

## **Älykkäät tiedonkeruutavat liikennesuunnittelun apuna Espoossa**

7.6.2018

Ramboll Finland Oy

© Espoon kaupunki 2018

7.6.2018

## Sisällysluettelo

1	Työn lähtökohdat ja tavoitteet .....	2
2	Tutkimuksen rajaus ja menetelmät.....	3
2.1	Tutkimuskohteet .....	3
2.2	Videokuvaamista koskeva lainsäädäntö ja muu ohjeistus .....	3
2.3	Uudet tiedonkeruutavat.....	4
2.4	Tutkimusmenetelmät.....	6
3	Tutkimuksen tulokset .....	9
3.1	Case 1 – älykkäät valaistusjärjestelmät .....	9
3.1.1	Nöykkiönkatu .....	10
3.1.2	Tuomarilantie .....	13
3.2	Case 2 – Kulkureitit metroasemien ympäristössä.....	17
3.2.1	Urheilupuiston metroasema .....	17
3.2.2	Niittykummun metroasema.....	24
3.3	Havainnot tutkimuksista .....	31
4	Yhteenveto ja johtopäätökset.....	32

7.6.2018

## 1 Työn lähtökohdat ja tavoitteet

Espoon katuverkolla tapahtui suuria muutoksia, kun Länsimetro aloitti liikennöinnin syksyllä 2017 ja Länsimetron liityntälinjasto otettiin käyttöön tammikuun alussa 2018. Lisäksi eri puolilla kaupunkia on käynnissä suuria rakennushankkeita ja liikennejärjestelyt ovat jatkuvan muutoksen alla etenkin työmaa-alueilla. Tämä tarkoittaa muutoksia myös oppilaiden koulumatkoilla. Liikenneturvaisuutta katuverkolla on pyritty parantamaan muun muassa uusilla älykkäillä järjestelmillä.

Tämän työn tavoitteena oli tutkia kahta case-kohdetta liikenneturvaisuusnäkökulmasta: *Case 1 – älykkäät valaistusjärjestelmät ja case 2 – koulureitit metroasemien ympäristössä*. Ensimmäisessä kohteessa tavoitteena oli tutkia älykkäiden suojatievalaistusjärjestelmien liikenneturvaisuusvaikutuksia ja laitteiden toimintavarmuutta. Toisessa kohteessa tavoitteena oli tutkia, missä etenkin kävelyreitit muuttuivat metron liikennöinnin alkamisen jälkeen metroasemien kohdalla, ja mitkä ovat uusien reittien suurimmat epäkohdat ja kustannustehokkaimmat parannustoimenpiteet.

Lisäksi työn tavoitteena oli selvittää, tuovatko uudet, älykkäät tiedonkeruutavat uudenlaisia näkemyksiä ja kustannushyötyjä sekä löydetäänkö niiden avulla enemmän tai toisenlaisia ongelmakohteita ja vaaranpaikkoja perinteisiin tiedonkeruu- ja tutkimusmenetelmiin verrattuna. Tässä työssä uusina tiedonkeruumenetelminä käytettiin drone-lennokkeja sekä 360°-kameraa.

Hanke on laadittu Espoon kaupungille ja työ on osittain Liikenteen turvallisuusviraston Trafín rahoittama (Tieliikenteen turvallisuustoiminnan edistämisen valtionavustus). Kaupungilta työhön ovat osallistuneet Johanna Nyberg ja Antti Savolainen. Ramboll Finland Oy:ssä työstä on vastannut projektipäällikkö Erica Roselius. Lisäksi Rambollista työhön ovat osallistuneet Marika Leppäniemi ja Elina Tamminen.

7.6.2018

## 2 Tutkimuksen rajaus ja menetelmät

### 2.1 Tutkimuskohteet

#### Suojateiden valaistusjärjestelmät

Espoon kaupunki asensi älykkäät valaistusjärjestelmät kolmelle suojatielle kaupungin katuverkolla syksyllä 2017. Älykkäällä valaistusjärjestelmällä tarkoitetaan C2 SmartLight Oy:n kehittämää C2 SmartWalk -suojatievaloa. Suojatievalo kirkastuu 20 sekunnin ajaksi, kun jalankulkija on oikeissa ylittää suojatien, joko automaattisesti sensorin avulla tai kun jalankulkija painaa nappia. Kirkastettu valaistus herättää autoilijan huomion ja valaisee suojatien ylittäjän.

Tässä case-tutkimuksessa kerättiin tietoa jalankulkijoiden ja autoilijoiden käyttäytymisestä suojatiellä ennen älykkään valaistuksen asentamista ja valaistuksen asentamisen jälkeen kahdessa kohteessa (Nöykkiönkatu ja Tuomarilan asema). Samalla kerättiin tietoa järjestelmän teknisestä luotettavuudesta.

#### Metroasemat

Länsimetron asemien ympäristössä selvitettiin, missä jalankulkureitit muuttuvat/ovat muuttuneet metron liikennöinnin alkamisen jälkeen, sekä mitkä ovat uusien n suurimmat epäkohdat ja kustannustehokkaimmat parannustoimenpiteet metroasemien ympärillä. Tutkittavat asemat olivat Niittykummun ja Urheilupuiston asemat.

Niittykummun koulun koulureittejä analysoitiin paikkatieto-ohjelmalla, jolla määritettiin oppilaiden käyttämät reitit kotiosoitteen perusteella (käytetyt reitit ja oppilasmäärät reiteillä). Lisäksi liikkumista asemien lähetyvillä tutkittiin lintuperspektiivistä drone-lennokeilla. Lennokeilla pyrittiin selvittämään liikennejärjestelmän mahdollisia ongelmakohteita, kuten mitä reittiä oppilaat oikeasti kulkevat ja syntykö johonkin ruuhkautumista tai konfliktipisteitä oppilaiden ja muun liikenteen kanssa.

### 2.2 Videokuvaamista koskeva lainsäädäntö ja muu ohjeistus

Suomessa kuvaaminen on sallittua kaduilla, teillä, toreilla, metsissä ja muilla vastaavilla yleisillä paikoilla, yleisölle avoimissa julkisissa tiloissa, kuten esimerkiksi virastojen, laitosten, myymälöiden ja ostoskeskusten yleisötiloissa sekä rautatieasemien, lentoasemien ja metroasemien yleisölle avoimissa tiloissa.

Rikoslain salakatselusäännös suojaa laissa määritellyllä alueella oleskelevaa ihmistä teknisellä laitteella tapahtuvalla katselulta tai kuvaamiselta. Kuvattavan lupaa ei tarvita ns. yleisillä paikoilla – muualla lupa pitää yleensä olla. Jos syyllistyy kuvaamiseen ilman tarvittavaa lupaa, on kyseessä rikoslain mukaan salakatselu.

Suomessa on useita ilmailulta kiellettyjä alueita, joihin kuuluu esimerkiksi ydinvoimaloita, öljynjalostamoita ja valtionhallinnolle tärkeitä alueita. Maanpuolustukseen liittyvien harjoitusten, varikkojen tai muun toiminnan kuvaaminen on kiellettyä ilman erillistä lupaa. Lisäksi pysyvien ja tilapäisten rajoitusalueiden sisällä lennättäminen on kiellettyä ilman erillistä lupaa.

Dronet ovat ilman ohjaajaa ilmassa liikkuvia laitteita. Ne voivat olla joko kauko-ohjattuja tai autonomisia, eli niin sanottuja vapaasti lentäviä droneja. Lennokin lennättäminen on ilmailua. Lennokkeihin sovelletaan esimerkiksi ilmailulain 864/2014,159 §:ä, jonka mukaisesti lentoliikenteelle vaaraa

7.6.2018

aiheuttava toiminta tai lentoliikenteen sujuvuutta häiritsevä toiminta on kielletty. Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi on listannut turvalliseen lennättämiseen liittyviä ohjeita:

- Droneen on oltava suora näköyhteys ja sen on oltava koko ajan ohjattavissa.
- Lähempänä kuin 5 km lentoasemasta lennättäminen ei ole sallittua ilman lennonjohdon lupaa.
- Lennätyskorkeuden on oltava alle 150 m. Lentoaseman lähialueella (yli 5 km:n etäisyydellä kiitoteistä) lennätyskorkeus enintään 50 m, suurempi korkeus vain lennonjohdon luvalla.
- Dronen lennättäminen ulos kokoontuneen väkijoukon yläpuolella ei ole sallittua.
- Dronen lennätys ei saa vaarantaa, haitata eikä estää pelastushelikopterin toimintaa.
- Pienten lentokenttien ja helikopteripaikkojen läheisyydessä on oltava erityisen varovainen ja huomioitava mahdolliset paikalliset ohjeet.
- Lennättäminen asutuskeskuksen yllä ei ole sallittua lentoonlähtömassaltaan yli 3 kg:n dronella. Lentoonlähtömassaltaan enintään 3 kg:n dronen lennättäminen asutuskeskuksen yllä on sallittua vain silloin, kun lennättäjä on tutustunut alueeseen, varmistunut laitteen teknisestä kunnosta ja arvioinut, että lennättäminen voidaan suorittaa turvallisesti.
- Lennätykset eivät saa aiheutua vaaraa tai meluhaittaa ulkopuolisille ihmisille ja heidän omaisuudelleen.
- Lennokin on aina väistettävä kaikkia ilma-aluksia.
- Dronesta on käytävä ilmi sen käyttäjän nimi ja yhteystiedot.
- Vastuuvakuutuksen ottaminen on suositeltavaa, sillä kotivakuutukset kattavat yleensä vain laitteen vauriot, jos niitäkään.

### 2.3 Uudet tiedonkeruutavat

Työssä kokeiltiin uusia tiedonkeruutapoja, eli drone-lennokkia ja 360°-kameraa, liikenneturvallisuussuunnittelun lähtötietojen keräämisessä sekä vaikutustutkimuksessa. Työssä selvitettiin case-tutkimuksen avulla tiedonkeruutapojen mahdollisia hyötyjä ja kustannussäästöjä verrattuna perinteisiin menetelmiin. Mahdollisia käyttökohteita ovat esimerkiksi koulureittianalyysit, vaaranpaikkakyselyt ja -kartoitukset sekä maastotutkimukset ja -kokeet. Lisäksi selvitettiin, minkälaista uutta informaatiota uudet tiedonkeruutavat voivat tarjota suunnittelun ja arvioinnin pohjaksi esimerkiksi lin-  
tuperspektiivistä. Vertailu tehtiin asiantuntija-arviona työn aikana saatujen tulosten perusteella.

#### Drone

Kopterikuvauksella saadaan nopeasti tarkka malli kuvausalueesta. Tarpeesta riippuen kuvauksella voidaan tuottaa valokuvia ja videokuvaa sekä esimerkiksi koordinaatteihin sidottua ilmakuvaa (ortokuva) tai pistepilviaineistoa. Dronekuvauksen etuja ja puutteita on listattu seuraavalla sivulla olevassa laatikossa.

7.6.2018

Liikennesuunnittelussa dronella kuvatuista videoista on mahdollista suorittaa tehokkaasti ajoneuvojen liikennelaskentaa isoillakin liittymäalueilla ja kiertoliittymissä. Videokuvan analysointiin on mahdollista käyttää ohjelmistoa, joka luokittelee liikenteen automaattisesti eri ajoneuvoihin, pyöräilijöihin ja kävelijöihin. Liikenneturvallisuustyössä tienkäyttäjien liikennekäyttäytymistä voidaan analysoida myös manuaalisesti videolta.

**Edut**

- + Kuvaus helppoa ja nopea suorittaa
- + Kuvausten tarkkuus on hyvä (jopa 20 Mpix still-kuvat ja videossa 4K-resoluutio)
- + Materiaalit koordinaateissa ja yhteensopivia lähes kaikkien suunnitteluohjelmistojen kanssa

**Puutteet**

- Voimakkaat sähkökentät voivat hankaloittaa lentoja
- Pylväiden kuvautuminen malliin voi olla vajavaista
- Hyvälaatuisten (isokokoisten) videotiedostojen katsominen vaatii tehokkaan tietokoneen
- Heikoissa valaistusolosuhteissa vaikeata erottaa detaljeja videokuvasta (esim. jalankuljoita hämärällä)

Dronella kuvattuja valokuvia ja videoita voidaan hyödyntää esimerkiksi visualisoinnissa, markkinoinnissa ja mainostamisessa, siltojen, piippujen, kattojen tai muiden rakenteiden tarkastuksissa, työmaavalvonnassa, historiatiedon keräämisessä ja dokumentoinnissa, näkemäanalyysseissa ja liikennelaskennoissa. Ortokuvia voidaan käyttää muun muassa asemakuvien teossa, kartoituksessa, yleissuunnittelun lähtöaineistona, pinta-alojen laskennassa, työmaavalvonnassa, historiatiedon keräämisessä ja tulva-alueiden määrittämisessä. Pistepilvet soveltuvat esimerkiksi maanpintamallien ja kaupunkimallien luomiseen, kolmioverkon tekoon, visualisointiin, tilavuus- tai massalaskentaan, työmaavalvontaan, historiatiedon keräämiseen ja tulva-alueiden mallinnukseen.

**360°-kamera**

360°-kameralla voi kuvata 360-asteen valokuvia tai videokuvaa. Nykyiset 360°-kamerat voidaan luokitella karkeasti kolmeen luokkaan: 1) 2D-kuvaa HD-laadulla tuottavat kamerat, 2) 2D-kuvaa 4K-resoluutiolla tuottavat kamerat ja 3) 3D-kuvaa tuottavat kamerat, joiden materiaalin katsomiseen tarvitaan esimerkiksi virtuaalilasit. 360°-kameran etuja ja puutteita on listattu seuraavalla sivulla.

360°-valokuvia ja -videoita voidaan soveltaa erilaisiin käyttötarkoituksiin: inventointiin, markkinointiin, projektiesittelyihin ja suunnitteluun. 360°-valokuvia ja -videoita voidaan hyödyntää esimerkiksi silloin, kun halutaan tehdä näkemäanalyyssejä, luoda ajankohtainen katunäkymä (street view) jostain kohteesta, tehdä virtuaalikierron-esitys (virtual tour) tai dokumentoida kohde ennen- ja jälkeentilanteessa. Virtuaalikierron-esityksiin on mahdollista lisätä kuvien lisäksi kohdekohtaista tietoa esimerkiksi videoiden, linkkien, tiedostojen ja äänien muodossa. Esityksen kaikki tiedot voidaan linkittää tai upottaa suoraan suunnitelmaan (esimerkiksi pdf-tiedosto, jossa on linkit).

7.6.2018

**Edut:**

- + Kuvaaminen on nopeaa
- + Kamera on fyysisesti pieni ja säänkestävä
- + Mahdollistaa kuvaamisen vaikeissa ja ahtaissa kohteissa
- + Mahdollistaa erilaisten kohteiden kuvaamisen niin maasta kuin ilmasta
- + 3D-materiaali on katsottavissa virtuaalilaseilla
- + Kohteiden tarkastelu 360°-kuvista ja -videoista on helppoa ja mahdollistaa uudenlaiset kuvakulmat
- + Kamera on yhteensopiva useisiin kiinnityslaitteisiin

**Puutteet:**

- Herkkä erilaisille kuvaolosuhteille
- Kuvissa esiintyy helposti suuria kontrasteja
- Hämärissä olosuhteissa kuvanlaatu kärsii. Hämärässä still-kuvat voidaan ottaa järjestelmäkameralla ja kuvista koostetaan jälkikäteen 360°-kuvat
  - 360°-videoista tehdyistä 360°- ja still-kuvissa kuvan laatu kärsii
  - Zoomaus on mahdollista virtuaalikierröksessä (virtual tour), mutta laatu riippuu valaistusolosuhteista
  - Vaatii kohteiden lähikuvaamisen, jos halutaan tarkkoja yksityiskohtia

## 2.4 Tutkimusmenetelmät

Älykkäiden valaistusjärjestelmien vaikutuksia selvitettiin tarkkailemalla jalankulkijoiden ja autoilijoiden käyttäytymistä suojatiellä pimeällä ja hämärässä ennen suojatievalaistuksen asentamista ja asentamisen jälkeen. Metroasemien läheisyydessä tarkkailtiin etenkin jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden käyttäytymistä ja käyttämiä reittejä ennen Länsimetron avaamista liikennöinnille ja liikennöinnin aloittamisen jälkeen.

Molemmissa case-tutkimuksissa tiedot kerättiin drone-lennokin avulla, jolloin samalla tutkittiin lennokin mahdollisuuksia liikennekäyttötutkimuksessa (lintuperspektiivi ja hahmotunnistus). Tutkimuksessa hyödynnettiin myös 360°-kameraa, jolla videokuvattiin jalankulkijoiden ja autoilijoiden liikkeitä suojateilla ja metroasemien kohdilla.

Lennokkina käytettiin DJI:n Phantom 4 Pro+ -dronea. Drone on kooltaan noin 35x35x25 cm ja painoltaan alle 1,5 kg akun kanssa. Dronessa on 20 megapikselin kamera ja mahdollisuus 4K-video-kuvaukseen 60 fps nopeudella. Lennokilla voidaan kuvata videokuvaa ja valokuvia paikaltaan tai liikkeessä. Sport-asetuksilla lennokilla voidaan saavuttaa jopa 72 km/h huippunopeus täysin tyyneellä säällä.

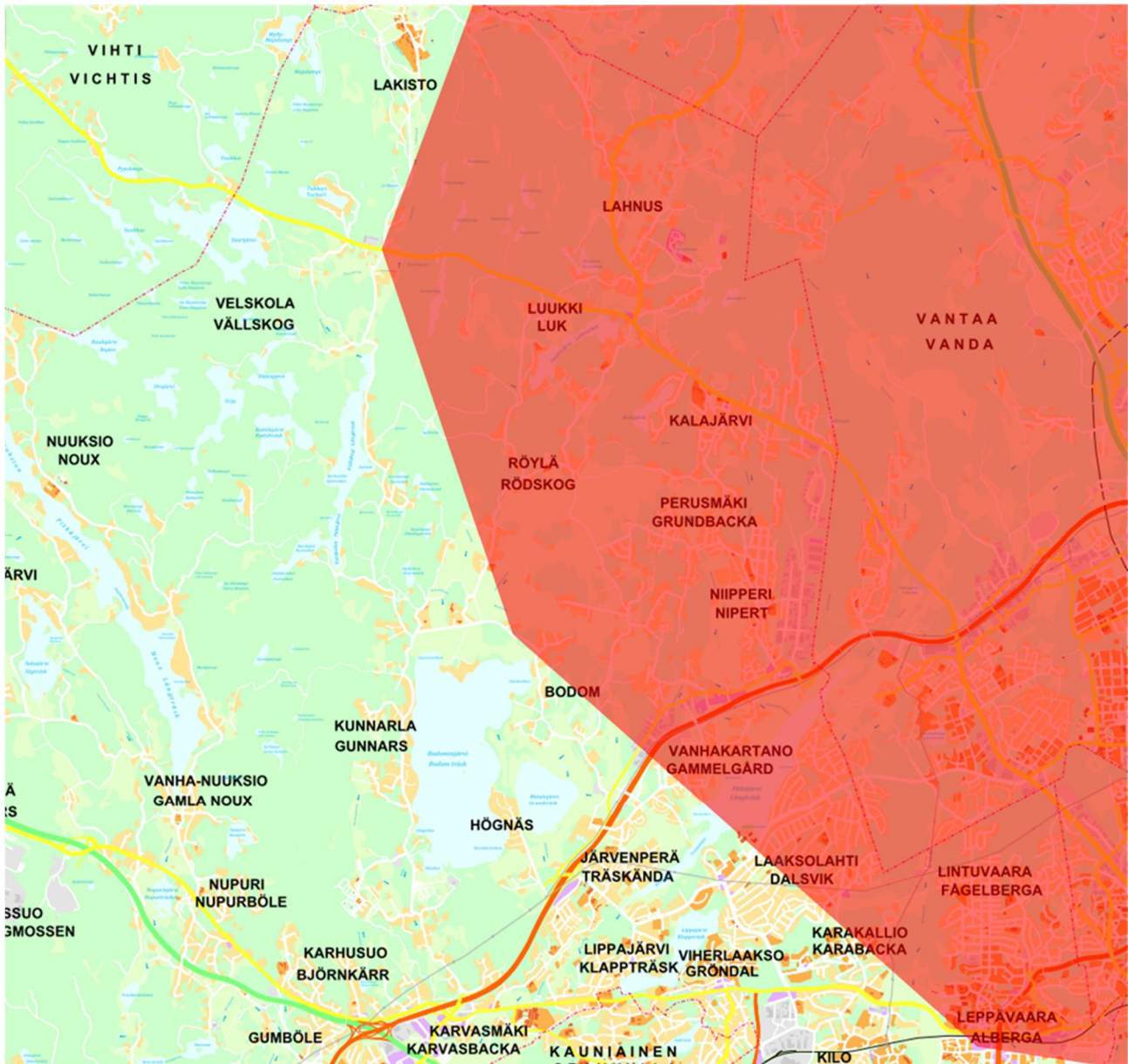
DJI Phantom 4 Pro+ -dronen kuvausominaisuuksia on listattu alla:

- Videokuvaus: H.265 tai H.264, tarkkuudet: C4K, 4K, 2.7K, FHD ja HD, nopeudet riippuen tarkkuudesta: 24/25/30/48/50/60 fps, tiedostomuodot: MP4 tai MOV
- Valokuvaus: 20 megapikseliä, maksimikuvan koko 5472x3648 (3:2), tiedostomuodot: JPEG ja/tai DNG (RAW)
- Herkkyys: videokuvauksella 100–6400 ja valokuvauksella 100–12800
- Suljinaika: 8–1/2000 s (mekaaninen) 1/2000–1/8000 (elektroninen)

7.6.2018

- Tallennusnopeus 100 Mbps

Lain mukaan dronella saa kuvata alle 150 metrin korkeudella maksimissaan 500 metrin etäisyydellä lennättäjästä. Lennättäjän on säilytettävä näköyhteys droneen koko ajan. Dronella ei saa kuvata lentokenttien läheisyydessä (alle 5 km kiitotiestä) ja lentokieltoalueilla ilman erillistä lupaa. Espoossa lentokieltoalueella ovat osittain tai kokonaan Pohjois-Leppävaara, Lintuvaara, Karakallio, Laaksolahti ja Pohjois-Espoo. Lentokieltoalue on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Dronen Lentokieltoalueet Espoossa (Karttapohja Espoon karttapalvelu).

Dronea voi lennättää pilvisellä ja aurinkoisella säällä lämpötilan ollessa noin -5 ... +40°C. Sateella ja kovalla tuulella dronea ei voi lennättää. DJI Phantom 4 Pro+ -dronessa on 5870 mAh 15.2V LiPo 4S -akku, jonka mahdollistama lennätysaika vaihtelee akun iän ja ulkolämpötilan mukaan ja on 15–25 minuuttia. Tämän jälkeen drone joudutaan ottamaan alas, sammuttamaan ja vaihtamaan uusi



7.6.2018

ladattu akku käytössä olleen akun tilalle. Vaihdoissa kuluu aikaa noin 5 minuuttia riippuen siitä, kuinka kaukana lennokin kuvauspaikka on lennättäjästä ja kuinka kauan lennokilla kestää, että se löytää riittävän vahvan GPS-yhteyden kuvauksen mahdollistamiseksi.

360°-kuvauksessa käytettiin 360FLY 4K -kameraa. Kamera on mahdollista kiinnittää esimerkiksi kolmijalkaan, autotelineeseen, drone-telineeseen tai kypärään. Kameraan voi kiinnittää vakaajan, joka vakauttaa liikkeestä aiheutuvan käden ja kameran heilunnan kameraa liikuteltaessa. 360FLY 4K -kameran ominaisuuksia on listattu alla:

- 4K resoluutio (30 fps nopeudella)
- Kuvakulma: 240° pysty, 360° vaaka
- 16:9-, neliö-, pyöreä- ja panoraama-kuvaformaatit
- Akunkesto maksimissaan noin 1,5 tuntia, mutta esimerkiksi pakkanen vähentää akunkesto
- First-person POV -tila
- Sensorit: Kiihtyvyyssmittari, e-kompassi, GPS ja gyroskooppi.

7.6.2018

### 3 Tutkimuksen tulokset

#### 3.1 Case 1 – älykkäät valaistusjärjestelmät

Espoon kaupunki asensi älykkään valaistusjärjestelmän kolmelle olemassa olevalle suojatielle kaupungin katuverkolla syksyn 2017 aikana. Älykkäällä valaistusjärjestelmällä tarkoitetaan C2 SmartLight Oy:n kehittämää C2 SmartWalk -suojatievaloa (Kuva 2). Suojatievalo kirkastuu 30 sekunnin ajaksi, kun jalankulkija tai pyöräilijä on aikeissa ylittää suojatien. Kirkastettu valaistus herättää autoilijan huomion ja valaisee suojatien ylittäjän. LED-valaisin kirkastuu joko automaattisesti liiketunnistimilla tai jalankulkijan painaessa nappia. Painonappikotelon sisällä on ohjain, joka on langattomassa radioyhteydessä valaisimissa olevien ohjaimien kanssa.

Liiketunnistin havaitsee infrapunasäteilyn muutokset. Liiketunnistimen havaintoalue on maksimissaan 10 metriä. Jos havaintoalueella ei ole liikettä, liike on nopeaa tai taustasta poikkeavat lämmönlähteet puuttuvat, tunnistin ei havaitse liikettä. Liiketunnistin havaitsee myös muut lämmönlähteet kuin ihmisen, minkä vuoksi se voi antaa virheellisen tunnistustiedon esimerkiksi kirkkaan auringonpaisteen vuoksi. Voimakkaat valot, kuten auton ajovalot, voivat aiheuttaa virheellisen tunnistustiedon.



Kuva 2. C2 SmartWalk – älykäs suojatievalaistus (Lähde: C2 SmartLight).

Tässä tutkimuksessa tarkasteltiin Nöykkiönkadulla (Kuva 3) sijaitsevan suojatien ja Tuomarilantiellä (Kuva 6) sijaitsevan suojatien älykästä valaistusta. Nöykkiönkadulla suojatievalaistus oli toteutettu painonapilla, eli käyttäjän tulee painaa nappia, jotta valo syttyy. Tuomarilantiellä valaistus syttyi automaattisesti liiketunnistimien ansiosta.

7.6.2018

### 3.1.1 Nöykkiönkatu

Nöykkiönkadun ja Kaskitien liittymässä tutkittiin liikennekäyttäytymistä ennen ja jälkeen painonapilla toimivan C2 SmartWalk -suojatievalon asentamista. Suojatievalo asennettiin Nöykkiönkadun ylittävän keskisaarekkeellisen suojatien kohdalle (Kuvat 3–5). Nöykkiönkatua etelästä tultaessa suojatie sijaitsee välittömästi oikealle kaartuvan mutkan jälkeen. Kohteen nopeusrajoitus on 30 km/h. Suojatiemerkkejä ei ole varustettu heijastinvarilla. Suojatien kokonaispituus on noin 10 metriä ja kerralla ylitettävä matka on noin 4 metriä. Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä jatkuu molemmin puolin suojatietä. Suojatien itäpuolella sijaitsee pysäkkipari. Nöykkiön koulu (luokat 1–9) sijaitsee noin 700 metrin etäisyydellä ja Latokasken koulu (luokat 1–6) noin 900 metrin etäisyydellä suojatiestä.

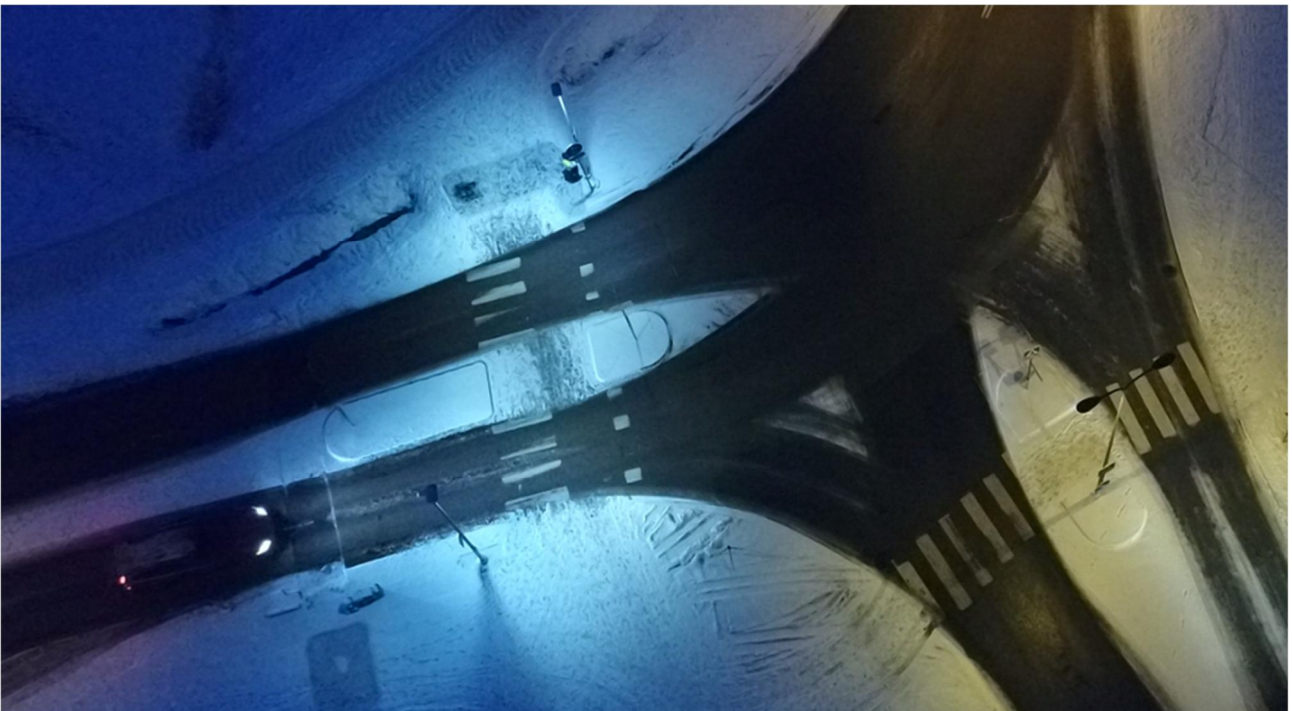


Kuva 3. Nöykkiönkadun älykkään suojatievalaistuksen sijainti.

7.6.2018



*Kuva 4. Nöykkiönkadun suojatie ennen älykkään suojatievalaistuksen asentamista (vasemmanpuoleinen suojatie).*



*Kuva 5. Nöykkiönkadun älykäs suojatievalaistus toiminnassa (vasemmanpuoleinen suojatie).*

7.6.2018

Nöykkiönkadun suojatiellä kuvattiin suojatiekäyttäytymistä dronella ja 360-kameralla ennen älykään suojatievalaistuksen asentamista (31.10.2017 kello 7.30–8.45) ja valon asentamisen jälkeen (7.12.2017 kello 7.35–8.45). Dronella saatua ilmakuvaa hyödynnettiin liikennemäärien ja suojatieylitysten laskemisessa. 360-kameralla kuvatusta videosta tutkittiin, kuinka suuri osuus suojatien käyttäjistä oli lapsia. Koska jälkeen-tilanteessa vain yksi henkilö käytti suojatievalaistusta (painoi nappia), ei tässä työssä pystytty tutkimaan painonapillisen valaistuksen vaikutusta autoilijoiden käyttäytymiseen. Vertailu pystyttiin tekemään vain autoilijoiden käyttäytymisestä eri päivinä ja samoilla lähtökohdilla (painonapillinen suojatievalaistus ei käytössä).

Havaintomäärät on esitetty taulukossa 1. Pyöräilijöihin on laskettu mukaan myös ne pari mopoilijaa, jotka käyttivät suojatietä tien ylittämiseen ja jatkoivat ajoa mopoilun sallivalla yhdistetyllä pyörätiellä ja jalkakäytävällä.

*Taulukko 1. Havaintomäärät Nöykkiönkadun suojatiellä.*

<i>Nöykkiönkatu</i>	JK (kpl) suojatiellä	PP (kpl) suojatiellä	JK+PP yht. (kpl)	Autot (kpl)	Raskas liikenne (kpl)	Busseit (kpl)
Ennen-mittaus (67 min)	26	17	43	777	22	5
Jälkeen-mittaus (63 min)	17	9	26	667	15	8

Jälkeen-tilanteessa suojatietä ylittävien jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä oli havainnointihetkellä noin 40 % pienempi kuin ennen-tilanteessa. Ylipäätään jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden havaintomäärät ovat pienet. Autoliikenteen määrä oli noin 8 % pienempi jälkeen-tilanteessa. Mittausten erilaiset ajankohdat ovat saattaneet vaikuttaa tuloksiin: Ennen-mittaus kesti noin 4 minuuttia kauemmin kuin jälkeen-mittaus.

360-kameralla kuvatun videomateriaalin perusteella valtaosa suojatietä käyttäneistä jalankulkijoista (noin 85 %) ja pyöräilijöistä (noin 70 %) oli lapsia ennen-kuvauksen aikana. Jälkeen-kuvauksen aikana oli niin pimeää, ettei lasten ja aikuisten erottaminen toisistaan onnistunut kovin hyvin videokuvaan. Lapsipyöräilijöiden osuus kaikista pyöräilijöistä näytti olevan pienempi jälkeen-tilanteessa kuin ennen-tilanteessa (enemmän aikuisia pyöräilijöitä kuin lapsia), mikä johtunee vuodenajasta. Suojatiellä ei näyttänyt liikkuvan kovin nuoria lapsia mittauksien aikana, vaan lapset vaikuttivat olevan alakoulun viimeisiltä luokilta sekä yläkouluikäisiä. Lapsia kulki suojatiellä enemmän pohjois-eteläsuunnassa, eli Nöykkiön koulun suuntaan, kuin toisinpäin.

Taulukossa 2 on esitetty autoilijoiden käyttäytyminen, kun jalankulkija tai pyöräilijä on ollut ylittämässä suojatietä autoilijan lähestyessä suojatietä. Ylitystilanteiden määrä on pienempi kuin jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä, sillä useampi kuin yksi kulkija on saattanut ylittää suojatien samanaikaisesti. Ylitysmäärien perusteella kyseessä ei ole kovin vilkas suojatie. Analyysistä on jätetty pois ne suojatien käyttäjät, jotka ylittivät suojatien ilman väistötilannetta (ei autoa suojatien läheisyydessä ylitystilanteessa). Ennen-tilanteessa 9 kpl ja jälkeen-tilanteessa 12 kpl ylityksistä oli sellaisia, joissa ei syntynyt varsinaista väistötilannetta, vaan jalankulkija tai pyöräilijä ylitti suojatien ilman, että lähellä oli muuta liikennettä.

Taulukossa 3 on esitetty, kuinka monessa ylitystilanteessa jalankulkijat ja pyöräilijät painoivat suojatievalaistuksen päälle ennen tien ylittämistä. Vain yksi ylitystilanteista oli sellainen, jossa tien ylittäjä painoi valaistuksen päälle ennen suojatielle astumista. Tosin ennen ylitystilannetta kyseinen henkilö keskusteli kuvauksia suorittavan drone-lentäjän kanssa uudesta suojatievalaistuksesta, joten yksikään tienkäyttäjä ei painanut suojatievalaistusta päälle oma-aloitteisesti videokuvauksen

7.6.2018

aikana. Näin ollen suojatievalaistus ole vaikuttanut tutkittujen autoilijoiden käyttäytymiseen. Ero autoilijoiden suojatiekäyttäytymisessä näyttää johtuvan vain pienen otantamäärän aiheuttamasta satunnaisvaihtelusta.

*Taulukko 2. Autoilijoiden ja jalankulkijoiden/pyöräilijöiden väliset konfliktitilanteet Nöykkiönkadun suojatiellä.*

Nöykkiönkatu	Ennen		Jälkeen	
	Kpl	%	Kpl	%
Auto väisti (kpl)	21	91 %	11	100 %
Auto ei väistänyt (kpl)	2	9 %	0	0 %
Ylitystilanteet yhteensä	23	100 %	11	100 %

*Taulukko 3. Suojatievalaistuksen käyttäminen Nöykkiönkadulla.*

Painonappivalaistus suojatiellä	Kpl	%
Painoi nappia ennen ylitystä	1	4 %
Ei painanut nappia (ylitys pimeässä)	23	96 %
Yhteensä	24	100 %

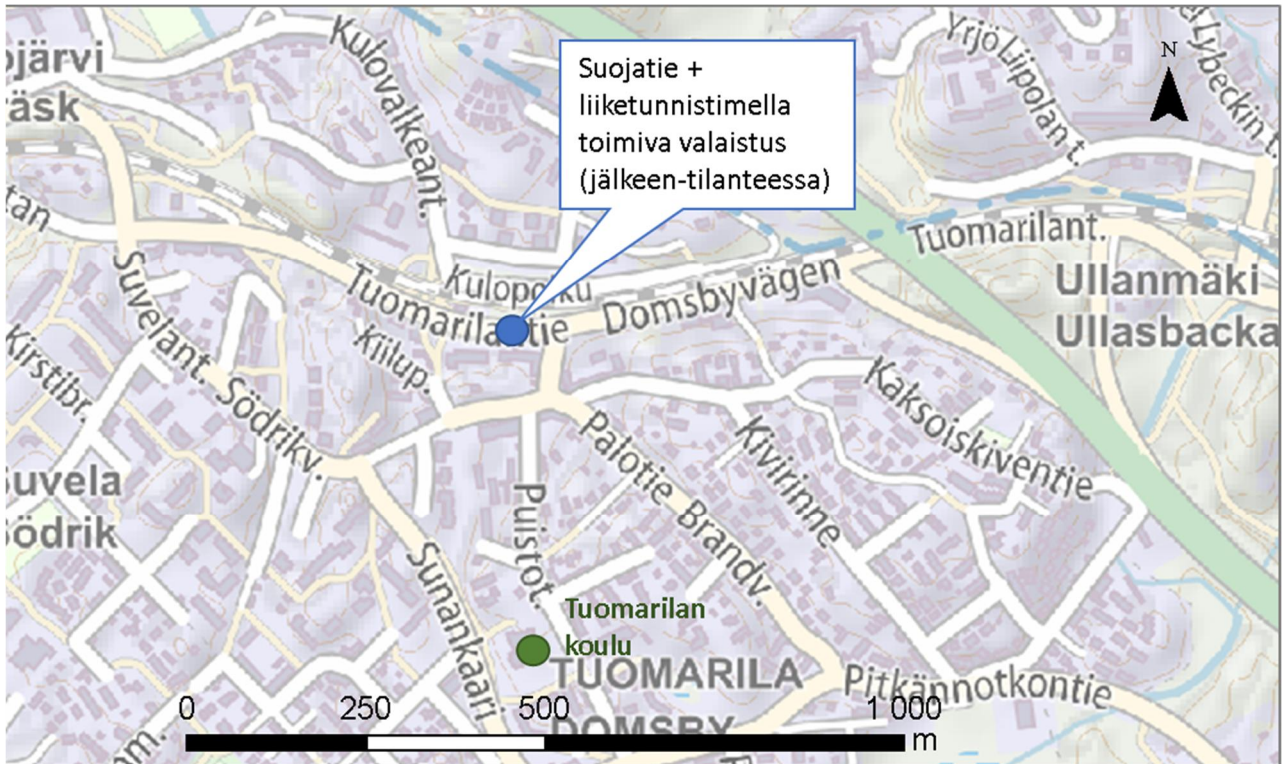
Maastokäynnillä tehtyjen havaintojen perusteella painonappi on sijoitettu liian etäälle suojatiestä etenkin suojatien pohjoispuolella. Jalankulkija tai pyöräilijä pyrkii yleensä valitsemaan mahdollisimman lyhyen reitin. Videomateriaalin perusteella suojatiellä liikkujat eivät näytä huomanneen painonappia. Liiketunnistimellinen suojatievalaistus olisi saattanut toimia kohteessa painonappivalaistusta paremmin, sillä liiketunnistimellinen valaistus ei vaadi käyttäjältä reitin muuttamista tai muuta totutusta poikkeavaa käyttäytymistä. Painonappivalaistus syttyy viiveellä napin painamisesta, mikä saattaa antaa käyttäjälle vaikutelman, että painonappivalaistus on epäkunnossa.

Parannustoimenpiteenä kohteeseen ehdotetaan joko liiketunnistimellisen valaistuksen tai pysyvän valaistuksen asentamista. Suojatievalaistus kannattaa toteuttaa LED-valaistuksena, joka näyttää valaisevan perinteistä katuvaloa paremmin. Suojatien havaittavuutta pimeällä voi parantaa lisäämällä heijastinvarret suojatiemerkkeihin.

### 3.1.2 Tuomarilantie

Tuomarilantien ja Tuomarilankadun liittymässä tutkittiin liikennekäyttäytymistä ennen ja jälkeen liiketunnistimella toimivan C2 SmartWalk -suojatievalon asentamista. Suojatievalo asennettiin Tuomarilantien ylittävän keskisaarekkeellisen suojatien kohdalle (Kuvat 6–8). Kohteen nopeusrajoitus on 50 km/h. Suojatien kokonaispituus on noin 14 metriä ja kerralla ylitettävä matka on 4–5 metriä. Keskisaarekkeella olevissa suojatiemerkeissä ei ole heijastinvarsiä. Videokuvassa suojatien reunoilla ei näy suojatiemerkkejä. Yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä jatkuu molemmin puolin suojatietä. Lähistöllä sijaitsee Tuomarilan asema ja aseman liityntäpysäköintialue. Tuomarilan koulu (luokat 1–6) sijaitsee noin 500 metrin etäisyydellä suojatiestä.

7.6.2018



Kuva 6. Tuomarilantien älykkään suojatievalaistuksen sijainti.



Kuva 7. Tuomarilantien suojatie ennen älykkään suojatievalaistuksen asentamista (vasemmanpuoleinen suojatie).

7.6.2018



Kuva 8. Tuomarilantien älykäs suojatievalaistus toiminnassa (vasemmanpuoleinen suojatie).

Tuomarilantien suojatiellä kuvattiin suojatiekäyttäytymistä dronella ja 360-kameralla ennen älykkään suojatievalaistuksen asentamista (2.11.2017 kello 7.15–8.50) ja valon asentamisen jälkeen (11.12.2017 kello 7.30–8.45). Dronella saatua ilmakuvaa hyödynnettiin liikennemäärien ja suojatieylitysten laskemisessa. 360-kameralla kuvatusta videosta tutkittiin, kuinka suuri osuus suojatien käyttäjistä oli lapsia. Havaintomäärät on esitetty taulukossa 4.

Taulukko 4. Havaintomäärät Tuomarilantien suojatiellä.

Tuomarilantie	JK (kpl) suoja- tiellä	PP (kpl) suoja- tiellä	JK+PP yht. (kpl)	Autot (kpl)	Raskas liikenne (kpl)	Bussit (kpl)
Ennen-mittaus (77 min)	70	4	74	1523	13	5
Jälkeen-mittaus (64 min)	62	1	63	1201	20	5

Jälkeen-tilanteessa suojatietä ylittävien jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä oli havainnointihetkellä noin 15 % pienempi kuin ennen ennen-tilanteessa. Autoliikenteen määrä oli noin 21 % pienempi jälkeen-tilanteessa. Ennen-mittaus kesti noin 13 minuuttia kauemmin kuin jälkeen-mittaus, minkä vuoksi havaintojen määrä on suurempi ennen-tilanteessa jälkeen-tilanteeseen verrattuna. Havaintomäärien perusteella tarkasteltavana ollut Tuomarilantien suojatie on huomattavasti vilkkaampi suojatie kuin Nöykkiönkadun kohde.

360-kameralla kuvatun videomateriaalin perusteella ennen-kuvauksen aikana kaikki suojatietä käyttäneet pyöräilijät ja melkein kaikki jalankulkijat (yli 90 %) olivat aikuisia. Jälkeen-kuvauksen aikana oli osittain niin pimeää, ettei lasten ja aikuisten erottaminen toisistaan onnistunut kovin hyvin.



7.6.2018

kaikissa tilanteissa videokuvasta. Hahmojen koon perusteella vaikutti siltä, että jälkeä-tilanteessa aikuisten ja lasten suhde oli samanlainen kuin ennen-kuvauksen aikana. Tuomarilantien suojatie vaikutti palvelevan etenkin työmatkalaisia, jotka olivat menossa junaan tai tulossa junalta.

Taulukossa 5 on esitetty autoilijoiden käyttäytyminen, kun jalankulkija tai pyöräilijä on ollut ylittämässä suojatietä. Ylitystilanteiden määrä on pienempi kuin jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä, sillä useampi kuin yksi kulkija on saattanut ylittää suojatien samanaikaisesti.

*Taulukko 5. Autoilijoiden ja jalankulkijoiden/pyöräilijöiden väliset konfliktitilanteet Tuomarilantien suojatiellä.*

Tuomarilantie	Ennen		Jälkeen	
	Kpl	%	Kpl	%
Auto väisti (kpl)	28	56 %	20	54 %
Auto ei väistänyt (kpl)	22	44 %	17	46 %
Ylitystilanteet yhteensä	50	100 %	37	100 %

Mittausten perusteella suojatievalaistuksella ei näytä olleen vaikutusta autoilijoiden käyttäytymiseen Tuomarilantien suojatiellä. Sekä ennen- että jälkeä-mittauksen aikana reilu puolet autoilijoista väisti suojatielle pyrkivää kulkijaa. Havainnointia tarvittaisiin kuitenkin enemmän, jotta varmoja johtopäätöksiä voisi tehdä.

Taulukossa 6 on esitetty, kuinka liiketunnistimella toimiva suojatievalaistus toimi Tuomarilantiellä. Mittauksen perusteella suojatien toimintavarmuus oli melko hyvä kyseisessä kohteessa. Valo syttyi ja valaisi suojatietä 89 % (47 kpl) ylitystilanteessa. Ylityksistä 9 % (5 kpl) oli sellaisia, joissa suojatievalaistus syttyi liian myöhään. Tienkäyttäjä oli esimerkiksi jo edennyt suojatien keskisaarekkeelle ja ylittänyt ensimmäisen osan suojatiestä pimeässä. Yhdessä ylitystilanteessa suojatievalo ei syttynyt lainkaan, kun jalankulkija ylitti suojatien juosten.

*Taulukko 6. Suojatievalaistuksen toiminen Tuomarilantiellä ylitystilanteissa.*

Suojatievalaistus ylitystilanteessa	Kpl	%
Valo syttyi oikein	47	89 %
Valo syttyi myöhässä	5	9 %
Valo ei syttynyt ollenkaan	1	2 %
<i>Yhteensä</i>	<i>53</i>	<i>100 %</i>

Yllä olevien ylitystilanteiden lisäksi suojatievalaistus syttyi virheellisesti, vaikka kukaan ei ollut ylittämässä suojatietä. Näitä virheellisiä syttymisiä tapahtui 24 kpl havainnoinnin aikana (yhteensä 64 minuuttia videota). Näin ollen noin 32 % valon syttymiskerroista (yhteensä 76 kpl) olivat virheellisiä. Etenkin Tuomarilantien eteläpuolella olevan jalankulku- ja pyöräilyväylän käyttäjistä aiheutui virheellisiä ilmaisuja, kun he liikkuvat suojatien ohi. Virheellisiä ilmaisuja aiheutui tyypillisesti pyöräilijöistä, jotka ajoivat Tuomarilantien suuntaista jalankulku- ja pyöräilyväylää lähellä suojatietä (itä-länsi-suuntaisesti), mutta liiketunnistin reagoi myös jalankulkijoihin. Lisäksi Espoon keskuksesta päin (länsi-itä-suuntaisesti) tulevat moottoriajoneuvot aiheuttivat toisinaan valon syttymisen etenkin silloin, kun ajoneuvo kääntyi oikealle (Tuomarilankadulle) lähellä ajoradan reunaa.

7.6.2018

Maastokäynnillä tehtyjen havaintojen perusteella suojatievalaistuksen liiketunnistin näytti toimivan paremmin silloin, kun tienkäyttäjä ylitti suojatien pohjois–eteläsuunnassa, eli radan puolella. Tuomarilankadulta Tuomarilan asemalle päin (etelä–pohjoissuunnassa) suojatievalaistuksen toimintavarmuus ei ollut yhtä hyvä, eli suojatievalaistus saattoi syttyä liian myöhään tai se reagoi virheellisesti jalankulku- ja pyöräilyväylällä liikkuviin.

Videoanalyysin perusteella ajonopeudet ovat melko korkeita Tuomarilantien suojatien kohdalla. Kohteen nopeusrajoitus on 50 km/h. Vaikuttaa siltä, että korkeat ajonopeudet, moottoriajoneuvoliikenteen suuri määrä ja tien geometria (pitkä suora osuus) aiheuttavat sen, että autoilijat eivät läheskään aina väistä suojatielle pyrkiviä. Videomateriaalista havaittiin pari läheltä piti -tilannetta, joissa jalankulkija oli jo astunut suojatielle, mutta autoilija ei hidastunut vauhtia tai pysähtynyt. Läheltä piti -tilanteet ilmenivät, kun jalankulkija ylitti suojatietä etelä–pohjoissuunnassa, eli kohti Tuomarilan asemaa.

Parannustoimenpiteinä kohteeseen ehdotetaan älykkään suojatievalaistuksen päälläoloajan säätämistä hieman lyhemmäksi (esim. 30 s. → 20 s.) tai pysyvän valaistuksen asentamista. Suojatievalaistus kannattaa toteuttaa LED-valaistuksena, joka näyttää valaisevan perinteistä katuvaloa paremmin. Kohteeseen suositellaan asennettavan suojatiemerkit myös ajoradan reunoille, sillä nyt kohteessa on suojatiemerkit vain keskisaarekkeella. Suojatien havaittavuutta pimeällä voi parantaa lisäämällä heijastinvarret suojatiemerkkeihin. Kohteeseen voisi harkita myös poliisin tehovalvontaa nopeusrajoitusten ja suojatiesääntöjen noudattamisen tehostamiseksi.

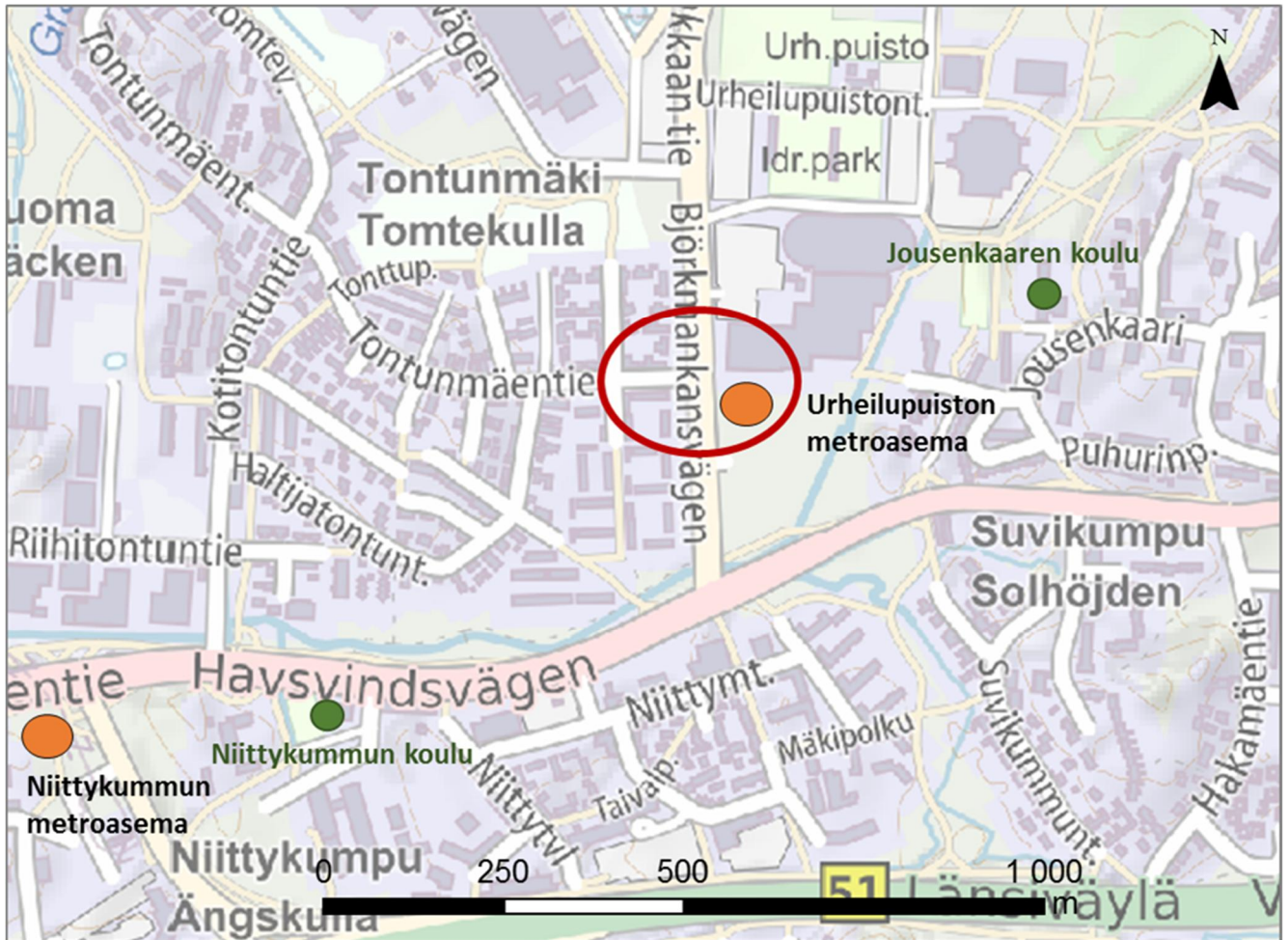
## **3.2 Case 2 – Kulkureitit metroasemien ympäristössä**

### **3.2.1 Urheilupuiston metroasema**

Urheilupuiston metroaseman (Kuva 9) lähistön liikennettä kuvattiin dronella ja 360-kameralla ennen metroaseman avautumista (8.11.2017 kello 7.20–8.45) ja metron liikennöinnin aloittamisen jälkeen (12.1.2018 kello 7.30–8.50). Dronella kuvattua videomateriaalia oli ennen-tilanteesta yhteensä 67 minuuttia ja jälkeen-tilanteesta 68 minuuttia.

Urheilupuiston metroasema sijaitsee Koivu-Mankkaan tien varressa. Koivu-Mankkaan tie on 2+1-kaistainen pääkatu, ja sen nopeusrajoitus on 40 km/h. Kadun länsipuolella on yhdistetty pyörätie ja jalkakäytävä ja itäpuolella pyörätie ja jalkakäytävä rinnakkain. Metroaseman läheisyydessä sijaitsee muun muassa Tapiolan urheilupuisto. Jousenkaaren koulu (luokat 1–6) sijaitsee noin 600 metrin etäisyydellä Urheilupuiston metroasemasta, mutta lukuvuoden 2017–2018 ajan Jousenkaaren koulu toimii väistötiloissa Espoonlahdessa.

7.6.2018

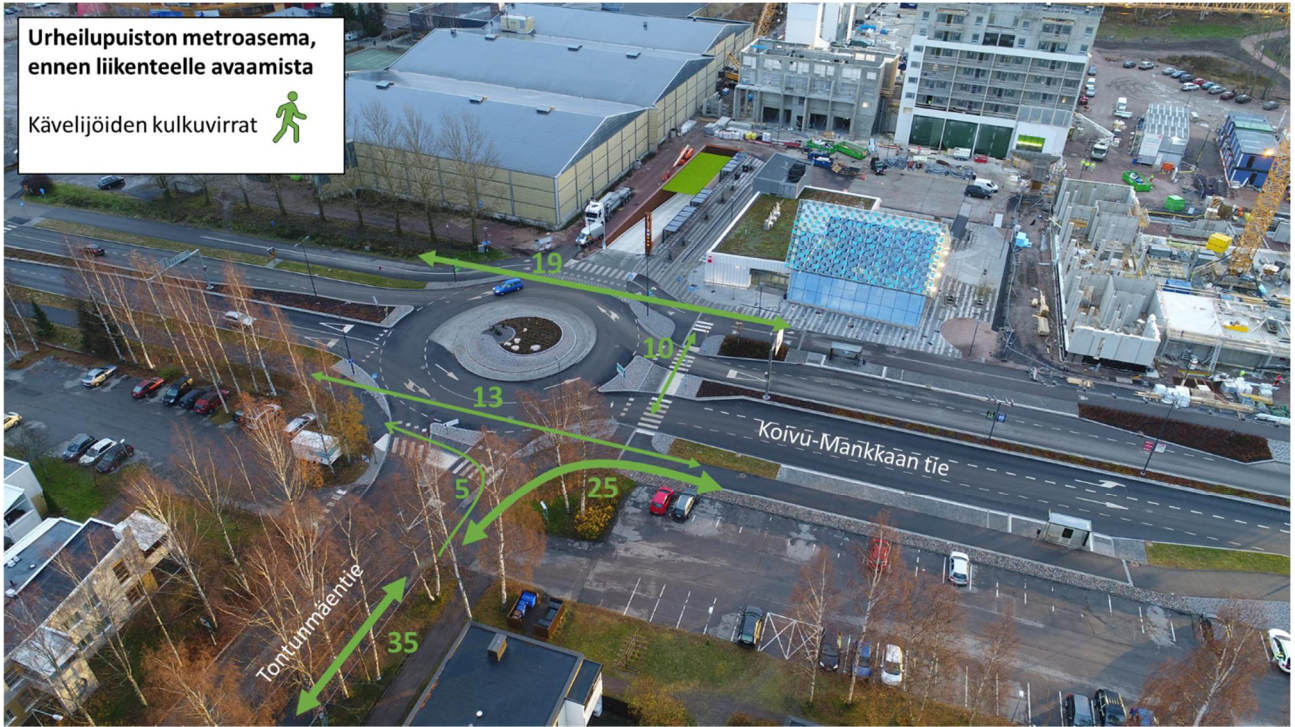


Kuva 9. Urheilupuiston metroaseman sijainti.

Kuvissa 10 ja 11 on esitetty jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden kulkuvirrat (vähintään 5 jalankulkijaa tai pyöräilijää reitillä) Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä ennen Länsimetron liikennöinnin aloittamista. Laskenta on suoritettu reilun tunnin mittaisen (67 minuuttia), aamulla kuvatun videomateriaalin perusteella. Aineiston perusteella jalankulkijoiden päävirta oli Tontunmäentieltä Koivu-Mankkaan tien länsipuolelle. Pyöräilijöiden päävirta oli metroaseman ohi Koivu-Mankkaan tien itäpuolella kumpaankin suuntaan. 360-kameralla kuvatun videomateriaalin perusteella ennen-kuvauksen aikana valtaosa Koivu-Mankkaan tien suojatietä käyttäneistä jalankulkijoista (noin 80 %) ja pyöräilijöistä (noin 70 %) oli aikuisia. Autoilijoiden käyttäytymisessä ei havaittu eroja sen perusteella, oliko suojatien ylittäjä lapsi vai aikuinen.

Osa jalankulkijoista oikaisi Tontunmäentien eteläpuolella sijaitsevan pysäköintialueen läpi Koivu-Mankkaan tien länsipuolella olevalle bussipysäkillä. Osa jalankulkijoista ylitti Tontunmäentien joko kokonaan suojatien ulkopuolelta tai puolet suojatiestä (suojetie on varustettu keskisaarekkeella). Kyseiset jalankulkijat tulivat Tontunmäentien pohjoispuolella sijaitsevalta pysäköintialueelta. Tontunmäentien suojetie sijaitsee pysäköintialueen sisäänkäynnin pohjoispuolella.

7.6.2018



Kuva 10. Kävelijöiden kulkuvirrat Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä ennen metron liikennöinnin aloittamista aamulla 8.11.2017.



Kuva 11. Pyöräilijöiden kulkuvirrat Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä ennen metron liikennöinnin aloittamista aamulla 8.11.2017.

Jalankulkijoiden kulkuvirtojen tarkka määrällinen analysointi osoittautui haasteelliseksi jälkeen-ai-  
neistosta, sillä metron liikennöinnin aloittamisen jälkeen alueella liikkui huomattavasti enemmän

7.6.2018

jalankulkijoita kuin ennen-tilanteessa. Jalankulkijoiden määrä lisääntyi etenkin Koivu-Mankkaan tien ylittävällä suojatiellä. Jälkeen-tilanteessa oli pimeämpää kuin ennen-tilanteessa, mikä osaltaan vaikeutti jalankulkijoiden havainnointia ylipäätänsä sekä lasten ja aikuisten erottamista toisistaan. Aikuisten osuus Koivu-Mankkaan tien suojatien käyttäjistä vaikutti nousseen, sillä metron vuoksi alueella liikkui aiempaa enemmän työmatkalaisia.

Videoaineiston perusteella (68 minuuttia) Urheilupuiston metroasemalle tultiin etenkin Koivu-Mankkaan tien itäpuolelta Merituulentien suunnasta (etelästä), Tontunmäentieltä ja metroaseman bussipysäkeiltä. Metrosta poistuneista matkustajista pääosa meni Koivu-Mankkaan tien itäpuolelta pitkin kohti Koivu-Mankkaata sekä samaan suuntaan meneviin busseihin. Seuraavaksi suosituin poistumissuunta metrosta oli Koivu-Mankkaan tien itäpuolelta kohti Merituulentietä (etelään). Ennen-tilanteessa Tontunmäentieltä kulki paljon jalankulkijoita Koivu-Mankkaan tien länsipuolella olevalla bussipysäkille, mutta jälkeen-tilanteessa vain pari jalankulkijaa suuntasi kyseiselle bussipysäkille. Kuvassa 12 on esitetty suuntaa-antavia lukuja jalankulkijamääristä eri reiteillä. Jalankulkijoiden määrä alueella näyttää kasvaneen merkittävästi metrolikenteen aloittamisen jälkeen.



Kuva 12. Kävelijöiden kulkuvirrat Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä metron liikennöinnin aloittamisen jälkeen aamulla 12.1.2018. Luvut eivät ole tarkkoja.

Kuvassa 13 on esitetty pyöräilijöiden kulkuvirrat (vähintään 5 pyöräilijää / reitti) Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä Länsimetron liikennöinnin aloittamisen jälkeen. Laskenta on suoritettu reilun tunnin mittaisen (68 minuuttia), aamulla kuvatun videomateriaalin perusteella. Aineiston perusteella pyöräilijöiden päävirta oli metroaseman ohi Koivu-Mankkaan tien itäpuolella kumpaankin suuntaan sekä Tontunmäentieltä metron pyöräpysäköintiin ja Koivu-Mankkaan tielle. Vuodenaika selittää jälkeen-tilanteen (12.1.2018) vähäisemmän pyöräliikenteen määrän verrattuna ennen-tilanteeseen (8.11.2017).

7.6.2018



Kuva 13. Pyöräilijöiden kulkuvirrat Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä metron liikennöinnin aloittamisen jälkeen aamulla 12.1.2018.

Urheilupuiston metroaseman avauduttua analysoitiin jalankulkijoiden käyttämiä reittejä bussipysäkeiltä. Jalankulkijoiden käyttämät reitit metroasemalle Koivu-Mankkaan tien länsipuolella sijaitsevalta bussipysäkiltä luokiteltiin videoanalyysin perusteella kolmeen luokkaan (Kuva 14):

1. Suojatien kautta ylittävät kulkijat.
2. Osittain suojatien kautta ylittävät, eli jotka ylittivät ensimmäisen ajoradan suojatien ulkopuolelta ja käyttivät jälkimmäisen ajoradan ylittämiseen suojatietä (reitit sijainti kuvassa on ohjeellinen).
3. Ajoradan kautta, kokonaan suojatien ulkopuolelta ylittävät (reitit sijainti kuvassa on ohjeellinen).

Koivu-Mankkaan tien itäpuolella (metroaseman puolella) sijaitsevalta bussipysäkiltä ei kuljettu suojateiden ulkopuolelta tien yli. Pääosa itäpuolen pysäkillä tulleista bussimatkestajista jatkoi suoraan metroasemalle. Videoaineiston perusteella yksikään jalankulkija ei ylittänyt Koivu-Mankkaan tietä suojatien ulkopuolelta Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä ennen metroaseman käyttöönottoa.

7.6.2018



Kuva 14. Jalankulkijoiden reitit Urheilupuiston metroasemalle Koivu-Mankkaan tien länsipuolella olevalta bussipysäkillä.

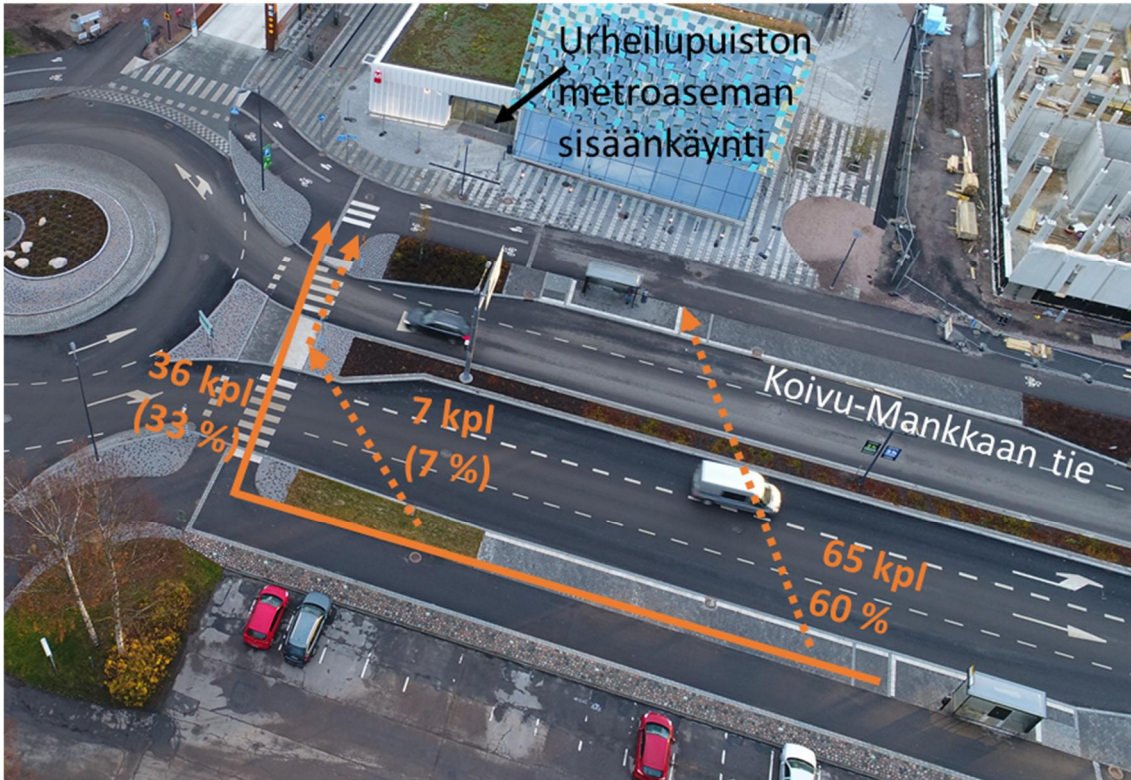
Taulukossa 7 on esitetty bussista tulleiden jalankulkijoiden suojatiekäyttäjyminen. Laskennassa on huomioitu ne jalankulkijat, jotka menivät Urheilupuiston metroasemalle. Videoinnin aikana (68 minuuttia) Koivu-Mankkaan tien länsipuolen pysäkillä saapui yhteensä 9 bussia. Jalankulkijat on jaoteltu luokkiin busseittain suojatiekäyttäjyminen mukaisesti. Bussista tulleiden enemmistö noudatti ensimmäisinä bussista poistuneiden kulkureittejä: Jos ensimmäiset poistujat eivät käyttäneet suojatietä, seurasi suurin osa tietä ylittäneistä heitä. Sen sijaan jos ensimmäiset bussista poistujat lähtivät kävelemään kohti suojatietä, seurasi enemmistö heitä suojatiele.

Taulukko 7. Koivu-Mankkaan tien länsipuolen pysäkillä poisjääneiden matkustajien suojatiekäyttäjyminen Urheilupuiston metroaseman läheisyydessä.

Urheilupuiston metroasema	1. Suojatien kautta ylittävien määrä	2. Osittain suojatien kautta ylittävien määrä	3. Ajouradan kautta ylittävien määrä	Kaikki ylittäjät yhteensä
1. bussi	1 (11 %)	-	8 (89 %)	9
2. bussi	-	-	11 (100 %)	11
3. bussi	4 (24 %)	4 (24 %)	9 (52 %)	17
4. bussi	5 (28 %)	-	13 (72 %)	18
5. bussi	7 (70 %)	3 (30 %)	-	10
6. bussi	2 (33 %)	-	4 (67 %)	6
7. bussi	15 (65 %)	-	8 (35 %)	23
8. bussi	-	-	12 (100 %)	12
9. bussi	2 (100 %)	-	-	2
<b>Yhteensä</b>	<b>36 (33 %)</b>	<b>7 (7 %)</b>	<b>65 (60 %)</b>	<b>108</b>

7.6.2018

Videoanalyysin perusteella 33 % metroasemalle matkalla olevista jalankulkijoista, jotka jäivät pois Koivu-Mankkaan tien länsipuolen bussipysäkillä, käytti tien ylittämiseen suojatietä. 7 % käytti suojatietä osittain (keskisaarekkeen jälkeen oleva osuus) ja 60 % ylitti ajoradan suojatien ulkopuolelta (Kuva 15). 360-kameralla kuvatun videoaineiston perusteella suojatietä käyttämättömät jalankulkijat vaikuttivat olevan aikuisia. 360-kameralla kuvattu videokuva oli osittain huonolaatuista pimeyden ja laitteen sijainnin vuoksi (kuva ei ole tarkka pitkälle).

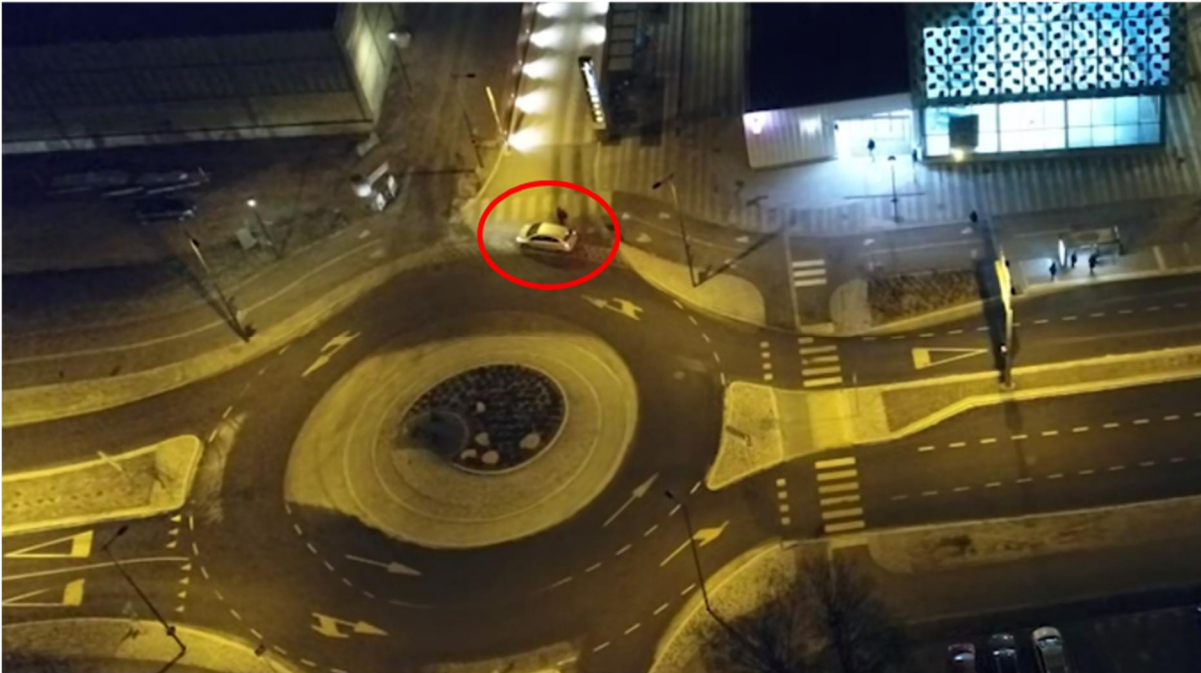


Kuva 15. Suojatietä pitkin, osittain suojatietä pitkin ja suojatien ulkopuolelta Koivu-Mankkaan tien ylittävien jalankulkijoiden osuus bussipysäkillä pois jääneistä matkustajista, jotka olivat menossa Urheilupuiston metroasemalle.

Jälkeen-aineistoista (68 minuuttia) havaittiin, että kiertoliittymän metroaseman puoleista kaarta käytetään metron saattoliikenteeseen (Kuva 16). Yhteensä 9 ajoneuvoa pysähtyi bussipysäkkien ulkopuolella ajoradalle tai jalankulku- ja pyöräilyväylälle jättääkseen matkustajan pois kyydistä. Lisäksi yksi ajoneuvo pysähtyi pidemmäksi aikaa metroaseman eteen ilmeisesti huoltoajon vuoksi. Ajoneuvojen pysäytyspaikat on esitetty liitteessä 1.



7.6.2018



Kuva 16. Saattoliikennettä Urheilupuiston metroasemalla.

Parannustoimenpiteenä kohteeseen ehdotetaan saattoliikenteen ohjaamista turvallisempaan paikkaan. Jotta katua ei ylittäisi muista kohdista kuin suojatien kohdalta, voidaan harkita esim. aidan toteuttamista Koivu-Mankkaan tielle. Lisääntyneiden suojatien käyttäjämäärien turvallisuuden parantamiseksi voidaan myös harkita esim. lisävalaistuksen asentamista Koivu-Mankkaan tien ylittävälle suojatielle, joskin valaistun on nykyisellään jo hyvällä tasolla.

### 3.2.2 Niittykummun metroasema

Niittykummun metroasema sijaitsee Merituulentien varressa. Merituulentie on 3+3-kaistainen pääkatu, ja sen nopeusrajoitus on 50 km/h. Kadun molemmin puolin on pyörätie ja jalkakäytävä rinnakkain. Metroaseman yhteydessä toimii kauppakeskus. Niittykummun koulu (luokat 1–6) sijaitsee noin 400 metrin etäisyydellä Niittykummun metroasemasta.

Niittykummun metroaseman (Kuva 17) lähistön liikennettä kuvattiin dronella ja 360-kameralla ennen metroaseman avautumista (10.11.2017 kello 7.15–9.00) ja metron liikennöinnin aloittamisen jälkeen (11.1.2018 kello 7.25–8.30). Jälkeen-kuvaus jouduttiin lopettamaan etuajassa lumisateen vuoksi. Dronella kuvattua videomateriaalia oli ennen-tilanteesta yhteensä 88 minuuttia ja jälkeen-tilanteesta 53 minuuttia.

7.6.2018

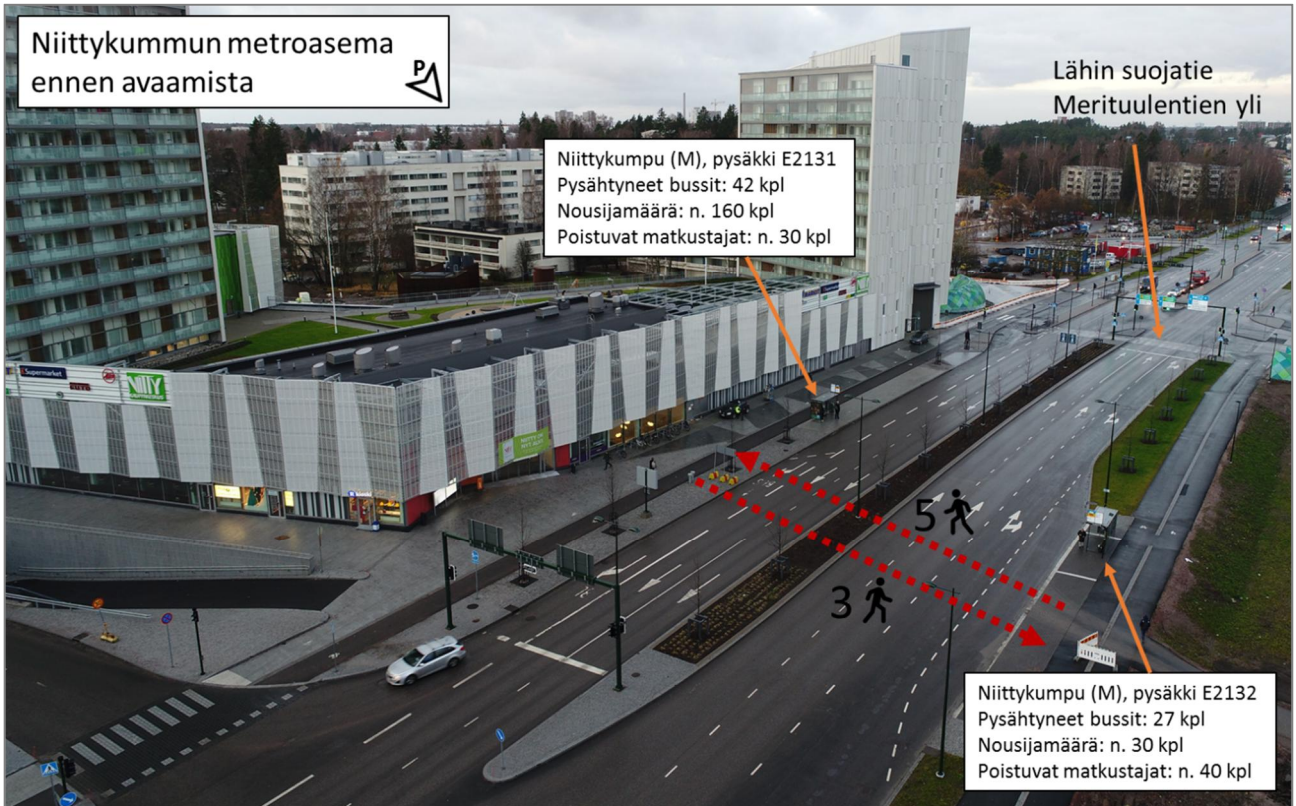


Kuva 17. Niittykummun metroaseman ja Niittykummun koulun sijainti.

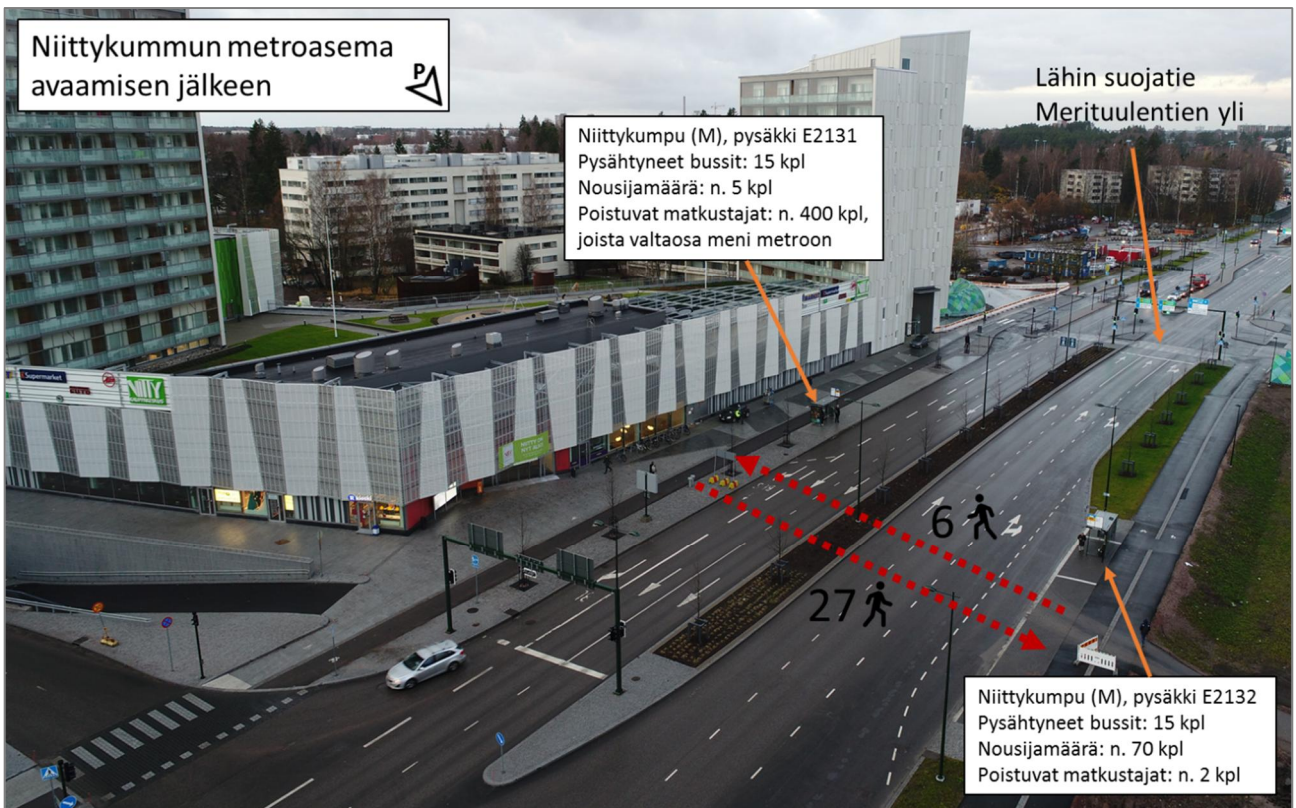
Metroaseman läheisyydessä tarkkailtiin etenkin bussimatkustajien käyttäytymistä ja Merituulentien yli tapahtuvia ylityksiä suojatien ulkopuolella. Tulokset on esitetty kuvissa 18 ja 19. Videoanalyysin perusteella Niittykumpu (M) -pysäkillä pysähtyneiden bussien määrä oli metrol liikenteen aloittamisen jälkeen pienempi kuin ennen-tilanteessa, mutta bussiin nousevien/bussista poistuvien määrä oli suurempi. Ennen-tilanteessa suurin osa matkustajista oli bussiin nousevia matkustajia, mutta jälkeen-tilanteessa poistuvia matkustajia oli huomattavasti enemmän Niittykummun metroaseman puoleisella pysäkillä. Valtaosa osa bussista poistuneista matkustajista meni metroasemalle.

360-kameralla kuvattiin kahdessa eri pisteessä Niittykummun metroaseman läheisyydessä: 1) Merituulentien keskialueelta kuvattiin jalankulkijoita, jotka ylittivät ajoradan suojatien ulkopuolelta ja 2) Niittykummun metroaseman itäisen sisäänkäynnin edessä kuvattiin aseman edustalla kulkevia. 360-kameralla kuvatut aineistot eivät osoittautuneet kovin hyödyllisiksi. Etenkin jälkeen-tilanteessa kuvattujen videoiden analysointi oli hankalaa pimeyden ja siitä johtuvan huonon kuvanlaadun vuoksi. Suojatien ulkopuolelta Merituulentien ylittävien määrä oli helpompi analysoida drone-videoista kuin 360-videoista, sillä dronen kuvaama alue on huomattavasti laajempi. Dronen lintuper-spektiivi mahdollistaa useamman kulkijan havainnoimisen helpommin eri kohdissa verrattuna 360-kameran maan tasalta kuvattuihin videoihin.

7.6.2018



Kuva 18. Niittykummun metroasema ennen metron liikennöinnin aloittamista aamulla 10.11.2017.



Kuva 19. Niittykummun metroasema metron liikennöinnin aloittamisen jälkeen aamulla 11.1.2018.

7.6.2018

Jälkeen-kuvauksen aikana oli pimeämpää kuin ennen-kuvauksen aikana, minkä vuoksi jälkeen-kuvauksen laskentatiedot ovat vain suuntaa antavia eivätkä tarkkoja lukuja. Huonot valaistusolosuhteet vaikeuttivat jalankulkijamäärien laskemista. Lisäksi bussista poistuvia matkustajia oli huomattavasti enemmän kuin ennen-tilanteessa, mikä osaltaan vaikeutti yksittäisten jalankulkijoiden havainnointia. Kuvassa 19 on käytetty ennen-kuvauksen aikana otettua still-kuvaa, sillä jälkeen-kuvauksen kuvamateriaalista metroaseman alue ei ole erotettavissa yhtä hyvin.

Merituulentien ylittävän suojatien käyttöä oli haastavaa analysoida etenkin jälkeen-kuvauksesta huonojen valaistusolosuhteiden vuoksi, sillä suojatie sijaitsee melko kaukana metron sisäänkäynnistä. Osa drone-videoista on kuvattu siten, että suojatie rajautuu pois videokuvasta.

Niittykummun metroaseman läheisyydestä analysoitiin myös Merituulentien kulkevien jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden reittivalintaa Haukilahdenkadun suojatien ja alikulun kohdalla. Analyysissä ei ole huomioitu Haukilahdenkadulta tulevia jalankulkijoita, sillä alikulun suuaukko sijaitsee Haukilahdenkadun itäpuolella. Myöskään Niittykumpu (M) -pysäkillä (pysäkkitunnus E2194) poisjääneitä matkustajia ei ole huomioitu, sillä metroasemalle mentäessä alikulku ei ole suoraan bussista poisjääneiden reitillä. Kaikki matkustajat, jotka jäivät Niittykumpu (M) -pysäkillä pois ja menivät metroasemalle, käyttivät suojatietä alikulun sijaan.

Ennen-videota oli 68 min ja se kuvattiin 10.11.2017 noin kello 7.30–9. Jälkeen-videota oli 52 minuuttia ja se kuvattiin 11.1.2018 noin kello 7.30–8. Havaintomäärät suojatiellä ja alikulussa olivat pienet etenkin ennen-tilanteessa (Taulukko 8). Jalankulkijoiden määrä oli suurempi jälkeen-tilanteessa kuin ennen-tilanteessa, mihin lienee syynä metron avautuminen. Pyöräilijöiden määrä oli puolestaan pienempi, mikä johtunee kuvausajankohdista.

Taulukko 8. Havaintomäärät suojatiellä ja alikulussa Merituulentien ja Haukilahdenkadun liittymässä.

<b>Ennen metron liikennöintiä</b>				
	Suojatie metroasemalle päin	Alikulku metroasemalle päin	Suojatie Niittykummun koululle päin	Alikulku Niittykummun koululle päin
<b>JK</b>	11	2	16	5
<b>PP</b>	14	2	21	10
<b>Metron liikennöinnin aloittamisen jälkeen</b>				
	Suojatie metroasemalle päin	Alikulku metroasemalle päin	Suojatie Niittykummun koululle päin	Alikulku Niittykummun koululle päin
<b>JK</b>	22	3	57	17
<b>PP</b>	4	2	20	3

Videoaineiston perusteella suurin osa jalankulkijoista käytti suojatietä Haukilahdenkadun ylittämiseen (Kuva 20). Alikulun käyttäminen oli yleisempää Niittykummun koululle päin mentäessä kuin metroaseman suuntaan mentäessä: Niittykummun koululle päin menevistä jalankulkijoista noin neljännes käytti alikulua ja loput suojatietä. Reitin valinnassa ei ollut eroa ennen ja jälkeen metroaseman avautumisen jälkeen. Pyöräilijöiden määrä metroasemalle päin oli niin pieni jälkeen-tilanteessa, että suojatien ja alikulun käytössä mahdollisesti tapahtuneista muutoksista ei voida tehdä johtopäätöksiä. Videoaineistosta oli havaittavissa, että osa metroaseman suunnasta tulevista pyöräilijöistä käytti alikulua etenkin silloin, kun suojatievalo paloi punaisena. Vastaavaa ilmiötä ei ollut havaittavissa toisesta suunnasta, sillä Niittykummun koululta päin tultaessa alikululle johtava väylä alkaa aiemmin kuin metroasemalta tultaessa.

7.6.2018



Kuva 20. Suojatietä ja alikulkua käyttävien jalankulkijoiden osuus (ennen/jälkeen metroaseman avaamisen).



Kuva 21. Suojatietä ja alikulkua käyttävien pyöräilijöiden osuus (ennen/jälkeen metroaseman avaamisen).

7.6.2018

Nykytilakartoituksen yhteydessä laadittiin koulumatka-analyysi Niittykummun koulun oppilaiden koulureiteistä. Koulureittien sijoittuminen tie- ja katuverkolle määritettiin paikkatietomenetelmien avulla. Analyysin taustaksi kartalle paikannettiin oppilaiden osoitetiedot. ArcGIS-paikkatieto-ohjelmiston Network Analyst -lisäosan avulla laskettiin lyhyin reitti oppilaan kotoa kouluun. Reitityksen taustalla käytettiin Esri Finland Oy:n Suomen tie- ja katuverkkoa 2015. Se pohjautuu Digiroad-aineistoon, ja siinä on kuvattu kaikki tie- ja katuosuudet sekä erilliset jalankulku- ja pyöräilyväylät. Aineistossa ei ollut mukana tietoa ajoradassa kiinni olevista, yleensä korotetuista jalankulku- ja pyöräilyväylistä.

Analyysin taustalla on oletus siitä, että oppilaat käyttävät koulumatkallaan lyhintä mahdollista reittiä. On kuitenkin huomattava, että todellisuudessa reittivalinnat voivat poiketa jonkin verran analyysissä käytetyistä reiteistä. Reittien poikkeavuuksien aiheuttamaa mahdollista virheellisyyttä pyrittiin vähentämään tekemällä aineistoon joitain muutoksia ja lisäyksiä tiedossa olevien kulkureittien osalta (esimerkiksi tietyt ylityskohdat joillain reiteillä). Tällöin reitit ikään kuin pakotettiin kulkemaan jonkin määritetyn pisteen kautta tietyillä osuuksilla.

Koulureittianalyysin perusteella Niittykummun koulun oppilaat saapuvat kouluun kolmea pääreittiä pitkin: pohjoisesta Kotitontuntietä pitkin sekä idästä ja lännestä Merituulentietä pitkin. Niittykummun koulun oppilaiden reitit ja oppilasmäärät eri reiteillä koulun läheisyydessä on esitetty seuraavalla sivulla (Kuva 22).

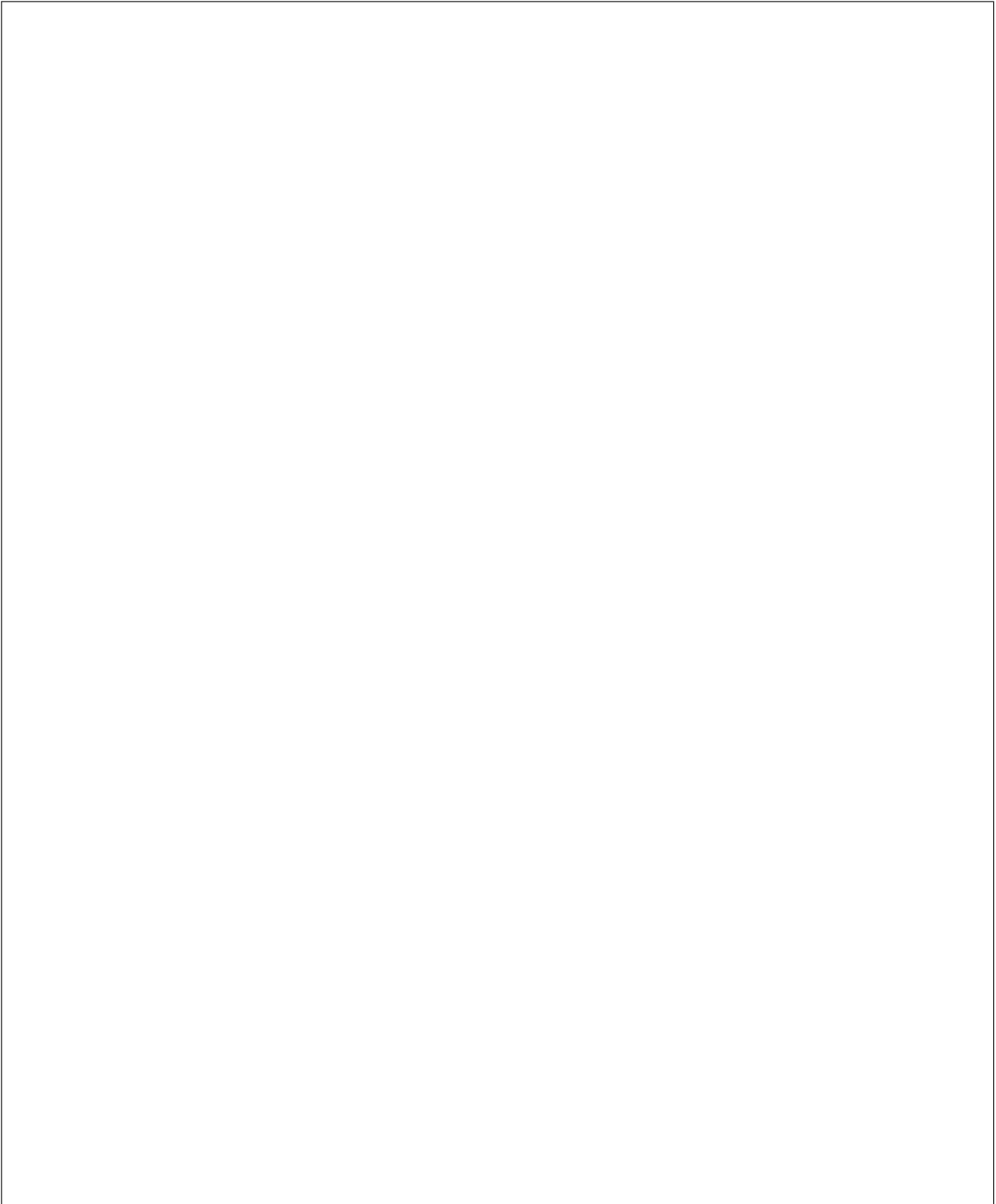
Niittykummun oppilaista 90 % asuu korkeintaan 5 km:n etäisyydellä, 64 % korkeintaan 2 km:n etäisyydellä ja 34 % korkeintaan 1 km:n etäisyydellä koulusta. Koulun lähellä asuvilla oppilailla on hyvät edellytykset liikkua koulumatkat kestävästi joko kävellen tai pyörällä. Osa koulumatkoista on pitkiä, koska Niittykummun kouluun tullaan myös kouluunottoalueen ulkopuolelta esimerkiksi Kirkkonummelta. Niittykummun koulussa on 1.–6.-luokkien yleisopetuksen lisäksi kaksikielistä opetusta, montessoriopetusta ja autismiopetuksen erityisluokkia.

Koulureittianalyysin perusteella Niittykummun koulun oppilaista arviolta 59–101 kulkee Merituulentietä pitkin Niittykummun metroaseman ohi. Alueen laajuuden vuoksi dronella kuvatusta videoaineistosta ei ollut mahdollista havaita, kuinka moni Niittykummun metroaseman läheisyydessä olevan suojatien tai alikulun käyttäjästä oli menossa Niittykummun kouluun. 360-kameralla kuvatusta videosta (11.1.2018 aamuruuhkan aikaan) kauppakeskus Niityn uloskäynnin luona (metron itäinen uloskäynti) havaittiin, että reilun vartin aikana metroasemalta poistui arviolta kymmenisen ala-asteikäistä lasta Merituulentielle itään, eli mahdollisesti kohti Niittykummun koulu.

Dronella kuvatujen videoiden kuvakulman ja kuvauskorkeuden vuoksi lasten ja aikuisten erottaminen toisistaan oli vaikeaa. Matalammalta kuvatusta videomateriaalista se olisi ehkä ollut mahdollista ainakin ennen-tilanteessa. Jälkeen-tilanteessa oli vuodenajasta johtuen niin pimeää, että myös esimerkiksi rinnakkain kulkevien jalankulkijoiden erottaminen toisistaan oli hankalaa. 360-kameroita olisi tarvinnut kaksi kuvamaan samanaikaisesti alikulun molemmin puolin, jotta aikuisten ja lasten erottaminen toisistaan olisi ollut mahdollista. Yhdellä 360-kameralla ei pystynyt kuvamaan niin laajaa aluetta kuin mitä kyseinen liittymäalue on.

Näin ollen koulureiteissä mahdollisesti tapahtuneita muutoksia ei pystytty analysoimaan käytettävissä olevan materiaalin perusteella. Niittykummun metroaseman avautuminen ei liene kuitenkaan vaikuttaneen merkittävästi koululaisten reitteihin, sillä metroasema sijaitsee samalla puolella kuin Niittykummun koulu, eli metrosta tulevilla oppilailla ei ole tarvetta ylittää Merituulentietä koulureitillä. Esimerkiksi Matinkylästä saattaa tulla oppilaita metrolla kouluun. Haukilahdenkadun ylitykseen on käytössä sekä valo-ohjattu suojatie että alikulku. Länsimetron liityntälinjaston muutoksilla lienee olleen suurempi vaikutus kulkutapavalintoihin ja reittivalintoihin.

7.6.2018



7.6.2018

### 3.3 Havainnot ja tutkimuksista

Tuomarilantien suojatiekäyttämistä kuvattiin aamuaikaan marraskuun alussa (2.11.2017), jolloin oli osan aikaa valoisampaa kuin jälkeenkuvauksen aikana (11.12.2017). Näin ollen autoilijat ovat saattaneet erottaa suojatien käyttäjät paremmin ennen-tilanteessa verrattuna suojatievalaistuksen asentamisen jälkeiseen tilanteeseen.

Jalustalle sijoitetulla 360-kameralla voidaan dronokuvausta paremmin tunnistaa, onko suojatien ylittäjä lapsi vai aikuinen. 360-kamera soveltuu pistemäiseen tarkkailuun esimerkiksi suojatiellä. Se ei sovi kulkureittien laajempaan analysointiin, sillä kameralla saatava videokuva ei ole kovin tarkka pitkälle. 360-kameralla kuvattu videokuva oli dronella kuvattua ilmakuvaa epäselvempää pimeässä. Tehtyjen kuvausten perusteella 360-kamera ei sovi hämärässä tai pimeässä tehtäviin kuvauksiin ilman että paikalla on erittäin tehokas valaistus.

Muun muassa sääolosuhteet asettavat rajoituksia dronen lennättämiselle. Kylmyys heikentää dronen akunkestoa. Yksittäin akku kestää 15-25 minuuttia säästä ja akun iästä riippuen. Pienellä tuulella ei ole vaikutusta dronen lennätykseen, mutta kovin tuulisella säällä on vaarana dronen putoaminen. Pimeällä dronen kamera-asetuksia joutuu säätämään paljon, jolloin kuvan herkkyys ja tarkkuus kärsivät, jotta kuvaan saa tarpeeksi valoa. Kuvauspaikan lähellä olevat suuret rakennustyömaat, junaradat, voimalinjat, jne. voivat vaikuttaa häiritsevästi laitteen sisäisen GPS-tutkan toimintaan. Myös ohjaimen ja dronen välinen kuvayhteys saattaa katketa.

Kuvauskohteista Tuomarilan älykäs suojatievalaistus sijaitsi junaradan vieressä, Nöykkiönkadun suojatievalaistuksen vieressä oli sähkölinja, Urheilupuistossa metro ja rakennustyömaa sekä Niittykummussa metro. Kuvauksia suorittaessa ilmaantui kussakin kohteessa hetkittäisiä ongelmia, kun drone ei löytänyt riittävän vahvaa GPS-yhteyttä, jolloin laite ei pysynyt paikallaan. Kyseiset ongelmat ilmenivät yleensä akkujen vaihdon yhteydessä, kun lennokkiin palautettiin virta ja laite nostettiin takaisin ilmaan. Ongelman korjaantuminen kesti 1-5 minuuttia.

Dronella kuvattua videosta (ilmakuva) on helpompaa seurata suuntia kuin paikan päällä tehtävästä liikennelaskennasta. Esimerkiksi kiertoliittymän eri haarojen ja suojateiden seuraaminen onnistuu samanaikaisesti toisin kuin maastossa. Videon manuaalinen analysointi edellyttää kuitenkin melko pieniä liikennemääriä, mikäli halutaan seurata kulkureittejä. Videoaineisto antaa mahdollisuuden palata aineistoon myös laskennan jälkeen, jolloin on mahdollisuus analysoida useampia eri osakokonaisuuksia samasta aineistosta.

Manuaalisesti tehtynä videoiden analysointi vie tavanomaista liikennelaskentaa enemmän aikaa, jos ei tehdä pelkkää poikkileikkauksilaskentaa, vaan halutaan seurata liikennekäyttämistä ja kulkureittejä. Tekniikan kehittyessä konenäön ja hahmontunnistuksen avulla videoita voidaan analysoida entistä tehokkaammin, sillä ohjelma voi analysoida ennalta määritetyt liikennetilanteet. Manuaalisesti voidaan käydä videomateriaali läpi vain tavanomaisesta poikkeavan liikennekäyttämisen osalta.

Videoiden kokoon ja tallennusmuotoon kannattaa kiinnittää huomiota. Mikäli videon resoluutio ei ole riittävän iso, on etenkin pimeässä kuvatuista kohteista hankala analysoida jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden liikkeitä. Toisaalta hyvälaatuisten videoiden katseluun täytyy olla käytössä riittävän tehokas tietokone. Videoita on myös mahdollista pakata pienempään kokoon, mutta silloin kuvanlaatu huononee.



7.6.2018

## 4 Yhteenveto ja johtopäätökset

Nöykkiönkadun painonappivalaistus ei toiminut toivotulla tavalla, sillä suojatien käyttäjät eivät huanneet painonappia. Näin ollen suojatievalo ei palanut käyttäjien ylittäessä ajorataa eikä painonappivalon vaikutusta autoilijoiden käyttäytymiseen voitu tutkia. Kohteeseen suositellaan vaihdettavaa liiketunnistimeen perustuva älykäs suojatievalaistus tai kirkkaampi valaisin suojatien kohdalla, joka on koko ajan toiminnassa (palaa samaan muukiin katuvalaistus).

Tuomarilankadun liiketunnistimin varustetun älykkään suojatievalaistuksen toimintavarmuus oli melko hyvä, mutta suojatievalaistus oli päällä pitkään (30 s.), jolloin valo jäi palamaan vielä sen jälkeen, kun jalankulkija tai pyöräilijä oli poistunut suojatieltä. Ohikulkevista jalankulkijoista ja pyöräilijöistä sekä toisinaan ajoneuvoista ajoradalla aiheutui jonkin verran virheellisiä ilmoituksia, jolloin valo paloi turhaan vaikka kadun ylittäjä ei ollut. Suuremmaksi ongelmaksi nähtiin kuitenkin se, että suojatievalaistus ei syttynyt ajoissa, vaan suojatietä käyttävä oli jo ehtinyt astua suojatielle ennen kuin valo syttyi. Mikäli liiketunnistimella toimiva valaistus halutaan säilyttää Tuomarilan suojatiellä, suositellaan liiketunnistimen alueen säätämistä virheilmaisujen vähentämiseksi ja valon pääläoloaikaa lyhennettäväksi jonkin verran.

Liiketunnistimella toimiva älykäs suojatievalaistus voisi toimia paremmin kohteissa, joissa jalankulku- ja pyöräilyväylä ylittää ajoradan linjaosuudella, eli kyseessä ei ole tien suuntainen jalankulku- ja pyöräilyväylä. Tällöin suojatievalaistuksen aktivoiva tunnistin voi sijaita riittävän etäällä suojatiestä, jotta valo syttyy ajoissa, eikä myöskään ohikulkeva liikenne aiheuttaisi virheilmaisuja. Tekniikan kehittyessä voisi järjestelmä sopia myös Tuomarilan kaltaisiin kohteisiin jossa kadun varrella kulkee jalankulku- ja pyöräilyväylä. Virheilmaisujen välttämiseksi on kadun suuntaisen jalankulku- ja pyöräilyväylän hyvä sijaita aina ainakin muutaman metrin etäisyydellä suojatiestä.

Urheilupuiston metroasemalla dronekuvaus soveltui kulkureittien analysointiin ennen metron liikennöinnin aloittamista pienehköjen kulkijamäärien vuoksi, mutta liikennöinnin aloittamisen jälkeen kulkureittejä oli vaikea analysoida lisääntyneiden jalankulkijamäärien vuoksi. Kuvausolosuhteet (pimeys) vaikeuttivat analysointia jälkeä-tilanteessa. Myös Niittykummun metroaseman jalankulku- ja pyöräliikenteen kulkureittejä oli vaikea havainnoida kuvausolosuhteiden (pimeys, kuvauskorkeus) vuoksi. Niittykummun metroasemalta päädyttiin havainnoimaan Merituulentien ylittämistä suojateiden ulkopuolelta sekä suojatien ja alikulun käyttöä Haukilahdenkadun liittymässä.

Niittykummun koulun oppilaiden koulureiteissä mahdollisesti tapahtuneita muutoksia metron liikennöimisen aloittamisen jälkeen ei onnistuttu analysoimaan käytettävissä olevan videoaineiston avulla. Tutkittavan alueen pitäisi olla hyvin laaja, eikä yksittäisten kulkijoiden havainnointi ole mahdollista korkealta kuvastusta aineistosta etenkin vähäisessä valaistuksessa. Lasten ja aikuisten erottaminen toisistaan onnistuu vain hyvin matalalla kuvastusta aineistosta, mikä mahdollistaa havainnoinnin vain poikkileikkauksen osalta, mutta ei kulkureittien seuraamista. Lasten koulureittien seuraaminen ei ole mahdollista alusta loppuun pelkän ilmakuvauksen avulla, vaan kulkijoilla pitäisi olla esimerkiksi tarkka gps-paikannin. Taloudellisten resurssien ja oikeudellisten seikkojen vuoksi paikannukseen perustuvaa tutkimusta voi olla hankala järjestää.

Tutkittujen suojatiekohteiden osalta dronekuvaus ei olisi ollut välttämätöntä, sillä samat havainnot olisi voinut kirjata paikan päällä. Nyt laskenta oli kalliimpaa kuin perinteisellä liikennelaskennalla toteutettuna, sillä aikaa kului dronekuvaukseen ja videon purkamiseen manuaalisesti. Dronekuvaukseen voisi olla kannattavaa yhdistää liikennelaskentalaitteella tehtävä nopeusmittaus. Esimerkiksi Tuomarilantien suojatiekohteessa olisi voinut tutkia, vaikuttaako suojatievalaistus ajonopeuksia hidastavasti.

7.6.2018

Suojatiekohteissa dronekuvaus ei välttämättä tuo lisäarvoa perinteiseen liikennelaskentaan verrattuna, mutta visualisointia voi hyödyntää päätöksenteon tukena esimerkiksi silloin, kun aineistoa halutaan näyttää päättäjille. Drone sopii liikennekäyttämisen tarkkailemiseen laajemmin kuin perinteinen liikennelaskenta. Dronekuvauksen onnistumisen kannalta on olennaista päättää etukäteen, mitä tutkitaan, jotta drone-lennättäjä osaa valita oikean lentokorkeuden ja rajauksen. Toisaalta metroasemien kuvauksista havaittiin, että videoaineistosta voidaan jälkikäteen analysoida sellaisia asioita, joita ei etukäteen osattu odottaa. Esimerkiksi Urheilupuiston metroaseman videoaineistosta havaittiin, että kiertoliittymää käytetään saattoliikennepaikkana metroon. Kiertoliittymän kaksikaisella osuudella osa kuljettajista ajaa sisempää kaistaa, vaikka on kääntymässä Koivu-Mankkaan tielle kohti etelää.

7.6.2018

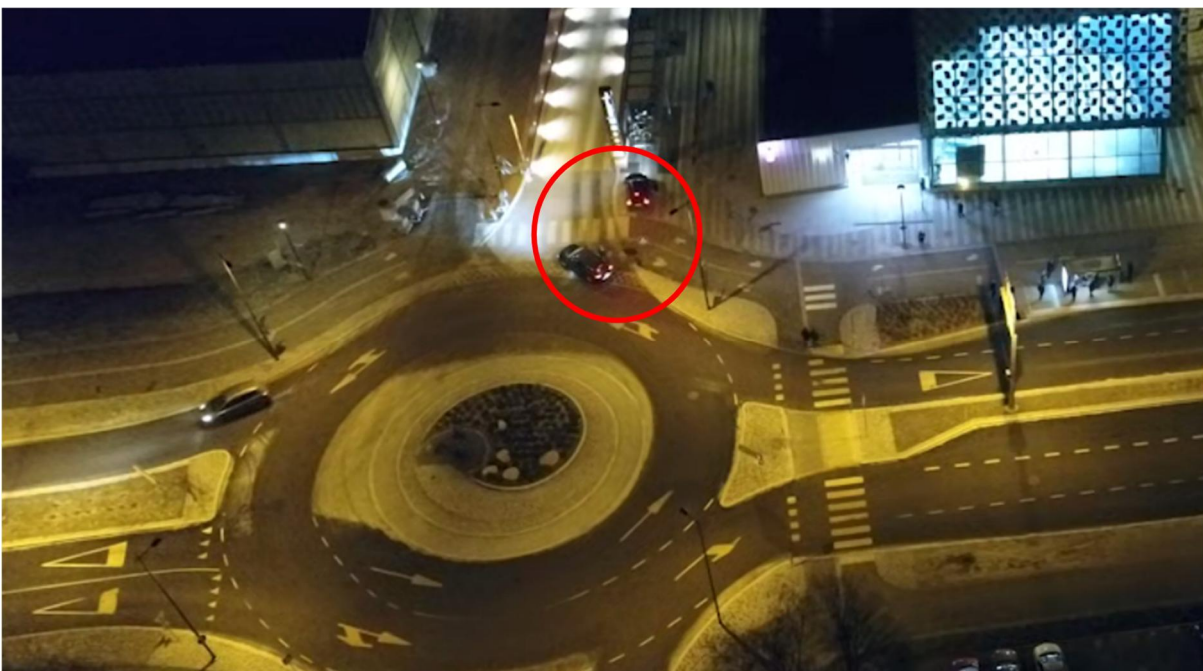
## Lähteet

Liikenteen turvallisuusvirasto Trafi (2017). Ohjeita turvalliseen lennättämiseen. Droneinfo-sivusto. Saatavissa (luettu 15.11.2017): [https://www.droneinfo.fi/fi/nain\\_lennatat\\_turvallisesti](https://www.droneinfo.fi/fi/nain_lennatat_turvallisesti)

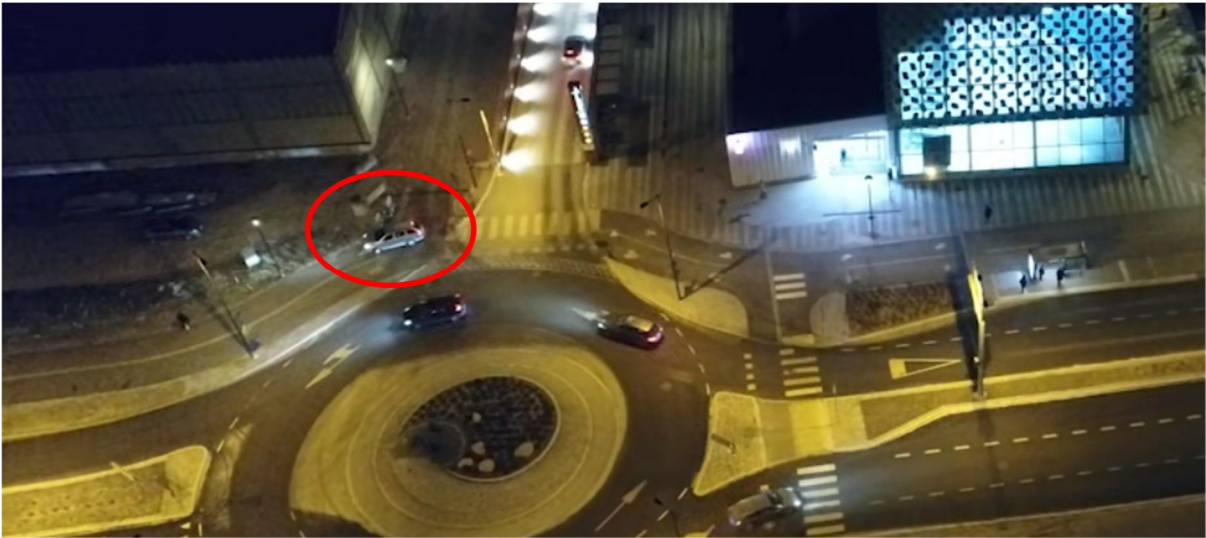
7.6.2018

## Liitteet

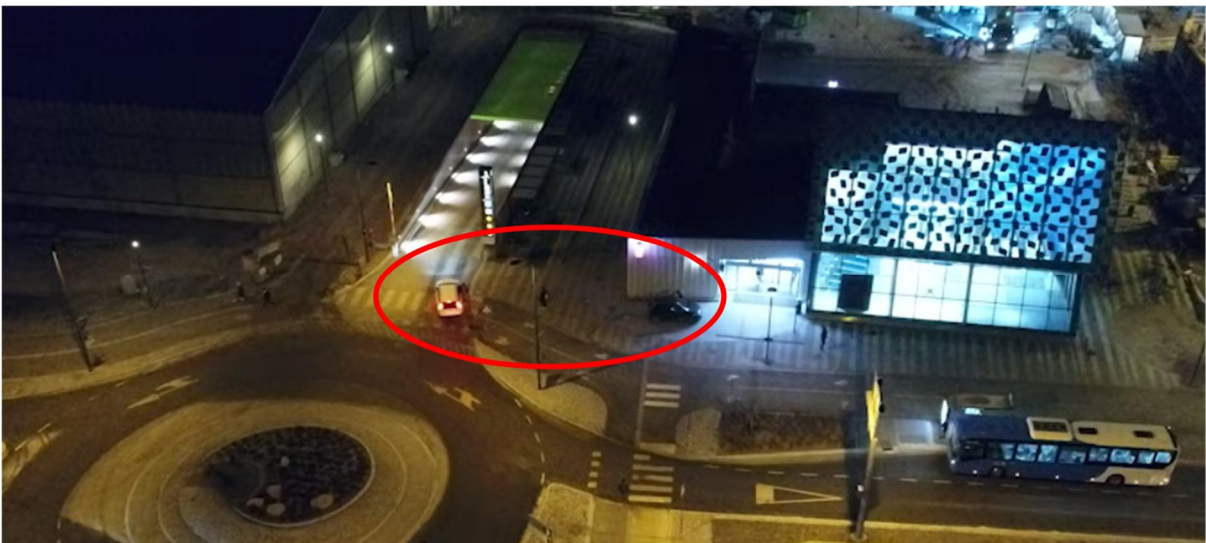
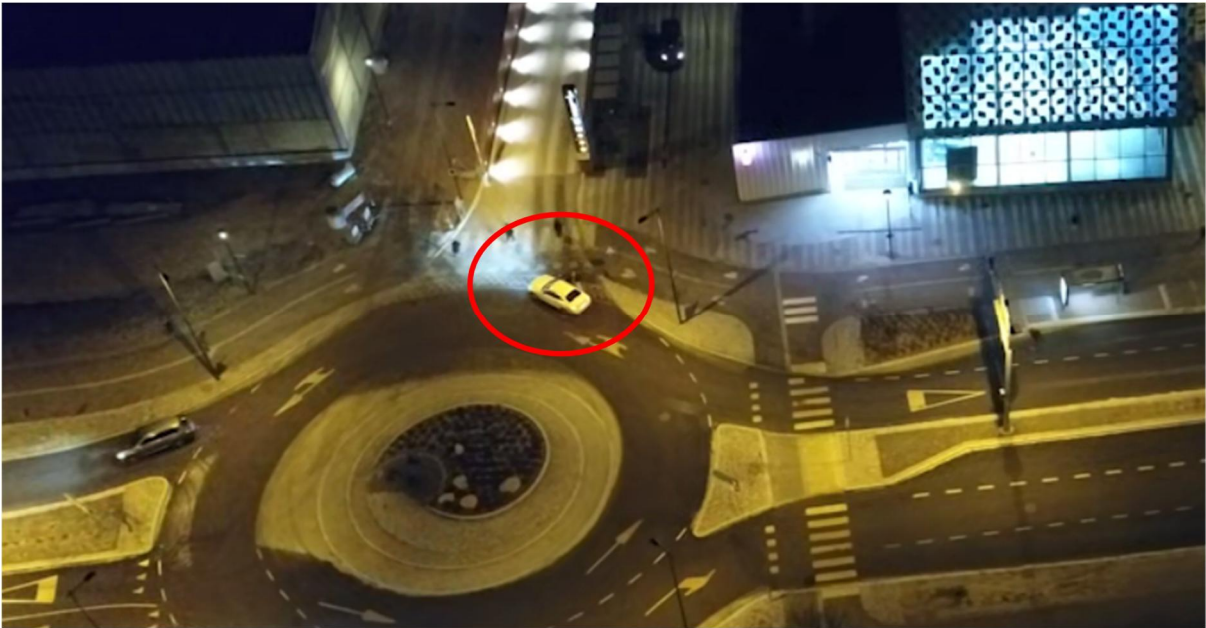
Liite 1: Urheilupuiston metroaseman saattoliikenne, jättöpaikkoja bussipysäkkien ulkopuolella



7.6.2018



7.6.2018



7.6.2018

