

Liikennemerkkien tunnistaminen ja inventointi konenäön avulla



Ylemmän ammattikorkeakoulututkinnon opinnäytetyö

Riihimäen kampus, Tulevaisuuden liikennejärjestelmät

kevät, 2020

Antti Savolainen

Tulevaisuuden liikennejärjestelmät
 Riihimäki

Tekijä	Antti Savolainen	Vuosi 2020
Työn nimi	Liikennemerkkien tunnistaminen konenäön avulla	
Työn ohjaaja	Janne Rautio	

TIIVISTELMÄ

Espoon kaupungissa otettiin koekäyttöön kesällä 2019 Trimble Locus -perustietojärjestelmän yhteydessä toimiva sähköinen liikennemerkkirekisteri. Kyseisellä Trimble Locus -perustietojärjestelmällä hallinnoidaan kaupungin omistamaa infraa. Liikennemerkkirekisterin perustamisen tavoitteena on muodostaa Espoon kaupungille sähköinen rekisteri, jossa esitetään reaaliaikaisesti katu- ja yleisillä alueilla sijaitsevat liikenteenohjauslaitteet.

Työn tavoitteena oli tutkia Espoon kaupungin katu- ja yleisten alueiden katuverkolle tehtyjen BlomSTREET™-katunäkymäkuvausten pohjalta tarkemmin kyseisen järjestelmän käyttämää konenäkötekniikkaa sekä sen eri ominaisuuksia. Järjestelmä tunnistaa katunäkymäkuvista mm. liikennemerkkit, niiden sijainnin, liikennemerkkien suunnan ja sen, mihin liikennemerkkit ovat kiinnitetty.

Pilottiaineiston tutkimisen lopputuloksena saatiin arvokasta tietoa siitä, kannattaako Espoon kaupungin jatkossa tilata koko kaupungin laajuinen konenäkö- ja hahmontunnistamismenettelyyn perustuva liikennemerkki-kartoitus Blom Kartta Oy:ltä, jotta tiedot voidaan siirtää suoraan sähköiseen liikennemerkkirekisteriin. Työ on tehty Espoon kaupungin Kaupunkitekniikan keskuksen alla toimivan kaupunkiliikenneyksikön toimeksiantona.

Avainsanat Liikennemerkki, konenäkö, inventointi, paikkatieto, omaisuudenhallinta

Sivut 42 sivua, joista liitteitä 9 sivua

Traffic Management Systems of the Future
 Riihimäki campus

Author	Name	Year 2020
Subject	Identifying traffic signs by using machine vision	
Supervisor	Janne Rautio	

ABSTRACT

City of Espoo has been taken electrical traffic sign registry into trial run which runs in computer program called Trimble Locus. Trimble Locus is a system used to gather different kind of knowledge of different things of infrastructure owned by the City of Espoo into the same platform. The main goal establishing electrical traffic sign registry is to show different traffic management things used in streets and local areas in real-time.

The aim of this thesis is to investigate more closely machine vision what comes up to identifying traffic signs based on the photoshoots made by Finnish limited company Blom Kartta. The product they offer in this case is called BlomSTREET™ from which photoshoots can be recognized different kind of infrastructural things by using machine vision. One of these things are traffic signs.

In the result of investigating the pilot material City of Espoo will receive valuable knowledge is it suitable and profitable to order whole material about City of Espoo`s traffic signs recognized by using machine vision.

Thesis was commissioned by the City of Espoo Technical Services Department.

Keywords Traffic sign, machine vision, inventory, geographic information, asset management

Pages 42 pages including appendices 9 pages

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Opinnäytetyön tausta ja lähtökohdat	5
1.2	Opinnäytetyön rajaus ja tavoitteet	6
2	KONENÄKÖ JA KONENÄKÖJÄRJESTELMÄT	7
2.1	Konenäkö yleisesti.....	7
2.2	Konenäköjärjestelmät	7
2.3	Konenäköjärjestelmän rakenne	7
3	KONENÄKÖ JA LIIKENNEMERKKIEN INVENTOIMINEN	9
3.1	Konenäkö ja sen hyödyntäminen liikennemerkkien tunnistamisessa	9
3.2	Liikennemerkkien tunnistaminen konenäön avulla maailmalla	9
3.3	Liikennemerkkien inventointia tarjoavat yritykset	10
4	BLOMSTREET™ - OMINAISUUDET JA TOIMINNALLISUUDET	10
4.1	BlomSTREET™ palvelukuvaus.....	10
4.2	BlomSTREET™ lisäpalvelut	11
4.2.1	Liikennemerkki-inventointi.....	11
5	BLOMSTREET™ LIIKENNEMERKKI-INVENTOINNIN PILOTTI ESPOOSSA.....	11
5.1	Infraomaisuuden hallinnan nykytila.....	11
5.2	Pilotin lähtökohdat ja tarkoitus.....	12
5.3	Pilottia varten tilattava aineisto ja sen ominaisuudet	12
5.4	Pilottiin valitut alueet.....	12
5.4.1	Matinkylä	12
5.4.2	Niittykumpu.....	13
5.4.3	Lintuvaara	14
5.4.4	Turuntie (maantie 110).....	14
6	BLOMSTREET™ LIIKENNEMERKKI-INVENTOINTIMATERIAALIN TUTKIMINEN.....	15
6.1	Toimitetun pilottiaineiston ominaisuudet	15
6.2	Tutkimuksen suorittamisen apuna käytetyt ohjelmat.....	16
6.3	Tutkimuksen suorittaminen	17
7	TUTKIMUKSEN TULOKSET.....	18
7.1	Tutkimusaineiston yleiset tunnusluvut liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien osalta	18
7.2	Tutkimusaineiston tunnusluvut liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien osalta, katu- ja yleiset alueet.....	19
7.3	Havainnot liikennemerkkien tunnistamiseen liittyen – ei luokitellut liikennemerkit.....	20

7.3.1 Suunnistustaulut (numerot 611 ja 612) ja ajokaistan yläpuoliset viitat (numerot 631 ja 632).....	20
7.3.2 Sinipohjaiset vaikutusalueista kertovat lisäkilvet (numerot 814, 824, 826, 827 ja 828).....	21
7.3.3 Sinipohjaiset tekstilliset lisäkilvet ”sallittu mopoille/tillåtet för mopeder” (numero 872).....	22
7.3.4 Muut, ei luokitellut liikennemerkit.....	22
7.4 Havainnot liikennemerkkien tunnistamiseen liittyen – väärin luokitellut liikennemerkit.....	22
7.4.1 Suunnistustaulut (numerot 611 ja 612) ja ajokaistan yläpuoliset viitat (numerot 631 ja 632).....	23
7.4.2 Lisäkilpi voimassaoloaika arkisin ma-pe (numero 851).....	23
7.4.3 Paikallisliikenteen linja-auton pysäkki (numero 531).....	24
7.4.4 Muut, väärin luokitellut liikennemerkit.....	24
7.5 Havainnot liikennemerkkien tunnistamiseen liittyen – objekti ei kuitenkaan liikennemerkki	24
7.6 Havainnot XYZ-koordinaattien ja kiinnitystavan määrittelystä	25
7.7 Optiona tilattu aineiston manuaalinen parantaminen	26
8 JOHTOPÄÄTÖKSET	27
9 JATKOTOIMENPITEET	29
LÄHTEET.....	30
TAULUKOT	31
KUVAT.....	31
LIITELUETTELO	33
Liitteet	

1 JOHDANTO

1.1 Opinnäytetyön tausta ja lähtökohdat

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Espoon kaupungin Kaupunkitekniikan keskus. Espoon Kaupunkitekniikan keskuksen infrapalvelut -toimialan alla toimiva kaupunkiliikenneyksikkö vastaa mm. Espoon kaupungin katu- ja yleisten alueiden liikenteenohjauksesta, liikennevaloista, joukkoliikenteestä yhteistyössä HSL:n kanssa, pysäköinnistä, älyliikenteestä, liikenneturvallisuudesta, liikenteen sähköistämisen ratkaisuista ja kaupunkipyörä-järjestelmästä.

Kaupunkiliikenneyksikössä on otettu alkukesästä 2019 testikäyttöön Trimblen kehittämä sähköinen liikennemerkkirekisteri. Sähköinen liikennemerkkirekisteri toimii kunnille tarkoitetun Trimble Locus -perustietojärjestelmän yhtenä osana. Trimble Locus on kuntien tekniselle sektorille suunnattu järjestelmä, jolla voidaan ylläpitää kunnan omistaman rakennetun infran tietoja. Se toimii kunnille eräänlaisena omaisuusrekisterinä sähköisessä muodossa.

Sähköisen liikennemerkkirekisterin kokoamisen tavoitteena on kokonaisvaltaisesti parantaa liikenteenohjauslaitteiden (liikennemerkit, tiemerkinät ja sulkulaitteet) ja niihin liittyvien tietojen tallennus- sekä esittämistä. Sähköisellä liikennemerkkirekisterillä pyritään vastaamaan myös 1.6.2020 astuvan uuden tieliikennelain asettamaan velvoitteeseen. Tästä päivämäärästä lähtien Suomen kuntien tulee toimittaa Väylälle tietoa ka-tualueille asetetuista uusista liikennemerkeistä (Tieliikennelaki 729/2018 § 70.)

Nykyisin liikenteenohjauslaitteet esitetään erikseen dgn- tai dwg-muodossa laadituilla erillisillä liikenteenohjaussuunnitelmillä, jotka muunnetaan pdf-muotoon ja lopulta aina tif-muotoon, jonka jälkeen ne arkistoidaan Espoon kaupungin omaan sähköiseen suunnitelma-arkistoon. Hyväksytyt liikenteenohjaussuunnitelmat arkistoidaan myös paperisina versioina kaupunginarkistoon, jossa niitä säilytetään 10 vuoden ajan.

Nykyisten liikenteenohjaussuunnitelmien heikkoutena on erittäin suuri pirstaleisuus, sillä ne ovat aluerajaukseltaan yleensä melko pieniä suunnitelmia ja Espoon kokoisesta kaupungista eri alueiden liikenteenohjaussuunnitelmia löytyy yhteensä useita satoja. Sen lisäksi merkittävä määrä suunnitelmista on jo hyvin vanhoja ja ei enää niin käyttökelpoisia mm. suunnitelmissa alun perin käytetyistä ja vanhentuneista kantakartoista johtuen, joiden pohjalle suunnitelmat ovat laadittu.

Yhden suunnitelman päivittäminen on myös lopulta työläs prosessi kaikine vaiheineen. Sähköisellä liikennemerkkirekisterillä pyritään siihen, että kaikkien kaupungin katu- ja yleisillä alueilla sijaitsevien liikenteenohjauslaitteiden tiedot saadaan digitoitua yhteen paikkaan. Kaikkia liikenteenohjauslaitteita ja niiden tietoja voi sekä tarkastella että muokata reaaliaikaisesti ja helposti ilman, että täytyy tehdä raskaalta tuntuvia muutoksia nykyisiin liikenteenohjaussuunnitelmiin useine eri työvaiheineen.

1.2 Opinnäytetyön rajaus ja tavoitteet

Espoon kaupungin katu- ja yleisillä alueilla on arviolta n. 55 000 – 60 000 liikennemerkkiä puhumattakaan lukemattomista tiemerkinnoista ja sadoista sulkulaitteista. Näiden tietojen vieminen manuaalisesti sähköisen liikennemerkkirekisterin tietokantaan on kaupunkiliikenneyksikön resursseihin nähden kokonaisuudessaan poissuljettu ajatus. Tässä työssä pohditaan tarkemmin yhtä vaihtoehtoista tapaa inventoida katu- ja yleisillä alueilla olevat liikennemerkit ja keskitytään yhden toimittajan tarjoamaan ratkaisuun sekä tutkitaan tarkemmin ratkaisun eri ominaisuuksia.

Espoon kaupungin katu- ja yleisillä alueilla on tehty nykyisin lähes vuosittain Blom Kartta Oy:n toteuttamana katunäkymäkuvauksia, jotka tehdään ajoneuvon avulla ajamalla läpi katu- ja yleiset alueet. Katunäkymäkuvaus toteutetaan tekniikalla, jonka lopputuloksena saadaan tuotettua 360-asteisia panoraamakuvia. Näistä panoraamakuvista ja tuotetusta materiaalista pystytään tunnistamaan automaattisesti liikennemerkit konenäön avulla. Konenäkötekniikka tunnistaa liikennemerkin ja antaa liikennemerkille erilaisia attribuutteja sen ominaisuuksista. Kappaleessa 3 on kerrottu tarkemmin Blom Kartta Oy:n tarjoamasta teknisestä ratkaisusta (BlomSTREET™) ja nimenomaisesta liikennemerkki-inventoinnista.

Tutkimuksen tarkemmaksi suorittamiseksi valitaan Espoon katu- ja yleisiltä alueilta muutamia alueita, joilla on tehty viimeisimpänä kuvauksia Blom Kartta Oy:n toimesta (vuoden 2019 aikana). Tutkimusalueiksi pyritään valitsemaan ominaisuuksiltaan erilaisia alueita, jotta voidaan kokonaisvaltaisemmin tutkia ja analysoida kyseisen konenäkötekniikan nykyisiä ominaisuuksia, jota Blom Kartta Oy käyttää hyväkseen.

Työn lopputuloksena saadaan tietoa siitä, miten ja kuinka hyvin kyseisen toimittajan konenäkötekniikka suoriutuu liikennemerkkien tunnistamisesta 360-asteisista panoraamakuvista. Lopputuloksien perusteella voidaan lisäksi arvioida sitä, tarjoaako kyseinen tapa realistisen mahdollisuuden inventoida koko Espoon katu- ja yleisten alueiden liikennemerkit kokonaisuudessaan, jotta saadaan vietyä mahdollisimman paljon oikeaa liikennemerkkitietoa suoraan sähköiseen liikennemerkkirekisteriin.

Jatkon kannalta pohditaan myös sitä, kuinka sähköinen liikennemerkkirekisteri pidetään ajan tasalla ja kuinka sitä tulevaisuudessa voidaan vielä kehittää sekä minkälaisia mahdollisuuksia se mahdollisesti vielä tarjoaa.

2 KONENÄKÖ JA KONENÄKÖJÄRJESTELMÄT

2.1 Konenäkö yleisesti

Konenäön määritelmä ei ole yksiselitteinen. Puhekielessä puhuttaessa sekoitetaan usein kolmea eri termiä keskenään: konenäköä, tietokonenäköä ja robottinäköä. Kaikki kolme termiä eroavat kuitenkin toisistaan. (Jyrkkä, 2018, s. 8)

Konenäöllä viitataan tietokonenäön hyödyntämiseen mm. teollisuudessa, automaatiotarkastuksissa ja prosessien- ja robottien hallinnassa. Robotinäön määritelmä viittaa kuitenkin aina robotin ohjaukseen. Tietokonenäön tavoitteena on vuorostaan tehdä hyödyllisiä päätöksiä todellisista fyysisistä esineistä ja tapahtumista havaittujen kuvien perusteella (Jyrkkä, 2018, s. 8-9)

2.2 Konenäköjärjestelmät

Konenäköä käyttävät laitteet koostuvat konenäköjärjestelmästä ja konenäköjärjestelmä rakennetaan toteuttamaan jokin tarkoitus. Tapauksesta riippuen järjestelmää on mahdollista muokata myöhemmin, mutta yleensä järjestelmä kykenee tekemään vain sille alussa määriteltä tehtävää. Sen vuoksi konenäköjärjestelmissä suunnitteluvaiheeseen panostaminen on kriittistä. (Jyrkkä, 2018, s. 10)

”Konenäköön perustuvat laitteet voidaan jakaa kolmeen eri järjestelmätyyppiin: tietokonepohjaisiin, älykameroihin ja sulautettuihin konenäköjärjestelmiin” (Jyrkkä, 2018, s. 10). Tietokonepohjainen konenäköjärjestelmä kehitettiin ensimmäisenä ja sen jälkeen on kehitetty sekä älykameroihin ja sulautettuihin konenäköjärjestelmiin perustuvat konenäköjärjestelmät. (Jyrkkä, 2018, s. 10)

2.3 Konenäköjärjestelmän rakenne

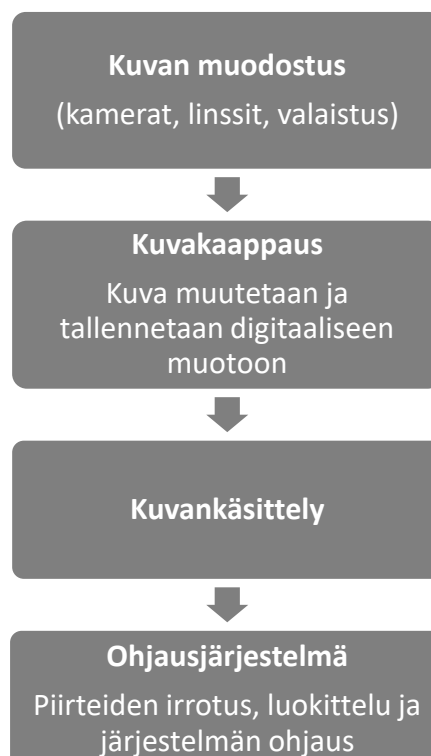
Kuvassa 1 on kuvattu tarkemmin konenäköjärjestelmän osa-alueet ja konenäön prosessi ylhäältä alaspäin. Prosessi alkaa kuvan muodostuksesta, jonka jälkeen tapahtuu kuvakaappaus, jossa kuva muutetaan digitaalseksi. Digitaalisessa muodossa oleva kuva käsitellään ja kuvasta saadut tiedot muutetaan järjestelmän ohjaukseksi. Prosessissa tarkoituksena on saada kuvasta mahdollisimman tarkasti tietoa, joka onnistuu kuvanmuokkauksen

eri keinoin. Tämän seurauksena kuvan abstraktisuus kasvaa prosessissa alaspäin mentäessä. Edellä mainitut toimenpiteet vähentävät kuvassa olevan datan määrää, joten eniten dataa kuvassa on mukana silloin, kun se on kameralla otettu. (Jyrkkä, 2018, s. 11)

Varsinainen järjestelmän ohjaus alkaa piirteiden irrotuksella. Irrotusvaiheessa kuvista yhdistellään laskennallisilla menetelmillä kokonaisuuksia, jotka viedään ohjelmassa myöhemmin arvioitavaksi. Yhdistelyyn on monia keinoja ja käytettävä keino riippuu sovelluksesta, johon konenäköä on tarkoitus hyödyntää. (Jyrkkä, 2018, s. 20)

Luokittelu on vuorostaan määrittelevä laskennallinen toimenpide, missä irrotettujen piirteiden kokonaisuudet jaotellaan eri kategorioihin. Luokittelu tapahtuu todennäköisyyksien perusteella. Piirteiden irrotuksesta saatuja kokonaisuuksia arvioidaan ja jos ne täyttävät riittävän suurella todennäköisyydellä jonkin ominaisuuden, niille tehdään luokittelu. Esimerkiksi sovelluksessa saattaa olla kuviontunnistusmenetelmä. Luokitteluvaiheessa piirrettä tulkitaan ja tehdään päätös, että kyseinen kuvio on joko ympyrä tai neliö. Tämän jälkeen tarkastellaan, kumpi kuvio on todennäköisemmin. Jos todennäköisempi vaihtoehto täyttää ennalta määritellyt vähimmäisrajat, tieto siirretään järjestelmän ohjaukseen. (Jyrkkä, 2018, s. 20)

Viimeinen varsinainen konenäköjärjestelmän vaihe on järjestelmän ohjaus, jossa kuvien tiedosta tehdään toimintoja. Nämä toimenpiteet ovat yleensä ainoa asia, joka erottaa konenäköjärjestelmän tietokone- tai robotinäöstä. (Jyrkkä, 2018, s. 21)



Kuva 1. Konenäköjärjestelmän osa-alueet. (Jyrkkä, 2018, s. 12)

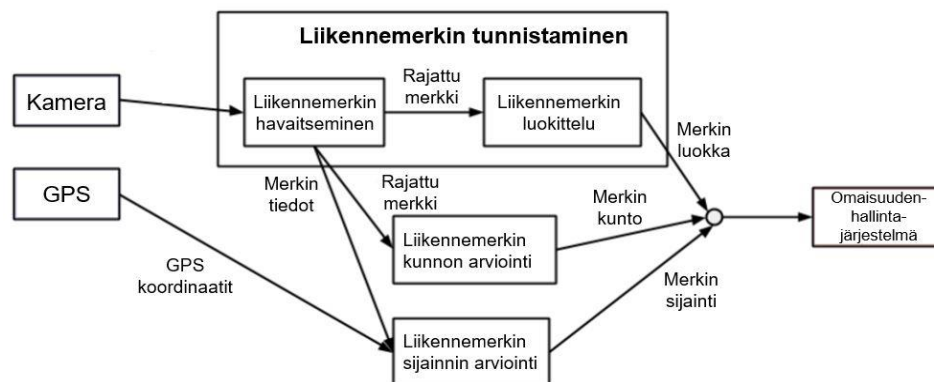
3 KONENÄKÖ JA LIIKENNEMERKKIEN INVENTOIMINEN

3.1 Konenäkö ja sen hyödyntäminen liikennemerkkien tunnistamisessa

Konenäön näkökulmasta liikennemerkkien inventointi koostuu kolmesta eri osasta: liikennemerkkien havaitsemisesta ja sijainnin arvioinnista, liikennemerkkien tunnistamisesta ja liikennemerkin tyyppin luokittelusta sekä kunnan luokittelemisesta.

Konenäköä käsittelevä ja tutkiva kirjallisuus jakaa ja määrittelee liikennemerkkien tunnistamisen muodostuvan kahdesta eri osasta: liikennemerkkien havaitsemisesta ja liikennemerkkien luokittelusta. Havaitsemisessa tarkoituksena on kuvasta havaita liikennemerkki ja luokittelun tarkoituksena on vuorostaan antaa liikennemerkillle tarkempi luokka tai tieto, mikä liikennemerkki on kyseessä. Yleisiä tapauksia, joissa liikennemerkkien tunnistamista konenäön avulla käytetään hyväksi ovat mm. automaattiajaminen ja avustettu ajaminen sekä silloin, kun tehdään liikennemerkkien kartoitusta liikkuen. (Hietanen, 2014, s. 10)

Alla olevassa kuvassa 2 on esitetty yksinkertainen liikennemerkkien inventoinnin yleiskuva sisältäen kuntoarvion.



Kuva 2. Yksinkertainen kaavio liikennemerkkien inventoinnista sisältäen kuntoarvion. (Hietanen, 2014, s. 11)

3.2 Liikennemerkkien tunnistaminen konenäön avulla maailmalla

Modernin huipputekniikan liikennemerkkien tunnistusalgoritmit perustuvat koneoppimistekniikoihin ja vaativat suuren sekä laajan määrän

kuvamateriaalia eri liikennemerkeistä, jotta konenäkö oppii ne tunnistamaan. Jokaisella maailman valtiolla on käytössään ulkonäöltään ainutlaatuisia ja uniikkeja liikennemerkejä, joten globaalisti liikennemerkkien kirjo on valtava. Tämä muodostaa haasteita konenäkötekniikoille, sillä jokainen ulkonäöltään erilainen liikennemerkki täytyy opettaa konenäköille erikseen. (Chigorin & Konushin, 2013, s. 13)

Laajamittaisia liikennemerkkien tunnistusjärjestelmiä on kehitetty ja testattu ympäri maailmaa. Tekniikasta, eri liikennemerkkien lukumäärästä ja käytettävästä kuvamateriaalista sekä sen laajuudesta riippuen liikennemerkejä on onnistuttu tutkimuksissa tunnistamaan n. 50-90% prosentin tarkkuudella. (Chigorin & Konushin, 2013, s. 13)

3.3 Liikennemerkkien inventointia tarjoavat yritykset

Opinnäytetyön kirjoitushetkellä Suomen markkinoilla toimii useampi yritys, jotka tarjoavat konenäköön pohjautuvaa liikennemerkkien inventointia. Näitä yrityksiä ovat mm. Blom Kartta Oy, Normi-konserni (johon kuuluu Normiopaste Oy, Normivalaistus Oy ja Normilouhintä Oy), Autori Oy ja Vaisala Oyj.

Tarkemmin tässä työssä tutkittavan Blom Kartta Oy:n markkinoiman liikennemerkkien inventoinnin konenäkötekniikka- ja ratkaisut pohjautuvat hollantilaisen CycloMedia -nimisen yrityksen ratkaisuihin, jota Blom Kartta Oy jälleenmyynnissään Suomessa hyödyntää.

4 BLOMSTREET™ - OMINAISUUDET JA TOIMINNALLISUUDET

4.1 BlomSTREET™ palvelukuvaus

”BlomSTREET™ on visuaalisesti, geometrisesti ja sijaintitiedoiltaan korkeatasoinen 360°-panoraamakuvaus ja mobiililaserkeilaus katu- ja väyläympäristöistä. BlomSTREET™ -kuviin ja laserkeilausaineistoihin liittyvä toiminnallisuus tarjotaan loppukäyttäjille vaivattomasti pilvipalveluna suoraan internetselaimeen” (BlomSTREET™ palvelukuvaus, 2019).

BlomSTREET™:n palvelukuvaus on esitetty liitteessä 1, jossa on kuvattu tarkemmin sen toiminnallisuuksia.

4.2 BlomSTREET™ lisäpalvelut

4.2.1 Liikennemerkki-inventointi

”Liikennemerkki-inventointi suoritetaan BlomSTREET™ -kuva-aineiston pohjalta. Inventoitavat liikennemerkit ovat tieliikenneasetuksessa määritellyjä liikennemerkkejä perustuen Väylän ohjeistukseen ”Liikennemerkit ja muita liikenteenohjauslaitteita”.

Liikennemerkkien inventointi perustuu osaksi automatiikkaan, mikä tunnistaa kuvilla selkeästi näkyvissä olevat merkit. Kokemukset inventointiprojekteista osoittavat, että menetelmän avulla yli 90 % liikennemerkeistä saadaan inventoiduksi. Kasvillisuuden, muun näköesteen peittämät tai vain osittain kuvilla näkyvät merkit eivät tule inventoiduiksi.

Liikennemerkkien inventoitavat ominaisuudet:

- Kilven sijainti (x, y, z) ja katselusuunta
- Sijaintihavainnon tilastollinen keskihajonta (std.dev xyz)
- Kilven tyyppi / lisäkilven tyyppi
- Teksti kilvessä, mikäli luettavissa (esim. heijastukset, pieni kirjainkoko, kilven rikkinäisyys voivat estää luettavuuden)

Koordinaattijärjestelmä: sovitaan asiakkaan kanssa

Toimitusformaatti: tekstimuotoinen CSV (Comma Separated Values) tai XLS-tiedosto ja ESRI Shapefile-tiedosto.” (Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus, 2019)

5 BLOMSTREET™ LIIKENNEMERKKI-INVENTOINNIN PILOTTI ESPOOSSA

5.1 Infraomaisuuden hallinnan nykytila

Espon Kaupunkitekniikan keskus käyttää tällä hetkellä infraomaisuuden hallintaan Trimble Solutions Oy:n tarjoamia palveluita. Näitä palveluja ovat mm. Trimble Locus (perustietojärjestelmä rakennetun ympäristön paikkatietojen hallintaan) sekä katu- ja viheralueiden hallinta- sovellus, jolla hallitaan katuihin, puistoihin ja viheralueisiin liittyviä tietoja, varoja, toimenpiteitä, määräaikoja, lupia ja todistuksia. (Trimble, 2020).

Trimble Locusiin sisältyy erillinen liikennemerkkitaso, jolla voidaan hallinnoida liikennemerkkien omaisuutta koskevia tietoja eri attribuutteineen.

5.2 Pilotin lähtökohdat ja tarkoitus

Tämän pilotin tarkoituksena on tarkemmin syventyä, tutkia ja analysoida Blom Kartta Oy:n tarjoaman BlomSTREET™ liikennemerkki-inventoinnin lisäpalvelua. Pilotissa perehdytään tarkemmin Blom Kartta Oy:ltä tilattuun erilliseen liikennemerkki-inventointimateriaaliin ja tutkitaan kappaleessa 4.2.1 lueteltujen ominaisuuksien todenmukaisuutta, paikkansapitävyyttä ja toteutumista. Luetelluista inventoitavista ominaisuuksista huomiota kiinnitetään erityisesti liikennemerkkien (kilpien) tyyppiin ja sijaintiin.

5.3 Pilottia varten tilattava aineisto ja sen ominaisuudet

Pilottia varten on valittu Espoon katu- ja yleisiltä alueilta neljä (4) eri tyyppistä aluetta, joilla on toteutettu kesän 2019 aikana 360°-panoraamakuvaus, joista liikennemerkit voidaan tunnistaa. Blom Kartta Oy:ltä tilataan konenäköön pohjautuva liikennemerkki-inventointi kyseisiltä alueilta sekä optiona liikennemerkkien tunnistamisen ja kieliasun manuaalinen parantaminen. Option tarkoituksena on korjata tarvittaessa manuaalisesti mm. tekstillisten lisäkilpien tekstit oikeiksi tai mikäli liikennemerkki on tunnistettu, mutta sen luokka on jäänyt konenäöltä jostakin syystä täydentämättä, niin antaa sille oikea arvo. Pilottiin valittuja alueita ja niiden ominaisuuksia on kuvailtu tarkemmin kappaleessa 5.3.

Alueiksi pyritään valitsemaan niin tiivistä kaupunkikeskustaa kuin maantie- maista aluetta, jotta liikennemerkkien kirjo olisi mahdollisimman laaja. Mitä laajemmin pilottiaineistoon saadaan mukaan erilaisia liikennemerkkikirjaston mukaisia liikennemerkkejä, sitä parempi kokonaiskäsitys saadaan siitä, kuinka hyvin konenäkö suoriutuu merkkien tunnistamisesta.

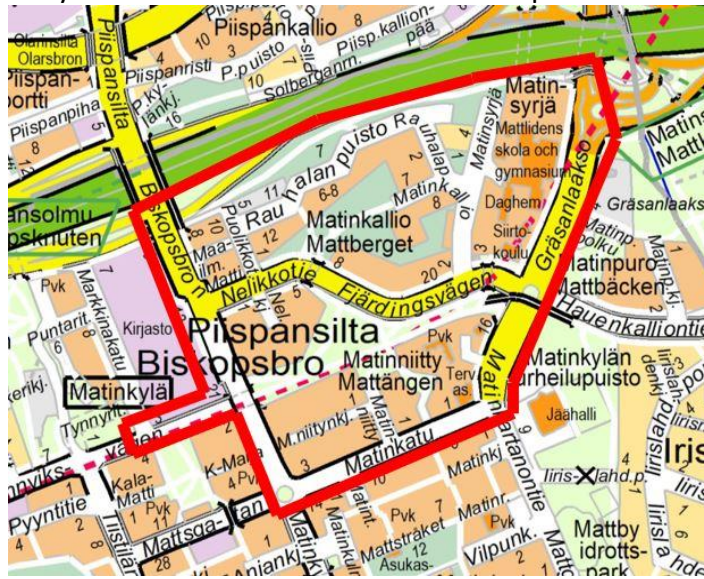
Liikennemerkkien kokonaislukumäärä ja tiheys vaihtelevat myös alueiden kesken, joten samassa yhteydessä pyritään tutkimaan myös sitä, vaikuttaako nämä ominaisuudet muun muassa liikennemerkkien tunnistustarkkuuteen tai siihen, kuinka hyvin liikennemerkeille annetaan oikeat sijaintitiedot (x-, y- ja z-koordinaatit).

5.4 Pilottiin valitut alueet

5.4.1 Matinkylä

Matinkylä on Espoon kaupunginosa ja yksi Espoon viidestä kaupunkikeskuksesta Espoonlahden, Espoon keskuksen, Leppävaaran ja Tapiolan kaupunkikeskustojen lisäksi. Matinkylässä sijaitsee mm. kauppakeskus Iso Omena, joka on yksi Suomen suurimmista kauppakeskuksista. Iso Omena on merkittävä liikenteellinen solmukohta, jossa sijaitsee Länsimetron Matinkylän metroasema ja Matinkylän bussiterminaali.

Matinkylästä tilatun liikennemerkki-inventointiaineiston aluerajaus on esitetty tarkemmin alla olevassa kuvassa 1 punaisella värillä.

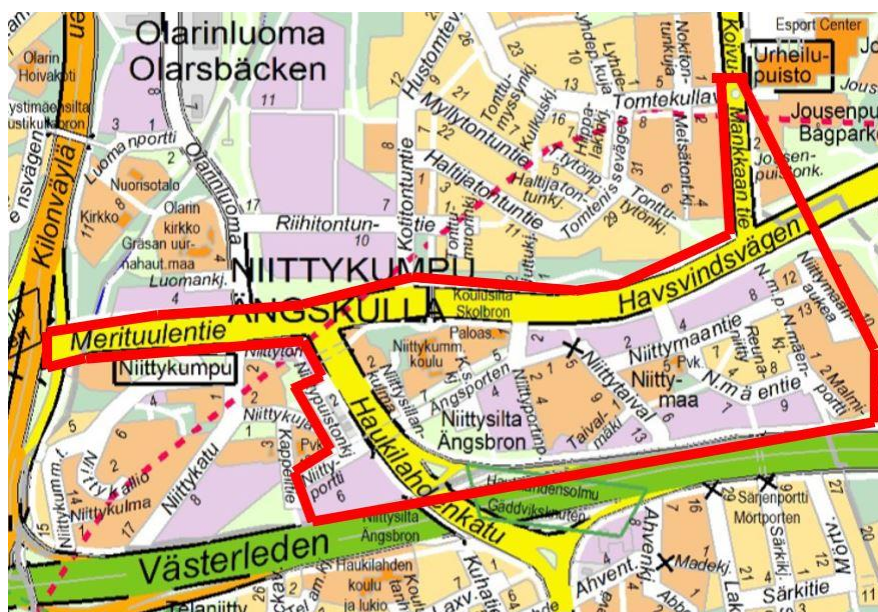


Kuva 3. Matinkylän liikennemerkki-inventointimateriaalin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

5.4.2 Niittykumpu

Niittykumpu on Espoon kaupunginosa, joka kuuluu Suur-Tapiolan alueeseen. Suur-Tapiolan alueen muodostavat Niittykummun lisäksi Haukilahden, Laajalahden, Mankkaan, Otaniemen, Pohjois-Tapiolan, Tapiolan ja Westendin kaupunginosat (Wikipedia, 2020).

Niittykummusta tilatun liikennemerkki-inventointiaineiston aluerajaus on esitetty tarkemmin alla olevassa kuvassa 2 punaisella värillä.



Kuva 4. Niittykummun liikennemerkki-inventoinnin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

5.4.3 Lintuvaara

Lintuvaara on Espoon kaupunginosa, joka kuuluu Leppävaaran suuralueeseen Karakallion, Kilon, Laaksoлахden, Etelä-Leppävaaran, Pohjois-Leppävaaran, Lippajärven, Sepänkylän ja Viherlaakson kaupunginosien lisäksi. Lintuvaara on pääasiassa asumiseen keskittynyt, pientalovaltainen asuinalue Leppävaaran suuralueen pohjoisosassa.

Lintuvaarasta tilatun liikennemerkki-inventointiaineiston aluerajaus on esitetty tarkemmin alla olevassa kuvassa 3 punaisella värillä.

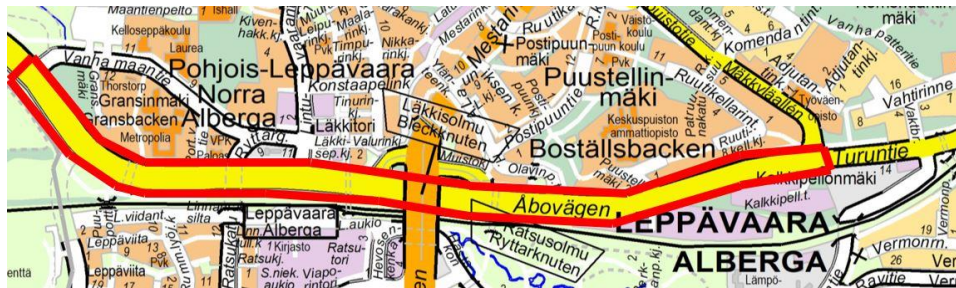


Kuva 5. Lintuvaaran liikennemerkki-inventoinnin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

5.4.4 Turuntie (maantie 110)

Turuntiestä (maantie 110) valittiin osa pilottiin mukaan, jotta mukaan saataisiin myös maantiemaista ympäristöä. Alla olevassa kuvassa esitetyn punaisen aluerajauksen mukainen osuus, jota Uudenmaan ELY-keskus hallinnoi, siirtyi vuonna 2019 kadunpitopäätöksellä Espoon kaupungille. Hallinnollinen luokka muuttui tämän päätöksen yhteydessä nimensä mukaisesti maantiestä kaduksi. Poikkileikkauksessa ja rakenteellisissa ominaisuuksissa ei kuitenkaan ole tapahtunut kadunpitopäätöksen myötä muutoksia, joten tutkimuksen kannalta voidaan puhua edelleen tässä yhteydessä maantiestä.

Kyseinen tarkasteltava ja pilottiin valittu osuus Turuntiestä sijoittuu Leppävaaran suuralueelle, halkoen Leppävaaran kaupunginosan Pohjois- ja Etelä-Leppävaaraksi.



Kuva 6. Turuntien (mt 110) liikennemerkki-inventoinnin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

6 BLOMSTREET™ LIKENNEMERKKI-INVENTOINTIMATERIAALIN TUTKIMINEN

6.1 Toimitetun pilottiaineiston ominaisuudet

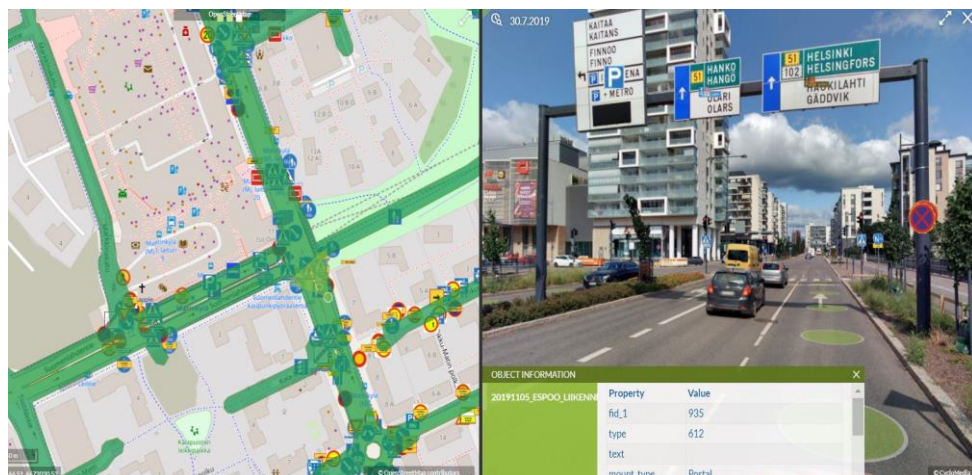
Blom Kartta Oy:ltä tilattu aineisto pilottialueiksi valituilta alueilta toimitettiin kappaleen 4.2.1 palvelukuvauksen mukaisesti ESRI Shapefile -tiedostona (.shp), Microsoft Excel -laskentataulukko -tiedostona (.xlsx) ja Shapefile -muototiedostona (.xml), joka luettuna liikennemerkit näytetään symbolikuvina kartalla ja kuvan päällä. Muototiedoston avulla liikennemerkit saadaan näkyviin kuvasymboleina StreetSmart™ -sovelluksen avulla.

Kuvassa 7 on esitetty kuvakaappaus Microsoft Excel -laskentataulukosta, jossa on vasemmalta oikealle esitettynä listattu seuraavat ominaisuudet: juokseva järjestysluku (FID-numero), liikennemerkki koodi (mikä merkki kyseessä), mahdollinen merkkiin liittyvä teksti, merkin kiinnitystapa, katselusuunta (asteina), panoraamakuvauksen päivämäärä (josta merkki tunnistettu) ja XYZ-koordinaatit. Liikennemerkki koodi -sarakeessa esiintyvät ”unclassified” -sanat viittaavat siihen, että konenäkö on kyseinen objektin tunnistanut liikennemerkiksi, mutta ei ole osannut luokitella sitä eli antaa objektille liikennemerkkikoodia.

2842	926	871_6	Pole	-15	2019-07-30 08:43:28.12	25485660,9506000000	6671866,2142800000	14,03815965820
2843	928	425	Pole	153	2019-07-30 08:43:28.12	25485666,0058000000	6671856,9859000000	14,82142333180
2844	929	Unclassified	Pole	151	2019-07-30 08:43:28.12	25485666,0064000000	6671856,9867700000	14,40459720670
2845	93	Unclassified	Pole	-176	2019-08-08 11:57:51.01	25489421,4242000000	6678565,6610100000	9,74694451884
2846	933	511	Lightpole	152	2019-07-30 08:43:30.31	25485652,8549000000	6671862,3676100000	14,50286805740
2847	934	371	Portal	-25	2019-07-30 08:43:30.31	25485649,1946000000	6671902,2520000000	14,59260814520
2848	935	612	Portal	-27	2019-07-30 08:43:30.31	25485646,8073000000	6671901,1840500000	17,85396424340
2849	936	612	Portal	-24	2019-07-30 08:43:30.31	25485644,0015000000	6671899,9755100000	17,91126673480
2850	937	Unclassified	Portal	-19	2019-07-30 08:43:30.31	25485641,0661000000	6671898,7036900000	18,62963525750
2851	938	511	Trafficlight	0	2019-07-30 08:43:54.78	25485631,2997000000	6671914,1620500000	14,79387537950
2852	939	511	Trafficlight	0	2019-07-30 08:43:54.78	25485642,8774000000	6671918,9071600000	14,63693449690
2853	94	856b	2h Pole	0	2019-08-08 11:57:45.77	25489462,8532000000	6678583,7147000000	10,49703626270
2854	940	424	Pole	0	2019-07-30 08:43:54.78	25485645,4678000000	6671928,8804600000	14,81842779370
2855	941	Unclassified	Pole	0	2019-07-30 08:43:54.78	25485645,3259000000	6671928,8230000000	14,38674044900
2856	942	425	Pole	161	2019-07-30 08:43:58.83	25485644,7051000000	6671916,2682600000	14,65525659150
2857	943	Unclassified	Pole	153	2019-07-30 08:43:58.83	25485644,6649000000	6671916,2560600000	14,28810024890

Kuva 7. Kuvakaappaus Microsoft Excel -laskentataulukosta (Savolainen 2020).

Kuvassa 8 on vuorostaan esitetty kuvakaappaus StreetSmart™ -sovelluksesta. Tässä kuvassa muotokuvan avulla liikennemerkit on saatu näkymään kyseisessä sovelluksessa erillisinä kuvasymboleina niin kartalla kuin kuvan päälläkin. Sovelluksessa liikennemerkkisymbolia klikkaamalla aukeaa erillinen informaatiolaatikko, josta löytyvät samat tiedot kuin Excel -laskentataulukostakin. "Unclassified" -luokituksen saaneet merkit näkyvät sovelluksen karttaikkunoissa ja kuvasymboleina punaisina suorakulmioina.



Kuva 8. Kuvakaappaus StreetSmart™ -sovelluksesta (Savolainen 2020).

6.2 Tutkimuksen suorittamisen apuna käytetyt ohjelmat

Tutkimuksen suorittamisen avuksi käytettiin Microsoft Excel -laskentataulukko-ohjelmistoa, MapInfo Pro 16.0 -paikkatieto-ohjelmistoa ja BlomSTREET™:n StreetSmart™ -sovellusta. MapInfo Pro:n käyttö ei olisi ollut välttämätöntä, mutta avaamalla MapInfo Pro:n puolella toimitetut Shapefile -tiedostot ja lisäämällä työtilaan tasoksi Espoon kantakartan sai selkeän ja havainnollistavan kokonaiskäsityksen liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien osalta pistemäisessä muodossa. Tällä tavoin erityisesti X- ja Y-koordinaattien tarkkuutta ja todenmukaisuutta oli luonnollisempi

tutkia verrattuna StreetSmart™ -sovelluksen tarjoamaan vaihtoehtoon verrattuna.

Kuvassa 9 on kuvakaappaus MapInfo Pro:n puolelta, mille pistemäiset objektit näyttävät työtilänäkymässä, kun pohjalla käytetään Espoon kanta-kartta-aineistoa WMS (Web Map Service) -aineiston avulla rajapintapalvelun kautta. Yksi punainen tähtisymboli kuvastaa yhtä liikennemeriksi tunnistettua objektia. Symboliin on kytketty juokseva järjestysluku (FID-numero), jonka avulla löytää vaivattomasti Excel -laskentataulukon puolelta samalla järjestysnumerolla kyseisen objektin ja kaikki kyseiseen objektiin sidotut eri attribuuttitiedot.



Kuva 9. Kuvakaappaus MapInfo Pro:n työtilasta (Savolainen 2020).

6.3 Tutkimuksen suorittaminen

Kappaleessa 6.2 kuvattujen ohjelmien avulla lähdettiin tutkimaan numerojärjestystä (FID-numero) hyväksikäyttäen pienimmästä suurimpaan jokaista liikennemeriksi tunnistettua objektia. Excel -laskentataulukosta katsottiin juokseva FID-numero ja etsittiin sekä paikannettiin vastaava FID-numeron symboli MapInfon kartalta ”etsi” -komennon avulla. Näin löydettiin, missä kyseinen liikennemeriksi tunnistettu objekti sijaitsee kartalla.

Tämän jälkeen StreetSmart™ -sovellusta apuna käyttäen katsottiin, mikä liikennemerkki (tai muu liikennemeriksi tunnistettu objekti) panoraamakuvauksien aikaan todellisuudessa maastossa kyseisellä kohdalla on ollut, josta konenäkötekniikka on sen liikennemeriksi tunnistanut. Liikennemerkkin tyyppi -arvon lisäksi käytiin samalla läpi kaikkiin objektiin sidotut attribuuttitiedot (mm. mahdollinen lisäkilven teksti ja sen oikeanmukaisuus, pylvästyyppi, mihin merkki kiinnitetty ja XYZ-koordinaatit). Merkin katse-lusuunnan (asteina) tarkastelu jätettiin attribuuttitarkastelun ulkopuolelle,

sillä katselusuunnan tarkistaminen oli StreetSmart™ -sovelluksen avulla työlästä ja attribuuttina katselusuunta on yleisesti vähemmän tärkeä.

Aineisto tutkittiin järjestelmällisesti tällä tavoin läpi ja mikäli jonkin liikennemeriksi tunnistetun objektin kohdalla oli attribuuteissa virheitä yksi tai useampia koskien liikennemerkin tyyppiä, mahdollista lisäkilven tekstiä, pylvästyyppiä tai XYZ-koordinaatteja, niin virheet poimittiin ylös ja kirjattiin lisätietoihin, mitä kussakin attribuutissa on väärin. Esimerkiksi väärin luokitelluille tai kokonaan vaille luokittelua jääneille liikennemerkeille joko korjattiin tai täydennettiin oikea liikennemerkikoodi, mikä sen tulisi olla.

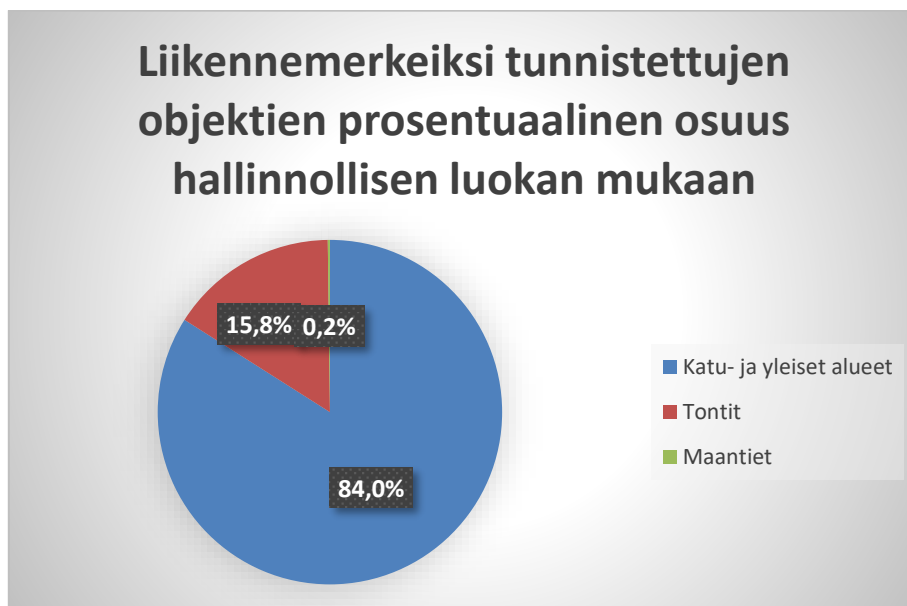
Järjestelmällisellä ja yksityiskohtaisella aineiston tutkimisella pyrittiin kokonaisvaltaisesti tutkimaan konenäkötekniikan kykenevyyttä, mitä tulee eri attribuutteihin ja missä konenäkötekniikka suoriutuu nykyisin hyvin ja missä vuorostaan on vielä joko kehitettävää tai korjattavaa.

7 TUTKIMUKSEN TULOKSET

7.1 Tutkimusaineiston yleiset tunnusluvut liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien osalta

Kokonaisuudessaan toimitettu tutkimusaineisto piti sisällään 2911 kappaletta liikennemerkeiksi tunnistettuja objekteja. Aineiston läpikäynnin jälkeen katu- ja yleisten alueiden puolella liikennemerkeiksi tunnistettuja objekteja oli 2446 kappaletta (n. 84% koko tutkimusaineistosta). Tonttien puolella olevia liikennemerkeiksi tunnistettuja objekteja oli vuorostaan 459 kappaletta (n. 15,8% koko tutkimusaineistosta). Lisäksi tutkimusaineisto sisälsi erään maantien (Uudenmaan ELY:n hallinnoima) puolelta liikennemerkeiksi tunnistettuja objekteja 6 kappaletta (n. 0,2% koko tutkimusaineistosta).

Taulukossa 1 on esitetty prosentuaalisesti liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien jakaantuminen hallinnollisen luokan mukaan (katu- ja yleiset alueet, tontit, maantiet). Tonttien puolella olevat liikennemerkeiksi tunnistetut objektit (459 kpl) rajattiin varsinaisen tutkimuksen ulkopuolelle niiden seulonnan jälkeen. Tonteilla käytetään myös muita kuin Suomen tieliikenneasetuksessa määritetyjä liikennemerkkejä, joten tutkimustulokset olisivat vääristyneet. Myös maantien puolelta (6 kpl) aineistoon sisältyneet objektit rajattiin tutkimuksen ulkopuolelle.

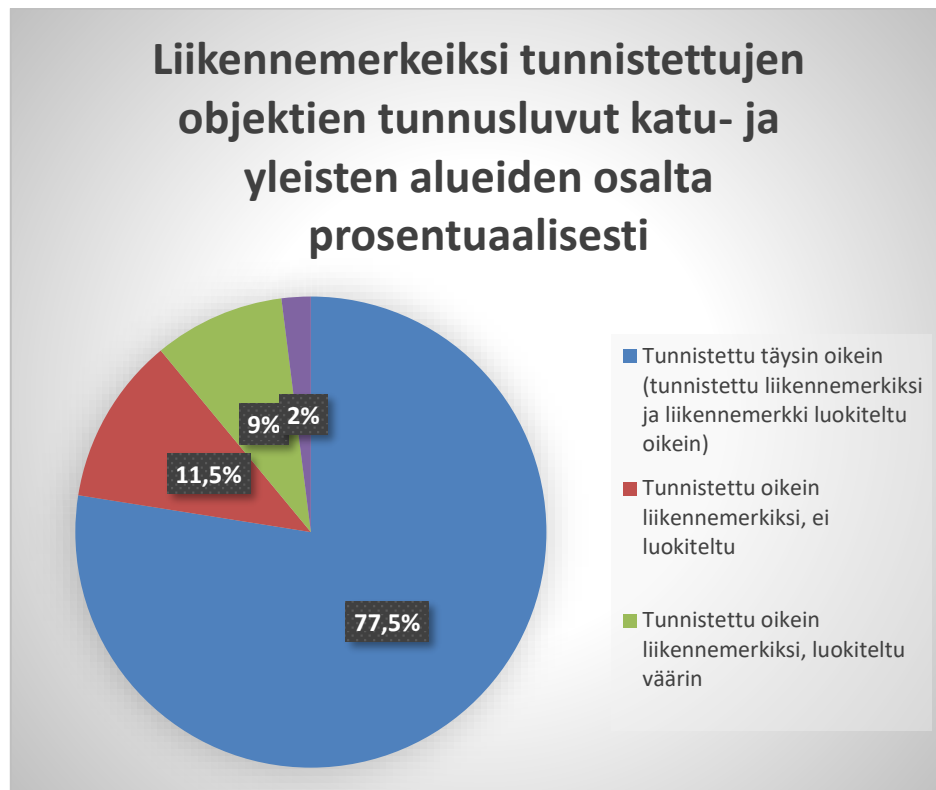


Taulukko 1. Liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien prosentuaalinen osuus hallinnollisen luokan mukaan (Savolainen 2020).

7.2 Tutkimusaineiston tunnusluvut liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien osalta, katu- ja yleiset alueet

Katu- ja yleisten alueiden puolella liikennemerkeiksi tunnistettuja objekteja oli 2446 kappaletta. Konenäköön pohjautuva liikennemerkkien tunnistus tunnisti täysin oikein (tunnistettu liikennemeriksi ja liikennemerkki luokiteltu oikein) 1896 kappaletta objektien kokonaislukumäärästä (n. 77,5%). Vuorostaan 282 kappaleen kohdalla konenäkö tunnisti objektin oikein liikennemeriksi, mutta ei osannut luokitella merkkiä (n. 11,5% kokonaislukumäärästä). 221:n kappaleen kohdalla konenäkö tunnisti objektin oikein liikennemeriksi, mutta luokitteli sen väärin (n. 9% kokonaislukumäärästä). Lisäksi konenäkö tunnisti 47 kappaletta erilaisia objekteja liikennemerkeiksi, vaikka kyseessä ei ollut liikennemerkki (n. 2% kokonaislukumäärästä).

Taulukossa 2 on esitetty liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien tunnusluvut katu- ja yleisten alueiden osalta.



Taulukko 2. Liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien tunnusluvut katu- ja yleisten alueiden osalta (Savolainen 2020).

7.3 Havainnot liikennemerkkien tunnistamiseen liittyen – ei luokitellut liikennemerkit

Konenäkötekniikka tunnisti yhteensä 282 objektia oikein liikennemerkeiksi, mutta ei osannut luokitella niitä mitenkään, mikä on taulukon 2 mukaisesti 11,5% osuus katu- ja yleisten alueiden osalta kokonaismäärästä. Tässä kappaleessa käydään liikennemerkkikohtaisesti läpi havaintoja, mitä liikennemerkkejä tarkemmin konenäkö ei osannut luokitella ja mitkä liikennemerkit tuottivat eniten ongelmia.

7.3.1 Suunnistustaulut (numerot 611 ja 612) ja ajokaistan yläpuoliset viitat (numerot 631 ja 632)

Suurimpina ongelmina konenäköön pohjautuvalla ratkaisulla on luokitella suunnistustauluja (numerot 611 ja 612) ja ajokaistan yläpuolisia viittoja (numerot 631 ja 632). 282:sta oikein liikennemerkeiksi tunnistetusta objektista, mutta ei luokitelluista suunnistustauluja tai ajokaistan yläpuolisia viittoja oli yhteensä 97 (n. 34% kokonaismäärästä). Suunnistustaulut ja niiden tyypit on esitetty kuvassa 10. Ajokaistan yläpuoliset viitat on vuorostaan esitetty kuvassa 11.



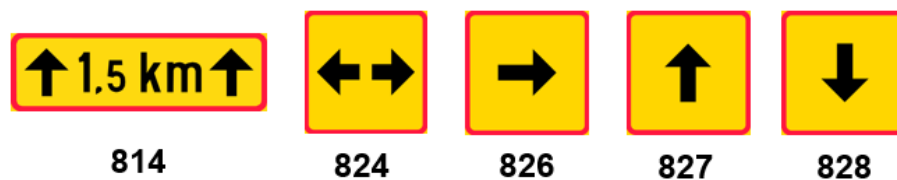
Kuva 10. Vasemmalla puolella ns. A-tyyppin suunnistustaulu (611) ja oikealla puolella ns. B-tyyppin suunnistustaulu (612) (Väylävirasto, 2020).



Kuva 11. Vasemmalla puolella ns. A-tyyppin ajokaistan yläpuolinen viitta (631) ja oikealla puolella ns. B-tyyppin ajokaistan yläpuolinen viitta (632) (Väylävirasto, 2020).

7.3.2 Sinipohjaiset vaikutusalueista kertovat lisäkilvet (numerot 814, 824, 826, 827 ja 828)

Suurena ongelmana konenäköön pohjautuvalla ratkaisulla on luokitella sinipohjaisia vaikutusalueista kertovia lisäkilpiä 814 (vaikutusalueen pituus), 824 (vaikutusalue molempiin suuntiin), 826 (vaikutusalue nuolen suuntaan), 827 (vaikutusalue alkaa) ja 828 (vaikutusalue päättyy). Kaikki em. aineistossa esiintyneet sinipohjaiset lisäkilvet jäivät luokittelematta. 282:sta oikein liikennemerkiksi tunnistetusta objektista, mutta ei luokitelluista sinipohjaisia vaikutusalueista kertovia lisäkilpiä oli yhteensä 78 (n. 28% kokonaismäärästä). Lisäkilvet ovat esitetty kuvassa 12 keltapohjaisina.



Kuva 12. Lisäkilvet 814, 824, 826, 827 ja 828 keltapohjaisina (Väylävirasto, 2020).

7.3.3 Sinipohjaiset tekstilliset lisäkilvet ”sallittu mopoille/tillåtet för mopeder” (numero 872)

Kyseiset sinipohjaiset tekstilliset lisäkilvet ”sallittu mopoille/tillåtet för mopeder” (numero 872) jäivät myös kokonaan vaille luokittelua, vaikka yleisesti ottaen muuten tekstilliset lisäkilvet tunnistettiin konenäön toimesta hyvin. 282:sta oikein liikennemerkiksi tunnistetusta objektista, mutta ei luokiteltuja sinipohjaisia ”sallittu mopoille” -tekstillisiä lisäkilpiä oli yhteensä 65 (n. 23% kokonaismäärästä). Kuvassa 12 on esitetty kyseinen lisäkilpi päämerkin ”pyörätie ja jalkakäytävä rinnakkain” (numero 424) yhteydessä.



Kuva 13. ”Sallittu mopoille/tillåtet för mopeder” -tekstillinen lisäkilpi (numero 872) päämerkin ”pyörätie ja jalkakäytävä rinnakkain” (numero 424) yhteydessä (Savolainen/StreetSmart™, 2020).

7.3.4 Muut, ei luokitellut liikennemerkkit

Suunnistustaulujen, ajokaistojen yläpuolisten viittojen, sinipohjaisten vaikutusalue lisäkilpien ja sinipohjaisten tekstillisten lisäkilpien ”sallittu mopoille/tillåtet för mopeder” lisäksi luokittelematta jäi 42 muuta yksittäistä liikennemerkkiä (n. 15% kokonaismäärästä). Yksittäisten, luokittelemattomien liikennemerkkien merkkikohtaiset määrät jäivät niin pieniksi aineistossa, joten on vaikea sanoa jäävätkö merkit systemaattisesti luokittelematta vai onko kyse ns. yksittäistapauksista.

7.4 Havainnot liikennemerkkien tunnistamiseen liittyen – väärin luokitellut liikennemerkkit

Konenäkötekniikka tunnisti yhteensä 221 objektia oikein liikennemerkiksi, mutta luokitteli ne väärin, mikä on taulukon 2 mukaisesti 9% osuus katu- ja yleisten alueiden osalta kokonaismäärästä. Tässä kappaleessa käydään liikennemerkkikohtaisesti läpi havaintoja, mitä liikennemerkkejä tarkemmin konenäkö luokitteli väärin ja mitkä liikennemerkkit tuottivat eniten ongelmia.

7.4.1 Suunnistustaulut (numerot 611 ja 612) ja ajokaistan yläpuoliset viitat (numerot 631 ja 632)

Kappaleessa 7.3.1 kuvatut ongelmat ei luokiteltujen liikennemerkkien osalta suunnistustaulujen (numerot 611 ja 612) ja ajokaistan yläpuolisten viittojen (numerot 631 ja 632) kohdalla toistuvat myös väärin luokittelun puolella. 221:sta oikein liikennemeriksi tunnistetusta objektista, mutta väärin luokitelluista suunnistustauluja tai ajokaistan yläpuolisia viittoja oli yhteensä 60 (n. 27% kokonaismäärästä). Silloin, kun konenäkötekniikka tekee luokittelua näiden merkkien keskuudessa, niin se käyttää ennalta-arvaamattomasti suunnistustaulujen ja ajokaistan yläpuolisten viittojen liikennemerkinumeroita tai ajokaistan yläpuolisen erkanemisviitan numeroa (numero 633). Kuvassa 14 on esitetty ajokaistan yläpuolinen erkanemisviitta.



Kuva 14. Ajokaistan yläpuolinen erkanemisviitta (numero 633) (Väylävirasto, 2020).

7.4.2 Lisäkilpi voimassaoloaika arkisin ma-pe (numero 851)

Yksittäisistä liikennemerkeistä suurimmat ongelmat aineiston tutkimisen perusteella olivat lisäkilven numero 851 kohdalla (voimassaoloaika arkisin ma-pe). Kyseiset lisäkilvet konenäkö luokitteli systemaattisesti maksullisen pysäköinnin lisäkilviksi (numero 855b). 221:sta oikein liikennemeriksi tunnistetusta objektista, mutta väärin luokitelluista liikennemerkeistä kyseisiä liikennemerkkejä oli yhteensä 47 (n. 21% kokonaismäärästä). Kuvassa 15 on esitetty lisäkilpi "voimassaoloaika arkisin ma-pe" (numero 851) ja lisäkilpi "maksullinen pysäköinti" (numero 855b).



Kuva 15. Vasemmalla ”voimassaoloaika arkisin ma-pe” -lisäkilpi (numero 851) ja oikealla ”maksullinen pysäköinti” -lisäkilpi (numero 855b) (Väylävirasto, 2020).

7.4.3 Paikallisliikenteen linja-auton pysäkki (numero 531)

Paikallisliikenteen linja-auton pysäkit (numero 531) konenäkö vuorostaan luokitteli systemaattisesti linja-auton lisäkilviksi (numero 832). 221:sta oikein liikennemeriksi tunnistetusta objektista, mutta väärin luokitelluista liikennemerkeistä kyseisiä liikennemerkkejä oli yhteensä 38 (n. 17% kokonaismäärästä). Kuvassa 16 on esitetty paikallisliikenteen linja-auton pysäkin (numero 531) liikennemerkki ja lisäkilpi ”linja-auto” (numero 832).



Kuva 16. Vasemmalla ”paikallisliikenteen linja-auton pysäkki” -liikennemerkki (numero 531) ja oikealla lisäkilpi ”linja-auto” (numero 832) (Väylävirasto, 2020).

7.4.4 Muut, väärin luokitellut liikennemerkit

Muiden, kuin kappaleissa 7.4.1, 7.4.2 ja 7.4.3 mainittujen väärin tunnistettujen merkkien osuus aineistosta oli yhteensä 76 liikennemerkkiä (n. 34% kokonaismäärästä). Väärin luokitellut merkit jakaantuivat tasaisesti eri merkkien kesken, joten tässäkin yhteydessä on vaikea sanoa aineiston ja otannan pienuuden takia, luokitteleeko konenäkö systemaattisesti muitakin liikennemerkkejä väärin.

7.5 Havainnot liikennemerkkien tunnistamiseen liittyen – objekti ei kuitenkaan liikennemerkki

Taulukon 2 mukaisesti konenäkö tunnisti n. 2% eli 47 objektia virheellisesti liikennemerkeiksi, vaikka ne olivat muita kuin liikennemerkkejä. Aineiston läpikäynnin perusteella näistä objekteista 29 kappaletta oli paikallisliikenteen linja-autopysäkkien yhteydessä olevia linjanumerokilpiä, jotka konenäkö oli tunnistanut jostakin syystä virheellisesti liikennemerkeiksi. Muut liikennemerkeiksi tunnistetut objektit olivat mm. kaupunkipyöräasemien yhteydessä olevia infopylväitä (5 kappaletta) ja muita epävirallisia opasteita.



Kuva 17. Samassa kuvassa virheellisesti liikennemeriksi tunnistettu paikallisliikenteen linja-autopysäkin linjanumerokilpi ja kaupunkipyöräaseman yhteydessä oleva infopylväs (Savolainen, StreetSmart™ -sovellus 2020).

7.6 Havainnot XYZ-koordinaattien ja kiinnitystavan määrittelystä

Jokaisen lopulta liikennemeriksi tunnistetun objektin kohdalla tarkasteltiin myös sitä, kuinka tarkasti havaitulle liikennemerikille annetaan oikeat X-, Y- ja Z-koordinaattipisteet. Koordinaattipisteiden oikeellisuus oli aineiston perusteella paria poikkeusta lukuun ottamatta täysin oikein. Tämän attribuutin suhteen ollaan tällä hetkellä jo erittäin lähellä täydellisyyttä.

Konenäkö onnistui myös liikennemerkkien kiinnitystavan määrittelyssä kiittävästi. Katu- ja yleisillä alueilla liikennemerkeiksi havaittuja objekteja oli aineistossa 2446 kappaletta ja kun siitä poistetaan muut, virheellisesti liikennemeriksi tunnistetut objektit (47 kappaletta), oli lopulta liikennemerkeiksi havaittuja objekteja 2399 kappaletta. Kiinnitystapa määritettiin oikein yhteensä 2328:lle liikennemerikille (n. 97% kokonaismäärästä). Konenäkö osaa määrittellä kiinnitystavan poikkeuksetta oikein silloin, kun liikennemerkki on kiinnitetty omaan liikennemerkkipylvääseen, metalliseen valaisinpylvääseen, liikennevalopylvääseen, kehäportaaliin tai seinään. Mikäli liikennemerkki oli kiinnitetty ulokeportaaliin (orsiosaan tai jalkaan) tai puiseen valaisinpylvääseen, antoi konenäkö kiinnitystavalle arvon "other" eli ei osannut tarkemmin sitä luokitella. Kuvassa 18 on esitetty esimerkkikuva ulokeportaalista, joihin kiinnitettyjen liikennemerkkien kiinnitystapa jäi luokittelematta. Kuvassa 19 on esitetty puolestaan esimerkkipuusesta valaisinpylväästä, joihin kiinnitettyjen liikennemerkkien kiinnitystapa jäi niin ikään luokittelematta.



Kuva 18. Puinen, kolmionmallinen valaisinpylväs, jonka jalkaan liikenne-merkki on kiinnitetty (Savolainen/StreetSmart™ -sovellus 2020).



Kuva 19. Ulokeportaali, jonka jalkaan ja orsiosaan on kiinnitetty liikenne-merkkejä (Savolainen/StreetSmart™ -sovellus 2020).

7.7 Optiona tilattu aineiston manuaalinen parantaminen

Toimittaja toimitti erikseen päivitetyn ja manuaalisesti läpikäydyn pilottimateriaalin Microsoft Excel -laskentataulukko -tiedostona (.xlsx) ja Shapefile -muototiedostona (.xml). Erona alkuperäiseen, tutkittuun materiaaliin verrattuna toimittaja oli manuaalisesti käynyt läpi ”unclassified” -luokkaan konenäön tunnistamisen jäljiltä jääneet objektit, jotka oli tunnistettu liikennemerkeiksi ja täydentänyt niille oikean liikennemerkkikoodin ja mahdollisen liikennemerkin sisältävän tekstin.

Kyseisiä liikennemerkeiksi tunnistettuja objekteja, joita ei konenäkö ei kuitenkaan osannut luokitella oli taulukon 2 mukaisesti yhteensä 282 kappaletta. Manuaalisesti parannellun aineiston jäljiltä 282:sta kappaleesta 106:lle oli korjattu oikea liikennemerkkikoodi, mutta 176:lle oli korjattu väärä liikennemerkkikoodi. Suhteellisen suuri, manuaalisesti väärin korjattujen liikennemerkkien kokonaismäärä selittyy inhimillisillä virheillä. Muun muassa kappaleissa 7.3.1 ja 7.3.3 käsiteltyjä suunnistustauluja, ajokaistan yläpuolisia viittoja ja ”sallittu mopoille” -tekstillisiä lisäkilpiä, joita oli jäänyt luokittelematta, oli korjattu systemaattisesti väärillä liikennemerkkikodeilla.

Manuaalinen parantaminen nosti täysin oikein tunnistettujen liikennemerkkien osuuden 1896:sta liikennemerkistä 2002:een liikennemerkkiin eli prosenttiyksiköinä n. 4% prosentin verran (n. 77,5% → n. 81,8%).

8 JOHTOPÄÄTÖKSET

Yleisesti ottaen konenäkö suoriutui liikennemerkkien tunnistamisesta pilottiaineiston perusteella kohtalaisesti. Liikennemerkin tunnistaminen ja luokittelu toteutuivat oikein 77,5% tarkkuudella. Pilottiaineiston pohjalta tehtyjen havaintojen perusteella konenäkö osaa sekä tunnistaa että luokitella esimerkiksi suojatie-, kärkikolmio- ja pysäköinti/pysähtyminen kielletty -liikennemerkit tällä hetkellä täydellisesti. Kyseisiä liikennemerkejä esiintyy katuympäristöissä suuria määriä muihinkin liikennemerkkeihin verrattuna. Edellä mainitut liikennemerkit tunnistettiin ja luokiteltiin 100%:n tarkkuudella.

Kuitenkin hieman reilun viidenneksen osalta konenäöllä on ongelmia joko tunnistamiseen tai luokitteluun liittyen. Ongelmat ja virheet sekä keskittyvät että toistuvat systemaattisesti tiettyjen liikennemerkkien kohdalla. Tunnistamisen ja luokittelun osalta suurimmat ongelmat koskevat suunnistustauluja (numerot 611 ja 612) ja ajokaistan yläpuolisia viittoja (numerot 631 ja 632). Osa kyseisistä liikennemerkeistä jää kokonaan tunnistamatta ja silloin, kun konenäkö ne liikennemerkeiksi tunnistaa, niin se luokittelee niitä ennalta-arvaamattomasti ja yleensä väärin. Pilottiaineistoon rajautuneilla alueilla sekä Espoossa yleisestikin on runsaasti kaduilla ulokeja kehäportaaleita, joissa ajokaistan yläpuolisia viittoja esiintyy kuten myös suunnistustaulujakin, joiden yleisimpiä käyttökohteita ovat katujen kierto liittymät.

Luokittelun näkökulmasta ongelmia aiheuttavat myös eri sinipohjaiset liikennemerkkien lisäkilvet, joilla viestitään vaikutusalueesta/alueista, jotka jäävät luokittelematta kokonaan. Yleisimpiä käyttökohteita, missä näitä lisäkilpiä käytetään ovat pysäköinnin osoittaminen ja sen ohjaus lisäkilpien avulla sekä yhdistettyjen pyöräteiden ja jalkakäytävien sekä rinnakkaisten

pyöräteiden ja jalkakäytävien jatkuvuuden ja suuntien viestiminen lisäkilpien avulla. Tekstillisiä, sinipohjaisia lisäkilpiä ”sallittu mopoille/tillåtet för moped” löytyy myös Espoon katu- ja yleisiltä alueilta paljon, jotka jäivät myös kokonaan vaille luokittelua. Näitä lisäkilpiä käytetään, kun halutaan sallia mopoilu joko yhdistetyllä pyörätiellä ja jalkakäytävällä tai rinnakkaisella pyörätiellä ja jalkakäytävällä.

Konenäkö tunnistaa vuorostaan systemaattisesti väärin mm. ”voimassaoloaika arkisin ma-pe” -lisäkilvet ja ”paikallisliikenteen linja-auton pysäkki” -liikennemerkkit, joita esiintyy katu- ja yleisillä alueilla verrattain suuret määrät. Konenäkö tunnisti ja tulkitsi myös liikennemerkkeiksi muita objekteja, jotka eivät tosiasiaa liikennemerkkejä olleet. Aineistosta esille nousivat erityisesti paikallisliikenteen linja-auton pysäkkien yhteydessä olleet linjanumerokilvet, joita valtaosa näistä muista objekteista oli.

X-, Y- ja Z-koordinaattien osalta ollaan hyvässä tilanteessa, jotka poikkeuksetta määritetään tunnistamisen ja luokittelun yhteydessä oikein. Myös liikennemerkkien kiinnitystavan tunnistamisen suhteen konenäkö suoriutuu kiitettävästi. Puutteena konenäöllä on vielä ulokeportaaleiden ja puisten valaisinpylväiden tunnistaminen, joihin liikennemerkkejä on kiinnitetty. Konenäölle nämä kiinnitystavat opettamalla lähestytään täydellisyyttä tämänkin attribuutin osalta.

Optiona Blom Kartta Oy:ltä tilattu aineiston manuaalinen parantaminen nosti alkuperäisen aineiston oikein tunnistettujen ja luokiteltujen merkien osuuden n. 77,5 prosentista n. 81,8 prosenttiin eli reilun neljän prosenttiyksikön verran. Mikäli manuaalisessa parantamisessa kaikille alun perin konenäön jäljiltä luokittelemattomiksi jääneille liikennemerkkeille olisi täydennetty oikea arvo olisi oikein tunnistettujen ja luokiteltujen liikennemerkkien osuus kasvanut n. 89 prosenttiin, mikä olisi ollut jo suhteellisen hyvä kokonaistulos.

Kokonaisuudessaan kyseinen pilottiaineiston tutkimus kuitenkin osoitti, että konenäköön perustuva liikennemerkkien kokonaisvaltainen inventointi on realistinen vaihtoehto, jos halutaan Espoon katu- ja yleisten alueiden liikennemerkkit inventoida ja siirtää erilliselle, sähköiselle liikennemerkkirekisterialustalle. Ainakin kyseisen toimittajan ratkaisulla täytyy varautua myös siihen, että inventoitu liikennemerkkiaineisto vaatii paljon manuaalista ihmisen tekemää työtä, jotta liikennemerkkiaineisto saadaan 100 prosenttisesti muokattua oikeaksi.

Arvioiden mukaan Espoon katu- ja yleisillä alueilla on yhteensä n. 55 000 – 60 000 liikennemerkkiä ja mikäli konenäkö tunnistaa liikennemerkkit kokonaisuudessaan oikein n. 77,5 prosentin tarkkuudella, niin oikein inventoitujen liikennemerkkien määrä konenäön jäljiltä olisi n. 42 500 – 46 500 liikennemerkkin luokkaa. Tämä tarkoittaisi, että edelleen manuaalisesti käsin ihmisen tekemäksi työkse jäisi n. 12 500 – 13 500 liikennemerkkin verran materiaalia, joka täytyisi korjata oikeaksi. Espoon Kaupunkitekniikan

keskuksen kaupunkiliikenneyksikön resurssien näkökulmasta tämä veisi paljon aikaa, jotta saadaan korjattua liikennemerkkiaineisto 100 prosenttisesti oikein ja vastaamaan reaaliaikaista tilannetta.

9 JATKOTOIMENPITEET

Blom Kartta Oy:n tarjoamasta konenäköön perustuvasta liikennemerkkien inventoinnista on pilottitutkimuksen jäljiltä hyvä kokonaiskuva, mihin se tällä hetkellä kykenee, missä on sekä korjattavaa että parannettavaa ja minkälaista materiaalia Espoon kaupunki saa vastineeksi. Pilottiaineiston kokonaisvaltaisen analysoinnin jälkeen käydään keskusteluja toimittajan kanssa työssä syntyneistä havainnoista ja erityisesti siitä, mikä vielä tällä hetkellä ei toimi ja vaatii korjaustoimenpiteitä, jotta vastineeksi saataisiin laadukkaampaa inventoitua liikennemerkkiaineistoa. Jatkon kannalta selvitettäväksi jää se, pystyykö toimittaja tarttumaan nykyisiin ongelmiin ja korjaamaan niitä mitenkään kuntoon.

Kyseisen toimittajan tarjoama ratkaisu ei sisältänyt myöskään liikennemerkkien kunnan arviointia millään tavalla. Kunnan arviointi voi olla erityisesti kunnossapidon kannalta ja Espoon kaupungin kunnossapidosta vastaavan yksikön (joka vastaa mm. liikennemerkkien asentamisesta) näkökulmasta tärkeä attribuutti, jota voitaisiin hyödyntää mm. huonokuntoisten liikennemerkkien osalta, joita koko ajan vaihdetaan uusiin. Jatkon kannalta selvitetään kunnossapitoyksikön näkemys asiaan liittyen ja keskustellaan toimittajan kanssa, onko kokonaisvaltaiseen liikennemerkki-inventointiin mahdollisuutta sisällyttää myös kunnan arviointia.

Lähitulevaisuudessa pyritään myös keskustelemaan muiden Suomessa toimivien yritysten kanssa, jotka tarjoavat vastaavanlaista konenäkötekniikkaan perustuvaa kokonaisvaltaista liikennemerkki-inventointia. Tarkoituksena on selvittää tarkemmin näiden yritysten tarjoamat ratkaisut yksityiskohtineen, ja vastaavalla tavalla tutkia tarjottujen palvelujen todenmukaisuutta ja tarkkuutta, mutta pienemmässä mittakaavassa. Espoon Kaupunkitekniikan keskuksen alla toimiva kaupunkiliikenneyksikkö etsii kuitenkin kokonaistaloudellisesti ja hinta-laatu suhteeltaan parasta ratkaisua, jotta katu- ja yleisillä alueilla olevat liikennemerkit saadaan inventoiduiksi tarvittavine attribuutteineen kuitenkin niin, että aineisto olisi mahdollisimman laadukasta ja ihmisen tekemää manuaalista työtä olisi mahdollisimman vähän.

LÄHTEET

Chigorin, A. & Konushin, A. (2013). A system for large-scale automatic traffic sign recognition and mapping. Graphics & Media Lab. Moscow State University. Haettu 5.4.2020 osoitteesta <https://core.ac.uk/reader/193543780>

Hienonen, P. (2014). *Automatic traffic sign inventory- and condition analysis*. Degree Program in Computer Science. Lappeenranta University of Technology. Haettu 27.3.2020 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi-fe2014092244826>

Jyrkkä, J. (2018). *Konenäön hyödyntäminen robotin ohjauksessa*. Kandidaatintyö. Konetekniikan tutkinto-ohjelma. Oulun yliopisto. Haettu 2.4.2020 osoitteesta <http://urn.fi/URN:NBN:fi:oulu-201805171821>

Tieliikennelaki 729/2018. Haettu 27.3.2020 osoitteesta <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2018/20180729>

Trimble. (2020). Tuotteet. Haettu 5.4.2020 osoitteesta <https://kunnat.trimble.fi/tuotteet.html>

Väylävirasto. (2020). Opastusmerkit. Haettu 4.4.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/tieverkko/liikennemerkki/opastusmerkit>

Väylävirasto. (2020). Lisäkilvet. Haettu 4.4.2020 osoitteesta <https://vayla.fi/tieverkko/liikennemerkki/lisakilvet>

Wikipedia. (2020). Niittykumpu. Haettu 3.4.2020 osoitteesta <https://fi.wikipedia.org/wiki/Niittykumpu>

TAULUKOT

Taulukko 1. Liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien prosentuaalinen osuus hallinnollisen luokan mukaan (Savolainen 2020).

Taulukko 2. Liikennemerkeiksi tunnistettujen objektien tunnusluvut katu- ja yleisten alueiden osalta (Savolainen 2020).

KUVAT

Kuva 1. Konenäköjärjestelmän osa-alueet (Jyrkkä 2018).

Kuva 2. Yksinkertainen kaavio liikennemerkkien inventoinnista sisältäen kuntoarvion (Hietanen, 2014).

Kuva 3. Matinkylän liikennemerkki-inventointimateriaalin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

Kuva 4. Niittykummun liikennemerkki-inventoinnin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

Kuva 5. Lintuvaaran liikennemerkki-inventoinnin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

Kuva 6. Turuntien (mt 110) liikennemerkki-inventoinnin aluerajaus (Espoon kaupunki, Webmap/Savolainen 2020).

Kuva 7. Kuvakaappaus Microsoft Excel -laskentataulukosta (Savolainen 2020).

Kuva 8. Kuvakaappaus StreetSmart™ -sovelluksesta (Savolainen 2020).

Kuva 20. Kuva 9. Kuvakaappaus MapInfo Pro:n työtilasta (Savolainen 2020).

Kuva 21. Kuva 10. Vasemmalla puolella ns. A-tyyppin suunnistustaulu (611) ja oikealla puolella ns. B-tyyppin suunnistustaulu (612) (Väylävirasto, 2020).

Kuva 22. Kuva 11. Vasemmalla puolella ns. A-tyyppin ajokaistan yläpuolinen viitta (631) ja oikealla puolella ns. B-tyyppin ajokaistan yläpuolinen viitta (632) (Väylävirasto, 2020).

- Kuva 23. Kuva 12. Lisäkilvet 814, 824, 826, 827 ja 828 keltapohjaisina (Väylävirasto, 2020).
- Kuva 24. Kuva 13. ”Sallittu mopoille/tillåtet för mopeder” -tekstillinen lisäkilpi (numero 872) päämerkin ”pyörätie ja jalkakäytävä rinnakkain” (numero 424) yhteydessä (Savolainen/StreetSmart™, 2020).
- Kuva 25. Kuva 14. Ajokaistan yläpuolinen erkanemisviitta (numero 633) (Väylävirasto, 2020).
- Kuva 26. Kuva 15. Vasemmalla ”voimassaoloaika arkisin ma-pe” -lisäkilpi (numero 851) ja oikealla ”maksullinen pysäköinti” -lisäkilpi (numero 855b) (Väylävirasto, 2020).
- Kuva 27. Kuva 16. Vasemmalla ”paikallisliikenteen linja-auton pysäkki” -liikennemerkki (numero 531) ja oikealla lisäkilpi ”linja-auto” (numero 832) (Väylävirasto, 2020).
- Kuva 28. Kuva 17. Samassa kuvassa virheellisesti liikennemerkiksi tunnistettu paikallisliikenteen linja-autopysäkin linjanumerokilpi ja kaupunkipyöräaseman yhteydessä oleva infopylväs (Savolainen, StreetSmart™ -sovellus 2020).
- Kuva 29. Kuva 18. Puinen, kolmionmallinen valaisinpylväs, jonka jalkaan liikennemerkki on kiinnitetty (Savolainen/StreetSmart™ -sovellus 2020).

LIITELUETTELO

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (9/9 sivua).

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (1/9 sivua).

BlomSTREET™ PALVELUKUVAUS

BlomSTREET™ on visuaalisesti, geometrisesti ja sijaintitiedoltaan korkeatasoinen 360°-panoraamakuvaus ja mobiililaserkeilaus katu- ja väyläympäristöistä. BlomSTREET-kuviin ja laserkeilausaineistoihin liittyvä toiminnallisuus tarjotaan loppukäyttäjille vaivattomasti pilvipalveluna suoraan internetselaimeen.



BlomSTREET™ ominaisuudet

BlomSTREET-palvelulla on useita ainutlaatuisia ominaisuuksia, kuten kuvien tarkka sijaintitieto ja geometria, jotka mahdollistavat erilaiset kuvilta tehtävät tarkat mittaukset ja inventoinnit (esimerkiksi liikennemerkkien, valaisinpylväiden ja katuverkon kuntotiedon inventoinnit).

BlomSTREET-kuvat ovat systemaattisesti 5 metrin välein otettuja panoraamakuva-ia väyläympäristöistä, joilla on mahdollista kulkea autolla, moottoripyörällä, mönkijällä, veneellä, polkupyörällä tai jopa jalan.

BlomSTREET-palvelu sisältää panoraamakuvien käyttöön tarkoitetun internetse-laimen kautta käytettävän sovelluksen. Sovellus tarjoaa mahdollisuuden hyödyntää panoraamakuva-aineistojen yhteydessä myös ilmakuva-ia ja muita taustakartta-aineisto-ja (WMS-muodossa) sekä vektorimuotoisia paikkatietoaineistoja (kuten hallin-nollisia rajoja sekä muita karttatietoja SHP- / WFS-muodoissa).

Panoraamakuva-ia ja niihin liittyvä ohjelmisto tarjotaan pilvipalvelusta, mikä mah-dollistaa nopean ja helpon aineistojen käyttöönoton laajallekin käyttäjäkunnalle il-man tarvetta muuttaa asiakasorganisaation olemassa olevaa IT-infrastruktuuria.

BlomSTREET™ käyttäjät

BlomSTREET-palvelu on laajalti käytössä useilla toimialoilla julkishallinnossa sekä yksityisellä sektorilla. Käyttäjäkuntaan kuuluu kuntia, kaupunkeja, valtion viran-omaisia, sähkö- ja johtoverkkoyhtiöitä, infran suunnittelu- ja rakennusyhtiöitä sekä vakuutusyhtiöitä.

BlomSTREET-palvelua varten kehitetty panoraamakuvausteknologia (kuvaus- ja paikannusjärjestelmä sekä geometrinen ja radiometrinen prosessointi) ja siihen liit-tyvä käyttöympäristö ovat patentoitu järjestelmä eikä vastaavaa kokonaisratkaisua ole markkinoilla tarjolla.

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (2/9 sivua).

BlomSTREET™ hyödyt

BlomSTREET-palvelun keskeiset hyödyt käyttäjälle:

- Vähentää huomattavasti tarvetta maastokäynneille; monet mittaukset, inventoinnit ja tarkistukset voidaan tehdä toimisto-olosuhteissa
- Tehokas työkalu katuomaisuuden kartoituksiin ja inventointiin
- Mittatarkat kuva-aineistot mahdollistavat xyz-mittaukset desimetriluokan tarkkuudella. (pisteet, viivat, etäisyys, korkeus, pinta-ala...)
- Mittaustieto vietävissä standardiformaatissa paikkatietojärjestelmiin
- Luotettava ja kattava dokumentaatioväline esim. alueurakoihin liittyen (kai-killalla kuvilla aika ja sijainti, mikä toimii apuna mahdollisissa kiistatilanteissa urakoitsijoiden kanssa)
- Aineistot ovat Internet-käyttöliittymän kautta helposti koko organisaation käytössä
- Visuaalisesti ja geometrisesti laadukkaat kuva-aineistot ovat avuksi monessa eri tehtävässä (suunnittelu, mittaukset, työnohjaus, asiakaspalvelu, päätöksenteo...)
- Olemassa olevia rekisteriaineistoja metatietoineen voidaan näyttää kuvilla (pisteet, viivat, alueet, ominaisuustiedot)
- Palvelu tukee mm. WFS-/WMS-rajapintoja sekä Esri shape- ja XML-tiedostoja. BlomSTREET on integroitavissa asiakkaan tietojärjestelmiin ja ohjelmistoihin, mikä mahdollistaa esimerkiksi mittaukset ja inventoinnit kuvilta suoraan asiakkaan omaan tietojärjestelmään

BlomSTREET™ toiminnallisuudet

PANORAAMAKUVAT

360°-asteinen panoraamakuva

BlomSTREET-kuva on saumaton, 360–asteinen pallopanoraamakuva otettuna patentoidulla kuvausjärjestelmällä katuperspektiivistä.

Kuvien sijaintitiedot

Kullekin kuvalle tallennetaan kuvanottopaikan tarkka sijainti ja kuvaussuunnat. Kuvat voidaan näiden maantieteellisten tietojen avulla linkittää muuhun paikkatietoon. Kuvanottopaikkojen tilastollinen sijaintitarkkuus on keskimäärin parempi kuin 10 cm ja suuntatarkkuus parempi kuin 0.1°. Tämä tarkoittaa, että kuvilta voidaan kerätä tietoa hyvinkin suurella mittaustarkkuudella.

Resoluutio

Kuvausjärjestelmä tuottaa 4800 x 2400 pikselin kokoisia kuvia, eli 0.075° per pikseli. Tällä resoluutiolla, 10 metrin päässä kuvanottopisteestä yksittäinen pikseli siis kattaa noin 1.3 x 1.3 senttimetrin laajuisen alueen.

HD-kuvausjärjestelmä tuottaa 14 400 * 7 200 pikselin kokoisia kuvia eli 0.025° per pikseli.

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (3/9 sivua).

Kuvanlaatu

Kuvien tallennus - ja prosessointijärjestelmä on pitkälle automatisoitu. Aineistojen prosessoinnissa ei ole visuaalisen satunnaistarkastuksen lisäksi muita manuaalisia työvaiheita. Teknologia huolehtii kuvien terävyydestä ja siitä, että kuvilla on luonnolliset värit ja visuaalinen laatu. Kuvankäsittelyprosessi on kehitetty niin, että auringon negatiiviset vaikutukset kuville minimoidaan.

Panoraamakuva yhdistetään usean kameran tuottamista kuvista. Kuvausteknologia on ainutlaatuinen, patentoitu kuvausjärjestelmä, joka mahdollistaa parallaksittomien panoraamakuvien tuottamisen (ilman kuvilla näkyviä saumoja ja epäjatkuvuuskohtia).

LASERKEILAUS

Kuvauksen yhteydessä suoritetaan halutessa laserkeilaus. Laserkeilauksen lopputuloksena on tiheä pistepilviaineisto katualueesta sekä alueista, joille laserkeilauksen säde ulottuu. Pistepilvi on käytettävissä sekä BlomSTREET-sovelluksen kautta sekä erillisenä aineistona.

Laserkeilausaineistot parantavat BlomSTREET palvelussa tapahtuvaa kohteiden mittaus tarkkuutta. Keilausaineistot mahdollistavat kohteiden tunnistamisen esimerkiksi intensiteettiarvojen perusteella. Tarkasteltavien kohteiden 3D tieto lisää saatavan tiedon määrää ja laatua, jonka avulla katualueiden kartoitus on yksityiskohtaisempaa ja tarkempaa, esimerkiksi puiden ja pensaiden koon määrittäminen tarkentuu.



Laserkeilauksen teknisiä tietoja:

- Keilain: Velodyne HDL-32E
- 32 kanavaa
- Noin 700 000 lähetettyä pulssia / sek.
- Dataa jopa 80 m päästä.

Keskimääräinen pistetiheys ajonopeudella 40 km/h:

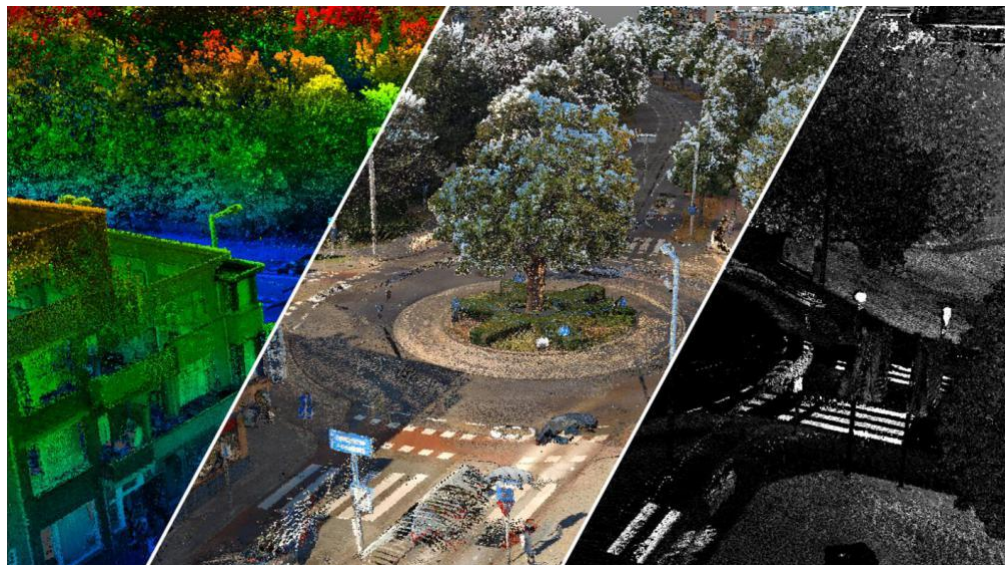
- > 2 500 p/m² maan pinnalla
- > 1 900 p/m² seinällä 10 m päässä
- > 1 500 p/m² katossa 4.5 m päässä

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (4/9 sivua).

LASERKEILAUKSEN TARKKUUS

- Absoluuttinen: Keskimääräinen keskihajonta 8-10 cm
- Suhteellinen: 2 cm

Visualisointi: korkeus – väri – intensiteetti.



TALLENNUSPROSESSI

Kuvanottoaikat

Kuvien otto on automatisoitu niin, että kuvanottoaikojen väli on säännöllinen, riippumatta kuvausajoneuvon nopeudesta. Normaali kuvanottoväli on 5 metriä eli kutakin kuvattua ajokilometriä kohden kerätään 200 panoraamakuvaa.

Eri ajankohtina kerätyt kuva-aineistot

Jotta käyttäjillä on aina ajantasaisin kuva-aineisto käytettävissään, voidaan aineistoja kerätä säännöllisesti, esimerkiksi vuosittain. Historialliset aineistot ovat uusienkin kuvausten jälkeen käytettävissä, ja näin mahdollistetaan eri ajankohtien aineistojen vertailu samassa näkymässä ja havaita alueilla tapahtuneet muutokset helposti.

Täydellisyys

Kuvaukset suoritetaan systemaattisesti ja laajassa mittakaavassa. Kuvauksissa on tavoitteena tuottaa mahdollisimman laaja kattavuus asiakkaan antaman aluerajauksen ja/tai muun saatavilla olevan liikenneverkkotiedon mukaisesti. Kuvauksia toteutetaan asiakkaan tarpeiden mukaisesti myös esim. kevyen liikenteen väylillä, viheralueilla tai muilla vaikeakulkuisemmilla tai kulun kannalta muutoin rajatuilla alueilla.

Sääolosuhteiden huomioiminen

Optimaalisen kuvanlaadun varmistamiseksi, kuvauksissa otetaan aina huomioon sääolosuhteet: sateen, sumun ja lumipeitteisyyden aikana ei kuvata, koska nämä seikat heikentävät ympäristön kohteiden näkyvyyttä. Kuvaukset pyritään suorittamaan aina aikana, jolloin ympäristössä on kuvauksen kannalta hyvät valaistusolosuhteet (esim. riittävän suuri auringon korkeuskulma).

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (5/9 sivua).

Paikannustarkkuus

Korkea sijaintitarkkuus: Sijainnin tilastollinen keskihajonta / tarkkuus on < 10 cm. Tarkkuuden saavuttamiseksi tarvitaan riittävä GNSS-näkyvyys (tarkkuus voi olla heikompi urbaaneissa kanjoneissa, metsäisillä alueilla ja tunneleissa).

Mittatarkkuus

- Useasta kuvasta yhdistetty panoraamakuva on saumaton ja kuvalla ei ole näkyviä epäjatkuvuuskohtia tai parallaksia.
- Kuvien sisäinen geometria on hyvä. Kuhunkin yksittäiseen kuvapikseliin kuvanottopisteestä voidaan havaita avaruussuunta joka tunnetaan 0.075° -asteen tarkkuudella (HD-kuvilla 0.025°).
- Kohteiden mittaaminen. X, Y ja Z – mittaukset keskihajonnalla < 10cm.
- Etäisyyksien mittaaminen / mitat. Korkeuksien, leveyksien ja muiden vastavien mittojen mittatarkkuus (suhteellinen keskihajonta) kuvilta on jopa 1 cm.

Panoraamakuvien metadata

- Yksilöllinen kuvakoodaus (ImageID)

BlomSTREET-SOVELLUS

Web-käyttö

BlomSTREET-selainsovelluksia on tarjolla kaksi:

- StreetSmart: HTML5-pohjainen sovellus. Skaalautuu hyvin eri alustoille ja laitteille sekä tukee laserkeilausaineiston näyttämistä.
- GlobeSpotter: Adobe Flash Playeria hyödyntävä sovellus (ei jatkokehitystä).

Selainsovellus tarjoaa aina pääsyn käyttäjän tuoreimpiin aineistoihin ja sovelluksen työkaluihin, eikä versiopäivityksistä tarvitse huolehtia.

Kuvanottoaikat taustakartalla

BlomSTREET-sovelluksen perusversiossa taustakarttoina käytetään OpenStreet-Map (OSM) karttatasoja. Nämä karttatasot voidaan korvata asiakkaan omilla taustakartoilla tai ortoilmakuvilla tai yhdistää eri aineistoja halutuksi kokonaisuudeksi. BlomSTREET-sovellus tukee OGC-standardoituja WFS (Web Feature Service) ja WMS (Web Map Service) -rajapintoja.

Panoraamakuvilla navigointi

Panoraamakuvulta toiselle voidaan navigoida helposti klikkaamalla kuvanottoaikoja kartalla tai panoraamakuvilla. BlomSTREET tarjoaa navigointiin myös osoitehaun, jolla tarkasteltavaan kohteeseen voidaan helposti siirtyä katuosoitteen tai koordinaatin avulla.

Useana vuonna tuotetut panoraamakuvat

Useana eri ajankohtana (esim. eri vuosina) tuotetut BlomSTREET™-panoraamakuvat ovat järjestelmän kautta hyödynnettävissä historiatietona yhdessä tuoreimpien kuva-aineistojen kanssa. Kaikki kuva-aineistot arkistoidaan tietokantaan. Kuvauksia tasaisin väliajoin uusittaessa saadaan kaupungista dokumentoitua arvokas historiatietokanta, johon voidaan aina tarvittaessa palata.

Linkitys

BlomSTREET-sovellus mahdollistaa näkymä- ja kovalinkkien luomisen ja jakamisen esim. työtovereiden kesken ja näin helpottaa kommunikointia organisaation

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (6/9 sivua).

sisällä. Linkit voivat viitata esim. tiettyyn katu ympäristön kohteeseen, joka vaatii erityistä huomiota tai toimenpiteitä. Linkin avaamalla järjestelmä ohjaa käyttäjän sellaiseen näkymään, joka vastaa linkin tehneen käyttäjän näkymää.

Raportti

BlomSTREET-sovelluksella voidaan luoda yhdellä hiiren klikkauksella pdf-raportti, joka sisältää sekä linkin kyseiseen sijaintiin että kuvakaappauksen ja mahdolliset kuvamittaustiedot tai huomiot kyseisestä kohteesta. Raportti voidaan personoida asiakasorganisaation visuaalisen ilmeen mukaisesti, esimerkiksi liittämällä raporttiin asiakaskohtainen logo.

Paikkatietoaineistojen näyttö panoraamakuville ja kartoilla

BlomSTREET-sovelluksen “overlay”-toiminnallisuus mahdollistaa sijaintitiedolla varustetun tiedon näyttämisen kartoilla ja panoraamakuville. Tieto voidaan tuoda järjestelmään useassa formaatissa, kuten WFS-, WMS- ja Esri shape -tiedostona. Rasteritieto näytetään karttaikkunassa ja vektoritieto näytetään karttaikkunan lisäksi myös panoraamakuville. Käyttämällä OGC-standardoituja visualisointitiedostoja (kuten SLD/XML) voidaan vektoridataa visualisoida vektoritiedostojen tietosisällön mukaisesti, esimerkiksi antamalla tietyn tyyppin kohteille omat värit, määritellä viivan paksuus tai näyttää kuvilla tietosisältöä kuvaavia tekstejä. Sovelluksessa on myös suodatustoiminnallisuudet, jotka mahdollistavat visualisoinnin vain tietyn valitun teeman tai kohdetyypin mukaisesti.

Mittaukset

BlomSTREET-panoraamakuville on erinomainen geometrinen laatu, joka mahdollistaa katu ympäristön kohteiden mittauksen ja 3D-koordinaattien (XYZ) määrittämisen kuvilta. Ainutlaatuinen "Smart Click" -toiminto mahdollistaa tarkkojen mittausten tekemisen yksittäisiltä kuvilta. Mittaukset voidaan tehdä myös ilman automatiikkaa, kohteet useammilta kuvilta havaiten.

Tällöin mittauksissa hyödynnetään stereofotogrammetrista eteenpäinleikkaus-laskentamenetelmää sijaintien ja mittojen määrittämiseen.

Järjestelmä mahdollistaa, piste-, viiva- ja aluemaisten mittausten tekemisen, ja näillä voidaan kuvilta kerätä tietoa kohteiden sijainneista, korkeuksista, leveyksistä ja pinta-aloista. Mittaukset voidaan exportoida järjestelmästä standardiformaateissa, joten ne voidaan jälleen viedä esim. CAD- ja GIS-järjestelmiin. BlomSTREET on ideaalinen ratkaisu katu ympäristön kohteiden (liikennemerkkit, katuvalot, katupuut, varusteet laitteet, jne.) tiedonkeruuseen ja inventointiin.

Soittolista-toiminto

BlomSTREET-sovelluksessa on mahdollista tarkistaa suuri määrä paikkatietorekisterin tietoja (esim. osoitteita, koordinaatteja, jne.) yksinkertaisesti tallentamalla ne txt-muotoiseen soittolistaan ja käydä kohteet yksitellen läpi. Tämä ominaisuus tukee käyttäjää esimerkiksi rekisteritiedon visuaalisissa tarkistuksissa ja täydennyksissä.

Online tukipalvelut

Palvelun käyttöön on tarjolla suuri määrä verkossa olevaa tukimateriaalia. Perinteisten kirjallisten ohjeiden lisäksi tarjolla on videoita, joissa esitellään järjestelmän toiminnallisuuksia.

Turvallisuus

BlomSTREET-ohjelmisto käyttää salattua yhteyttä (https) turvallisen tiedonvälityksen takaamiseksi. Tästä syystä ulkopuolisten ei ole mahdollista saada käyttöön palvelun tietoja. Salaus perustuu SSL-salaukseen ja kunkin käyttäjän on

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (7/9 sivua).

kirjaututtava sovelluksen käyttämiseksi. Käyttäjätunnusten tallentaminen välimuistiin käyttäjäkohtaisesti on mahdollista.

Integroinnit

Useimmat toiminnallisuuksista ovat käytettävissä myös vapaasti hyödynnettävien sovellusrajapintojen (API, Application Programming Interface) kautta. Tämä antaa käyttäjälle mahdollisuuden toteuttaa omiin tarpeisiin ja työnkulkuihin räätälöidyn ratkaisun. On myös mahdollista ottaa käyttöön valmiita kolmannen osapuolen toteuttamia plug-in –sovelluksia eri paikkatieto- ja suunnittelujärjestelmiin. Blom tukee sovelluskehittäjiä sovellusrajapintojen hyödyntämisessä ja tarjoaa dokumentaatiota ja koodiesimerkkejä ohjelmoijille.

Työkalu ESRI:n järjestelmiin - ArcGIS Desktop ja ArcGIS Online

BlomSTREET-palvelusta on toteutettu integrointi Esri ArcGIS Desktop –ohjelmistoon. Lähdekoodi on avoin (LGPL - lisensointi) ja tarjolla GitHub-sivustolla. Tämä lisäosa mahdollistaa panoraamakuvien käytön suoraan ESRI-alustalla. Kuvat näytetään erillisessä ArcGIS-ikkunassa, mutta niiden kontrollointi (liikkuminen, jne.) tapahtuu ArcGIS-sovelluksen työkaluilla. Mittaukset ja paikkatietoaineistojen näyttö panoraamakuvilla ovat linkitetty ArcGIS –sovellukseen Esrin geodatabase-formaatin kautta interaktiivisen ja dynaamisen visualisoinnin ja muutosten tekemisen mahdollistamiseksi. Lisäksi kuvat saa suoralla integroinnilla käyttöön ArcGIS Online-palvelussa.

Standardit

BlomSTREET-sovellus käyttää Open Geospatial Consortium (OGC) – standardeja tietojen siirtoon järjestelmään (import) ja järjestelmästä (export). Näitä ovat esimerkiksi Web Map Service (WMS) rasteritiedolle, Web Feature Service (WFS) vektoritiedolle ja Styled Layer Descriptor (SLD) paikkatietoaineistojen tyylittelyyn.

Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (8/9 sivua).

BlomSTREET™ LISÄPALVELUT

Liikennemerkki-inventointi

Liikennemerkkien inventointi suoritetaan BlomSTREET–kuva-aineiston pohjalta. Inventoitavat liikennemerkit ovat tieliikenneasetuksessa määritellyjä liikennemerkkejä perustuen Liikenneviraston ohjeistukseen ”Liikennemerkit ja muita liikenteenohjauslaitteita”.

Liikennemerkkien inventointi perustuu osaksi automatiikkaan, mikä tunnistaa kuvilla selkeästi näkyvissä olevat merkit. Kokemukset inventointiprojekteista osoittavat, että menetelmän avulla yli 90 % liikennemerkeistä saadaan inventoiduksi. Kasvillisuuden, muun näköesteen peittämät tai vain osittain kuvilla näkyvät merkit eivät tule inventoiduiksi.

Liikennemerkkien inventoitavat ominaisuudet:

- Kilven sijainti (x, y, z) ja katselusuunta
- Sijaintihavainnon tilastollinen keskihajonta (std.dev xyz)
- Kilven tyyppi / Lisäkilven tyyppi
- Teksti kilvessä, mikäli luettavissa (esim. heijastukset, pieni kirjainkoko, kilven rikkiäisyys voivat estää luettavuuden)

Koordinaattijärjestelmä: sovitaan asiakkaan kanssa

Toimitusformaatti: tekstimuotoinen CSV (Comma Separated Values) tai XLS–tiedosto ja ESRI Shapefile-tiedosto.



Liite 1. BlomSTREET™ palvelukuvaus 2019. (9/9 sivua).

Valaisinpylväsinventointi

Valaisinpylväiden inventointi voidaan suorittaa BlomSTREET-kuva-aineistoa hyödyntäen. Kokemukset inventointiprojekteista osoittavat, että menetelmän avulla yli 90 % valaisinpylväistä saadaan inventoiduksi. Kasvillisuuden, muun näköesteen peittämät tai vain osittain kuvilla näkyvät merkit eivät tule inventoiduiksi.

Valaisinpylväiden inventoitavat ominaisuudet:

- Valaisinpylvään sijainti (x, y, z)
- Sijaintihavainnon tilastollinen keskihajonta (std.dev xyz)
- Erikseen sovittavat ominaisuustiedot
 - Valaisinpylvään tyyppi (puu / metalli)
 - Valaisinpylvään korkeus
 - Valaisinpylvään kunto

Koordinaattijärjestelmä: sovitaan asiakkaan kanssa

Toimitusformaatti: tekstimuotoinen CSV (Comma Separated Values) tai XLS-tiedosto ja ESRI Shapefile-tiedosto.

