Kerron työssäni, mitä kuvauksissa täytyisi ottaa huomioon, jotta ilmakuvasta tulisi mahdollisimman hyvä. Hyvällä tarkoitan sitä, että ilmakuvan mittasuhteet pysyisivät mahdollisimman oikeina eikä vääristymää pääsisi syntymään. En paneudu työssäni siihen, kuinka dronella kuvataan tai kuinka dronella otetuista kuvista tulisi mahdollisimman tarkkoja. Kuvateknillisiä asioita käsitellään dronen lennätyskursseilla, eivätkä ne liity oleellisesti omaan aiheeseeni.

Omaan aiheeseeni liittyy se, mistä kuvakulmasta kuvat on otettu ja mistä kohdasta kuvat täytyisi ottaa suhteessa haluttuun kohteeseen. Oletan työssäni, että dronella kuvaaja osaa ottaa mahdollisimman tarkkoja kuvia. Dronen lentoteknilliset tiedot ja sen ohjaamiseen liittyvät seikat eivät liity omaan opinnäytetyöhöni, joten jätän niiden käsittelyn pois opinnäytetyöstäni. Koska ortomosaiikin tekeminen on kuitenkin poliisiorganisaatiossa suhteellisen uusi tapa, kerron työssäni muutamia ohjelmia, joilla ortomosaiikki voidaan tehdä. Opinnäytetyössäni toteutan lavastetun liikenneonnettomuuden, josta teen vanhalla ja uudella tavalla mitat sisältävän luonnoksen. Tämän jälkeen vertailen saamiani tuloksia ja luonnoksia. Vertailen tapoja sen mukaan, kuinka helppoa luonnoksen tekeminen oli ja kuinka paljon aikaa siihen meni, sekä mistä mitat sisältävästä luonnoksesta tuli mielestäni paras. Lopuksi kerron oman kantani siihen, onko tämä uusi menetelmä hyödyllinen ja toimiva, vai onko vanha menetelmä edelleen toimivin tapa tehdä mitat sisältävä luonnos.

1.2 Tutkimusmenetelmän valinta

Opinnäytetyössäni en aio kehittää varsinaisesti mitään uutta, mutta aion esitellä dronella otettujen ilmakuvien mahdollisuutta uusien menetelmien avulla. Näillä uusien vaihtoehtoisten menettelyjen esittelyllä toivoisin kehittäväni liikennesuunnittelua parempaan suuntaan. Tämän vuoksi työni voidaan mielestäni laskea kehittämistyöksi. Kehittämishanke eli tässä

tapauksessa opinnäytetyö voidaan jakaa tavoitteen määrittelyyn, suunnitteluun toteutukseen ja työn päättämiseen ja arviointiin. (Salonen 2013)

Tutkimusmenetelmät on jaettu yleensä määrälliseen ja laadulliseen menetelmään. Määrällisessä menetelmässä usein käytetään lomakekyselyä tai -haastattelua. Siinä otetaan iso otanta ja niiden perusteella testataan teorian perusteella tehtyjä hypoteeseja. Olisin voinut käyttää työssäni määrällistä menetelmää hyödyksi, kysymällä isolta joukolta ihmisiä, voisiko heidän mielestään ilmakehä korvata piirroksia. Minusta se ei kuitenkaan olisi ollut hyvä, koska ne olisivat vain olleet ihmisten mielipiteitä eikä niitä olisi voinut testata tieteellisesti mitenkään. Päädyin siis laadulliseen menetelmään. En aio työssäni varsinaisesti haastatella ketään, mutta aion vertailla saatuja aineistoja keskenään. Laadullisessa työskentelyssä puhutaan harvinaisesta näytteestä otoksen sijaan. Eli valitaan tarkemmin tutkimuksen kohde, esimerkiksi minulla mitat sisältävä luonnos sekä dronella otetut ilmakuvat. (Ojasalo ym. 2009, 99) Tutkimuksen kohteita on vähän, mutta yritän analysoida niitä sitäkin tarkemmin. Tulosten luotettavuutta voitaisiin lisätä käyttämällä triangulaatiota eli tekisin useampia otoksia tai vaikka toinen tutkija tekisi samanlaisen tutkimuksen kuin minä. Oman tutkimukseni luotettavuus on sellaisella tasolla, että toisen tutkijan lisääminen ei kuitenkaan antaisi paljoakaan lisäarvoa. (Eml.)

En valinnut menetelmäkseen haastattelua tai kyselyä, vaan valitsin menetelmäkseen hiukan harvinaisemman dokumenttianalyysin. Dokumenttianalyysi on menetelmä, jossa päätelmiä laitetaan kirjalliseen muotoon erilaisista aineistoista. Erilaisia aineistoja voivat olla www-sivut, lehtiartikkelit, piirroksia, keskustelut ja valokuvat. Tavoitteena on analysoida dokumentteja järjestelmällisesti, niin että siitä lopuksi luodaan sanallinen selkeä kuvaus tutkittavasta ja kehitettävästä aineistosta. Analyysin tarkoituksena on informaation lisääminen, ja että niistä voidaan tehdä selkeitä ja luotettavia päätelmiä. (Ojasalo ym. 2009, 102) Oma dokumenttianalyysini perustuu kuviin ja piirroksiin siten, että minulla on yhden ilmakuvan perusteella, selkälinjamittauksen perusteella ja ortomosaiikin perusteella tehty mitat sisältävä luonnos. Näitä kolmea tuotosta vertailen keskenään, tarkoituksena tehdä niistä dokumenttianalyysi eli selkeitä ja luotettavia päätelmiä. Aion kuvata tuotokseni sisällön analyysinä, eli pyrin kuvaamaan dokumenttien sisältöä mahdollisemmin kattavasti sanallisesti ja tavoitteen on etsiä ja tunnistaa sen merkitystä. (Eml.)

2 LIIKENNERIKOSTUTKINTA

Liikenne-rikostutkintaa ja sen tutkintaa säätelee liikenne-rikostutkintaohje. Liikenne-rikostutkintaohje POL-2016-9316 on Poliisihallituksen tekemä ohje, jossa kerrotaan mitä liikenne-rikostutkinnassa selvitetään ja miten sitä tutkitaan. Peruslähdekohtana poliisin liikenne-rikostutkinnassa toimii poliisilain (872/2011) 1 luvun 1§. Tämän mukaan poliisin tehtävänä on rikoksien ennalta estäminen, niiden selvittäminen ja niiden syyteharkintaan vieminen. Tutkinnan toimittamisvelvollisuudesta taas säädetään esitutkintalain (805/2011) 3 luvun 3§:ssa. Siinä kerrotaan, milloin tutkinta on aloitettava ja mitä asioita tutkinnassa yritetään selvittää. Liikenne-rikostutkintaohjeessa on määritelty myös raamit, mitä liikenneonnettomuuksissa ja liikenne-rikostutkinnassa täytyy tehdä ja mitä lakeja ja ohjeita tutkinnassa sovelletaan. Ohjeen mukaan sen tavoitteena on poliisin käytäntöjen yhdenmukaistaminen liikenneonnettomuuksien tutkinnassa, paikkatutkinnassa, sekä onnettomuutta koskevien perustietojen keräämisen, rikosilmoituksen kirjaamisen menettelyn, rikospaikkapiirtämisen, valokuvaamisen sekä seuraamisjärjestelmän soveltamisen osalta.

Huolellinen ensipartion perustyö liikenneonnettomuuspaikalla säästää työtä esitutkinnan muissa vaiheissa ja on laadukkaan esitutkinnan välttämätön esiteko (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 2). Koska hyvin tehty ensipartion työ on todella tärkeää tutkinnan kannalta, on ensipartiolla velvollisuus tehdä asiat mahdollisimman tarkasti ja hyvin. Laadukkaiden piirrosten ja mittausten tekemisessä tapahtumapaikalla vie aikaa, joten jos ilmakuvien avulla työn tekeminen helpottuisi ja nopeutuisi, parantaisi se liikenne-rikostutkinnan laatua ja edes auttaisi näin esitutkinnan laadukasta suorittamista.

2.1 Toimenpiteet tapahtumapaikalla

Jokaiselta kolaripaikalta otetaan paikan koordinaatit ylös. Tämä voidaan tehdä tallentamalla GPS-sijainti siihen kykenevällä paikannuslaitteella tai ottamalla koordinaatit pokesta eli poliisin kenttäohjelmasta. Koordinaatit otetaan talteen rikosilmoitusta kirjattaessa PATJA:lle. (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 3) Siinä käytetään apuna PATJA:lta aukeavaa poliisin kenttäkarttaohjelmaa. Ohjelmassa täytyy siirtää tähtäin nuoli oikeaan kohtaan kartalla, jotta ohjelma osaisi poimia tapahtumapaikan tarkat koordinaatiopisteet ylös. Tämän jälkeen kun ollaan oikealla kohdalla, painetaan tallennusnappia, jolloin ohjelma kopioi rastin koordinaatit ylös PATJA:lle. Yleensä ongelmana on ollut löytää tarkasti oikea kohta karttaohjelmassa, vaikka tapahtumapaikalla olisikin käyty. Tarkka sijainnin määrittäminen on vaikeaa, koska

tapahtumapaikalla katsotaan paikkaa lähellä maata, mutta karttaohjelmalla paikka täytyy hahmottaa lintuperspektiivistä. Tähän ongelmaan auttaisi se, että tapahtumapaikasta olisi otettu kuva lintuperspektiivistä, jolloin paikkaa voidaan verrata karttaan helpommin.

Rikosilmoitukseen tulisi kirjata myös tapahtumapaikat mahdollisimman selkokielellä. Tapahtumapaikka tulisi sitoa jollain kiinteistön/talon numeroinnilla karttaan. Tämä sen takia, koska katu voi olla todella pitkä, jolloin pelkkä tien numero ei kerro tapahtumasta juuri mitään. Jos tapahtuma on tapahtunut risteyksessä, se on kirjattava muotoon ”kadunnimi x toisen kadun nimi”. (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 2)

2.2 Tekninen tutkinta

Valokuvaaminen on yleensä ensimmäinen toimenpide saavuttaessa tapahtumapaikalle. Laadukkaista otetuista valokuvista voidaan nähdä helpoiten muun muassa onnettomuushetkellä vallinneet keli-, valaistus- ja sääolosuhteet. (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 3) Kaikki poliisin tietoon tulleet tapahtumapaikkaatutkintaa vaatineet, sekä liikenneonnettomuudet, jotka ovat johtaneet esitutkintaan, on poliisin liikennerikostutkintaohjeen mukaan valokuvattava. Tarvittaessa myös paikalla hoidetuista liikenneonnettomuuksista on otettava valokuvia, eli tapaukset mitkä eivät johda esitutkintaan. Ohjeen POL-2016-9316 mukaan valokuvaaminen ei kuitenkaan korvaa piirroksen laatimista.

Tapahtumapaikalla valokuvaus koostuu viidestä eri osa-alueesta, jotka kaikki on otettava huomioon. Osa-alueet ovat: yleis-, lähestymis-, näkemä-, vaurio- ja onnettomuusjälkikuvaus. Kuvaukset olisi hyvä suorittaa ennen ajoneuvojen siirtämistä tapahtumapaikalla. Kuvaus tulisi suorittaa mahdollisuuksien mukaan siltä korkeudelta, jolta kuljettaja on havaintonsa tehnyt. Niitä voidaan täydentää myös videokuvauksella ja miehittämättömällä ilma-aluksella tehtävillä kuvauksilla. (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 3) Nykyisessä ohjeessa siis miehittämättömällä ilma-aluksilla tehdyt kuvaukset vain täydentävät tutkinnassa tehtyjä toimenpiteitä, mutta eivät korvaa mitään.

Nämä ovat Poliisihallituksen laatiman ohjeen vaatimukset ja ohjeet valokuvaamisesta tapahtumapaikalla. Koska kyseinen ohje on voimassa oleva Poliisihallituksen ohje, valokuvaus on suoritettava sen antamien ohjeiden ja vaatimusten mukaan. Koska tutkin omassa opinäytetyössäni lähinnä mittakaavassa olevan luonnospiirroksen korvaamista, en varsinaisesti pureudu kuvaamiseen ja sen haasteisiin. Dronella otetut kuvat eivät siis korvaa kolaripaikalla

ihmisen ottamia kuvia, koska ihmisen ottamissa kuvissa kuvaus tapahtuu lähtökohtaisesti auton kuljettajan näkökentän korkeudesta. Lähestymis-, näkemä ja vauriokuvia ei voida korvata. Dronella otetuista kuvista voidaan saada enemmänkin lisäarvoa yleiskuviin ja onnettomuusjälkikuviin. Yleiskuva kolaripaikasta hahmottuu korkealta otetusta kuvasta hyvin. Myös selvästi tienpinnasta erottuvat jarrutusjäljet hahmottuvat ilmakuvasista erinomaisesti.

2.3 Mitat sisältävä luonnospiirros

Mitat sisältävä luonnospiirros täytyisi tehdä kaikista poliisin tietoon tulleista tapahtumapaikatutkinnan vaatineista ja esitutkintaan johtavista liikenneonnettomuuksista. Tapahtumapaikalla on tehtävä kaikki tarpeelliset mittaukset joko selkälinjamittauksella tai jollain muulla luotettavalla mittausmenetelmällä. (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 4) Poliisiammattikorkeakoulussa opetetaan vain selkälinjamittauksen tekemistä, joten sitä voidaan pitää pääasiallisena mittausmenetelmänä. Ohjeessa ei ollut eritelty, mitkä ovat muita luotettavia mittausmenetelmiä, mutta luultavammin niitä ovat DEKRA-ristikkoharppi ja Referenssiristikko (Dettinger ja Lauer 1995, 6-7). Uskoisin myös dronella otetuista kuvista tehtävän mitat sisältävän kuvan sisältyvän luotettaviin mittausmenetelmiin.

Luonnoksen on oltava selkeä ja tarkkuudeltaan sellainen, että sen perusteella voidaan tarvittaessa laatia mittakaavapiirros. Mittakaavapiirros täytyy tehdä, kun liikenneonnettomuudessa on kuollut tai vakavasti loukkaantunut henkilö. Mittakaavapiirros on tehtävä poliisin piirrosohjelmalla tai jollain muulla tavalla. (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 4)

Mitat sisältävään luonnokseen kirjattavia tietoja osallisten (autojen ja autossa olijoiden) tietojen lisäksi ovat:

- kaikki liikenneonnettomuuspaikalla todetut jäljet (kuten jarrutusjäljet)
- osallisten kulkusuunnat
- törmäyspiste, mikäli havaittavissa
- mihin osalliset ajoneuvot törmäyksen jälkeen ovat pysähtyneet
- ajoneuvoista irronneiden osien sijainti
- jalankulkijoiden ja muiden osallisten henkilöiden sijainti onnettomuuden jälkeen
- liikennemerkkit, joilla on merkitystä
- ajoratamerkinnät
- näkemäesteet

- teiden nimet
- todistajien sijainti
- pohjois- ja aurinkonuolet
- luonnoksen laatijat nimi ja päivämäärä.

(Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 4)

Nämä olivat siis tietoja, mitkä Poliisihallituksen mukaan pitäisi näkyä mitat sisältävässä luonnospiirroksessa. Nämä ovat siis asioita mitä tukijan olisi hyvä nähdä, kun hän tutkii kyseistä liikenneonnettomuutta. Nämä samat asiat siis tulisi näkyä myös dronella otetusta ilmakuvausta, jotta se pystyisi korvaamaan mitat sisältävän luonnospiirroksen.

3 MITAT SISÄLTÄVÄ LUONNOSPIIRROS

Miksi mitat sisältävä luonnospiirros on tärkeä tehdä? Mitat sisältävä luonnospiirros on luotettavan esitutkinnan välttämätön edellytys. Tutkinnanjohtaja, syyttäjä, tuomioistuin ja muut asian ratkaisuun osalliset muodostavat käsityksensä tapahtuneesta asiakirja-aineiston perusteella. Vakavien onnettomuuksien tutkinnassa saattaa olla tarpeen tehdä myöhemmin rekonstruktio, joka silloin perustuu poliisin suorittamiin mittauksiin ja mittauksista laadittuun pöytäkirjaan. Myös tämän takia olisi tärkeää tehdä mitat sisältävä luonnospiirros, koska jos niitä ei ole ei rekonstruktioita voida tehdä enää myöhemmässä vaiheessa. Rekonstruktioissa, joissa pyritään selvittämään esimerkiksi ajoneuvojen törmäysnopeutta, on mittojen luotettavuus laskelmien oikeudellisuuden edellytys. (Poliisi ylijohto, 1/2004) Tämä tarkoittaa sitä, että onnettomuuspaikalle otetut mitat pitäisivät olla mahdollisimman luotettavia, jotta laskelmat onnistuvat.

Tekniset paikkatutkintatoimenpiteet, kuten valokuvaaminen ja luonnospiirroksen tekeminen palvelevat ensisijaisesti rikkeiden ja rikosten arviointia. Arviointia tekevät niin tutkijat, syyttäjät kuin vakuutusyhtiöt. Poliisin onnettomuuspaikalla tekemien tutkintatoimenpiteiden vähentymisen johdosta, vakuutusyhtiöillä on puuttunut perusteet korvauskäsittelylle. Huonon teknisen tutkinnan johdosta sakot ja rangaistukset vähenevät. Tätä tapahtuu erityisesti lievissä onnettomuuksissa, koska pelkät ilmoitukset ja kuulustelut eivät anna mitään selvää tietoa tapahtuneesta. (Dettinger ja Lauer 1995, 6-7) Nykyään lievissä ja vähän vakavimmisakin liikenneonnettomuuksissa otetaan vain muutama kuva tapahtumapaikalta. Tämä on kuitenkin usein riittämätön toimenpide, jotta tutkija saisi hyvän kuvan siitä mitä ja miten tapahtuma on tapahtunut. Vaikka tapahtumapaikalla käyneelle ensipartiolle riittäisikin muutama kuva tapahtumapaikasta selvittämään tapahtumien kulun, ei tutkija kuitenkaan pysty hahmottamaan maanpinnalla otetuista kuvista välttämättä kaikkea olennaista. Tämän takia olisi olennaista tehdä paikan päällä ainakin luonnospiirros tapahtuneesta, jotta tapahtumat hahmottuisivat paremmin.

Poliisin puutteellinen paikkatutkinta antaa mahdollisuuden asianosaisten tekemille petoksille. Se antaa mahdollisuuden esim. tekaistuihin liikenneonnettomuuksiin. Faktojen osoittaminen jälkikäteen on mahdotonta, mikäli kunnollinen paikkatutkinta on jäänyt tekemättä. (Dettinger ja Lauer 1995, 6-7)

3.1 Luonnospiirroksen tekeminen

Luonnospiirros piirretään tapahtumapaikalle, niin kuin ensipartio on nähnyt tilanteen saapuessaan paikalle. Luonnospiirroksen merkitään tilanne paikalla ja kaikki tilanteeseen vaikuttaneet seikat. Näitä seikkoja on muun muassa autojen sijainnit, todistajien sijainnit, kadun ja teiden nimet ja kulkusuunnat. Luonnospiirros ei ole mittakaavassa. Luonnospiirros piirretään käsin poliisimiehen toimesta tieliikenneonnettomuuskenttälomakkeen kääntöpuolelle. Siihen on merkittävä myös tekijä ja tekopäivä. (Poliisiammattikorkeakoulu 2014)

Jotta luonnospiirroksen pohjalta voidaan myöhemmin tehdä mittakaavapiirros, tapahtumapaikalla tehdään selkälinjamittaus. (Poliisiammattikorkeakoulu 2014) Selkälinjamittauksella on tarkoitus saada tapahtumapaikalta selville strategisia mittoja, ja sitoa ne mittakaavassa olevaan piirroksen. Selkälinjamittauksella saadut mitat laitetaan ylös luonnospiirroksen, jolloin luonnoksesta tulee mitat sisältävä luonnos. Kun kaikki tien leveydet ja autojen sijainnit on otettu talteen, voidaan tämän luonnoksen pohjalta tehdä mittakaavapiirros.

3.2 Selkälinjamittaus

Selkälinjamittaus on vakiintunut oikeastaan tällä hetkellä ainoana keinona taltioida onnettomuuspaikalta tarvittavat mitat, jotta tapahtumapaikasta pystytään tekemään mitat sisältävä luonnospiirros. Selkälinjamittauksessa piirrettävälle alueelle muodostetaan suora linja, tätä kutsutaan selkälinjaksi. Selkälinja voidaan valita maastosta. Selkälinjaan tarvitaan kaksi kiinteää pistettä, jotka voivat olla esimerkiksi talon reuna tai lyhtypylväs. Tarkoituksena olisi valita sellaiset kaksi pistettä, jotka säilyisivät paikoillaan mahdollisimman kauan. Jos sopivia pisteitä ei kuitenkaan löydy, selkälinja voidaan rakentaa vetämällä mittanauha suoraksi sopivaan paikkaan, niin että se kulkee kahden pisteen kautta. Tähän kyseiseen linjaan nähden mitataan kohtisuorasti piirrettävien kohteiden etäisyydet sekä kohtisuorapisteiden etäisyydet selkälinjan alkupisteestä. Nollapisteen taakse ei voida enää mitata. Selkälinjan oikealta puolelta otetut mittausarvot ovat plus merkkisiä ja vasemmalta puolelta otetut ovat miinus merkkisiä. Mittaus tehdään kahdella mitalla ja 90 asteen kulman määrittämiseen käytetään joko kenttälomakkeen kansiota tai jotain muuta samanlaista välinettä, jossa on 90 asteen kulma. Mittaukseen tarvitaan kaksi henkilöä. (Poliisiammattikorkeakoulu 2014)

3.3 Mitat sisältävän luonnoksen tekeminen

Aluksi tehdään luonnospiirros tapahtuneesta, se toteutetaan vapaalla kädellä. Sen ei tarvitse olla erityisen hieno, kunhan se on riittävän suuri ja siististi tehty. Piirroksen merkitään osalliset, niiden paikat, kulkusuunnat ja muutkin tapahtumaan liittyvät seikat. Sen jälkeen tehdään selkälinjamittaus. Mitattavat pisteet ovat: törmäyspiste, autojen kulmat (kaksi kulmaa riittää), liikennemerkkit, tien leveydet ja muut tapahtumaan liittyvät oleelliset seikat. Teiden leveyttä ei tarvitse mitata, jos poliisilla on valmis karttapohja tapahtumapaikasta. (Poliisi-ammattikorkeakoulu 2014) Pisteiden sijainnit piirretään luonnospiirrokseen ja niiden mitat kirjoitetaan auki piirroksen alapuolelle mahdollisimman selkeästi. Selkälinja piirretään luonnospiirrokseen, mutta siitä lähteviä sivumittoja ei piirretä. Luonnos voidaan piirtää puhtaaksi tarvittaessa myöhemmin. Luonnoksen tulisi olla mahdollisimman kattava, koska puhtaaksi piirrettäessä siihen ei lisätä enää mitään. (Eml.)

Poliisin ylijohdon Liikenne-rikoskehittämishankkeen 2004 mukaan valokuvaaminen ei korvaa luonnospiirrosta, vaan luonnos on välttämätön onnettomuudentapahtumakulun selvittämiseksi. Valokuvat vain tukevat luonnospiirrosta.

4 DRONELLA OTETUT ILMAKUVAT

Teknologian kehittyessä myös poliisiorganisaation on kehityttävä, jotta se ei putoa kehityksen kelkasta pois. Rikokset ovat jo nyt siirtyneet osin nettiin, jolloin peruspoliisitoiminnalla ei voida enää hoitaa rikoksia. Vaaditaan uudenlaisia tapoja ja välineitä, jotta rikoksia voidaan tutkia ja ennalta ehkäistä. Uuden tyyppisten rikosten ohella myös niin sanottuja perinteisiä rikoksia ja onnettomuuksia tapahtuu edelleen. Teknologian kehittymisen myötä poliisille on tullut mahdollisuus uusien laitteiden hyödyntämiseen myös perinteisillä tapahtumapaikoilla. Yksi tällainen uuden ajan keksintö on drone. Dronen, eli miehittämättömän ilma-aluksen käyttöä poliisitoiminnassa kehitetään jatkuvasti. Uusia käyttökohteita ja mahdollisuuksia sen käytölle etsitään ja kehitellään poliisiorganisaatiossa. Muun muassa dronen käyttö kadonneen etsinnässä on osoittautunut todella onnistuneeksi kokeiluksi, ja siitä on ollut suuri hyöty etsinnöillä. Lämpökameran avulla henkilö voidaan paikantaa metsästä kätevästi, ilman suurempia etsintäpartioita. Vaikka poliisi työssään käyttääkin droneja, on sen käytössä vielä paljon parannettavaa. Jo nyt poliisit kuvaavat liikenneonnettomuuspaikkoja droneilla ja ottavat yleiskuvia kohteista. Vaikka yleiskuvia otetaankin, niitä ei aina oteta suunnitellusti, eikä dronen kaikkia ominaisuuksia ja mahdollisuuksia ole hyödynnetty. Tutkin omassa opinnäytteessäni pystyykö droneilla otettu ilmakuva korvaamaan mitat sisältävän luonnospiirroksen. Tarkastelen sitä, mitä kuvauksissa täytyisi huomioida, jotta dronella otetuista kuvista pystytään tekemään mittakaavapiirros. Lisäksi käyn läpi seikkoja, joihin täytyy kiinnittää huomiota kuvien ottamisessa.

4.1 Mikä on drone?

Termi drone johtaa usein harhaan. Sitä käytetään yleisesti korkealla lentävistä moderneista teknologian tuotteista, joissa ei ole ihmistä sisällä. Dronet eivät ole aina olleet korkeinta teknologiaa. Droneiden historia menee 1800 luvulle asti, jolloin itävaltalaiset hyökkäsivät Venetsiaan käyttäen hyödyksi kuumailmapalloja, jotka oli täytetty pommeilla. Niissä ei kyidissä tällöin ollut lentäjää, vaan kuumailmapallot vain laukaistiin niiden lentoradoille. (Marka LAFay 2015, 10-11) Erilaisia droneja kehiteltiin aluksi lähinnä sotilaskäyttöön, ja nimenomaisesti pommien kanton ja pudotusta varten. Myöhemmin dronejen hinnat laskivat, ja niitä pystyttiin siten tuottamaan enemmän. Näitä halvempia drone versioita alettiin myymään myös tavallisille käyttäjille. Dronejen myynti räjähti, kun niihin asennettiin mahdollisuus kuvaukseen ja videokuvaukseen. Tämä aiheutti sen että ammattilais- ja

amatöörivalokuvaajat halusivat ostaa droneja erilaisiin kuvauksiin. (Eml.) Ilmakuvista kohteita hahmottaa paremmin ja niillä saa kuvattua uudenlaisista kuvakulmista.

Droneissa on nykyään muitakin ominaisuuksia, kuin pelkkä valo- ja videokuvausmahdollisuus. Joissakin on lämpökamerat ja useita sensoreita, jotka voivat mitata esimerkiksi maisipelloilta yhden massin korkeuden. (Eml.) Droneja käytetään nykyään monessa erilaisessa työssä ja harrastuksessa hyödyksi, koska niiden käyttömahdollisuudet ovat lukemattomat. Nykyään droneista on tullut jopa yhteiskunnalle haittoja, koska niitä käytetään väärin tarkoituksiin. Niitä lennätetään väärillä alueilla, niin että ne saattavat häiritä lentoliikennettä. Niillä voidaan loukata ihmisen yksityisyyttä, kuvaamalla esimerkiksi toisen ihmisen pihaa. Vapaus ja uudenlaiset käyttömahdollisuudet tuovat myös lennättäjille vastuuta. Tämän syystä droneja koskevia lakeja on tarkennettu ja kovennettu viime vuosien aikana.

Drone on siis UAV (Unmanned Aerial Vehicle). UAV on laite, jota pystytään ohjailemaan kauko-ohjaimella, erilaisia satelliittia tai GPS signaaleja hyödyksi käyttäen. UAV voi ohjailla yksi ihminen, useat ihmiset tai se voi olla kokonaan automatisoitu. Tällöin kone hoitaa itse nousun, lennon, kuvaukset ja laskeutumisen, kaikki ilman ihmisen apua. Kun puhun omassa opinnäytetyössäni droneista, puhun miehittämättömästä pienkopterista, joka on korkean teknologian tuote. Monissa UAV lennokeissa on jo niin hyvät kamerat, että niillä pystytään kuvaamaan korkealta, ilman että kuvasta tulee huonolaatuinen tai pikselöitynyt. (Lafay 2015, 10-11)

DJI Phantom 4 Pro

Erilaisia droneja on tällä hetkellä kaupoissa lukuisia ja niiden ominaisuudet vaihtelevat runsaasti, riippuen kustakin Dronen mallista. Erilaisia vaihtelevia tekijöitä ovat muun muassa: lento-ominaisuudet, paino, kamera, laitteen koko, akun kesto, säänkesto, lentokorkeus- ja nopeus sekä laitteen hallinta. Myös droneissa olevien kameroiden ominaisuudet vaihtelevat suuresti. Esittelen tässä työssä DJI Phantom 4 Pro Dronen ja sen tekniset tiedot, sillä tämä oli drone, jota käytin omassa kolarikuvauksessa. Kuvassa 1 on nähtävissä DJI Phantom 4 pro drone.



Kuva 1. DJI Phantom 4 pro, Atea E-shopin sivuilta otettu kuvankaappaus. (kuva: Mika Ruhtinas)

Ilma-aluksen tekniset tiedot:

Paino:	1388g
Lävistäjän mitta, propellit kuuluvat mittaan:	350mm
Suurin nopeus:	72 km/h
Suurin mahdollinen lentokulma:	42astetta
Korkein mahdollinen lentokorkeus, merenpinnasta otettuna:	6000m
Suurin sallittu tuulenoisuus:	10m/s
Keskimääräinen lentoaika:	n.30min

Kamera:

Sensori:	1”CMOS, pikselit 20M
Linssi:	FOV 84 8.8mm/24mm
ISO alue:	Video: 100-6400 Kuva: 100-12800
Mekaanisen sulkimen nopeus:	8-1/2000s
Elektronisen sulkimen nopeus:	8-1/8000s
Kuvan tallennusmuoto:	JPEG, DNG(RAW), JPEG+DNG
Videon tallentamismuoto:	MP4/MOV

4.2 Perspektiivi

Yksi tärkeimmistä asioista katsottaessa mikä on tärkeää, jotta ilmakuvasta voidaan tehdä mitat sisältävä luonnos, on perspektiivi. Perspektiivi on näkövaikutelma esineiden tai asioiden sijainnista ja etäisyydestä. Kuvassa on yleisesti kaksi ulottuvuutta korkeus ja leveys, kolmas ulottuvuus on illuusio Eli kappale näyttää erilaiselta riippuen siitä mistä sunnasta sitä

tarkastellaan. Ei ole siis itsestään selvää, että tasokuvasta voidaan päätellä kappaleen geometriset suhteet oikein. (Laurila 2010, 131-133) Helpoiten tämän ymmärtää, kun katsoo ratkiskoista otettua kuvaa. Jos kuva on otettu silmien tasalta, junaraiteiden leveys näyttää kapenevan mitä kauemmaksi raiteet kuvan ottajasta menee. Koska mitat sisältävässä luonnoksessa teemme fotograafisia päätelmiä eli tutkimme mittoja kuvista, pienelläkin perspektiivin muutoksella on merkitystä. (Tikkanen 2017, 17) Oikea kuvauskulma korostuu onnettomuuspaikan kuvauksessa, koska kuvia otetaan ilmasta suurista kappaleista ja oikeilla mittasuhteilla on suuri merkitys.

4.3 Kuvauspaikka

Tärkein asia on siis kuvata kohtisuorassa kohdetta, niin että tapahtumapaikan keskus on kohtisuoraa dronen alla. Tällöin mittasuhteet eivät pääse vääristymään kuvassa. Jos kuvia otetaan vinosti ei mittaa pystytäkään saamaan luotettavasti talteen. Siksi yleisenä ohjeena kuvatessa kolaripaikkaa on kuvata niin, että tapahtumapaikan keskikohta on kohtisuoraa dronen alla. Näin tapahtuman kriittiset asiat tulee kuvasta esiin parhaiten ja mittasuhteet pysyvät oikeina. Vääristymää tulee siltikin kuvan reunoille, vaikka kuvat otettaisiin kohtisuorassa kulmassa maata kohden. Yleisesti ottaen, jos laitetaan viiden metrin mitta kauaksi tapahtumakohteesta ja mitataan sen mitta kuvan perusteella, saadaan sen mitaksi suurempi arvo kuin viisi metriä. Tämä olisi hyvä huomioida, kun otetaan ilmakuvia. Vääristymää syntyy erityisesti kuvan laiduille. Jos siis kohdetta kuvataan liian läheltä niin, että oleelliset asiat ovat kuvan reunoilla, vääristymää syntyy keskellä olevien ja reunoilla olevien kohteiden välille. Siksi voidaan sanoa, että mitä kauempaa kohdetta kuva on otettu, sitä paremmin halutun kohteen mittasuhteet pysyvät oikeina. Tällöin kaikki mittauksista vaativat kohteet sijaitsevat kuvan keskellä, eikä sen reunoilla. (Tikkanen 2017, 17)

Hyvä kuvauspaikka kuitenkin muuttuu, jos kuvattava kohde on laaja tai kohteiden välillä on matkaa. Jos esimerkiksi kaksi autoa on erillään toisistaan ja halutaan ottaa yksi kuva, jossa mittasuhteet pysyisivät mahdollisimman oikeana, täytyy dronella otetun kuvan olla kohtisuorassa maata kohden kahden auton keskikohdassa. Tällöin kuvan keskikohdasta on matkaa autoihin suurin piirtein saman verran. Korkeus täytyy huomioida siten, että se on otettu tarpeeksi ylhäältä, ettei haluttu kohde ole kuvan reunoilla, vaan kohteen ja reunojen väliin jää tarpeeksi tilaa. (Tikkanen 2017, 17-18) Yksittäisissä kuvauksissa hyväksi kuvauskorkeudeksi voidaan sanoa noin 30-50m, riippuen siitä miten isoa kohdetta ollaan kuvaamassa. Jos kuvattava kohde on iso ja yhdellä kuvalla ei voida kuvata tapahtumapaikkaa luotettavasti,

täytyy silloin paikasta tehdä panoraamakuvaus. Sen pohjalta voidaan tehdä ortomosaiikki, jossa mittasuhteet eivät vääristy edes kuvan reunoilla.

4.4 Ortogonaaliprojektio

Jotta kuvista voitaisiin tehdä oikeita geometrisiä päätelmiä ja perspektiiviä osattaisiin käyttää kuvatessa oikein, täytyy tietää kuvausteknisiä ominaisuuksia. Kun dronella otetut kuvat ovat pieneltä alueelta voidaan sen kuvaamiseen käyttää ortogonaaliprojektiota. Keskusprojektiossa kuvaussäteet kulkevat yhden pisteen, projektiokeskuksen kautta kuvatasolle. Tätä keskusprojektiota kutsutaan perspektiivikuvaksi. Projektion erikoistapaus on kohtisuora yhdensuuntaisprojektio eli ortogonaaliprojektio. Ortogonaaliprojektio on käytännössä oikaistu keskusprojektio. Lähtökohtaisesti kaikki kuvat olisi hyvä muuntaa keskusprojektioista ortogonaaliprojektioon. Keskusprojektio on yhden kuvan projektio. Kun otamme yhden ilmaku- van kohtisuorasti maata kohden, kuva on kohtisuora projektio vain suoraan kohteen yläpuo- lelta. Jotta kuvan reunoille oleviin kohteisiin ei tulisi perspektiivistä vääristymää, on kuva oikaistava ortogonaliprojektioon. Tässä ortogonaaliprojektiossa tarkastelemme koko kuvaa kohtisuorasti maata kohden. (Laurila 2010, 131-133) Tätä kyseistä menetelmää olisi mielestäni hyvä käyttää kuvatessa liikenneonnettomuuspaikkoja dronella, jos liikenneonnettomuus on ollut vakava ja siinä on kuollut tai vakavasti loukkaantunut henkilö, tai tapahtumapaikka on laaja ja vaikea hahmottaa yhdellä kuvalla.

Kuvatessa dronella ilmasta, olisi siis tärkeää muistaa ottaa kuvat 90 asteessa kohtisuoraa maasta. Kun kuvataan kohtisuoraa 90 asteen kulmassa, silloin pyritään minimoimaan kolmannen ulottuvuuden illuusiota käyttäen hyödyksi korkeutta ja leveyttä. (Tikkanen 2017, 17)

4.4.1 Kuvan oikaisu

Vaikka ilmakuvausissa pyritään tarkkaan pystykuvaukseen (nadiirikuvaus), kamera on aina kuvaushetkellä jossain määrin kallistunut johonkin suuntaan. Yksittäinenkin kuva voidaan oikaista nadiirikuvaksi, jos kuvauskulma ja kuvankallistus tunnetaan. Tätä oikaisua kutsutaan projektiiviseksi oikaisuksi, tässä oikaisussa kuvan perspektiivi ei muutu. Tämä oikaisu on kuitenkin haastavaa, eikä sitä voida tehdä tavanomaisilla tietokoneohjelmilla. Kohtisuorasti maata kohden otetuissa ilmaku- vissa kameran kallistuminen on yleisesti niin pientä, että kuvauskulman korjaaminen tietokoneohjelmalla on turhaa. Mitat sisältävää luonnosta varten mittasuhteet eivät tarvitse olla mielestäni sentin tarkkuudella, vaan pieni mittausvirhe on

sallittavaa. (Haggren 6.3.2003) Jos perspektiivi on ollut väärä kuvaushetkellä, sitäkin voidaan kuvankäsittelyllä muokata, mutta se on kuitenkin aina työläämpää ja se heikentää kuvan näyttöarvoa. Tämän takia olisi tärkeää jo kuvaushetkellä keskittyä oikeaan kuvauskulmaan. (Tikkanen 2017, 17)

4.4.2 Ortomosaiikki

Jos kohde on suuri ja laaja, ja yhdellä kuvalla ei pystytä kuvamaan kohdetta ilman että mitasuhteet kärsisivät, joudutaan ottamaan useampia kuvia. Ortokuvalla tarkoitetaan karttaprojektion oikaistua ilmakuva. Ortokuva on käytännössä siis valokuva suoraan ylhäältäpäin kohdetta (Haggren 6.3.2003). Yhdestä ilmakuvasta saadaan aikaan vain hyvin pienialainen ortokuva, minkä vuoksi ortokuva tulee yhdistää usean kuvan kattavaksi ortomosaiikiksi. Yhdistettäessä ortokuvia sävyihin niin geometriaan syntyy epäjatkuvuuskohtia. Korkeusmalliin liittyvät haasteet näkyvät selvemmin ortomosaiikin saumakohdissa, jotka tulisi poistaa prosessoinnin yhteydessä. (Laurila 2008, 72 ja 76-77, viitattu teoksessa Mikko Kumpula 2013, 18) Ortokuvia käytetään ilmakuva pohjaisten karttojen valmistuksessa ja niistä voidaan mitata eri kohteiden koordinaatteja, Ortokuvat ovatkin hyödyllinen osa kaavoituksen pohjakarttaa. (Eml.)

Ortomosaiikin teko-ohjeita on internetissä lukuisia. Käytin omassa opinnäytetyössäni Hugin ohjelmalla tehtyä ortomosaiikin teko-ohjeita, koska käytin työssäni kyseistä ohjelmaa. Ortomosaiikissa ortokuva tehdään useammasta kuvasta, liittämällä ne yhteen kuvankäsittelyohjelmalla. Aluksi valitaan kaikista tarkimmat, kohtisuorimmat ja tapahtumapaikkaa laajimmin kuvaavat kuvat, joita aletaan ohjelmalla yhdistelemään. Tämän jälkeen siirrytään epätarkempiin ja yksityiskohtaisempiin kuviin. Ortomosaiikissa ilmakuvista yritetään etsiä niin sanottuja kohdistuspisteitä. Nämä kohdistuspisteet voivat olla esimerkiksi kiviä, auton kulmia tai itse tehtyjä pisteitä. Kohdistuspisteiden tarkoitus on näyttää kuvalle, missä paikassa kuva on suhteessa muihin kuviin. Pisteitä olisi hyvä olla kuvassa useita, ja ne olisi hyvä olla maanpinnan tasossa. Tällöin niiden paikka olisi sama, riippumatta kuvauskulmasta. Kun kohdistuspisteitä on riittävästi tietokone laittaa kuvat oikeisiin paikkoihin. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvat laitetaan ortomosaiikissa siihen kohtiin, mistä kuva on otettu kuvaushetkellä suhteessa maanpintaan. Kun jokainen kuva on otettu kohtisuorasti maata kohden, sen alapuolella oleva kohde on mittakaavassa. Ohjelman yhdistettyä kuvat oikeille paikoille ortomosaiikin jokainen kohde on mitasuhteiltaan oikein. (Balrog/Aerial Imagery/Rectification, 2015)

5 MITAT SISÄLTÄVÄ LUONNOS ILMAKUVISTA

Kun tarkastellaan Poliisihallituksen tekemää liikennerikostutkintaohjetta, voidaan todeta, ettei pelkkä ilmakeku riitä tapahtumapaikalta. Ohjeen mukaan ilmakekua voidaan käyttää apuna, mutta silti täytyisi tehdä aina mitat sisältävä luonnospiiirros. Kuten jo aiemmin kapaleessa 2.3 kerroin, mitat sisältävästä luonnoksesta tulisi näkyä ohjeessa kerrotut asiat, jotta se täyttäisi annetut vaatimukset. Jotta ilmakeku voisi korvata mitat sisältävän luonnospiiirroksen, täytyisi siitä näkyä samat informaatiot kuin käsin tehdyssä luonnoksessa näkyy. (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 4) Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että kenttäpartion ottama ilmakekua täytyisi myöhemmin muokata.

Luonnoksen pohjalta pitäisi pystyä myös myöhemmin tekemään mittakaavapiirros, kuten mitat sisältävän luonnoksen vaatimuksissa kerrotaan. Tämä tarkoittaa sitä, että ilmakekusta täytyisi nähdä tiettyjä mittoja. Miten kuvan pohjalta pystytään sitten tekemään mittakaavapiirros?

5.1 Mittojen saaminen kuvasta

Aiemmin opinnäytetyössäni kerroin, miten kuvata kohdetta siten, että mittakaava säilyy oikeana kuvassa. Tämä tarkoittaa sitä, että kuvat tulisi suorittaa käyttämällä joko keskusprojektiota tai ortogonaaliprojektiota hyödyksi. Eli kuvat otettaisiin kohtisuorasti maata kohden, samalta korkeudelta. Kun kuva on otettu oikein, tarvitaan vain jokin varmistettu mitta-asteikko kuvatussa kohteessa, mistä mitta voidaan nähdä kuvasta. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että mitataan mittanauhalla tarkasti viiden metrin viiva kuvatun kohteen viereen maahan. Mitta-asteikko on merkittävä selvästi, jotta se näkyy ilmasta otetusta kuvasta. Viiden metrin matka on yleisesti todettu hyväksi matkaksi. Se on riittävän lyhyt, jotta sen mittaminen on mahdollisimman tarkka, mutta riittävän pitkä, että se erottuu hyvin ilmakekusta. Viiden metrin mitta-asteikkoa olisi hyvä tehdä yhteensä kolme. Niin että jos ensimmäinen viiden metrin mitta-asteikko olisi heti kohteen vieressä, niin kaksi muuta mitta-asteikkoa olisi hyvä olla kohteen molemmilla puolilla. Tällöin varmistutaan siitä, että mittasuhteet eivät ole vääristyneet, tai jos ne ovat, niin mikä on kuvan virhemarginaali. (Tikkanen 2017, 17)

5.2 Tarpeellisen informaation lisääminen

Nyt meillä on kuva tapahtumapaikasta, jossa on kolme mitta-asteikkoa, jonka pohjalta voimme tehdä myöhemmässä vaiheessa mittakaava piirroksen. Tämä ei kuitenkaan riitä, jotta Poliisihallituksen ohjeen mitat sisältävän luonnoksen ehdoista täytyisi. Kuvaan pitäisi lisätä informaatiota, kuten ajoneuvojen kulkusuunnat. Siihen pitäisi myös merkitä törmäyspiste, todistajien sijainnit ja muut tapahtuman kannalta olennaiset asiat. Suurin osa tapahtumien kannalta oleellisista tiedoista näkyy kuvasta, mutta ne täytyy silti merkitä kuvasta esille. Tämä siksi, että tutkija osaa kiinnittää tutkinnassa oikeisiin asioihin huomiota, ja tajuaa esimerkiksi missä kohtaa todistaja on ollut kuvassa. Kun ensipartio saapuu paikalla, se huomioi yleensä oikeita asioita, mutta saattaa pitää asioita itsestään selvyyksinä. Silloin niitä ei merkitä erikseen kuvaan, vaan oletetaan että tutkija osaa nähdä ne kuvasta. On kuitenkin hyvä ottaa huomioon, että välillä on todella vaikea hahmottaa pelkän kuvan pohjalta, mistä suunnasta autot ovat alun perin tulleet. Varsinkin jos yhteentörmäyksessä on ollut suuret energiat vastakkain.

Informaation merkkäamisessa suosittelen kahta tapaa. Toinen on se, että tulostaa kuvan paperille, ja merkkää olennaisia asioita ylös kynällä. Tämä on huomattavasti helpompi tapa, mutta voi tehdä luonnoksesta sekavan ja vaikeasti luettavan. Toki jos pystyy tulostamaan kohteesta kuvan A3 paperille, niin silloin siitä tulee huomattavasti helpompilukuinen. Toinen vaihtoehto on tehdä merkinnät tietokoneella. Tietokoneissa on paljon erilaisia ohjelmia, millä luonnokseen voi tehdä merkintöjä. Näitä ohjelmia on esimerkiksi Abode Reader ja Word. Edellä mainitut ohjelmat löytyvät luultavimmin suurimmasta osasta Tuve koneista, joten niiden asentaminenkaan ei ole ongelma. Näillä ohjelmilla ei pystytä varsinaisesti muokkaamaan kuvia, mutta niillä pystytään tekemään tarvittavia merkintöjä kuviin, jotta ne vastaavat Poliisihallituksen liikennerikospaikkatutkinnan ohjeitten vaatimuksia. Nämä muokkaukset tulevat kysymykseen siinä tapauksessa, jos mitat sisältävä luonnos tehdään yhden kuvan perusteella. Jos kyseinen luonnos halutaan tehdä ortomosaiikkina, silloin kuvien muokkaamiseen ja yhteen liittämiseen tarvitaan oma tietokoneohjelma.

5.3 Ortomosaiikin tekemiseen soveltuvia tietokoneohjelmia.

Keskusprojektilla otetut kuvat täytyy siis muokata, jotta ne pystytään yhdistämään yhdeksi ortomosaiikiksi. Kuvien muokkaaminen vaatii tietokoneohjelmaa, jolla pystyy kyseiset toimenpiteet suorittamaan. Tietokoneohjelmia, joilla kyseisiä muokkauksia voidaan tehdä, on lukuisia. Käytännössä panoraamaan eli kuvien liittämiseen toisiinsa tarkoitettuja ohjelmia ja sovelluksia kannattaa käyttää. Ortomosaiikin tekeminen onnistuu usein samoilla ohjelmilla, kuin panoraamakuvien tekeminen. Useat ohjelmat ovat ilmaisia, eivätkä ne vie paljoa tallennustilaa. Ohjelmat ovat pääsääntöisesti helppoja käyttää, mutta ne vaativat hetken totuttelua. Listasin viisi parhaiten arvosteltua tietokoneohjelmaa Expert Photography sivuston mukaan parhaimmasta huonoimpaan:

1. Hugin, yhteensopiva Windowsin, Mac ja Linuxin kanssa. Ilmainen
2. PTGui, yhteensopiva Windowsin, Mac ja Linuxin kanssa. Maksullinen hinta noin 104€.
3. Panoweaver 10, yhteensopiva Windowsin ja Macin kanssa. Maksullinen hinta noin 120€.
4. Autostitch, yhteensopiva Windowsin ja Macin kanssa. Demoversio on ilmainen.
5. Image composite editor, yhteensopiva Windowsin kanssa. Ilmainen.

(Robert Natalie 2019)

6 MITAT SISÄLTÄVIEN LUONNOSTEN TEKEMINEN

Tarkoituksenani oli tehdä vertailutesti, jossa vertailen perinteisesti käsin selkälinjmittauksella tehtyä mitat sisältävää luonnosta, kahteen ilmakuviin perusteella tehtyihin mitat sisältäviin luonnoksiin. Tätä varten loin lavastetun liikenneonnettomuuden, josta tein uudella ja vanhalla menetelmällä mitat sisältävän luonnoksen.

6.1 Suunnitelma

Halusin tehdä toiminnallisen opinnäytetyön, jotta pystyisin tarkastelemaan mahdollisimman kattavasti mittakaavapiirroksen ja dronella otetuista kuvista tehdyn mitat sisältävän luonnoksen haasteita ja mahdollisuuksia. Halusin pystyä vertailemaan niiden heikkouksia ja vahvuuksia mahdollisimman laajasti. Tätä tarkoitusta varten suunnittelin oman keksityn liikenneonnettomuuden. Tapahtumapaikasta tekisin ensiksi mitat sisältävän luonnoksen käsin, minkä jälkeen kuvaisin paikan dronella. Dronella otetuista kuvista valitsisin yhden ilmakuviin, johon sisällyttäisin tarvittavan informaation ja mitat. Sen jälkeen tekisin ortomosaiikin useasta eri ilmakuviin. Kolari tehtäisiin kahdella autolla ja se suoritettaisiin rauhallisessa paikassa. Autojen viereen asetettaisiin 5m mittaa-asteikko, jonka avulla ilmakuviin voitaisiin myöhemmin poimia ylös mittakaava. Jotta pystyisin tarkastelemaan kuvien heikkouksia ja vahvuuksia mahdollisimman neutraalisti, suunnitelmassani oli tehdä kaksi tarkistusmitta-asteikkoa kolarin molemmille puolille. Näin ollen voitaisiin tarkastella, miten hyvin mittakaava on säilynyt dronella otetuissa kuvissa. Kun autojen mitat tiedetään rekisteriotteesta (leveys sekä pituus), voidaan katsoa, onko autojen mitoissa eroavaisuuksia mitattaessa käsin mittanauhalla tai dronella otetuista kuvista tarkasteltaessa. Suunnitelmissa oli luoda tilanne, josta pystytään tarkastelemaan kummalla tavalla, saadaan parempi lopputulos aikaiseksi.

6.2 Valmistelut

Kyseinen kolari ja sen kuvaukset suoritettiin Kotkan Katariinassa, rauhallisella tiellä. Mukana minulla oli Kotkan tekninen tutkija ja drone-vastaava Vrk Mässeli, joka lennätti ja kuvasi dronea tapahtumapaikalla. Tieosuus valittiin sen mukaan, että siinä alueella ei liikkunut paljon autoja, joten pystyisimme suorittamaan kuvaukset ja mittaukset rauhassa. Meillä oli käytössämme kaksi henkilöautoa, jotka ajoimme Kotkan Katariinalle. Autot saimme lainaan Kotkan Poliisiasemalta. Autot olivat farmarimallinen Skoda Octavia ja farmarimallinen Ford Focus. Lavastimme paikalle liikenneonnettomuuden kahdella autolla.

Pysäytimme Octavian Ruhtinaanraitille (keksitty nimi) keula kohti Sapokkaa. Sen jälkeen parkkeerasimme Fordin niin, että sen oikea etukulma osui melkein Octavian vasempaan etukulmaan, kuten kuvasta 2 on nähtävissä. Autojen väliin jätettiin hiukan väliä, mutta keksityssä tarinassa ne olivat osuneet toisiinsa. Nopeudet olivat kummallakin olleet tilanteessa noin 40km/h. Nopeudet olivat olleet siis maltillisia, mutta kuitenkin riittävän suuria saamaan merkittävän kolarin aikaan. Poliisin liikennerikostutkintaohjeen POL-2016-9316 mukaan kaikista liikenneonnettomuuksista, jotka voivat johtaa poliisin esitutkintaan on tehtävä mittakaavapiirros. Tarinamme mukaan Octavia tuli kolmion takaa Ruhtinaanraittia pitkin, eikä noudattanut väistämisvelvollisuutta, vaan törmäsi Mikatieltä tulevan Fordin kylkeen. Tämän seurauksena toisen auton kuljettajan niska venähti tapauksen johdosta, ja hän joutui käymään lääkärissä. Tällöin Rikoslain 4 luvun 10§:n (21.4.1995/578) mukaan tapausta aletaan tutki-
maan vammantuottamuksena, jolloin on odotettavissa, että tapaus siirtyy poliisin suorittamaan esitutkintaan. Esitutkinnassa selvitetään, onko tapauksessa ollut rikosta esim. vammantuottamusta tai mahdollisesti muitakin rikoksia. Tällöin kyseisestä kolaripaikasta ensipartion täytyisi tehdä mittakaavapiirros (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 4).



Kuva 2. Onnettomuuspaikalta silmien korkeudelta otettu kuva. (kuva: Mika Ruhtinas)

Vrk Mässeli oli ottanut paikalle DJI Phantom 4 Pro-dronen, jolla hän suoritti kolaripaikkakuvaukset. Koska logistisista ja aikataulullisista syistä teimme tämän lavastetun kolarin työpäivänä ja autoja ei voinut pitää varattuina kovinkaan pitkän aikaan, päätimme kuvata tapahtuman ensin dronella. Tämän jälkeen veisimme autot pois ja tulisin tekemään mitat sisältävän luonnospiirroksen myöhemmin. Ennen autojen lähtöä, merkkaisin autojen paikat tarkasti maahan punaisella spraymaalilla.

6.3 Toteutus, ilmakuvaus.

Tapahtumapaikalla Vrk Mässeli otti DJI Phantom 4 Pro omasta kassistaan ja käynnisti sen. Sillä aikaa minä laitoin Octavian vierelle viiden metrin mittausasteikon, jossa on valkoisia ja mustia raitoja 20cm välein. Laitoin myös lähelle kolaripaikkaa kaksi viiden metrin tarkistusmittaviivaa. Mittaviivat mittasin käsimitalla ja maalasin spraymaalilla aloitus viivan ja mitattuaani käsimitalla viisi metriä, piirsin viiden metrin kohdalle lopetusviivan. Tein kaksi kappaletta tarkistusmitta-asteikkoja noin viidentoista metrin päähän kolaripaikan molemmille puolille. Näillä mitta-asteikoilla halusin selvittää sen, kuinka paljon droneilla otetuissa kuvissa on mittavirhettä/vääristymää. Toinen mittaviiva oli kahta muuta mittaviivaa korkeammalla (noin puoli metriä). Halusin selvittää, aiheuttaako korkeusero mahdollisesti vääristymää. Kyseisiin alkutoimiin meni aikaa noin viisi minuuttia. Aloitimme kuvaukset klo 13.00. Vrk Mässeli lennätti dronen kohtisuoraan kolaripaikasta ylöspäin noin 120 m korkeuteen. Siitä korkeudessa hän otti ensimmäisen kuvan, jonka jälkeen hän lähti tulemaan kohti maata ottaen kolaripaikasta 10m välein yhden kuvan. 30 m korkeudella maasta Mässeli lopetti kuvaamisen, koska katsoimme ettei ollut enää järkevää tulla lähemmäksi maata. Lähempänä maata kuvasta olisi tullut lähikuva, eikä siinä olisi näkynyt enää kuin kaksi autoa ja mitta-asteikko autojen vierellä.

Tämän jälkeen Mässeli lennätti dronen uudelleen korkeammalle, noin 60 m ja alkoi ottamaan siltä korkeudelta uusia kuvia. Hän lennätti dronea kolaripaikan yllä noin kaksi kertaa, jonka aikana hän otti kohteesta ja sen ympäristöstä sivu- ja kohtisuoria kuvia. Sen jälkeen Mässeli otti kuvia kolaripaikasta eri kulmista ja eri korkeuksista. Nämä kuvat tulisivat ortomosaiikkiin, ja siksi niitä otettiin vähän runsaammin. Kuvauksiin meni yhteensä noin 8 minuuttia. Eri korkeuksista ja eri kulmista otetuilla kuvilla halusin selvittää sen, mitä niistä kuvista voitaisiin käyttää ortomosaiikissa hyödyksi. Kuvaukset suoritettiin noin 20 asteen lämpötilassa, tuulta oli jonkin verran, mutta se ei ollut kuitenkaan navakkaa. Suoritimme kuvaukset ja muut toimet rauhassa, eikä muita ihmisiä ollut paikan päällä. Mässeli pakkasi dronen laukuunsa ja minä purin muun tapahtumapaikan. Merkkasin hiekkaan punaisella spraymaalilla autojen sijainnit, jonka jälkeen veimme autot takaisin Kotkan poliisiasemalle. Ilma oli kuvausten aikaan noin plus 20 astetta ja tuuli ei ollut navakkaa.

6.3.1 Mitat sisältäväluonnos, selkälinjamittaus ja luonnospiirros.

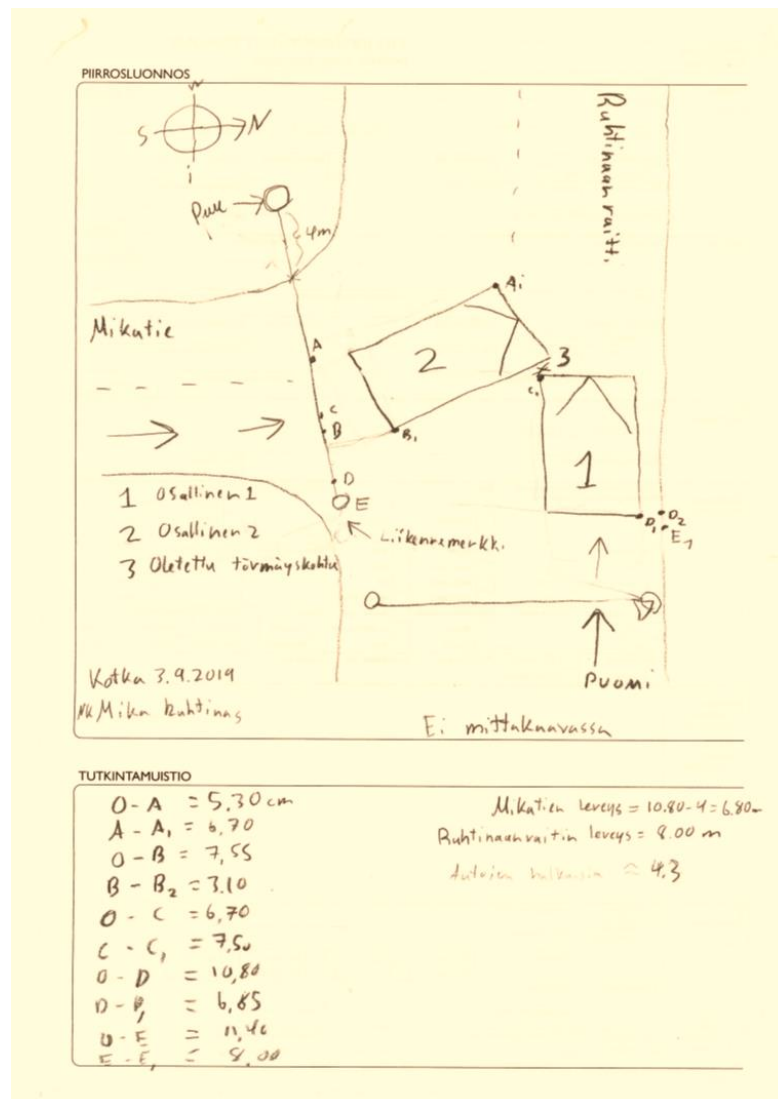
Tulin noin kaksi tuntia tämän jälkeen tekemään mittakaavapiirrosta. Olin tehnyt valmiiksi jo ei mittakaavassa olevan luonnospiirroksen, käyttämällä hyödyksi paikalla ottamiani kuvia. Luonnospiirroksen tein käsin kynällä piirtäen, mihin olin merkannut Poliisihallituksen ohjeen POL-2016-9316 mukaiset tiedot.

Aloitin selkälinjamittauksen hakemalla poliisin partioutosta mittanauhan. Hakiessani mittanauhaa huomasin, että jokaisessa autossa oli vain yksi mittanauha. Tämä tarkoittaa sitä, ettei yhdellä partiolla ole valmiutta tehdä selkälinjamittausta autosta löytyvillä tavaroilla. Saavuttuani tapahtumapaikalla rupesin etsimään kahta kiinteää pistettä, joihin voisin sitoa selkälinjani. Tien reunaan ei ollut eikä muutakaan selkeää maamerkkiä, joten otin nollapisteen tien kulmassa olevan puun ja E pisteeksi (toiseksi pääksi) liikennemerkin. Asetin mittanauhan 0-E välille ja kiristin sen kireälle. Katsoin, että mittaus alkoi 20cm kohdalta, joten kaikista 0-E mittanauhan tuloksista vähensin 20cm. Tämän jälkeen mittasimme mahdollisimman tarkasti partiokaverini Anna Toukosalon kanssa kummastakin osallinen 2 ja 1 autojen kulmista kaksi mitta. Mitat otimme autojen vastakkaisista kulmista. 90 asteen kulman tarkastin luonnospiirrosvihon kulmalla. Kuvassa 3 on nähtävissä selkälinja, joka menee kuvassa poikittain, sekä toinen mitta, jolla mitataan etäisyyttä kohteisiin. Mittasimme myös törmäyspisteen ja teiden leveydet, koska tapahtumapaikalta ei ollut saatavissa valmista karttapohjaa.



Kuva 3. Selkälinjamittauksen tekeminen. (kuva: Anna Toukosalo)

Mitatut pisteet piirsin luonnospirroksen, ja selkälinjamittauksella saadut mitat kirjoitin ylös luonnospirroksen alapuolelle. Lomakkeesta tuli hiukan sekava, mutta siitä sai silti selvän kaikista tärkeistä mitoista. Kuvassa 4 näkyy valmis mitat sisältävä luonnospirros. Työn tekemiseen kesti yhteensä noin 25min, mutta se olisi kestänyt huomattavasti kauemmin, jos osallisia olisi ollut enemmän ja paikka olisi ollut suurempi. Myös nollapisteen ja E-pisteen valinnassa olisi voinut jollain paikoilla tulla haasteita. Mittaus suoritettiin rauhassa, eikä paikalla ollut muita ihmisiä häiritsemässä. Ilma oli noin plus 20 astetta ja tuuli ei ollut navakkaa.

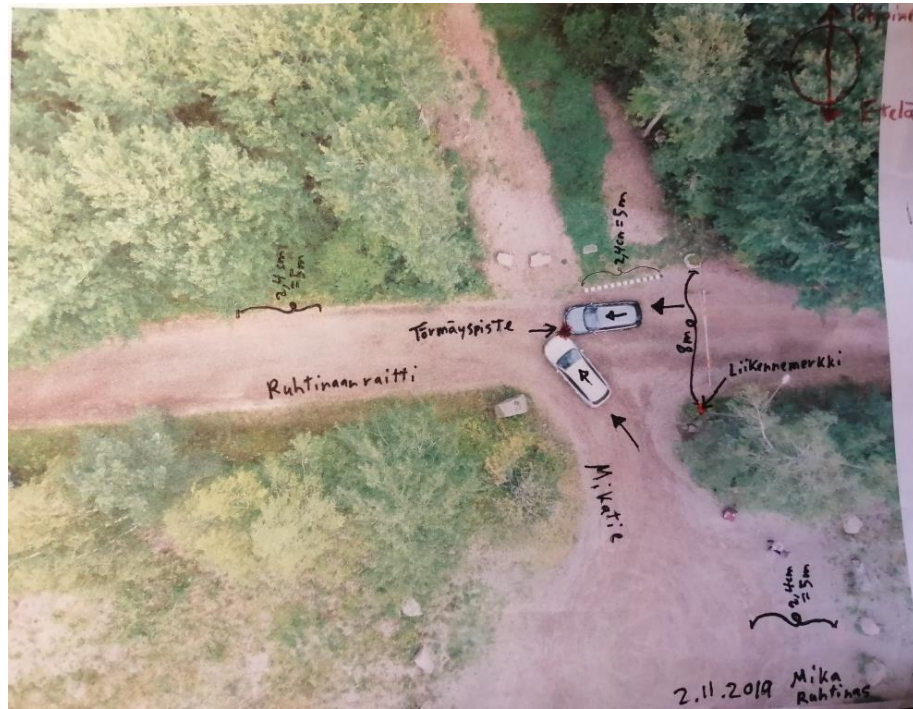


Kuva 4. Valmis, mitat sisältävä luonnospirros. (kuva: Mika Ruhtinas)

6.3.2 Mitat sisältävä luonnos yhdestä ilmakuvasta

Tein yhden mitat sisältävän luonnoksen, pelkästään yhden ilmakuvan perusteella. Ilmakuvia oli otettu Dronella eri korkeuksista, mutta kaikki kuvat oli otettu kohtisuoraan halutun kohteen yläpuolelta. Mielestäni tämä oli erittäin hyvä tapa, varsinkin kun rupesin tarkastelemaan kuvia. Pystyin katsomaan, mikä kuva oli mielestäni otettu parhaimmalta korkeudelta ja pystyin helposti valitsemaan tämän kuvan. Kuvan valintakriteerinä oli, ettei kohdetta ollut kuvattu liian läheltä, jotta halutun kohteen mittasuhteen olisivat pysyneet mahdollisimman oikeina. Liian korkealta otetuista kuvista ei pystynyt näkemään kunnolla tapahtuneeseen liittyviä oleellisia asioita.

Kuvan valinnan jälkeen, tulostin halutun kuvan tulostimella. Tämän jälkeen aloin kirjoittamaan kuvaan haluttuja Poliisihallituksen ohjeen POL-2016-9316 mukaisia informaatioita. Näitä olivat muun muassa teiden nimet, autojen kulkusuunnat ja strategiset mitat, joiden pohjalta voidaan myöhemmin tehdä mittakaavapiirros. Kirjoitin paperille teiden nimet, autojen kulkusuunnat, pohjois- ja aurinkonuolet sekä laatijan nimen ja päivämäärän. Laitoin myös kohteen vieressä olevan valko- mustan mitta-asteikon viereen merkinnän viisi metriä, koska sen pituus oikeassa mittakaavassa oli viisi metriä. Tämä sen takia, jotta tutkija tai mittakaavapiirroksen laatija näkisi myöhemmin, minkälainen mittakaava kuvassa oli. Valmis luonnos on nähtävissä kuvassa 5. Työn tekeminen oli helppoa ja nopeaa. Olin tulostuksen jälkeen tehnyt viidessä minuutissa kaikki tarvittavat toimet. Kyseiseen toimenpiteeseen ei vaadittu mitään erityistä teknillistä osaamista ja se hoitui ilman mitään tietokoneohjelmia. Ainut minkä tämä työn tekeminen vaati, oli kunnollinen tulostin.



Kuva 5. Valmis, yhdestä ilmakuvasta tehty mitat sisältävä luonnos. (kuva: Mika Ruhtinas)

6.3.3 Mitat sisältävä luonnos ortomosaiikilla

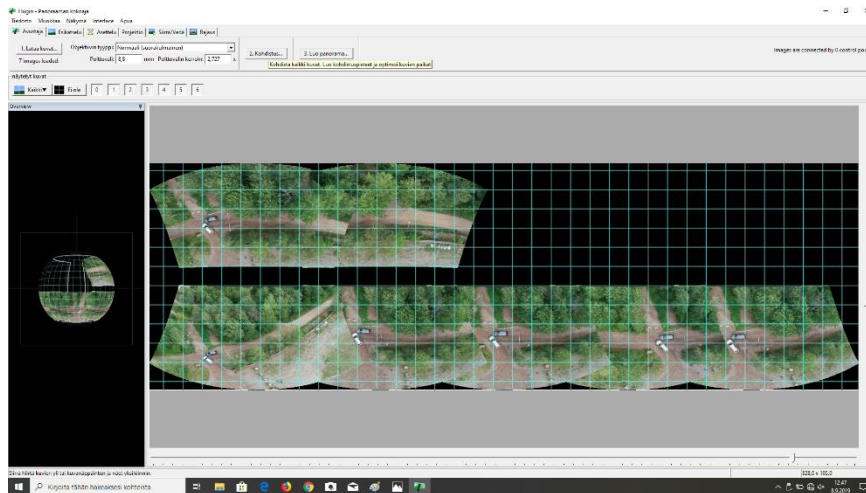
Seuraavaksi vuorossa oli mitat sisältävän luonnoksen tekeminen ortomosaiikkina useasta ilmakuvasta. Tietokoneohjelmia, joilla ortomasaiikki voidaan tehdä, on useita. Tässä työssä käytettiin ilmaista panoraamaohjelmaa nimeltään Hugin, jolla ortomosaiikki koottiin. Tein ortomosaiikin yhdessä Aki Ruhtinaan kanssa, joka on perehtynyt aiheeseen. Valitsimme ohjelman sen takia, koska se oli helposti saatavilla ja vaati vain vähän laskentatehoa. Ortomosaiikin tekeminen ei ollut kovinkaan hankalaa. Aluksi latasimme 4 Pro dronella otetut kuvat muistitikulle. Teimme kuvien käsittelyn omalla koneella, koska poliisin koneissa ei ollut ohjelmaa, jolla kyseisen työn olisi voinut tehdä. Veimme tikulla kuvat omalle koneelle, josta latasimme ne Hugin ohjelmaan.

Kuten kaikissa ortomosaiikin kokoamisohjeissa, myös Huginissa ortomosaiikin kokoaminen alkaa eri kuvien välisten kohdistuspisteiden etsinnällä. Huginissa tämä vaihe tapahtuu automaattisesti, mutta laadun parantamiseksi käyttäjä voi itse lisätä lisää kohdistuspisteitä, tämä vaihe näkyy kuvassa 7. Kohdistuspisteiden etsinnällä tavoitteena on saada kuvat oikeisiin kohtiin suhteessa toisiinsa. Kun ohjelma tietää kohdistuspisteet panoraama ohjelma voidaan aloittaa. Tässä vaiheessa ohjelma yhdistää kuvat yhdeksi suureksi panoraamaksi. Kyseinen työvaihe näkyy kuvassa 6. Kun varsinainen kuva on valmis, sitä voidaan laittaa erilaisiin projektioihin. Koska tavoitteena on mittojen mittaaminen suoraan mosaiikista, on kuva

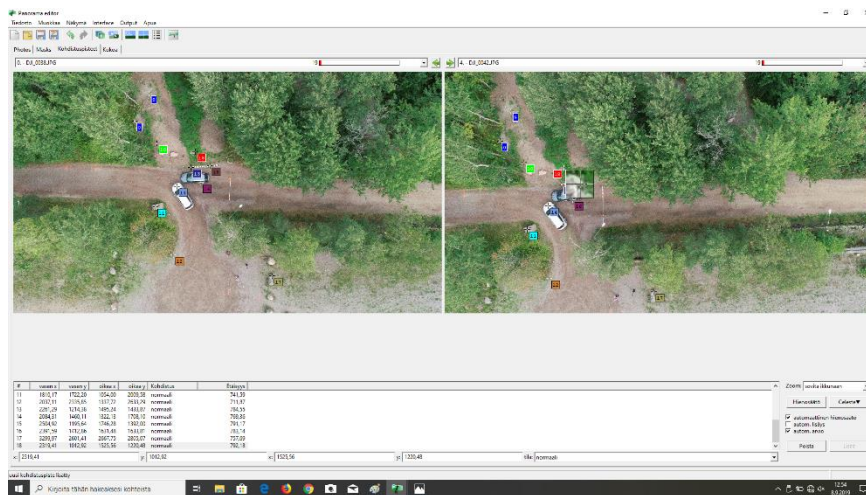
ortorektifioitava. Ortorektifioinnissa kuva projektoidaan ortogonaaliprojektioon, mikä on todelliset mittasuhteet säilyttävä projektio. Hugin ohjelmassa ortorektifointia ei saa tehtyä yhtä tarkasti kuin GPS-informaatiota käyttävillä varsinaisilla ortokuvaukseen suunnitelluilla ohjelmilla, mutta sopivalla projektion valinnalla päästää varsin tyydyttävään tarkkuuteen. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että vääristymää ei synny kuvassa juuri ollenkaan, edes kuvan reunoille. Kyseisellä Phantom 4 PRolla otetuissa kuvissa oli GPS informaatio, mutta emme käyttäneet ohjelmaa, jolla olisimme voineet hyödyntää sitä. Jos poliisi koneilla olisi tällainen GPS paikkatietoja hyödyntävä ohjelma, ortomosaiikin tekeminen olisi todella helppoa ja mosaiikin tarkkuus olisi erinomainen. Kuvista pystyi siis näkemään, mistä paikasta kuvat olivat otettu.

Omalla koneella avatessani muistitikun kuvia, ohjelma antoi kuvauspaikan tarkan koordinaattipisteet, sekä näytti paikan Google Mapsista. Välttämättä tämä ei tapahdu, jos kuvat tuo poliisin koneille, koska poliisin koneilla tietoturvaso on parempi. Mielestäni kuvauspisteen näkeminen suoraan otetuista kuvista olisi hyödyllistä, koska GPS sijainti on merkittävä jokaisesta liikennekolarista (Poliisihallituksen ohje 2016-9316, 2). Ja kuten kerroin tarkan pisteen määrittäminen saattaa joskus olla haastavaa, mutta nyt tarkan pisteen näkisi suoraan kartasta, tai pisteet pystyttäisiin syöttämään poliisin kenttäohjelmaan, jolloin se löytäisi tarkan paikan suoraan.

Tehdessämme ortomosaiikkia, huomasimme muutaman mielenkiintoisen seikan. Kuvia jotka oli otettu kohdetta kohden vinosti, ei voitu käyttää ortomosaiikissamme. Tämä johtui siitä, että eri perspektiivistä otetuista kuvista ohjelma ei löytänyt yhtäläisyyksiä ja niiden liittäminen yhteen olisi ollut ongelmallista. Myös eri lentokorkeudesta otetut kuvat olivat vaikeita liittää yhdeksi kuvaksi. Tämä taas johtui siitä, että ylempänä otetuissa kuvissa esimerkiksi kivi näytti pienemmältä kuin alempana otetuissa. Tällöin tietokoneohjelma ei pystynyt yhdistämään kuvia, koska ei tunnistanut kiviä samaksi kohteeksi. Vinoja kuvia ja eri lentokorkeudesta otettuja kuvia voidaan käyttää, jos käytössä olisi tehokkaampi tietokoneohjelma. Jos halutaan tehdä esimerkiksi 3D mallinnus kohteesta, vinosti otetut kuvat ja eri korkeudesta otetut kuvat ovat hyviä. Valmiiseen ortomosaiikkiin lisättiin vielä samat informaatiot, kuin aiemmissa luonnoksissa. Informaation lisääminen sujui helposti Photoshopilla, mutta saman olisi voinut tehdä myös esimerkiksi Paintilla. Informaation lisäämiseen kului noin kymmenen minuuttia. Kuvaan merkattiin kaikki mitatut mitat ja niiden tulokset. Lopullinen versio ortomosaiikista näkyy kuvassa 9.



Kuva 6. Kuvankaappaus Hugin ohjelmasta. (kuva: Mika Ruhtinas)



Kuva 7. Kuvankaappaus Hugin ohjelmasta. (kuva: Mika Ruhtinas)



Kuva 8. Valmis, mitat sisältävä luonnos. (Mika ja Aki Ruhtinas)

7 TULOSTEN ARVIOINTI

Mitat sisältävän luonnoksen tekemisen helppous ja nopeus vaikuttavat suuresti siihen, miten hyväksi menetelmä todetaan käytännön elämässä. Jos menetelmä vaatii liikaa aikaa ja liian paljon tietotaitoa, ei poliisipartio rupea sitä tekemään niin useasti. Sen olisi siis oltava mahdollisimman nopea ja helppo tehdä. Menetelmän helppotekoisuuden lisäksi arvioin, kuinka hyvin informaatio välittyy luonnosta katsovalle ja kuinka oikeellinen se on. Luonnoksen täytyy olla selkeä ja helppolukuinen, jotta tutkija pystyy ymmärtämään tapahtumien kulun ja oleellisen informaation. Oikeellisuudella tarkoitan, kuinka hyvin luonnoksessa on mitat säilyneet. Omasta lavastetusta liikenneonnettomuudesta sain tuotokseksi kolme erilaista mitat sisältävää luonnosta, kolmella erilaisella menetelmällä.

Ensimmäinen menetelmä oli selkälinjamittausta apuna käyttäen käsin tehty luonnos. Luonnos oli tehty nykyisten lainvoimaisten ohjeiden mukaan ja se oli suoritettu siten, kuten Poliisiammattikorkeakoulussa mitat sisältävä luonnos opetetaan tekemään. Toinen menetelmä oli luonnos, joka oli tehty yhdestä ilmakuvasta. Ilmakuva oli otettu dronella ja saatu kuva oli tulostettu tulostimesta, jonka jälkeen kuvaan oli lisätty haluttu informaatio. Kolmas menetelmä oli ortomosaiikkina tehty luonnos, eli useasta eri ilmakuvasta yhteenliittämällä ja oikeaisemalla tehty panoraama. Tämä luonnos oli tehty tietokoneohjelmalla ja siihen oli lisätty myös haluttu informaatio tietokoneella.

7.1 Luonnosten tekemisen arviointi

Ensimmäisessä menetelmässä luonnos tehtiin käsin. En ole mielestäni hyvä piirtäjä, joten luonnoksen tekemiseen meni aikaa. Jouduin käyttämään apuna Dronella otettuja ilmakuvia, jotta pystyin hahmottamaan, miten tapahtumapaikka näkyy ilmasta käsin. Tein luonnoksen kotona rauhassa, ja siihen kului aikaa noin 10-15 minuuttia. Luonnoksen mittasuhteet oli vaikea saada kohdalleen ja jouduin muutaman kerran kumittamaan luonnoksen, koska mittasuhteet olivat aivan pielessä. Mielestäni luonnoksen tekeminen käsin on vaikeaa ja vaatii hyvää piirtämis- ja hahmotuskykyä, jotta siitä tulee mahdollisimman hyvä. Vaikka tein luonnoksen kotona ilmakuvaa apuna käyttäen, siitä tuli silti suhteellisen sekava. Varsinkin kun selkälinjamittauksessa käytetyt pisteet upotettiin kuvaan, siitä tuli vielä sekavampi. Ensimmäisen luonnoksen kohdalla tehtiin siis selkälinjamittaus. Selkälinjamittaus oli mielestäni suhteellisen haastavaa tehdä. Ensimmäinen haaste oli löytää kaksi kiinteää pistettä. Hyviä kiinteitä pisteitä ei tapahtumapaikalta kuitenkaan löytynyt, joten jouduin laittamaan

nollapisteen puuksi ja päätepisteeksi liikennemerkkin. Nämä pisteet eivät olleet aivan vaatimusten mukaisia, mutta koska parempaa ei ollut tarjolla niin jouduin tyytymään siihen. Jos tapahtumapaikka on peltoaukea, eikä kiinteää pistettä yksinkertaisesti ole, tulee selkälinjamittauksesta todella vaikeaa.

Toinen haastava asia menetelmässä oli, mittojen kanssa toiminen. Mittaukseen tarvittiin kaksi henkilöä ja kaksi mittaa. Selkälinjana kulkeva mitta täytyi olla mahdollisimman suorana, mutta se oli haastavaa. Mitatessa toisella mitalla selkälinjana ollut mitta pääsi liikkumaan, tällöin mittavirhettä tuli joka mittauksella useita senttejä. Toinen haastava asia oli 90 asteen kulman määrittäminen. Vaikka määrittämisessä käytettiin apuna muistivihkoa, jonka kulma oli 90 astetta, oli se silti haastavaa. Kahdella mitalla, jotka kummatkin pyrkivät liikkumaan on vaikeaa saada suoraa kulmaa. Mittojen ylös laittamisessa piti olla tarkkana, että laittoi tulokset oikeiden arvojen kohdalle. Kyseisellä paikalla ei liikkunut mittausten aikaan ketään ihmistä, tai muuta liikennettä, mutta jos olisi liikkunut niin mittauksesta olisi tullut haastavampaa. Haasteellisuutta olisi lisännyt entisestään, jos mitattava kohde olisi ollut laajempi.

Nyt aikaa kului mittaukseen yhteensä 25 minuuttia, mutta jos kohde olisi ollut yhtään suurempi, olisi aikaa käytetty huomattavasti enemmän. 25 minuuttiin ei ollut sisällytetty aikaa, joka kului luonnospirroksen tekemiseen valmiiksi kotona. Uskon, että suurien liikenneonnettomuuksien kohdalla selkälinjamittaukseen voi helposti kulua useampi tunti. Ja kuten sanoin, kyseinen mittaustapa sitoo kaksi ihmistä ja heidän keskittymisensä täytyy olla koko ajan mittauksessa. Tämä taas aiheuttaa sen, että jos paikalla on muuta liikennettä, ei mitausta tekevät henkilöt pysty huomioimaan liikennettä kunnolla, mikä voi aiheuttaa lisää vaaratilanteita.

Hyviä puolia mittauksessa on sen vakaus. Kyseinen mittaus voidaan suorittaa sääolosuhteista riippumatta, ja se ei vaadi muuta kuin kaksi mittaa, kaksi ihmistä, kynän ja luonnospirrosvihon. Jos nämä asiat ovat partiolla mukana, he voivat suorittaa sen ilman lisäresursseja. Toki, jos paikalla täytyy ohjata liikennettä, niin paikalle joudutaan kutsumaan lisää partioita. Yksi tämän menetelmän hyvistä puolista on se, että kun selkälinjamittaus ja luonnospirroksen tekeminen on kolaripaikalla valmis, ei sitä tarvitse enää muokata mitenkään. Se on sen jälkeen valmis laitettavaksi tutkijalle.

Toisen ja kolmannen luonnoksen tekemisen kohdalla alkutoimet olivat samanlaiset. Eli kumpaakin mittausta varten lennätettiin dronea ja otettiin kuvat. Dronen lämpiämiseen kesti muutamia minuutteja, mutta sen jälkeen se oli valmis nousemaan ilmaan. Kuvaukset oli helppo tehdä, eikä dronen ohjaamiseen tai kuvaamiseen tarvittu kuin yksi ihminen. Drone otti kuvat nopeasti, eikä sen asettaminen kohtisuoraa tapahtumapaikan ylle ollut kovinkaan haastavaa. Myös ortomosaiikkia varten otetut kuvat olivat nopeasti otetut. Kuvauksiin meni yhteensä 8 minuuttia, jonka jälkeen drone laskettiin alas, pakattiin ja oltiin valmiita lähtemään paikalta pois. Kuvauksia varten täytyi ainoastaan laittaa viidenmetrin mitta-asteikko kuvattun kohteen viereen, ja kaksi muuta mitta-asteikkoa kohteen molemmille puolille. Näiden mitta-asteikon tekemiseen kului noin 7 minuuttia.

Ilmakuvauksissa hyvää oli se, että se sitoi vain yhden ihmisen, jolloin toiselle jäi aikaa muuhun toimintaan. Toinen olisi voinut samaan aikaan kuvata tapahtumapaikkaa normaalilla kameralla, Poliisihallituksen ohjeen POL-2016-9316 mukaisesti. Huonoa dronella kuvaamisessa on se, että se on riippuvainen sääolosuhteista. Kovassa tuulessa sen lennättäminen ei onnistu, kuten ei onnistu kovan lumipyryn tai pakkasen aikana. Jos onnettomuus on tapahtunut metsän keskellä, paikka voi olla niin metsän siimeksessä, että dronella voi olla vaikea saada kuvattua hyviä kuvia. Myös pimeys aiheuttaa haasteita. Nykyään dronen kamerat ovat kuitenkin niin tehokkaita, että ne pystyvät kuvaamaan myös pimeässä. Jos kohdetta valaistaan taskulampuilla tai autonvaloilla, niin kohde valaistuu sen verran, että kuvaaminen on mahdollista myös pimeässä.

Kun kuvaukset oli suoritettu, ilmakuvaa täytyy muokata, jotta siitä tulisi mitat sisältävä luonnos. Toisen menetelmän kohdalla työstäminen oli helppoa. Kuvat oli otettu dronesta talteen muistitikulla, jonka liitin omalle koneelleni. Tämän jälkeen valitsin oikean kuvan, ja tulostin sen, jonka jälkeen piirsin ilmakuvan päälle tarvittavat informaatiot. Tämä oli helppoa ja luonnoksesta tuli mielestäni selkeä ja helppolukuinen. Hyvänä puolena oli, että tämän luonnoksen pystyi tekemään sisällä rauhassa, jolloin ei tarvinnut kiirehtiä, vaan pystyi miettimään rauhassa asioita. Omalla koneellani näkynyt Google Mapsin kartta tapahtumapaikasta oli myös hyvä apu, koska siitä näin tien nimet ja tarkan tapahtumapaikan, eikä sitä tarvinnut itse yrittää muistella.

Kolmannen menetelmän kohdalla kuvien muokkaaminen oli hankalampaa. Ortomosaiikin tekeminen osoittautui haastavaksi, varsinkin kun osa kuvista oli otettu vinosti eikä niitä voitu hyödyntää. Paremmalla ohjelmalla ja rutiinilla ortomosaiikin tekeminen olisi sujunut

nopeammin, mutta nyt siihen kului aikaa noin 25 minuuttia. Ohjelma ei ollut helppo käyttää, enkä olisi osannut tehdä ortomosaiikkia ilman Aki Ruhtinaan neuvoja. Tietokoneohjelmalla Poliisihallituksen ohjeen POL-2016-9316 halutut informaatiot oli helppo lisätä, eikä siihen kulunut aikaa kuin 5 minuuttia. Sen pystyi suorittamaan ilman lisäneuvoja. Ortomosaiikin haittana koen sen tekemisen vaikeuden. Kuvaaja joutuu dronella ottamaan enemmän kuvia ja keskittymään kuvaamiseen enemmän. Lentokorkeuden täytyy olla vakio, joten dronen lennättäjä joutuu miettimään jo kuvausvaiheessa, mikä lentokorkeus on paras mahdollinen. Toisessa menetelmässä lentokorkeuden voi valita myöhemmässä vaiheessa.

Kuvien yhteenliittäminen ja ortomosaiikin tekeminen on suhteellisen vaikeaa ja siihen täytyy perehtyä, ennen kuin sen pystyy toteuttamaan. Koen kuitenkin, että ortomosaiikin tekeminen olisi hyödyllistä suurissa liikenneonnettomuuksissa, jossa kuvattava kohde olisi laaja. Isoista liikenneonnettomuuksista esimerkiksi ketjukolarista, on todella haasteellista suorittaa selkälinjamittausta. Myös yhdellä ilmakuvalla on vaikea kuvata tapahtumapaikkaa tarkasti, koska yhden ilmakuvan joutuisi ottamaan todella korkealta. Tällöin panoraaman omainen ortomosaiikki on todella hyvä työväline. Se näyttää tapahtumapaikan autenttisesti ilman vääristymiä. Jos näin suuresta kolarista on kyse, ei lisätyön tekeminen tietokoneohjelmalla ole rasite tai ajanhukkaa.

7.2 Luonnosten onnistuminen ulkonäöllisesti

Kuinka onnistunut mitat sisältävistä luonnoksista sitten tuli? Arvioin tuotoksia sen mukaan, miltä ne vaikuttivat ulospäin, kuinka helppolukuisia ne olivat ja kuinka hyvin niistä välittyi tapahtumien kulku.

Ensimmäisellä menetelmällä tehty mitat sisältävä luonnos oli siis tehty käsin piirtämällä. Luonnos ei ollut mittakaavassa, mutta siinä oli tarpeelliset mitat merkitty ylös, luonnoksen alareunaan. Luonnos oli mielestäni suhteellisen selkeä, vaikkakin siinä oli paljon informaatiota. Selkälinjamittauksessa käytetyt pisteet häiritsivät kuvaa, tekemällä siitä sekavamman ja raskaslukuisemman. Kuvaa tarkasteltaessa oli vaikea katsoa, mikä mitta oli otettu mistäkin. Mielestäni luonnoksesta välittyi kuitenkin tarpeellinen informaatio, vaikkakin luonnoksen perusteella olisi ollut todella vaikea tehdä myöhemmin mittakaavapiirrosta. Jos piirtäjä olisi ollut parempi, kuvasta olisi tullut selkeämpi. Luonnoksen ulkonäöllinen onnistuminen riippuu paljon siitä, kuinka hyvä piirtäjä on kyseessä. Piirtäjällä täytyy olla myös hyvä avaruudellinen hahmotuskyky, jotta hän pystyy piirtämään tapahtumat lintuperspektiivistä.

Itselläni piirtäminen ei ole kuulunut vahvuuksiin, mutta nyt tein luonnoksen kotona rauhassa, jolloin minulla oli aikaa työstää luonnosta. Jos olisin tehnyt luonnoksen kovassa kiireessä olisi siitä tullut vieläkin sekavampi.

Mielestäni tämän menetelmän onnistuminen riippuu liikaa siitä, kuinka hyvä olet kuvaamataidossa. Ilman hyvää piirustustaitoa kuvasta on vaikea saada selvää, eikä tutkija pysty hyödyntämään sitä parhaimmalla mahdollisella tavalla. Teiden ja autojen koot eivät täsmänneet toistensa kanssa ja liikennemerkin paikkakin oli vaikea asettaa tarkasti omalle paikalleen. Mittasuhteet näyttivät luonnoksessa olevan pahasti pielessä.

Toisen menetelmän kohdalla mitat sisältävä luonnos oli tehty ilmakuvan päälle. Mielestäni luonnos oli selkä ja siitä erotti kaiken tarvittavan informaation. Autojen koot suhteessa tien olivat oikeassa, ja kuvasta hahmottui hyvin, mitä tilanteessa oli tapahtunut. Luonnoksessa ei ollut liikaa merkintöjä, vaan se oli selkeä ja helppolukuinen. Itse en keksinyt luonnoksesta juuri mitään moitteita sanaa. Mielestäni se oli todella hyvä ja käyttökelpoinen luonnos, jonka pohjalta uskoisin olevan helppo tehdä mittakaavapiirros. Myös kolmannella menetelmällä tehty luonnos oli selkeä. Se oli mielestäni käytännössä samanlainen, kuin toisella menetelmällä tuotettu luonnos, mutta se kuvasi tapahtumapaikkaa vain suuremmalta alueelta, vaikka tässä kohtaa se ei ollut välttämättä tarpeellista. Kolmannella menetelmällä tuotettu tuotos oli mielestäni selkein ja helppolukuisin. Se oli kattava otos tapahtuneesta ja mittasuhteet näyttivät pitävän hyvin paikkaansa. Tästä luonnoksesta välittyi parhaiten, mitä tapahtumapaikalla on käynyt, koska tietokoneohjelmalla tehdyt merkinnät olivat silmiinpistäviä ja todella selkeitä.

7.3 Luonnosten mittasuhteiden oikeellisuus

Selvin asia, millä pystytään mittaamaan mitat sisältävän luonnoksen onnistumista, on se kuinka oikeellisia luonnoksen mitat ovat. Mittoja voidaan tarkastella monella eri tavalla, mutta itse olen päättänyt tarkistaa mittojen oikeellisuuden tarkastelemalla kolmea eri kohdetta. Tarkasteltavat kohteet ovat kolarissa osallisena olleet autot ja ”Ruhtinaanraitin” leveys. Vertailen siis mitä mittoja kohteet ovat saaneet eri luonnoksissa ja mitkä niiden todelliset mitat ovat. Kolarissa oli mukana Ford Mondeo ja Skoda Octavia. Ford Mondeon rekisteriotteen mukaan, sen kokonaispituus on 4870mm ja leveys 1852mm. Näiden arvojen perusteella voidaan laskea auton halkaisijan mitta Pythagoraan lauseella $A^2+B^2=C^2$, jolloin saadaan tulokseksi pyöristettynä 5200mm. Skoda Octavian kokonaispituus on taas 4785mm

ja leveys 1814cm. Käyttämällä edellä mainittua laskukaavaa auton halkaisijaksi saadaan pyöristettynä tulos 5100mm. Tien leveys mitattiin selkälinjamittauksessa mittanauhalla ja sen tulokseksi saatiin 8000mm. Nyt tiedämme siis näiden kolmen kohteen tarkat mitat, joten voimme tarkastella, minkälaisia mittoja saamme kohteista eri luonnoksissa.

Koska tapahtumapaikka on suhteellisen iso, en tarkastele tapahtumapaikkaa senttien tarkkuudella. Virhearvoa tulee kuitenkin tämänkin kokoisessa luonnoksessa olemaan useita senttejä, joten tarkastelen luonnoksen mittoja 10cm tarkkuudella.

Selkälinjamenetelmä

Ensimmäisenä tarkastellaan selkälinjamittausmenetelmällä tuotettua luonnosta. Selkälinjamittauksessa ”Ruhtinaanraitin” leveydeksi saatiin 8m. Tätä voidaan pitää suhteellisen oikeellisena, koska se mitattiin tarkasti yhdellä mittanauhalla, jolloin mittausmenetelmästä ei itsessään tule virhettä, mutta tien reunan määrittämisestä virhettä voi tulla kymmeniäkin senttejä. Sen jälkeen tarkastellaan autojen mittoja. Autojen halkaisijan mitat voidaan laskea selkälinjasta saatujen mittojen perusteella, kun käytetään apuna Pythagoraan lausetta. Tiedämme kummankin auton vasemman etukulman pisteen C ja oikean takakulman pisteen D, ja niiden kohtisuorat mitat suhteessa selkälinjaan. Kun vähennämme pisteen A mitasta pisteen B mitta, laskun tulos on auton halkaisijan kateetti. Toinen kateetti on selkälinjalla olevan C erotus D:n mitta-arvosta. Nyt olemme saaneet kaksi kateettia eli Pythagoran lausekkeen arvot A ja B, kun arvo C on auton halkaisijan hypotenuusa. Kun mittatulokset asetetaan lakentakaavaan, saadaan C:n eli auton halkaisijan arvoksi 4300mm. Samalla tavalla lasketuna toisen auton halkaisijaksi saadaan 4200mm.

Näistä tuloksista voi huomata, että selkälinjamittauksella tuotetut mitat eivät ole kovinkaan luotettavia. Vaikka tarkastelisimmekin saatuja tuloksia vain kymmenen sentin tarkkuudella, on mittavirhettä kuitenkin huomattavasti. Mondeon halkaisijan kohdalla halkaisijoiden ero oli 1100mm ja Octavian kohdalla sama ero oli 1000mm. Mittaerot ovat seliteltävissä käsin mittauksen epätarkkuudella sekä mittauskohdalla. Selkälinja tehdään asettelemalla mitta kahden pisteen välille ja vetämällä tämä suhteellisen kireälle. Maan muotojen ja korkeuserojen takia mitta ei voinut olla kuitenkaan aivan suorassa, joten siitä syntyi mittavirhettä. Mittavirhettä syntyy myös, kun yritetään asettaa kaksi mitta kohtisuoraan kulmaan. 90 asteen kulma on vaikea määrittää, vaikka määrittämisessä käytettäisiinkin apuna luonnosvihkoa.

Mittaus on hetkistä ja riippuen olosuhteista, se voi olla myös todella haasteellista. Nyt olosuhteet olivat hyviä, mutta tienpinta ja korkeuserot aiheuttivat mittojen heiluntaa.

Myös mittauskohdista löytyy selitystä eroihin. Auton ulointa kohtaa on yllättävän vaikea määrittää sentin tarkkuudella paikan päällä mitatessa. Auton keula on usein pyöreä ja selvää kulmaa ei ole. Tien leveyttä mitatessa heittoa ei kuitenkaan tule, koska lukuarvo voidaan saada yhtä mittaa apuna käyttäen. Tällöin mittausta voidaan pitää tarkkana. Toki mittaukseen vaikutti myös se, ettei selkälinjaa tehneet henkilöt olleet käyttäneet menetelmää kuin kerran aikaisemmin. Tällöin kokemusta tämän tekemisestä ei ole, jolloin epävarmuudesta ja kokemattomuudesta voi aiheutua hiukan mittavirhettä. Toisaalta nykyään on harvassa ne poliisimiehet, jotka tekevät selkälinjamittausta useammin kuin kerran vuodessa. Jos tämän luonnoksen perusteella aiotaan tehdä mittakaava piirros, ei sen luotettavuuteen voi mielestäni luottaa, koska mittavirhettä on tullut liikaa.

Yhden ilmakuvan menetelmä

Seuraavaksi tarkastellaan toista menetelmää, jossa mitat sisältävä luonnos tehtiin yhden ilmakuvan perusteella. Tässä menetelmässä, ilmakuvasa oli nähtävissä tarkasti mitattu viiden metrin mitta-asteikko. Kun tulostetusta ilmakuvasa mitattiin viivoittimella mitta-asteikon mitta, saatiin sen arvoksi 24,0mm. Täten voidaankin todeta, että 24,0mm ilmakuvasa vastaa todellisuudessa 5000mm. Tällöin voidaan laskea $5000:24=208.3$, joka tarkoittaa sitä, että kun kerrotaan jonkun kohteen lukuarvo 208.3:llä, saadaan kohteen oikea mittasuhte selville. Perusviivoittimella ei voida mitata kuin millien tarkkuudella. Kuvassa yksi millimetri vastaa todellisuudessa noin 208.3mm eli noin 20cm. Näin ollen 20cm on käytännössä maksimi mittausvirhe, joka tulee tarkasteltaessa ilmakuvasa. Todellisuudessa mittausvirhe on pienempi, koska viivoittimella saatu lukuarvo katsotaan aina lähimmän millimetrin mukaan, jolloin todellisena mittausvirheenä voidaan pitää 10cm.

Mondeon auton kokonaispituus oli 24mm ja leveys 9mm ilmakuvan perusteella, silloin auton todelliset mitat saadaan, kun kerrotaan mitat lukuarvolla 208.3. Autojen mitoiksi saatiin tällä laskukaavalla 5000mm ja 1900mm. Auton halkaisija lasketaan taas Pythagoran lausekkeella, jolloin auton halkaisijaksi saadaan 5300mm. Toisen auton mitat olivat 23x8mm ja muutettuna oikeiksi mitoiksi auton mitoiksi saadaan 4800x1700mm ja halkaisijaksi saadaan pyöristetty lukuarvo 5100mm. Tien leveys oli luonnoksessa 38mm, jolloin tien todelliseksi mitaksi saatiin noin 8m. Tien leveydestä on vaikea todeta mitään, koska tienreunojen

määrittäminen on niin vaikeaa. Tarkkaa tienreunaa ei oikein pysty kuvasta näkemään. Nyt kuitenkin luonnoksesta saatu mittaustulos vastasi oikeaa, joten tämänkin osalta tulos näyttää lupaavalta.

Kun tarkastelemme toisella menetelmästä saatuja mittoja, voidaan todeta, että mitat pysyvät aika hyvin mittavirheiden sisällä. Ensimmäisen auton halkaisijan kohdalla luonnoksesta saadun halkaisijan ero oli todelliseen halkaisijaan 100mm ja toisen auton kohdalla luonnoksesta saatu halkaisijan mitta oli sama kuin rekisteriotteesta saatu mitta. Näiden saatujen tulosten perusteella voidaan todeta, että luonnoksessa ei ollut mittavirhettä juuri laisinkaan. Tai jos oli, niin se mahtui sallitun mittavirheen sisälle. Mittavirheitä voi tulla kuvasta, koska mittaus suoritetaan tavallisella viivoittimella. Tällä tavalla mitattuna mittausvirhe oli maksimissaan 20cm, mutta käytännössä se on noin 10cm.

Mittausvirhettä voi tulla myös, kun valitaan mistä paikasta mittaus suoritetaan. Välillä on vaikea katsoa ilmakuvan perusteella, missä kohtaa esimerkiksi tien reuna menee. Silloin mitaus tehdään vääristä paikoista. Ilmakuvassa tapahtunut vääristymä, voidaan mitata kahdella viiden metrin tarkistusmitta-asteikolla. Ne ovat kuvatus kohteen sivuilla, joka tarkoittaa sitä, että jos kuvaa tarkasteltaessa mitta-asteikkojen mitat ovat eri kuin viisi metriä, vääristymää on päässyt syntymään. Molempien arvoksi saatiin ilmakuvan perusteella 24mm eli 5m, kun muutetaan se oikeaan mittasuhteeseen. Tämä tarkoittaa sitä, että kuva ei ole vääristynyt niin paljon, että sitä pystyttäisiin huomaamaan tällä menetelmällä. Eli vääristymää ei ole kuvassa, tai jos sitä on, niin se on alle 20cm. Koska näiden tulosten perusteella voidaan todeta, että kuvasta ei voitu nähdä vääristymää ja mittavirhe on enimmillään 20cm, luonnoksen perusteella tehtävää mittakaavapiirrosta voidaan pitää mielestäni oikeellisena.

Ortomosaiikki menetelmä

Kolmas menetelmä oli ortomosaiikilla tehty mitat sisältävä luonnos. Tässä menetelmässä mittaus suoritettiin Hugin tietokoneohjelmalla. Ortomosaiikki avattiin ohjelmalla ja sitä alettiin tarkastelemaan. Mosaiikista nähtävä kohteen vieressä oleva mitta-asteikko mitattiin ja sen tulokseksi asetettiin 5m. Tämän jälkeen ohjelma laski automaattisesti haluttuja mittoja ja kertoi ne oikeassa mittasuhteessa. Ohjelmalla mitatut tulokset kerrottiin senttien tarkkuudella, joten menetelmässä mittausvirhettä oli maksimissaan sentti. Tämän menetelmän avulla Mondeon mitoiksi saatiin 4860x1890mm ja Octavian mitoiksi 4700x1.760mm, jolloin Pythagoran lauseella mitattuna Mondeon halkaisijaksi saatiin 5200mm ja Octavian

halkaisijaksi saatiin 5000mm. Tien leveyden määrittäminen oli hankalaa, koska tien reunoja oli vaikea havainnoida. Ruhtinaanraitin leveydeksi saatiin kuitenkin 8200mm. Vääristymä voitiin katsoa samalla tavalla kuin edellisen menetelmän kohdalla, eli hyödyntämällä kahta kohteen eri puolilla olevaa mitta-asteikkoa. Toisen mitaksi saatiin 5040mm ja toisen 5180mm. Tämä tarkoittaa sitä, että ensimmäisen mitta-asteikon kohdalla ei ollut havaittavissa vääristymää, mutta toisen mitta-asteikon mukaan vääristymää olisi päässyt syntymään 180mm eli 18cm.

Kun tarkastelemme kolmannella menetelmällä saatuja tuloksia, voidaan nähdä, että tulokset ovat suhteellisen oikeellisia. Mondeon mitta vastasi rekisteriotteen mittaa ja Octavian mitta erosi 100mm eli noin 10cm. Niin kuin aiemmin totesin, itse mittauksessa ei pitäisi tapahtua mittavirhettä. Mittaus tapahtuu senttien tarkkuudella, käyttäen hyödyksi samaa käsin asetettua lukuarvoa. Mittausvirhe voi tapahtua ainoastaan, kun annetaan alkuperäinen lukuarvo eli kun mitataan viiden metrin mitta-asteikkoa. Jos tässä mittaus ei ole tarkka, niin mittavirhe siirtyy kaikkiin muihinkin mittauksiin. Mittauksen tarkkuus riippuu siitä, kuinka paljon kuvassa on vääristymää ja kuinka hyvin mittauspaikka osuu kohdalleen. Niin kuin aiemmissa menetelmissä, myös tässä mittavirhettä voi tulla mittauspaikan valinnassa. Oikean mittauspaikan sijainti on vaikeaa määrittää tarkasti, jolloin virhettä voi esiintyä jopa useita kymmeniä senttejä.

Vääristymää kuvassa oli 170mm, ainakin, jos uskoo viiden metrin tarkistusmitta-asteikkoja. Toinen mitta-asteikko, jossa ei ollut vääristymää, sijaitsi alempana kuin toinen mitta-asteikko. Tästäkin syystä vääristymää on voinut syntyä. Toisaalta ortomosaiikissa vääristymää ei pitäisi syntyä ollenkaan, koska kuva on oikaistu ortogonaaliprojektioon. Tästä syystä on erikoista, jos 170mm on tullut pelkän vääristymän ansiosta. Mittavirhettä voi olla tullut myös siitä, että mittauspaikka on ollut väärä. Punaisella spraymaalilla maalattu viiva on noin viisi senttiä paksu, joka aiheuttaa sen, että on vaikea nähdä sentilleen oikea paikka mittauspisteille. Vaikka vääristymää olisikin syntynyt 17cm, niin ei se mielestäni ole liikaa. Uskon kuitenkin, ettei vääristymää ole ollut juurikaan havaittavissa, vaan virhe on tullut mittauspaikan valinnassa. Tien leveydestä saaduista mitoista ei voi päätellä, onko sen mitat oikeellisia, koska tien reunojen määrittäminen oli niin haastavaa. Kaikki mitat olivat 20cm sisällä oikeista mitoista, joten ortomosaiikin mittauksella saatuja arvoja voidaan pitää mielestäni riittävän tarkkoina. Mielestäni menetelmä oli hyvä ja tämän pohjalta tehtävää mittakaava-
piirrosta voidaan pitää oikeellisenä.

7.4 Tutkimuksessa ilmenneet ongelmat

Opinnäytetyön tavoite on mielestäni saavutettu. Sen perusteella voitiin vertailla menetelmiä tasapuolisesti etsien jokaisesta heikkouksia ja vahvuuksia. Tulokset olivat mielestäni hyviä, ja onnistuin mielestäni näyttämään hyvin luonnosten eroavaisuudet.

Tutkimuksessani oli kuitenkin yksi ongelma. Se oli todella suppea. Minulla ei ollut laajaa otantaa, tein työni vain kolmen esimerkin avulla. Tein tulosarviot myös yksin, jolloin työssä näkyi pelkästään oma kantani, eikä muiden ihmisten mielipiteitä. Vaikka yritinkin arvioida menetelmiä ja luonnoksia mahdollisimman tasapuolisesti, näkyi tulosten arvioinnissani hiukan omat mielipiteeni ja ennakko-olettamukseni. Työ olisi ollut luotettavampi ja parempi, jos olisin ottanut muitakin henkilöitä mukaan tutkimukseeni. Jos esimerkiksi minun lisäkseni kolme muutakin henkilöä olisi tehnyt samat kolme, mitat sisältävää luonnosta ja arvioinut ne lopuksi, olisi työssä näkynyt ehkä myös eriäviä pohdintoja. Minulla ei ollut kuitenkaan resursseja tämän tyyppisen työn suorittamiseen.

Parhaassa tapauksessa joku seuraavien kurssien opiskelijoista tekee samanlaisen työn kuin minä, ja vertailee saamiaan tuloksia minun tuloksiini. Tämä olisi ihannetilanne, joka mahdollistaisi sen, että myös minun työni olisi täten luotettavampi.

8 LOPPUPÄÄTELMÄT

Lopputuotoksena sain opinnäytetyössäni aikaan siis kolme erilaista mitat sisältävää luonnosta, jotka olivat luotu kolmella erilaisella menetelmällä. Tulosten arvioinnissa arvostelin tuotoksia kolmesta eri näkökulmasta. Ensimmäisessä näkökulmassa tarkastelin, kuinka helppoa oli tehdä kyseistä luonnosta ja paljonko aikaa ja perehtyneisyyttä työn tekeminen vaati. Toisena näkökulmana oli tuotoksen esteettisyys ja kuinka helposti haluttu informaatio oli näkyvissä luonnoksesta. Kolmas tarkasteltava asia oli se, miten hyvin luonnoksessa olevat mitat vastaavat oikeita mittasuhteita, eli onko tapahtunut vääristymää tai mittavirheitä.

Mielestäni luonnosten arvioinnissa oli nähtävissä selvästi se, että kaikissa luonnoksissa oli ongelmia, joten täydellistä tapaa tehdä mitat sisältävää luonnosta en löytänyt. Kun tarkastelimme ensin selkälinjauksella tuotettua luonnosta, voidaan todeta siinä olleen suurimmat ongelmat. Luonnoksen teko oli vaikeaa ja aikaa vievää, ja sen tekeminen olisi vaikeutunut huomattavasti, jos tapahtumapaikka olisi ollut suurempi tai vaikeampi. Itse luonnos oli epäselvä ja vaikea lukuinen, eivätkä luonnoksesta saadut mitat vastanneet oikeita mittoja. Toisaalta tämän luonnoksen tekemisessä oli hyvääkin. Kun mittaukset ja luonnos oli suoritettu tapahtumapaikalla, oli se valmis eikä siihen tarvinnut enää tehdä korjauksia. Selkälinjauksittaisen ja luonnoksen piirtämisen voi suorittaa sääolosuhteista riippumatta, jopa peitteisessä ympäristössä.

Selkälinjauksittaisessa ongelmia alkaa toisaalta syntymään, jos selkälinjauksittaisessa käytettäviä kiinteitä pisteitä ei pystytä löytämään maastosta. Mielestäni luonnoksen esteellisyys ja selkeys riippuu liikaa siitä, kuinka hyvä luonnoksen tekijä on piirtämään ja hahmottamaan ympäristöä. Selkälinjauksittaisuus on aikaa vievää, ja kynnyksen sen aloittamiselle on liian suuri. Se sitoo molemmat partion jäsenet työhön, ja se voi pahimmillaan kestää useampia tunteja. Mielestäni menetelmä koetaan liian vaikeaksi ja aikaa vieväksi, mistä syystä poliisit eivät tee nykyään mitat sisältävää luonnosta niin useasti. Sitä ei tehdä enää niin useasti, jotta se osattaisiin tehdä kunnollisesti. Tosi asia on kuitenkin se, vaikka selkälinjauksittaisuus viekin aikaa ja on suhteellisen vaikea tehdä, ei se ole ylitseppäsemätön este kenellekään poliisimiehelle.

Ilmakuvien perusteella tehdyissä mitat sisältävissä luonnoksissa oli myös ongelmaa, mutta erilaisia kuin selkälinjauksittaisella tuotetussa. Niissä alkutoimet, eli kuvaukset oli helppo suorittaa ja ne eivät vieneet paljon aikaa. Vaikka kohde olisi ollut isompi, kohteen

kuvaamiseen olisi kulunut suurin piirtein sama aika. Mutta kun vanhassa menetelmässä ei tarvinnut tehdä mitään lisähommia, uudessa menetelmässä kuvia joutui vielä muokkaamaan. Yhden ilmakuvaan perusteella tehdyssä luonnoksessa kuvan muokkaaminen oli helppoa, koska kuva täytyi vain tulostaa ja sen päälle pystyi piirtämään halutut informaatiot. Kuvasta tuli mielestäni selkeä ja helppolukuinen. Luonnoksen mitat vastasivat todellisia mittoja kiitettävän hyvin, joten koen että siltäkin osin luonnoksen onnistuneen. Muutenkin koen yhden ilmakuvaan menetelmän toimivaksi ja helpoksi tavaksi.

Uskon, että poliisien kynnyksellä tehdä ilmakuvaan perusteella mitat sisältävä luonnos on matalampi, kuin selkälinjalla tehtäessä. Pidän tätä menetelmää parempana, jos vain kuvaukset onnistuvat. Ilmakuvien kuvaamiseen liittyy nimittäin ongelma: kovassa tuulella tai pakkasessa ilmakuvia on vaikea saada, koska dronea ei voi silloin lennättää. Myös paikan liiallinen peitteisyys ja mahdolliset muut olosuhteet voivat vaikuttaa siihen, ettei kuvia onnistuta ottamaan. Jos taas kuvat onnistutaan ottamaan oikeaoppisesti nadiirikuvauksena, tämä menetelmä on mielestäni ehdottomasti helpoin ja kokonaisuutena paras menetelmä.

Tarkin menetelmä on kuitenkin ortomosaiikilla tehty mitat sisältävä luonnos. Ortomosaiikissa muokkaaminen oli hankalampaa ja aikaa vievempää, kuin yhden ilmakuvaan muokkaaminen. Siitä tulee kuitenkin mielestäni paras luonnos lopputuotoksena. Se on myös kaikkein luottavin menetelmä, koska mittauksessa ei pitäisi tapahtua virhettä. Vääristymiä ei pitäisi myöskään olla havaittavissa kuvista. Vaikkakin omassa luonnoksessani kaikki mitat eivät aivan kohdalla olleetkaan, uskon tähän menetelmään silti kaikkein eniten. Koen tämän menetelmän silti liian vaikeaksi ja aikaa vieväksi, jos kolari on ollut pieni ja suurta tutkintaa ei aiota suorittaa. Jos taas kolari on ollut laaja ja vakava, suosittelen tämän menetelmän hyödyntämistä. Tämän menetelmän avulla mittoja voi tarkastella helposti ja mittakaavan säilymiseen voidaan luottaa tarpeeksi.

Opinnäytetyöni tulosten pohjalta katson, että ilmakuvien perusteella tehtävä mitat sisältävä luonnos voi korvata selkälinjamittauksella tuotetun mitat sisältävän luonnoksen. Mielestäni yhdestä ilmakuvaan tehtävä luonnos on paras silloin, kun olosuhteet ovat hyvät ja tutkittava onnettomuus on suhteellisen pieni ja se ei vaadi suurta tutkintaa. Ortomosaiikilla tehtävä mitat sisältävä luonnos on taas paras, kun tutkittava kohde on suuri tai se vaatii tarkkaa tutkintaa ja oikeilla mittasuhteilla on suuri merkitys. Vanha menetelmä, jossa selkälinjamittauksella ja käsin piirtämällä tehdään mitat sisältävä luonnos, on edelleen hyödyllinen menetelmä. Mielestäni tämä menetelmä täytyisi säilyttää, koska se pystytään suorittamaan

ilman teknologiaa kaikissa olosuhteissa riittävällä tarkkuudella. Ehdotankin, että ilmakuvien perusteella tehtävä mitat sisältävä luonnos otettaisiin hyväksytyksi menetelmäksi vanhan menetelmän lisäksi.

LÄHTEET

Atea ESHOP 2019, DJI Phantom 4 Pro - Nelikopteri - USB, Wi-Fi

Luettavissa: https://www.atea.fi/eshop/product/dji-phantom-4-pro/?pro-did=2142688&gclid=CjwKCAjwxt_tBRAXEiwAENY8hVu-hqf8kgYDFX5rD0IChAofrZP9nbi81_9dqyMGnKkFD9iYm9rTAOhoC1dQQA vD_BwE

Luettu 5.11.2019

Balrog/Aerial Imagery/Rectification 2015, Ortomosaiikin tekeminen Hugin ohjelmalla

Luettavissa: https://wiki.openstreetmap.org/wiki/User:Balrog/Aerial_Imagery/Rectification

Luettu 15.10.2019

Dettinger, Jurger ja Lauer, Frank 1995: Kolarijälkien tallentaminen valokuvaamalla, -Mittaukset -Valokuvaus -Tietokoneperusteinen valokuvien tarkastelu. Sisäasianministeriö poliisiosasto, suomentanut Pekka Sulander. Stuttgart Dekra AG

DJI 2019, Phantom 4 Pro Specs

Luettavissa: <https://www.dji.com/fi/phantom-4-pro/info>

Luettu: 25.10.109

Haggren, Henrik 2013: Fotogrammetrian perusteet, Luento 12: Kartoitussovellukset. Aalto Yliopisto

Luettavissa: <https://foto.aalto.fi/opetus/300/luennot/12/12.html#Ortokartoitus>

Luettu: 20.10.2019

Karlsson Åke & Marttala Andres 2001. Projektikirja. Onnistuneen projektin toteuttaminen. Helsinki. Kauppakaari.

Kumpula, Mikko 2013, UAV-lennokin hyödynnettävyys ilmakuvakartan teossa. Rovaniemen ammattikorkeakoulu, Lapin ammattikorkeakoulu

LaFay, Mark 2015: Drones for Dummies a Wiley Brand. New Jersey, Jon Wiley & Sons.

Laurila, Pasi 2008: Kaukokartoituksen perusteet – oppimateriaali. Rovaniemen Ammattikorkeakoulu

Laurila Pasi, 2010: Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet, Rovaniemi Rovaniemen ammattikorkeakoulu

Ojasalo, Moilanen & Ritalahti 2009. Kehittämistyön menetelmät. Uudenlaista osaamista liiketoimintaan. Helsinki, Sanoma Pro OY

Poliisiammattikorkeakoulu 2014: Luonnospirros ja selkälinjaukset, Diasarja. Tampere, Poliisiammattikorkeakoulu

Poliisihallituksen ohje POL-2016-9316, Liikenne- ja turvallisuusohje. Poliisihallinnon intranetti. Sisäinen lähde.

Poliisi Ylijohdon Julkaisusarja 2004, Liikenne-rikostutkinnan kehittäminen. Liikenne-rikostutkinnan kehittämishanke, Työryhmän analyysi ongelmista ja kehittämistarpeista. Sisäasiainministeriö, poliisiosasto.

Robert, Natalie 2019, 9 Best Photo Stitching Software Options 2019

Luettavissa: <https://expertphotography.com/best-photo-stitching-software/>

Luettu: 22.10.2019

Salonen, K. 2013. Näkökulmia tutkimukselliseen ja toiminnalliseen opinnäytetyöhön. Opas opiskelijoille, opettajille ja TKI-henkilöstölle. Puheenvuoroja 72. Turku: Turun ammattikorkeakoulu

Tim Tikkanen, 2017, Teknisen tutkinnan valokuvaus opas, Poliisiammattikorkeakoulun Op-pikirjat 26.