

V A A S A .



**VAASAN
LIKENNEVALO-OHJAUKSEN
YLEISSUUNNITELMA 2030**

Sisällys

Esipuhe.....	4
1. Yleistä	5
2. Suunnittelualueen kuvaus.....	7
2.1. Suunnittelualue	7
2.2. Maankäyttö ja liikenne.....	8
3. Liikennevalojen nykytilanne	11
3.1. Liikennevalojärjestelmä.....	11
3.2. Tienkäyttäjä- ja sidosryhmäkysely.....	15
3.2.1 Yleinen kuntalaiskysely	15
3.2.2 Sidosryhmäkysely	17
3.3. Nykytilanteen analyysi.....	19
3.3.1 Toiminnalliset puutteet ja ongelmat.....	19
3.3.2 Tekniset puutteet ja ongelmat	20
4. Liikennevalojärjestelmän visio ja tavoitteet 2030	22
5. Liikennevalojen asettamisen perusteet	24
5.1. Liikennemäärät.....	25
5.2. Liikenneturvallisuus.....	25
6. Liikennevalojen suunnitteluperiaatteet.....	27
6.1. Yleiset periaatteet	27
6.1.1 Toimintaympäristöt.....	27
6.1.2 Mitoitusliikenne	28
6.1.3 Ohjaustapa.....	29
6.1.4 Toiminta-ajat ja valo-ohjelmat	31
6.2. Moottoriajoneuvoliikenne	32
6.2.1 Opastinryhmä- ja vaihejaot	32
6.2.2 Lisäopastimet käyttö	33
6.2.3 Opastinjärjestelyt	33
6.2.4 Ilmaisinjärjestelyt.....	35
6.2.5 Kaapeloinnit ja kaapeloinnin suojaus	35
6.2.6 Ohjauskojeen sijoittaminen	36

6.2.7 Pysäytysviivan merkitseminen	36
6.2.8 Yhteenkytkennän periaatteet	36
6.2.9 Erikoistoiminnot.....	37
6.3. Kävely ja pyöräily	37
6.4. Joukkoliikenne.....	43
6.6. Hälytysajoneuvojen ohjaus HALL.....	45
6.7. Erikoisohjaukset ja -järjestelyt.....	46
6.7.1 Liikennevalot pelastuslaitoksen kohdalla	46
6.7.2 Liikennevalot rautatien yhteydessä	46
6.7.3 Liikennevalot erikoiskuljetusten reiteillä	47
6.7.4 Muut erityistapaukset	47
7. Liikennevalojen käyttö- ja ylläpito.....	49
7.1. Laite- ja liikennetekninen ylläpito.....	49
7.1.1 Liikennevalojen ylläpidon pääperiaatteet	49
7.1.1 Laitetekninen ylläpito.....	49
7.1.2 Liikennetekninen ylläpito	52
7.2. Dokumentaation hallinta.....	53
8. Liikennevalojen kehittäminen	54
8.1. Laitekannan kehittäminen	54
8.2. Liikennevalojen yleiset kehitystrendit	55
8.2.1 Älykäs tunnistaminen	55
8.2.2 Älyjärjestelmät.....	56
8.2.3 Tietoliikenneverkon kehittäminen ja palveluiden turvaaminen.....	58
9. Toteutusohjelma	59

Esipuhe

Vaasan kaupungin alueella on yhteensä 57 liikennevaloliittymää, jotka on rakennettu useiden vuosikymmenten aikajaksolla. Liikennevalojen suunnittelussa ja toteutuksessa ei ole kaikilta osin käytetty yhtenäisiä periaatteita, jonka vuoksi muun muassa laitekanta on monenkirjavaa ja eri-ikäistä. Osa liittymien ohjelmoinneista kaipaa päivitystä ja osan liikennevaloista on arvioitu käyneen jopa tarpeettomiksi.

Yleissuunnitelman tarkoituksena on luoda Vaasaan tulevaisuuden visio ja tavoitteet liikennevalo-ohjauksen suhteen sekä laatia kaupunkiseudun liikennevaloille yhtenevät suunnittelu- ja toteutusperiaatteet.

Työssä laadittiin tämän yleissuunnitelman lisäksi myös liittymäkohtaiset suunnitelmakartat fyysisistä liikennevalojärjestelyistä ja ohjelmoinneista. Suunnitelmat tullaan toteuttamaan vaiheittain työohjelman mukaisessa aikataulussa.

Suunnitelman tilaajana ovat toimineet Vaasan kaupunki ja valtion erityistehtävä-yhtiö Fintraffic Tie Oy. Vaasan kaupungilta työtä ovat olleet ohjaamassa kuntateknii-kan johtaja Jukka Talvi sekä sähköinsinööri Aripekka Pietiläinen. Fintraffic Oy:stä työhön osallistui projektipäällikkö Olli Rossi.

Suunnitelma on laadittu Sitowise Oy:ssä, jossa työstä vastasi Pauli Kinnunen. Alikonsultteina toimivat Tuomo Ojakoski Solutra Oy:stä sekä Jani Koppelo ja Jonny Tiri Destia Oy:stä.

SITOWISE

ins.tato

Solutra Oy

DESTIA

1. Yleistä

Liikennevalo-ohjaus on yleinen liikenteenhallinnan keino vilkkaasti liikennöidyillä teillä ja kaduilla ja siksi monille tuttu näky kaupunkiympäristössä. Liikennevalo-ohjausta tarvitaan yleensä, kun liikennemäärät maankäytön muutosten vuoksi kasvavat suuriksi tai muusta syystä liikenneturvallisuus heikkenee. Liikennevalo-ohjauksen avulla liittymien eri liikennesuunnat ja kulkumuodot saadaan sujuvasti ja turvallisesti liittymän läpi. Liikennevalojen tarkoituksena onkin yhtenä liikenteenhallinnan keinona lisätä sujuvuutta ja liikenneturvallisuutta liikenneverkolla.

Ensimmäiset liikennevalot rakennettiin Suomessa Helsinkiin vuonna 1951. Vaasassa ensimmäiset liikennevalot toteutettiin vuonna 1975, jolloin liikennevalot rakennettiin yhdeksään liittymään Vaasanpuistikolle ja Sepänkyläntielle. Siitä alkaen liikennevaloja on rakennettu Vaasassa keskimäärin 1–2 vuodessa.

Maankäytön muutosten myötä liikennevaloja rakennetaan todennäköisesti Vaasassa myös tulevaisuudessa, vaikka yksittäisiä liikennevaloja ollaan poistamassa keskustalueelta. Liikennevalojen tarvetta arvioidaan yhtenä liikenteenhallinnan vaihtoehdona erilaisten maankäytön suunnitteluhankkeiden yhteydessä. Tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat yleisesti autoliikenteen määrät ja liikenneturvallisuus, mutta myös muilla kulkumuodoilla, kuten joukkoliikenteellä tai kävelyllä ja pyöräilyllä, on oma painoarvonsa tarpeeseen.

Liikennevalojen suunnittelua ja rakentamista ohjaa tieliikennelaki, Valtioneuvoston asetus liikenteenohjauslaitteiden käytöstä sekä valtakunnallinen ohjeistus (LI-VASU2016) ja rakentamista koskevat yleiset laatuvaatimukset (InfraRYL). Useissa kaupungeissa on näiden lisäksi paikallisia periaatteita varmistamassa liikennevalojen yhdenmukaista rakentamista. Tämä liikennevalojen yleissuunnitelma ohjaa osaltaan liikennevalojen rakentamista Vaasan kaupungin alueella.

Liikennevaloja suunnitellaan eri suunnitelmatasoilla. Esi- ja yleissuunnittelussa varmistetaan, että tie- ja katujärjestelyt vastaavat liikennevaloille asetettuja vaatimuksia ja tavoitteita. Rakennussuunnittelussa laaditaan tarkat suunnitelmat fyysisten liikennevalojärjestelyjen toteuttamiseksi sekä ohjelmoinnit liikennevalojen toiminnalle. Liikennevalot ovat yksi osa tie- ja katuverkon infraa, jonka vuoksi suunnittelu tehdään tiiviissä yhteistyössä muun infrasuunnittelun kanssa.

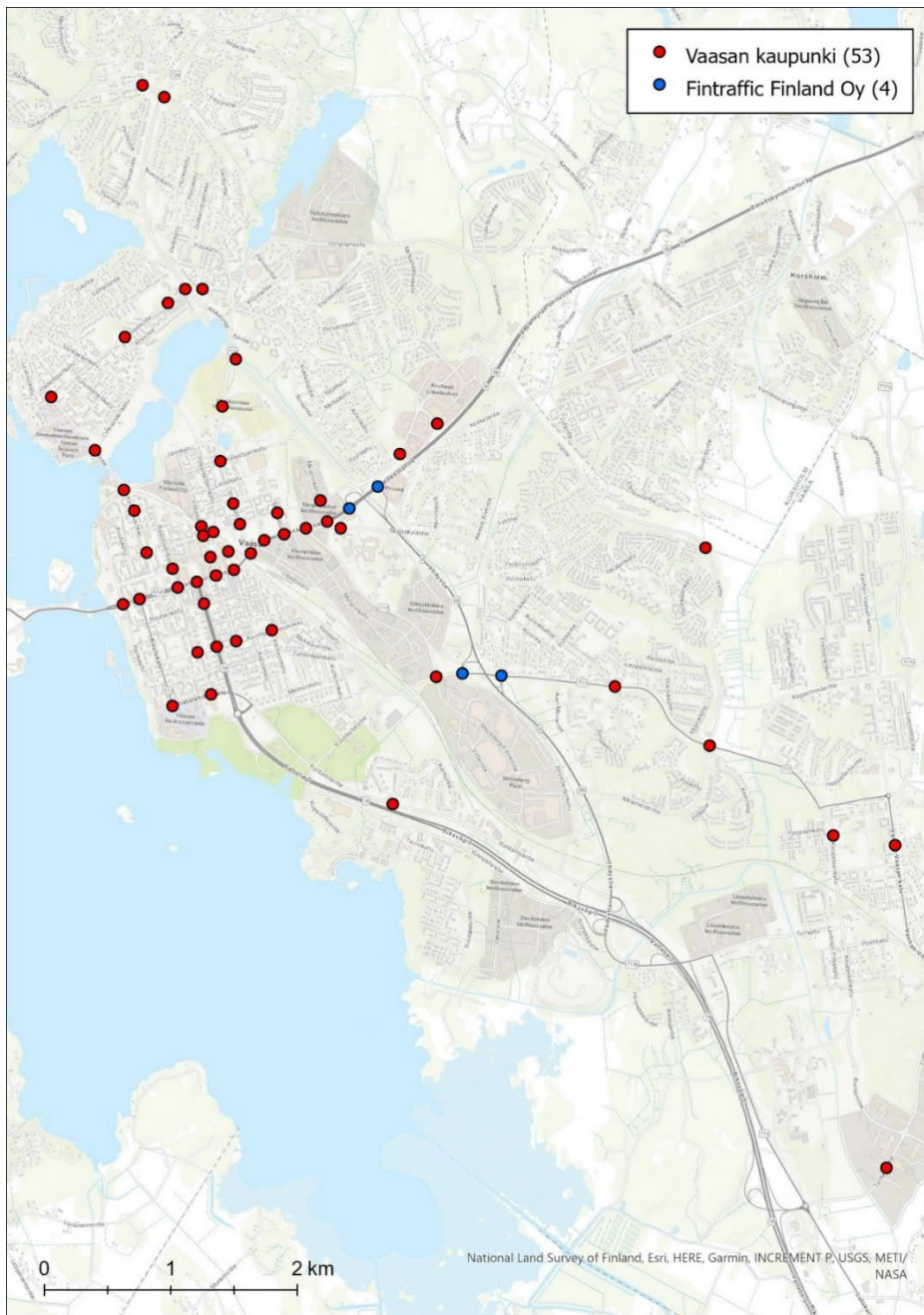
Tätä yleissuunnitelmaa laadittaessa on huomioitu seuraavat Vaasan kaupungin suunnitelmat ja hankkeet niiltä osin, kun se on katsottu liikennevalo-ohjauksen kannalta tarpeelliseksi:

- Vaasan kestävän liikkumisen ohjelma
- Vaasan kaupunki, Energia- ja ilmasto-ohjelma, Energialla menestykseen
- Vaasan kaupunkistrategia
- Maankäytön- ja liikenneverkon kehittämishankkeet.
- Kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelman laatiminen
- Joukkoliikenteen linjat ja reitit
- Erikoiskuljetusten reitit
- Vaasan kaupungin viitoituksen yleissuunnitelma

2. Suunnittelualueen kuvaus

2.1. Suunnittelualue

Suunnittelualueena on Vaasan kaupungin alue, joka koostuu kantakaupungin alueesta sekä Vähäkyrön alueesta. Liikennevalo-ohjattuja liittymiä alueella on vuonna 2021 yhteensä 57, joista kaikki sijaitsevat kantakaupungin alueella. Liittymistä 53 kuuluu Vaasan kaupungin omistukseen. Neljä liittymää sijaitsee maantieverkolla ja kuuluvat valtion erityistehtäväyhtiön Fintraffic Tie Oy:n omistukseen. Suunnittelualue ja liikennevaloliittymät on esitetty kuvassa 1.



Kuva 1. Suunnittelualueella olevat liikennevaloliittymät.

Vaasan kaupungin katuverkon pituus on yhteensä 580 km. Keskustan ruutukaava-alueen pääkatuja ovat Sepänkyläntie, Vaasanpuistikko, Kauppapuistikko, Koulukatu sekä Hietalahdenkatu, jotka muodostavat keskustan kehän. Muita tärkeitä katuyhteyksiä alueella ovat Vöyrinkatu, Ratakatu, Rantamaantie, Välitie, Palosaarentie ja Wolffintie. Jatkossa myös Korsholmanpuistikon rooli nousee, kun se saa jatkeenaan uuden sillan junaradan yli.

Alueen maantieverkko koostuu alueen läpi kulkevasta valtatiestä 8 sekä Vaasan keskustasta etelään suuntaavasta valtatiestä 3. Suunnittelualueella kulkee myös Eurooppatie E12, joka kulkee rinnakkain valtatie 3 ja katuverkon kanssa keskustan läpi Vaskiluodon satamaan. Muu maantieverkko koostuu pääasiassa seututeistä mt 724 (Vaasa – Raippaluoto), mt715 (Vaasa – Mustasaari) sekä mt 717 (Vaasa – Tervajoki) sekä pienemmistä yhdysteistä.

Kävelyn ja pyöräilyn verkko on yhteensä 215 km, josta pääreittien osuus on noin 90 km. Vaasan kävelykeskusta koostuu nykyisin kauppatorin alueesta sekä Hovi-oikeudenpuistikon kävelykadusta välillä Raastuvankatu – Pitkäkatu. Kävelykeskustaa ollaan laajentamassa vuonna 2022 itään rautatieaseman suuntaan, jonka seurauksena kolme nykyistä liikennevaloliittymää poistuu.

Vaasassa toimii 15 eri paikallisliikenteen linjaa. Keskustan alueella pääasiallisen joukkoliikennekatuina toimii Vaasanpuistikko, Sepänkyläntie, Kauppapuistikko ja Koulukatu.

Vaasan alueella kulkee erikoiskuljetusten reittejä, jotka tulee huomioida liikennevaloja suunniteltaessa ja rakennettaessa.

2.2. Maankäyttö ja liikenne

Vaasassa maankäyttöä kehitetään jatkuvasti maankäytön toteutusohjelman 2020–2024 mukaisesti. Ohjelmassa liikenteen kannalta merkittävimmiksi kehityshankkeiksi on nostettu muun muassa seuraavat rakennus- ja infrahankkeet:

- Wasa Station
- Keskussairaalan laajennus ja uusi pääterveysasema
- keskustan koulukampus
- Palosaaren kampus / Energy Lab
- Vaasan satamatie
- Sataman kehittäminen
- nesteytettyä maakaasua toimittava LNG-terminaali Vaskiluotoon
- Korsholmanpuistikon silta
- Toriparkin laajennus
- Laajametsän suurteollisuusalueen rakentuminen

Kehitettävänä alueina on mainittu:

- Keskusta (täydennysrakentaminen)
- Ravilaakson alue
- Wärtsilän STH / Vaskiluoto
- Palosaaren salmen alue
- Risön liike- ja yritysalue
- Radan varsi Klemetilässä
- Vöyrinkaupungin konepaja-alue

Kaikki edellä mainittu maankäytön kehittäminen vaikuttaa jollain tapaa liikenteeseen. Esimerkiksi Wärtsilän siirtyminen Palosaaresta Vaskiluotoon tulee siirtämään liikenteen painotusta Palosaaren ja Vöyrinkaupungin alueilta keskustan ja Vaskiluodon alueille. Wasa Stationin toteutuminen vastaavasti tulee aiheuttamaan liikenteen kasvua sen lähialueilla. Maankäytön toteutusohjelman yhdeksi keskeiseksi asiaksi on nostettu yhdyskuntarakenteen tiivistämisen tukeminen. Yhdyskuntarakenteen tiivistyminen antaa paremmat mahdollisuudet edistää kestävien liikennemuotoja, kuten kävelyä ja pyöräilyä sekä joukkoliikennettä. Kaikella tällä on oma vaikutuksensa myös liikennevalo-ohjaukseen suunnittelussa ja toteutuksessa.

Kuvassa 2 on esitetty vuoden 2020 liikenne-ennuste (KAVL) Vaasan keskustan alueella, joka kuvastaa liikenneverkon ja liikennemäärien nykytilaa. Suurimmat liikennemäärät painottuvat katuverkolla Sepänkyläntielle ja Kirkkopuistikolle niiden ollessa noin 15 000 – 18 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Muita vilkkaasti liikennöityjä katuja ovat Rautatienkatu, Kauppapuistikko, Koulukatu, Wolffintie, Konepajanjatu ja Vöyrinkatu liikennemäärien ollessa niillä 8000 – 10 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Vuoden 2030 liikenne-ennusteessa (kuva 3) liikenne painottuu edelleen Sepänkyläntielle ja Kirkkopuistikolle, mutta liikennemäärien on arvioitu hieman laskevan nykytilanteesta (15 000 – 17 000 ajon/vrk). Liikennemallissa on mukana muun muassa Vaasan kehätieksi rakentuvat Helsingby–Vassor sekä Satamatien tieyhteydet, jotka osaltaan vähentävät keskustan läpi ajavia liikennemääriä. Korsholmanpuistikon jatkeeksi Sairaskodinkadulle rakennettava silta näkyy hienoisena liikennemäärien kasvuna Korsholmanpuistikolla.

Vaasan liikennevalo-ohjauksen yleissuunnitelma 2030



Kuva 2. Vuoden 2020 keskimääräinen arkivuorokausiliikenne Vaasan keskustassa.



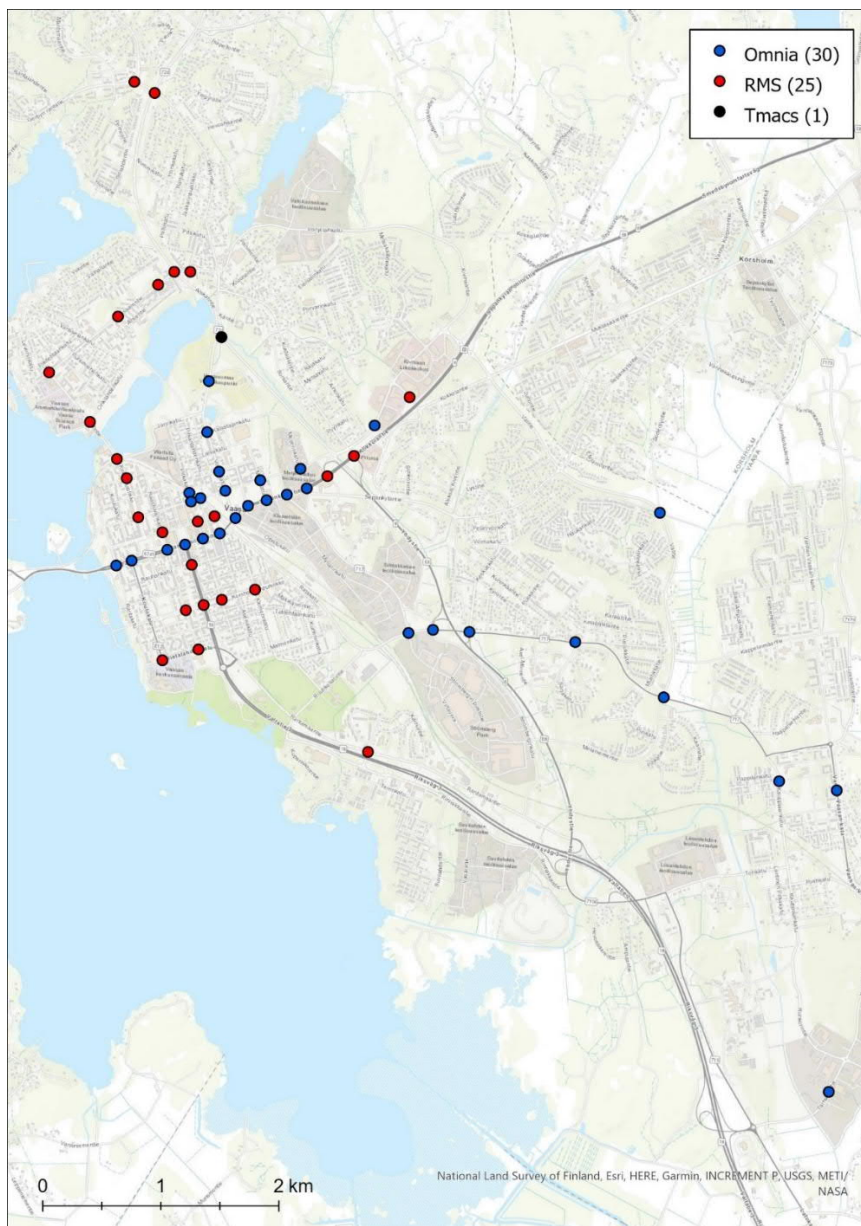
Kuva 3. Vuoden 2030 keskimääräinen arkivuorokausiliikenne Vaasan keskustassa.

3. Liikennevalojen nykytilanne

3.1. Liikennevalojärjestelmä

Liikennevalojen laitteisto ja ohjelmistot ovat Vaasan kaupungissa varsin kirjavaa.

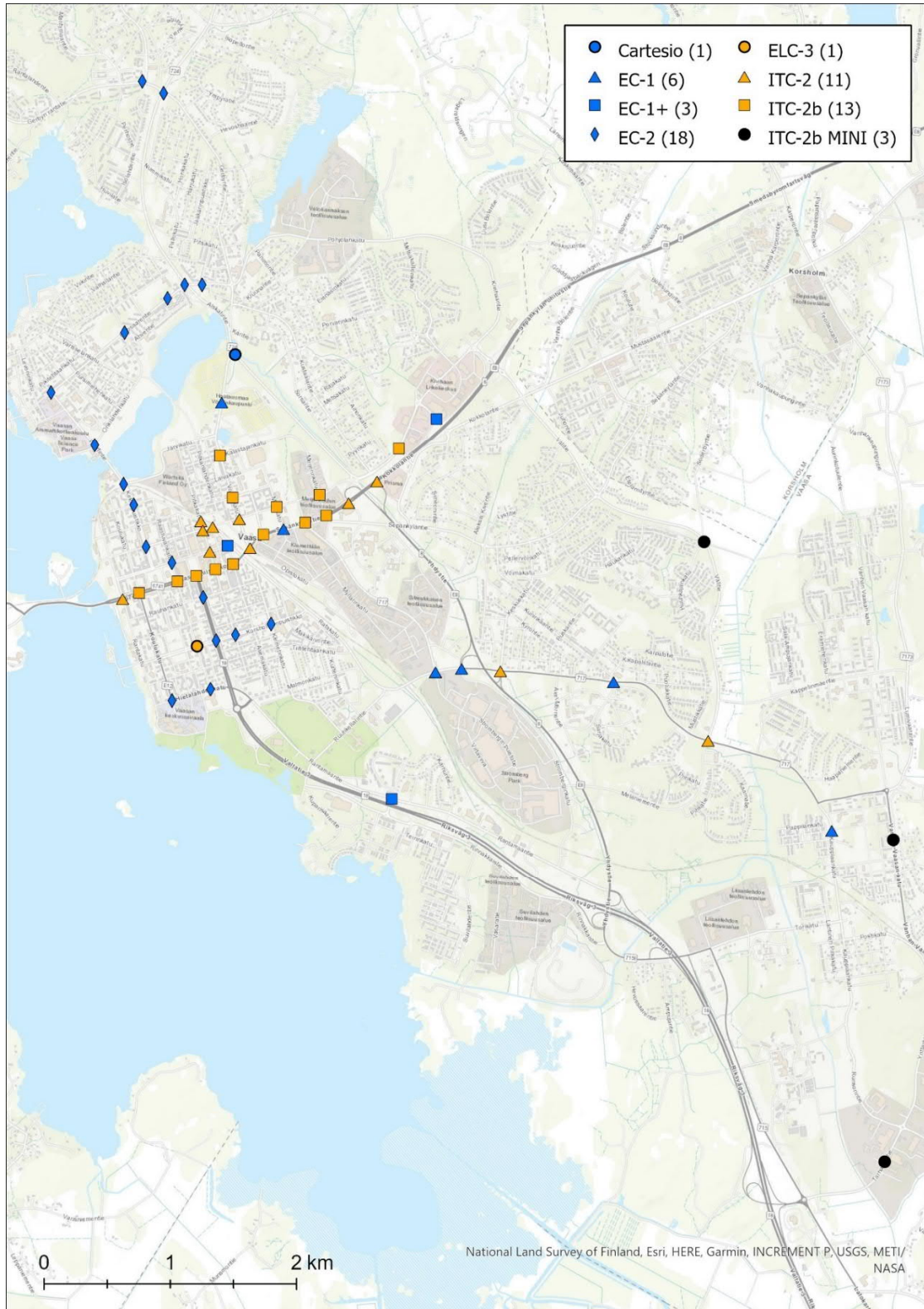
Tällä hetkellä Vaasassa on kolmen eri liikennevalotoimittajan liikennevalokojeita ja niille jokaiselle on oma keskusjärjestelmänsä. Kojetoimittajia ovat Dynniq Finland Oy, Swarco Finland Oy ja Normivalaistus Oy. Keskusjärjestelminä toimii RMS (Dynniq Finland Oy), Omnia (Swarco Finland Oy) sekä kahteen edelliseen toiminnallisuuksien osalta verrattuna suppeampi Tmacs (Normivalaistus Oy). Keskusjärjestelmät on esitetty kuvassa 4 liittymittäin.



Kuva 4. Valvontajärjestelmien nykytilanne liittymittäin vuonna 2021.

Vaasan liikennevalo-ohjauksen yleissuunnitelma 2030

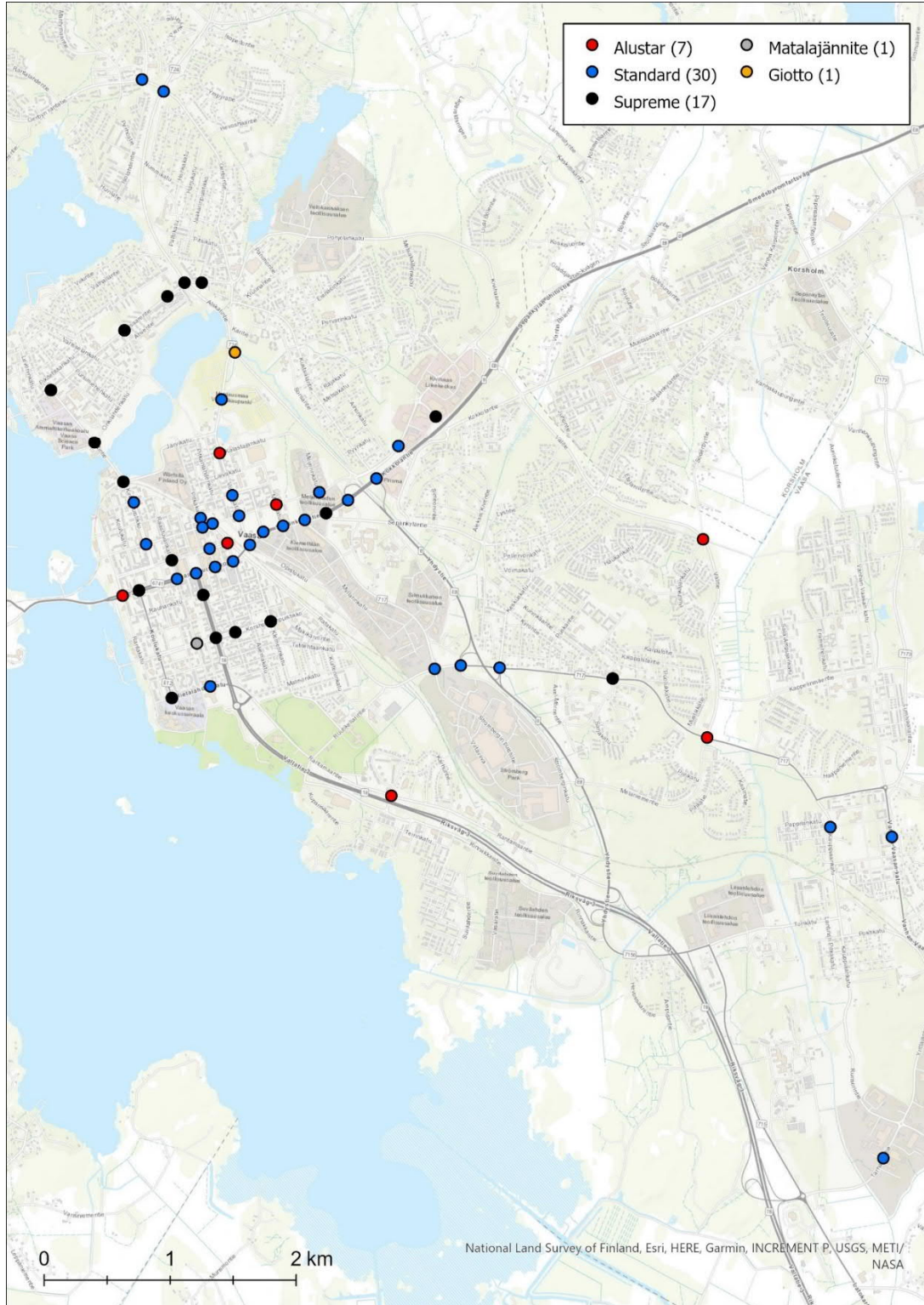
Ohjauskojeita on nykyisin ainakin kahdeksaa eri tyyppiä (kuva 5). Niitä on uusittu vuosittain vanhimmasta päästä. Vanhimmat käytössä olevat kojeet (EC-1) ovat 2000-luvun alusta ja (ELC-3) vuodelta 1996. Nämä ovat olleet jo vuosia käyttöikänsä päässä ja uusien varaosien saatavuus sekä toimintakunnossa pitäminen on haastavaa.



Kuva 5. Ohjauskojeet liittymittäin vuonna 2021.

Vaasan liikennevalo-ohjauksen yleissuunnitelma 2030

Liikennevalo-opastimet ovat kaikki LED-tekniikkaan perustuvia opastimia. Tyypiltään niitä on ainakin kolma eri mallia (kuva 6). Viimeiset matalajänniteopastimet uusittiin vuonna 2021. Opastimia Vaasassa on käytetty muutamaa eri versiota. LED-opastimien käyttöä odotetaan vähintään 10 vuotta. Vanhimmat käytössä olevat opastimet ovat 2000-luvulta.



Kuva 6. Liikennevalojen opastinmallit liittymittäin vuonna 2021.

Vaasan liikennevaloissa käytetään ajoneuvon tunnistamiseen useita erilaisia ilmaisutekniikoita. Käytössä on ajorataan sahattavia induktiosilmukoita ja erilaisia maanpäällisiä ilmaisimia kuten älykkäitä monipistetutkia, asfalttiin upotettuja langattomia ilmaisimia, perinteisiä tutkailmaisimia sekä infrapunailmaisimia. Ilmaisimien kattavuus ei ole riittävällä tasolla kaikissa risteyksissä ajatellen nykyaikaista liikennetieto-ohjausta ja älykkäitä ohjausjärjestelmiä (mm. erikoistoiminnot tai dynaaminen ohjaus). Myös monen erilaisen ilmaisintyyppin ja -mallin huolto on haastavaa, kun varaosavarastoja ja osaamista pitää olla monen eri ilmaisintekniikan vuoksi. Esimerkiksi infrapunailmaisimia ei ole enää saatavilla 230 VAC jännitteellä.

Pyöräilyn ja jalankulkijoiden tunnistamisen ja etuuksiin ei ole kattavaa tunnistusta tällä hetkellä. Painonappeja on käytössä pääasiallisesti suojateiden ylityksiin. Myös ääniopastimia on käytössä näkövammaisille, mutta ei jokaisessa suojatien ylityksissä muun muassa Vaasanpuistikon alueella.

Joukkoliikenteen etuusjärjestelmää ei tällä hetkellä ole käytössä. Muutamia bussi-ilmaisimia on kuitenkin käytössä.

Vaasanpuistikon läpi menee paljon raskasta liikennettä ja kyseisessä kohdassa ei ole raskaan liikenteen ilmaisimia. Raskaalla liikenteellä on vaikea pysyä yhteenkytkennän mukana keskustan läpi, jolloin ne usein joutuvat pysähtymään ylämäkeen. Etenkin talviolosuhteissa liikkeellelähtö on hidasta ja heikentää muun liikenteen sujuvuutta.

Liikennevalokojeissa osassa risteyksissä puuttuu laminoidut liikennevalodokumentit, jotka olisi hyvä olla vikatapauksissa ylläpitoa varten.

Ohjaustapoina käytetään yhteenkytkentää ja erillisohjausta. Ohjelmia on monia erilaisia ja osa käytössä ohjelmista ovat vanhoja eivätkä vastaa nykyistä liikennetilannetta ja sen tarpeita.

Vaasassa on käytössä kamerajärjestelmä, joka on tarkoitettu yleisten alueiden valvontaan. Nykyisin kameroihin on pääsy poliisiviranomaisilla ja ne ovat tarkoitettu nimenomaan valvontaan, ei liikennevalojen toiminnan seuraamiseen.

Liikennevalojen dokumentointi on osittain vanhaa, skannattuja paperiversiosta, jossa ohjelmapäivityksiä on tehty kynämerkinnöillä. Näiden ajantasaisuus on kyseenalaista ja niiden päivittäminen on hankalaa johtuen puuttuvasta sähköisistä versioista. Ohjelmointimuuksista ei ole olemassa päivitettyä tietoa ja on hyvin voinut tapahtua niin, että tehdyt muutokset ovat poistaneet aikaisempia parannuksia, kun ohjelmoinnit on tehty vanhentuneiden ohjelmakopioiden päälle.

Liikennevalojen verkkoyhteydet ovat pääosin kuparikaapelilla (ns. puhelinverkon pari-kaapelit) toteutettuja modeemiyhteyksiä. Näiden lisäksi muutamia yhteyksiä on rakennettu valokuidulla sekä langattomasti 3G tai 4G-verkon avulla. Verkkotopologialtaan Vaasan liikennevalojen tietoliikenneverkko on puumainen, jossa verkkoyhteydet ovat ketjutettu linjaksi. Tietoliikenneverkko-yhteyksien valvonta perustuu usean eri liikennevalokojeiden laitetoimittajan valvontaohjelmistojen seuraamiseen, joista voidaan nähdä ainoastaan kojeen sen hetkisen verkkoyhteyden tilan. Verkkoon liitettäviä muiden toimittajien laitteita esim. liikennevalvontakameroiden verkkoyhteyksien tilaa ei

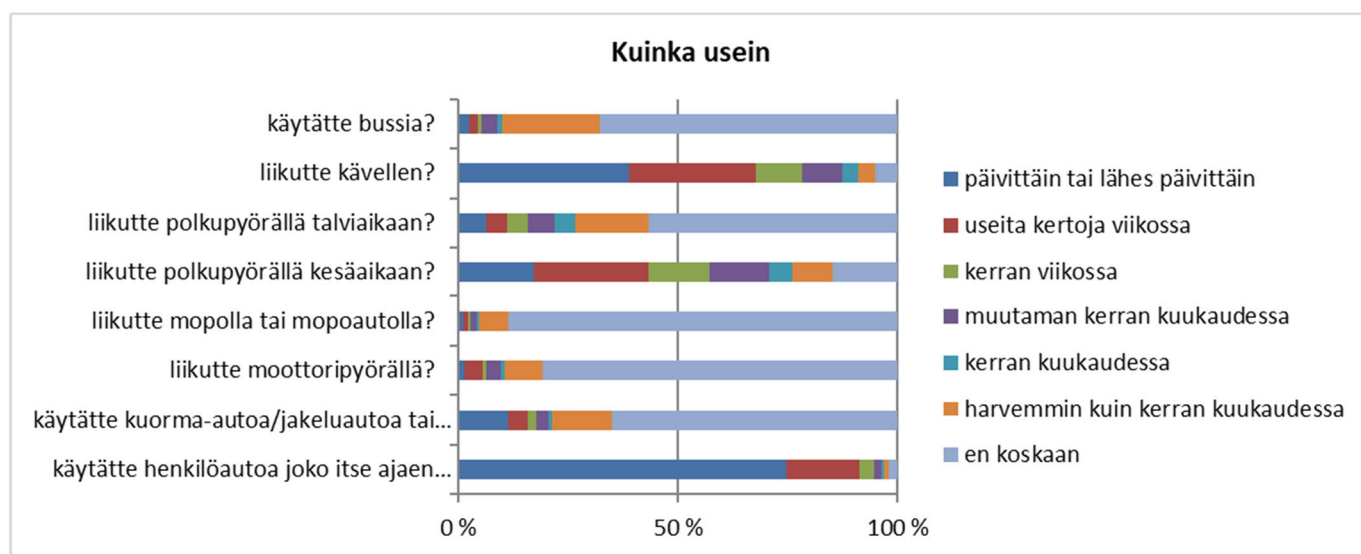
voida seurata. Verkkolaitteiden ohjelmistot sekä asetukset ovat siltä ajalta, kun verkko-yhteydet on saatu toimimaan joko risteyksen rakentamisen tai saneerauksen yhteydessä. Muutostöiden seurauksena, tietoliikennelaitteissa on saattanut jäädä vanhoja määrittäjiä, jotka eivät välttämättä ole enää ajankohtaisia.

3.2. Tienkäyttäjä- ja sidosryhmäkyselyt

Työn alussa toteutettiin kyselytutkimus yleisenä kuntalaiskyselynä ja sidosryhmäkyselynä. Sen tavoitteena oli kerätä tietoa autolla, joukkoliikenteellä, pyörällä ja jalan liikkuvien tyytyväisyydestä ja kokemista epäkohdista liikennevalo-ohjauksessa sekä kertoittaa valo-ohjauksen kehittämis- ja suunnittelutarpeita vuoteen 2030 saakka. Kysely laadittiin siten, että se on myöhemmin mahdollista toistaa pitkän aikavälin asiakastyytyväisyyden seuraamiseksi.

3.2.1 Yleinen kuntalaiskysely

Yleiseen kuntalaiskyselyyn saatiin yhteensä 1025 vastausta, joista noin 20 % oli ammattiautoilijoita. Vastaajista 85 % oli Vaasasta, 10 % Mustasaaresta ja 5 % muista kunnista. Valtaosan vastaajista pääasiallinen liikkumismuoto (kuva 7) oli oma auto tai jalan liikkuminen. Kesäaikana myös pyöräily on suosittu liikkumismuoto.



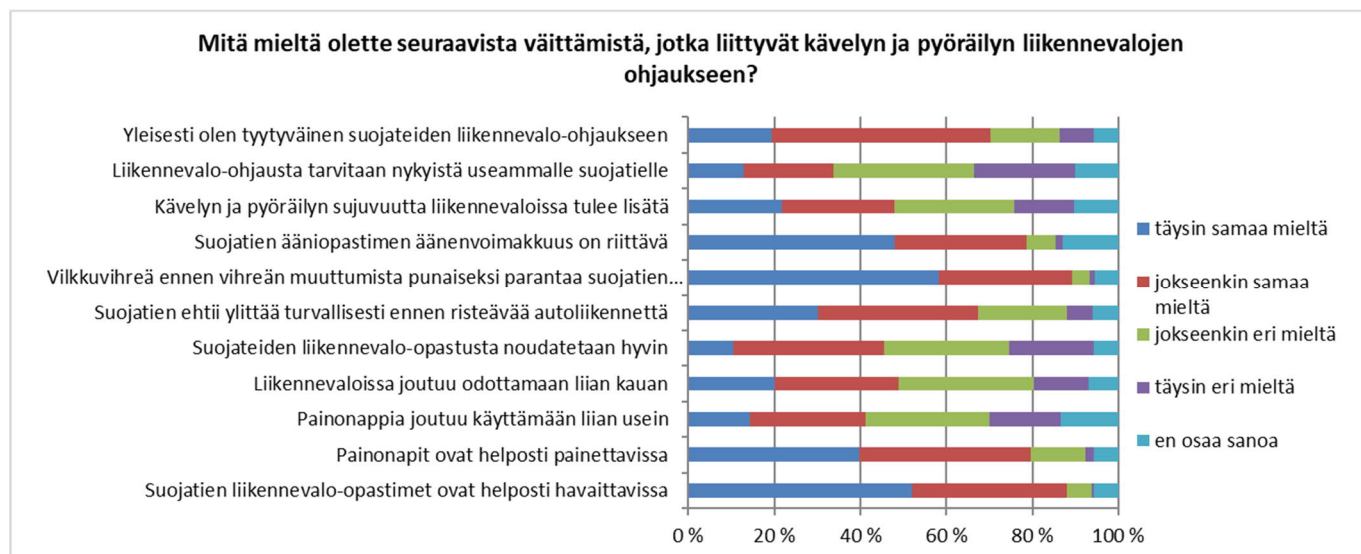
Kuva 7. Kyselyyn vastaajien pääasiallinen liikkumismuoto.

Kuvassa 8 on esitetty vastaukset erilaisiin liikennevaloja koskeviin väittämiin. Valtaosan mielestä liikennevalot lisäävät liikenneturvallisuutta ja valo-opastimet ovat helposti havaittavissa. Valo-ohjaukseen ei kuitenkaan kokonaisuutena olla kovin tyytyväisiä. Tyytymättömiä on oltu erityisesti sujuvuuteen, kuten vihreiden aaltojen toimivuuteen tai odotusaikoihin liikennevaloissa. Suurimman osan mielestä hälytysajoneuvoille tulee aina antaa vihreää liikennevaloissa, kun taas myöhässä oleville busseille sitä ei niinkään sallittaisi.



Kuva 8. Vastaukset liikennevaloja koskeviin väittämiin.

Kuvassa 9 on esitetty vastaukset erilaisiin kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjausta koskeviin väittämiin. Vastaajien mielestä vilkkuvihreä ennen valojen värin vaihtumista parantaa turvallisuutta, suojatien ääniopastimen äänenvoimakkuus on riittävä ja valo-opastin on helposti havaittavissa. Vastaavasti valo-ohjausta ei koettu tarpeelliseksi useammalle suojatielle ja valo-ohjausta koetaan noudatettavan huonosti.



Kuva 9. Vastaukset kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjausta koskeviin väittämiin.

Kyselyssä annettiin myös mahdollisuus yksityiskohtaiseen palautteeseen, joka voitiin kohdentaa kartalle. Yhteensä näitä karttapalautteita tuli 1055 kappaletta. Valtaosa palautteesta (877 kpl) oli liikennevalojen kehittämistä vaativaa palautetta ja loput 178 kpl positiivista palautetta. Kehittämiskohteet kohdentuivat luonnollisesti keskustan alueelle, jossa on paljon liikennevaloja. Positiiviset palautteet kohdistuivat pääosin samoille alueille ja jopa samoihin liittymiin, mutta olivat enemmän yksittäisiä liittymiä.

3.2.2 Sidosryhmäkysely

Sidosryhmäkyselyssä pyydettiin ennalta valittujen sidosryhmien mielipiteitä liikennevalojen nykytilanteesta sekä mahdollisia kehittämistarpeista. Erilaisiksi sidosryhmäkategorioiksi valikoitiin pelastuslaitos, poliisi, sairaanhoitopiiri, satama, vanhukset, kuulo- ja näkövammaiset, pyöräyhdistys, kuljetus- ja logistiikkayritykset, taksit ja autokoulut. Kysely lähetettiin yhteensä 36 sidosryhmälle. Kyselyssä vastaajia ohjeistettiin antamaan palautetta ennen kaikkea edustamansa sidosryhmän näkökulmasta.

Vastauksia saatiin yhteensä kahdeksan, jotka jakautuvat viiteen eri sidosryhmäkategoriaan. Palautteet on esitetty seuraavassa tiivistetysti kategorioittain:

Pohjanmaan poliisilaitos

Pohjanmaan poliisilaitos suoritti kyselyn Rannikko-Pohjanmaan alueella hälytys- ja liikennevalovontatehtävissä toimiville henkilöille. Ongelmia tai parannusehdotuksia ei esitetty.

Pohjanmaan pelastuslaitos

Pohjanmaan pelastuslaitoksen palautteen mukaan hälytysajoneuvojen etuusjärjestelmän HALI:n käyttöön ottaminen on merkittävin kehitysnäkymä Vaasan liikennevaloissa. Yksittäisistä kehitettävistä liittymistä nostettiin esille pelastusaseman vieressä sijaitseva Sepänkyläntien ja Meijerinkadun liittymä, jonka toimivuus hälytysajoneuvojen aikana tulisi varmistaa.

Pyöräilijät

Vastaus saatiin Vaasan pyöräyhdistys Velovalta, jossa palaute koski seuraavaa:

- pyöräilyn näkökulmasta liikennevalo-ohjaus ei ole toimivaa Vaasassa ja pyöräilijät tulee ottaa siinä paremmin huomioon.
- pyöräreittien suunnittelussa tulisi ensisijaisesti huomioida, etteivät reitit risteäisi liikennevalojen kanssa.
- jalankulkijoiden valo-ohjaus ei toimi pyöräilijöille
- odotusaikojen tulisi olla niin lyhyitä kuin mahdollista
- nykyisin on tilanteita, jossa vasemmalle kääntyvä pyöräilijä joutuu odottamaan kaksi kertaa vihreää.
- painonapit tulisi sijoittaa siten, että ne ovat paremmin saavutettavissa tavallisille pyöräilijöille, mutta myös erikoispyörille kuten laatikkopyörille.
- liittymiin toivottiin pyörätaskuja, jotta pyöräilijät pääsevät autojonon edestä liikkeelle

Vanhukset

Vastaukset saatiin Vaasan vanhusneuvostolta sekä kahdelta yksittäiseltä senioriasukkaalta.

Vanhusneuvosto oli käsitellyt asiaa kokouksessaan, jossa oli todettu seuraavia palautteita:

- Joillain suojateilla liikennevalot vaihtuvat punaiseksi liian nopeasti iäkkäämmille hitaammin käveleville ja rollaattorilla kulkeville esim. Kirkkopuistikolla Hietasaarenkadun ja Museokadun risteyksissä valot vaihtuvat liian nopeasti punaiselle
- Joissain risteyksissä liikennevalojen ääni kuuluu huonosti.
- Liikennevaloja saisi olla myös esikaupunkialueilla.
- Erikoistilanteet kuten isot tapahtumat tai laivan saapuminen satamaan voitaisiin ottaa huomioon liikennevaloissa ja niiden ajastuksessa.
- Matalammat, autoilijan ja jalankulkijan omalla tasolla sijaitsevat liikennevalot ovat hyvät ja niitä voisi lisätä.
- Autoilijan osalta vihreä aalto ei toimi esim. Vaasanpuistikolla.

Kahden yksittäisen senioriasukkaan palautteet koskivat vihreiden aaltojen toimimattomuutta, liian pitkiä odotusaikoja ilman näkyvää syytä sekä liian lyhyen keltaisen valon kestoa viikennevalojen vaihtuessa punaiselle. Huolissaan oltiin autojen turhasta joutokäynnistä ja siitä aiheutuvista hiilidioksidipäästöistä. Palautteen mukaan osassa Vaasanpuistikon ylittävillä suojateilla vihreät eivät riitä ylittämään koko suojatietä kerralla vaan joutuu jäämään puistikkoalueelle odottamaan seuraavaa vihreää. Suojateiden vihreiden mitoituksessa sekä reunakivijärjestelyissä toivottiin huomioitavan enemmän vanhuksia. Onkilahdentien ja Wolffintien liittymän liikennevalot koettiin hyvin toimiviksi.

Taksit

Vastaus saatiin yhdeltä paikalliselta taksiyritykseltä, jonka palaute koski seuraavia asioita:

- joissakin liittymässä sivusuunnan vihreä on liian lyhyt, jonka vuoksi kerääntyy jonoja
- Vaasanpuistikon ja Koulukadun liittymässä koettiin ongelmana suuret liikennemäärät pää- ja sivusuunnilla sekä itään suuntaavan raskaan liikenteen pysähdykset
- laivaliikenteen purkautumisen huomioiminen liikennevaloissa
- Wärtsilän tehtaan muuttaminen Vaskiluotoon arvellaan tuovan haasteita liikenteen toimivuuteen
- Alskatintien ylittävän sillan liikennevalot Onkilahden kohdalla aiheuttavat pitkiä jonoja etenkin aamuruuhkassa. Jonot ulottuva Pukikulman kiertoliittymään aiheuttaen siellä ongelmia.

Kuljetus- ja logistiikkayritykset

Vastaus saatiin kahdelta paikalliselta kuljetus- ja logistiikkayritykseltä, joiden palaute koski seuraavia asioita:

- Vasemmalle kääntyvien valojen aikaa tulisi pidentää. Kuorma-autolla ja yhdistelmillä on haasteellista päästä vihreillä risteysalueen läpi varsinkin ruuhka-aikoina.

- Joissakin liikennevaloissa vihreät ovat niin lyhyet, että vain yksi auto pääsee läpi ja aiheuttaa näin turhaa joutokäyntiä. Vihreiden pituuksia tulisi pidentää
- Vaasanpuistikon liikennevalot Koulukadun risteyksessä Vaskiluodon suunnasta eivät ole synkronoinnissa edellisten valojen kanssa. Aiheuttaa haasteita raskaalle liikenteelle etenkin talvikelillä, kun joutuu pysähtymään. Turhat pysähdykset varsinkin raskaanliikenteen osalta aiheuttaa haasteita.
- Vihreä aalto tulisi mitoittaa raskaan liikenteen ehdoilla pääväylillä. Vaasanpuistikon – Sepänkyläntien vihreä aalto pitäisi saada toimimaan turhien pysähdysten minimoimiseksi, ettei muulle liikenteelle aiheudu turhia pysähdyksiä.

3.3. Nykytilanteen analyysi

3.3.1 Toiminnalliset puutteet ja ongelmat

Liikennevalojen toiminnallisia puutteita ja ongelmia kartoitettiin maastossa tehdyn katselmuksen ja yleisen kuntalaiskyselyn avulla sekä suunnitelmadokumentaatiota tarkastelemalla. Maastokatseluksessa seurattiin erityisesti Vaasanpuistikon ja Sepänkyläntien yhteenkytkennän toimivuutta ruuhka-aikana, mutta myös muut suunnittelualueen liikennevaloliittymät katselmoitiin paikan päällä.

Maastotarkastelun perusteella Sepänkyläntien ja Vaasanpuistikon vihreän aallon toiminnassa havaittiin joitakin kehittämistarpeita. Katujaksolla vihreä aalto on suunniteltu toimimaan molempiin suuntiin ja sama ohjelma toimii aamu- ja iltaruuhkan aikana. Aamuruuhkan aikaan keskustan läpi Vaskiluodon sillalle ajettaessa liikennevaloihin jouduttiin pysähtymään viisi kertaa ja toiseen suuntaan ajettaessa pysähdyttiin seitsemän kertaa. Testiajon aikana pystyttiin ajamaan täsmälleen nopeusrajoituksen 50 km/h (Sepänkyläntie) ja 40 km/h (Vaasanpuistikko) mukaisesti. Yhteenkytkennän suunnitelmassa mitoitusnopeutena on käytetty 45 km/h ja 30–35 km/h (Vaasanpuistikko), josta johtuen pysähdyksiä tuli suunniteltua enemmän. Ainakin yhden pysähdyksen arveltiin johtuvan teknisestä viasta keskeneräisen katutyömaan vuoksi.

Muina kehittämistarpeina Vaasanpuistikon ohjelmissa nähtiin raskaan liikenteen sujuvuuden varmistaminen niin, että ne pääsisivät Vaskiluodosta tullessaan pysähtymättä Kauppapuistikon liittymään saakka, joka on lähes koko matkan ylämäkeä. Raskasta liikennettä kulkee keskustan läpi runsaasti ja niiden liikkeelle lähtö etenkin talvisaikaan on hidasta ja turhaan heikentää vihreän aallon toimivuutta.

Vaasanpuistikon ja Koulukadun liittymässä ei kapasiteetti riitä enää ruuhka-aikoina. Liittymässä kaikki tulosuunnat ovat liikennemäärien suhteen aika tasaiset. Vaasanpuistikon suunnat on toteutettu nykyisin omina eriaikaisina vaiheina, jolloin pääsuunnan vihreän osuus koko kierrosta on suuri eikä vihreää aikaa jää riittävästi Koulukadun suunnille. Alustavien simulointien perusteella liittymän toimivuus paranisi huomattavasti nykyisestä, jos Vaasanpuistikon suunnat olisivat samassa vaiheessa yhtä aikaa. Tällöin myös vihreä aalto hieman paranisi idän suuntaan ajettaessa, joka ennen kaikkea edesauttaisi raskaan liikenteen sujuvuutta. Vaasanpuistikon keskellä oleva leveä puistikkoalue mahdollistaa sekavaiheessa muutaman vasemmalle kääntyvän ajoneuvon

jonotustilan niin, etteivät ne estä suoraan ajavaa liikennettä.

Vaasanpuistikolla yhteenkytkentäjaksoissa Lyseonkadun, Kirkkopuistikon ja Senaatinkadun liittymissä ei ole liikennevalo-ohjausta. Ajoneuvoliikenteen kannalta ne toimivat hyvin ilman liikennevalo-ohjausta, mutta valo-ohjaamattomista suojateistä johtuen vihreässä aallossa olevat ajoneuvot joutuvat välillä hidastamaan tai pysähtymään suojatietä ylittävän jalankulkijan vuoksi. Tästä johtuen ajoneuvot voivat joskus pudota vihreästä aallosta ja joutuvat pysähtymään punaisiin. Liikennevalo-ohjaamattomia liittymiä ja suojateitä tulee tarkkailla ja tarvittaessa varautua liikennevalo-ohjauksen toteuttamiseen.

Tavallisesti liikennevaloihin suunnitellaan erilaisia ohjelmia neljään eri liikennetilanteeseen, joita ovat aamuruuhka, normaali liikenne, iltaruuhka ja hiljainen liikenne. Vaasassa on käytössä yhteensä kymmenen erilaista liikennetilannetta, joista edellisten lisäksi käytössä yö-, aamu-, ilta-, kauppa-, lounasruuhka- ja rekkaruuhkaliikenteen liikennetilanteet. Erilaisia liikennevalo-ohjelmia on vuosien saatossa kerääntynyt yhteensä 11 erilaista ohjelmaa.

Vaasan kaupungin liikennevalojen liikennetilanteiden ja ohjelmistojen määrää pyritään selkeyttämään ja tiivistämään nykyisestä. Lopullinen määrä tarkentuu kuitenkin myöhemmin liittymäkohtaisen suunnittelun yhteydessä.

3.3.2 Tekniset puutteet ja ongelmat

Vaasan liikennevalot ovat tällä hetkellä liitetty liikennevalojen kolmeen erilaiseen ohjaus- ja valvontajärjestelmiin. Niiden avulla tapahtuu liikennevalojen automaattinen valvonta. Liikennevalokojeissa olevat vikahälytykset kirjautuvat ohjaus- ja valvontajärjestelmiin ja ovat näin nopeasti ylläpidon tiedossa. Kolmen eri ohjaus- ja valvontajärjestelmän haasteena on erilaiset käyttölogiikat ja erilaiset toiminnot.

Vaasan liikennevalojen tunnistettuja teknisiä ongelmia ovat:

- Induktiosilmukkalaisimien:
 - o katkeamiset roudan, asfaltointitöiden tai kaivutöiden seurauksena
 - o väärät ilmaisut ilmaisinkaapelin indusoitumisvarauksen vuoksi
 - o maavuodot
 - o häiriöherkät yhdyskaapelit
 - o osittain puutteelliset ilmaisinjärjestelyt nykyvaatimustasolla
- Maahan asennettujen langattomien ilmaisinten huoltotoimenpiteet asfaltointitöiden seurauksena
- Uudet hipaisumalliset painonapit, joissa pyyntö on saattanut jäädä kylmäkäynnistyksessä kiinteäksi. Tällöin painonapit ovat koheen käynnistyksen jälkeen pyytäneet jatkuvasti vihreää suojatielle maksimissaan 2 tuntia.
- Rengaskaapelit, joita ei aikoinaan rakennusvaiheessa ole tarpeeksi hyvin suojattu ja kosteus on päässyt kaapelin sisään.
- Rengaskaapeleiden vanhat murentuneet ja hapettuneet riviliittimet, joiden

ongelmien seurauksena liikennevalot ovat menneet keltavilkulle ja joka voi pahimmillaan aiheuttaa sähköiskun vaaran.

- Kojeiden ukkossuojauksen puutteet
- Mahdolliset liittymäkojeiden oikosulkuvirtapuutteet, joissa pääsulake on isompi kuin syöttävän jakokaapin sulake. Tämä voi aiheuttaa tilanteen, jossa liittymäkoje polttaa jakokaapin sulakkeen ennen kuin liittymäkojeen oma sulake laukeaa. Sulakkeet tarkistetaan aina kojekaappien vaihdon yhteydessä, että onko epäselektiivisyysongelmaa olemassa.
- Osassa risteyksissä puutteelliset näkövammaisten ääniopastinjärjestelyt sekä karttaopastukset niissä.
- Puutteet Vaasan kaupungin liikenteen automaattilaskennassa, joita ovat ajoneuvojen luokittelu- ja nopeustietojen puuttuminen, kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistaminen ja tietojen harva keruuväli.
- Joukkoliikenteen informaatio- ja etuusjärjestelmän puuttuminen. Joukkoliikente-etuuksia ei ole käytössä kuin muutamassa liittymässä, jotka on toteutettu induktioilmaisimilla.
- Yleisötilaisuuksien ruuhkapurun toiminta, joka on toteutettu manuaalisesti. Liittymässä K51 ruuhkanpurussa annetaan jälkivihreää. Liittymässä K58 liittymän ruuhkanpurku toimii ilmaisimella 140 metrissä, jolla tunnistetaan mahdollinen ruuhkatilanne ja annetaan pidempää vihreää ruuhkatilanteessa.
- Dokumenttien ajantasaisuus. Osasta risteyksistä paperiversioista skannattuja versioista joiden ylläpitäminen on haasteellista.
- Liikennevalojen tietoliikenneverkko, jossa on huonoja yhteyksiä mm. mobiiliiliittymiä sekä huonoja kupariyhteyksiä. Osaksi on käytössä myös kuitu, joka parantaa tietoliikenteen kapasiteettiä, pienentää lähetettävien viestien latenssia sekä parantaa luotettavuutta.
- Tietoliikenneverkko ei ole rengastopologian mukaisesti toteutettu vaan puumainen topologia. Tämän seurauksena, jos tietoliikenneyhteys katkeaa verkon alkupäästä, menetetään kaikki loppupään yhteydet.
- Tietoliikennedokumentit eivät anna ymmärrystä tämän hetken linkkien kapasiteetista tai käyttöasteesta. Tietoliikenneverkolle ei ole myöskään erillistä reaaliaikaista valvontajärjestelmää, jonka avulla saadaan tietoa tietoliikenneverkon tilasta tai sen toiminnasta.

4. Liikennevalojärjestelmän visio ja tavoitteet 2030

Liikennevalojärjestelmä TUKEE eri kulkumuotojen turvallista, sujuvaa ja tasapuolista liikkumista, VÄHENTÄÄ osaltaan liikenteen hiilidioksidipäästöjä, TUOTTAÄ liikkumista palvelevaa liikennetietoa ja MAHDOLLISTAA osaltaan maankäytön ja elinkeinoelämän kehittämisen.

Vaasan liikennevalot täyttävät vuonna 2030 seuraavat yleiset tavoitteet ja keskeiset neljä toimintamallia niiden toteuttamiseksi on esitetty seuraavassa:

Taulukko 1. Yleiset tavoitteet vuodelle 2030.

Tavoite	Toimintamallit tavoitteiden toteuttamiseksi	Mittari 2030
Liikennevalot ovat osa turvallista, älykäästä ja kestävää liikkumista edistävää liikenneympäristöä.	Tiedämme koko ajan, miten liikennevalot toimivat. Tämä tarkoittaa ajanajantasaista liikenneteknistä ja laiteteknistä toimivuuden seurantaä yhtenäisten järjestelmien avulla, ajan tasalla olevaa sähköistä dokumentaatiota ja omaisuudenhallintaa sekä jatkuvasti ylläpidettävää osaamista ja riittäviä resursseja. Liikennevalojärjestelmä on älyliikenteen perusinfraa, joka mahdollistaa liikennevirtojen tehokkaan hallinnan sekä tukee monipuolisesti erilaisia liikenteen reaaliaikaisia palveluita ja liikennejärjestelmän kehittämistä haluttuun suuntaan. Liikennevalojärjestelmän avulla toteutetaan liikenteen sujuvuutta edistäviä erikoistoimintoja, hälytysajoneuvojen, busien ja raskaan liikenteen etuuksia sekä massatapahtumien purkuohjelmia.	Liikennevaloliittymissä tapahtuneiden onnettomuuksien väheneminen. Kävelyn ja pyöräilyn pääreittejä risteävissä liikennevaloliittymissä on käytössä kävelyn ja pyöräilyn ilmaisimia ja sujuvuutta parantavia toimintoja. Joukkoliikenteen etuudet kattavasti käytössä kaikissa liittymissä, joissa kulkee paikallisliikenteen reittejä.

Liikennevalot toimivat liikenteen edellyttämällä tavalla ja muutoksiin reagointi on nopeaa.	Parannamme liikennevalojen toimintaa jatkuvasti. Seuraamme ja kehitämme alaa ja otamme käyttöön parhaat käytännöt, uudistamme laitekantaa ja teknologioita tarpeiden mukaisesti ja reagoimme asiakaspalautteisiin nopeasti. Huomioimme asiakkaiden tarpeet ja toimintaympäristön muutokset, sidosryhmien tarpeet sekä kansainväliset, kansalliset ja alueelliset strategiat ja linjaukset.	Kojekanta korkeintaan 15 vuotta vanhaa. Toimenpiteitä aiheuttavien vikakorjaustoimenpiteiden vähentyminen. Kaikki liikennevaloliittymät ovat liikennetietoon perustuvan dynaamisen ohjelmanvaihdon piirissä.
Liikennevaloilla on keskeinen rooli liikenneverkon ajantasaisen tilannekuvan muodostamisessa.	Toteutamme liikennetilannetietoa tuottavia liikenteenseurantajärjestelmiä, joiden tuottamia liikennetietoja hyödynnetään dynaamisesti liikennejärjestelmän ohjaamisessa jakamalla sitä julkisissa informaatiokanavissa ja avoimissa rajapinnoissa sekä hyödyntämällä saatavaa tietoa liikennejärjestelmän kehittämisessä.	Reaaliaikaisen liikennevalodatan avulla toteutettu liikenteen seurantajärjestelmä vuonna 2030. Tilannekuvan näyttäminen tieverkon käyttäjille sähköisten infotaulujen avulla (esim. CO₂-päästöt, ruuhkat, nopeussuositukset, kulkumuotojakauma jne.) Liikenneverkon ilmaisinjärjestelyt ovat kattavat tilannekuvan saamiseksi.
Liikennevalot vähentävät osaltaan liikenteen ympäristölle aiheuttamaa kuormitusta.	Säädämme ja optimoimme jatkuvasti liikennevalojen toimintaa (liikenteenseurantajärjestelmä ja maastossa tehtävä seuranta) saadun liikennetiedon perusteella.	Liikenteen viivytykset liikennevaloliittymissä vuonna 2030. Kulkumuotojakautumien muutokset enemmän ympäristöystävälliseen suuntaan.

5. Liikennevalojen asettamisen perusteet

Liikennevalojen tarve määritellään liikennevalojen suunnitteluohjeen LIVASU2016 periaatteiden mukaisesti. Tarpeen arvioinnissa huomioidaan aina kulkumuotokohtaiset liikennemäärät, liikenneturvallisuuustekijät sekä vallitseva liikenneympäristö.

Liikennevalo-ohjauksen rakentaminen ei ole automaattinen toimenpide silloin, kun liittymän kapasiteetti tai liikenneturvallisuus edellyttäisivät toimenpiteitä. Liikennevalo-ohjaus parantaa osan tulosuuntien toimivuutta, mutta osassa tulosuunnista vaikutus on päinvastoin heikentävä. Liikennevalo-ohjauksen vaihtoehtoina voidaan tarkastella muun muassa kiertoliittymän tai lisäkaistojen rakentamista. Kävelyn ja pyöräily turvallisuutta voidaan parantaa esimerkiksi saarekejärjestelyjä parantamalla tai rakentamalla korotettu liittymä varmistamaan nopeusrajoituksen mukaiset ajonopeudet. Ratkaisun vaikuttavat myös kustannustekijät. Tämän vuoksi liikennevalojen tarpeen arviointi edellyttää aina tarkempaa selvittämistä ja suunnitelmia.

Liikennevalo-ohjauksen tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä ovat ensisijaisesti muutokset ajoneuvo- ja jalankulkijamäärissä sekä liikenneturvallisuuustekijät. Maankäytön muutosten myötä liikennemäärät joko kasvavat tai vähenevät. Liittymissä pääsuunnan läpi kulkevan liikennemäärien kasvu aiheuttaa välityskyvyn heikkenemistä etenkin sivusuunnilla, mutta myös pääsuunnan vasemmalle kääntyvien kaistoilla. Sen takia sivusuunnilta liittyminen päätien liikennevirtaan vaikeutuu ja liikenneturvallisuuden heikentyessä liikennevalo-ohjauksen tarve kasvaa. Myös jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden liikenneturvallisuus yleensä samalla heikkenee. Maankäytön muutosten aiheuttama liikennemäärien vähentyminen tai kulkumuotojakauman muutos voi johtaa liikennevalo-ohjauksen purkamiseen kokonaan. Suunnitteluhetkellä Vaasassa tarpeettomiksi todettuja liikennevaloja ollaan aikeissa purkaa kolmesta liittymästä. Purettavissa liikennevaloissa liikenteen sujuvuus ja turvallisuus varmistetaan kiertoliittymällä tai korotetulla liittymäalueella.

Suojatien ja pyörätien jatkeen liikennevalo-ohjauksen tarpeen arviointiin vaikuttaa liikenneympäristö, nopeusrajoitus, saarekejärjestelyt sekä ylitettävien kaistojen määrä ja ajoneuvoliikenteen määrät.

Muita liikennevalo-ohjauksen tarpeeseen vaikuttavia tekijöitä voivat olla esimerkiksi pelastuslaitoksen tonttiliittymät, junaradan läheisyydessä olevat liittymät, liittymän läpi kulkevan joukkoliikenteen määrä sekä liittymän tai kadun ylittävä pyöräilyn pääreitti.

5.1. Liikennemäärät

Yleisesti liikennevalo-ohjaus tulee kysymykseen, kun liittymään saapuvan ajoneuvoliikenteen määrä ylittää 12 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemääräperusteisen tarpeen arvioinnissa on huomioitava myös vallitseva liikennenympäristö. Liikennevalojen tarve on samoilla liikennemäärillä suurempi esimerkiksi keskustan ulkopuolella kuin tiivissä keskustaympäristössä. Vastaavasti isompi nopeusrajoitus nostaa liikennevalojen tarvetta. Todellinen tarve tulee kuitenkin todeta tarkemmilla liikenteen simuloinneilla sekä huomioimalla liittymässä sattuneet onnettomuudet ja muut erityispiirteet.

5.2. Liikenneturvallisuus

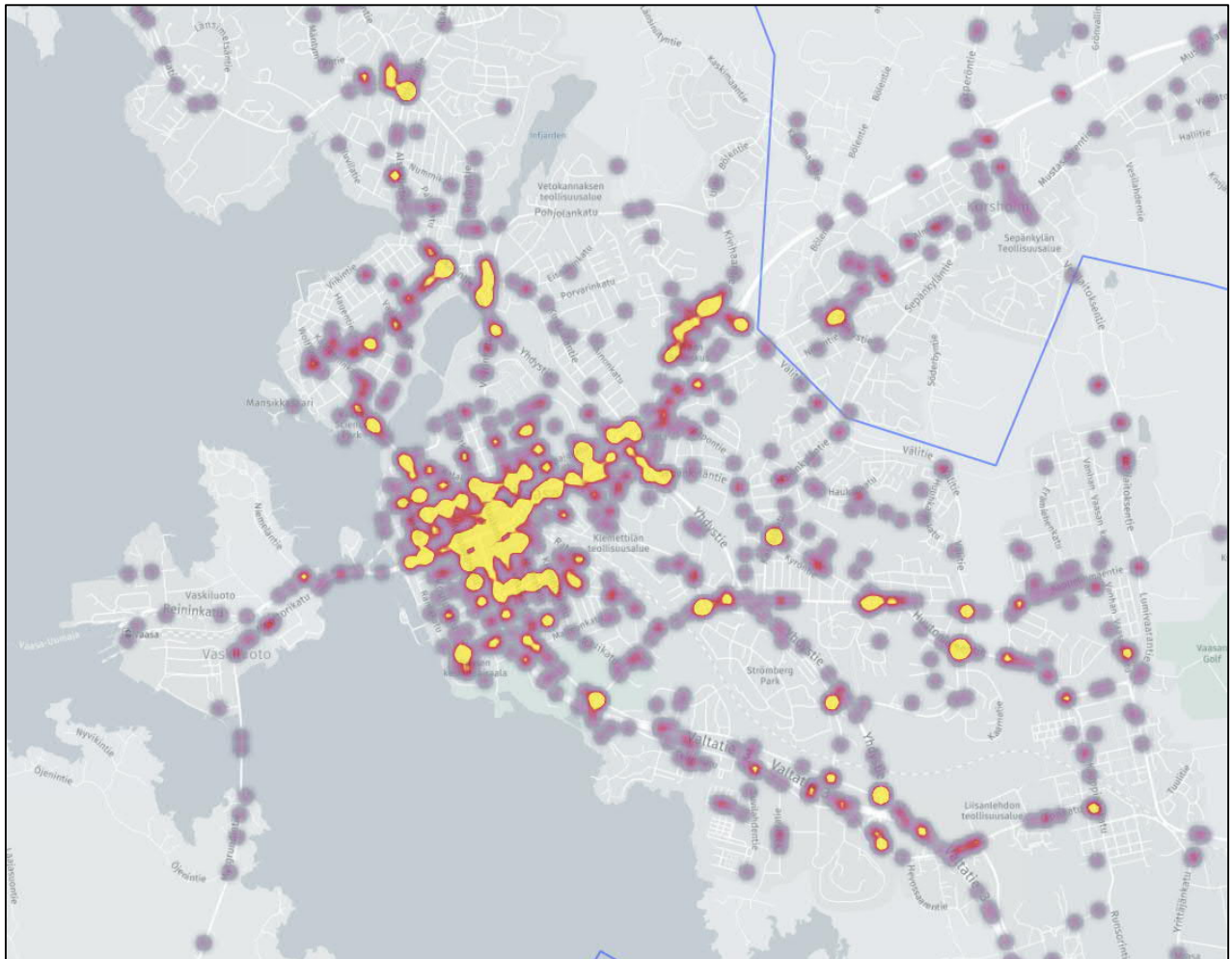
Liikennevalojen rakentamisen perusteena on yhä useammin liikenneturvallisuustekijät. Liikennevalo-ohjauksella voidaan parantaa monella tapaa liikenneturvallisuutta. Se vähentää tehokkaasti henkilövahinko- sekä risteämisonnettomuuksia. Myös kävelyn ja pyöräilyn turvallisuus paranee.

Liikennevalojen ohjausratkaisuilla on myös vaikutusta liikenneturvallisuuteen, joten niihin tulee kiinnittää huomiota suunnitteluvaiheessa. Liikennevalo-opastimet täytyy olla hyvin havaittavia ja sijoittaa niin, ettei niitä sekoiteta muiden opstinryhmien opastimiin. Myös se, ohjataanko esimerkiksi vasemmalle kääntyminen sekavaiheena vai suojatuna vaiheena, on merkitystä. Vasemmalle kääntyminen sekavaiheena voi ajoneuvoliikenteen kannalta toimia hyvin, mutta olla vaarallinen viimeisenä väistettävän vilkkaan suojatien ja pyörätien kannalta.

Vaasassa on vuosien 2016–2020 aikana sattunut yhteensä 1559 onnettomuutta. Niistä aineelliseen vahinkoon johtaneita onnettomuuksia oli 1330 kpl (85 %), loukkaantumiseen johtaneita onnettomuuksia 223 kpl (14 %) ja kuolemaan johtaneita onnettomuuksia oli kuusi (< 1 %). Yksi kuolemaan johtaneista onnettomuuksista oli polkupyörän suistumisonnettomuus, joka sattui Huutoniementien ja Sairaskodin kadun liikennevalo-ohjatussa liittymässä tai sen lähellä. Onnettomuudet painottuvat enimmäkseen keskustan alueelle, mutta myös keskustan ulkopuolisella alueella on nähtävissä yksittäisiä onnettomuuskeskittymiä (kuva 10). Suunnitteluhetkellä on tiedostettu, että vuonna 2020 vallinneella koronapandemialla on voinut olla vähentävä vaikutus onnettomuusmääriin.

Onnettomuuksia tapahtui onnettomuusluokittain seuraavasti:

- risteämisonnettomuuksia 269 kpl (17 %)
- peräänajo-onnettomuuksia 192 kpl (12 %)
- kääntymisonnettomuuksia 114 kpl (7 %)
- polkupyöräonnettomuuksia 105 kpl (7 %)
- mopedionnettomuuksia 92 kpl (6 %)
- jalankulkuonnettomuuksia 26 kpl (2 %)
- kohtaamisonnettomuuksia 22 kpl (1 %)



Kuva 10. Liikenne-onnettomuuksien painottuminen Vaasassa vuosina 2016–2020.

Onnettomuusmäärät sisältävät sekä liikennevalo-ohjatuissa että liikennevalo-ohjaamattomissa risteyksissä tapahtuneet onnettomuudet. Aineiston perusteella peräänajo-onnettomuudet painottuvat enemmän kaduille, joissa on runsaasti liikennevaloristeyskoja. Risteämisonnettomuudet näyttävät painottuvan enemmän valo-ohjaamattomiin risteyskoihin, mutta kääntymisonnettomuudet jakaantuvat tasaisemmin sekä valo-ohjattuihin että valo-ohjaamattomiin risteyskoihin. Kääntymisonnettomuuksia ilmenee enemmän sellaisissa valo-ohjatuissa risteyksissä, joissa vasemmalle kääntyminen ohjataan sekvaiheena vastakkaisen suunnan suoraan ajavien kanssa. Jatkossa tällaisissa tapauksissa vasemmalle kääntyminen tullaan yhä enemmän ohjaamaan yksiaukkoisella nuoliopastimella vihreän lopussa, jolloin kääntymisen voi suorittaa turvallisemmin vastakkaisen suunnan ollessa punaisena.

Polkupyörä-, mopedi- ja jalankulkuonnettomuudet painottuvat enemmän valo-ohjaamattomiin risteyskoihin.

6. Liikennevalojen suunnitteluperiaatteet

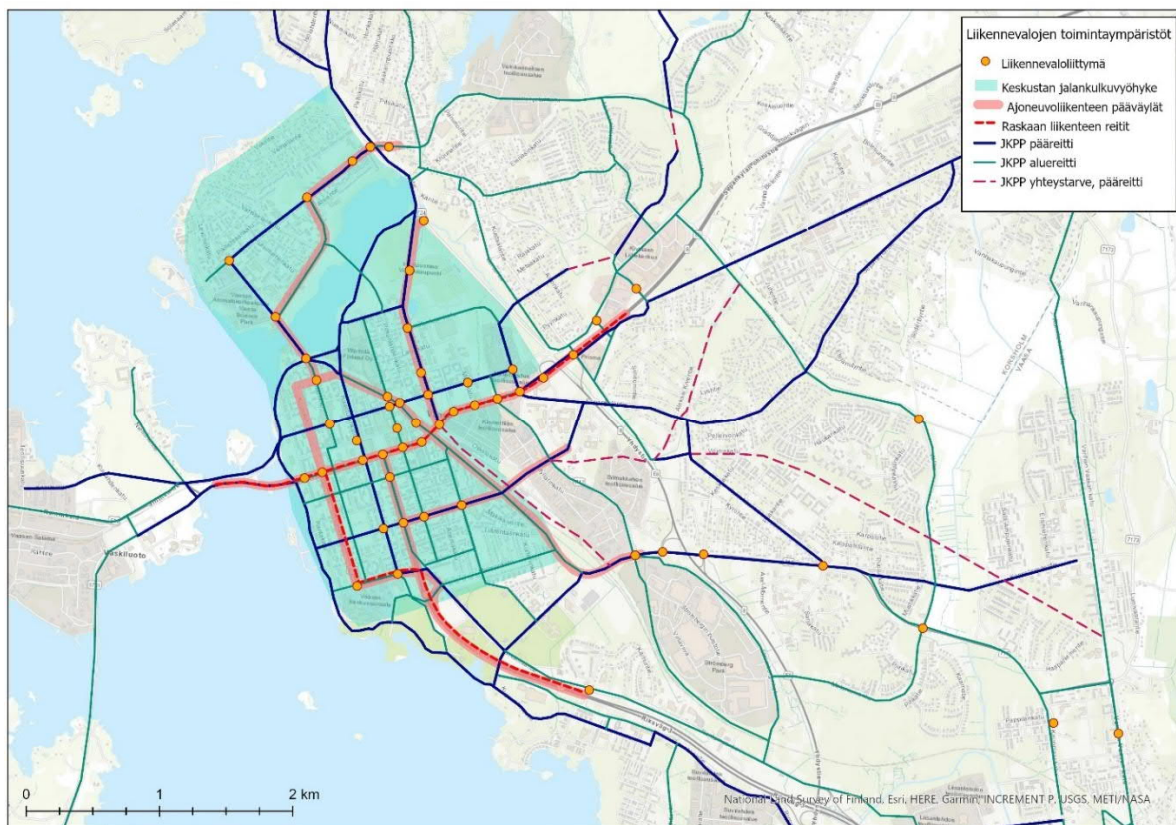
6.1. Yleiset periaatteet

6.1.1 Toimintaympäristöt

Liikennevalo-ohjauksen suunnittelussa huomioidaan tarpeen mukaan kaikki kulkumuodot ja käyttäjäryhmät. Eri kulkumuotoja ovat muun muassa kävely ja pyöräily, joukkoliikenne, hälytysajonevot, raskas liikenne ja henkilöautoliikenne. Lisäksi jalankulkijoissa on huomioitavia erityisryhmiä, kuten näkö- ja kuulovammaiset, koululaiset ja vanhukset.

Liittymän sijainnilla on vaikutusta siinä, miten eri kulkumuotojen ja käyttäjäryhmien ohjausta painotetaan liikennevaloissa. Esimerkiksi ydinkeskustoissa jalankulkijoiden ja pyöräilijäiden sekä joukkoliikenteen määrät ovat tavallisesti suurempia kuin keskustan ulkopuolisilla alueilla. Keskustan ulkopuolisilla alueilla taas raskaan liikenteen määrät ovat usein suurempia kuin ydinkeskustojen alueilla.

Edellisestä johtuen Vaasan kaupungin alue on jaettu eri toimintaympäristöihin, joissa eri kulkumuotojen ohjausta tullaan painottamaan liikennevaloissa eri tavalla. Eri toimintaympäristöjä ovat keskustan jalankulkuvyöhyke, ajoneuvoliikenteen pääväylät sekä keskustan ulkopuolinen alue (kuva 11).



Kuva 11. Liikennevalojen toimintaympäristöt.

Suunnittelutekijöiden vaikutus Vaasan liikennevalojen ratkaisuihin vaihtelee liikenneympäristön perusteella. Yksittäisen liittymän tai väyläjakson liittymien periaatteita ja ratkaisuja määritettäessä huomioidaan kaikki tekijät ja kulkumuodot tarpeen mukaan, mutta niitä painotetaan liittymän / väylän liikenneympäristön perusteella seuraavasti:

Vaasan keskustan jalankulkuvyöhyke

1. Joukkoliikenne
2. Kävely
3. Pyöräily
4. Työmatka- ja asiointiliikenne

Ajoneuvoliikenteen pääväylät

1. Joukkoliikenne
2. Autoliikenne
3. Pyöräily

Keskustan ulkopuolinen alue

1. Joukkoliikenne
2. Autoliikenne
3. Kävely ja pyöräily

Lisäksi kaikki liikennevaloliittymät, jotka sijaitsevat vilkkaan raskaan liikenteen reitillä (kuva 9), tulee toimintaympäristöstä riippumatta priorisoida korkealle tai raskaan liikenteen mukaan.

Vastaavasti kaikki pyöräilyn pääreitillä olevat liikennevalo-ohjatut suojatiet tulee toimintaympäristöstä riippumatta varustella luvun 6.3 *Kävely ja pyöräily* periaatteiden mukaisesti.

Edellä määriteltyjen tekijöiden lisäksi liikennevaloissa huomioidaan aina hälytysajoneuvojen ja joukkoliikenteen tarpeet.

6.1.2 Mitoitusliikenne

Liikennevalojen suunnittelussa tulee määrittää mitoitusliikennemäärät kaistajärjestelyiden sekä ohjelmointien mitoitukseen. Kaistamitoituksessa mitoitusvuosi valitaan 10–20 vuoden päähän rakentamisajankohdasta ja ohjelmoinnit mitoitetaan yleensä noin viiden vuoden päähän rakentamisesta. Ohjelmointien suunnittelussa mitoitusvuosi saa korkeintaan olla viiden vuoden päässä rakentamisajankohdasta.

Vaasan liikennevaloissa kaistamitoituksen perusteena käytetään liikenteen aamu- ja iltahuipputunnin vilkkainta 60 minuutin jaksoa. Tavoitteena on, että liittymän kokonaiskuormitusaste jää alle 0,85 ja liikenteen kasvuvaraa on vähintään 15–20 %. Tavoitteista voidaan poiketa, jos liikenteen ylikuormittuneisuus on hetkellistä. Yksittäisen lii-

kennevaloliittymän kohdalla mitoitusliikenteen toimivuus tarkistetaan aina erikseen simulointiohjelmalla.

Vaasassa on tällä hetkellä käytössä Pohjanmaan Emme-liikennemalli ennustevuosille 2030 ja 2040, joiden liikenne-ennusteita voi hyödyntää ohjeellisena kaistamitoituksessa ja ohjelmointien suunnittelussa. Mallien ennusteliikennemääriä käytettäessä, niitä tulee kuitenkin tarkastella kriittisesti. Vaasaan ollaan laatimassa lisäksi kaikki kulkumuodot kattavaa reaaliaikaista liikennemallia Vaasan liikenne 202x -hankeessa. Tuotettavaa mallia pyritään hyödyntämään mahdollisimman paljon myös liikennevalo-ohjauksen suunnittelussa ja sen muutoksissa.

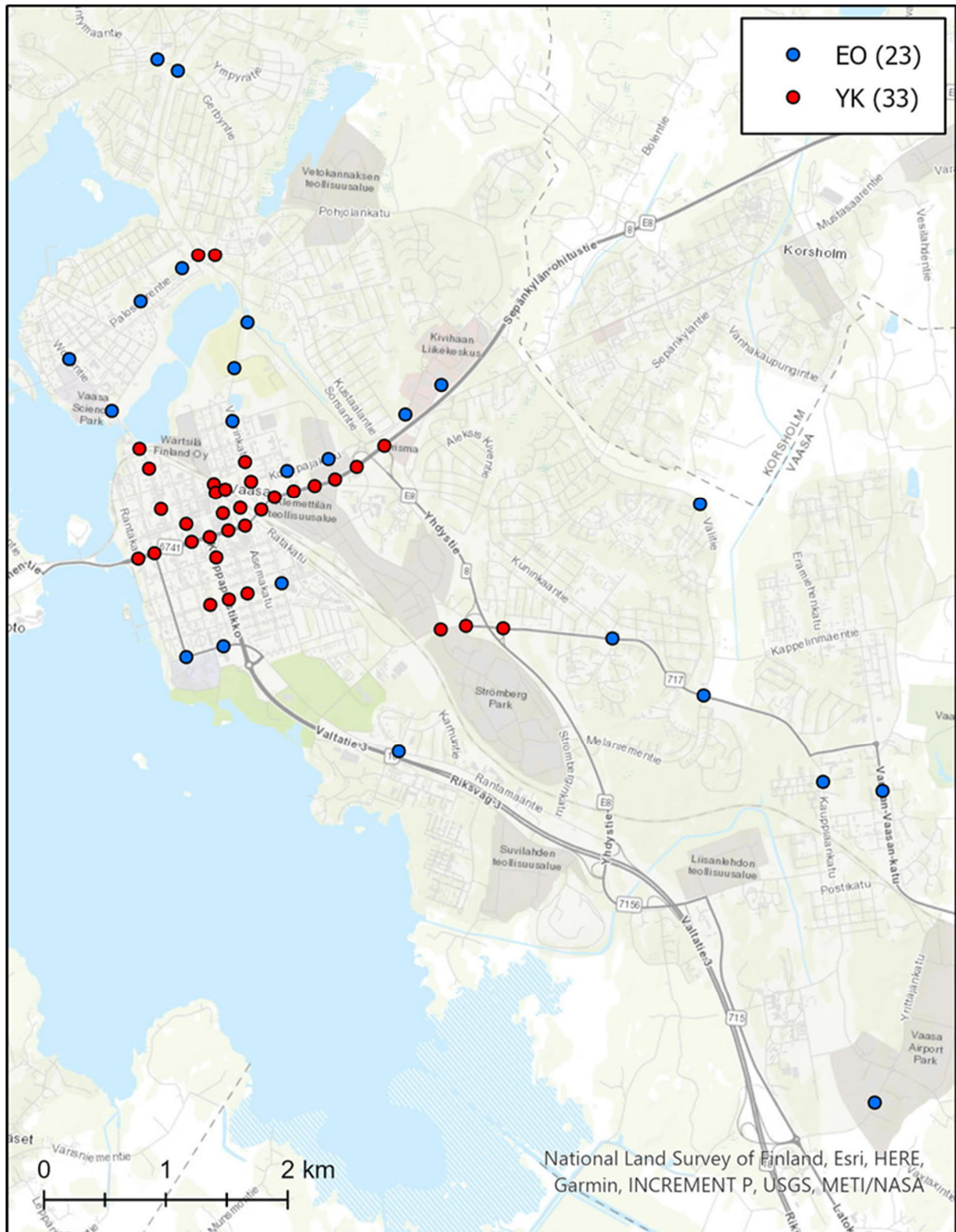
6.1.3 Ohjaustapa

Liikennevaloissa erilaisia ohjaustapoja ovat erillisohjaus sekä yhteenkytkentä. Kuvassa 12 on esitetty liikennevaloliittymien pääohjaustapa Vaasassa vuonna 2021.

Erillisohjauksessa liikennevalot toimivat itsenäisesti erillään muista liikennevaloliittymistä. Erillisohjauksessa liittymä toimii liikennetieto-ohjatusti ennakkoon suunnitellun vaihekaavion mukaisessa järjestyksessä. Vaihekaavion mukainen ohjaus toteutuu vain silloin, kun kaikilla opastinryhmillä on vihreän pyyntö. Opastinryhmä, joilla ei ole vihreän pyyntöä, jätetään toteutumatta ja vihreä annetaan seuraavalle vuorossa olevalle opastinryhmälle. Erillisohjauksessa opastinryhmille asetetaan vihreän maksimiaiika, mutta vihreän pituus määräytyy liikenteen kysynnän mukaan. Näin ollen erillisohjaus on yhteenkytkentää (kiinteä kierto) joustavampi ohjaustapa. Erillisohjausta käytetään liittymissä, jotka ovat erillään muista liikennevaloliittymistä, eikä sitä ole tarvetta tahdistaa muiden liittymien kanssa vihreän aallon vuoksi. Erillisohjattujen liittymien välillä voi siirtää tietoa ja synkronoida joidenkin suuntien vihreiden toteutumista liikennetie-laneen mukaisesti (ns. linkitys).

Kiinteän kierron ohjaustavassa (yhteenkytkentä) vierekkäisten liikennevaloliittymien ajoitukset tahdistetaan siten, että halutulle ajosuunnalle saadaan yhtenäinen vihreä aalto. Kiinteän kierron ohjaustapa on liikenteen sujuvuuden kannalta välttämätön silloin, kun tie- tai katuosuudella liikennevaloliittymät ovat lähekkäin ja liikenteellä on selkeä pääsuunta. Yhteenkytkentäjaksolla saattaa olla liittymiä, joissa ei kapasiteetin vuoksi liikennevalo tarvittaisi, mutta ne ovat vihreän aallon turvaamiseksi yleensä välttämättömiä valo-ohjata. Kiinteän kierron ohjelmiin saadaan joustavuutta käyttämällä liikennetieto-ohjausta vihreiden alussa ja lopussa. Vähäliikenteisten opastinryhmien vihreät voidaan asettaa toteutumaan vain liikenteen pyynnöstä joka sekin osaltaan lisää joustavuutta kiinteän kierron ohjauksessa.

SYVARI eli synkronoitu vaiherinki on kiinteän kierron ohjaustavan ja erillisohjauksen välimuoto, jossa yhdistyy molempien ohjaustapojen hyvät ominaisuudet. Sen avulla liikennevalojen ohjaustapa voidaan toteuttaa niin kiinteän kierron ohjauksella, kuin erillisohjauksella. SYVARI-ohjauksessa opastinryhmät saavat aloitusluvan erillisohjauksen tavoin vaihekaavion mukaisesti, mutta vihreät ajat voidaan tahdistaa synkronointitoiminnoilla haluttuun kohtaan kierrossa ja toteuttaa näin vihreitä aaltoja. Erillisohjaus-toimintojen vuoksi SYVARI-ohjaustavalla saadaan erilaiset etuudet toteutettua perinteistä kiinteän kierron ohjausta joustavammin.



Kuva 12. Liikennevalojen pääohjaustapa liittymittäin vuonna 2021.

Vaasassa suurin osa liittymistä toimii kiinteän kierron ohjauksella (33 kpl) ja suurin osa näistä sijaitsee keskustassa pääkatujen yhteenkytkentäjaksoissa. Pääasiallisia yhteenkytkentäjaksoja ovat:

- Kokkolantie/Vaasanpuistikko välillä Sepänkyläntie – Vaskiluodon silta
- Hietasaarenkatu – Konepajankatu
- Kauppapuistikko
- Korsholmanpuistikko
- Kirkkopuistikko

Erillisohjatut liittymät sijaitsevat ulompana kaupungin keskustasta ja etäällä muista liikennevaloliittymistä.

Vaasassa kaikki liikennevalot ohjelmoidaan jatkossa SYVARI-ohjaustavalla.

6.1.4 Toiminta-ajat ja valo-ohjelmat

Liikennevalot ovat lähtökohtaisesti toiminnassa koko vuorokauden. Joissakin olosuhteissa liikennevalot voidaan kuitenkin ohjata pois toiminnasta, jos liikennemäärät ovat yöaikaan vähäiset eikä liikenteelle aiheudu vaaraa.

Jokaiseen liittymään on suunniteltu tapauskohtainen ohjelmisto eri liikennetilanteita varten, jotka vaihtuvat automaattisesti kojeeseen määritetyn kalenterikellon mukaisesti. Erilaisia liikennetilanteita ovat perinteiset aamuruuhka, päiväliikenne, iltaruuhka ja hiljainen liikenne. Niiden lisäksi voidaan erityistilanteita varten suunnitella omat liikennetilanteet, kuten Vaasassa nykyisin käytössä olevat kauppaliikenteen, rekkaruuhkan ja lounasruukan liikennetilanteet.

Vaasan kaupungissa käytettäviä liikennetilanteita ja ohjelmia pyritään selkeyttämään nykyisestä vähentämällä niiden määrää. Jatkossa käytettävät liikennetilanteet ja valo-ohjelmat on esitetty taulukossa 2. Jokaisen liikennetilanteen varalle on vaihtoehtona sekä yhteenkytkentäohjelma että erillisohjelma. Taulukossa esitetyt yhteenkytkentäohjelmien kiertoajat ovat suunnittelun lähtökohta, mutta tarvittaessa voidaan käyttää muitakin kiertoaikoja. Kiertoajan tulee kuitenkin olla sama kaikissa jakson liittymissä. Yhteenkytetyssä liittymässä käytetään yhteenkytkentäohjelmia 1–4 sekä yöaikaan erillisohjelmaa 9. Erillisohjatussa liittymässä käytetään erillisohjelmia 6–9. Joissakin tapauksissa esimerkiksi aamu- ja iltaruuhkan liikennetilanteissa voidaan käyttää samaa ohjelmaa. Näin voidaan tehdä esimerkiksi yhteenkytkentäjaksoilla, joissa vihreä aalto voidaan toteuttaa saman aikaisesti molempiin suuntiin.

Kauppaliikenteen ja suurten yleisötapahumien purkutilanteita varten pyritään käyttää taulukon 2 mukaista ohjelmistoa, mutta tarvittaessa voidaan laatia myös erikoisohjelmia niitä varten.

Taulukko 2. Liikennetilanteet ohjelmat Vaasan kaupungissa.

Liikennetilanne	Ohjelma	
	YK (kiertoaika)	EO
Aamuruuhka	1 (90 s)	6
Päiväliikenne	2 (75 s)	7
Iltaruuhka	3 (90 s)	8
Hiljainen liikenne	4 (60 s)	9

Ohjelmanvalinta tapahtyy nykyisin kalenterikellon avulla, mutta tulevaisuuden tavoitteena on siirtyä dynaamiseen ohjelmanvaihtoon. Tällöin ohjelma vaihtuu automaattisesti vallitsevan liikennetilanteen mukaan. Liikennevalojärjestelmä saa reaaliaikaisen liikennemäärätiedon dynaamista ohjelmanvaihtoa varten tie- ja katuverkolle asennetuista erilaisista liikennemääräantureista. Liikennemäärätietoja voidaan saada muistakin lähteistä kuin liikennevalojen ilmaisimista. Dynaamisen ohjelmanvaihdon varajärjestelmänä toimii kuitenkin perinteiden kalenterikello-ohjaus.

6.2. Moottoriajoneuvoliikenne

6.2.1 Opastinryhmä- ja vaihejaot

Samoilla katuosuuksilla pyritään käyttämään yhtenäisiä opastinryhmä- ja vaihejakoja. Esimerkiksi vasemmalle kääntyvien ohjaus toteutetaan joko suojattuna tai sekavaiheena samalla katuosuudella. Tästä voidaan poiketa yksittäisen liittymän osalta, jos muulla ratkaisulla voidaan oleellisesti vaikuttaa liittymän tai vihreän aallon toimivuuteen eikä liikenneturvallisuutta vaaranneta.

Suojateiden ohjauksissa pyritään siihen, että vihreän alusta lähtevä jalankulkija ehtii ylittää koko kadun yhden vihreän aikana. Keskustassa on useita katuja, joiden välissä on 8–10 m leveä puistikkoalue. Kadun suojatieylitykset ovat lähes 30 m pituisia, jonka vuoksi suojateiden minimivihreät ovat keskimääräistä suurempia. Joissakin liittymissä tämä aiheuttaa sivusuunnalle ylipitkiä vihreitä, joka näyttäytyy liittymän muilla suunnilla vihreää odottaville liittymän toimimattomuutena. Kaksiosaisia suojateita tullaan ohjaamaan jatkossa eriaikaisesti, jotta haittavaikutukset autoliikenteen sujuvuudelle voidaan minimoida.

Leveät välikaistat mahdollistavat hieman jonotustilaa vasemmalle kääntyville ajoneuvoille, jolloin ne eivät estä suoraan ajavien etenemistä. Tämän takia opastinryhmien ohjaus voidaan pääasiassa toteuttaa sekavaiheina. Vasemmalle kääntyvien liittymän jälkeiselle odotusalueelle sijoitetaan läsnäoloilmaisimia pidentämään opastinryhmän vihreää. Jos risteävällä suojatiellä on paljon jalankulku- ja pyöräliikennettä tai vasemmalle kääntyviä ajoneuvoja paljon, tulee vasemmalle kääntyminen toteuttaa suojattuna vaiheena eri aikaan suojatien kanssa.

Sekavaiheessa opastinryhmien vihreät tulee aina alkaa samanaikaisesti eikä vasem-

malle kääntyville sallita etuvihreää. Suojatut lopetusviiveet yksiaukkoisella nuoliopastimella sen sijaan ovat suositeltavia aina, kun mahdollista.

Kaksiaukkoisia lisäopastimia käytetään aina kun liittymäjärjestelyt sen sallivat. Kaksiaukkoista opastinryhmää varten tulee olla oma oikealle kääntyvien kaista sekä lisäksi risteävän suunnan opastinryhmien tulee olla eriaikaisia tai vasemmalle kääntyvien ohjaus suojattuna 3-aukkoisella nuoliopastimella. Kaksiaukkoisen opastinryhmä ei pääsääntöisesti mitoiteta sivusuunnan vaiheen pituutta vaan se toimii sivusuunnan ajoitusten ehdoilla. Tästä voidaan kuitenkin poiketa tapauskohtaisesti.

Suojateiden ohjauksessa käytetään aina jalankulkijoiden vilkkuvihreää.

6.2.2 Lisäopastimet käyttö

Yksiaukkoista vasemmalle kääntyvien lisäopastinta käytetään aina, kun

- vastakkaiset suunnat ohjataan omina erillisinä vaiheina
- sekavaiheen opastinryhmälle annetaan lopussa jälkivihreää

Kaksiaukkoista lisäopastinta käytetään aina, kun

- liittymäjärjestelyt ja vaihejako sen sallivat. Lisäopastimen käyttö vaatii oman oikeallekääntymiskaistan sekä risteävän suunnan ohjaamisen omissa vaiheissa tai vasemmalle kääntymisen suojattuna vaiheena. Kaksiaukkoista opastinta ei käytetä suoraan ja oikealle kääntyvien sekakaistoilla, ellei suora suunta ole sallittu vain busseille ja takseille.
- yläpuolinen opastin portaaleineen voidaan korvata kustannustehokkaasti kaksiaukkoisella opastimella liikenneturvallisuutta vaarantamatta. Tällainen tilanne tulee kyseeseen esimerkiksi, kun oikealle kääntyvän liikenteen suunnalla ei ole suojatietä tai suojatie on erittäin vähäliikenteinen.

Oikealle kääntyvän liikenteen ohjaamiseen 3-aukkoisen opastimet käyttö LIVASU-ohjeen mukaisesti, kun poistumissuunnan ylittävä suojatie on vilkasliikenteinen tai oikealle kääntyvän liikenteen määrä on suuri tai suojatiellä liikkuu paljon lapsia.

6.2.3 Opastinjärjestelyt

Opastimet sijoitetaan lähtökohtaisesti liikennevalojen suunnitteluohjeen LIVASU 2016-ohjeen mukaisesti. Opastin järjestelyjä suunniteltaessa erityisen tärkeää on huomioida niiden riittävästä näkyvyydestä tulosuunnalle. Opastin järjestelyt tulee olla selkeitä niin, että samalla tulosuunnalla eri opastinryhmien opastimia ei sekoiteta keskenään.

Liikennevalo-opastimina käytetään normaaleja 200 mm LED-opastimia. Pienten toisto-opastimien kokona käytetään 100 mm. Opastimien värinä käytetään keskustan ruutu-kaava-alueella grafiitin harmaata (RAL 7024).

Normaali opastimet tulee olla vähintään 2 m korkeudella ja pienen toisto-opastimen tai

polkupyöräopastimen 1,2 m korkeudella tien tai kadun pinnasta. Pienen toisto-opastimet alareuna saa olla enintään 1,5 m tien tai kadun pinnasta.

Pääopastimen sijoitus:

- tien oikeaan tai vasempaan reunaan tai kaistan yläpuolelle.
- opastin saa olla poikittaissuunnassa enintään 2 m etäisyydellä tien tai kadun reunasta.

Toisto-opastimen sijoitus:

- Ensisijaisesti liittymän taakse, joko vastakkaisen tai risteävän suunnan keskisaarekkeelle
- Keskustan leveävälikaistaisilla kaduilla toisto-opastin voidaan sijoittaa myös ennen liittymää suojatien taakse, jos liittymän taakse sijoitettava opastin sijoittuu liian kauaksi (esim. Vaasanpuistikko/Korsholmanpuistikko).
- Toisto-opastin sijoitetaan pääopastimen lisäksi pysäytysviivan toiselle puolelle aina, kun tulosuunnalla on vähintään kaksi ajokaistaa.
- Pientä toisto-opastinta voidaan poikkeuksellisesti käyttää tilanteissa, joissa normaalia toisto-opastinta ei saada sijoitettua riittävän näkyvälle paikalle.

Yläpuolisen opastimen käyttö ja sijoittaminen:

- Jos pääopastinta ei voi sijoittaa tien oikeaan tai vasempaan reunaan.
- Nopeusrajoitus on vähintään 50 km/h ja tulosuunnalla on enemmän kuin kaksi kaistaa.
- Sijoitetaan ensisijaisesti sen kaistan tai kaistojen keskikohtaan, jota opastimella ohjataan. Toissijaisesti kaistan reunaan, jos kyseessä ei ole pääopastin.
- Sallitaan vain yksi yläpuolinen opastin per opastinryhmä.
- Yläpuolinen opastin sijoitetaan aina pystyasentoon, mutta poikkeustapauksessa se voidaan sijoittaa myös vaakatasoon. Samassa portaalissa olevat yläpuoliset opastimet sijoitetaan kuitenkin kaikki saman suuntaisesti.
- Yläpuolinen opastin voidaan sijoittaa myös portaaliin, joka sisältää kiinteää liikenteenohjausta. Opastusmerkkien alle sijoitettavat opastimet asennetaan vaaka-asentoon opastetaulujen alle.

Vaasassa voidaan käyttää erillisiä polkupyöräopastimia tapauskohtaisen harkinnan mukaan.

Taustalevyjen käyttö:

- Yläpuolisessa opastimessa käytetään taustalevyä muuten, paitsi keskustan ruutukaava-alueella.
- Pylvääseen normaalia korkeammalle sijoitetussa opastimessa.
- Keskustan ruutukaava-alueen ulkopuolisissa pääsuunnan pysäytysviivan opastimissa
- Kun liikennevalojen havaittavuutta on muuten syytä korostaa.

6.2.4 Ilmaisinjärjestelyt

Ajoneuvojen (autot ja polkupyörät) tunnistamiseen käytetään ensisijaisesti päällystekerrokseen tai sen alle asennettuja silmukkailmaisimia. Ilmaisinyhdyksien pyritään asentamaan ensisijaisesti päällysteen alle katurakenteeseen tai ennen uuden asfaltin asennusta vanhaan päällystekerrokseen pidemmän käyttöiän saavuttamiseksi.

Maanpäällisiä (tutka/kamera) ilmaisimia käytetään tilanteissa, joissa silmukkailmaisimen asentaminen ei ole mahdollista. Maanpäällisiä ilmaisimia käytetään myös silloin, kun jalankulkijoita on tarve tunnistaa painonapin lisäksi.

Ilmaisinjärjestelyt toteutetaan Vaasassa seuraavasti:

- Läsnaöloilmaisiny jokaiselle kaistalle
- vähintään yksi kaistakohtainen kulkuilmaisiny kaikille ohjattaville suunnille. Kulkuilmaisimien tarve ja etäisyys pysäytysviivasta suunnitellaan aina tapauskohtaisesti LIVASU-ohjeen mukaisesti.
- lähin kulkuilmaisimen tunnistusherkkyys säädetään siten, että se tunnistaa mopot ja moottoripyörät.
- polkupyöräilmaisimina käytetään ensisijaisesti suunnan tuntevaa ilmaisinyparia, jotka sijoitetaan 30 m etäisyydelle suojatien reunasta. Tarvittaessa voidaan käyttää myös suunnan tunnistavaa tutkailmaisinta.
- Liikenteenlaskentailmaisimet sijoitetaan kaikille poistumissuunnille.
- polkupyöräliikenteen laskentaa varten sijoitetaan erilliset laskentailmaisimet tapauskohtaisesti. Lisäksi seurataan kävelijöiden ja pyöräilijöiden havainnointiin tarkoitettujen älysensoreiden kehittymistä.

6.2.5 Kaapeloinnit ja kaapeloinnin suojaus

Liikennevalojen kaapeloinneissa huomioidaan Vaasassa seuraavat asiat:

- Rengaskaapelin mitoituksessa tulee huomioida opastimien ja painonappien lisäksi myös tutkien ja kameroiden tarvitsema johdinmäärä. Vapaita johtimia tulee jättää 20 %.
- Rengaskaapeliin ei saa tehdä maajatkoksia.
- Ilmaisimien yhdyskaapeliin jätetään vähintään yksi vapaa pari mahdollisesti myöhempää tarvetta varten.
- Kaikki kaapelit asennetaan suojaputkeen kaikilla ilmaisiny-/kaapelikaivoväleillä. Rengaskaapeli ja sähkönsyöttökaapeli sijoitetaan eri putkiin kuin ilmaisinyhdyskaapelit ja kupariset tiedonsiirtokaapelit. Putkikokona käytetään yleisesti 110 mm putkea ja ajoradan alituksissa käytetään aina 110 mm putkikokoa. Harkinnan mukaan voidaan käyttää myös 50 mm ja 75 mm suojaputkia kaapelimäärien salliessa.
- Jokaisen ilmaisimen kohdalle asennetaan sen kytkentää varten ilmaisinkaivo. Ilmaisinkaivon tavoite-etäisyys kadun reunasta on 1,5 m. Kaivot sijoitetaan useakaistaisilla kaduilla lähtökohtaisesti molemmille puolille katua, jolloin katua ei

tarvitse kokonaan sulkea silmukan sahauksen ajaksi. Ilmaisinkaivoina käytetään teleskooppikaivoja aina, jos kannen korkeutta on tarvetta säätää. Ilmaisinkaivon halkaisija vaihtelee tilanteen mukaan seuraavasti:

- o halkaisijaltaan 500 mm, jos kaivon kautta kulkee rengaskaapeli
- o halkaisijaltaan 1000 mm, jos kaivon kautta kulkee runkokuitu
- o muutoin halkaisijaltaan 300 mm kaivo.

6.2.6 Ohjauskojeen sijoittaminen

Liikenevalokoje sijoitetaan paikkaan, josta on hyvä näkyvyys liittymään. Lisäksi koje pyritään sijoittamaan siten, että talviaikaan siihen kohdistuu mahdollisimman vähän aurauksesta johtuvaa lumen kinostumista. Kojee ei saa olla näkemäesteenä liittymässä.

Yleensä hyvä sijoituspaikka kojeelle löytyy kävely- ja pyöräilyväylän varresta, jolloin kävely- ja pyörätie toimii samalla huoltoauton sijoituspaikkana. Sijoitettaessa kojetta kävely- ja pyörätien varteen tulee varmistaa, ettei huoltoajoneuvo missään tilanteessa sulje koko väylää. Liittymässä, jossa ei ole kävely- ja pyörätietä, rakennetaan erillinen huoltolevike kadun reunaan.

6.2.7 Pysäytysviivan merkitseminen

Tieliikennelain mukaan liikennevaloin ohjatussa risteyksessä pysäytysviiva merkitään pääopastimen kohdalle tai enintään 10 m ennen sitä. Milloin pysäytysviiva sijoitetaan ennen suojatietä, tulee suojatien ja pysäytysviivan välin mahdollisuuksien mukaan olla vähintään 5 m. Polkupyöräliikennettä koskeva pysäytysviiva voidaan merkitä lähemmäksi suojatietä.

Vaasassa pyäysysviiva merkitään yhden metrin etäisyydelle pääopastinpylvästä tai suojatien reunasta. Etäisyys voi kuitenkin olla suurempi, jos pylvästä ei jostain syystä voida asentaa tarpeeksi lähelle haluttua pysäytyslinjaa. Myös ajouralla voi olla vaikutusta pysäytyviivan sijaintiin.

6.2.8 Yhteenkytkennän periaatteet

Vaasan kaupungissa yhteenkytkentää käytetään pääohjaustapana:

- keskustan alueella aina, kun toiminnassa olevien liikennevalojen etäisyys on alle 200 m.
- keskustan ulkopuolella pääteillä ja -kaduilla silloin, kun pääosa liikenteestä kulkee molempien liittymien kautta ja etäisyys lähimpään liittymään on alle 500 m, ei kuitenkaan yöaikaan.
- muissa tapauksissa pääohjaustapa on erillisohjaus.

Vaasan kaupungin yhteenkytkentäjaksot on esitetty kuvassa 10.

6.2.9 Erikoistoiminnot

HALI-ohjaus toteutetaan kaikkiin liittymiin tulosuuntakohtaisesti. Liittyminen valtakunnalliseen HALI 2.0.

Raskaan liikenteen etuudet toteutetaan pääasiassa vain pääteiden erillisohjattuihin liittymiin silloin kun raskaan liikenteen osuus on yli 15 %. Etuustoimintoina voidaan käyttää vihreän pidennystä ja aiennusta sekä vaiheen varausta (pyyntö rekkailmaisimilta punaisen lepotilan aikana). Etuus toteutetaan raskaan liikenteen ilmaisinparin avulla. Keskustan alueen raskaan liikenteen reiteillä raskaan liikenteen sujuvuus huomioidaan vihreiden aaltojen suunnittelussa ja voidaan harkita myös rekkailmaisimien käyttöä.

Ruuhkanpurkutoimintoja käytetään yleisesti moottoriteiden ramppiliittymissä, jolla varmistetaan, ettei liikennevaloihin kertyvä jono ulotu missään tilanteessa moottoritielle saakka. Vaasan kaupungin alueella ei tällä hetkellä ole yhtään liikennevaloliittymää moottoritien eritasoliittymissä. Moottoritien rampin läheisyydessä oleva Rantamaantien ja Hirventien liikennevalo-ohjattu liittymä voi Liiga-pelien loppuessa olla hetkellisesti erittäin ruuhkautunut, jota varten ruuhkapurkutoiminto tai erillinen ruuhkaohjelma voi tulla kyseeseen. Erilliselle ruuhkaohjaukselle voi olla tarvetta myös Wasa Stationin ja saapuvan Vaasa – Uumaja laivaliikenteen purkutilanteissa. Ruuhkan tunnistus toteutetaan tulosuunnalle asennetuilla ruuhkailmaisimilla (joko yksi pitkä ilmaisin tai kaksi normaalia suorakaideilmaisinta 4 m välein).

Linkityksessä (myös raskaan liikenteen linkitykset) kaksi erillisohjattua liikennevaloliittymää lähettävät tietoja (pulsseja) toisilleen, jonka ansiosta liittymien ohjausta voidaan tahdistaa yhteenkytkennän tavoin. Esimerkiksi tietyn liittymän ohjauskoje voi toimittaa viereisen liittymän kojeelle tiedon vihreän käynnistymisestä, jolloin viereisessä liittymässä saman suunnan vihreä käynnistetään normaalia aiemmin tai sitä pidennetään. Linkityksiä käytetään usein liittymäpareissa, jotka suurimman osan ajasta toimivat hyvin erillisohjattuina, mutta jossakin liikennetilanteessa on tarvetta yhteenkytkennälle.

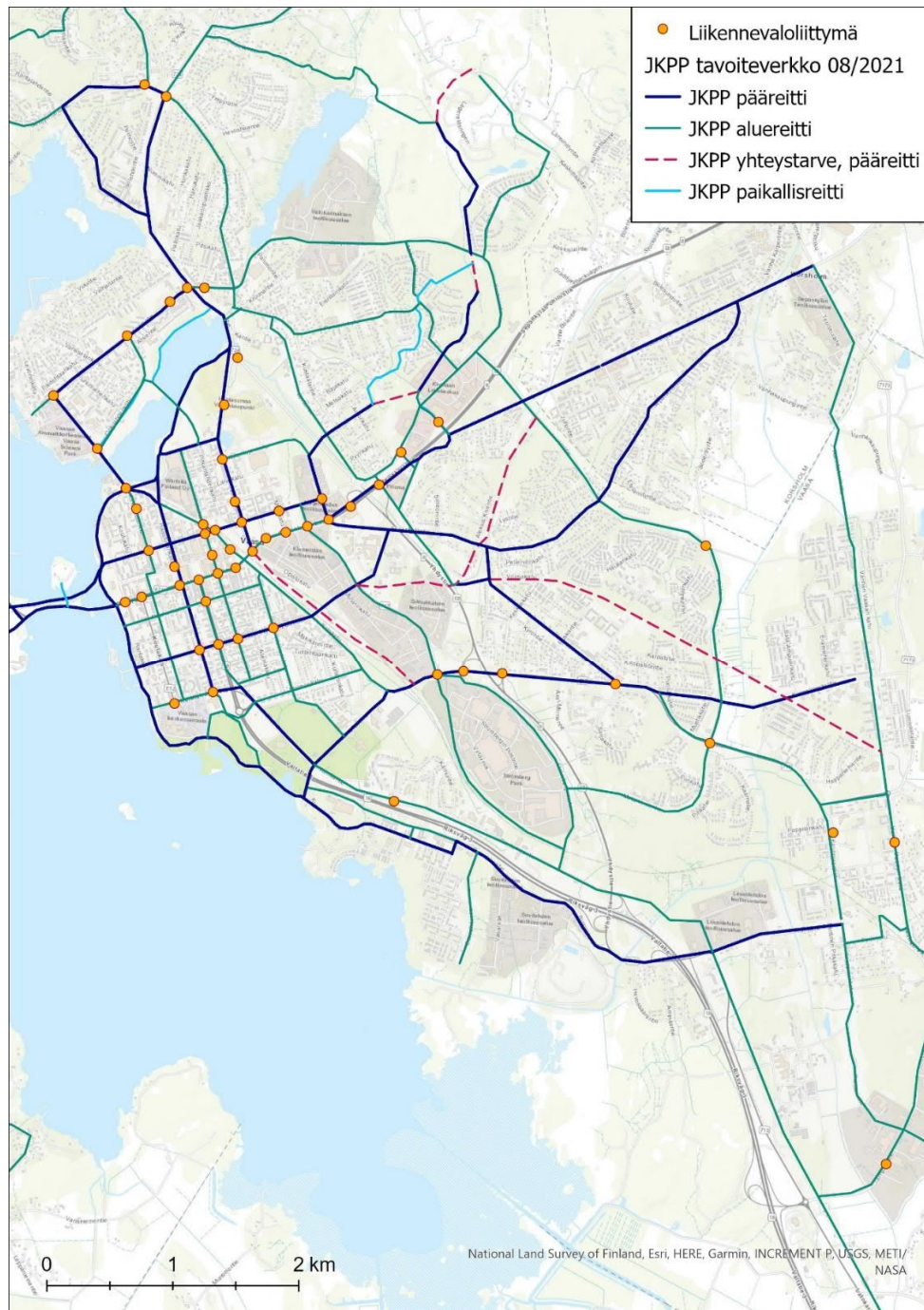
6.3. Kävely ja pyöräily

Vaasassa kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjausta edistetään jatkossa entistä enemmän kaikkialla suunnittelualueella. Käytännössä se tarkoittaa kävelyn ja pyöräilyn huomioimista tasavertaisena kulkumuotona muihin kulkumuotoihin nähden. Tämä tarkoittaa muun muassa etuuskien ja muiden sujuvuustoimintojen rutiininomaista huomioimista suunnittelussa. Kuitenkin ensisijaisena vaihtoehtona pyöräilyn pääreittien suunnittelussa tulisi pyrkiä siihen, että reitti kulkee erillään pääkatuverkosta eikä siten risteäisi muun muassa liikennevalojen kanssa.

Vaasan kävelyn ja pyöräilyn edistämishjelmassa (Sitowise Oy, 2021) kävely- ja pyöräreitit on luokiteltu toiminnallisesti eri luokkiin. Erilaisia luokkia ovat pääreitit, alureitit sekä paikallisreitit. Kuvassa 13 on esitetty pyöräilyn eri reittiluokat sekä niiden kanssa risteävät liikennevaloliittymät.

Kävelyn ja pyöräilyn entistä parempi huomioiminen liikennevaloissa tarkoittaa tunnistuksen kehittämistä ja lisäämistä nykytilanteeseen nähden. Luotettavan tunnistuksen avulla kävelijät ja pyöräilijät saadaan tarkemmin havaittua liikennevaloissa ja sitä kautta todellisen kysynnän perusteella huomioida ohjauksessa tarkemmin ja paremmin.

Kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjauksen fyysisten ja toiminnallisten järjestelyiden laatutaso määritetään reittiluokituksen perusteella. Pääreiteillä järjestelyt ovat kattavammat ja toiminta sujuvampaa kuin aluereiteillä tai paikallisreiteillä. Ohjaustoimintojen ja varusteiden valintaperusteet on esitetty taulukossa 3.



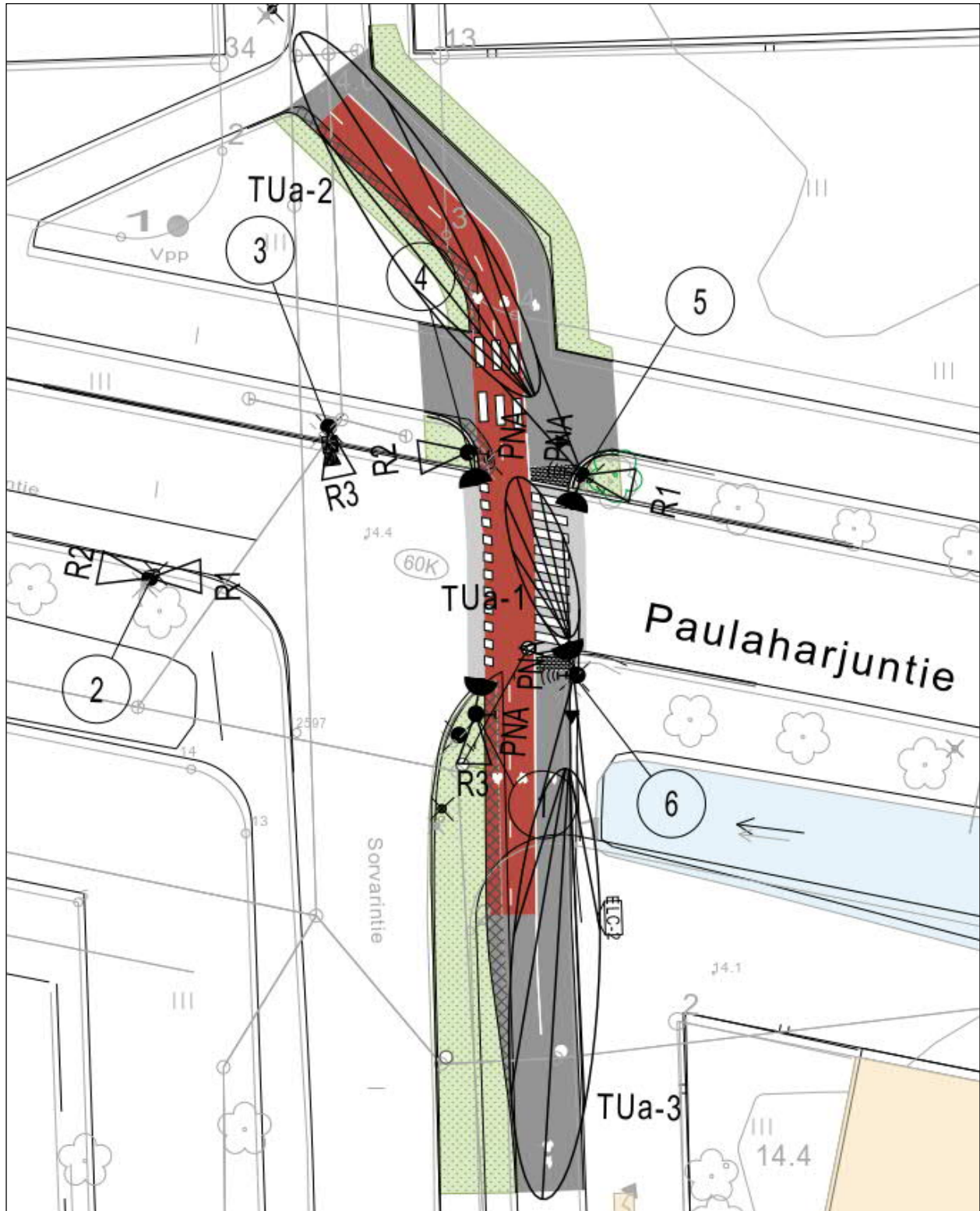
Kuva 13. Pyörätiet ja liikennevaloliittymät (luonnos 09/2021).

Taulukko 3. Suojatien ja pyörätien jatkeen ohjaustoiminnot ja varusteet.

Suojatien toiminta ja varusteet		Suojatien kanssa risteävän väylä luokka				
		Pääkatu keskustassa	Muu katu keskustassa	Pääkatu/-tie keskustan ulkopuolella	Muu väylä keskustan ulkopuolella	Huom.
Toiminta	Kiinteä pyyntö aina	EP	EPA			Ei tarvetta painonapeille
	Oheispyyntö muulloin, kuin yöllä	A			EP	
	Oheispyyntö vain ruuhka-aikaan				A	
	Ei oheispyyntöä			EPA		
	JK-PP-lepovihreä	E	E		E	Vain erityistapauksissa.
	JK-PP-etuus	EP	EP		EP	Ohjelmakohtaisesti, jos autoliikenne vähäistä.
Varusteet	Painonappi ja ohjetarra	A		EPA	EPA	Aina, jos ei kiinteää pyyntöä
	Erillinen painonappipylväs tai lisäpainonappi	E	E	E	E	Erotetuilla väylillä molemmille puolille.
	Ääniopastimet	EPA	EPA	EPA	EPA	Aina
	Nappivalon toisto	EP	EP	EP	EP	Näytetään tulijan suuntaan.
	JK-opastimien toistot	E	E	E	E	Aina erotetuilla väylillä
	PP-ilmaisimet tai PP-tutkat	EP	EPA	EP	EPA	Lisäksi käytetään aina, jos ilmaisu saadaan luotettavasta kohdasta
	JK-pidennystutkat	EP	EP	E	E	Harkinnan mukaan.
	JK-läsnäolotutkat	EP	EP	E	E	Harkinnan mukaan.

Kävely- ja/tai pyöräilyväylän luokka ylityspaikoissa
 Eroteltu JK+PP -pääreitti, pyöräkatu tai kävely-
 E= katu
 P= JKPP pääreitti
 A= Aluereitti

Kuvassa 14 on esitetty erotetun kävelyn ja pyöräilyn pääreitin liikennevalojärjestelyt suojatiellä ja pyörätien jatkeella.



Kuva 14. Esimerkkikuva liikennevalojärjestelyistä erotetun pyöräilyn ja jalankulun pääreitin suojatiellä.

Suojatien vihreän pyyntötapa

Suojatien vihreän pyyntötapa valitaan taulukon 4 mukaan. Kohdan 1 perusteella arvioidaan, voidaanko suojatien vihreä ajoittaa toteutumaan aina kiinteällä pyynnöllä (ei tarvita painonappeja). Jos kiinteä pyyntö ei ole perusteltua, arvioidaan pyyntötavat eri liikennetilanteissa kohtien 2 ja 3 perusteella. Oheispyyntö voi vaihdella liikennetilanteittain. Esimerkiksi päivällä suojatie vaihtuu vihreäksi oman pyynnön lisäksi ajoneuvojen oheispyynnöstä mutta hiljaisen liikenteen aikana vain painonappipyynnöstä tai ilmaisimen aktivoiduttua.

Taulukko 4. Suojatien vihreän pyyntötavan valinta.

1. Suojatie vihreäksi kaikkina aikoina kiinteällä pyynnöllä (ylityskohdassa ei tarvita painonappeja) • keskusta-alueella • keskusta-alueen ulkopuolella, kun suojatien kanssa eriaikainen ajoneuvoliikenne on hyvin vähäistä • pääsuunnan suuntaisella suojatiellä, kun samansuuntaista ajoneuvoliikennettä niin paljon, että ajoneuvoliikenne määrää vaiheen pituuden Jos mikään edellä mainituista ehdoista ei täyty, suunnitellaan suojatielle painonapit ja pyyntötapa arvioidaan tämän taulukon kohtien 2–3 mukaan. Erillisohjauksessa on aina oltava vähintään painonapit.
2. Suojatie vihreäksi oman pyynnön lisäksi ajoneuvoliikenteen oheispyynnöstä (painonapit tarvitaan) • suojatien kanssa samansuuntaisen ajoneuvoliikenteen määrä on sellainen, että ajoneuvojen määrä mitoittaa vaiheen pituuden; suuruusluokkana noin 250–300 ajon/h (6–8 ajoneuvoa/kierto) tai • suojatien keskimääräinen liikennemäärä > 1 kulkija / kierto tai • suojatien minimivihreän ja suoja-ajan summa on enintään 5 sekuntia suurempi kuin samansuuntaisen ajoneuvo-opastinryhmän minimivihreän ja suoja-ajan summa Jos mikään edellä mainituista ehdoista ei täyty, suunnitellaan suojatien vihreä vaihtumaan vihreäksi vain omasta painonappipyynnöstä, ilmaisimesta tai tutkasta.
3. Muut yhdistetyt pyyntötavat (painonapit tarvitaan) Koulun, päiväkodin tai vanhainkodin läheisyydessä olevissa liikennevaloissa olevat suojatiet (joko kaikki tai osa) voidaan ajoittaa vilkkaimman jalankulku- ja pyöräliikenteen aikoina vaihtumaan vihreäksi kiinteällä pyynnöllä. Muina aikoina suojatie vaihtuu vihreäksi pelkästään painonapista, ilmaisimesta tai tutkasta tai näiden lisäksi myös oheispyynnöstä (arvioidaan kohdan 2 mukaan).
4. Suojatien lepovihreä (painonappeja ei tarvita) Pyöräilyn pääreiteillä erityistapauksessa voidaan käyttää suojatien lepovihreää, jos autoliikenteen ilmaisu saatavissa niin kaukaa, että auton ei tarvitse tarpeettomasti pysähtyä suojatien eteen.

Koulujen lähellä olevissa liikennevaloissa suojateiden

- vihreä alkaa kiinteällä pyynnöllä koulujen alkamis- ja päättymisaikoina
- vihreän pituus säädetään ilmaisimella
- vihreä alkaa vähintään 1 s aikaisemmin kuin suojatielle kääntyvän ajoneuvoliikenteen vihreä; koskee sekä oikealle että vasemmalle kääntyvän ajoneuvoliikenteen alle jäävää suojatietä, jolle näytetään vihreää samanaikaisesti kuin ajoneuvoliikenteelle
- vihreä alkaa ja päättyy samanaikaisesti suojatien eri osilla

Suojatien vihreän lopetustapa

Erilaisia lopetustapoja ovat

- jatkuu vihreänä
- punaiseksi heti omien pidennysten jälkeen
- punaiseksi konfliktiryhmän pyynnöstä omien pidennysten jälkeen.

Vaasassa suojatien vihreän normaali lopetustapa on ”jatkuu vihreänä”, jolloin suojatie pysyy vihreänä yhtä kauan kuin samansuuntainen ajoneuvo-opastinryhmä. Muiden lopetustapojen käyttöalueet on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5. Suojatien vihreän lopetustavat Vaasassa.

Jatkuu vihreänä	• normaali lopetustapa • käytetään kytketyssä ohjauksessa, kun suojatie ei mitoiteta vaiheen pituutta eli minimivihreä + suoja-aika on lyhyempi kuin samansuuntaisella ajoneuvoryhmällä tai kun suojatien vihreän aikaisemmasta lopettamisesta ei ole hyötyä vihreälle aallolle
Punaiseksi heti omien pidennysten jälkeen	• käytetään kytketyssä ohjauksessa, kun suoja-aika seuraavan vaiheen opastinryhmään on selkeästi pidempi kuin ajoneuvoryhmistä ja aikaisemmasta vihreän lopettamisesta on hyötyä vihreälle aallolle • käytetään erillisohjauksessa, kun kääntyvä ajoneuvoliikenne on vilkasta ja suojatien liikenne on kohtuullista
Punaiseksi konfliktiryhmän pyynnöstä omien pidennysten jälkeen	• käytetään erillisohjauksessa, kun suoja-aika seuraavan vaiheen opastinryhmään on selkeästi pidempi kuin ajoneuvoryhmistä

6.4. Joukkoliikenne

Joukkoliikenne voidaan huomioida liikennevaloissa useilla eri tavoilla:

- erillisellä liikennevalot ohittavalla joukkoliikennekaistalla
- liikennevaloliittymään toteutettavalla joukkoliikennekaistalla, johon voidaan tarvittaessa yhdistää joukkoliikenteen ohjelmallinen etuus
- liikennevalojen joukkoliikenne-etuus sekakaistalle

Liikennevalojen toiminnallisuuden kannalta selkein toimenpide on ohjata joukkoliikenne kokonaan liikennevalojen ohi, jolloin valo-ohjaus ei koskaan hidasta joukkoliikenteen kulkemista eikä joukkoliikenne vaikuta liikennevalojen toimintaan. Järjestelyjen toiminnallisuus voidaan varmistaa tarvittaessa erillisellä joukkoliikennekaistalla.

Kaistavarauksia voidaan tehdä myös liikennevalo-ohjauksen piirissä. Sopivissa kohteissa voidaan myös sallia joukkoliikenteelle muusta liikenteestä poikkeava kaistojen käyttäminen, kuten esimerkiksi suoraan ajaminen oikealle kääntyvien kaistalta liittymän toisella puolella olevalle pysäkillä.

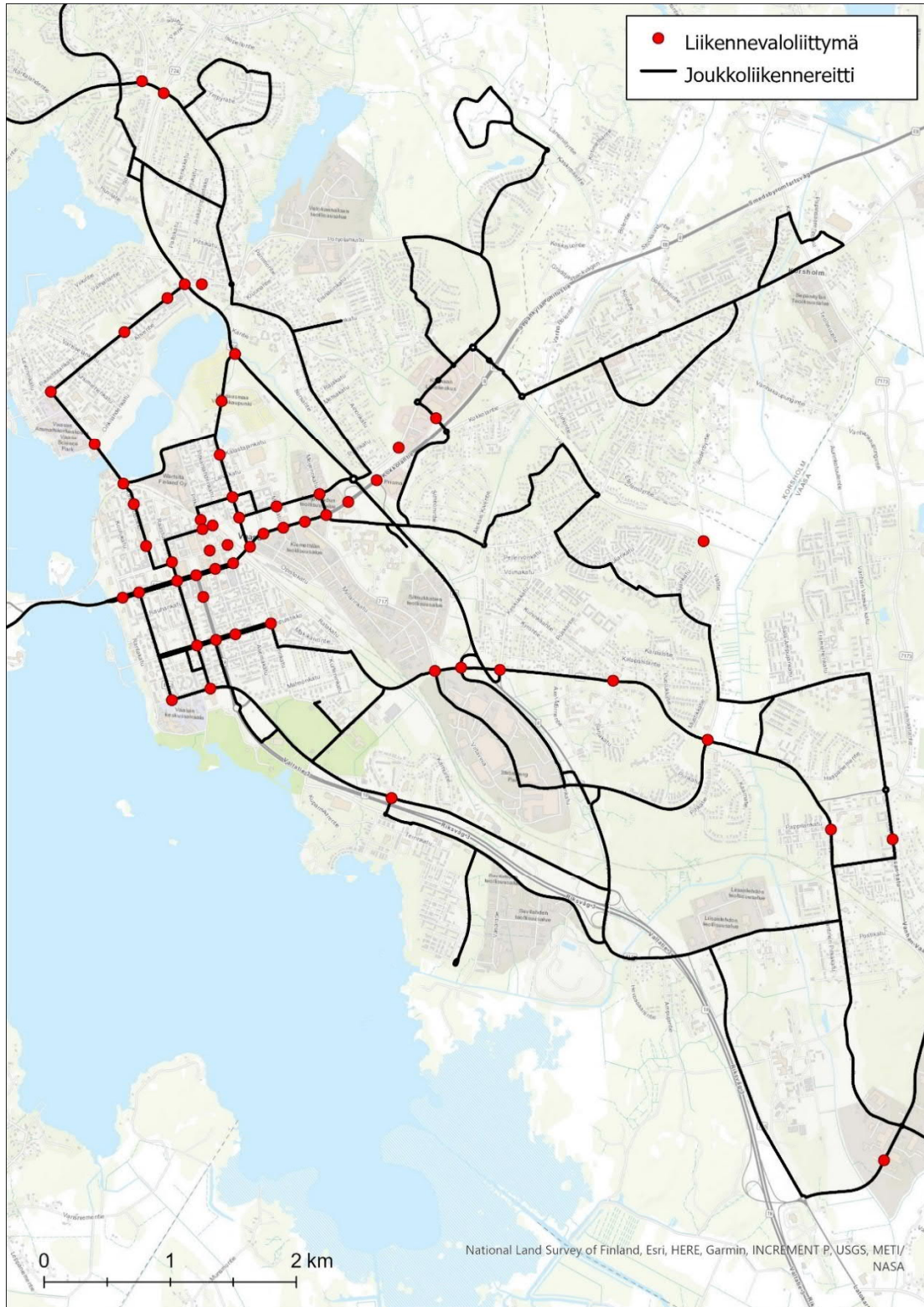
Bussipysäkkien sijoittamisella on iso vaikutus liikennevalojen toimintaan. Tämä koskee ilmaisinten sijoittelua, pysäkillä kävelyä sekä etuuksien toteutusta. Liikennevalo-ohjauksen näkökulmasta pysäkin sijoittaminen liittymän taakse on yleensä paras vaihtoehto, koska silloin liikennevaloetuksista on suurin hyöty ja ennen liittymää pysähtyvä bussi ei pyydä etuutta turhaan.

Vaasassa joukkoliikenne-etuudet toteutetaan kaikkiin joukkoliikenteen käyttämiin valo-ohjattuihin liittymiin. Joukkoliikenteen reiteillä sijaitsevat liikennevaloliittymät on esitetty kuvassa 15.

Joukkoliikenteen etuuksien suunnitteluperiaatteet ovat seuraavat:

- etuudet suunnitellaan ja toteutetaan SYVARI-ohjaustavalla
- Vaasan liikennevalojen kävelyalueella ja sisääntulovyöhykkeellä vihreän aallon suunnittelussa otetaan huomioon tarpeen ja mahdollisuuksien mukaan joukkoliikenteen ajorytmi (pysäkkiviiveet)
- kahden ilmaisun periaate eli pyyntö- ja kuittausilmaisu
- etuus annetaan vain myöhässä oleville busseille
- käytettävät etuustoiminnot ovat kytketyssä ohjauksessa pidennys ja aiennus. Ylimääräistä vaihetta ja rotaatiota ei lähtökohtaisesti käytetä niiden aiheuttamien toimivuus- ja turvallisuusongelmien vuoksi.
- joukkoliikenne-etuuden kanssa konfliktissa olevien ryhmien vähimmäismaksimijassa huomioidaan mm. raskaan liikenteen käyttämät ja muuten merkittävät reitit, joiden liian lyhyt vihreä voisi olla yllättävä ja aiheuttaa ongelmia.

Joukkoliikenne-etuudet toteutetaan satelliittipaikannukseen perustuvan informaatiojärjestelmän avulla. Etuushjauskäskyt välitetään palvelimien kautta suoraan liikennevalokojelle, jolloin liikennevalokojisiin ei tarvitse erillisiä laitteita etuuksien toteuttamiseksi. Etuuksien toteutuksessa käytetään SYVARI-ohjaustavan suunnitteluperiaatteita ja ohjaustekniikkaa.



Kuva 15. Liikennevalot joukkoliikenteen reiteillä vuonna 2021.

6.6. Hälytysajoneuvojen ohjaus HALI

Vaasan kaupungin liikennevaloissa on käytössä hälytysajoneuvojen etuudet (HALI). Se on otettu käyttöön vuonna 2017.

HALI on alun perin kehitetty Oulun kaupungin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ja Oulu-Koillismaan pelastuslaitoksen yhteistyönä. Nykyisiä omistajia järjestelmällä ovat Oulun kaupunki, valtion erityistehtäväyhtiö Fintraffic Tie Oy ja Oulu-Koillismaan pelastuslaitos. Järjestelmän toiminta perustuu ajoneuvon satelliittipaikannukseen. Ajoneuvo lähettää tiedot palvelimelle ja palvelin päättää etuuskäskystä, jonka se lähettää liikennevalokojeelle. HALI-järjestelmä on täysin automaattinen ja se ei vaadi erillisiä toimia kuljettajalta. Järjestelmä huomioi ajoneuvosta paikkatiedon lisäksi mm. myös suuntaviikkutiedot, joka edesauttaa järjestelmää lähettämään pyyntökäskyjä nopeammin läheisiin risteyskohtiin. Liikennevalojen tietoliikenneverkon kunto on erittäin kriittinen osa järjestelmää. Tietoliikenneverkon varmistettu toiminta on tavoiteltavaa, jonka kautta mahdollistetaan järjestelmän häiriötön toiminta infran osalta. Tietoliikenneverkkoa kehitetään Vaasan liikennevalokojeiden välillä jatkuvasti ja järjestelmän luotettavuus parantuu Vaasassa tietoliikenneverkon parantamisen myötä. Yhdessä ajoneuvossa missä on ollut etuudet käytössä ei ole tapahtunut onnettomuuksia järjestelmän käytön ottamisen jälkeen kirjoitushetkellä.

Vaasan seudulla on käytössä kolmen eri valmistajan välityspalvelinta, jotka välittävät Vaasan kaupungin HALI-palvelimelta pyyntökäskyjä ohjelmistorajapinnan kautta liikennevalokojeille. Vaasan HALI-järjestelmässä oli ajoittain toimivuusongelmia, mutta tehtyjen parannustoimenpiteiden jälkeen etuusjärjestelmä on saatu toimimaan paremmin. Kun järjestelmä siirretään valtakunnalliseen HALI 2.0 järjestelmään, HALIn toimintavarmuus paranee entisestään, kun yhdestä paikasta hoidetaan koko Suomen toiminta ja järjestelmän laatu pysyy samana kaikkiin kaupunkeihin.

Vaasan kaupungin tavoitteena on siirtyä valtakunnalliseen HALI-järjestelmään, kun siihen ovat riittävät edellytykset olemassa. Valtakunnallisen järjestelmän myötä oman HALI-palvelimen ylläpito jää pois ja siihen ei tarvitse resursseja enää tällöin sitoa. Valtakunnallista järjestelmää tulee koordinoimaan valtion erityistehtäväyhtiö Fintraffic Tie Oy, joka on nykyisin yksi omistajatahoista valtion erityistehtäväyhtiöstä.

Valtakunnalliseen järjestelmään (HALI 2.0) siirryttäessä tulee luoda yhteydet valtakunnallisesta HALI-järjestelmästä Vaasan liikennevalojen nykyisille välityspalvelimille, jotka välittävät taas pyyntökäskyt eteenpäin liikennevalokojeille. Nykyiset aluetiedostot tulee konvertoida ja lisätä valtakunnalliseen järjestelmään. Valtakunnallisessa järjestelmässä hälytysajoneuvojen ajoneuvolaitteissa käytetään tällä hetkellä Erillisverkkojen tarjoamaa HALI 2.0 mobiililiittymää mutta tässä on haivaittu puutteita toiminnassa. Sellaisissa kaupungeissa, jossa on kaupunkikohtainen HALI-järjestelmä toiminnassa ja joiden ajoneuvojen ajoneuvolaitteet toimivat kaupallisen operaattoreiden mobiililiittymillä, ei ole vielä järkevää siirtää toimintaa valtakunnalliseen järjestelmään, kunnes valtakunnallisessa järjestelmässä käytettävän mobiililiittymän ongelmat ovat ratkaistu. HALI 2.0 mobiililiittymän tulee korvaamaan Virve 2.0 mobiililiittymä, joka parantaa tietoliikenneyhteyden toimintaa luotettavammaksi. Vaasan osalta siirtyminen valtakunnallisen järjestelmän käyttöön on järkevää vasta sitten kun Virve 2.0 saadaan tuotantokäyttöön. Tällä hetkellä on arvioitu, että Virve 2.0 tuotantokäyttö voisi alkaa vuoden

2022 alkupuolella. Tulevaisuudessa mietitään muitakin ratkaisuja ajoneuvolaitepuolella kuten HALI ohjelmiston integroiminen hälytysajoneuvoissa oleviin ajoneuvolaitteisiin, jolloin ei välttämättä enää tarvitsi erillisiä ajoneuvolaitteita käytettävän ajoneuvoissa. Lisäksi kaupungit, jotka liittyvät valtakunnalliseen HALI-järjestelmään tulee tehdä myös sopimukset järjestelmän käytöstä operatiivisessa vetovastuussa olevan tahon kanssa, joka näyttää olevan valtion erityistehtäväyhtiö Fintraffic Tie Oy jatkossa.

6.7. Erikoisohjaukset ja -järjestelyt

6.7.1 Liikennevalot pelastuslaitoksen kohdalla

Vaasan kaupungin alueella on yhteensä viisi paloasemaa, joista neljä sijaitsee kanta-kaupungin alueella ja yksi Vähäkyrön kaupunginosassa. Vain pääpaloaseman kohdalla on nykyisin liikennevalo-ohjaus, jotka on toteutettu kaksiaukkoisella opastimella.

Yleensä paloaseman liikennevalo-opastimina käytetään ns. kolmio-opastimia, joissa yläpuolella on kaksi punaista vilkkuvaa valoaukkoa ja alapuolella yksi valoaukko vilkkuvaa keltaista ja kiinteää keltaista varten. Kolmiovalot saavat pyynnön yleensä joko paloasemalla olevan ilmaisimen tai HALI-pyyntöalueen kautta. Kolmioliikennevalojen tarkoituksena on pysäyttää päätien tai -kadun liikenne siksi aikaa, kun pelastuslaitoksen yksiköt lähtevät hälytykselle.

Kolmiovalojen ohjaussekvenssin toiminta etenee esimerkiksi seuraavasti:

1. Pimeäohjaus
2. HALI-pyyntö
3. Vilkkuva keltainen 5 s (alin opastinkuva)
4. Kiinteä keltainen 3–5 s (alin opastinkuva)
5. Vilkkuva punainen opastinkuva HALI-kuittaukseen saakka (ylemmät opastinkuvat). Vierekkäin olevat punaiset opastinkuvat vikkuvat vuorotellen. Mahdollisen suojatien ääniopastimet ääntävät punaista opastinkuvaa.
6. HALI-kuittaus
7. Vilkkuva keltainen 10 s (alin opastinkuva)
8. Pimeäohjaus

6.7.2 Liikennevalot rautatien yhteydessä

Vaasassa on nykyisin kolme liikennevalo-ohjattua liittymää, jotka ovat yhteydessä rautatien turvalaiteohjaukseen. Kyseisten liittymien osalta tulee suunnittelussa huomioida seuraavat asiat:

- liikennevalojen tulee olla aina toiminnassa eikä niitä saa missään tilanteessa ohjata keltavilkulle. Vikatilanteissa liikennevalot on ohjattava suoraan pimeälle.
- suunnittelu tehdään LIVASU2016 mukaisesti ja yhteistyössä ratasuunnittelijan kanssa

6.7.3 Liikennevalot erikoiskuljetusten reiteillä

Osa liikennevaloista sijaitsee erikoiskuljetusten reiteillä, joka tulee huomioida suunnittelussa. Erikoiskuljetusten huomioiminen tarkoittaa pelkästään fyysisten järjestelyiden suunnittelua siten, että erikoiskuljetusajoneuvo pääsee läpäisemään liittymän. Lähtökohta on, että pylväät ja opastimet voidaan sijoittaa kokonaan erikoiskuljetusajoneuvon ajourien ulkopuolelle tai käyttää kaadettavia liikennevalopylväitä niin, ettei kuljetuksen aikana tarvitse pyytää liikennevalojen hoitourakoitsijaa paikalle.

Käytettäessä kaadettavia pylväitä, sarana tulee asentaa niin alas, että se mahtuu lavetin reunojen yli tulevan erikoiskuljetuksen alle. Kuvassa 16 on esitetty erikoiskuljetusreiteillä olevat liikennevaloliittymät.

6.7.4 Muut erityistapaukset

Jokeri-valot

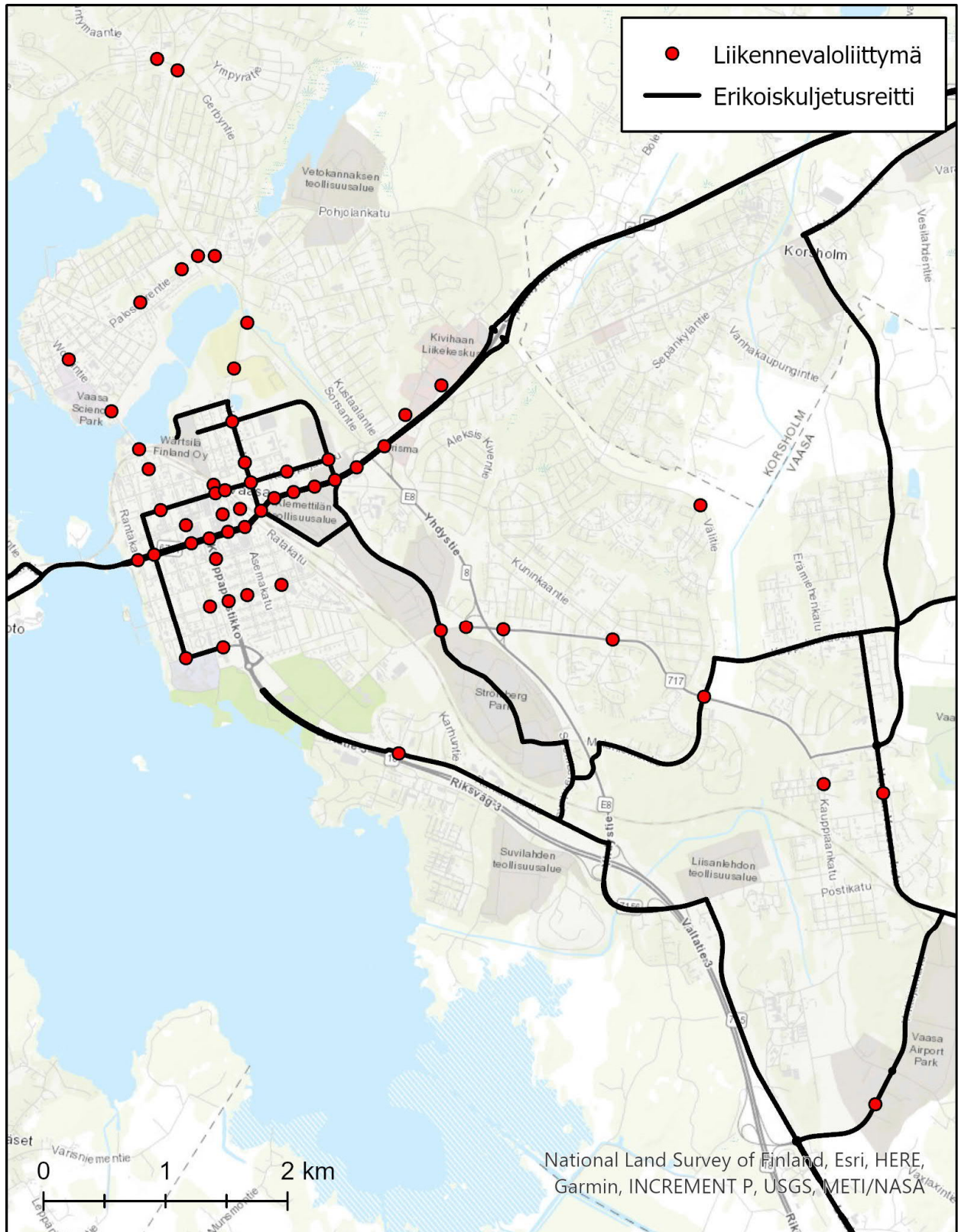
Jokerivalot ovat yksi joukkoliikenne-etuuden muoto, jossa vilkkaammin liikennöity liikennesuunta pysäytetään kolmioliikennevaloilla siksi aikaa, että bussi pääsee liittymään sivusuunnalta turvallisesti ja sujuvasti päätielle. Vaasassa Jokeri-valoja on järkevää toteuttaa vain, jos niitä voidaan toteuttaa useampaan liittymään kerralla.

Punaisen valon valvonta

Liikennevaloissa voidaan valvoa nopeusvalvonnan lomassa myös punaista päin ajavaa liikennettä. Nopeusvalvontakamera voidaan ohjelmoita ottamaan kuva tilanteesta, jossa sitä ohjaavat ilmaisimet tai tutka havaitsee auton ylittävän pääopastinlinjan punaisen valon aikana.

Säätelyvalot

Säätelyvaloilla tarkoitetaan liikennevaloja, joiden avulla esimerkiksi kiertoliittymän vilkkainta suuntaa säännöstellään liittymän muiden suuntien toimivuuden varmistamiseksi. Liikennevalo-opastimina käytetään kaksiaukkoista opastinta, jossa ylempänä on punainen opastinkuva ja alempana keltainen opastinkuva. Ruuhkautumisherkälle suunnalle asennetaan ruuhkailmaisoin sopivalle etäisyydelle, joka aktivoituessaan asettaa vilkaalle suunnalle punaisen opastinkuvan. Säätelytarpeen poistuessa liikennevalot menevät pimeäksi, joka on säätelyvalojen normaalitila.



Kuva 16. Liikennevalot erikoiskuljetusten reiteillä.

7. Liikennevalojen käyttö- ja ylläpito

7.1. Laite- ja liikennetekninen ylläpito

7.1.1 Liikennevalojen ylläpidon pääperiaatteet

Liikennevalojärjestelmä sisältää suuren joukon kuluvia sähkö- ja tietoteknisiä laitteita, joita on tarpeen uusien laitteen vikaannuttua tai teknisen käyttöiän tullessa täyteen. Liikenneympäristön muuttuessa myös liikennevalojärjestelyitä saattaa olla tarpeen muuttaa, jotta liikennevalojen toiminta saadaan vastaamaan mahdollisimman hyvin vallitsevia olosuhteita. Yleensä muutostarpeet koskevat valo-ohjelmien ajoituksia, mutta joskus myös liikennevalojen fyysisiä järjestelyitä (opastinryhmämuutokset) tai liittymäjärjestelyitä (esim. kaistalisäykset).

Vaasan liikennevaloille on järjestetty laitetekninen ylläpito varmistamaan, että liikennevalot toimivat niille määritettyjen vasteaikojen puitteissa. Ylläpidon työnjako toteutetaan tilaaja - tuottaja mallilla. Vaasan kaupunki ja valtion erityistehtäväyhtiö Fintraffic Tie Oy toimivat tilaajana ja vastaavat tienpitäjinä valo-ohjauksen toiminnasta kokonaisuudessaan. Liikennevalojen liikenneteknisen toimivuutta seurataan lähinnä tilaajan ja ylläpitäjän toimesta.

Liikennevalojen laitetekninen ylläpito hankitaan kilpailutuksen pohjalta monivuotisella palvelusopimuksella siihen erikoistuneilta palveluntuottajilta. Laitetekninen ylläpito käsittää säännölliset huoltotoimenpiteet vikojen ennaltaehkäisemiseksi sekä vikojen ja puutteiden korjaukset vasteaikojen puitteissa. Vaasan kaikki liikennevalot omistajasta riippumatta sisällytetään yhden laiteteknisen ylläpidon palvelusopimuksen piiriin. Sen etuna on, että ylläpito tapahtuu yhtenäisillä laatuvaatimuksilla saman palveluntuottajan tekemänä.

Seuraavaa liikennevalojen teknisen ylläpidon päättyessä harkitaan katuvalaistuksen ylläpidon kanssa yhteisen allianssimallin käyttöä ylläpidon toteutuksessa. Palveluallianssissa voi olla mukana myös suunnittelu, rakentaminen ja kehittäminen. Mallia suunniteltaessa kannattaa selvittää myös muiden lähialueella olevien liikennevalokaupunkien tarpeet mahdollisen synergian varalta.

7.1.1 Laitetekninen ylläpito

Pääperiaatteet

Vaasan liikennevalojen ylläpito perustuu:

- liikennevalojen ohjaus- ja valvontajärjestelmän tuottamiin vikailmoituksiin
- ylläpitourakoitsijan omiin havaintoihin
- suoraan asiakaspalautteeseen palautekanavien kautta
- poliisin ja pelastusviranomaisten toimenpidepyyntöihin esim. onnettomuuksien yhteydessä. Poliisi ja pelastuslaitos voi ottaa yhteyttä liikennevalojen

päivystäjään esimerkiksi liikennevaloliittymässä tapahtuneissa onnettomuuksissa tai liikennevalojen häiriöissä. Onnettomuustilanteissa ylläpitourakoitsija käy varmistamassa, ettei liittymässä ole vaaraa aiheuttavia asioita kuten esimerkkinä jännitteellisiä kaapeleita tai pylviä tiellä yms. Poliisi voi pyytää myös tietoja liittymistä, miten liikennevalot ovat toimineet kyseisellä onnettomuushetkellä.

Toimenpiteet tehdään joko ohjaus- ja valvontajärjestelmän avulla työasemalla tai maastossa. Ylläpitourakoitsija dokumentoi kaikki vikailmoitukset ja tehdyt toimenpiteet sähköiseen vikatiketti- / työnohjausjärjestelmään. Vikatikettiä päivitetään työvaiheen mukaisesti, kunnes vika on korjattu.

Osatehtävät ja laadunvarmistus

Laiteteknisen ylläpidon laatuvaatimukset määritetään ylläpidon palvelusopimukseen sisältyvässä laatuvaatimusasiakirjassa. Siinä määritetään ylläpitoon sisältyvien huolto- ja korjaustoimenpiteiden (mm. säännölliset kuntotarkastukset ja huoltokierrokset, opastimien huolto, opastimien korjaaminen, kojeen vikamääritys) sisältö ja vasteajat eri toimenpiteille (esim. vikailmoituksen vastaanotto, vian korjauksen aloittaminen ja vian korjauksen valmistuminen). Ylläpidon palvelusopimukseen sisältyvät työt jakautuvat käyttö-, hoito/huolto- ja kunnossapitotehtäviin seuraavan taulukon periaatteiden mukaisesti. Yksityiskohdat määritetään ylläpidon palvelusopimuksen laatuvaatimuksissa.

Laiteteknistä suunnittelua ja ohjelmointia erikoistehtävissä tuottavat myös liikennevalo-toimittajat ylläpidon tukena Vaasan alueella.

Ylläpitourakoitsija raportoi vikahavainnot ja tekee tarvittaessa tilapäiskorjaukset. Läh-
tökohtaisesti viat ja puutteet korjataan viipymättä normaalina työaikana. Normaalin työajan ulkopuolella korjataan sähkövaaraa aiheuttavat viat.

Vaasan liikennevaloille tehdään huoltokierros neljä kertaa vuodessa. Kierroksella jal-
kaudutaan maastoon, käydään läpi laitteet ja toiminta sekä tehdään ennakoivaa huol-
toa. Havaitut puutteet korjataan saman tien tai dokumentoidaan ja hoidetaan myöhem-
min esimerkiksi seuraavaan kierroksen yhteydessä. Kaikki risteykset ajetaan läpi vii-
kottain ja tarkastetaan silmämääräisesti mahdolliset puutteet. Osa vioista ovat sellai-
sia, ettei niitä voi heti korjata. Esimerkiksi induktiosilmukkavian ollessa kyseessä, teh-
dään väliaikaiset ohjelmoinnit ja asennetaan korvaava tutkailmaisina. Vian sattuessa
talvella, joudutaan usein odottamaan sulan maan kautta, ennen kuin lopullista kor-
jausta pystytään tekemään. Keväisin tehdään mittaus kaikille ilmaisimille, jolla tarkiste-
taan niiden kunto. Talven aikana rikkoutuneet induktiosilmukat on syytä korjata vii-
meistään toukokuun loppuun mennessä.

Liikennevalojen ylläpito tehdään asianmukaisella kalustolla ja toteutetaan tarvittavat
väliaikaiset liikenteenohjaukset työ- ja liikenneturvallisuus huomioiden. Näitä koskevat
vaatimukset määritetään ylläpitosopimusasiakirjoissa. Kun tehdään liikennettä haittaa-
via töitä, luodaan työnaikaiset liikenteenohjaussuunnitelmat. Suunnitelmassa määrite-
tään työskentelyalueet, työskentelyn turvaaminen, työnaikaiset nopeusrajoitusmerkit,
työmaamerkit sekä mahdolliset sulk- ja ohjausmerkit. Liikenteenohjaussuunnitelma
hyväksytetään tilaajalla ennen töiden aloitusta.

Taulukko 6. Vaasan liikennevalojen ylläpitotöiden osatehtävät.

Käyttötehtävät
Muun muassa seuraavat laitteiden hallintaan ja käyttöön liittyvät tehtävät • liikennevalojärjestelmän laitteiston ja ohjelmiston dokumentointi ja ajan tasalla pito • tietoliikenneverkon laitteiston ja ohjelmistojen dokumentointi ja hallinta • vikaseuranta ja vioista ilmoittaminen • vikapäivystys ja varallaolo • johtojen ja kaapeleiden näyttötoiminto • kuntotarkastukset ja liikenneteknisen toiminnan tarkastukset • Poliisin ja pelastusviranomaisten liikennevalo-ohjauksessa avustaminen
Hoito- ja huoltotehtävät
Toimenpiteet ja tehtävät, joilla pidetään rakenteet ja laitteet käyttökunnossa tai palautetaan ne käyttökuntoon eri olosuhteissa käsittäen mm. seuraavat tehtävät: • opastinhuolto ja pesu • liittymän kojekaapin huolto • tiedonsiirtoverkon hoito • varaosa- ja tarvikevaraston hoito
Kunnossapitotehtävät
Korjaustoimenpiteet, joilla poistetaan vikoja ja kuluneisuutta ja joilla pyritään palauttamaan rakenteen tai laitteen kunto alkuperäistä vastaavaan / käyttökelpoiseen kuntoon. Tehtävien avulla rakenteen ja laitteen tekninen käyttöikä pitenee. Tehtäviä ovat mm.: • opastimien ja pylväiden korjaaminen sekä vaihtaminen • kaapelivikojen korjaaminen • vikojen määrittäminen ja korjaaminen
Peruskorjaustoimenpiteet
Erikseen sovittavat normaalia kunnossapitoa laajemmat toimenpiteet, joilla parannetaan rakenteen ja laitteen toimivuutta.

Ylläpidon palvelusopimuksen vuorovaikutus tapahtuu projektiportaalin, sähköpostin ja puhelimen välityksellä sekä tilaajittain säännöllisesti pidettävissä työmaakokouksissa. Asiakaspalautteisiin vastaavat viranomaiset. Ylläpidon palveluntuottaja tai liikennevalotoimittajat avustavat tarvittaessa vastausten laatimisessa.

Seuraavassa ylläpidon kilpailutuksessa voisi olla mahdollisesti liikennevalojen vikapäivystys iltaisin ja viikonloppuisin ainakin kriittisiin risteyksiin. Huoltokierroksia voisi

olla useammin esimerkiksi kerran kuukaudessa, jossa jalkaudutaan kentälle, jotta saada sellaiset viat korjattua nopeammin, joita ei automaattisten järjestelmien kautta saada havaittua.

Toiminnan ohjaus

Toiminnanohjauksessa keskeisenä asiana on keskeneräisten toimenpiteiden kirjaaminen ja aikatauluttaminen. Liikennevalojärjestelmään liittyy jatkuvasti suuri määrä keskeneräisiä asioita, joita ei saa hoitaa pelkästään muistinvaraisesti. Toiminnanohjauksessa tulee pyrkiä yhden sovelluksen käyttöön.

Tehtävien toteutuksen ja laadun varmistuksessa ylläpitourakoitsijalla on käytössään toiminnanohjaussovellus esim. Trello. Trellossa järjestelmään syötetään liikennevaloihin liittyvät toimenpidetarpeet laatimalla toimenpiteestä vikakortti, johon syötetään tehtävän kannalta keskeiset tiedot esim. ongelma, korjauksen tavoiteaikataulu ja vastuuhenkilö. Kortti käy järjestelmässä useammassa kohtaa käsittelyssä ja siirretään valmis-kohtaan, kun toimenpide on saatettu loppuun. Loppuun saattamisesta lähtee automaattisesti ilmoitus seurantaan tekeväälle työnjohtajalle. Jokaisesta siirrosta jää historiamerkintä.

Liikennevalojen ylläpitourakan työmaakokoukset ovat keskeisiä vuorovaikutustilaisuuksia. Työtilanne esitetään reaaliaikaisesti toiminnanohjaussovelluksella. Näiden lisäksi viestitään sähköpostin ja puhelimen välityksellä. Tilaajille ilmoitetaan suurimmista häiriöistä välittömästi virka-aikana.

Ohjaus- ja valvontajärjestelmät

Teknisessä ylläpidossa hyödynnetään seuraavia ohjaus- ja valvontajärjestelmien toimintoja:

- liikennevalojen toiminnan tilanneseuranta ja vikojen tunnistaminen karttakäyttöliittymän ja erilaisten vikalistojen ja hälytysyhteenvetojen avulla (mahdollistaa monta samanaikaista käyttäjää)
- liikennevalojen liittymäkohtainen tilanneseuranta (opastinryhmien ja ilmaisimien tila ns. liittymäkuvan avulla)
- ajoitusmuutosten ohjelmointi ja kojeohjelmoinnin varmuuskopiointi
- vikailmoituksen välitys tekstiviestillä tai sähköpostilla huoltopäivystäjälle tai ennalta määritellylle vastaanottajaryhmälle

7.1.2 Liikennetekninen ylläpito

Tähän saakka Vaasan liikennevalojen liikennetekninen seuranta on pääsääntöisesti perustunut tienkäyttäjäpalautteisiin ja hankkeiden yhteydessä tehtyihin toimivuusselvityksiin sekä visuaaliseen liikenteen seurantaan. Lisäksi liikennevaloliittymistä saa liikennemäärä- ja vikatietoja. Liikennemäärätietoja on käytetty liikenteen toimivuustarkasteluissa mahdollisuuksien mukaan.

Tulevaisuudessa liikennetekninen ylläpidon seuranta laajenee, kun uusista järjestelmistä saadaan enemmän tunnuslukuja liikenteen sen hetkisestä toimivuudesta. Myös omaa ohjelmointiosaamista pieniin muutoksiin tullaan hankkimaan, jotta pystytään reagoimaan nopeasti erilaisiin ongelma- ja liikenteen vaatimiin päivitystilanteisiin.

7.2. Dokumentaation hallinta

Liittymä- ja hankekohtaista liikennevalosuunnittelua tehdään yleis- ja rakennussuunnitelmatasoilla, joista molemmat sisältävät erilaajuisen suunnitelmadokumentaation.

Liikennevalojen yleissuunnitelma sisältää seuraavat suunnitelma-asiakirjat:

- Yleissuunnitelmaraportti
- Suunnitelmakartta 1:1000 (ilmais- ja opastinjärjestelyt sekä tien alitusputket)
- Alustava kustannusarvio

Liikennevalojen rakennussuunnitelma sisältää seuraavat suunnitelma-asiakirjat ja sisällöt:

- Suunnitelmaselostus
- Työkohtainen työselitys + liitteet
- Suunnitelmakartta 1:500
- Liittymäkuva
- Kaapelointikaavio
- KytKentäkuvat
- Ohjelmointilomakkeet
- Ajoituskaaviot
- YhteenkytKentäkaaviot
- Määräluettelo
- Kustannusarvio

Kaikki edellä mainitut dokumentit laaditaan valmiisiin malliasiakirjapohjiin, jotka ovat saatavilla liikennevalojen asiakirjaportalissa (Teams tai vastaava). Muokattavat alkuperäisversiot luovutetaan suunnittelijan käyttöön aina suunnitteluhankkeen alussa.

Liikennevalosuunnitelmat dokumentoidaan liittymäkohtaisesti Vaasan kaupungin Teamsiin tarkoitukseen laadittuun liittymäkohtaiseen hakemistorakenteeseen, jossa niitä ylläpidetään ajantasaisesti. Dokumentaation päivittämisestä vastaa tapauskohtaisesti joko muutoksen tekijä, liikennevalojen urakoitsija, huoltourakoitsija tai tilaaja.

8. Liikennevalojen kehittäminen

8.1. Laitekannan kehittäminen

Vaasan kaupungin liikennevalojen laitekantaa tullaan kehittämään ja uudistamaan seuraavasti:

- Liikennevalojen kojekantaa pyritään uudistamaan, jotta ne tukisivat paremmin tulevia uusia järjestelmiä.
- Opastimia tullaan uudistamaan ja käyttämään samalla alueella samanlaisia opastinmalleja.
- Painonappeja ja ääniopastimia lisätään risteyksiin, joista niitä puuttuu. Myös näkövammaisten karttoja tarkistetaan painonapeista ja ääniopastimista, että ne vastaavat nykytilannetta ris-teyksissä. Äänenvoimakkuuden säätö huomioidaan tapauskohtaisesti eri alueilla niin, ettei siitä aiheudu ylimääräistä häiriötä alueen asukkaille.
- Uusia ilmaisimia tullaan lisäämään kattavasti risteyksiin, jotta ohjaus olisi mahdollisimman joustavaa ja niillä kykenisi jatkossa toteuttamaan erilaisia erikoistoimintoja kuten raskaanliikenteen etuuksia, dynaamisen ohjelman vaihdon tai vaikkapa adaptiivisen järjestelmän ohjaamiseen.
- Suojaputkia asennetaan mahdollisimman kattavasti, jotta mahdollisten uusien kaapelointien lisääminen tai huolto olisi helpompaa, jolla vältetään ylimääräisiä maatoimia jatkossa.
- Uudet liikennevalokaapeloinnit kartoitetaan. Tällä pienennetään kaapeleiden rikkoontumisen mahdollisuutta kaivuutöiden yhteydessä, kun on tiedossa tarkat paikkatiedot.
- Liikennevalojärjestelmän laitekanta kartoitetaan ja ne lisätään omaisuuden hallintaohjelmistoon. Tästä nähdään jatkossa liikennevalojärjestelmän omaisuustiedot, käyttöikä ja uusimistarpeet tuleville vuosille. Uusimistarpeet on helpommin budjetoitavissa järjestelmän avulla.
- Liikennevalojen työselitykset tarkastetaan ja tarvittaessa päivitetään, jotta varmistetaan lain ja ohjeistuksen vaatimusten sekä yleissuunnitelman mukaisten periaatteiden toteutuminen rakentamisessa.
- Liikennevalokameroita lisätään mahdollisuuksien mukaan jokaiseen uuteen tai saneerattavaan liikennevaloliittymään maatoimien yhteydessä. Liikennevalokameroista saadaan hyötyä liikenteen sujuvuuden seurantaan, ruuhkien ja eri kulkumuotojen tunnistukseen, ohjelmointimuutoksien jälkeiseen seurantaan tai liikenteen laskemiseen etänä. Liikennevalokamerat vaativat hyvän tietoliikenneverkon, jotta niiden kuvanlaatu olisi hyvä. Nämä voidaan liittää erilliseen keskitettyyn järjestelmään, johon on mahdollisuus toteuttaa myös tallennus tarvittaessa.
- Tietoliikenneyhteyksiä tullaan kattavasti uusimaan valokuidulla. Tietoliikennekaapelointi pyritään toteuttamaan siten että liikennevaloliittymiin saadaan mahdollisimman laaja kattavuus ja rengasyhteydet, joka varmistaa

liikennevaloverkon toimivuuden paremmin ongelmatilanteissa. Hyvä tietoliikenneverkko mahdollistaa myös kattavan liikennevalokameroiden käytön ja HALIn toimivuuden. Yhtenä mahdollisena tietoliikennratkaisuna tulevaisuudessa voisi käyttää myös 5G langatonta tekniikkaa, mikäli luotettavuus ja kapasiteetti sen sallii.

- Kaksiaukkoista lisäopastinta oikealle kääntyville tullaan toteuttamaan liittymäjärjestelyhen sen mahdollistaessa. Lisäopastimella lisätään liikenteen sujuvuutta.
- Ilmaisintunnistuksia eri kulkumuodoille tullaan suunnittelemaan kattavasti, jotta esimerkiksi kävelyä ja pyöräilyä voidaan huomioida nykyistä enemmän.

8.2. Liikennevalojen yleiset kehitystrendit

8.2.1 Älykäs tunnistaminen

Maanpäälliset ilmaisimet

Uusia maanpäällisiä älykkäitä tunnistintekniikoita on olemassa ja tulossa jatkuvasti. Näitä ovat esimerkiksi monipistetutkia, kamerapohjaisia tunnistusjärjestelmiä, Lidar-tutkia ja lämpökameratunnistimia. Näitä on laajasti testattu erilaisissa testiympäristöissä ja tekniikkaa on käytössä Vaasassakin.

Uusi tekniikka tuo myös haasteita toimintavarmuuteen erilaisissa sääolosuhteissa Suomessa. Esimerkiksi kova lumisade saattaa antaa virrehavaintoja tai sitten jättää tunnistamatta ajoneuvoja. Tekniikka kehittyy kuitenkin jatkuvasti ja sen myötä myös toimintavarmuus.

Uudet älykkäät tunnistusjärjestelmät vaativat entistä enemmän osaamista ylläpidolta. Lisäksi uudella tekniikalla on omat vaatimuksensa kaapelointien ja asennustöiden suhteen. Tarvitaan esimerkiksi korkeampaa liikennevalopylvästä, että tekniikka toimisi luotettavasti.

Maanpäälliset ilmaisimet voivat olla hankintahinnaltaan kalliimpia, mutta vähentävät toisaalta huollon tarvetta verrattuna tierakenteisiin asennettaviin ilmaisiin nähden. Tapauskohteisesti kannattaa miettiä missä on järkevää käyttää älykkäitä maanpäällisiä ilmaisimia.

Langattomat ilmaisimet

Langattomat tunnistimet asennetaan tierakenteeseen. Nämä ovat helppo asentaa eivätkä ne tarvitse erillisiä kaapelointeja, joista tulee kustannussäästöjä. Tierakenteeseen asennettavat ilmaisimet eivät ole säälle niin herkkiä kuten maanpäälliset ilmaisutekniikat. Langattomat ilmaisimet pitää poistaa asfaltoinnin ajaksi ja ne voidaan asentaa uudelleen. Langattomien ilmaisimien akkujen kestoikä on noin 10 vuotta.

8.2.2 Älyjärjestelmät

SYVARI-ohjaustapa

Suomessa liikennevalojen ohjaustapoina on käytössä yleisesti joko kiinteän kierron ohjaus (yhteenkytkentä) tai erillisohjaus. Kiinteän kierron ohjaustapa on toteutettu perinteisellä ohjauksella, pulssiohjauksella tai SYVARI-ohjauksella (synkronoitu vaiherinki). SYVARI-ohjaustapa on viime vuosina kasvattanut suosiotaan ja alkaa olemaan vakiintunut ohjaustapa laajalti Suomessa. SYVARI-ohjauksessa etuustoimintojen kuten joukkoliikenne-etuuden tai HALI-etuuden jälkeinen palautuminen normaali-ohjaukseen on nopeampaa perinteisimpiin ohjaustekniikoihin nähden.

Adaptiivinen ohjaus

Tampereella ja Kuopiossa on otettu käyttöön adaptiivinen ohjausjärjestelmä, jossa liikennevalo-ohjaus mukautuu automaattisesti liikenteen tarpeisiin. Adaptiivinen järjestelmä vaatii kattavat ilmaisinjärjestelyt, jotta oikeat liikennemuodot saadaan tunnistettua ja sitä myötä oikeanlainen ohjaus liikenteelle. Adaptiivisen ohjauksen hyötyjä ovat liikenteen automaattinen ohjaus. Käyttäjä pystyy säätimen avulla priorisoimaan eri liikenteen kulkumuotoja tai liittymän eri tulosuuntia.

Alkuvaiheessa adaptiivisen järjestelmän säätäminen vaatii enemmän työtä, mutta oikein toimiessaan vähentää myöhempää kojeohjelmointia. Adaptiivinen ohjaus ennustaa liikennetilanteen kehittymistä ilmaisimista saadun tiedon perusteella ja säätää tämän mukaan ohjausta optimoidusti.

Adaptiivisessa ohjauksessa huomioidaan myös muista avoimista rajapinnoista saatava tietoa kuten joukkoliikenteen paikkatietoa tai kävelyn ja pyöräilyn tilannetietoa. Mitä enemmän dataa on saatavilla eri kulkumuodoista, sitä tehokkaammin adaptiivinen ohjaus niitä palvelee.

Adaptiivista ohjausta voisi ajatella käytettävän Vaasassa esimerkiksi Vaasanpuistikon alueella, jossa liikenne on vilkasta ja huomioitavia eri kulkumuotoja useita.

Dynaaminen ohjelmanvaihto

Dynaaminen ohjelmanvaihto vaihtaa automaattisesti liikennevalojen ohjelmaa liikennetilanteen tarpeen mukaan. Dynaamisen ohjelmanvaihdon toiminta perustuu liikennemäärien tutkimiseen ja järjestelmä lähettää automaattisesti sen perusteella ohjelmanvaihtokäskyt liikennevalokojeille. Oulun kaupungissa dynaamista ohjelmanvaihtoa on suunniteltu otettavan käyttöön ja sitä pilotoidaan kirjoitushetkellä. Oulussa TPM-järjestelmä (Traffic Performance Monitor) toteuttaa dynaamisen ohjelmanvaihdon. Dynaaminen ohjelmanvaihto vaihtaa automaattisesti liikennevalokojeissa ohjelmoituja ohjelmia sen mukaan mikä liikenne on sillä hetkellä. Yhteenkytkentäjakson ohjelmista voidaan esimerkiksi siirtyä käyttämään ruuhkaohjelmaa, kun tarve tulee tai vaikkapa erillisohjelmaa, kun yhteenkytkennälle ei ole enää tarvetta.

Dynaamisen ohjelmanvaihdon käyttö vaatii liikennevaloille useampia ohjelmia, joita voidaan käyttää tarpeen mukaan. Dynaaminen ohjelmanvaihto tarvitsee ilmaisinjärjestelyt, josta voidaan laskea liikennemäärä. Laskentaan käytettävien ilmaisimien kunnossapito on tärkeää, jotta todellinen liikennemäärä saadaan tulkittua oikein. Vaikka

dynaaminen ohjelmanvaihto on käytössä, tarvitaan liikennevalokojeessa ohjelmanvaihtoaikataulut, jos jostain syystä dynaaminen ohjelmanvaihto ei olisi käytettävissä. Tällöin liittymä siirtyy käyttämään normaalin liikennevalo-ohjelman mukaista ohjelmaa.

Ohjelmaan puuttuminen

Oulussa on käytössä TPM-järjestelmä (Traffic Performance Monitor). Tätä järjestelmää käytetään hyväksi ohjelmaan puuttumisella ohjelmistorajapinnan kautta. Järjestelmä tutkii esimerkiksi ruuhkaa ja puuttuu normaalin liikennevalojen ohjaustapaan. Tätä toimintoa voidaan käyttää esimerkiksi yleisötapauhtumien liikenteen tai voimakkaan työmatkaliikenteen ruuhkanpurkuun liikennevaloliittymissä. Järjestelmä tutkii esimerkiksi jononpituuksia tai liikennemäärätietoja, joiden perusteella järjestelmä lähettää ohjelmallisesti ruuhkanpurkutoiminnon liikennevalokojeille. Järjestelmän avulla voidaan aktivoida liikennevalojen ilmaisimia, jotka toteuttavat haluttuja toimintoja liikennevalo-ohjelmissa. Ohjelmaan puuttuminen ei rajoita vain ruuhkanpurkujen toimintaan vaan sitä voi käyttää monenlaisissa tilanteissa kuten esimerkiksi puomien tai kävelyn ja pyöräilyn ohjauksessa.

Erityisryhmien huomioiminen liikennevaloissa

Liikennevaloissa on mahdollista tunnistaa erityisryhmiä erilaisin tavoin. Esimerkiksi on saatavana painonappeja, joissa on RFID tunnistus (Radio Frequency IDentification) tai vaikkapa kännykkäsovellus, jolla voidaan ilmoittaa tarve ohjelmistorajapinnan kautta liikennevalokojeelle. Tällä tunnistuksella voitaisiin antaa esimerkiksi priorisoitu suojatien ylittäminen erityisryhmälle. Tätä tunnistustoimintoa voidaan käyttää näkövammaisten, liikuntarajoitteisten, päiväkoti- tai koululaisryhmille, jotka voisivat saada priorisoidun ja pidemmän vihreän suojatiellä, joka mahdollistaa turvallisemman ylityksen liikennevaloissa.

RSMP

RSMP (Road Side Message Protocol) on pohjoismaissa kehitetty avoimeen rajapintaan perustuva ohjelmointirajapinta tila- ja ohjaustietojen välittämiseen liikennevalokojen ja muiden järjestelmien välillä. RSMP rajapintaversioita on olemassa monia ja vielä toistaiseksi näitä ei kattavasti ole otettu käyttöön Suomessa. Tulevaisuudessa näiden käyttäminen tulee todennäköisesti enemmän yleistymään. Muualla Euroopassa erilaisia avoimia rajapintoja kehitetään jatkuvasti ja osa niistä on käytössäkin.

TPM

TPM (Traffic Performance Monitor) on järjestelmä missä on käytössä monia liikenteen indikaattoreita kuten sillä pystytään havainnoimaan liikenteen sujuvuutta reaaliaikaisesti. Näkymä tuottaa esimerkiksi liikennevaloliittymien tulosuuntien palvelutason, jononpituuden tason tai liikennemäärän tason karttapohjalla. Järjestelmää käytetään tällä hetkellä ainakin Oulun, Tampereen ja Vantaan kaupungeissa. Järjestelmästä saadaan ulos myös avoin rajapinta, jossa ulkopuoliset voivat tehdä erilaisia sovelluksia tai järjestelmiä indikaattoreiden pohjalta. Järjestelmästä voidaan ajaa ulos raportteja ja tarkastelemaan liikenteen toimivuuksia pidemmältä aikaväliltä ja seurata liikenteen trendejä mihin suuntaa liikenne on menossa. Tämä auttaa havaitsemaan myös liikennevalojen ohjaustarpeiden muutokset, mikäli liikennetilanne muuttuu eikä nykyohjaus enää palvele liikennettä. TPM-järjestelmästä saadaan myös hälytykset ylläpitäjälle, jos liikenteen toiminta ei ole sujuvaa.

TPM-järjestelmän avulla voidaan toteuttaa myös dynaamiset ohjelmanvaihtotoiminnot, ohjelmaan puuttumiset ja esimerkiksi varareittijärjestelmän ohjelmanvaihdot mikä Oulussa on käytössä. TPM-järjestelmä mahdollistaa myös lähtötietoja reaaliaikaiseen liikenne- ja päästömalliin.

C-ITS

Uusia tienvarsilaitteiden ja ajoneuvojen välisiä ohjaus- ja kommunikointitekniikoita on tulossa. C-ITS (Cooperative Intelligent Transport Systems) on teknologia, joka mahdollistaa tienvarsilaitteiden ja ajoneuvolaitteiden välisen ohjauksen ja kommunikoinnin. Tätä varten on kehitetty erilaisia standardeja ajoneuvoihin ja tienvarsilaitteiden välille. Tämän avulla esimerkiksi joukkoliikenteen linja-autot voisivat keskustella liikennevalo-järjestelmän kanssa standardisoituja viestejä käyttäen. Järjestelmää voisi käyttää myös erilaiset sovellukset kuten polkupyöräilijän ja jalankulkijoiden pyyntöihin tai etuuksiin liikennevaloissa. Liikennevalojen ohjaustilaa voisi esimerkiksi välittää suoraan ajoneuvojärjestelmiin tai erillisiin sovellutuksiin, jotta voisi paremmin ajaa esimerkiksi vihreässä aallossa ja ennustaa vihreän aikaa. Tällä voitaisiin esimerkiksi vähentää päästöjä ja minimoida pysähdyksiä.

Suomessa osalla laitevalmistajilla on valmius välittää ja vastaanottaa C-ITS viestejä ITS-G5 protokollaa käyttäen. Tällä hetkellä EU-rahoitteisessa NordicWay3 hankkeessa tutkitaan mahdollisuuksia hyödyntää kotimaisten operaattoreiden matkapuhelinverkkoja C-ITS viestien välittämiseen. Tienvarsilaitteet tukevat joko suoraan C-ITS viestejä tai sitten erillistä RSU-yksikköä käyttäen (Road Side Unit), joka vastaanottaa ja lähettää viestejä ajoneuvojen kanssa. Ajoneuvoissa täytyy olla standardisoitu tuki tätä toimintoa varten. Standardisoituja viestejä ovat mm. SPAT (Signal Phase and Timing) joka sisältää nykyisen opastintilan ja sen ennustettavuuden, CAM (Cooperative Awareness Message) joka ilmoittaa ajoneuvon paikkatiedon, suunnan ja nopeuden, MAP (MapData) ilmoittaa risteyksen topologiatiedot, SSM (Signal Status Message) sisältää opastintilatiedon ja etuuspyyntötilat tienvarsilaitteelta, SRM (Signal Request Message) jonka välityksellä pystytään antamaan etuuspyyntöjä tienvarsilaitteelle ja ISVW (Imminent Signal Violation Warning) joka antaa varoituksen punaisia päin ajamisesta ajoneuvon kuljettajalle ja muille varoituksen ajoneuvosta joka on ajamassa päin punaista.

8.2.3 Tietoliikenneverkon kehittäminen ja palveluiden turvaaminen

Tietoliikenneverkko, jonka kautta kaikki palvelut kulkevat, olisi hyvä olla kunnossa. Liikennevalojen tietoliikenneverkon osalta olisi hyvä tehdä tarkempi selvitys tietoliikenneverkon tämän hetken kunnosta, tietoturvasta sekä risteyksien välisistä tiedonsiirtokapasiteeteista niiltä osin kuin se on mahdollista. Tehdyn selvityksen perusteella voidaan nähdä olemassa olevan verkon tila ja sen kehitystarpeet.

Tietoliikenneverkkoyhteyksien osalta, olisi hyvä tehdä pitkän tähtäimen suunnitelma, jossa nykyisen verkon tilasta tehty tarkastelu voisi toimia pohjana. Suunnitelman tavoitteena olisi verkkoyhteyksien tehostaminen kuidulla tulevaisuuden palveluja varten, verkkoyhteyksien varareittien sekä järjestelmän kahdentaminen palveluiden takaa-
miseksi sekä tietoliikenneverkon valvontajärjestelmä, jonka avulla saadaan reaaliaikaista tietoa verkon tilasta ja sen toiminnasta

9. Toteutusohjelma

Taulukossa 7 on esitetty Vaasan kaupungin ja valtion erityistehtäväyhtiö Fintraffic Tie Oy:n liikennevalojen saneeraus- ja toteutusohjelma vuosille 2022–2026. Alustava kustannusarvio saneeraukselle on noin 2,2 miljoonaa euroa, josta Vaasan kaupungin osuus on 2 miljoonaa euroa ja Fintraffin Tie Oy:n osuus 200 000 euroa. Viidelle vuodelle jakautuessaan tämä tarkoittaa Vaasan kaupungille noin 400 000 euron ja Fintraffic Tie Oy:lle 40 000 vuosittaista määrärahaa. Toteutusohjelma on ohjeellinen ja tarkentuu myöhemmin liittymänkohtaisen rakennussuunnittelun yhteydessä.

Toteutusohjelman tarkoituksena on uusia liikennevalojen laitekanta sekä ohjelmoinnit yleissuunnitelman periaatteita vastaaviksi, joka tarkoittaa laajamittaista ohjauskojeiden ja liikennevalo-opastimien uusimista, ilmaisinjärjestelyiden täydentämistä sekä tietoliikenneverkon rakentamista.

Taulukko 7. Liikennevalojen saneerauksen toteutusohjelma.

Toteutusvuosi	Kehittämistoimenpide	Liittymien määrä
2022	Kojeiden ja opastimien uusiminen Vaasanpuistikon ja Sepänkyläntien yhteenkytkentäjaksoilla	12 kpl (Vaasan kaupunki) 2 kpl (Fintraffic Tie Oy)
2023	Ilmaisinjärjestelyiden ja ääniopastimien uusiminen Vaasanpuistikon ja Sepänkyläntien yhteenkytkentäjaksoilla	11 kpl (Vaasan kaupunki) 2 kpl (Fintraffic Tie Oy)
	Kojeiden, opastimien ja ilmaisimien uusiminen Huutoniementiellä	7 kpl (Vaasan kaupunki) 2 kpl (Fintraffic Tie Oy)
2024	Kojeiden, opastimien ja ilmaisimien uusiminen Konepajankadun, Rautatienkadun sekä Vöyrinkadun yhteenkytkentäjaksoilla	13 kpl (Vaasan kaupunki)
2025	Kojeiden, opastimien ja ilmaisimien uusiminen Palosaarentiellä, Wolffintiellä sekä Kirkkopuistikolla	9 kpl (Vaasan kaupunki)
2026	Kojeiden, opastimien ja ilmaisimien uusiminen Korsholmapuistikolla, Hietalahdenkadulla, Hirventiellä sekä Gerbyn rantatiellä	9 kpl (Vaasan kaupunki)