

OULUN SEUDUN LIIKENNEVALOT 2025

Yleissuunnitelma

2018

OULU | Yhdyskunta- ja
ympäristöpalvelut



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus

Sisältö:

Tiivistelmä.....	7
Esipuhe	9
Käsitteet ja määritelmät	10
2 Liikennevalojen nykytilanne Oulun seudulla	11
2.1 Liikennevalojärjestelmä	11
2.1.1 Lähtökohdat.....	11
2.1.2 Järjestelmän perustiedot.....	13
2.1.3 Liikennevalojen määrä ja laitteisto.....	14
2.1.4 Liikennevalojen tietoliikenneverkko.....	15
2.1.5 Erillisjärjestelmät	16
2.1.5.1 Hälytysajoneuvojen etuusjärjestelmä (HALI).....	16
2.1.5.2 Joukkoliikenteen informaatio- ja etuusjärjestelmä	16
2.1.5.3 Automaattinen liikenteenvalvonta	17
2.2 Nykytilanteen analyysi	17
2.2.1 Lähtökohdat.....	17
2.2.2 Toiminnalliset puutteet ja ongelmat	18
2.2.3 Tekniset puutteet ja ongelmat	20
2.3 Asiantuntija- ja tienkäyttäjäkyselyn tulokset.....	22
2.3.1 Yleinen kysely	22
2.3.2 Yleisen kuntalaiskyselyn karttapalaute	23
2.3.3 Sidosryhmäkysely	23
2.3.4 Kaupunkikysely.....	24
2.3.4.1 Liikennevalojen yleissuunnitelmat.....	24
2.3.4.2 Liikennevalojen kustannukset.....	24
2.3.4.3 Joukkoliikenne-etuudet	24
2.3.4.4 Hälytysajoneuvojen etuudet.....	24
2.3.4.5 Ilmaisintekniikka	24
2.3.4.6 Kävelyn ja pyöräilyn järjestelyt liikennevaloissa.....	24
2.3.4.7 Adaptiivinen ohjaus	25
2.3.4.8 Liikennevalojen tietoliikenneverkko	25
2.3.4.9 Liikennetietojen keruu liikennevalojen avulla	25
2.3.4.10 Liikennevalojen kehittämisen haasteet	26
3 Liikennevalojen yleinen kehitys.....	26
3.1 Liikennevalojen kehitys 2000-luvulla	26

3.2	Merkittävät muutokset lainsäädännössä ja ohjeissa	27
3.3	Lähivuosien kehitysnäkymät Suomessa	27
4	Oulun liikennevalojärjestelmän visio ja tavoitteet vuodelle 2025.....	29
4.1	Vuoden 2006 yleissuunnitelman tavoitteet ja niiden toteutuminen.....	29
4.2	Tavoitteet vuodelle 2025 ja keinot niiden toteuttamiseksi	30
5	Liikennevalojen suunnitteluperiaatteet.....	34
5.1	Lähtökohdat ja yleiset periaatteet	34
5.1.1	Liikenneympäristöt	34
5.1.2	Suunnittelutekijät	38
5.1.3	Mitoitusliikenne	42
5.1.4	Liikennevalojen ohjaustapa	42
5.1.5	SYVARI-ohjaustapa.....	43
5.1.6	Liikennevalojen toiminta-ajat ja valo-ohjelmat	43
5.2	Moottoriajoneuvoliikenne	44
5.2.1	Opastinryhmä- ja vaihejaon lähtökohdat	44
5.2.2	Lisäopastimien käyttöperiaatteet	45
5.2.3	Fyysiset järjestelyt.....	46
5.2.3.1	Opastimien sijoitus.....	46
5.2.3.2	Taustalevyt ja yläpuoliset opastimet.....	48
5.2.3.3	Ajoneuvoliikenteen tunnistaminen.....	49
5.2.3.4	Kaapelointi ja kaapeleiden suojaus	50
5.2.3.5	Ohjauskojeen sijoitus	50
5.2.4	Yhteenkytkennän periaatteet	52
5.2.5	Erikoistoiminnot.....	52
5.2.5.1	Hälytysajoneuvoetus.....	52
5.2.5.2	Raskaan liikenteen etuus.....	53
5.2.5.3	Ruuhkanpurkutoiminto	54
5.2.5.4	Linkitykset.....	55
5.2.5.5	Varareittiohjaukset.....	55
5.3	Kävely ja pyöräily.....	55
5.3.1	Lähtökohdat kävelyn ja pyöräilyn huomioimiseksi liikennevaloissa.....	55
5.3.2	Suojatien ohjaus.....	56
5.3.2.1	Pyyntötavat	57
5.3.2.2	Painonapin käytettävyyden parantaminen.....	58
5.3.2.3	Vihreänä pysyminen.....	59

5.3.2.4	Suojatien liikennevalo-ohjauksen tasapuolistaminen ja etuudet.....	60
5.3.2.5	Erilliset suojatievalot.....	60
5.3.2.6	Jalankulkuvaiheet.....	61
5.3.3	Suojatien fyysiset järjestelyt.....	61
5.3.3.1	Jalankulku- ja polkupyöräopastimet.....	61
5.3.3.2	Jalankulku- ja pyöräilmaisimet.....	62
5.3.3.3	Painonapit ja painonappivarusteet.....	62
5.3.3.4	Ääniopastimet.....	62
5.3.3.5	Nappivalon toisto.....	62
5.3.3.6	Supersuojatie.....	62
5.3.4	Erikoistoiminnot.....	63
5.4	Joukkoliikenne.....	64
5.4.1	Lähtökohdat joukkoliikenteen huomioimiseksi liikennevaloissa.....	64
5.4.2	Käyttökohteet ja toteutusperiaatteet.....	64
6	Käyttö ja ylläpito.....	66
6.1	Liikennevalojen ylläpidon pääperiaatteet.....	66
6.2	Laitetekninen ylläpito.....	66
6.2.1	Pääperiaatteet.....	66
6.2.1.1	Osatehtävät ja laadunvarmistus.....	68
6.2.1.2	Toiminnanohjaus.....	69
6.2.2	Ohjaus- ja valvontajärjestelmä.....	70
6.2.3	OmaisuuDENhallinta.....	70
6.3	Liikennetekninen ylläpito.....	71
6.3.1	Pääperiaatteet.....	71
6.3.2	Liikenneteknisen toimivuuden seuranta järjestelmä.....	71
6.4	Asiakasvuorovaikutus.....	72
6.4.1	Palautteiden käsittely.....	72
6.4.2	Tiedottaminen.....	72
6.5	Suunnitelmien esitystapa ja dokumentaation hallinta.....	72
7	Kehittäminen.....	73
7.1	Liikennevalojen tarpeen arviointi.....	73
7.1.1	Lähtökohdat ja kriteerit.....	73
7.1.2	Kehittämistarpeiden priorisointi.....	74
7.1.3	Uusien liikennevalojen tarve vuoteen 2025 mennessä.....	76
7.2	Laitteiston kehittäminen.....	76

7.2.1	Liittymäteknologia	76
7.2.1.1	Ohjauskojetekniikka	76
7.2.1.2	Liikennevalojen vuorovaikutus muiden järjestelmien kanssa.....	77
7.2.1.3	Tiedonsiirto	77
7.2.1.4	Liikenteen tunnistus	77
7.2.1.5	Kaapelointi.....	78
7.2.2	Ohjaus- ja valvontajärjestelmä	78
7.3	Kehittämisohjelma	79
7.4	Mittarit	82
	Liitteet.....	83
	Liite 1. Oulun liikennevalot, osa-aluejako (kartta)	84
	Liite 2. Liikennemäärät Oulun seudulla (aamuruuhka 2016 ja 2030).....	85
	Liite 3. Liikennemäärät Oulun seudulla (iltaruuhka 2016 ja 2030).....	86
	Liite 4. Liikennevalojärjestelyt nykytilanteessa	87
	Liite 5. Ajoitussuunnittelun yksityiskohtaiset periaatteet.....	88
	1. Valo-ohjelmat eri liikennetilanteissa Oulun seudulla.....	88
	2. Yhteenkytkennät Oulun seudun liikennevaloissa	89
	4. Ajoneuvo-opastinryhmien ohjaustoiminnot	90
	5. Ilmaisintoiminnot	91
	6. Suojatien vihreän mitoitus	91
	7. Joukkoliikenteen etuusparametrit ja testaus.....	92
	Liite 6. Tekninen ympäristö	93
	1. Liikennevalokeskus.....	93
	2. Liikennevalojen tietoliikenneverkon rengasverkkotopologia	93
	3. Liikennevalojärjestelmän tekniset ominaisuudet	94
	4. Pylväät	96
	5. Opastimet	97
	6. Liikennevalokamerat	97
	7. Ilmaisintekniikka.....	97
	8. Liikenteen laskenta liikennevaloissa	98
	9. Kojeohjelmointien periaatteet	100
	Liite 7. Liikennetekninen ympäristö	102
	Liite 8. Oulu seudun liikennevalojen dokumentointiohje	104
	Liite 9. Liittymien prioriteettilista (top 50) ja kohteiden sijoittumiskartta.....	105
	Liite 10. Kaaviokuvat liikennevalojen hallinnan ja ylläpidon toimintamalleista.....	107

Liite 11. Asiantuntijakyselyn palautetaulukot.....	112
Liite 12. Asiantuntijakyselyn palautteen kohdistuminen.....	115

Tiivistelmä

Liikennevalojen ylläpitoa ja kehittämistä Oulun seudulla ohjaa ja valvoo liikennevalotyöryhmä, joka toimii Liikenteenhallinnan johtoryhmän alaisuudessa. Liikennevalotyöryhmässä on edustus Oulun kaupungilta, Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksesta, ylläpitourakoitsijalta sekä asiantuntijapalvelun konsulttiryhmästä. Asiantuntijapalvelun kautta tilaajilla on käytössä monipuolinen ryhmä liikennevalo-ohjauksen ja liikenteenhallinnan asiantuntijoita. Keskeisiä toiminnan kulmakiviä ovat olleet ja on tiivis yhteistyö toimijoiden välillä, toiminnan systemaattisuus ja nopea reagointi kehittämis- ja muutostarpeisiin.

Liikennevalojen määrä Oulun seudulla (Oulu, Kempele, Liminka, Muhos) on viimeisen 10 vuoden aikana kasvanut noin 40 %. Kasvu on ollut samaa luokkaa kuin edellisellä yleissuunnitelmajaksolla. Nykyisin seudulla on 171 liikennevaloliittymää. Liittymien rakentamisen tarve on seurausta Suomessa tapahtuvasta kaupungistumisesta.

Nykyisin käytössä oleva tekniikka sekä liikennevalojen ajoitukset ja ohjausperiaatteet on uudistettu ja ajantasaistettu viimeisten vuosien aikana ja ne luovat hyvän kehittämisympäristön tulevaisuuden tarpeille.

Tämä yleissuunnitelma on vuonna 2006 valmistuneen yleissuunnitelman päivitys, jossa on kuvattu vuoden 2006 yleissuunnitelman tavoitteiden täyttyminen ja liikennevalojärjestelmän nykytila, muutokset suunnitteluperiaatteisiin sekä esitetty jatkokehittämisen tavoitteet ja toimenpiteet.

Työn lähtötietoina ovat työn yhteydessä tehty yleis- ja asiantuntijakysely, työn aikana esille tulleet tekniset ja toimivuusongelmat, nykyiset liikennemäärät ja liikennemäärien kehitysarviot sekä Oulun keskustan kävelyn ja pyöräilyn kehittämissuunnitelman periaatteet.

Työn keskeisenä tavoitteena on nykytilanteen kartoittaminen, suunnitteluperiaatteiden ajantasaistaminen sekä kehittämistoimenpiteiden linjaus. Työn lähtökohtana käytettiin vuoden 2006 yleissuunnitelmassa määriteltyjä liikenneympäristöjä ja suunnittelutekijöitä, joiden tavoitteet ja pääasialliset toteuttamiskeinot päivitettiin uusien tavoitteiden saavuttamiseksi.

Suunnitelmassa on esitetty Oulun seudun liikennevalojen keskeisiksi kehittämis- ja suunnitteluperiaatteiksi seuraavaa:

- Liikennevalojen ohjauskojeet uusitaan siten, että kojeiden keski-ikä on alle 10 vuotta. Ohjauskoje pyritään uusimaan 15 vuoden kuluttua ko. kojetyypin viimeisestä valmistusvuodesta ja viimeistään 20 käyttövuoden jälkeen.
- Liikennevalo-opastimien sijoitus liittymässä ja nuoliopastimien käyttöperiaatteet yhtenäistetään. Kaksiaukkoisen nuoliopastimen käyttöä lisätään liikenteen sujuvuuden parantamiseksi.
- Keskustassa liikennevalojen pääohjaustapa on lähtökohtaisesti kiinteä ohjaus, jossa kulkumuotojen ei tarvitse pyytää omaa vihreää. Keskustan sisääntuloteilla liikennevalojen pääohjaustapa on kytketty ohjaus, jossa on sujuvat vihreät aallot eri liikennetilanteita varten. Muilla pääteillä pääohjaustapa on täysin liikenneohjauksinen erillisohjaus siten, että varmistetaan pääsuunnan liikenteen ja raskaan liikenteen sujuvuus tarkoituksenmukaisten erikoistoimintojen avulla. Esikaupunkialueilla ja ympäristökunnissa pääohjaustapa on erillisohjaus.

- Joukkoliikenteen sujuvuus ja säännöllisyys varmistetaan kattavilla joukkoliikenne-etuuksilla, jotka toteutuvat vain aikataulusta jäljessä oleville busseille. Etuutena annetaan pidentämällä bussin tulosuunnan vihreää tai nopeuttamalla vihreän alkamista. Tulevaisuudessa bussireitin liikennevalojen ajoitusta säädetään ajantasaisesti ottaen huomioon myös muun liikenteen tarpeet.
- Kävelylle ja pyöräilylle annetaan entistä suurempi painoarvo liikennevalojen toiminnassa. Keskeisessä asemassa on kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistamisen parantaminen. Myös ajoneuvojen parempi tunnistaminen mahdollistaa kävelyn ja pyöräilyn ohjauksen parantamisen. Suojatien opastimet vaihtuvat vihreäksi automaattisesti tai ajoneuvo-opastimien mukana, mikäli niiden punaiseksi jättämisestä ei ole merkittävää hyötyä ajoneuvoliikenteen sujuvuudelle. Suojatien vihreän pituutta säädellään ilmaisimilla. Oulun keskustassa voidaan ottaa käyttöön myös voimakkaampia suosimistoimenpiteitä päättäjien niin linjatessa.
- Liikennevalojen suunnittelu ja ohjelmointi toteutetaan yhtenäisin periaattein, mikä parantaa suunnittelun ja erityisesti ylläpidon tehokkuutta ja laatua. Tämä tarkoittaa sitä, että valo-ohjauksen perustoiminnot ja keskeisimmät erikoistoinnot pyritään samassa kojetyypissä myös toteuttamaan aina samalla tavalla. Tätä varten suunnitelmassa on määritetty keskeisimpien perus- ja erikoistointien periaatteet.
- Liikennevalojen kehittämistarpeiden priorisointi eri tekijöiden (turvallisuus, joukkoliikenne, kävely ja pyöräily, sujuvuus, muut erityiset tekijät) perusteella tehdään yhtenäisin perustein painotettua pisteytystä hyväksikäyttäen. Työssä päivitettyä menetelmää kehitetään edelleen toimijoiden yhteistyönä tarpeen mukaan.

Oulun seudun liikennevalojen hallinnoinnissa, omistuksessa ja ylläpitovastuussa noudatetaan jatkossakin yhden omistajan periaatetta. Valta- ja kantateiden liikennevalot omistaa valtio. Seutu- ja yhdysteillä liikennevalojen omistus harkitaan siten, että valtakunnallinen valtion ja Kuntaliiton yhteisesti hyväksymä tienpidon kustannusjako pitkällä aikavälillä toteutuu. Kaduilla olevat liikennevalot omistaa kaupunki tai kunta. Omistuksesta riippumatta seudun liikennevaloja hoidetaan yhtenä kokonaisuutena ja yhtenäisin periaattein.

Liikennevalojen kehittämisessä painopisteenä alkavalla yleissuunnitelmajaksolla ovat:

1. liikennevalojen liikenneteknisen toimivuuden seurannan kehittäminen,
2. kävelyn ja pyöräilyn huomioiminen liikennevaloissa erityisesti pääreiteillä ja keskusta-alueella sekä
3. omaisuudenhallintajärjestelmän toteuttaminen.

Yleissuunnitelmaa noudatetaan kaikilta soveltuvilta osin myös muun Pohjois-Pohjanmaan (Raahe, Ylivieska, Nivala, Kalajoki, Kuusamo) ja Kainuun (Kajaani, Kuhmo, Sotkamo) liikennevalojen ylläpidossa ja kehittämisessä.

Esipuhe

Oulun seudun liikennevalojen yleissuunnitelma 2025 on päivitys vuonna 2006 valmistuneelle Oulun seudun liikennevalojen yleissuunnitelmalle 2020. Yleissuunnitelma kuvaa työryhmän tahtotilaa, miten Oulun seudun liikennevaloja kehitetään ja suunnitellaan vuoteen 2025 saakka. Lähivuosien toimenpiteet on kuvattu tarkemmin ja kauemmaksi sijoittuvia toimenpiteitä on arvioitu karkeammin. Yleissuunnitelman periaatteita sovelletaan myös muissa Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueen liikennevaloliittymissä.

Työn tilaajina ovat toimineet Oulun kaupunki sekä Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus.

Työtä varten perustettuun työryhmään ovat kuuluneet:

Jani Huttula	Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. pj
Erkki Malo	Oulun kaupunki
Mikko Myllylä	Oulun kaupunki
Harri Vaarala	Oulun kaupunki
Jouko Hintsala	Ramboll Finland Oy
Pauli Kinnunen	Sito Oy
Jukka Talvi	Oulun Energia Urakointi Oy
Jani Koppelo	Oulun Energia Urakointi Oy
Jaakko Tuominen	Traficon Oy
Jari Oinas	Traficon Oy
Tuomo Ojakoski	Solutra Oy
Antti Karhunen	Solutra Oy

Yleissuunnitelma esitellään ja hyväksytetään Oulun kaupungin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuskusien päättävissä elimissä. Ohjetta esiteltiin Oulun seudun liikenteen ja liikenteenhallinnan johtoryhmissä.

Oulu, kesäkuu 2018

Käsitteet ja määritelmät

H/K-ajattelu

Taloudellisuusnäkökulma, jolla haetaan yhteiskuntataloudellisesti kannattavinta ratkaisua.

Joukkoliikenne-etuus

Liikennevalo-ohjauksen toiminto, joilla joukkoliikenne saa normaalista ohjauksesta poiketen aiemmin tai pidempään vihreää.

Kävelyn ja pyöräilyn etuudet

Liikennevalo-ohjauksen toiminnot, joilla kävely ja pyöräily saa normaalista ohjauksesta poiketen aiemmin tai pidempään vihreää.

Kävelyn ja pyöräilyn suosiminen

Ylätason termi, joka sisältää kävelyn ja pyöräilyn tasapuolistamistoimenpiteet sekä etuudet.

Kävelyn ja pyöräilyn tasapuolistaminen

Tunnistuksen kehittäminen, joka mahdollistaa todellisen kysynnän mukaisen ohjauksen ja optimoi toiminnallisuuden kaikkien liikennemuotojen osalta.

Liikenneteknisen toimivuuden seurantajärjestelmä

Järjestelmä, joka laskee liikennevaloliittymistä automaattisesti liikenneteknistä toimivuutta kuvaavia suureita. Suureiden perusteella voidaan tuottaa mm. automaattisia herätteitä.

Liikennetieto-ohjattu ohjelmanvaihto

Liikennetieto-ohjatulla ohjelmanvalinnalla ja -vaihdolla tarkoitetaan liikennevalo-ohjelman vaihtamista todellisen kysynnän ja tarvittavan kapasiteetin mukaiseksi. Vaihto voi perustua liikennemääriin tai muihin liikenneteknisiin tunnuslukuihin.

Liikennevalojen ylläpitourakoitsija

Liikennevalojen hoidosta ja ylläpidosta vastaava palveluntuottaja.

Ohjaus- ja valvontajärjestelmä

Järjestelmä, josta voidaan valvoa ja ohjata keskitetysti liikennevalojen toimintaa.

Suojatie

Suojatie osoittaa tien osaa, joka on tarkoitettu jalankulkijoiden käytettäväksi ajoradan, pyörätien tai raitiotien ylittämiseen. Tässä raportissa käytetään suojatiestä sekä yhdistetystä suojatiestä ja pyörätien jatkeesta nimitystä suojatie.

Supersuojatie

Laadukkaimmin varustellusta yhdistetystä suojatiestä ja pyörätien jatkeesta käytetään tässä raportissa termiä supersuojatie.

Lisää liikennevaloihin liittyvää termistöä on esitetty liikennevalojen suunnitteluohjeessa LI-VASU2016.

2 Liikennevalojen nykytilanne Oulun seudulla

2.1 Liikennevalojärjestelmä

2.1.1 Lähtökohdat

Vuoden 2006 yleissuunnitelman valmistumisen jälkeen Oulun seudun liikennevaloissa on panostettu voimakkaasti tekniikan uudistamiseen ja kehittämiseen. Keskeisiä toiminnan kulmakiiviä ovat olleet ja on tiivis yhteistyö toimijoiden välillä, toiminnan systemaattisuus ja nopea reagointi kehittämis- ja muutostarpeisiin.

Yleissuunnitelmassa tuolloin asetetut tavoitteet on saavutettu. Samanaikaisesti liikennevalo-ohjattujen liittymien määrä on kasvanut Oulun seudulla noin 40 % määrän ollessa 171 valo-ohjattua liittymää vuonna 2017. Lisäksi muualla Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa on 54 valo-ohjattua liittymää.

Vuoden 2006 jälkeen on Oulun keskusta-alueella toteutettu maankäytön ja liikenteen tavoitesuunnitelmaa (MALI), jossa on toteutettu merkittäviä muutoksia maanalaiseen pysäköintiin, joukkoliikenteeseen sekä kävelykatualueeseen. Tämä on tarkoittanut keskustan liikenteellisen painopisteen siirtymistä joukkoliikenteen sekä kävelyn ja pyöräilyn suuntaan. Vuonna 2015 laaditussa Oulun keskustan pyöräilyn ja kävelyn kehittämissuunnitelmassa kävelyn ja pyöräilyn painoarvoa nostettiin entisestään, johon myös liikennevalojärjestelyillä vastataan. Kävelyn ja pyöräilyn painoarvon kasvaessa niiden olosuhteisiin kiinnitetään entistä enemmän huomioita keskustan liikennevaloissa.

Joukkoliikenteelle toteutettiin vuosien 2015-16 aikana kaikki liikennevaloliittymät kattavat etuudet sekä sillä hetkellä Suomen edistynein informaatiojärjestelmä. Joukkoliikenteen osalta painopiste tulevana vuosina on järjestelmän säätämisessä vastaamaan liikenteellisiä tarpeita sekä lisäinformaation tuottaminen.

Hälytysajoneuvojen kulun turvaaminen liikennevaloissa on ollut tärkeä osa Oulun seudun liikennevalojen hallintaa. Hälytysajoneuvon etuuksia on kehitetty toiminnallisesti periaatteilla mahdollisimman pieni haitta muulle liikenteelle ja mahdollisimman helppo käyttäjälle. Nykyisin järjestelmä kattaa kaikki liittymät Oulussa, muualla Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa, ja on käytössä Pelastuslaitosten ja yksityisten ambulanssitoimijoiden ajoneuvoissa. Lisäksi järjestelmä on koekäytössä poliisilla. Oulun seudulla kehitetystä järjestelmästä voi muodostua valtakunnallinen standardi, joka on herättänyt laajaa mielenkiintoa myös Suomen ulkopuolella.

Digitalisaatio ja kehittyvä matkaketjujen hallinta tulee jo lähitulevaisuudessa, ja automaattiajaminen pidemmällä aikavälillä, muuttamaan ajattelumaailmaa liikennejärjestelmän kapasiteetin lisäämisestä perinteisellä väylärakentamisella. Muutokset korostavat tienpidon painopisteen siirtymistä teiden ja katujen rakentamisesta tieliikennejärjestelmän toimivuuden varmistamiseen ja tehostamiseen liikenteenhallinnan keinoin. Liikennevalo-ohjaus on tässä keskeisessä roolissa. Muutokset luovat myös merkittävän teknisen haasteen liikennevaloille, kuten esimerkiksi kommunikointi ajoneuvojen kanssa.

Oulun seudun liikennevalojen parissa työskentelee useita ihmisiä eri organisaatioista. Tien- ja kadunpitäjä hallinnoivat omistamiaan liikennevaloja sekä tilaavat ja ohjaavat suunnittelua, rakentamista ja ylläpitoa. Hankinnat kilpailutetaan Hankintalain ja hankintasääntöjen mukaisesti. Suunnittelu teetetään konsulteilla. Liikennevalojen ylläpito teetetään kilpailutuksen perusteella valitulla palveluntuottajalla monivuotisena palvelusopimuksena. Rakentaminen ja sähkösuunnittelu tilataan sähköalan urakoitsijoilta joko suoraan tai osana maanrakennusurakkaa. Laitteita ja ohjelmistoja hankitaan valmistajilta ja maahantuojilta.

Oulun seudulla on panostettu liikennevalo-ohjaukseen hyvässä yhteistyössä eri toimijoiden kesken. Viranomaisyhteistyö on Oulun seudulla tiivistä ja se on tuonut paljon synergiaa valo-ohjauksen kehittämisessä. Aktiivisten tilaajien myötä on Ouluun muodostunut konsulttirintamalla liikennevalosuunnittelun keskittymä. Kolme eri toimistoa tekee liikennevalosuunnittelua laajasti ympäri Suomen levittäen Oulun seudun hyviä käytäntöjä.

Liikennevalojen ylläpidossa on panostettu paikalliseen osaamiseen ja Oulu on pääkaupunki-seudun lisäksi ainoa kaupunkiseutu, jossa ohjelmoidaan liikennevalokojeita alusta saakka ja myös vaativia erikoisohjauksia. Monitoimijaympäristö on vaatinut kehittyneitä dokumenttien hallintaa, jota on tehty yhteisellä liikennevalojen projektiportaalilla. Portaalien käyttö on levinnyt Oulusta kaikkiin Pohjois-Suomen kaupunkeihin.

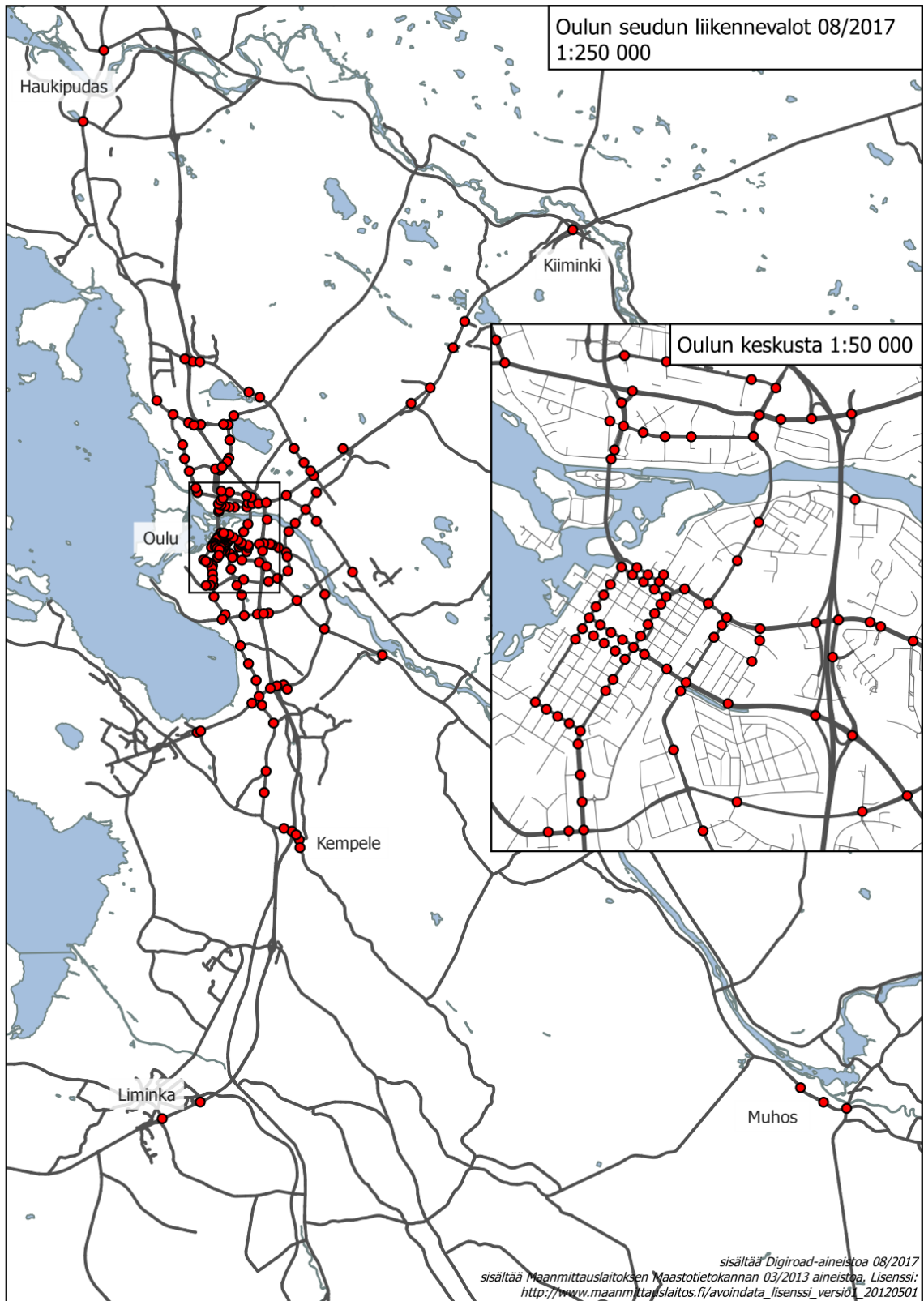
Liikennevalo-ohjauksessa on otettu käyttöön jatkuvan parantamisen periaate. Määrätietoinen kehittäminen on mahdollistanut laitekannan ja ohjelmistojen uudistamisen. Oulun seudun liikennevalojärjestelmä edustaa tämän hetken parhaita teknisiä ratkaisuja. Toimintamalleja on kehitetty muun muassa vakioimalla ohjauskojeiden toimitusvaatimukset sekä liikennevalojen rakentamisen työselitys. Käytössä on useita ilmaisia ja avoimen lähdekoodin ohjelmistoja, jotka on otettu ensimmäisten joukossa käyttöön liikennetoimialalla.

Oulun seudun liikennevalojen hallinnoinnissa, omistuksessa ja ylläpitovastuussa noudatetaan yhden omistajan periaatetta. Oulun seudulla yksittäisellä liikennevaloliittymällä on yksi omistaja, vaikka liittymässä olisi usean tienpitäjän tulohaaroja. Omistussuhde Oulun kaupungin ja Liikenneviraston kesken on jaettu vastaamaan Liikenneviraston ja Kuntaliiton yhteisesti hyväksymää liittymien tulohaarojen omistussuhteeseen perustuvaa tienpitokustannusten jakoperiaatetta. Valta- ja kantateillä olevat liikennevalot omistaa Liikennevirasto. Seutu- ja yhdysteillä liikennevalojen omistus harkitaan sen mukaan, että kokonaisuutena tulohaarojen omistussuhteen mukainen jakoperiaate toteutuu. Kaduilla olevat liikennevalot ovat kaupungin tai kunnan omistuksessa. Yhden omistajan mallista on hyvät kokemukset. Se mahdollistaa valo-ohjauksen vapaamman kehittämisen, kun kustannuksia ei tarvitse yhteensovittaa kahden eri tahon kesken.

Tässä yleissuunnitelmassa on päivitetty vuoden 2006 yleissuunnitelman periaatteet vastaamaan nykytilannetta ja uusimpia ohjeita ja käytäntöjä sekä esitetty vuoden 2025 tavoitetila ja sen toteuttamiseksi mm.

- alueellisen ohjauksen (yhteenkytkentä ja vihreät aallot / itsenäisesti toimivat liikennevalot) periaatteet eri liikennetilanteissa
- kävelyn ja pyöräilyn ohjausperiaatteet erilaisissa liikenneympäristöissä
- periaatteet joukkoliikenteen liikennevaloetuksien kehittämiselle
- kojeiden ja laitteiden uusimis- ja kehittämisperiaatteet
- periaatteet toimijoiden väliselle yhteistyölle liikennevalojen hallinnassa, ylläpidossa ja kehittämisessä
- liikennevalojen liittyminen muihin liikenteenhallinnan toimintoihin

Jäljempänä tässä raportissa Oulun liikennevaloilla tarkoitetaan Oulun seudun liikennevaloja, ellei erikseen muuta mainita.



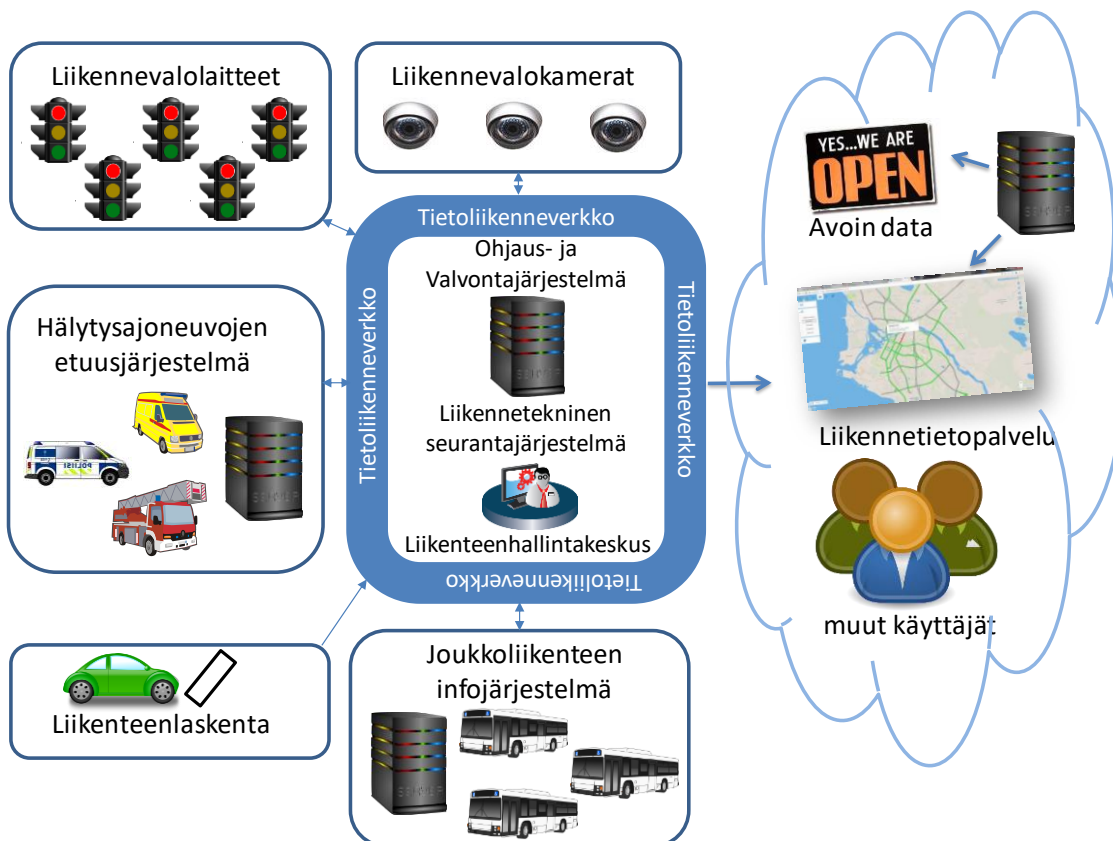
Kuva 1. Oulun seudun valo-ohjatut liittymät 31.12.2017.

2.1.2 Järjestelmän perustiedot

Liittymissä olevien laitteiden lisäksi Oulun liikennevalojärjestelmä käsittää ohjaus- ja valvontajärjestelmän (RMS), liikenneteknisen seurantajärjestelmän, tietoliikenneyhteydet, erikoistoi-

mintoja ja palveluita toteuttavat erillisjärjestelmät (hälytysajoneuvojen etuusjärjestelmä, joukkoliikenteen info- ja etuusjärjestelmä, liikennevalokamerat, liikenteenlaskenta ja liikennetietopalvelu) ja dokumentaation hallintajärjestelmän.

Oulun seudun kaikki liikennevalokojeet ovat liitettyinä RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmään, jonka kautta saadaan hoidettua käytön ja ylläpidon edellyttämä liikennevalojen hallinta ja toiminnan seuranta. Järjestelmää operoi liikennevalojen ylläpitourakoitsija sekä keltavilkku- ja varareittiohjausten osalta myös Oulun kaupungin liikennepäivystäjä (liikenteenhallintakeskus) ja Liikenneviraston tieliikennekeskus. Edellä mainittujen tahojen lisäksi järjestelmän tietoja hyödyntävät Oulun kaupungin liikenneinsinöörit, ELY-keskuksen liikenteenhallintavastaava, laitetoimittajat ja konsultit.



Kuva 2. Oulun seudun liikennevalojärjestelmä ja liitynnät muihin järjestelmiin.

2.1.3 Liikennevalojen määrä ja laitteisto

Oulun seudulla liikennevalo-ohjausta on ollut vuodesta 1963 lähtien, jolloin Oulun kaupungin ensimmäiset liikennevalot otettiin käyttöön Uusikadun ja Saaristonkadun liittymässä. Liikennemäärät ovat kasvaneet kaupunkiseudun mukana. Iso osa vilkkaimmista liittymistä ohjataan nykyisin liikennevaloin. 2000-luvun alusta saakka liikennevalo-ohjauksen vaihtoehtona on selvitetty myös kiertoliittymän toteuttamista.

Vuonna 2017 Oulun seudulla on 171 liikennevaloliittymää tai erillistä valo-ohjattua suojatietä, joista Oulun kaupunki omistaa 121 ja Liikennevirasto 50 liikennevalot. Liikenneviraston omistamista liikennevaloista 14 kpl sijaitsee naapurikunnissa: Kempeleessä 9 kpl, Muhoksella 3 kpl ja Limingassa 2 kpl. Oulun seudulla liikennevalo-ohjattujen liittymien lukumäärä kasvaa 2-4 liittymällä vuosittain.

Oulun RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmällä hallitaan Oulun seudun liikennevalojen lisäksi Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueen liikennevaloja Raahessa (10 kpl), Kalajoella (1 kpl), Yli-

vieskassa (6 kpl), Nivalassa (2 kpl), Kuusamossa (5 kpl), Kajaanissa (19 kpl), Sotkamossa (7 kpl) ja Kuhmossa (4 kpl).

Liikenneviraston liikennevaloja hallinnoi Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus. Oulun seudulla, muulla Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa noudatetaan liikennevalojen omistuksessa yhden omistajan periaatetta. Raahen ja Kuhmon kaupungeissa on käytössä myös tulohaarojen mukaista osaomistusta.

Taulukko 1. Oulun seudun liikennevalojen ohjaus- ja valvontajärjestelmässä olevien liikennevaloliittymien omistuksen jakautuminen

Taho	Täysi omistus	Osaomistus
Oulun kaupunki	121	
Liikennevirasto / POP ELY	76	2,92
Kajaanin kaupunki	12	
Kuhmon kaupunki	3	0,5
Kuusamon kaupunki	3	
Raahen kaupunki	2	2,58
Ylivieskan kaupunki	2	
Yhteensä	219	6

Oulun seudulla ja muulla Pohjois-Pohjanmaalla lähes kaikki ohjauskojeet ovat saman laitevalmistajan uusinta EC-2 ohjauskojetyyppejä. Kainuun alueella on myös muita kojetyyppejä ja muiden valmistajien ohjauskojeita. Oulun seudulla on 11 kpl ja Kuusamossa 2 kpl vanhempaa EC-1 upgrade -kojemallia. Oulun seudun EC-1 upgrade -kojeet saneerataan muutaman vuoden sisällä. Liikennevalojen kojeiden huonokuntoiset kaapit on uusittu kojესaneerausten yhteydessä.

2.1.4 Liikennevalojen tietoliikenneverkko

Liikennevalojen tietoliikenneverkon käytettävissä oleva kapasiteetti vaihtelee hyvin paljon alueittain. Keskusta-alue pohjautuu pääosin vanhaan kuparikaapeliverkkoon, jonka vuoksi iso osa verkon vioista ja kapasiteettiongelmista keskittyy tälle alueelle.

Oulun seudun liikennevalojen tietoliikenneverkko perustuu kauttaaltaan Ethernet-tekniikkaan sekä kupari- että kuitukaapeliosuuksilla.

Verkon rakentamisen lähtökohtana on ollut riittävä tiedonsiirtokapasiteetti sekä alhaiset viiveet kauttaaltaan. Runkoverkkoon on liitetty liikennevalojen ohjauskojeita, IP-kameroita ja muita järjestelmiä, kuten hälytysajoneuvojen liikennevaloetusjärjestelmä (HALI).

Verkko on toteutettu ns. rengastopologialla, jossa verkon laitteet on kytketty rengasmaiseen muotoon niin, että kaikille laitteille on kaksi reittiä pidempien katkosten välttämiseksi. Rengastopologiassa on riskinä mm. se, että broadcast-viestit voivat levitä laajalle alueelle ja aiheuttaa ns. broadcast-myrskyjä. Näihin on varauduttu sopivalla protokollalla, jonka päivittämisellä ja

verkon segmentoinnin avulla päästään eroon verkkoa vaivanneista yksittäisistä ongelmista. Protokollan täysimääräinen hyödyntäminen edellyttää verkkolaitteiden uusimista.

Ylläpidollisesta näkökulmasta tarkasteltuna Oulun seudun liikennevalojen tietoliikenneverkko on erittäin haastava ylläpidettävä sen maantieteellisen laajuuden vuoksi.

Oulun seudun liikennevalojen tietoliikenneverkko on tietoturvan näkökulmasta hyvin turvallinen, sillä se on suljettu ja eristetty julkisesta internetistä. Uudet palomuurisäännöt tehdään tarpeen ilmetessä ja lähtökohta on se, että kaikki yhteydet ovat kiellettyjä, mikäli niitä ei ole erikseen sallittu.

Verkossa tapahtuviin pidempiaikaisiin vikatilanteisiin on varauduttu mahdollistamalla 3G/4G-modeemiyhteydet ohjaus- ja valvontajärjestelmään.

Osa liikennevaloista on sijaintinsa vuoksi internetoperaattorilta vuokratun kuparilinjan varassa. Pääasiallisesti Oulussa on käytössä DNA:n vuokraliittymiä, muualla on käytössä Elisan sekä Telian liittymiä.

2.1.5 Erillisjärjestelmät

Oulun seudun liikennevaloissa on käytössä seuraavat erillisjärjestelmät:

- hälytysajoneuvojen etuusjärjestelmä (HALI)
- joukkoliikenteen informaatio- ja etuusjärjestelmä
- automaattinen liikenteenvalvontajärjestelmä

2.1.5.1 Hälytysajoneuvojen etuusjärjestelmä (HALI)

Oulun seudun kaikissa liikennevaloissa on käytössä hälytysajoneuvojen etuudet (HALI). HALI on kehitetty Oulun kaupungin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ja Oulu-Koillismaan pelastusliikelaitoksen yhteistyönä. Järjestelmä perustuu ajoneuvon satelliittipaikannukseen. Oulun seudun ja muun Pohjois-Pohjanmaan liikennevaloissa HALI-etuudet toteutettiin vuosina 2012-2013 ja Kainuun liikennevaloissa 2014. Järjestelmä kattaa kaikki alueen liikennevaloliittymät ja niiden tulosuunnat. HALI-etuuksia on käytössä laajasti myös Oulun seudun ulkopuolella, tällä hetkellä yli 400 liikennevaloliittymässä ja yli 300 hälytysajoneuvossa. Määrä lisääntyy koko ajan. HALI-järjestelmä on myös synnyttänyt avoimen yritysekosysteemin ja uutta liiketoimintaa yrityksille. Oulun seudulla järjestelmä on vaikutusarvioinnin perusteella maksanut itsensä takaisin alle vuodessa. Yhdellekään järjestelmään liitetulle ajoneuvolle ei ole sattunut tähän mennessä onnettomuuksia liikennevaloissa näiden ollessa hälytysajossa. Jatkossa tavoitteena on HALI-järjestelmän toteuttaminen kansallisena järjestelmänä sekä hallinnan siirtäminen kansalliselle toimijalle.

2.1.5.2 Joukkoliikenteen informaatio- ja etuusjärjestelmä

Oulun seudulla on otettu käyttöön kattavat bussietuudet vuonna 2016. Joukkoliikente-etuudet on toteutettu satelliittipaikannukseen perustuvan informaatiojärjestelmän avulla kaikkiin joukkoliikenteen käyttämiin valo-ohjattuihin liittyisiin. Etuustarve määritetään joukkoliikenteen informaatiojärjestelmän taustajärjestelmässä, josta etuuspyynnöt ohjataan välityspalvelimen kautta suoraan liikennevalokojeille. Etuuksien suunnittelu ja toteutus ohjauskojeissa tehdään SYVARI-ohjaustavalla.

Etuudet ovat parantaneet joukkoliikenteen aikataulussa pysymistä, mikä on yhdessä informaatiojärjestelmän ja muiden joukkoliikenteeseen kohdistuneiden muutosten kuten lippujärjestelmän uudistamisen ja linjastomuutosten kanssa lisännyt merkittävästi joukkoliikenteen kysyntää. Käyttäjämäärät ovat kasvaneet kahtena vuonna peräkkäin noin 10 %. Muulle liikenteelle etuuksista aiheutuva haitta on pysynyt joitain poikkeuksia lukuun ottamatta kohtuullisena.

Käyttäjäkyselyiden perusteella myös bussien kuljettajat ovat olleet hyvin tyytyväisiä toteutettuihin etuuksiin. Suurimman hyödyn on saanut cityliikenne, joka ei pysynyt aikataulussa ennen etuuksien käyttöönottamista.

Tulevaisuudessa joukkoliikenteestä saatavan datan määrä ja laatu tulee kasvamaan. Datasta saatavaa tietoa voidaan hyödyntää mm. liikennevaloetuisuuksien optimoinnissa.

2.1.5.3 Automaattinen liikenteenvalvonta

Oulun seudun liikennevaloissa toteutetaan automaattista liikennevalvontaa. Liikenteen automaattivalvonta liikennevaloissa sisältää nopeusvalvonnan tai punavalvontaa.

Vuoden 2017 lopussa valvontaa on yhdeksässä liikennevaloliitymässä. Automaattivalvonnan keskeinen tavoite Oulun seudulla on liikenneturvallisuuden parantaminen erityisesti turvattomien liikkujien, kuten jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden, näkökulmasta.

Valvontakohteiden sijoittamisessa huomioitavia asioita ovat:

- merkittävä liittymä, jossa mahdollisesti myös kävelyn ja pyöräilyn turvallisuusriski
- liittymässä punaista päin ajavien määrä
- liittymissä tapahtuneet onnettomuudet
- kameran tekniset ominaisuudet
- kävelijöiden ja pyöräilijöiden määrät

Poliisi hallinnoi kameroita ja vastaa liikennevalvonnasta. Tienpitäjä omistaa valvontapisteen muun infran. Automaattivalvonta suunnitellaan Poliisihallituksen ohjeistuksen mukaisesti.

2.2 Nykytilanteen analyysi

2.2.1 Lähtökohdat

Oulun seudulla on panostettu määrätietoisesti liikennevalo-ohjauksen kehittämiseen. Muun muassa seuraavia kehittämiskohteita on ollut ja niitä edelleen kehitetään:

- ohjaukkojen ja opastimien uusiminen
- liikennevalojen ohjaus- ja valvontajärjestelmän (RMS) uusiminen
- nopean tietoliikenneverkon toteutus
- kaikkien liikennevalojen ohjelmien uudelleen suunnittelu ja ohjelmointi
- kattavat etuudet joukkoliikenteelle ja hälytysajoneuvoille
- suunnitelma-aineiston ja muun dokumentaation muuttaminen sähköiseen muotoon ja dokumentaation hallinta
- viranomaisten yhteistyön ja toimintamallien kehittäminen

Monet Oulun seudulla ensimmäisenä käyttöönotetut toimintatavat ovat lähteneet leviämään myös muihin Suomen kaupunkeihin. Perusasiat ovat hyvässä kunnossa ja sen myötä lähtökoh- ta liikennevalo-ohjauksen jatkokehittämiseen on erinomainen.

Liikennevalojen toiminta säätyy automaattisesti liikennevalokojeeseen lukuisilla parametreilla ohjelmoidun toimintalogiikan (valo-ohjelmien) ja liikenteen tunnistavien ilmaisimien perusteel- la vallitsevan liikennetilanteen mukaan. Oulun liikennevaloissa on käytössä suuri määrä ilmai- simia, joilla havaitaan ajoneuvot, pyöräilijät ja kävelijät.

Lisäämällä automatiikkaa, jolla liikennevalojen toiminta saadaan mahdollisimman hyvin vas- taamaan kulloisellakin hetkellä vallitsevaa tilannetta liittymissä ja liikenneverkolla, saadaan

vähennettyä liikennevaloista aiheutuvia ylimääräisiä haittoja liikenteelle. Oulun liikennevaloissa kehityskohteiksi kyselyyn vastanneet asiantuntijat ovat tunnistaneeet muun muassa seuraavia ajoituksen kehittämiskohteita:

- liikennetieto-ohjatun ohjelmanvalinnan ja -vaihdon käyttöönotto
- yhteenkytketyissä liittymissä vaiheiden välisten liikennetieto-ohjattujen sauma-aikojen kasvattaminen
- erillisohjauksen lisääminen

Liikennevalo-ohjauksen tilatiedon hyödyntäminen on ollut eräs viime vuosien kehityskohteista. Ohjauskojeiden ja ohjaus- ja valvontajärjestelmän vaatimusmäärittelyissä on vaadittu reaaliaikaisen datan toimitusta. Ohjauskojeissa on vaadittu myös avoimen ohjausrajan toimittamista pakollisena ominaisuutena. Tietojen ja rajapintojen hyödyntäminen on eräs keskeinen kehityskohde myös tulevina vuosina. Avointen toimintamallien jatkokehittämisessä on mahdollista tehdä yhteistyötä muiden pohjoismaisten kaupunkien kanssa.

Organisoinnin kannalta liikennevalojärjestelmä muuttuu jatkuvasti monimutkaisemmaksi kokonaisuudeksi ja sen toimintaan liittyy yhä useampia organisaatioita. Kustannusten jakaminen oikeudenmukaisella ja helpolla tavalla isolle toimijajoukolle on haastavaa. Tällä hetkellä Oulun kaupunki toimii useiden järjestelmien osalta ”pankkina” ja laskuttaa muita osapuolia useilla erilaisilla kustannusjakomalleilla. Kustannusten raportointia ja laskutusta olisi syytä automatisoida yksinkertaistamalla prosessia sekä automatisoimalla toimintoja.

2.2.2 Toiminnalliset puutteet ja ongelmat

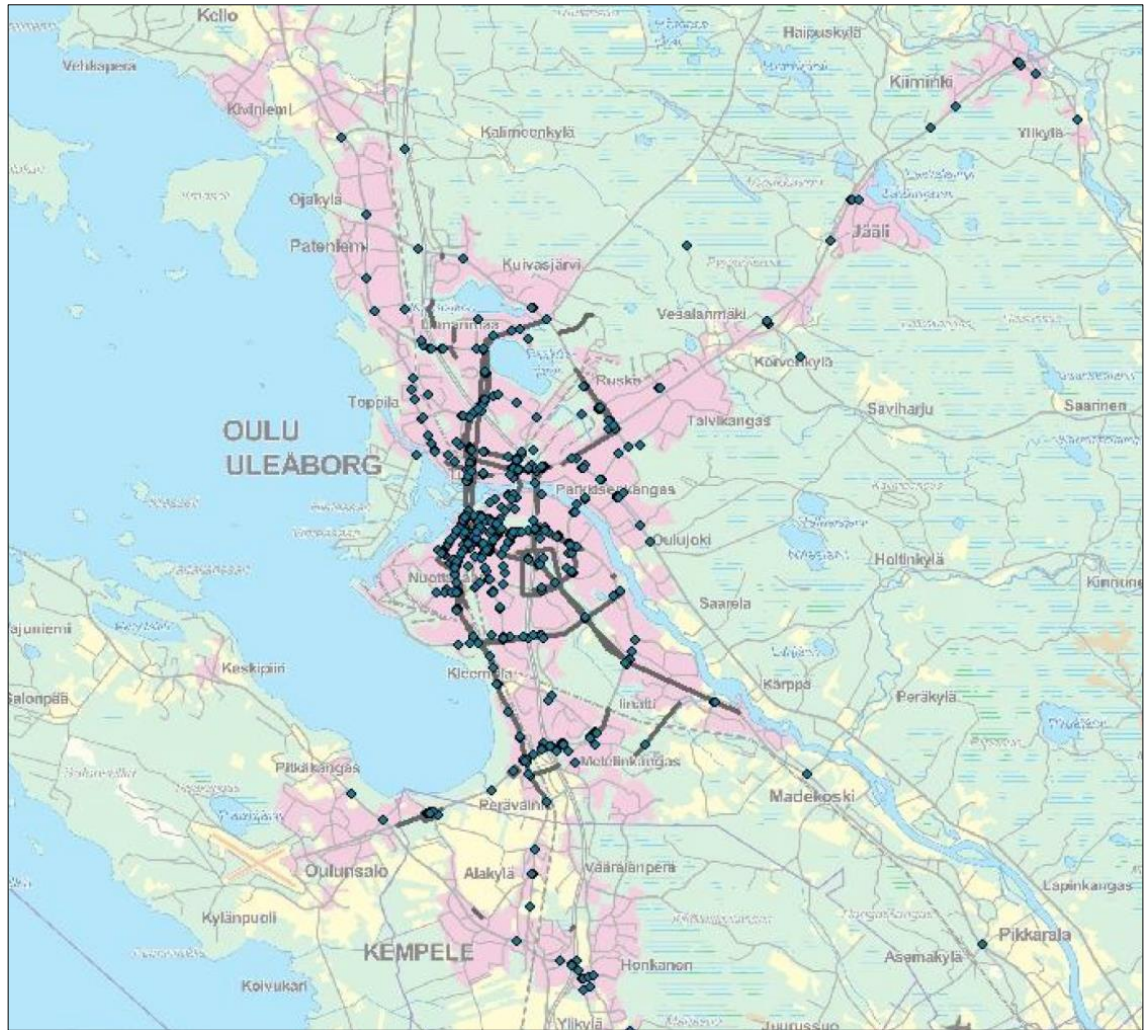
Oulun seudun, muun Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun ongelmakohteiden ja puutteiden kartoittamiseksi toteutettiin työn alussa laaja sidosryhmä- ja tienkäyttäjäkysely. Kysely toteutettiin yleisenä kuntalaiskyselynä ja sidosryhmäkyselynä. Kuntalaiskyselyn vastausten perusteella Oulun seudun liikennevalojen keskeisimpinä puutteina koetaan:

- vihreiden aaltojen toiminta ja yleensä valojen toiminta (pitkä odotusaika ja liian lyhyt vihreä)
- pitkät odotusajat ilman näkyvää syytä, eli liikennevaloissa joutuu toisinaan odottamaan kohtuuttoman kauan ilman näkyvää syytä
- vapaita oikeita on liian vähän -> kaupunkiympäristön vapaa oikea
- painonappia joutuu painamaan liian usein

Kyselyn perusteella eniten kehittämistarpeita nähtiin Oulun keskustassa ja keskustan sisääntuloväylillä (Kemintie, Kainuuntie, Kajaanintie, Limingantie). Yksittäisistä kohteista nousi eniten esille Pohjoinen alikulku ja Eteläinen alikulku sekä Limingantien ja Puistokadun liittymäalue.

Merkittävin tarve uusille valoille oli Bertel Jungintien ja Hartaantien liittymässä, jossa valojen puuttuminen heikentää myös joukkoliikenteen toimintaa.

Kyselyn tuloksia on käsitelty tarkemmin luvussa 2.3.



Kuva 3. Yleispalautteiden jakaantuminen

Tämän hetken ruuhkautuneimmat liikennevaloliittymät aamu- ja iltaruuhkaliikenteessä ovat Kuusamontien, Poikkimaantien, Limingantien, Erkkolan sillan ja Lentokentätien liittymät sekä moottoritien vilkkaimman jakson (Kaakkuri - Linnanmaa) eritasoliittymien ramppien liikennevalot. Valtatien 4 parantamishankkeen vaikutuspiirissä olevien liittymien kapasiteetit tulevat kasvamaan vuosina 2018-19 ja ruuhkaisuus helpottuu merkittävästi. Tämä koskee Kempeleen, Kaakkurin, Lintulan, Kontinkankaan, Laanilan, Linnanmaan ja Pateniemen eritasoliittymiä.

Yleissuunnitelman yhteydessä moottoritien ja siihen liittyvien väylien toimintaa tarkasteltiin VISSIM -simulointimallin avulla. Sen perusteella verkon toimivuudesta tehtiin seuraavat arviot:

- Oulun eritasoliittymässä esiintyy etenkin iltaruuhkan aikana usein tilanteita, joissa Professorintieltä ei pääse sujuvasti etelään lähtevälle rampille. Ongelmaa voidaan helpottaa varmistamalla liikennevaloajoituksin rampille johtavan vasemmalle kääntymiskaistan tyhjeneminen. Silmukkarampin toteuttaminen Ouluhallin puoleiseen neljännekseen poistaisi ongelman pysyvämmiin. Laanilan eritasoliittymän rampille etelästä syntyvä maksimiennusteen kysyntä on sekä aamu- että iltahuipputunnin aikana vähintään 1500 ajoneuvoa tunnissa, mitä 1-kaistainen erkaneminen ei pysty kunnolla välittämään. Käytännössä Oulujoen sillan yli pohjoiseen kulkevasta liikenteestä likimain puolet siirtyy ko. rampille. Toisen erkanemiskaistan rakentaminen vähentäisi olennaisesti tarvetta siirtyä ruuhka-aikoina muille joen ylittäville reiteille. Oulun eritasoliittymässä rampilla on paljon kapasiteettia, jonne ajetaan yhden erkanemiskaistan kautta. Nykytilanteessa yhden erkanemisen kapasiteetti riit-

tää hyvin. Kun Lintulan ja Kaakkurin eritasoliittymien kapasiteetti jatkossa kasvaa, liikenne pääsee tulemaan etelän suunnasta tiheämmissä pulsseissa, mikä lisää toisen erkanemiskaistan tarvetta myös Oulun eritasoliittymässä.

- Etelään päin ajettaessa suurin häiriöiden todennäköisyys on Kaakkurin erkanemiskaistaa lähestyttäessä. Myös siinä toinen erkanemiskaista vähentäisi riskiä pääsuunnan liikenteen häiriintymiselle. Liikennemäärä kasvaa Kaakkurin eritasoliittymän pohjoispuolen 2+2 -kaistaisella osuudella niin suureksi, että lisäkaistojen ja ramppijärjestelyjen tarve nousee todennäköisesti esille melko pian vuosina 2017-2020 toteutettavan vt4 parantamishankkeen jälkeen. Kapasiteettitarpeeseen vaikuttaa mm. Poikkimaantien parantaminen, joka siirtäisi Limingantien liikennettä helpommin moottoritiele. Vastaavasti moottoritien liikennettä voi vähentää lisäämällä Limingantien kapasiteettia. Laajan mallin simuloinneissa nousi selvästi esille Linnanmaan liikenneverkon ruuhkautuminen. Linnanmaan opiskelijamäärä lisääntyy jatkossa merkittävästi ja alueen liikennetuotos kasvaa huomattavasti joukkoliikenteen kehittämisestä huolimatta. Linnanmaantien molemmissa päissä on liikennevaloliittymät, joissa kapasiteettia tulisi lisätä. Myös Alakyläntien välityskyky Iskon ja Linnanmaan välillä uhkaa heiketä nopeasti.
- Eritasoliittymien uudet rampit parantavat sekundääriliittymien välityskykyä merkittävästi, jolloin liittymien läpi pääsee sujuvasti pienin viivytyksin. Tästä seuraa, että alemmalla verkolla saattaa syntyä ongelmapistettä alavirran puoleisissa liittymissä esimerkiksi Linnanmaantien kiertoliittymässä tai Kaakkurin kiertoliittymässä (Metsokankaantie - Kaakkurinojantie).
- Uusilla moottoritien ramppijärjestelyillä mahdollistetaan nopea moottoritietä hyödyntävä joukkoliikenne, minkä hyödyntäminen on avainasemassa tulevaisuuden kestävästä liikkumisen kannalta.

Näiden VISSIM-simulointimalliin perustuvien arvioiden lisäksi etelään päin ajettaessa Kontinkankaan eritasoliittymässä erkaneminen jonoutuu työmatkaliikenteen aikana merkittävästi. Edellä mainituista parantamistoimenpiteistä uuden silmukkarampin toteuttaminen Oulun eritasoliittymään sekä toisen erkanemiskaistan rakentaminen Laanilan eritasoliittymään etelän tulosuunnalle eivät ole vielä näköpiirissä.

2.2.3 Tekniset puutteet ja ongelmat

Oulun seudun liikennevalot on liitetty liikennevalojen RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmään. Sen avulla tapahtuu liikennevalojen automaattinen valvonta, liittymäkojeissa olevat vikahälytykset kirjautuvat ohjaus- ja valvontajärjestelmään ja ovat näin nopeasti ylläpidon tiedossa.

Oulun liikennevalojen tunnistettuja teknisiä ongelmia ovat:

- Induktiosilmukkailmaisimien:
 - katkeamiset roudan, asfaltointitöiden tai kaivutöiden seurauksena,
 - väärät ilmaisut ilmaisinkaapelin indusoitumisvarauksen vuoksi,
 - maavuodot,
 - ja häiriöherkät yhdyskaapelit.
- Uudet hipaisumalliset painonapit, joissa pyyntö on saattanut jäädä kylmäkäynnistyksessä kiinteäksi. Tällöin painonapit ovat kojeen 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
- Kojneiden ukkossuojauksen puutteet
- 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. Ongelma on korjattu Oulun kaupungin omistamissa liikennevalokojeissa.
- Opastimien sisään asennetut ääniopastimet, jotka aiheuttavat IP-luokituksen heikkenemisen ja myös äänen kuuluvuus on heikkoa.
- Puutteet Oulun kaupungin liikenteen automaattilaskennassa, joita ovat ajoneuvojen luokittelu- ja nopeustietojen puuttuminen, kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistaminen ja tietojen harva keruuväli.
- Oulun kaupungin liikennevalojen huoltokierrosten vähentämisen seurauksena esimerkiksi vinojen pylväiden määrä on lisääntynyt ja viallisten painonappien havaitseminen on heikentynyt. Tämä on viivästyttänyt vikojen korjaamista.
- Joukkoliikenteen informaatio- ja etuusjärjestelmän hallinnan kankeus. Esimerkiksi kun pyyntöalueisiin ja myöhässäolosäntöihin on tarpeen tehdä muutoksia, järjestelmätoimittaja lataa parametrit jokaiseen ajoneuvolaitteeseen etänä, jonka jälkeen jokainen ajoneuvolaite pitää käynnistää uudelleen muutosten käyttöön ottamiseksi.
- Liian voimakkaat bussietuudet, jotka ovat aiheuttaneet tarpeetonta haittaa muulle liikenteelle.
- Yleisötilaisuuksien ruuhkapurun ongelmat, jossa vanha järjestelmä on jumiutunut ja ruuhkanpurkutoiminto on jäänyt päälle tai ruuhkanpurkutoiminto ei ole mennyt päälle lainkaan.
- Kojeen ohjelmapäivitysten ongelmat, joissa kojeella on otettu käyttöön vanhoja ohjelmaversioita. Tällöin liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden parantamiseksi tehdyt ohjelmointimuutokset ovat kadonneet kojeelta ja on palattu vanhaan ohjelmanversioon.
- Liikennevalojen tietoliikenneverkko:
 - Liikennevalojen tietoliikenneverkon vanhat kupariset telekaapelit, joiden aiheuttamat viat ilmenevät satunnaisina tietoliikennekatkoksina. Katkokset korjaantuvat yleensä viimeistään linkin boottauksen jälkeen. Usein kaapeleilla linjan SNR (signal-to-noise-ratio) kasvaa liian suureksi, jonka Actelis -kytkimet automaattisesti pyrkivät korjaamaan. Tämä ei kuitenkaan aina onnistu ja sen vuoksi tietopaketteja saattaa kadota.
 - Liikennevalojen tietoliikenneverkon suuret kapasiteettivaihtelut alueittain. Kriittisin alue on keskustan pohjoispuolella, jossa tiedonsiirtonopeus on nykyisin vain 6 Mbit/s. Tämän vuoksi esimerkiksi alueella olevien liikennevalokameroiden liikennöintikapasiteettia joudutaan rajoittamaan.

2.3 Asiantuntija- ja tienkäyttäjäkyselyn tulokset

Työn alussa toteutettiin laaja kyselytutkimus yleisenä kuntalaiskyselynä ja sidosryhmäkyselynä. Sen tavoitteena oli kerätä tietoa autolla, joukkoliikenteellä, pyörällä ja jalan liikkuvien tyytyväisyydestä ja kokemista epäkohdista liikennevalo-ohjauksessa Oulun seudulla, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa sekä kartoittaa valo-ohjauksen kehittämis- ja suunnittelutarpeita vuoteen 2025 saakka. Kysely laadittiin siten, että se on myöhemmin mahdollista toistaa pitkän aikavälin mielipideseurantaa silmällä pitäen. Oulun seudulle suunnatun kyselyn lisäksi tehtiin kyselyitä muiden suurten kaupunkiseutujen asiantuntijoille, jolla pyrittiin hahmottamaan vertailutilanne kaupungeista.

2.3.1 Yleinen kysely

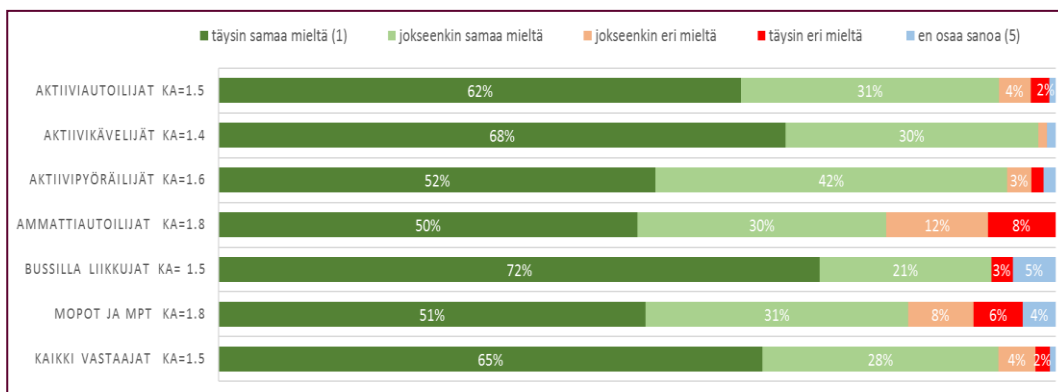
Yleiseen kuntalaiskyselyyn saatiin yhteensä 997 vastausta, joista 74 oli ammattiautoilijoita. Vastaajien keski-ikä oli 43 vuotta. Vastaajista valtaosa (60%) oli kanta-Oulusta (Oulu ilman 2000-luvun liitoskuntia), kymmenen prosenttia Raahesta ja viisi prosenttia Nivalasta. Loput vastaajista jakautuivat ympäryskuntien alueelle.

Vastauksien analysointia varten vastaajat jaettiin liikkumistapojen perusteella kuuteen ryhmään.

Ryhmä	Ryhmittelyperuste
1. Aktiiviautoilijat (134 hlö)	Päivittäin tai lähes päivittäin autolla liikkujat (ei sis. ammattiautoilijoita eikä muiden ryhmien aktiiviliikkujia)
2. Aktiivikävelijät (96 hlö)	Päivittäin tai lähes päivittäin kävelevät (ei sis. aktiiviautoilijoita)
3. Aktiivipyöräilijät (69 hlö)	Talvella ja kesällä päivittäin tai lähes päivittäin pyöräilevät (ei sis. aktiiviautoilijoita)
4. Ammattiautoilijat (74 hlö)	Kaikki kyselyyn vastanneet ammattiautoilijat
5. Bussilla liikkujat (39 hlö)	Bussilla liikkujat (ei sis. aktiiviautoilijoita)
6. Mopoilijat ja moottoripyöräilijät (51 hlö)	Mopoilijat ja moottoripyöräilijät (sis. myös autoilijoita)
7. Kaikki vastaajat (997 hlö)	Kaikki kyselyyn vastanneet henkilöt

Kuva 4. Vastaajaryhmät pääsiallisen kulkumuodon perusteella.

Kaikkien vastaajaryhmien kesken oltiin yksimielisiä siitä, että liikennevalo-ohjaus lisää liikenneturvallisuutta.



Kuva 5. Vastaajien mielestä liikennevalo-ohjaus lisää liikenneturvallisuutta.

Myös siitä oltiin yhtä mieltä, että hälytysajoneuvon tulee saada aina vihreä liikennevaloissa. Jalankulkijan vilkkuvihreän koettiin yleisesti parantavan suojatien käytettävyyttä.

Vihreiden aaltojen toimintaan ei oltu kovin tyytyväisiä. Tyytymättöimpiä olivat ammattiautoilijat ja aktiivikävelijät.

Ammattiautoilijat, mopoilijat sekä moottoripyöräilijät olivat vahvimmin sitä mieltä, että liikennevaloissa joutuu odottamaan kohtuuttoman kauan ilman näkyvää syytä. Kävelijät sekä bussilla liikkujat olivat tyytyväisimpiä tähän väittämään.

Toimintahäiriöiden korjaamisvauhtiin oltiin yleisesti melko tyytymättömiä, vaikka toisaalta moni vastaaja ei osannut ottaa asiaan kantaa.

Liikennevalo-ohjattuja liittymiä ei koettu olevan liikaa. Autoilijoiden, ammattiautoilijoiden sekä mopoilijoiden ja moottoripyöräilijöiden mielestä vapaita oikeita on liian vähän. Lisäksi samat käyttäjäryhmät olivat sitä mieltä, että liikennevalojen sijasta tulisi rakentaa kiertoliittymiä.

Tyytyväisyys kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjaukseen

Kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjaukseen oltiin jokseenkin tyytyväisiä Oulun seudulla, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Aktiivipyöräilijät olivat tyytymättöimpiä suojateiden liikennevalo-ohjaukseen yleisesti. Tyytyväisimpiä suojateiden liikennevalo-ohjauksessa oltiin vilkkuvihreään sekä liikennevalo-opastimien havaitsemisen helppouteen. Yleisesti koettiin, että suojateiden liikennevalo-ohjausta ei noudateta tarpeeksi hyvin sekä liikennevaloissa joutuu odottamaan liian kauan. Koettiin myös, että painonappia joudutaan käyttämään liian usein.

2.3.2 Yleisen kuntalaiskyselyn karttapalaute

Kyselyssä vastaajilta pyydettiin kohdistamaan palaute kartalla joko pistemäiseen kohteeseen (liittymään tai vastaavaan) tai tie- / katuosuudelle.

Yhteensä näitä karttapalautteita tuli 1759 kappaletta. Niistä lähes puolet eli 793 kpl (45 %) koski liikennevalojen toimintaa. Loput palautteet jakautuivat seuraavasti: Luokittelemattomia (vastaaja ei ole valinnut teemaa) 285 kpl (16 %), liikennevalojen tarvetta 238 kpl (14 %), liittymän liikenneturvallisuutta 218 kpl (12 %), muita liittymän kehitystarpeita 167 kpl (9 %) ja jotakin muuta 58 kpl (3 %). Pääteemojen sisällä oli hyvin usein määritelty palaute luokkaan ”Jokin muu”. Pelkästään liikennevalojen toimintaan liittyvissä palautteissa oli osattu rajata palautteen teema tarkemmin.

2.3.3 Sidosryhmäkysely

Sidosryhmäkyselyssä pyydettiin ennalta valittujen sidosryhmien ajatuksia, mielipiteitä ja erityistarpeita liikennevalojen kehitystyöhön.

Kyselyyn vastasi yhteensä 12 sidosryhmää, joiden palautemäärä oli yhteensä 30 palautetta. Vastausprosentti oli noin 17 %. Sidosryhmistä palautetta antoivat Kempeleen kunta, Sotkamon kunta, Muhoksen kunta, Nivalan kaupunki, Oulun Taksiautoilijat Ry, Ajovarma Oy, Vihiluodon kyläyhdistys, Oulun Energia Urakointi Oy, Koskilinjat Oy, Oulu-Koillismaan pelastuslaitos ja Oulun Eläkeläiset Ry.

Eniten palautteista eli 10 kpl (33 %) koski liikennevalojen toimintaa. Seuraavaksi eniten palautetta annettiin liikennevalojen tarpeesta (6 kpl / 20 %) ja muista liittymän kehitystarpeista (6 kpl / 20 %). Liittymän liikenneturvallisuutta koski 4 (13 %) palautetta. Kolmessa (10 %) palautteessa vastaaja oli jättänyt luokittelematta palautteen annettuihin pääluokkiin. Yksi palaute (3 %) kuului luokkaan ”Jotain muuta”.

2.3.4 Kaupunkikyselyt

Kyselylomakkeet lähetettiin Suomen suurimpiin kaupunkeihin Helsinkiin, Espooseen, Vantaalle, Turkuun, Tampereelle ja Lahteen. Lisäksi kyselyt toimitettiin Osloon, Kööpenhaminaan, Tukholmaan ja Arhusiin. Vastaukset saatiin Helsingistä, Vantaalta, Turusta, Lahdesta ja Kööpenhaminasta.

Kaupunkikyselyn tavoitteena oli saada vertailutietoja liikennevalojen nykytilanteesta ja kehittämisnäkömystä muissa merkittävässä liikennevalokaupungeissa.

2.3.4.1 Liikennevalojen yleissuunnitelmat

Kyselyyn vastanneissa kaupungeissa ei ole laadittu vastaavanlaista, koko liikennevalojärjestelmää kattavaa yleissuunnitelmaa kuin Oulussa. Lahden kaupungilla on liikennevalojen yleissuunnitelma vuodelta 1996, mutta se on todettu vanhentuneeksi.

2.3.4.2 Liikennevalojen kustannukset

Liikennevalojen ylläpidon kustannukset olivat kaikissa kaupungeissa lähellä toisiaan liittymien määrään suhteutettuna. Vastanneiden kaupunkien (poislukien Helsinki) liittymäkohtainen kustannus oli keskimäärin 4800 €/liittymä.

2.3.4.3 Joukkoliikenne-etuudet

Bussietuuksien osalta Helsingissä ja Kööpenhaminassa on GPS-paikkatietoon perustuva bussietuusjärjestelmä. Helsingissä se kuuluu osana lippu- ja informaatiojärjestelmään. Vantaalla, Lahdessa ja Turussa joukkoliikenne-etuudet perustuvat perinteiseen ilmaisintunnistukseen, mutta niissäkin kaikissa ollaan siirtymässä tai vähintään on harkittu siirtymistä paikkatietopohjaiseen etuusjärjestelmään.

2.3.4.4 Hälytysajoneuvojen etuudet

Missään vastanneista kaupungeista ei ollut Oulun kaupungin kaltaista keskitettyä hälytysajoneuvojen etuusjärjestelmää (HALI). Helsingissä ja Vantaalla oli kyselyhetkellä ainoastaan paloasemien läheiset liittymät varustettu etuuksilla. Kööpenhaminassa ei hälytysajoneuvojen etuuksia ole lainkaan, koska niiden on katsottu aiheuttavan enemmän haittaa kuin hyötyä liikenteen ja hälytysajoneuvojen kululle. Kaikki kaupungit Kööpenhaminaa lukuun ottamatta olivat miettineet siirtymistä keskitettyyn etuusjärjestelmään. Pääkaupunkiseudulla oli kyselyhetkellä käynnissä esiselvitys keskitetyn etuusjärjestelmän käyttöönottamisesta.

2.3.4.5 Ilmaisintekniikka

Ilmaisinjärjestelyt on toteutettu suomalaisissa kaupungeissa pääosin induktiosilmukkailmaisimilla. Erilaisista maanpäällisistä ilmaisimista, kuten kuvantulkintaan perustuvista kamerailmaisimista, on tehty kokeiluja. Lahdessa ja Helsingissä tullaan tulevaisuudessa kokeilemaan myös langattomia ilmaisimia. Kööpenhaminassa ollaan järjestelmällisesti siirtymässä kokonaan maanpäällisiin ilmaisimiin ja muun muassa painonappeja korvataan lämpökameratunnistimilla.

2.3.4.6 Kävelyn ja pyöräilyn järjestelyt liikennevaloissa

Useimmissa kyselyyn vastanneissa kaupungeissa on jalankulkijoita ja pyöräilijöitä varten käytössä perinteisiä induktio- tai tutkailmaisimia vihreän pyyntö- tai pidennystoimintoihin. Missään ei kuitenkaan ole käytössä pyöräliikenteen etuuksia.

Kööpenhaminassa on tehty pyöräetuksiin liittyviä kokeiluja, mutta niissä käytettyjä tekniikoita tai kokeilujen tuloksia ei vastausten perusteella saatu selville. Kööpenhaminan kaupunki aikoo kuitenkin tulevaisuudessa panostaa yhä enemmän pyöräetuksien toteuttamiseen.

Suomalaisissa kaupungeissa tullaan tulevaisuudessa yhä enemmän huomiomaan kävely ja pyöräily liikennevalo-ohjauksessa, etenkin keskusta-alueilla ja kävelyn ja pyöräilyn laatuikäytävillä. Kehitystoimenpiteet eivät kuitenkaan sisällä varsinaisia etuustoimintoja, vaan enemmänkin kävelyn ja pyöräilyn prioriteetin nostamista mm. suojateiden ajoituksia parantamalla tai vihreän pyyntöjen varmistamisella erilaisin keinoin.

2.3.4.7 Adaptiivinen ohjaus

Kyselyyn vastanneissa suomalaisissa kaupungeissa ei kyselyhetkellä ole käytössä adaptiivista liikennevalo-ohjausta, eikä sen suhteen ole käynnissä kehitysprojekteja. Ainoastaan Turun kaupunki on aikeissa kokeilla adaptiivista ohjausta seuraavan 10 vuoden aikana. Kööpenhaminassa on käytössä adaptiivinen ohjausjärjestelmä 11 liikennevaloliittymässä, mutta sitä ei ole aikomusta laajentaa nykyisestä johtuen jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden havaitsemiseen liittyvistä haasteista. Helsingissä ei ole käytössä varsinaista adaptiivista ohjausta, mutta pääkaupunkiseudun liikenteenhallintakeskus reagoi manuaalisesti liikennevalo-ohjaukseen erilaisissa liikennetilanteissa, kuten laivojen saapuessa satamiin tai yleisötapahtumien päättyessä.

2.3.4.8 Liikennevalojen tietoliikenneverkko

Liikennevalojen tietoliikenneyhteydet on pääosin toteutettu kupari- ja kuitukaapeliyhteyksillä sekä langattomasti GSM-, 3G- ja 4G -yhteyksillä.

Helsingissä ollaan ohjaus- ja valvontajärjestelmän uusimisen yhteydessä eriyttämässä tietoliikenne omaan liikenteenhallintaverkkoon, johon jatkossa liitetään kaikki liikenteenhallinnan järjestelmät. Helsinki ja Kööpenhamina tulevat jatkossa lisäämään langattomien 3G- tai 4G -yhteyksien määrää. Myös 5G-tekniikan hyödyntämisen arveltiin olevan tulevaisuudessa mahdollista.

Helsingissä tunnelien lähellä (tunnelin varareitillä) olevat liikennevalot saavat ohjaustietoa myös tunneliohjausjärjestelmiltä. Tunnelin sulkeminen (ja liikenteen ohjaus varareitille) tai ruuhkautuminen pystytään näin ottamaan automaattisesti huomioon liikennevalojen toiminnassa. Turussa liikenteen seurantakamerat ovat liikennevalojen kanssa samassa hallintajärjestelmässä, mutta ne eivät ole yhteistoiminnassa keskenään. Muissa kyselyyn vastanneissa kaupungeissa liikennevalot eivät ole yhteydessä muihin liikenteenhallintajärjestelmiin.

2.3.4.9 Liikennetietojen keruu liikennevalojen avulla

Liikennevaloista saatavasta datasta hyödynnetään nykyisin pääasiassa vain liikennelaskentatiedot, joita käytetään erilaisten suunnitelmien ja selvitysten lähtötietona.

Kööpenhaminassa dataa käytetään myös onnettomuustilanteiden tutkinnassa. Turussa aiotaan tulevaisuudessa panostaa yhä enemmän liikennevaloista saatavan datan hyödyntämiseen ja siellä nostetaan esille mm. liikennevalodatan avaamisen avoimeksi rajapinnaksi uusien innovaatioiden mahdollistamiseksi.

Kyselyyn vastanneiden ulkopuolelta voidaan mainita Tampereen kaupunki, jossa liikennevaloista saatava data jo on avattu mm. sovelluskehittäjien käyttöön.

2.3.4.10 Liikennevalojen kehittämisen haasteet

Suurimmiksi lähitulevaisuuden haasteiksi liikennevalojen kehittämisessä kyselyyn vastanneet mainitsivat seuraavaa:

- induktioilmaisimien suuri määrä
- dokumentaation ajan tasalla pitäminen
- usean laitetoimittajan pysyminen Suomessa
- luotettavien läsnäoloilmaisimien puuttuminen polkupyöriltä
- liikennevalojärjestelmien monimutkaistuminen
- välineiden puutteet liikennevalojen toiminnan automaattiseurannassa.

3 Liikennevalojen yleinen kehitys

3.1 Liikennevalojen kehitys 2000-luvulla

Ennen liikennevalojen ohjauskojeisiin saatiin yhteys vain ohjelmointityökalulla käymällä paikan päällä tai hitaalla etäyhteydellä. Nykyisin liikennevalojen ohjauskojeet toimivat TCP-IP tietoliikenneverkossa, mikä mahdollistaa niiden hallinnan nettikäyttöliittymän avulla paikasta riippumatta sekä toiminnan tarkemman seurannan.

Viimeisen 15 vuoden aikana on kaikkialla siirrytty uusissa liikennevaloissa matalajänniteopastimista LED-opastimien käyttöön. Vanhoja saneerattaessa opastimet on uusittu LED-opastimiksi.

Ilmaisintekniikoissa ei ole tapahtunut suuria muutoksia. Ajoneuvojen havaitsemiseen induktioilmukailmaisimet ovat edelleen pääasiallinen ja huolellisesti asennettuna luotettava ilmaisintyyppi. Jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden yleisin ilmaisintyyppi on painonappi.

Infrapuna- ja tutkailmaisimia on käytetty Suomessa yleisesti, tutkaa erityisesti pyöräilijöiden havaitsemisessa pyöräteillä. Perinteisen infrapunailmaisimen käyttö on kuitenkin vähentynyt huomattavasti, toiminnan rajoitteista johtuen. Nykyisin niitä käytetään pääasiassa väliaikaisena ilmaisimena.

Erilaisia uusia tutka- ja muihin tekniikoihin perustuvia ilmaisimia kuten magnetometri-ilmaisimia on tullut markkinoille ja niiden toiminta vaikuttaa lupaavalta. Esimerkiksi magnetometri-ilmaisimia (mm. Sensys) on otettu käyttöön silmukailmaisimen sijasta muutaman viime vuoden aikana kymmenissä liikennevaloissa eri puolilla Suomea. Kokemukset ovat olleet lupaavia.

SYVARI-ohjaustavan kehittäminen ja käyttöönotto ohjauskojeissa on mahdollistanut laajamittaisen joukkoliikenne-etuuskien käyttöönoton. SYVARI-ohjaustavan käyttöönotto on yhtenäistänyt myös etuuskien ajoitussuunnittelun esittämistapaa ja helpottanut näin etuuskien liikenneteknistä ylläpitoa.

Liikennevalojen yhteenkytkentä tehdään Suomessa edelleen ennakkoon suunnittelemalla eri liikennetilanteita varten laaditut valo-ohjelmat, joiden käyttöajat valitaan kalenterikellolla ennakkoon määritetyn aikataulun mukaisesti. Liikenneohjattua ohjelmanvalintaa ei ole käytössä.

Liikennevalojen verkollisen ja alueelliseen ohjauksen optimointiin on maailmalla kehitetty erilaisia ohjelmistoja. Suomessa on käytössä yksi tämällyppinen järjestelmä, pienellä osa-alueella Tampereen liikennevaloissa. Kokemukset ovat olleet myönteisiä.

Liikennevalojen liikenne- ja toimintatietojen (TFG-data) hyödyntäminen liikennevalojen liikenneteknistä toimintaa ja palvelutasoa kuvaavien tunnuslukujen tuottamisessa on alkanut. Ensimmäiset järjestelmätason toteutukset ovat käynnistyneet Oulussa ja Tampereella.

Hälytysajoneuvojen liikennevaloetuksia on viime vuosina toteutettu tai toteutus on käynnistetty monissa kaupungeissa perustuen Oulussa kehitettyyn HALI -tekniikkaan.

3.2 Merkittävät muutokset lainsäädännössä ja ohjeissa

Uuden tieliikennelain luonnos julkaistiin 2017. Se antaa uusia mahdollisuuksia erityisesti linja-autojen ohjaukseen joukkoliikenneopastimen myötä.

Uuden tieliikennelain luonnoksessa on määritetty joukkoliikenneopastin, joka on nykyinen raitiovaunuopastin laajennettuna koskemaan myös linja-autoja. Sillä voidaan jatkossa ohjata myös linja-autoja silloin, kun niitä ohjataan muusta liikenteestä erillään. Käyttö edellyttää linja-autoille omaa kaistaa, jolla ei ole sallittu muuta liikennettä. Opastin mahdollistaa linja-autojen joustavamman ohjauksen esim. tilanteessa, jossa pysäkki on ennen liittymää ja linja-auton pitää päästä kääntymään vasemmalle seuraavassa hyvin lähellä olevassa liittymässä.

Liikennevaloasetuksen muutoksen sisältö ei ole vielä tiedossa. Uuden asetuksen odotetaan tuovan selkeyttä liikennevalojen erikoistapauksista, joiden toteuttamiselle on nykyisen asetuksen perusteella joutunut hakemaan poikkeuslupaa. Esimerkkinä 2-aukkoisen punakeltaisen liikennevalon käyttö liikenteen säännöstelyssä kiertoliittymässä, jossa tietyn suunnan ruuhkautuessa on turvallisuuden takia välttämätöntä purkaa ruuhka pysäyttämällä ruuhkautunutta tulohaaran edeltävän tulohaaran liikenne.

Liikenneviraston liikennevalojen suunnitteluohjeen (LIVASU 2016) päivitys julkaistiin alkuvuodesta 2017. Siinä merkittävänä uutena asiana oli liikennevalojen palvelutasovaatimusten määrittäminen ja H/K-ajattelu. Sen periaatteena on, että liikennevalojen turvallisuuteen ja sujuvuuteen vaikuttavat keskeisten toimintojen ”oikea laatutaso” tulee valita liikennevalojen toimintaympäristön ominaisuuksien perusteella ennen yksityiskohtaista suunnittelua.

3.3 Lähivuosien kehitysnäkymät Suomessa

Tämän hetken arvio liikennevalojen kehityksen suuntaviivoista vuoteen 2025 mennessä:

- Liikennevalo-ohjauksen rooli ja vaikuttavuus korostuu kaupunkien kasvamisen myötä. Liikennevalojen todellisen tarpeen mukaiseen hallintaan panostetaan aikaisempaa enemmän hyvän hyötysuhteen vuoksi. Liikennevalot ovat vuonna 2025 edelleen yksi tärkeimmistä keinoista kaupunkiliikenteen hallinnassa.
- Valo-ohjaus muuttuu nykyistä enemmän sujuvuutta painottavaksi. Turvallisuuden paraneminen tapahtuu entistä enemmän ajoneuvojen turvallisuuslaitteiden paranemisen myötä, kun huomattavassa osassa ajoneuvoja on vakiona useita turvallisuutta parantavia kuljettajan tukijärjestelmiä, kuten ajonopeuden automaattinen säätely rajoituksen mukaan, kaistalla pysymisen tukeminen, liian lyhyen ajoneuvovälin esto, törmäyksen esto jne.
- Alueellisen optimoivan ohjauksen käyttö yhteenkytketyissä liikennevaloissa tulee laajenemaan, koska se mahdollistaa paremman liikennetilanteen vaihtelun sekä joukkoliikenne- ja muiden etuuksien huomioimisen. Liikennevalojen ohjaus säätyy paikallisesti ja alueellisesti muutaman minuutin jaksoissa automaattisesti yhteiskuntataloudelliseen optimiin (aika- ja ajoneuvokustannukset sekä ympäristökustannukset huomioiden) alueellisesti ja paikallisesti ottaen huomioon liikennetilanteen (liikennemäärät) sekä pyydyt ja ennakoitavissa olevat bussietuudet ja esimerkiksi hälytysajoneuvoetuudet. Liikennevalojen optimointi edellyttää ajantasaista seurantatietoa liikenteestä. Ajoneuvoissa on vakiona monipuolinen ajoneuvotietokone, joka tietää ajoneuvon paikan, pystyy kommunikoimaan ulkoisten järjestelmien kanssa langattomasti ja kerää erilaista tietoa ajoneuvon liikkeistä.

- Liikennevalojen liikenne- ja toimintatietojen (TFG-data) hyödyntäminen laajenee voimakkaasti ja mahdollistaa liikennevalojen liikenneteknisen toimivuuden seurannan automatisoinnin (toimintaa ja palvelutasoa kuvaavien tunnuslukujen tuottaminen). Ajoneuvojen paikkatietoa hyödynnetään liikenteen ajantasaisessa seurannassa.
- Paikkailmaisoin säilyy yleisimpänä ajoneuvoilmaisena. Suurin osa paikkailmaisimista on yhä päällysteeseen upotettavia induktiosilmukkalmaisimia, mutta ajoradan sivuun tai yläpuolelle sijoitettujen älykkäiden langattomien ilmaisimien määrä kasvaa merkittävästi. Kaupunkikeskustojen liikennevaloissa ajoneuvojen määrä ja liikennetilanne tunnistetaan laajasti myös maanpäällisillä ilmaisimilla. Ohjausta säädetään dynaamisesti liikennetilanteen perusteella. Hälytysajoneuvoissa ja muissa erikoisajoneuvoissa on integroituna automaattiset paikannuslaitteet ja ilmaisulaitteet, joiden avulla etuuden pyyntö ja kuittaus voi tapahtua täysin automaattisesti.
- Jalankulkua ja pyöräilyä priorisoidaan liikennevaloissa monin keinoin. Erillisissä jalankulkuvaloissa jalankulkijoiden ja pyöräilijöiden määrä ja kulkusuunta havaitaan maanpäällisillä ilmaisimilla esim. älykkäillä tutkailmaisimilla ja videoilmaisimilla. Kulkusuunnan perusteella toteutetaan mm. vihreän pyyntö sekä kävelijöiden ja pyöräilijöiden määrän ja koostumuksen perusteella säädetään vihreän pituus. Erityisryhmille, kuten liikunta- ja näkövammaisille sekä lapsille, on tarjolla henkilökohtaisia tunnistuslaitteita, jotka perustuvat lyhyen kantaman langattomaan viestintään. Liikennevalot ja tunnistuslaitteet kommunikoivat keskenään ja liikennevalojen ohjauksessa voidaan ottaa huomioon erityiskäyttäjän tarpeet, kuten esimerkiksi suojatien normaalia pidempi vihreä tai suojatien ääniopaste.
- Joukkoliikenne-etuuksien perustoiminnoksi muodostuu ”etuus vain riittävän myöhässä olevalle joukkoliikenneajoneuvolle”. Jatkossa myös esimerkiksi bussin täyttöaste voi olla muuttujana.
- Automaattinen punavalovalvonta liikennevaloissa yleistyy haltijavastuun hyväksymisen ja digitaalisen kuvankäsittelyn kehittymisen myötä. Automaattivalvonta parantaa liikennevaloliittymien turvallisuutta merkittävästi.
- Liikennevalojen tiedonsiirto ja tiedonvaihto perustuvat pääosin kuitukaapeliverkkoon. Liikennevaloliittymissä olevien laitteiden osalta hyödynnetään myös langatonta tiedonsiirtoa. Langatonta tiedonsiirtoa hyödynnetään myös kaukana sijaitsevista liittymissä silloin, kun se on luotettavaa ja kustannustehokasta. Liikennevalojärjestelmän operaattorit / käyttäjät hallitsevat liikennevalolaitteita nopean langattoman verkon yli käyttäjän paikasta riippumatta henkilökohtaisilla päätelaitteilla. Järjestelmä perustuu avoimiin rajapintoihin, jotka mahdollistavat eri valmistajien laitteiden hallinnan. Laitteiden hallintaan (toiminnan seuranta ja valvonta, ohjelmointi yms.) tarvittavat ohjelmistot eivät ole enää työasemakohtaisia vaan järjestelmätoimittajan palvelimelta langattoman verkon yli selaimen avulla käytettäviä.

Vuonna 2025 liikennevalot eivät todennäköisesti pysty vielä kovinkaan laajasti informoimaan ajoneuvoja liittymän ohjaustiedoista. Valmisteluja hallitun vuorovaikutuksen mahdollistamiseksi tehdään EU:n tasolla, jossa luodaan standardeja liikennevalokojeiden ja ajoneuvojen väliselle tietoliikenteelle (G5-tietoliikenneprotokolla) ja tietoliikenneajoinnoille (iTLC arkkitehtuuri ja ETSI- protokolla). Tavoitteena on saada ISO-standardin täyttävä järjestelmä. Toiminnallisena tavoitteena on, että tulevaisuudessa ajoneuvoissa olevat laitteet mm. vastaanottavat langattomasti liikennevalojen ohjaussignaalin (”digitaalinen opastinkuva”) ja välittävät kuljettajalle tiedon edessä olevasta punaisesta valosta tai huolehtivat automaattisesti jarrutuksesta (vihreän päättyessä ja kun ajoaika liittymään on pidempi kuin jäljellä oleva vihreän maksimiaika), moottorin sammuttamisesta (kun ajoneuvo on pysähtynyt ja liikennevalo-opastin on

punainen) ja uudelleen käynnistämisestä (kun opastin on muutaman sekunnin kuluttua vaihtumassa vihreäksi). Punaista päin ajon mahdollisuus eliminoiduu ja liikennevirran nopeus säätyy välityskyvyn kannalta mahdollisimman sopivaksi esimerkiksi aallon nopeuden mukaan.

4 Oulun liikennevalojärjestelmän visio ja tavoitteet vuodelle 2025

4.1 Vuoden 2006 yleissuunnitelman tavoitteet ja niiden toteutuminen

Vuonna 2006 valmistuneessa yleissuunnitelmassa asetetut toiminnalliset ja tekniset tavoitteet on pääosin saavutettu. Tavoitteiden saavuttamiseksi on:

- toteutettu kattava joukkoliikenteen informaatio- ja etuusjärjestelmä
- lisätty kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistamista
- laajennettu automaattinen liikennevalovalvonta myös kaupunkialueelle ja toteutettu merkittävä lisäys valvontapisteissä myös maanteilla
- toteutettu kattava hälytysajoneuvojen etuusjärjestelmä (HALI)
- toteutettu liikennevalodatan avaus
- toteutettu liikennevaloista saatavan tiedon hyödyntäminen liikenteen tiedottamisessa (Oulunliikenne.fi) ja häiriötilanteiden hallinnassa
- toteutettu erilaisia erikoistoimintoja kuten ramppien ruuhkanpurut, raskaan liikenteen etuudet, yleisötilaisuuksien ruuhkanpurkuohjaukset, tulvan tunnistus ja ylikorkeiden ajoneuvojen tunnistus
- perustettu vuonna 2009 Oulun seudun liikenteenhallintakeskus, josta käsin voidaan hallita liikennevalojen toimintaa
- vakiinnutettu liikennevalotyöryhmän aktiivinen toiminta
- järjestelmän ylläpito yhdellä toimijalla
- ylläpidon taso laadukasta ja hoidetaan yhtenäisillä periaatteilla
- hankinnoissa otettu käyttöön yhtenäiset periaatteet

Liikennevalojen tekniikalle asetetut tavoitteet on saavutettu hyvin. Kaikki opastimet ovat LED-opastimia, kojeiden keski-ikä on tällä hetkellä vain pari vuotta, tietoliikenneverkko ja vikatilanteiden hallinta ovat kunnossa, liikennevalojen huolto ja ylläpito on pientä töiden sisäistä priorisointia lukuun ottamatta hyvää.

Aivan kaikkia tavoitteita ei kuitenkaan ole vielä saavutettu. Vuoteen 2020 mennessä kehitetään:

- jalankulun ja pyöräilyn tunnistaminen ja viivytysten vähentäminen
- liikennevalojen reagoitua häiriötilanteiden hallintaan (varareittiohjaus toteutettu välille Lintula – Laanila)
- tehokkaampia liikenneteknisiä seuranta- ja helpottavia työkaluja
- reagoitua maankäytön muutoksiin paremmin ennakoivasti

4.2 Tavoitteet vuodelle 2025 ja keinot niiden toteuttamiseksi

Visio:

Liikennevalojärjestelmä TUKEE eri kulkumuotojen turvallista, sujuvaa ja tasapuolista liikkumista, TUOTTAA liikkumista palvelevaa liikennetietoa ja MAHDOLLISTAA osaltaan maankäytön ja elinkeinoelämän toimivuuden edellytykset.

Oulun liikennevalot vuonna 2025 täyttävät seuraavat yleiset tavoitteet ja keskeiset kolme toimintamallia niiden toteuttamiseksi on esitetty seuraavassa:

Tavoite	Toimintamallit tavoitteiden toteuttamiseksi
Liikennevalot ovat osa turvallista, älykästä ja kestävää liikkumista edistävää liikenneympäristöä.	Tiedämme koko ajan, miten liikennevalot toimivat. Tämä tarkoittaa ajanajantasaista liikenneteknistä ja laiteteknistä toimivuuden seurantaan yhtenäisten järjestelmien avulla, ajan tasalla olevaa sähköistä dokumentaatiota ja omaisuudenhallintaa sekä jatkuvasti ylläpidettävää osaamista ja riittäviä resursseja. Liikennevalojärjestelmä on osa alueen älyliikenteen perusinfraa, joka mahdollistaa liikennevirtojen tehokkaan hallinnan sekä tukee monipuolisesti erilaisia liikenteen reaaliaikaisia palveluita ja liikennejärjestelmän kehittämistä haluttuun suuntaan.
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 (tienkäyttäjien) tarpeet ja toimintaympäristön muutokset, sidosryhmien tarpeet sekä kansainväliset, kansalliset ja alueelliset strategiat ja linjaukset.
Liikennevaloilla on keskeinen rooli liikenneverkon ajantasaisen tilannekuvan muodostamisessa.	Toteutamme liikennetilannetietoa tuottavia liikenteenseurantajärjestelmiä, joiden tuottamia liikennetietoja hyödynnetään dynaamisesti liikennejärjestelmän ohjauksessa jakamalla sitä julkisissa informaatiokanavissa ja avoimissa rajapinnoissa sekä hyödyntämällä saatavaa tietoa liikennejärjestelmän kehittämisessä.

Edellä olevien tavoitteiden ja toimintamallien pohjalta muodostuvat seuraavat toiminnalliset ja tekniset tavoitteet Oulun liikennevalojärjestelmälle vuonna 2025:

- Merkittävimmät liikennevalotarpeet pystytään toteuttamaan liikenteen ja asiakkaiden tarpeiden mukaisesti.
- Käytössä ei ole vanhentunutta laitekantaa.
- Liikennevaloissa painotetaan kävelyn ja pyöräilyn sekä joukkoliikenteen sujuvuutta. Joukkoliikenteen etuudet ovat perusratkaisu. Kävelyn ja pyöräilyn sekä erityisryhmien kulkua liikennevaloissa on helpotettu liittymissä olevien ilmaisimien ja käyttäjien omien tunnistuslaitteiden avulla. Liikennevaloissa on otettu käyttöön liikennetilanteen mukaan optimoituva ohjelmanvaihto, jonka avulla ohjaus säädetään kulloiseenkin liikennetilanteeseen sopivaksi ja erilaiset etuudet voidaan toteuttaa liikenteen kokonais-taloudellisuus huomioiden.
- Liikennemäärien seuranta on mahdollisimman kattavaa ja tieto on helposti kaikkien saatavilla
- Jatkoksin liikenneturvallisuuden kannalta haastavimmissa liittymissä käytetään automaattista punavalovalvontaa sekä hyödynnetään älykkäitä ajoneuvoja ja kuljettajan tukijärjestelmiä.
- Liikennevalot ovat ajantasaisen liikennetiedottamisen ohella seudun merkittävin liikennetiedon lähde sekä liikenteenhallinnan väline. Ajantasaisella tiedottamisella varmistetaan, että poikkeusjärjestelyt ovat mahdollisimman suuren käyttäjäjoukon tiedossa mahdollisimman nopeasti.
- Oulun seudun liikenteen seuranta, ohjausta ja tiedotusta hoitaa entistä voimakkaammin Oulun seudun liikenteenhallintakeskus. Keskuksen vastuulla on liikennevalojen operointi ja liikennevalojen hyödyntäminen liikenteenhallinnan työkaluna. Keskus ohjaa alueen tie- ja katuverkon liikennevaloja mahdollisimman ajantasaisesti vallitsevan liikennetilanteen mukaan sekä vastaa laitteiden hoidon ja ylläpidon hankinnasta, liikenneteknisestä ylläpidosta ja laatuvaatimusten mukaisesta toiminnasta.
- Liikennevalojen kehittämistyötä ohjaa jatkossakin tienpitäjistä ja muista tärkeimmistä toimijoista muodostettu Liikenteenhallinnan johtoryhmä, jonka kautta liikennevaloja integroidaan entistä enemmän osaksi muuta liikenteenhallintaa sekä liikennejärjestelmäsunnittelua.
- Liikennevalojen hankintatoimi (rakentaminen ja sen kilpailuttaminen) keskitetään yleisiltä hankintaorganisaatioilta asiantuntijaryhmän vastuulle, jolloin varmistetaan hankinnan laatu, tuotteen toimivuus ja suunnitelmanmukaisuus.
- Kaikilla seudun liikennevaloilla on yhtenäisillä periaatteilla määritetyt ylläpidon laatu- ja vaatimukset. Liikennetekninen ylläpito ja toiminnan seuranta voidaan hankkia yksityisiltä palveluntarjoajilta.

Liikennevalojärjestelmän kehittämistoimenpiteiden hahmottaminen edellyttää vision lisäksi nykyjärjestelmän ongelmien ja puutteiden tunnistamista ja selkeästi määritettyä tavoitetilaa. Tavoitetila muodostuu pienemmistä tavoitteista, jotka kannattaa asettaa siten, että niiden toteutumista voidaan seurata ja mitata. Taulukossa 2 on esitetty Oulun seudun liikennevalojärjestelmälle asetetut toiminnalliset ja tekniset tavoitteet vuodelle 2025.

Vuodelle 2025 asetettujen Oulun seudun liikennevalojärjestelmän kehittämistavoitteiden saavuttaminen edellyttää järjestelmällisiä toimenpiteitä. Taulukossa 3 on esitetty tärkeimmät toimenpiteet lähivuosina ja vuoden 2025 jälkeen.

Taulukko 2. Oulun seudun liikennevalojärjestelmän kehittämistavoitteet vuodelle 2025.

Toiminnalliset tavoitteet	Tekniset tavoitteet
<ul style="list-style-type: none"> • käytössä olevien liikennevalo-ohjelmien seuranta on jatkuvaa liikenneteknisen seurantajärjestelmän kautta. Kohteissa, joissa kattava seuranta ei ole mahdollista, tarkistetaan ohjelmien toiminta vähintään 2 vuoden välein. • kaikissa joukkoliikenteen reiteillä olevissa liikennevaloissa on käytössä joukkoliikenteen ohjelmalliset etuudet • kävelyn ja pyöräilyn liikennevaloviivytyksiä vähennetään ja toiminnallisuutta parannetaan erityisesti keskustassa ja pyöräilyn pääreiteillä • erillisohjatuissa liikennevaloissa toimintaa optimoidaan älykkäillä menetelmillä, jossa joukkoliikenteen sujuvuudella on suuri paino • liikennevalo-ohjauksen dynaamisuutta lisätään sitä mukaan, kun liikennetiedon hyödyntäminen on teknisesti mahdollista • liikennevalojen ohjaus tapahtuu mahdollisimman ajantasaisesti myös poikkeustilanteissa ilman hallinnollisia rajoja siten, että kokonaisuuden hallinta lähtökohtaisesti yhden operaattorin vastuulla • liikennevalojen turvallisuutta edistetään liikennetiedon analyysillä ja automaattisella valvonnalla • liikennevalotiedotusta kehitetään lisäämällä tiedotusta toimintaperiaatteista ja vikatilanteista sekä kehittämällä palauteprosesseja 	<ul style="list-style-type: none"> • kaikki opastimet ovat LED-opastimia • ohjauskojeiden keski-ikä on enintään 10 vuotta eikä käytössä ole teknisesti vanhentuneita yli 15 vuotta vanhoja kojeita • kaikki liikennevalojen ohjauskojeet ovat varmistetun yhteyden päässä eli kojeelle on mahdollista saada yhteys kahta eri kaapeliyhteyttä pitkin • Oulun seudun liikennevaloverkossa tietoliikenneyhteyksien nopeus on vähintään 100 Mbit/s • vikatilanteiden hallintaan on varauduttu ennalta yhtenäisillä toimintaperiaatteilla (palvelutaso pyritään varmistamaan ennakoon) • liikennevalojen huolto ja ylläpito on laadukasta ja tasalaatuista kaikissa valoissa hallinnollisista rajoista riippumatta • liikennevalot ovat osa älyliikenteen ekosysteemiä • Oulunliikenne.fi -palveluun rakennetaan tiedotusympäristö, jossa kerrotaan liikennevalojen paikallisista periaatteista ja esim. mistä tulee eniten palautetta

Taulukko 3. Oulun seudun liikennevalojärjestelmän kehittämisen lähivuosien ja pidemmän aikavälin toimenpiteet.

Lähivuosien (2018 - 2025) tärkeimmät toimenpiteet	Tärkeimmät toimenpiteet vuoden 2025 jälkeen
<ul style="list-style-type: none"> • otetaan käyttöön liikenneteknisen toimivuuden seurantajärjestelmä • lisätään häiriötilanteiden hallintaa erikoisohjelmoinnilla sekä tiedonsiirron kehittämisellä liikennevalojärjestelmän ja muiden liikenteenhallintajärjestelmien välille • optimoidaan joukkoliikenteen etuusjärjestelmä suhteessa muihin kulkumuotoihin ja ajoneuvoryhmiin • edistetään kävelyn ja pyöräilyn kehittämistä liikennevalo-ohjausta ja -järjestelmää kehittämällä • toteutetaan dynaaminen ohjelmanvaihto kattavasti koko ohjausjärjestelmän alueella • kehitetään liikennevalojen tietoliikenneverkon kuituyhteyksiä ja tietoliikenteen häiriönsietokykyä mm. rengasverkoilla • kehitetään liikennevalojen omaisuudenhallintaa, joka palvelee kaikkia osapuolia, palveluja ja toimintoja • kehitetään toiminnan seurantarutiinit ja kansalaisilta saadun palautteen vastaanotto- ja käsittelymenetelmät sellaiseksi, että ajoitusten pitäminen liikenteen tarpeiden mukaisina ja muutostarpeiden tunnistaminen tehostuvat • kehitetään liikenneteknisen toimivuuden seurantajärjestelmän tarvitsemien liikennetietojen keruuta sekä tiedon avointa jakelua (kävelyn ja pyöräilyn parempi tunnistaminen ja ajoneuvoliikenteen lisätunnistus) ja tiedon avointa jakelua 	<ul style="list-style-type: none"> • valmistaudutaan autonomisten ajoneuvojen tuomien tarpeiden huomioimiseen • hyödynnetään liikennevaloista saatavaa liikennetietoa liikennejärjestelmän kehittämistä • toteutetaan uusissa liikennevaloissa ratkaisuja, jotka mahdollistavat kuljettajan toimintaa helpottavien tukijärjestelmien käytön ja ajoneuvojen kulun automaattisen säätelyn liittymässä • hyödynnetään liikennevaloja päästöjen reaaliaikaisessa mittauksessa

5 Liikennevalojen suunnitteluperiaatteet

5.1 Lähtökohdat ja yleiset periaatteet

Liikennevalojen toimintaa ja toteutusta ohjaavat tieliikennelaki ja -asetus, liikenne- ja viestintäministeriön asetus tieliikenteen liikennevaloista (josta on jäljempänä käytetty lyhempää muotoa liikennevaloasetus), liikennevalojen suunnitteluohjeet, infrarakentamisen yleiset laatuvaatimukset (InfraRYL) sekä tyyppiirustukset.

Vuoden 2006 Oulun seudun liikennevalojen yleissuunnitelmassa määriteltiin yhtenäiset suunnitteluperiaatteet ja tekniset ratkaisut, joiden pohjalta Oulun seudulla on saatu samantyyppiin liikenneympäristöihin yhtenäiset liikennevalojärjestelyt, jotka ovat edesauttaneet turvallista liikkumista. Tässä suunnitelmassa suunnitteluperiaatteet on päivitetty vastaamaan uusia ohjeistuksia ja käytäntöjä, joita edellisen suunnittelukauden aikana on ilmestynyt ja toteutettu.

5.1.1 Liikenneympäristöt

Liikennevalosuunnittelua varten Oulun seutu on jaettu viiteen liikenneympäristöön: Oulun liikennevalojen kävelyalue, Oulun keskustan sisääntulovyöhyke, Esikaupunkialueet, Naapurikunnat ja Päätiet.

Oulun liikennevalojen kävelyalue

- pääsääntöisesti ruutukaava-aluetta
- nopeusrajoitus 30 - 40 km/h
- paljon palveluita ja työpaikkoja
- kiinteän ohjauksen tarve suuri

Oulun keskustan sisääntulovyöhyke

- sisääntulo- ja ulosmenoväylät
- nopeusrajoitus 50 - 60 km/h
- isoja kaupan yksiköitä, jonkin verran asuntoja
- yhteenkytkentätarve suuri työmatkaliikenteen kannalta
- vastaa maanteiden osalta LIVASU 2016:n liikennevalojen palvelutasovaatimusten mukaisista liikenneympäristöluokkaa *TY3 Muu tieverkko*

Esikaupunkialue ja naapurikunnat

- maankäytön liittyminen päatie- ja katuverkkoon edellyttää yleensä erillisesti toimivia liikennevaloja
- läpikulku- ja rinnakkaistiet, joiden varrella teollisuutta ja työpaikkoja
- kaupallisia palveluita, isoja asuntoalueita
- nopeusrajoitus 50 - 60 km/h
- maanteiden osalta sisältää LIVASU 2016:n liikennevalojen palvelutasovaatimusten mukaisia liikenneympäristöluokkia *TY1 Korkealuokkainen maantie kaupunkiseudun ulkopuolella*, *TY2 Korkealuokkainen maantien kaupunkiseudulla* ja *TY3 Muu tieverkko*

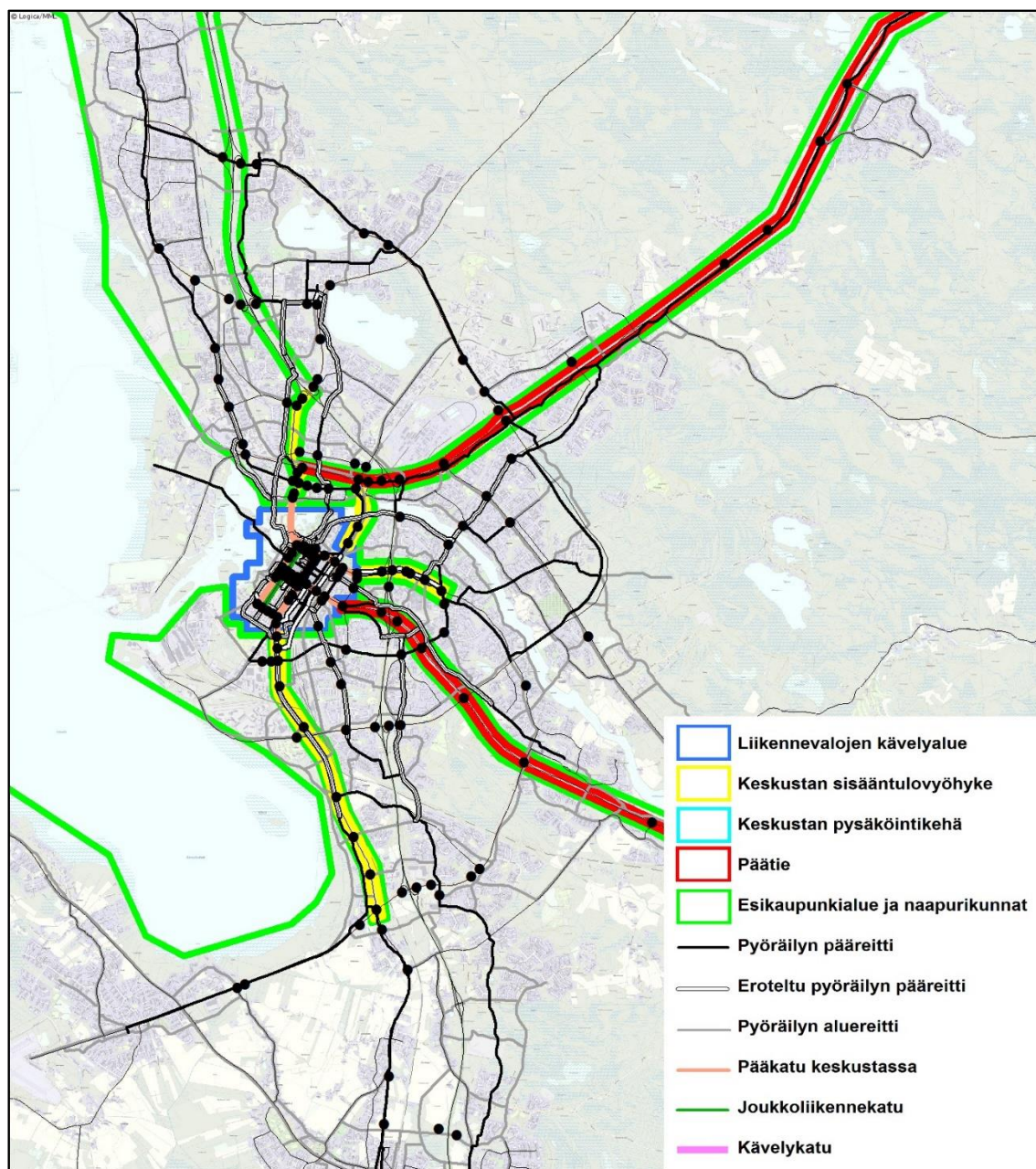
Päätiet

Valtatie 20 välillä Kemintien (mt 8156) ramppi - Kiiminki

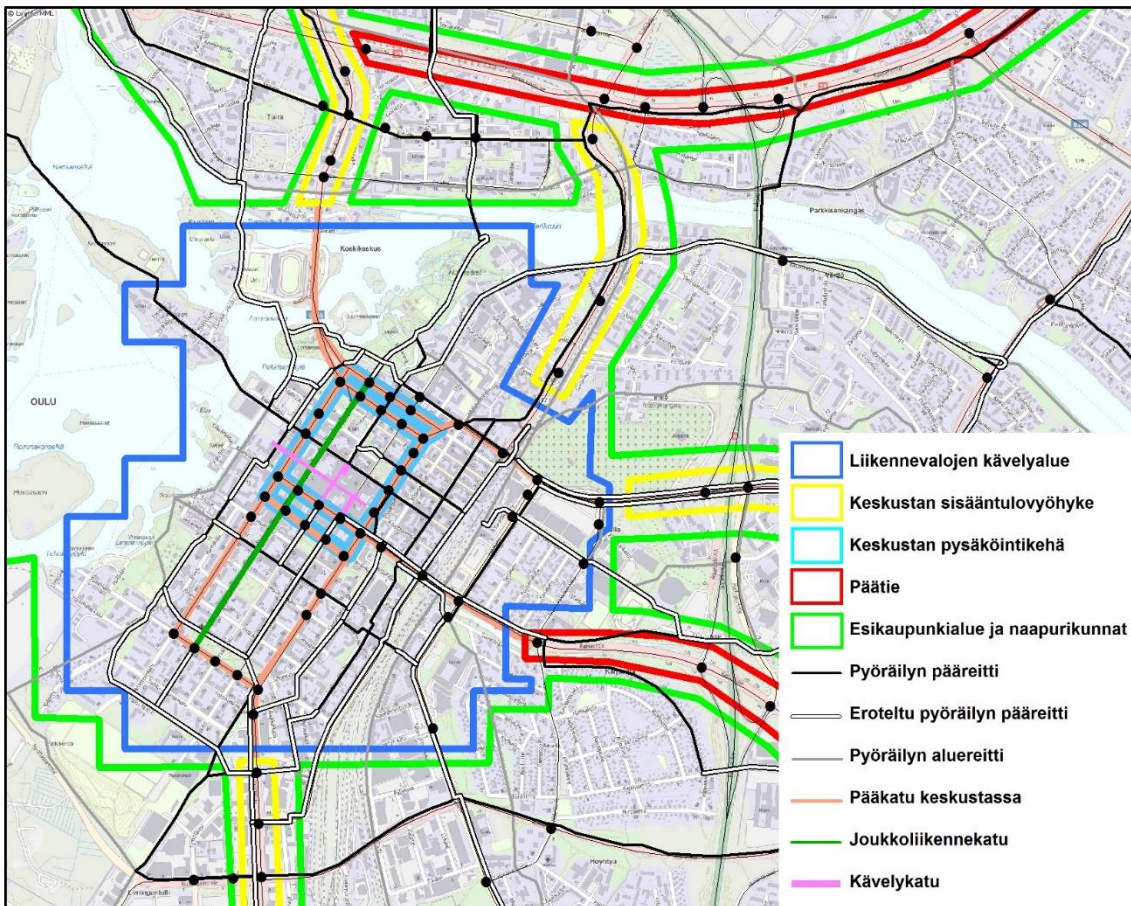
Valtatie 22 välillä Teuvo Pakkalan katu - Sääskenkuontie

- pitkämatkaisen ja raskaan liikenteen rooli suuri
- sivusuunnan liikenteen liittyminen edellyttää liikennevalo-ohjausta

- vastaa LIVASU 2016:n liikennevalojen palvelutasovaatimusten mukaista liikenneympäristöluokkaa TY2 Korkealuokkainen maantien kaupunkiseudulla

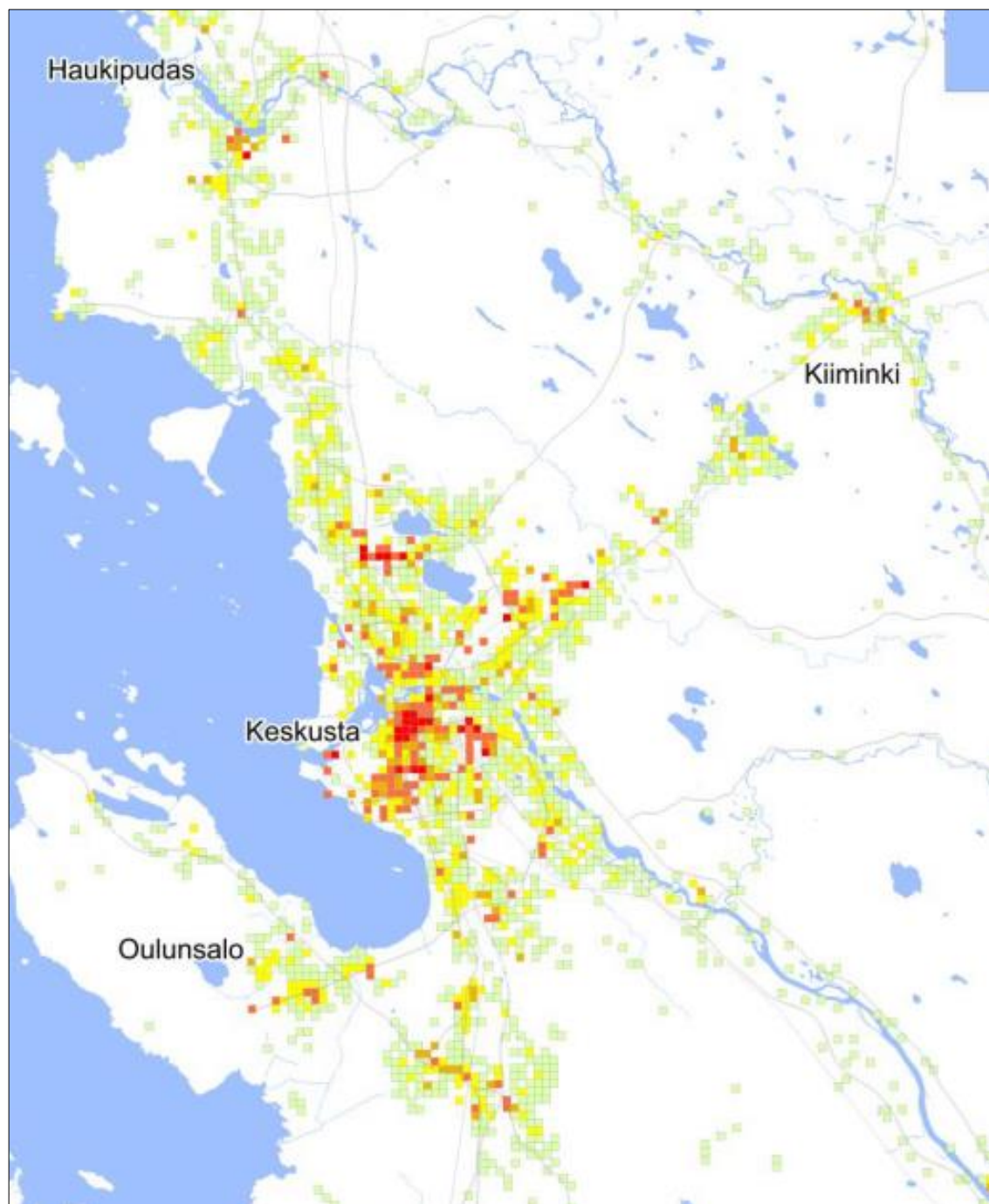


Kuva 6. Oulun seudun liikennevalojen liikenneympäristöt.



Kuva 7. Oulun seudun liikennevalojen liikenneympäristöt keskustan alueella.

Työpaikkojen ja asumisen sijainti vaikuttaa merkittävästi varsinkin huipputuntien liikennemäärien muodostukseen. Alla olevassa kuvassa on esitetty Oulun seudun työpaikkojen jakautuminen vuonna 2010. Eniten työpaikkoja on Oulun keskustassa. Muita suuria työpaikka-alueita ovat Kontinkangas, Rusko, Linnanmaa ja Limingantulli.



Kuva 8. Oulun seudun työpaikat ja niiden jakaantuminen vuonna 2010.

5.1.2 Suunnittelutekijät

Liikennevalojen suunnitteluratkaisuja ja valintoja (mm. toimintaperiaatteet, fyysiset järjestelyt) tehdään liikkumisen ja liikenteen eri tekijöiden perusteella. Oulun seudun liikennevaloissa huomioitavat suunnittelutekijät ovat:

- työmatkaliikenne (henkilöautolla)
- joukkoliikenne
- kävely
- pyöräily
- raskas tavaraliikenne
- pitkämatkainen liikenne
- kaupp- ja asiointiliikenne (henkilöautolla)
- yleisö- ja muut tapahtumat (esim. liikunta-, jää- ja messuhallit)

Tekijöiden vaikutus Oulun liikennevalojen ratkaisuihin vaihtelee liikenneympäristön perusteella. Yksittäisen liittymän tai väyläjakson liittymien periaatteita ja ratkaisuja määritettäessä huomioidaan kaikki tekijät mutta niitä painotetaan liittymän / väylän liikenneympäristön perusteella. Alla on lueteltu kunkin liikenneympäristön tärkeimmät tekijät:

Oulun liikennevalojen kävelyalue

1. Joukkoliikenne
2. Kävely ja pyöräily
3. Kaupp- ja asiointiliikenne

Oulun keskustan sisääntulovyöhyke

1. Joukkoliikenne
2. Henkilöautoliikenne
3. Pyöräily, lisäksi Limingantiellä ja Kajaanantiellä kaupalliset palvelut

Oulun seudun päätiet

1. Raskas tavaraliikenne
2. Joukkoliikenne
3. Henkilöautoliikenne

Oulun esikaupunkialueet ja naapurikunnat

1. Joukkoliikenne
2. Kävely ja pyöräily
3. Kaupp- ja asiointiliikenne

Edellä kuvattua liikennevalojen liikenneympäristöjakoa ja suunnittelutekijöitä voi soveltaa myös muualla Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun alueella. Painotukset voivat kuitenkin vaihdella alueittain.

Edellä määriteltyjen tekijöiden lisäksi liikennevaloissa huomioidaan aina hälytysajoneuvojen tarpeet. Oulun seudun liikennevaloissa hälytysajoneuvoetuudet toteutetaan kaikkiin liikennevaloihin kohdassa 5.2.5 määriteltyjen periaatteiden mukaisesti.

Liikennevalo-ohjaus sovitetaan kuhunkin liikenneympäristöön siten, että toiminnallisesti yhteisillä alueilla liikennevalojen ratkaisut ja toimintaperiaatteet ovat yhtenäiset.

Taulukko 4. Suunnittelutekijöiden huomioiminen Oulun seudun liikennevaloissa

Oulun liikennevalojen kävelyalue	Keskustan sisääntulovyöhyke	Esikaupunkialueet ja naapurikunnat	Päätiet
Kävely (suojatien ohjaustoiminnot ja varusteet liikenneympäristön perusteella on esitetty taulukossa 5)			
<p>Tavoitteena on kävelyn sujuvuuden parantaminen ja turvallisuuden varmistaminen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Suojatievihreä kiinteällä pyynnöllä, vihreän pidennystoiminnot • Sekavaiheohjaus, jalkakulkuvaiheet tai puolikierto • Kiertoaika enintään 90 s • Suojatien lepovihreä 	<p>Tavoitteena on kävelyn turvallisuuden varmistaminen ja kohtuulliset odotusajat punaista päin kävelyn minimoimiseksi.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tunnistamisen tehostaminen • Ilmaisipidennykset • Kiertoaika enintään 90 s • Suojatien lepovihreä 	<p>Tavoitteena on kävelyn turvallisuuden varmistaminen ja kohtuulliset odotusajat punaista päin kävelyn minimoimiseksi.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tunnistamisen tehostaminen • Ilmaisipidennykset • Lähtökohtaisesti kiertoaika enintään 120 s • Erillisohjaus • Suojatien lepovihreä 	<p>Tavoitteena on kävelyn turvallisuuden varmistaminen hallitusti päätien liikenteen turvallisuuden ja sujuvuuden kannalta.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tunnistamisen tehostaminen • Ilmaisipidennykset • Lähtökohtaisesti kiertoaika enintään 120 s • Suojatien lepovihreä
Pyöräily (suojatien ohjaustoiminnot ja varusteet liikenneympäristön perusteella on esitetty taulukossa 5)			
<p>Tavoitteena on pyöräilyn sujuvuuden parantaminen ja turvallisuuden varmistaminen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Odotusaikojen minimointi suojatien rooli / luokka huomioiden • suojatien vihreä kiinteällä pyynnöllä ja lepovihreä • Tunnistamisen tehostaminen • Vihreän pituuden säätö • Kytkeytyissä liittymäpa-reissa molempien liittymien läpäisyn parantaminen muuttamalla ajoituksia • Tilan jäsennöinti 	<p>Tavoitteena on pyöräilyn turvallisuuden varmistaminen sekä sujuvuuden parantaminen ja pysähdysten minimointi päätien suunnassa.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ennakkotunnistamisen tehostaminen, jonka avulla toteutetaan vihreän pyyntö ja vihreän pidettäminen • suojatien lepovihreä • Etuudet pyöräilyn pääreiteillä • Tilan jäsennöinti 	<p>Tavoitteena on pyöräilyn turvallisuuden varmistaminen ja sujuvuuden parantaminen päätien suunnassa.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ennakkotunnistamisen tehostaminen, jonka avulla toteutetaan vihreän pyyntö ja vihreän pidettäminen • Suojatien lepovihreä 	<p>Tavoitteena on pyöräilyn turvallisuuden varmistaminen ja sujuvuuden parantaminen päätien suunnassa.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ennakkotunnistamisen tehostaminen, jonka avulla toteutetaan vihreän pyyntö ja vihreän pidettäminen • Suojatien lepovihreä

Oulun liikennevalojen kävelyalue	Keskustan sisääntulovyöhyke	Esikaupunkialueet ja naapurikunnat	Päätiet
Työmatkaliikenne (henkilöautolla)			
<p>Tavoitteena ovat toimivat yhteydet tärkeimpiin pysäköintilaitoksiin.</p> <p>Kiinteää ohjausta kehitetään kaikki kulkumuodot tasapuolisesti huomioiden.</p> <p>Sallitaan joukkoliikenteen etuuskien ja kävelyn ja pyöräilyn suosimisen vaikutukset toimivuuteen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Liikennevalojen ajoituksella tuetaan pysäköintikehän toimintaa 	<p>Tavoitteena on pääsuunnan autoliikenteen pysähdysten määrän minimointi. Sivusuunnalla sallitaan kohtuulliset viivytykset. Turvataan valta- ja seutu-tieltä liittyvän liikenteen pääsy paikalliselle verkolle mahdollisimman pienin viivytyksin.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Sujuva ja välityskyvyltään hyvä vihreä aalto liikennetilanteen työmatkaliikenteen määrävssä ajosuunnassa • Moottoritien rampeilla ruuhkanpurkutoiminto 	<p>Tavoitteena on varmistaa kohtuullinen sujuvuus myös työmatkaliikenteen pullonkaulaliittymissä. Varmistetaan valtakunnallisen verkon liittymissä päätien hyvä sujuvuus ja turvallisuus.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Työmatkaliikenteen vilkkaimmassa suunnassa erikoistoimintoja (esim. jonopidennys, ruuhkanpurku) • Pääsuunnalla sujuvuustoiminnot (jonopidennys, raskaan liikenteen etuus) 	<p>Tavoitteena on turvata työmatkaliikenteen pääsuunnan liikennöitävyys ja sujuvuus myös työmatkaliikenteen vilkkaimpina aikoina. Valtatieliittymissä varmistetaan päätien hyvä sujuvuus ja turvallisuus.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Työmatkaliikenteen vilkkaimmassa suunnassa erikoistoimintoja (esim. jonopidennys, ruuhkanpurku) • Moottoritien rampeilla ja erityisen vilkkaalla sivusuunnalla ruuhkanpurkutoiminto
Kauppa- ja asiointiliikenne (henkilöautolla)			
<p>Tavoitteena ovat sujuvat yhteydet pysäköintilaitoksiin (minimoidaan pysäköintipaikan hakuliikenne).</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • liikennevalo-ohjaus ohjaa pysäköintilaitosten käyttöön 	<p>Tavoitteena on varmistaa sujuva liikennöinti palvelukohteen lähiliittymissä (ulos- ja sisäänajo).</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Iltaruuhkan yhteenkynnän rakenteessa huomioidaan sivusuunnalta tuleva kauppaliikenne sekä keskustaan suuntautuva kauppaliikenne 	<p>Tavoitteena on varmistaa sujuva liikennöinti palvelukohteen lähiliittymissä (ulos- ja sisäänajo).</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pääohjaustapana erillisohjaus • Poikkeavia ruuhkapiikkien hallinta ruuhkanpurkutoiminnolla 	<p>Tavoitteena on taata pääsy palvelualueelta päätielle ja minimoida pääsuunnan liikenteelle aiheutuvat viivytykset.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pääohjaustapana erillisohjaus • Vapaa oikeat
Joukkoliikenne			
<p>Tavoitteena on joukkoliikenteen aikataulussa pysyminen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ohjelmalliset etuudet joukkoliikenteen jokaisella tulosuunnalla 	<p>Tavoitteena on joukkoliikenteen aikataulussa pysyminen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ohjelmalliset etuudet joukkoliikenteen jokaisella tulosuunnalla • Joukkoliikennekaistat 	<p>Tavoitteena on joukkoliikenteen aikataulussa pysyminen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ohjelmalliset etuudet joukkoliikenteen jokaisella tulosuunnalla • Liikennevalojen ohitus joukkoliikenteelle 	<p>Tavoitteena on joukkoliikenteen aikataulussa pysyminen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Ohjelmalliset etuudet tulosuunnalla päätien liikenteen turvallisuus huomioiden

Oulun liikennevalojen kävelyalue	Keskustan sisääntulovyöhyke	Esikaupunkialueet ja naapurikunnat	Päätiet
Raskas tavaraliikenne			
<p>Tavoitteena on turvata jakeluliikenteen ja rakentamisen edellyttämän raskaan liikenteen liikennöintimahdollisuus tärkeimpien kulkureittien liittymissä.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pysäytysviivojen merkintä siten, ettei pysäytysviivalle pysähtynyt auto estä risteävältä kadulta tulevaa isoa autoa kääntymästä 	<p>Tavoitteena on turvata jakeluliikenteen ja rakentamisen edellyttämän raskaan liikenteen liikennöintimahdollisuus tärkeimpien kulkureittien liittymissä.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pysäytysviivojen merkintä siten, ettei pysäytysviivalle pysähtynyt auto estä risteävältä kadulta tulevaa isoa autoa kääntymästä 	<p>Tavoitteena on minimoida raskaan liikenteen pysähdykset merkittävillä terminaaliyhteyksillä.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Yhteenkytkentä raskaan liikenteen ehdoilla • Erillisojauksessa raskaan liikenteen etuus 	<p>Tavoitteena on minimoida päätien raskaan liikenteen pysähdykset ja eliminoida äkilliset pysähdykset.</p> <p>Tavoitteena on turvata raskaan liikenteen pääsuunnan liikennöitävyys ja sujuvuus myös vilkkaimpina aikoina.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Yhteenkytkennän rakentaminen raskaan liikenteen ajorytmi huomioiden (pysähdys ennakoitavissa, ei aallon leikkauksia) • vihreän hallittu lopetus erillisojauksessa • raskaan liikenteen etuus erillisojauksessa
Pitkänmatkainen liikenne			
<p>Tavoitteena on, ettei liikennevalo-ohjaus haittaa keskustan läpimenevää liikennettä.</p> <p><u>Toteuttamiskeinot:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Läpiajavaa liikennettä ei 	<p>Tavoitteena on turvata valtakunnalliselta ja seudulliselta tieltä liittyvän liikenteen pääsy paikalliselle verkolle.</p> <p><u>Toteuttamiskeinot:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Päätieverkon liityntäkohdissa varmistetaan riittävä palvelutaso valtakunnan verkolta sisään tulevalle liikenteelle 	<p>Tavoitteena on varmistaa valtakunnallisen verkon liittymissä päätien hyvä sujuvuus ja turvallisuus.</p> <p><u>Toteuttamiskeinot:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pääsuunnan liikenteen sujuvuuden varmistaminen etuuksin (mm. jonopidennys) ja korkealuokkaiset liikennevalojärjestelyt 	<p>Tavoitteena on varmistaa valtakunnallisen verkon liittymissä päätien hyvä sujuvuus ja turvallisuus.</p> <p><u>Toteuttamiskeinot:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Pääsuunnan liikenteen sujuvuuden varmistaminen etuuksin (mm. jonopidennys) ja korkealuokkaiset liikennevalojärjestelyt
Yleisö- ja muut tapahtumat			
<p>Tavoitteena on minimoida muulle liikenteelle tapahtumasta aiheutuva haitta sekä varmistaa kävelyn ja pyöräilyn sujuva kulku liikennevaloissa.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tapahtumakohtaiset suojaiteiden erikoisohjaukset • Ajoneuvoliikenteen tarjonnan hallinta 	<p>Tavoitteena on varmistaa palvelualueen liikenteen purkautuminen ja tapahtumasta muulle liikenteelle aiheutuva haitta.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erikoisohjelmat ja ruuhkan purkutoiminnot tapahtumia varten 	<p>Tavoitteena on minimoida tapahtumasta muulle liikenteelle aiheutuva haitta.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erikoisohjelmat sisäänajo- ja ulosajotilanteita varten • Ruuhkan purkutoiminnot 	<p>Tavoitteena on minimoida tapahtumasta päätien liikenteelle aiheutuva haitta ja estää päätien ruuhkautuminen.</p> <p><u>Toteuttamiskeinoja:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • Erikoisohjelmat sisäänajo- ja ulosajotilanteita varten

5.1.3 Mitoitusliikenne

Oulun seudun liikennevaloissa kaistamitoituksen perusteena käytetään liikenteen aamu- ja iltahuipun viikkainta 60 minuutin jaksoa. Tavoitteena on, että liittymän kokonaiskuormitusaste valo-ohjattuna jää alle 0,85 ja liikenteen kasvuvaraa on vähintään 15 - 20 %. Tästä voidaan poiketa kohteissa, joissa lyhytaikainenkin ylikysyntä voi aiheuttaa liikenneverkkoon voimakkaita, verkkoon laajasti vaikuttavia häiriötilanteita. Liikennevalojen ajoituksessa hyödynnetään käytettävissä oleva kapasiteetti maksimaalisesti. Ajoituksen mitoitusliikenteenä käytetään aamu- ja iltahuipun viikkainta 15 minuutin jaksoa. Ruuhkaisimmissa liittymissä ja väylillä testataan simuloinnilla, miten verkko sietää tilapäisiä kuormituspiikkejä.

Mitoitukseen voi vaikuttaa myös käytettävissä oleva jonotustila ja ilmaisimien sijoitus. Esimerkiksi, jos keskustan yhteenkytkentäjakson välityskyky ei riitä kaikissa liittymissä, voidaan liikenteen ylikysyntää hallita pysäyttämällä liikennettä kohtaan, jossa jonotustilaa on riittävästi. Liikennevalojen avulla voidaan myös tarvittaessa ohjata liikennettä liikennejärjestelmän kannalta edullisille reiteille.

Liikenneteknisen toimivuuden seurantarjestelmän toteutuksen myötä voidaan mitoituksessa hyödyntää paljon pidemmän aikavälin liikenneteknisiä tunnuslukuja. Sen avulla investoinnit voidaan kohdistaa paremmin ja tehokkaammin sinne, missä niillä on suurin vaikutus.

5.1.4 Liikennevalojen ohjaustapa

Liikennevalojen ohjaustavat ovat kiinteän ennakkoon valitun kiertoajan kytketty ohjaus (yhteenkytkentä) ja erillisohjaus.

Kytkeytyssä ohjauksessa valo-ohjelmien kiertoaika on kiinteä ja eri opastinryhmät (tulosuunnat) vaihtuvat vihreäksi ennalta määritetyssä kohdassa kiertoa. Suurin osa opastinryhmistä saa vihreän kiinteällä pyynnöllä eikä liikenteen lyhytaikaisilla vaihteluilla ole suurta vaikutusta ohjauksen toimintaan. Eri ohjelmissa tulosuuntien vihreiden esiintymisjärjestys voi vaihdella. Liittymässä säännöllisesti liikkuva oppii melko nopeasti eri ohjelmien toiminnan. Kytketyn ohjauksen etu on, että liittymän valo-ohjelmien ajoituksessa voidaan ottaa huomioon läheisten liikennevalojen toiminta ja näin katujaksoille voidaan toteuttaa vihreä aalto. Vihreän aallon onnistumiseen vaikuttaa liittymäväli, nopeusrajoitus ja kiertoaika. Yksinkertaistettuna aallon mitoitusnopeuden (nopeusrajoituksen) alentaminen edellyttää kiertoajan pidentämistä ja liittymävälin lyheneminen aallon mitoitusnopeuden alentamista, jotta aallon välityskyky (aallon leveys) ja sujuvuus eivät alenisi.

Erillisohjauksessa ei ole ennalta määritettyä kiinteää kiertoaika. Opastinryhmien vihreiden esiintymisjärjestys (vaiheet) ja vihreän maksimipituudet on määritetty. Peruseriaatteena on, että ajoliikenteen eri ajosuuntien opastimet ja suojateiden opastimet vaihtuvat vihreäksi vain omasta pyynnöstä. Erillisohjaus reagoi kytkettyä ohjausta herkemmin liikenteen lyhytaikaisiin vaihteluihin. Jos jollakin suunnalla ei ole liikennettä, ohjaus ei anna vihreätä ao. suunnalle, vaan siirtyy sitä seuraavaan vaiheeseen. Erillisohjauksessa vihreän aallon toteuttaminen on vaikeampaa kuin kiinteän kiertoajan kytketyssä ohjauksessa, koska vierekkäisten liittymien valo-ohjauksen vihreän tarve ja kiertoaika voivat poiketa huomattavasti toisistaan. Vierekkäisten liikennevalojen välillä voidaan kuitenkin vaihtaa ohjaustietoa ja sen avulla synkronoida liittymien toiminta ja saada aikaan vihreä aalto. Tätä käytetään SYVARI-ohjaustavassa.

Nykyisin pääohjaustapa Oulun keskustassa ja sen läheisyydessä sijaitsevilla liikennevaloissa on kytketty ohjaus (yhteenkytkentä). Kytketyssä ohjauksessa tietyllä tie- tai katujaksolla olevat kaikki liikennevalot tai osa liikennevaloista on ajoitettu siten, että halutut ajosuunnat / liikennevirrat on saatu vihreään aaltoon. Aamu- ja iltaruuhkassa käytetään nykyisin 90 sekunnin kiertoajan ohjelmaa ja päiväliikenteessä 70 sekunnin ohjelmaa. Joissain liittymissä käytetään rajoitetusti 35-45 sekunnin kiertoajan (puolikierto) ohjelmaa. Keskustan ulkopuoliset liikenne-

valot toimivat pääosin erillisohjattuina ja ovat toiminnassa ympäri vuorokauden. Yhteenkytkentää on käytössä joillakin tie- ja katujaksoilla lähinnä työmatkaliikenteen aikoina.

5.1.5 SYVARI-ohjaustapa

Oulun liikennevaloissa yhteenkytkennän ja erillisohjauksen ajoitus suunnitellaan ja ohjelmoidaan kojeisiin SYVARI-ohjaustavalla. SYVARI-ohjaustapa on rakenteeltaan modulaarinen. Sen kahta keskeistä toimintoa – vaiheringin synkronointia ja joukkoliikenteen etuustoimintoja – voidaan käyttää molempia samanaikaisesti tai vain toista niistä. Pelkällä vaiheringin synkronoinnilla toteutetaan tahdistettua ohjausta ilman etuuksia ja pelkillä etuustoiminnoilla toteutetaan etuuksilla varustettua erillisohjausta. Toteutettaessa etuuksilla varustettua tahdistettua ohjausta käytetään etuustoimintoja ja synkronointia samanaikaisesti. Ohjauksen runkona ovat aina normaalin erillisohjauksen perustoiminnot: opastinryhmäkohtainen ohjaus ja vaiherinki. (Matti Salonen, 2010)

SYVARI-ohjaustavan etuustoimintojen tekniikkaa voidaan soveltaa muihinkin tarkoituksiin kuin joukkoliikenne-etuuksiin – esimerkiksi ruuhkan purkuun tai raskaan liikenteen pidennyksiin. Tämä mahdollistaa esimerkiksi raskaan liikenteen pidennysten käytön myös tahdistetussa ohjauksessa. SYVARI-ohjaustapa soveltuu myös linkitykseen, koska se perustuu erillisohjaukseen. (Matti Salonen, 2010)

Ohjaustapa		Normaali erillisohjaus	Tahdistettu ohjaus	Erillisohjaus etuustoiminnoilla	Tahdistettu ohjaus etuustoiminnoilla
SYVARI-toiminnot	Etuustoiminnot			X	X
	Vaiheringin synkronointi		X		X
Erillisohjauksen perustoiminnot	Vaiherinki	X	X	X	X
	Opastinryhmäkohtainen ohjaus	X	X	X	X

Kuva 9. SYVARI-ohjaustavan modulaarisuuden periaate (Matti Salonen, 2010).

SYVARI-ohjaustavassa etuna on nopea palautuminen normaaliohjaukseen etuuden jälkeen.

SYVARI-ohjaustavassa ryhmän vihreällä on vähimmäismaksimiaika, synkronointimaksimiaika ja etuusmaksimiaika. Etuustoiminnoissa myöhässä oleva linja-auto pyytää SYVARI -etuutta. Mikäli se ei ehdi liittymään läpi synkronointimaksimiajan turvin, se saa etuusmaksimiajan. Jos konfliktiryhmä on vihreänä ja joukkoliikenne-etuuspyyntö tulee, konfliktiryhmä saa vähintään vähimmäismaksimiajan tai lopettaa heti, mikäli vähimmäismaksimiaika on jo ylitetty.

5.1.6 Liikennevalojen toiminta-ajat ja valo-ohjelmat

Lähtökohtaisesti kaikki liikennevalot ovat toiminnassa ympäri vuorokauden. Poikkeuksena ovat Oulun keskustan ruutukaavan liikennevaloliittymät, jotka voivat olla öisin pois toiminnasta (opastimet sammutettuina). Tämä ei koske kävelijöiden sekä pyöräilijöiden turvallisuuden kannalta kriittisiä liittymiä eikä keskustan sisääntuloväylien liittymiä, joiden liikennevalot ovat päällä ympäri vuorokauden.

Oulun seudun liikennevalot ovat lähtökohtaisesti toiminnassa ympäri vuorokauden.

Poikkeuksena on Oulun keskustan ruutukaava-alue, jossa klo 24 – 06 välisenä aikana (voidaan poiketa harkinnan mukaan tarvittaessa) liikennevalot ovat pois toiminnasta (opastimet sammutettuina) vähäliikenteisissä liittymissä, joissa valojen pois toiminnasta olosta ei aiheudu vaaraa liikenteelle.

Valo-ohjelmien ja liikennetilanteiden nimeäminen ja numerointi sekä ohjelmien ohjeelliset käyttöajat Oulun seudun liikennevaloissa on esitetty liitteissä.

Eri liikennetilanteita (aamuruuhka, päiväliikenne, iltaruuhka jne.) liikennevaloissa olevat valo-ohjelmat ohjataan automaattisesti käyttöön aluekohtaisesti liikennevalojärjestelmän/kojeen kalenterikellon perusteella. Liikennetieto-ohjauksista ohjelmanvalintaa ja -vaihtoa ei ole tällä hetkellä käytössä.

Nykyisin ohjelmanvalinta tapahtuu kalenterikellon perusteella. Jatkossa siirrytään dynaamiseen ohjelmanvalintaan. Ohjelma vaihtuu automaattisesti mitatun liikennetiedon sekä määritettävien raja-arvo- ja ohjausparametrien perusteella. Näin vallitsevaan tilanteeseen parhaiten sopiva valo-ohjelma saadaan kohdistettua paremmin kuin pelkän kalenterikellon perusteella on mahdollista. Kalenterikellon perusteella tapahtuva ohjelmanvaihto säilyy toiminnassa va-raohjauksena.

Kytkeytyn ohjauksen liikennevaloissa kytkettyjä ohjelmia on kolme tai neljä. Aamu- ja iltaruuhkaohjelman kiertoaika on 90 sekuntia, normaaliliikenteen ohjelman 80 sekuntia ja hiljaisen liikenteen ohjelman 70 sekuntia. Normaalia ja hiljaista liikennettä varten voidaan suunnitella yksi yhteinen ohjelma 70 tai 80 sekunnin kiertojalla. Erittäin hiljaisessa liikenteessä käytetään myös keskustassa erillisohjausta. Koko ajan erillisohjauksessa oleviin liikennevaloihin suunnitelmaan perustapauksessa eri liikennetilanteita varten neljä ohjelmaa.

Kaupun ja suurten yleisötapahtumien (urheilu- ja muut yleisötapahtumat) erityistilanteita varten laaditaan tarvittaessa erikoisohjelmia. Kaupan erikoisohjelmaa käytetään tarpeen mukaan kaupan suuryksiköiden lähellä olevissa liikennevaloissa arkisin iltaruuhkan jälkeen sekä viikonloppuisin ja erikoispäivinä. Urheilu- ja muissa yleisötapahtumissa erikoisohjelmia ovat tapahtumien ruuhkanpurku tilaisuuden päätyttyä. Purun kesto- ja laajuus arvioidaan tapauskohtaisesti.

5.2 Moottoriajoneuvoliikenne

5.2.1 Opastinryhmä- ja vaihejaon lähtökohdat

Liikennevalojen vaihejako vaikuttaa sekä välityskykyyn että turvallisuuteen. Mitä useampi liikennevirta ohjataan suojatussa vaiheessa, sitä turvallisempi ohjaus saavutetaan, mutta samalla liittymän kokonaisvälityskyky pienenee. Vasemmalle kääntyvän liikenteen ohjaus nuoliopastimella lisää vasemmalle kääntymiskaistan välityskykyä, mutta heikentää muiden tulosuuntien välityskykyä. Oikealle kääntyvän liikenteen ohjaus eriaikaisesti poistumissuunnan suojatien liikenteen kanssa parantaa yleensä suojatien turvallisuutta, mutta vähentää oikealle kääntymiskaistan välityskykyä ja lisää odotusaikoja.

Oulun seudun liikennevaloissa opastinryhmä- ja vaihejaon suunnittelussa noudatetaan seuraavia periaatteita:

- Käytetään yhtenäisiä vasemmalle kääntyvien ohjausratkaisuja (samalla katu- ja tiejaksolla samanlainen ohjausperiaate) suojatun vaiheen ja jälkivihreäratkaisujen osalta. Ajoneuvo-vihreän päättyessä lopetetaan myös samansuuntaisen suojatien vihreä.

- Jälkivihreä osoitetaan aina yksiaukkoisella lisäopastimella.
- Kaksiaukkoisia lisäopastimia käytetään kohteissa, joissa on suuri oikealle kääntyvä liikennevirta (oma kaista) ja poistumissuunnalla suojatie eikä vapaa oikeaa.
- Sekavaiheessa ei sallita vasemmalle kääntyvän etuvihreää. Sekavaiheessa vastakkaisten tulosuuntien vihreät ajoitetaan siten, että ne alkavat aina samanaikaisesti, mikäli kummallakin tulosuunnalla on pyyntö. 1-aukkoista nuoliopastinta käytetään aina, kun siitä on hyötyä vasemmalle kääntyvän liikenteen ohjauksessa.
- Jalankulkijan vilkkuvihreää käytetään kaikilla suojateilla.
- Vaihtumisajat ja vilkkuvihreät mitoitetaan yhtenäisillä periaatteilla.

5.2.2 Lisäopastimien käyttöperiaatteet

Lisäopastimilla tarkoitetaan yksi- ja kaksiaukkoisia nuolikuviolla varustettuja kääntyvän ajoneuvoliikenteen ohjaukseen tarkoitettuja opastimia. Lisäopastimien avulla voidaan parantaa liittymän välityskykyä, koska kääntyville liikennevirroille voidaan näyttää vihreää useammassa kuin yhdessä vaiheessa.

Yksiaukkoista nuoliopastinta käytetään ohjaamaan oikealle kääntyvää liikennettä etuvihreänä ennen päävaiheen alkua, kun oikealle kääntyvän liikenteen poistumissuunnalla ei ole suojatietä sekä ohjaamaan vasemmalle kääntyvää liikennettä jälkivihreänä vaiheen lopussa tai informatiivisena opasteena, jos tulosuunta on omana vaiheenaan. Kaksiaukkoista nuoliopastinta käytetään ohjaamaan oikealle kääntyvää liikennettä jälkivihreänä vaiheen lopussa ja näyttämään oikealle kääntyville liikenteelle ylimääräinen vihreä risteävän tulosuunnan vihreän aikana.

Oulun seudulla **yksiaukkoista nuoliopastinta** käytetään kääntyvän liikenteen ohjauksessa, kun

- vasemmalle kääntyvää liikennettä ohjataan jälkivihreänä vaiheen lopussa
- vastakkaiset tulosuunnat ohjataan omissa erillisissä vaiheissa (vasemmalle kääntyville yksiaukkoisen nuoliopastin)

Oikealle kääntyvän liikenteen ohjaus kaksiaukkoisella nuoliopastimella tuottaa pienemmät viivytykset kuin ohjaus kolmiaukkoisella nuoliopastimella. Suoraan menevän liikenteen vaiheen aikana, jolloin suojatien opastimet ovat vihreänä, saa kääntyä oikealle väistämissäännöksiä noudattaen (sekavaihe). Tämän lisäksi oikealle kääntyvät saavat vihreää kaksiaukkoisella nuoliopastimella risteävän suunnan vasemmalle kääntyvän liikenteen vaiheen aikana, jolloin suojatie on punaisena. Ratkaisu parantaa yleensä myös kävelyn ja pyöräilyn sujuvuutta, kun sekavaiheessa oikealle kääntyvien määrä vähenee. Käyttämällä kaksiaukkoista opastinta kolmiaukkoisen sijasta ei suoraan menevän liikenteen pääopastinta tarvitse nelihaaraliittymässä sijoittaa ajoradan yläpuolelle, ja näin vältetään kallis portaaliratkaisu.

Oulun seudulla **kaksiaukkoista nuoliopastinta** käytetään oikealle kääntyvän liikenteen ohjauksessa, kun

- opastimen käytöllä saavutetaan selkeitä toiminnallisia hyötyjä
- opastinryhmä- ja liittymäjärjestelyt sen sallivat tai luovat tarpeen (tulosuunnalla on oikealle kääntymiskaista, poistumissuunnalla suojatie, risteävällä suunnalla vasemmalle kääntyvä liikenne ohjataan nuoliopastimella).
- oikealle kääntyvät voidaan ohjata kolmiaukkoisella nuoliopastimella, jos suojatien liikennemäärä on erityisen suuri tai suojatiellä liikkuu paljon lapsia.

- oikealle kääntyvän liikenteen sujuvuudella on suuri painoarvo (esim. välityskykyongelma tai tärkeä joukkoliikennereitti) ja tulosuunnan vasemmalle kääntyvä liikenne ohjataan nuoliopastimella.
- yläpuolisen opastimen (portaalin) asentaminen voidaan välttää korvaamalla kolmiaukkoisen nuoliopastin kaksiaukkoisella nuoliopastimella. Kyseisessä tilanteessa suoraan ajavien ryhmän pääopastin voidaan sijoittaa tien oikeaan reunaan kaksiaukkoisen nuoliopastimen rinnalle sen sijaan, että se asennettaisiin suoraan ajavien kaistan päälle (vrt. kolmiaukkoisen nuoliopastin).

Kaksiaukkoisen nuoliopastimen toiminta suunnitellaan tapauskohtaisesti seuraavia pääperiaatteita noudattaen:

- kaksiaukkoisen opastinryhmä toimii ensisijaisesti vain risteävän tulosuunnan vaiheen aikana ja sille asetettujen ohjaustoimintojen puitteissa (ns. orjatoiminto). Tällöin risteävän tulosuunnan opastinryhmä antaa punakeltaisen opastinkuvan aikana oheispyynnön kaksiaukkoiselle opastinryhmälle eikä kaksiaukkoiselle opastinryhmälle aseteta pyyntö- tai pidennystoimintoja lainkaan.
- tapauksissa, jossa kaksiaukkoisen opastinryhmä on liikennevirtojen suhteen vahvempi suunta tai sen ohjaus ns. orjatoimintoja aiheuttaa pääsuunnalle turhia pysähdyksiä (esim. valtatieympäristössä), voidaan sille asettaa normaalit pyyntö- ja pidennystoiminnot.

Oulun seudulla **kolmiaukkoista nuoliopastinta** käytetään oikealle kääntyvän liikenteen ohjaukseen, kun

- oikealle kääntyvän liikenteen määrä on suuri ja poistumissuunnan ylittävän suojatien liikennemäärä on erityisen suuri tai suojatiellä liikkuu paljon lapsia.

Ajoitussuunnittelun yksityiskohtaiset periaatteet on esitetty liitteissä.

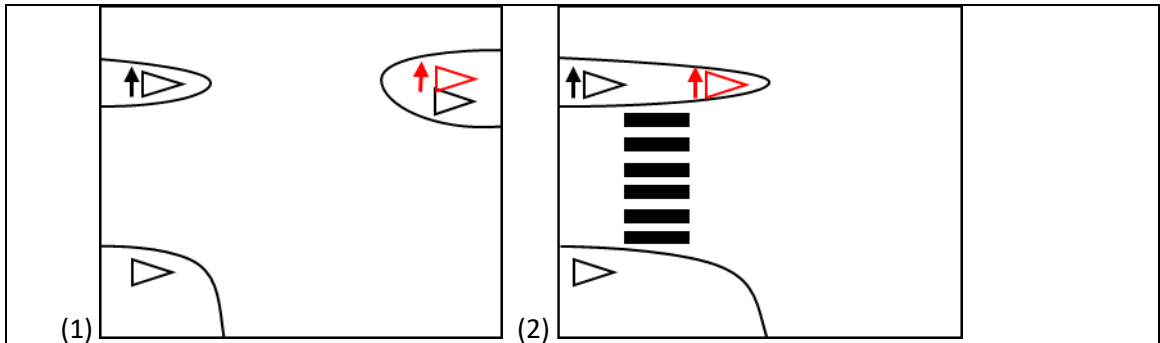
5.2.3 Fyysiset järjestelyt

5.2.3.1 Opastimien sijoitus

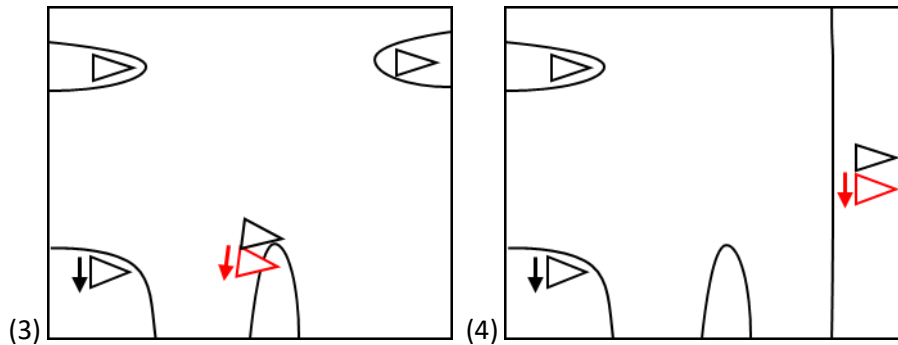
Opastimien sijoittelun nykytila on kartoitettu. Kartoitus on esitetty liitteissä. Sen pohjalta tehdään kehittämishankkeena analyysi opastimien sijoittelun muutostarpeista, jonka perusteella arvioidaan yleissuunnitelmassa esitettyjen sijoitteluperiaatteiden muutostarpeet ja liittymäkohtainen muutosohjelma. Isommat muutokset sisällytetään suunnitteluhankkeisiin. Pienemmät muutokset toteutetaan yhtenä hankkeena.

Pääopastin sijoitetaan Liikenneviraston LIVASU 2016 suunnitteluohjeen mukaisesti. Toisto-opastimet sijoitetaan Oulun seudulla seuraavilla periaatteilla:

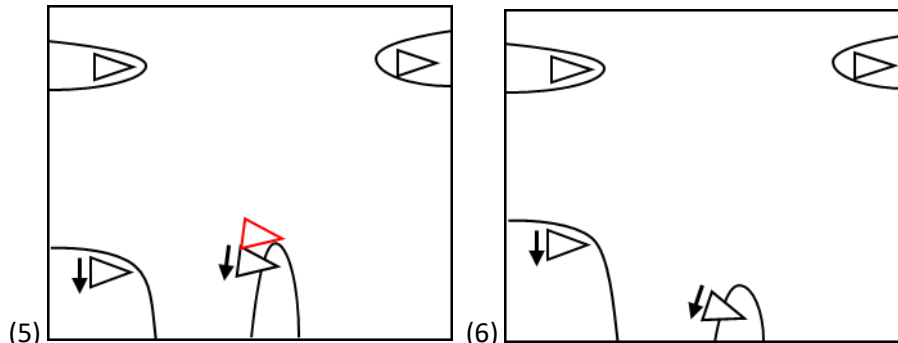
- Toisto-opastin sijoitetaan ensisijaisesti liittymän taakse.
- Vasemmalle kääntyvän liikenteen nuoliopastimen toisto sijoitetaan ensisijaisesti vastakkaisen tulosuunnan keskikorokkeelle (1) ja toissijaisesti tulosuunnan keskikorokkeelle (2). Toinen toisto-opastin voi olla lisäksi ajoradan yläpuolelle.



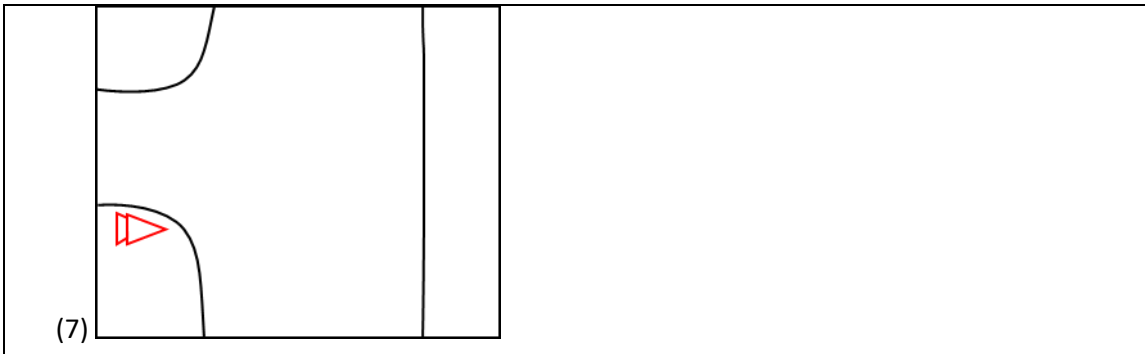
- Oikealle kääntyvän liikenteen nuoliopastimen toisto sijoitetaan ensisijaisesti risteävän tien keskikorokkeelle (3) ja kolmihaaraliittymässä toissijaisesti liittymän taakse (4). Nelihaaraliittymässä pääsuunnalla oikealle kääntyvien toisto-opastinta ei sijoiteta vastakkaisen tulo-suunnan keskisaarekkeelle.



- Nuoliopastimen toiston rinnalle sijoitetaan aina normaaliopastimen toisto (5). Poikkeuksena on tilanne, jossa suoraan ajavan toisto-opastin sijoittuisi merkittävästi oikealle kääntyvien pääopastimen oikealle puolen (6).



- Pieniä toisto-opastimia voidaan käyttää lisäopastimina vain katuverkon yksikaistaisilla tulo-suunnilla (7). Katuverkon kaksikaistaisilla tulo-suunnilla voidaan käyttää pieniä toisto-opastimia lisäopastimina silloin, kun normaali toisto-opastin jouduttaisiin sijoittamaan kauas liittymän taakse tai sen havaittavuus ei pysäytysviivalta ole riittävä. Pieniä opastimia käytetään vain lisätoisto-opastimina pysäytysviivalla, ja sijoitetaan pääopastimen tai normaalikokoisen toisto-opastimen kanssa samaan pylvääseen. Pieniä toisto-opastimia ei saa käyttää, mikäli se voidaan erheellisesti tulkita polkupyöräopastimeksi.



Liikennevalo-opastimina käytetään normaalikokoisia 200 mm LED-opastimia. Pieninä toisto-opastimina käytetään 100 mm LED-opastimia. Oulun keskusta-alueella käytetään grafiitin harmaaksi (RAL 7024) maalattua matalarunkoisia (runko max. 140 mm) alumiinista opastinta sen kestävyuden ja ulkonäkönsä vuoksi. Yläpuoliset opastimet suunnitellaan ja toteutetaan siten, että ne ovat helppoja huoltaa (mm. taustalevyn ja modulien kiinnitysratkaisut).

Yhteiskäyttöpylväitä käytetään aina kun mahdollista. Jos valaisinpylväs sijaitsee alle 8 m etäisyydellä liikennevalopylvään sijoituspaikasta, pylväät pyritään yhdistämään. Jos pylvästä käytetään yhteiskäyttöpylväänä liikenteenjakajamerkin kanssa, pylvään maksimietäisyys saarekkeen kärjestä saa olla korkeintaan kaksi metriä.

Liikenneympäristöissä, joissa joudutaan käyttämään törmäysturvallisia rakenteita, yhteiskäyttöpylväinä tulee käyttää vain törmäysturvallisia pylväsmalleja (esim. KAPU-NE väistävä pylväsmalli ja KAPU-HE, jos kävelijöitä tai pyöräilijöitä), joihin voi kiinnittää liikennevalo-opastimia ja liikennemerkkejä. Mikäli törmäysturvalliset pylvästyypit eivät sovellu käytettäväksi kohteessa, niin silloin käytetään jäykkää pylvästyppiä ja kaide- tai korkeaa reunakivisuojaa. Pylvään sopivuus varmistetaan valaistussuunnittelijan kanssa.

5.2.3.2 Taustalevyt ja yläpuoliset opastimet

Taustalevy lisää opastimen ja taustan kontrastia ja parantaa näin opastinkuvan havaittavuutta. Taustalevyn ei saa haitata opastimen huoltoa.

Oulun seudun liikennevaloissa taustalevyjä käytetään:

- ajoradan yläpuolisissa opastimissa, ei kuitenkaan keskustan ruutukaava-alueella
- normaalia korkeammalle sijoitettavissa pylväsopastimissa
- keskusta-alueen ulkopuolella pääsuunnan pysäytysviivan normaalikokoisissa opastimissa
- kun valojen havaittavuus ei ole riittävän hyvä tai kun on tarve korostaa liikennevalojen havaittavuutta
- jos nopeusrajoitus on suurempi kuin 50 km/h tai jos nopeusrajoitus on 50 km/h ja kyseessä on yksittäiset liikennevalot, jalankulkuvalot tai tie- ja katujakson ensimmäiset valot

Yläpuoliset opastimet sijoitetaan Oulun seudulla seuraavilla periaatteilla:

- opastin sijoitetaan pystyasentoon
- kaistakohtaisia opastimia ei lähtökohtaisesti käytetä vaan yksi yläpuolinen opastin riittää, opastin (keskilinja) sijoitetaan ensisijaisesti suoraan menevän liikenteen kaistojen välisen kaistaviivan kohdalle
- opastin sijoitetaan kääntymiskaistan ja suoraan menevän kaistan välisen kaistaviivan kohdalle, jos tulosuunnalla on eri opastinryhmällä ohjattava oikealle tai vasemmalle kääntymiskaista (lyhyempi portaalin orsi)
- opastin sijoitetaan vasemmalle kääntymiskaistan ja suoraan menevän kaistan välisen kaistaviivan kohdalle, jos tulosuunnalla on sekä oikealle että vasemmalle kääntymiskaista

5.2.3.3 Ajoneuvoliikenteen tunnistaminen

Ilmaisinjärjestelyt suunnitellaan Oulun seudun liikennevaloissa seuraavilla periaatteilla:

- Ajoneuvoilmaisimina käytetään ensisijaisesti päällystekerrokseen asennettavia silmukkailmaisimia. Silmukkailmaisimien pyritään asentamaan, mikäli mahdollista, katurakenteeseen tai vanhaan päällysteeseen ennen uuden päällystekerroksen asentamista. Järjestely takaa silmukalle pitkän käyttöiän.
- Maanpäällisten ilmaisimien (esim. tutkailmaisimien) käyttömahdollisuus ja tunnistuksen varmistaminen esimerkiksi silmukkailmaisimella arvioidaan tapauskohtaisesti.
- Keskustan sisääntulovyöhykkeen ja esikaupunkialueiden erillisohjatuissa liikennevaloissa kauimmaisoin kulkuilmaisimien sijoitetaan pääsuunnalla 100 - 120 m (50 km/h), 120 - 140 m (60 km/h) ja 150 - 160 m (70 km/h) etäisyydelle. Jos raskaan liikenteen etuustoiminnot toteutetaan, sijoitetaan kauimmaisoin raskaan liikenteen ilmaisimien, mikäli mahdollista, vähintään 200 m ennen liikennevaloja.
- Jokaisella tulosuunnalla liittymää lähin kulkuilmaisimien määritetään ja säädetään opastinryhmäkohtaisesti mopot ja moottoripyörät tunnistavaksi.

5.2.3.4 Kaapelointi ja kaapeleiden suojaus

Liikennevalojen kaapelointi toteutetaan Oulun seudun liikennevaloissa seuraavia periaatteilla:

Kaapelointi

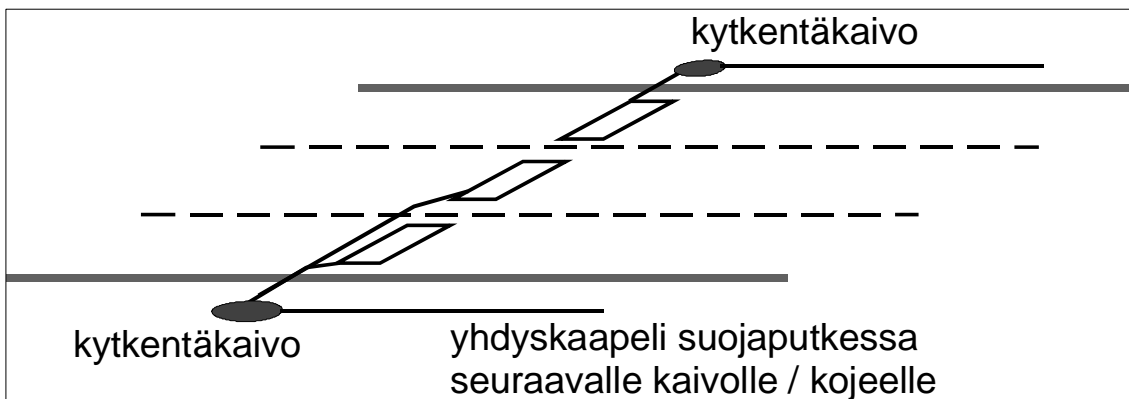
- Rengaskaapelin mitoituksessa tulee huomioida opastimien ja painonappien lisäksi muiden laitteiden kuten tutkien ja kameroiden tarvitsema johdinmäärä. Kaapeliin tulee jäädä vähintään 20 % vapaita johtimia.
- Rengaskaapeliin (opastimien ohjauskaapeli) ei tehdä maajatkoksia.
- ilmaisimen yhdyskaapeliin jätetään vähintään yksi vapaa pari.

Suojaus

- Kaikki kaapelit asennetaan suojaputkeen kaikilla ilmaisinkaivoväleillä. Rengaskaapeli ja kojeen sähkönsyöttö sijoitetaan eri putkeen kuin ilmaisinkaapelit ja kupariset tiedonsiirtokaapelit. Ajouradan alituksissa putkikoko on aina 110 mm. Muualla kaapelireitillä käytetään 50/75/110 mm putkea kaapelimäärästä riippuen.

Ilmaisinkaivo

- Silmukkailmaisimen kohdalle toteutetaan ilmaisinkaivo (kytkentäkaivo), jossa silmukka-kaapeli kytketään kojeelle menevään yhdyskaapeliin. Näin ilmaisimen huolto ja uusiminen on helpompaa ja uusia kaapeleita voi asentaa putkeen kaivojen kautta ilman kaivutöitä. Ilmaisinkaivon tavoite-etäisyys asfaltin reunasta on 1,5 m.
- Ilmaisinkaivojen halkaisija on lähtökohtaisesti 300 mm. Kun ilmaisinkaivon kautta kulkee rengaskaapeli ja kaivo sijaitsee saarekkeella, käytetään halkaisijaltaan 500 mm kaivoa. Jos ilmaisinkaivon kautta kulkee valokuitu, käytetään halkaisijaltaan 1000 mm kaivoa.
- Ilmaisinkaivot sijoitetaan siten, ettei kaikkia saman tulosuunnan kaistoja jouduta sulkemaan silmukoiden sahaamisen vuoksi. Osa silmukoista kytketään tien toisen puolen kaivoihin ja osa toisen.
- Ilmaisinkaivoina käytetään teleskooppikaivoja, mikäli tarvetta kaivonkannen korkeusase-
man säätöön rakentamisen aikana (vähintään kävelykeskustan ja keskustan sisääntulo-
vyöhykkeen liikennevaloissa).



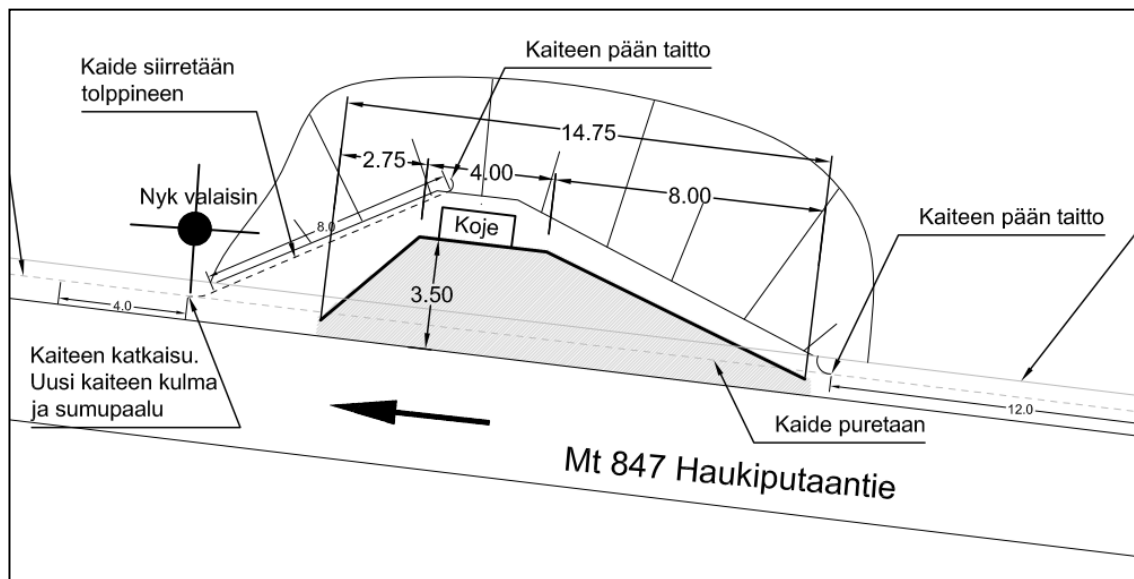
Kuva 10. Silmukkailmaisimien kytkentäkaivon sijoitus monikaistaisella tulosuunnalla.

Liikennevaloissa käytettävät kaapelit on määritetty Oulun liikennevalojen työselityksessä.

5.2.3.5 Ohjauskojeen sijoitus

Liikennevalojen ohjauskoje sijoitetaan paikkaan, josta on hyvä näkemä liittymäalueelle ja jonne on helppo ajaa huoltoajoneuvolla liikenneturvallisuuksi heikentämättä. Jos kojetta ei voida

sijoittaa esimerkiksi kävely- ja pyöräilyväylän varteen, rakennetaan kojeelle erillinen huoltole-
vike. Koje ei saa olla näkemäesteenä liittymässä.



Kuva 11. Kojeen huoltolevike

5.2.4 Yhteenkytkennän periaatteet

Oulun seudun nykyiset yhteenkytkentäjaksot on esitetty liitteissä.

Oulun seudun liikennevaloissa pääohjaustapa on kytketty ohjaus seuraavissa tilanteissa:

- keskustassa aina, kun toiminnassa olevien liikennevalojen etäisyys on suuruusluokkaa alle 150 – 200 m,
- sisääntulovyöhykkeen sisääntulo- ja kehäteillä muina aikoina paitsi öisin, kun etäisyys lähimpään liittymään on alle 400 m,
- sisääntulovyöhykkeen sisääntulo- ja kehäteillä aamu- ja iltaruuhkassa, kun etäisyys lähimpään liittymään on suuruusluokkaa 400 - 800 m,
- pääteillä sisääntulovyöhykkeen ulkopuolella, kun huomattava osa päätien liikenteestä kulkee molempien liittymien kautta ja etäisyys lähimpään liittymään on suuruusluokkaa alle 400 m,
- esikaupunkialueilla ja naapurikunnissa aamu- ja iltaruuhkassa, kun liittymästä on näköyhteys muihin liikennevaloihin tai kun huomattava osa päätien liikenteestä kulkee molempien liittymien kautta.

Muissa tapauksissa pääohjaustapana on erillisohjaus.

Raskaan tavaraliikenteen terminaaliyhteyksillä yhteenkytkennässä huomioidaan raskaan liikenteen ajorytmi (hidas liikkeelle lähtö) sekä pyritään välttämään aallon takareunan leikkauksia ja pysähdyskohtia ylämäkeen.

5.2.5 Erikoistoiminnot

Erikoistoimintojen tarvearviointi tehdään liikennevalojen palvelutasovastaavuusarvioinnin yhteydessä.

5.2.5.1 Hälytysajoneuvoetus

5.2.5.1.1 Käyttökohteet

Oulun seudun kaikkiin liikennevaloliittymiin ja niiden jokaiselle ajosuunnalle toteutetaan hälytysajoneuvojen etuus.

5.2.5.1.2 Toteutusperiaatteet

Hälytysajoneuvon kuljettaja laittaa etuustoiminnon päälle lähtiessään hälytysajoon. Etuuspyynnön ja etuuden kuittauksen lähetys kojeelle tapahtuu automaattisesti. Ajoneuvo lähettää paikkatietoa ja hallintalaitetietoa (mm. hälytysvilkut päällä, suuntavilkkutiedot) hälytysajoneuvoetuksien taustajärjestelmään, joka päättelee etuustarpeen ja lähettää ohjaukset liikennevalokojeille. Kun hälytysajossa oleva ajoneuvo lähestyy liikennevaloliittymää ja on ennalta määritetyssä pisteessä, lähettää taustajärjestelmä liittymään etuuspyynnön, joka ohjaa välittömästi (edeltävän vaiheen minimi- ja suoja-ajat huomioiden) tulosuunnan vihreäksi tai estää vihreän päättymisen. Etuuden pyyntöpisteet määritetään siten, että liittymässä mahdollisesti oleva ajoneuvojono ehtii yleensä purkautua ennen hälytysajoneuvon saapumista liittymään. Etuuden kuittaus lähetetään, kun hälytysajoneuvo on liittymässä. Etuudet menevät pois päältä, mikäli kuljettaja laittaa päälle käsijarrun tai automaattivaihteistossa P-vaihteen. Ajoneuvon vilkkutiedon avulla etuus voidaan käynnistää myös risteävällä väylällä olevaan seuraavaan liittymään tai vaihtoehtoisesti jättää jostain liittymästä etuus käynnistämättä.

Liikennevalojen ajoituslomakkeessa suunnittelija määrittää hälytysajoneuvon tulosuunnat ja niissä käytettävät opastinryhmät sekä pyyntöetäisyydet. Yksityiskohtaiset ajoitus suunnittelun periaatteet on määritetty ajoituslomakkeiden malliasiakirjoissa. Liikennevalojen käyttöönotossa ylläpitokoitsija testaa aluemääritykset henkilöautolla tai huoltoajoneuvolla. Tarvittaessa tehdään testejä hälytysajoneuvoilla.

Mikäli HALI-etuuksilla otetaan käyttöön prioriteetit, ne toteutetaan seuraavassa tärkeysjärjestyksessä:

1. Paloautot
2. Ambulanssit ja johtoautot
3. Poliisiautot

5.2.5.2 Raskaan liikenteen etuus

5.2.5.2.1 Käyttökohteet

Oulun seudulla raskaan liikenteen etuustoiminnot (rekkaetus) toteutetaan lähtökohtaisesti pääteiden liittymiin, joissa liikennevalojen pääohjaustapa on erillisohjaus ja raskaan liikenteen sujuvuuden ja liikenteen turvallisen liikkumisen varmistaminen on tärkeää.

Muiden liikenneympäristöjen liittymissä raskaan liikenteen etuus toteutetaan tapauskohtaisen harkinnan mukaan, kun kyseessä on tärkeä terminaaliyhteys (satama, muut merkittävät terminaalit) tai muulla raskaan liikenteen merkittävällä reitillä oleva pääosin erillisohjauksella toimiva liittymä.

5.2.5.2.2 Toteutusperiaatteet

Raskaan liikenteen etuus toteutetaan induktiosilmukkailmaisimilla. Tunnistus perustuu raskaan ajoneuvon pituuteen. Raskaan liikenteen ilmaisin muodostuu silmukkaparista, kahdesta peräkkäin asennettavasta suorakulmaisesta kulkuilmaisimesta. Silmukoiden etureunojen välinen etäisyys 10 metriä. Raskaan ajoneuvon ilmaisu annetaan, kun ensin varautuu ajosuunnan ensimmäinen ilmaisin ja sen jälkeen määritetyn ajan kuluessa varautuu jälkimmäinen ilmaisin ensimmäisen ilmaisimen ollessa edelleen varattuna.

Mahdollisten uusien ilmaisintekniikoiden käyttöönotto raskaan liikenteen tunnistuksessa tapahtuu kokeilujen kautta (vrt. luku 7.4.2)

Raskaan liikenteen ilmaisin (tunnistuspiste) sijoitetaan 200...260 metrin etäisyydelle liittymän pysäytysviivasta kuitenkin edeltävän liikennevaloliittymän jälkeen.

Raskaan liikenteen ilmaisu toteuttaa vaiheenvarauksen (liikennevalojen ollessa punaisessa lepotilassa) ja antaa vihreän pidennyksen pysäytysviivalle saakka. Raskaan liikenteen ilmaisut voivat pidentää ajosuunnan vihreää pidempään kuin muiden ajoneuvojen ilmaisut. Raskaan liikenteen vihreän maksimiaika on erillisohjauksessa normaalisti 30 % suurempi kuin ajosuunnan normaali maksimiaika. Pidennystoimintoon sisällytetään myös estotoiminto, jonka estää pidennyksen, jos jäljellä oleva maksimiaika on pienempi kuin ajoaika ilmaisimelta liittymään.

Yhteenkytkentäjaksolla pääperiaate on, että etuuspidentyksen avulla pyritään varmistamaan, että raskas liikenne ei joudu pysähtymään jakson ensimmäisen liittymän jälkeen. Tässä tulee huomioida yhteenkytkentäjaksos piteus (liittymien määrä). Raskaan liikenteen maksimijaksomäärityksessä on huomioitava, että palautuminen ylimääräisen pidennyksen jälkeen takaisin normaaliajoitukseen on mahdollista yhden kierron aikana.

5.2.5.3 Ruuhkanpurkutoiminto

5.2.5.3.1 Käyttökohteet

Oulun seudulla ruuhkanpurkutoiminto toteutetaan lähtökohtaisesti kaikkiin moottoritien eritasoliittymien ramppiliittymiin rampin tulosuunnalle. Muiden pääteiden eritasoliittymissä tarve harkitaan tapauskohtaisesti. Ruuhkanpurkutoiminnon avulla varmistetaan, että liikennevaloihin kertyvä jono ei ulotu moottoritielle tai päätielle.

Muissa kuin eritasoliittymissä ruuhkanpurkutoiminnon tarve arvioidaan tapauskohtaisesti. Tällöin kysymykseen tulevat tulosuunnat tai kääntymiskaistat, joilla on huipputuntina tai tietyissä liikennetilanteissa (esim. yleisötapahtumien yhteydessä) odotettavissa pitkiä jonoja, joiden arvioidaan aiheuttavan merkittävän liikenneturvallisuusriskin (kääntymiskaistan jono ulottuu suoraan menevän liikenteen kaistalle) tai merkittävää haittaa väylän sujuvuuteen tai alueen liikenneverkon toimivuuteen.

Oulun seudun liikennevaloissa on yleisötilaisuuksia varten käytössä ruuhkanpurkuohjelmia, joilla pyritään varmistamaan liikenteen sujuvuus tapahtumapaikan lähialueen liikennevaloissa. Ruuhkanpurkutoimintoa voidaan käyttää suurten yleisötilaisuuksien tapahtumapaikkojen lähellä olevissa liittymissä. Tällä hetkellä niitä on käytössä Ouluhallin ja Oulun Energia Areenan läheisissä liittymissä Kajaanintiellä ja Kainuuntiellä. Keskusta-alueen liittymissä yleisötapahtumien ruuhkanpurussa on huomioitava kävelyn ja pyöräilyn priorisointi.

Ruuhka tunnistetaan dynaamisesti lähtökohtaisesti induktiosilmukkailmaisimilla. Mahdollisten uusien ilmaisintekniikoiden käyttöönotto ruuhkan tunnistukseen tapahtuu kokeilujen kautta (vrt. luku 7.4.2).

5.2.5.3.2 Toteutusperiaatteet

Silmukkailmaisimilla toteutettuna ruuhkailmaisimien muodostuu silmukkaparista, kahdesta peräkkäin asennettavasta suorakulmaisesta kulkuilmaisimesta, jotka on kytketty sarjaan. Silmukoiden etureunojen välinen etäisyys on 4 metriä. Silmukkaparilla ruuhkaksi (seisova jono) katsotaan tilanne, jossa silmukka on yhtäjaksoisesti varattuna (ajoneuvo vähintään toisen silmukan päällä) ennalta määritetyn ajan. Yleensä tämä aika on 10 sekuntia. Aika ei saa olla liian lyhyt, ettei normaalitilanteessa ruuhkailmaisimen ylittävää pitkää ajoneuvo aiheuta turhaan ruuhkahälytystä.

Eritasoliittymän rampilla ilmaisimien (ruuhkantunnistuspiste) sijoitetaan lähtökohtaisesti noin 200 metrin etäisyydelle pysäytysviivasta. Ilmaisimen ja rampin alkupisteen väliin on jätävä riittävästi jonotustilaa, ottaen huomioon aika, joka pisimmillään kuluu ruuhkailmaisimien vihreän alkamiseen.

Ramppiliittymässä ruuhkailmaisimien käynnistää tulosuunnan (ajosuunnan) vihreän aiennustoinnin ja antaa tulosuunnalle normaalia pidemmän vihreän maksimiajan. Rampin tulosuunnan muut ilmaisimet pidentävät rampin ruuhkanpurun aikana vihreää niin kauan kuin ajoneuvoja riittää tai kunnes vihreän maksimiaika täyttyy. Suunnitelmassa määritetään, kuinka usein ruuhkanpurkuetus saa esiintyä.

Yleisötilaisuuden ruuhkanpurkuohjaus antaa tapahtumapaikalta purkautuvan liikenteen ajosuunnille vihreän aiennuksen ja normaalia pidemmän vihreän maksimiajan.

Tällä hetkellä yleisötilaisuuksien ruuhkanpurkutoiminto ajastetaan liikenteenhallintakeskuksesta ja käynnistetään tilaisuuden tapahtumapaikalta manuaalisesti annettavalla ohjauksella, joka pitää ruuhkanpurkuohjauksen päällä ennalta määritetyn ajan (esim. 30 min). Toimintoa kehitetään siten, että toiminto käynnistyy ilman manuaalista ohjausta RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmän tai erillisen liikenteenseurantaohjelmiston kautta automaattisesti. Käynnistyminen

tapahtuu yleisötilaisuuden tapahtuma-aikana liikennevaloista jatkuvasti saatavan toimintatiedon perusteella laskettavien liikenneteknisten tunnuslukujen perusteella (esim. jonopituus, vihreän loppuminen kesken).

5.2.5.4 Linkitykset

Liikennevaloliittymien välillä on käytössä linkityksiä, joiden kautta ohjataan pidennystoimintoja ja erikoisohjauksia. Esimerkiksi Tulliväylällä on käytössä erikoisohjaus aamu- ja iltapäiväruuhkassa. Jos liittymässä on alkanut juuri vihreä, annetaan pulssi seuraavaan liittymään, jossa voidaan antaa pidempi vihreä tai vihreän aiennus, jotta liikenne pääsisi pysähtymättä läpi. Muissa linkityksissä voidaan antaa vihreän pidennystoiminto seuraavaan liittymään. Linkitysten käytösmahdollisuus arvioidaan liikennevalojen yleissuunnitteluvaiheessa.

SYVARI-ohjaustapa tukee hyvin linkityksen toteuttamista.

5.2.5.5 Varareittiohjaukset

Valtatien 4 häiriönhallintaa varten Oulun seudulle on määritetty varareitit, jonka varrella oleviin liikennevaloliittymiin on toteutettu varareitin liikennöintiä tukevia ohjelmia. Ohjelmien käyttöönotto tapahtuu hallitusti liikenteenhallintakeskuksen kautta.

5.3 Kävely ja pyöräily

5.3.1 Lähtökohdat kävelyn ja pyöräilyn huomioimiseksi liikennevaloissa

Oulun seudun kävelyn ja pyöräilyn suunnittelun ja toteutuksen lähtökohdana on ollut suunnitteluohje *Jalankulku- ja pyöräilyväylien suunnittelu* (Liikennevirasto, 2014).

Oulun keskusta-alueen osalta kehittämistarpeet ja tavoitteet on täsmennetty v. 2015 laaditussa kehittämissuunnitelmassa *Oulun keskustan pyöräilyn ja kävelyn kehittäminen*. Liikennevaloilla pyritään edesauttamaan siinä määritettyjä tavoitteita:

- pyöräily on sujuvaa ja turvallista keskustaan, keskustassa ja keskustan ohi
- kävely on miellyttävää ja esteetöntä keskustassa sekä keskustasta Torinrantaan, Matkakeskukseen ja Ainolanpuistoon

Kävelyä ja pyöräilyä suositaan jatkossa liikennevaloissa entistä enemmän. Kävelyn ja pyöräilyn suosimisella tarkoitetaan tässä raportissa sekä liikennevalo-ohjauksen tasapuolistamista suhteessa muuhun liikenteeseen että etuuksia.

Valtion ja Oulun kaupunkiseudun kuntien MALPE-sopimuksen v. 2016-2019 puitteissa toteutetaan kehittämishanke *Kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjauksen kehittäminen*, jolla toteutetaan toimenpiteitä, jotka parantavat kävelyn ja pyöräilyn olosuhteita liikennevaloissa mm. kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistamisen, todellisen kysynnän mukaisen ohjauksen ja etuuksien osalta.

Liikennevalojen yleissuunnitelmatyössä tehdyn kuntalaiskyselyn perusteella kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-ohjaukseen oltiin jokseenkin tyytyväisiä Oulun seudulla, Pohjois-Pohjanmaalla ja Kainuussa. Tyytymättömmimpiä olivat aktiivipyöräilijät. Hyvinä asioina liikennevaloissa pidettiin suojateiden vilkkuvihreää sekä liikennevalo-opastimien havaitsemisen helppoutta. Negatiivisina asioina koettiin, että suojateiden liikennevalo-ohjausta ei noudateta tarpeeksi hyvin, liikennevaloissa joutuu odottamaan pitkään ja painonappia joudutaan käyttämään usein.

Kävely ja pyöräily on perinteisesti niputettu kevyeksi liikenteeksi ja näiden ohjaukseen ei ole panostettu yhtä paljoa kuin autoliikenteeseen. Jatkossa pyritään ohjaamaan liikennettä kulku-

muodosta riippumatta laadukkaasti ja tasapuolisesti, mikä tarkoittaa esimerkiksi kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistamista ja liikennevalojen automaattista säätymistä myös näiden kulku-
muotojen todellisen liikennetilanteen mukaisesti. Pyöräilyn pääreiteillä ja keskustan vilkkailla
suojateilla tulee harkita myös etuuskien myöntämistä.

Kävelyn ja pyöräilyn liikennevalo-olosuhteiden tasapuolistaminen suhteessa muuhun liikentee-
seen sisältää mm. seuraavia toimenpiteitä:

- tunnistuksen kehittäminen, mikä mahdollistaa todellisen kysynnän mukaisen ohjauksen (pyynnöt, pidennykset) ja optimoi toiminnallisuuden kaikkien liikennemuotojen osalta
- suojatien lepovihreä: ajoneuvoliikenteen pääsuunnan suuntainen lepovihreä ei haittaa juurikaan muuta liikennettä, mutta sivusuunnan suuntainen lepovihreä vaatii hyvät silmukkaruudut ajoneuvoliikenteen pääsuunnalla, jotta haitta minimoidaan
- vihreiden aaltojen kohdistaminen suojatien kohdalla niin, että saadaan mahdollisimman pitkä yhtenäinen vihreä suojatielle (vain merkittävät suojatiet)
- sauma-aikojen joustojen suunnittelu normaalia pidemmiksi (> 10 s.)

Kävelyn ja pyöräilyn etuudet:

- aiennus (SYVARI)

5.3.2 Suojatien ohjaus

Valo-ohjatulla suojatiellä ja pyörätien jatkeella liikkumista ohjataan jalankulkijaopastimilla. Tässä raportissa käytetään **suojatiestä ja yhdistetystä suojatiestä ja pyörätien jatkeesta** nimitystä **suojatie**. Laadukkaimmin varustellusta suojatiestä käytetään termiä supersuojatie.

Suojatien ohjausperiaatteena on, ettei kävely- ja pyöräliikenteelle aiheuteta turhaa viivytystä. Suojatien ja pyörätien jatkeen ohjaustoimintojen ja varusteiden valintaperusteet on esitetty taulukossa 5.

Taulukon avulla määritellään pääasiallinen ratkaisu suojatien toimintaan ja varusteluun. Esimerkiksi jalankulkijoiden läsnäolotutkaa käytetään keskustan pääkatujen ja muiden katujen suojateilla, kun ylittävä väylä on pääpyörätie tai supersuojateilla, mutta ei päätien ylityksissä.

Taulukko 5. Suojatien ja pyörätien jatkeen ohjaustoimintojen ja varusteiden valintaperusteet

Suojatien toiminta ja varusteet		Pääkatu keskustassa	Muu katu keskustassa	Keskustan sisääntuloväylä	Päätie	Esi-kaupunkialue / muut kunnat	Huom.
Toiminta	Kiinteä pyyntö aina	SP	SPA				Ei tarvita painonappeja.
	Oheispyyntö aina	SP	SPA				
	Oheispyyntö muulloin, kuin yöllä	A		SP		SP	
	Oheispyyntö vain ruuhka-aikaan					A	
	Ei oheispyyntöä			A	SPA		
	JK-PP-lepovihreä	S	S			S	Vain erityistapauksissa.
	JK-PP-etuus	SP	SP			SP	Ohjelmakohtaisesti, jos autoliikenne vähäistä.
Varusteet	Painonappi ja ohjetarra	SPA	SPA	SPA	SPA	SPA	Aina, jos ei kiinteää pyyntöä.
	Erillinen painonappipylväs tai lisäpainonappi	S	S	S	S	S	Erotetulla väylällä JK ja PP puolille omat opastimet. Tarpeen mukaan muuallakin.
	Ääniopastimet	SPA	SPA	SPA	SPA	SPA	Aina.
	Nappivalon toisto	SP	SP	SP	SP	SP	Painonapin valo näytetään tulijan suuntaan.
	JK-opastimien kahdentaminen	S	S	S	S	S	Erotetulla väylällä JK ja PP puolille omat opastimet.
	PP-Ilmaisimet tai PP-tutkat	SP	SPA	SP	SP	SPA	Lisäksi käytetään aina, jos ilmaisu saadaan luotettavasta kohdasta.
	JK-pidennystutkat	SP	SP	S		S	Harkinnan mukaan.
	JK-läsnäolotutkat	SP	SP	S		S	Harkinnan mukaan.

JK tai PP-väylän luokka ylityspaikassa:

S = Eroteltu JK+PP-pääreitti, pyöräkatu tai kävelykatu (Supersuojatie)

P = JKPP-pääreitti

A = Aluereitti

5.3.2.1 Pyyntötavat

Suojatielle näytetään aina vihreää samansuuntaisen ajoneuvoliikenteen mukana ilman omaa pyyntöä, jos jalankulkijaopastimien punaiseksi jäämisestä ei ole oleellista hyötyä liittymän välitaskyvyille ja autoliikenteen sujuvuudelle (vihreä aalto, kääntyvän liikenteen purkautuminen).

Oulun seudun liikennevaloissa suojateiden vihreäksi tulo määritetään seuraavan taulukon periaatteiden pohjalta.

Taulukko 6. *Periaatteet suojatien vihreän pyyntötavan valintaan Oulun seudun liikennevaloissa. Taulukon käyttöohje: 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 aktivoituttua.*

<p>1. Suojatie vihreäksi kaikkina aikoina kiinteällä pyynnöllä (ylityskohdassa ei tarvita painonappeja)</p> <ul style="list-style-type: none"> • 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 <p>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.</p>
<p>2. Suojatie vihreäksi oman pyynnön lisäksi ajoneuvoliikenteen oheispyynnöstä (painonapit tarvitaan)</p> <ul style="list-style-type: none"> • suojatien kanssa samansuuntaisen ajoneuvoliikenteen määrä on sellainen, että ajoneuvojen määrä mittaava 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 <p>Jos mikään edellä mainituista ehdoista ei täyty, suunnitellaan suojatien vihreä vaihtumaan vihreäksi vain omasta painonappipyynnöstä, ilmaisimesta tai tutkasta.</p>
<p>3. Muut yhdistetyt pyyntötavat (painonapit tarvitaan)</p> <p>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).</p>
<p>4. Suojatien lepovihreä (painonappeja ei tarvita)</p> <p>Pyöräilyn pääreiteillä erityistapauksessa voidaan käyttää suojatien lepovihreää, jos autoliikenteen ilmaisu saata- vissa niin kaukaa, että auton ei tarvitse tarpeettomasti pysähtyä suojatien eteen.</p>

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

5.3.2.2 Painonapin käytettävyyden parantaminen

Suojatiellä opastimet vaihtuvat vihreäksi joko kiinteällä pyynnöllä, painonapista, muusta ilmaisimesta saadusta pyynnöstä tai ajoneuvoliikenteen oheispyynnöstä. Tutkat ja induktiosilmukat (pyöräilijöiden tunnistaminen) vähentävät tarvetta painonapin käyttöön.

Liikkujien keskuudessa epätietoisuutta painonapin käytöstä aiheuttaa se, että suojatien vihreäksi vaihtumistapa vaihtelee liittymästä tai ohjelmasta riippuen ja liittymän eri ylityskohdilla voi olla erilaiset pyyntötavat

Suojatien käyttäjien epätietoisuutta poistetaan lisäämällä painonapin yläpuolelle tarra, joka opastaa seuraamaan painonapin valoa. Korkeatasoisilla suojateilla painonapin valon näkyminen myös pyöräilijälle varmistetaan kirkkaalla LED-valolla pyörätien suuntaan. Näillä toimenpiteillä lisätään informaatiota liikennevalojen toiminnasta ja tilasta sekä poistetaan tarpeettomia napin painalluksia.

5.3.2.3 Vihreänä pysyminen

Opastinryhmän lopetustavat ovat

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



Kuva 12. Infomaatiotarra

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

Taulukko 7. Suojatien vihreän lopetustavat Oulun liikennevaloissa.

Jatkuu vihreänä	<ul style="list-style-type: none"> • 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 hyöttyä vihreälle aallolle
Punaiseksi heti omien pidennysten jälkeen	<ul style="list-style-type: none"> • käytetään kytketyssä ohjauksessa, kun suoja-aika seuraavan vaiheen opastinryhmään on selkeästi pidempi kuin ajoneuvoryhmistä ja aikaisemmasta vihreän lopettamisesta on hyöttyä vihreälle aallolle • käytetään erillisohjauksessa, kun kääntyvä ajoneuvoliikenne on vilkasta ja suojatien liikenne on kohtuullista
Punaiseksi konfliktiryhmän pyynnöstä omien pidennysten jälkeen	<ul style="list-style-type: none"> • käytetään erillisohjauksessa, kun suoja-aika seuraavan vaiheen opastinryhmään on selkeästi pidempi kuin ajoneuvoryhmistä

5.3.2.4 Suojatien liikennevalo-ohjauksen tasapuolistaminen ja etuudet

Suojatien liikennevalo-ohjausta voidaan tasapuolistaa suhteessa muuhun liikenteeseen liikennetieto-ohjatuilla pidennyksillä, lepovihreällä, aaltojen kohdistamisella sekä sauma-aikojen hyödyntämisellä. Liikennetieto-ohjattu suojatien pidennys pidentää vihreän minimivihreää pidemmäksi. Mikäli pidennykset ovat käytössä, niitä käytetään kaikissa ohjelmissa, ja suojatien maksimiajat määritetään ohjelmakohtaisesti sopivan pituisiksi kuhunkin liikennetilanteeseen. Aiennus on etuustoiminto, jota voidaan käyttää SYVARI-ohjaustavalla ohjatuissa liittymissä käynnistämään suojatien vihreä normaalia aikaisemmin.

Suojatien tasapuolistamistoimenpiteiden ja etuuksien käyttövaihtoehdot on esitetty seuraavassa taulukossa.

Taulukko 8. Suojatien tasapuolistamistoimenpiteiden ja etuuksien käyttövaihtoehdot Oulun liikennevaloissa.

Pidennys	- vihreää pidennetään ilmaisimilla tai tutkilla
Vihreä lepotila	- käytetään erityistapauksissa lähinnä keskustassa JK-PP-pääreiteillä. Lepotila estetään kaukana olevilla konfliktiryhmän ajoneuvoilmaisimilla.
Aaltojen kohdistaminen	- vastakkaisten tulosuuntien aallot keskitetään suojatien kohdalla niin, että saadaan mahdollisimman pitkä yhtenäinen vihreä suojatielle - käytetään vain merkittävän ylityspaikan kohdalla, koska voi aiheuttaa autoliikenteelle merkittävää haittaa.
Sauma-aikojen hyödyntäminen	- sauma-aikojen joustot suunnitellaan normaalia pidemmiksi (> 10 s.)
Aiennus (SYVARI-etuus)	- mahdollinen SYVARI-ohjaustavalla ohjelmoiduissa liittymissä - käytetään perustellusti ja vain poikkeustapauksissa, lähtökohtaisesti vain pyöräilyn pääreiteillä

5.3.2.5 Erilliset suojatievalot

Erillinen suojatie varustetaan liikennevaloin varmistamaan turvallinen kadunylitys, kun ao. paikassa on paljon jalankulkijoita ja/tai pyöräilijöitä tai merkittävä osa ylityspaikan käyttäjistä on lapsia tai vanhuksia ja ajoneuvoliikenne on vilkasta. Erillisten suojatievalojen määrittämisessä lähtökohtana on LIVASU2016 määrittämisarvio, jonka perusteella liikennevalotarpeen omaavat liittymät viedään liikennevalojen priorisointitaulukkoon kiireellisyysjärjestyksen määrittämistä varten.

Koska erilliset suojatievalot rakennetaan palvelemaan jalankulkijoita ja/tai pyöräilijöitä, pyritään noudattamaan seuraavia periaatteita:

Vihreän pyyntö suojatielle tapahtuu painonappien, silmukkailmaisinten tai tutkan avulla.

Kiinteää pyyntöä käytetään vain keskustassa kytketyn ohjauksen suojatievaloissa.

Suojatien käyttäjän maksimiodotusaika pyynnöstä on enintään 30–40 sekuntia, sillä odotusajan kasvaessa huononee valojen noudattaminen.

Pääohjaustapa on erillisohjaus ilman kiinteää kiertoaikaa.

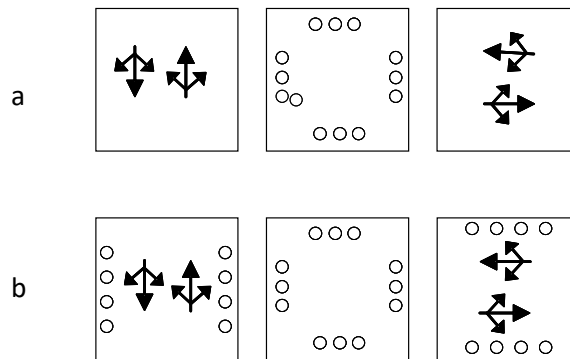
Suojatievalot kytketään kiinteän kiertoajan ohjaukseen vain vilkasliikenteisillä kaduilla, kun etäisyys muihin liikennevaloihin on suuruusluokkaa alle 150–200 metriä, tai kun suojatien pituus on vähintään 4 kaistaa ja pääkadun molemmissa ajosuunnissa on valo-ohjatut liittymät enintään noin 500 m etäisyydellä.

Muiden liikennevalojen kiertoajan ylittäessä 60–80 sekuntia käytetään suojatievaloissa puolta kiertoaikaa tai erillisohjausta.

Supersuojateilla ja pyöräilyn pääreiteillä olevissa pyörätien jatkeen valoissa saapuva pyöräilijä havaitaan painonapin lisäksi ennakoilmaisimella, tutkalla tai silmukalla.

5.3.2.6 Jalankulkuvaiheet

Jalankulkuvaiheella tarkoitetaan vaihetta, jossa risteävien katujen suojateille näytetään vihreää samanaikaisesti. Jalankulkuvaihe voi olla täysi tai osittainen. Täydessä jalankulkuvaiheessa liittymän kaikki suojatiet ovat vihreänä samanaikaisesti eivätkä suojatiet ole vihreänä ajoneuvoliikenteen vaiheiden aikana. Osittaisessa jalankulkuvaiheessa liittymän suojatiet ovat vihreänä samanaikaisesti, mutta ovat vihreänä myös ajoneuvoliikenteen vaiheiden aikana.



Kuva 13. Täysi (a) ja osittain (b) jalankulkuvaihe.

Jalankulkuvaiheesta on hyötyä erityisesti sellaisissa liittymissä, jossa jokaisen liittymähaaran yli on paljon jalankulkijoita tai pyöräilijöitä. Vaiheen pituus mitoitetaan siten, että vihreän alussa liikkeelle lähtevällä jalankulkijalla on mahdollisuus yhdellä kertaa ylittää kaksi ajorataa. Laajoissa liittymissä, joissa suojatiet ovat pitkiä, jalankulkuvaiheen pituus on luokkaa 30 sekuntia tai pidempi. Tämä tarkoittaa sitä, että jalankulkuvaiheen käyttö ilman ajoneuvoliikenteen välityskyvyn oleellista rajoittamista on mahdollista vain pienissä liittymissä, joissa suojatiet ovat lyhyitä. Tällä perusteella jalankulkuvaiheiden käyttö on Oulussa mahdollista Isokadun, Kirkkokadun ja Torikadun liittymissä.

5.3.3 Suojatien fyysiset järjestelyt

Suojatien ja pyörätien jatkeen fyysisten järjestelyjen periaatteet liikennevaloissa valitaan liikenneympäristön mukaan. Valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa JK- tai PP-väylän luokka, risteävän tien luokka, liikennevalojen toiminnot sekä eri kulkumuotojen liikennemäärät. Kappaleessa 5.3.2 on esitetty suojatien ja pyörätien jatkeen toiminnan ja varusteiden valintaperusteet (taulukko 5) sekä Oulun seudun toimintaympäristöt (kuva 6 ja kuva 7).

Taulukossa esitetyt periaatteet ovat ohjeellisia ja varusteiden osalta on syytä käyttää tapauskohtaista harkintaa, jotta varusteet ovat toteutettavan toiminnan sekä liittymäympäristön tarpeiden mukaisesti mitoitettut.

5.3.3.1 Jalankulku- ja polkupyöräopastimet

Jalankulkuopastimet asetetaan Maanteiden liikennevalojen suunnitteluohje –LIVASU 2016 – ohjeen mukaisesti liikennevalojen tyyppiin rakennusten mukaisesti sijoitettuihin liikennevalopylväisiin. Opastimet asetetaan keskenään samalle puolelle suojatietä, ensisijaisesti liittymän ulkoreunan puolelle. Eroteltujen ratkaisujen yhteydessä jalankulkuopastimien toistot asetetaan myös PP-väylän puolelle. PP-väylän puolella jätetään keskisaarekkeesta opastimet pois.

5.3.3.2 Jalankulku- ja pyöräilmaisimet

Jalankulun ja pyöräilyn ilmaisinjärjestelyt valitaan JK+PP-väylän luokan ja liittymän geometrian mukaan ohjelmointeja vastaaviksi. JK-pidennys ja läsnäolotutkia käytetään pääreiteillä sekä myös alureiteillä, kun jalankulkijoita on kohtuullinen määrä. JK-ilmaisimina käytetään tutkia ja PP-ilmaisimina joko suunnan tunnistavia tutkia tai silmukkailmaisinpareja kohteesta riippuen.

5.3.3.3 Painonapit ja painonappivarusteet

Painonappia käytetään aina kaikilla valo-ohjatuilla suojateilla, ellei kyseisellä suojatiellä ole kiinteä pyyntö kaikissa ohjelmissa. Painonapit asetetaan JK-opastinten kanssa samalle puolelle suojatietä. Eroteltujen JK+PP-väylien yhteydessä painonapit asetetaan sekä JK- että PP-väylän puolelle, tarvittaessa erilliseen painonappipylyväaseen. PP-väylän puolella painonappia ei aseteta keskisaarekkeelle. Painonapin yhteydessä tulee olla aina painonapin ohjetarra.

5.3.3.4 Ääniopastimet

Painonapit varustetaan yleensä ääniopastimilla. Kun kyseessä on jalkakäytävän tai yhdistetyn JK+PP-väylän suojatie, ääniopastimet asennetaan aina painonappien yhteyteen. Eroteltujen JK+PP-väylien osalta ääniopastimet asetetaan vain väylän jalankulkijoille osoitetulle puolelle sijoitettaviin painonappeihin. Tällä sijoittelulla pyritään ehkäisemään ääniopastimien virheellinen tulkinta äänten sekoittuessa keskenään. Ääniopastimet asennetaan opastinkoteloon niille suojateille, joissa painonappeja ei tarvita.

5.3.3.5 Nappivalon toisto

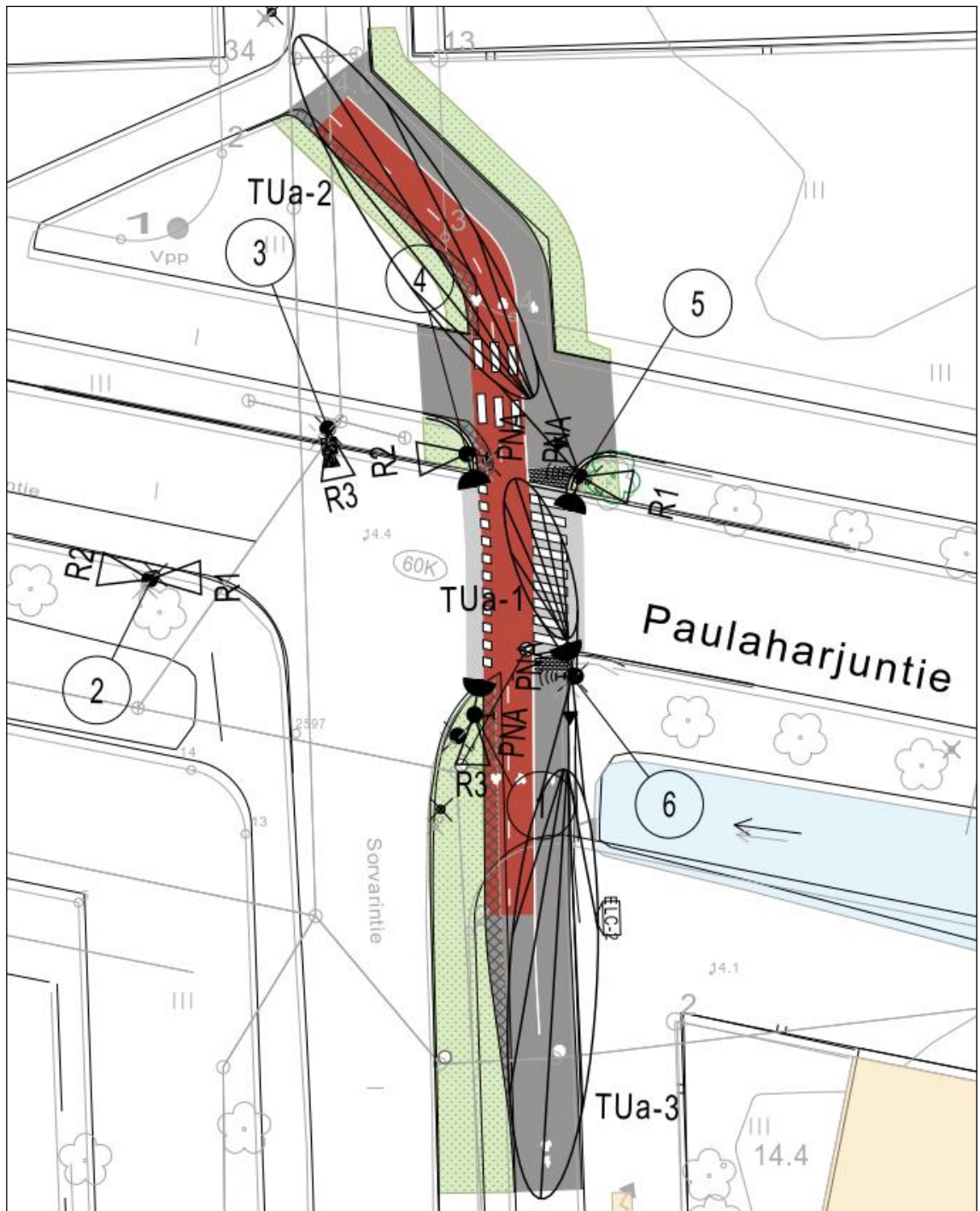
JK+PP-pääreitillä, pyöräkadulla tai kävelykadulla sijaitsevalla suojatiellä varmistetaan painonappivalon näkyvyys lähestyvän pyöräilijän suuntaan. Toteutuksena voidaan käyttää joko nappikotelo, jossa on itsessään riittävän kirkas kolmeen suuntaan valaiseva LED-valo, tai erillistä lisävaloa, joka asennetaan syttymään ja sammumaan painonapin valon mukana. Eroteltujen ratkaisujen yhteydessä toistovalot asennetaan vähintään pyöräilijän puolelle. Alureiteillä erillisiä lisävaloja ei käytetä.

5.3.3.6 Supersuojatie

Supersuojatiellä tarkoitetaan erotellulla JK+PP-pääreitillä, pyöräkadulla tai kävelykadulla sijaitsevaa valo-ohjattua suojatietä ja pyörätien jatketta, jolla jalankulku ja pyöräily on eroteltu.

Supersuojatien toimintoja ja varusteita suunniteltaessa pyritään mahdollisimman korkeaan laatutasoon jalankulun ja pyöräilyn osalta ilman, että ajoneuvoliikenteelle aiheutuu kohtuuton haittaa.

Supersuojatiellä pyritään sijoittamaan JK-opastimet sekä painonapit lisävarusteineen erotellun väylän molemmille laidoille, jottei liikkujan tarvitse siirtyä toisen kulkumuodon kaistalle nappia painaakseen.



Kuva 14. Esimerkki supersuojatiejärjestelyistä.

Keskusta-alueella kulkumuotojen erottelu luo tarvetta arvioida pyöräilyopastimien käyttötarvetta.

5.3.4 Erikoistoiminnot

Kävely ja pyöräily otetaan ohjelmallisesti huomioon liikennevaloliittymissä. Erikoistoimintoja ei ole vielä juurikaan käytössä, mutta jatkossa ohjausta toteutetaan todellisen liikennetilanteen mukaan. Pyöräilyn pääreiteillä erikoistoimintoja voivat olla esimerkiksi vastaavanlaiset SYVARI-ohjaustavan etuudet kuin joukkoliikenteellä sekä suojateiden vihreä lepotila. Erikoistoiminnot

edellyttävät yleensä sekä ajoneuvoliikenteen että pyöräilyn ja kävelyn parempaa havainnointia erilaisia ilmaisinteknologioita hyödyntäen.

Erikoistoimintojen tarvearviointi tehdään liikennevalojen palvelutasovastaavuusarvioinnin yhteydessä.

5.4 Joukkoliikenne

5.4.1 Lähtökohdat joukkoliikenteen huomioimiseksi liikennevaloissa

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 ollelle pysäkille.

Joukkoliikenteen etenemisen varmistaminen huomioidaan tarvittaessa liikennevalojen normaalissa suunnittelussa ottaen myös huomioon joukkoliikenteen erityistarpeet kuten esimerkiksi joukkoliikenteen pysäkkitoiminnot.

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

5.4.2 Käyttökohteet ja toteutusperiaatteet

Oulun seudulla joukkoliikenne-etuudet toteutetaan kaikkiin joukkoliikenteen käyttämiin valo-ohjattuihin liittymiin.

Joukkoliikenteen ohjelmallisten etuuksien suunnitteluperiaatteet Oulun seudulla ovat seuraavat:

- etuudet suunnitellaan ja toteutetaan SYVARI-ohjaustavalla
- Oulun liikennevalojen kävelyalueella ja sisääntulovyöhykkeellä vihreän aallon suunnittelussa otetaan huomioon joukkoliikenteen ajorytmi (pysäkkiviiveet)
- kahden ilmaisun periaate eli pyyntö- ja kuittausilmaisuu
- etuus annetaan busseille, jotka ovat myöhässä aikataulusta tietyn liittymäkohtaisesti määritetyn ajan

- käytettävät etuustoiminnot ovat kytketyssä ohjauksessa pidennys, aiennus ja kierron nopeutus. Ylimääräistä vaihetta ja rotaatiota ei lähtökohtaisesti käytetä niiden aiheuttamien toimivuus- ja turvallisuusongelmien vuoksi.

Oulun seudulla joukkoliikenne-etuudet on toteutettu satelliittipaikannukseen perustuvan informaatiojärjestelmän avulla. Etuusohjauksikäskyt välitetään palvelimien kautta suoraan liikennevalokojelle, jolloin liikennevalokojisiin ei tarvitse erillisiä laitteita etuuskien toteuttamiseksi. Etuuskien toteutuksessa on käytetty SYVARI-ohjaustavan suunnitteluperiaatteita ja ohjaustekniikkaa.

Etudet ovat yhdessä joukkoliikenteen informaatiojärjestelmän kanssa edesauttaneet joukkoliikenteen aikataulussa pysymistä ja sen kautta täsmällisyyttä. Joukkoliikenteen käyttäjämäärät ovat kasvaneet kahtena vuonna peräkkäin vajaa 10 %. Suurimman hyödyn on saanut cityliikenne, joka ei pysynyt aikataulussa ennen etuuskien käyttöönottamista. Muulle liikenteelle aiheutuva haitta on pysynyt joitain poikkeuksia lukuun ottamatta kohtuullisena. Joissain liittymissä etuuskien toteutumista on jouduttu rajoittamaan ja ottamaan jopa pois käytöstä. Käyttäjäkyselyiden perusteella myös bussien kuljettajat ovat olleet etuuksiin hyvin tyytyväisiä.

Jatkossa etuuskien toteutumisen säätämisestä tehdään selvitys, jossa selvitetään muita mahdollisia keinoja etuuskien optimoimiseksi. Selvityksessä voitaisiin tutkia esimerkiksi, että voitaisiinko etuuskien säätää myöhässä olon vaatimuksen lisäksi esim. vaikka matkustajamäärän perusteella. Selvitettävä olisi myös ylimääräisten vaiheiden ja rotaation käyttömahdollisuudet ja -alueet.

6 Käyttö ja ylläpito

6.1 Liikennevalojen ylläpidon pääperiaatteet

Liikennevalojärjestelmä sisältää suuren joukon kuluvia sähkö- ja tietoteknisiä laitteita, joita on tarpeen uusien laitteiden 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).

Oulun seudun liikennevaloille järjestetään jatkuva laite- ja liikennetekninen ylläpito, jolla varmistetaan, että liikennevalot toimivat koko ajan suunnitelmien mukaisesti ja mahdollisimman hyvin vallitseva liikennetilanne huomioiden.

Oulun seudulla liikennevalojen ylläpidon työnjako toteutetaan tilaaja - tuottaja mallilla. Oulun kaupunki ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus toimivat tilaajana ja vastaavat tienpitäjinä valo-ohjauksen toiminnasta kokonaisuudessaan.

Liikennevalojen liikenneteknisen toimivuuden ylläpidon edellyttämät tehtävät hankitaan suunnittelukonsulteilta osana Oulun kaupungin ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen liikenteen hallinnan ja liikennevalojen asiantuntijapalvelua.

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. Oulun seudun kaikki liikennevalot omistajasta riippumatta sisällytetään yhden laiteteknisen ylläpidon palvelusopimuksen piiriin. Sen etuna on, että ylläpito tapahtuu yhtenäisillä laatuvaatimuksilla saman palveluntuottajan tekemänä.

Teknisen ylläpidon nykyisen sopimuskauden päättyessä viimeistään 31.12.2022 harkitaan allianssimallin käyttöä ylläpidon toteutuksessa.

6.2 Laitetekninen ylläpito

6.2.1 Pääperiaatteet

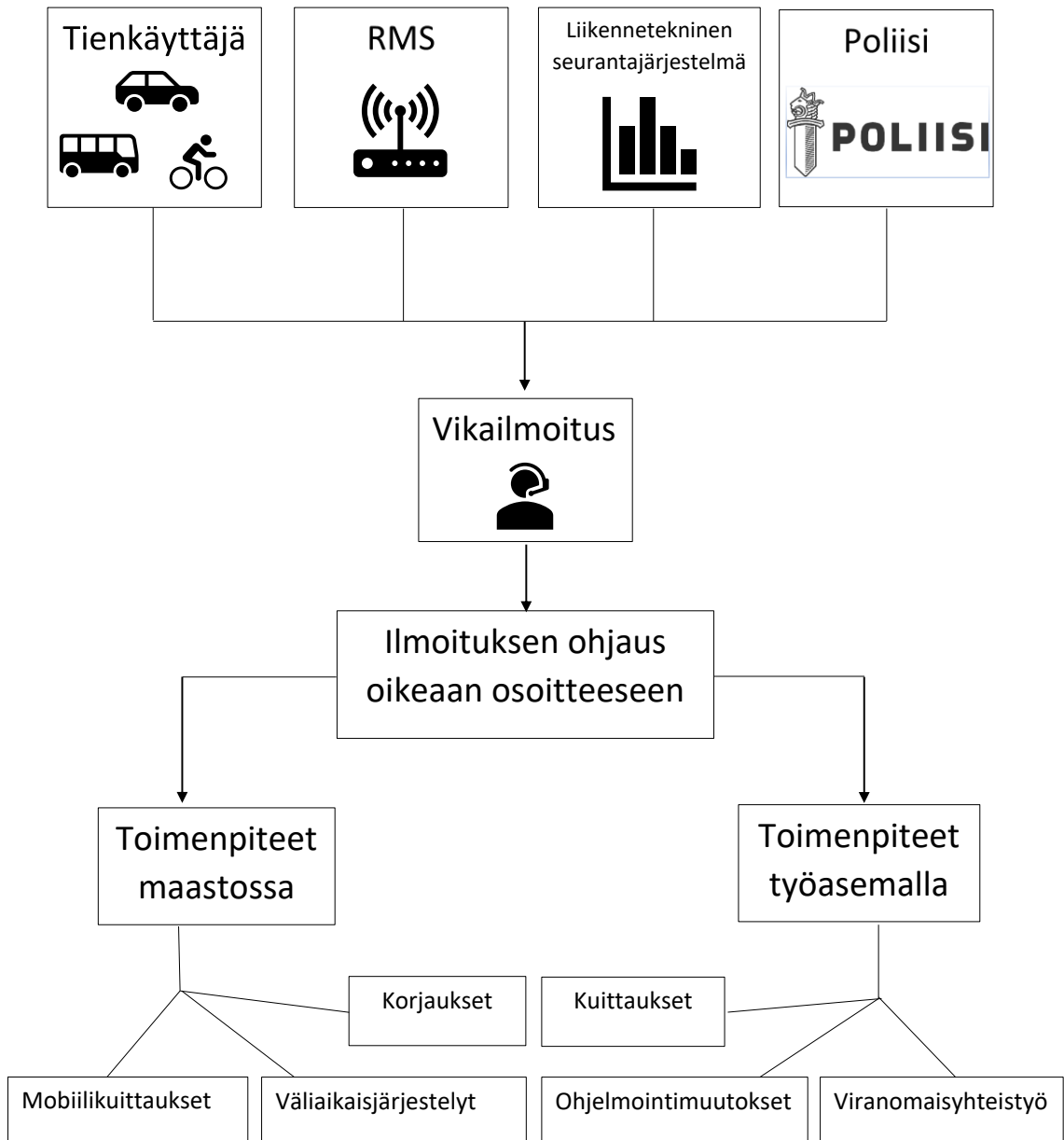
Oulun seudun liikennevalojen ylläpito perustuu:

- liikennevalojen RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmän tuottamiin vikailmoituksiin
- liikenneteknisen toimivuuden seurantajärjestelmän tuottamiin herätteisiin
- ylläpitourakoitsijan omiin havaintoihin
- suoraan asiakaspalautteeseen palautekanavien kautta tai Oulun seudun liikenteen hallintakeskuksesta
- poliisin ja pelastusviranomaisten toimenpidepyyntöihin esim. onnettomuuksien yhteydessä
- Oulun seudun liikennevalotyöryhmän toimeksiantoihin

Liikenteen hallintakeskus ohjaa ja valvoo erilaisia liikenteeseen liittyviä asioita. Liikenteen hallintakeskuksessa toimii Oulun kaupungin liikennepäivystäjä, Oulun tieliikennekeskuksen liikennepäivystäjä sekä poliisi. Liikenteen hallintakeskus näkee liikennekamerosta ja muista seurantajärjestelmistä liikennetilanteen ja voi nopeasti reagoida liikenteessä tapahtuviin häiriöihin. Liikenteen hallintakeskus operoi myös muuttuvia opasteita, joilla voi varoittaa liikenteen häiriöistä ja tilanteesta. Poliisi ja pelastuslaitos voi ottaa yhteyttä liikenteen hallintakeskukseen tai

liikennevalojen päivystäjään esimerkiksi liikennevaloliittymä 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.



Kuva 15. Ylläpitourakoitsijan toimintaperiaate liikennevalojen vikatilanteessa.

6.2.1.1 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. viikailmoituksen 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.

Taulukko 9. Oulun seudun liikennevalojen ylläpitotöiden osatehtävät

Käyttötehtävät
<p>Mm. seuraavat laitteiden hallintaan ja käyttöön liittyvät tehtävät</p> <ul style="list-style-type: none"> • liikennevalojärjestelmän laitteiston ja ohjelmiston dokumentointi ja ajan tasalla pito • tietoliikenneverkon laitteiston ja ohjelmistojen dokumentointi ja hallinta • vikaseuranta ja vioista ilmoittaminen • vikapäivystys ja varallaolo • uusien valojen kaapelointisuunnitelmien tekeminen sekä sijaintikartaston ylläpito • johtojen ja kaapeleiden näyttötoiminto • kuntotarkastukset ja liikenneteknisen toiminnan tarkastukset • toimijoiden käyttämän sähköisen omaisuustietokannan sekä dokumentaation ylläpito • viranomaisyhteistyön mukainen tiedotus • Poliisin ja pelastusviranomaisten liikennevalo-ohjauksessa avustaminen • liikennevalokeskuksen hälytysten hoitaminen • liikennevalokeskuksen siivous • liikenneteknisen seurantajärjestelmän tuottamien herätteiden seuraaminen ja reagointi niihin
Hoito- ja huoltotehtävät
<p>Toimenpiteet ja tehtävät, joilla pidetään rakenteet ja laitteet käyttökunnossa tai palautetaan ne käyttökuntoon eri olosuhteissa käsittäen mm. seuraavat tehtävät:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opastinhuolto ja pesu • liittymän kojekaapin huolto • lampunvaihdot • tiedonsiirtoverkon hoito • varaosa- ja tarvikevaraston hoito
Kunnossapitotehtävät
<p>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.:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opastimien ja pylväiden korjaaminen sekä vaihtaminen • kaapelivikojen korjaaminen • vikojen määrittäminen ja korjaaminen • joukkoliikenteen infojärjestelmän takuun ulkopuolelle jäävät korjaustyöt
Peruskorjaustoimenpiteet
<p>Erikseen sovittavat normaalia kunnossapitoa laajemmat toimenpiteet, joilla parannetaan rakenteen ja laitteen toimivuutta.</p>

Oulun seudun liikennevalojen ylläpidon palvelusopimukseen kuuluvat tehtävät sisältävät laitteiden teknisen ylläpidon toimenpiteiden lisäksi myös liikenneteknisen ylläpidon tehtäviä, toiminnan tarkastuksia ja ajoitusmuutosten toteuttamista. Ylläpitourakoitsija tekee liikennevalo-

jen ajoituksen toiminnan tarkastuksia vikailmoitusten perusteella sekä liikennevalojen huoltokierroksen yhteydessä vähintään kerran vuodessa. Huoltokierroksen yhteydessä toiminnan tarkastus käsittää toiminnan oikeellisuuden tarkistuksen seuraavien seikkojen näkökulmasta (yksityiskohtainen sisältö määritetään ylläpidon palvelusopimuksen laatuvaatimuksissa):

- tarpeeton vihreä (viasta johtuva pyyntö)
- vihreän vaiheen puuttuminen
- vihreän virheellinen pidennys
- vihreän pidennyksen riittävyys
- erikoistoimintojen (joukkoliikenne-etuudet, pakko-ohjaukset, raskaan liikenteen etuudet ja ruuhkan purku) toimivuus

Jatkossa liikennevalojen liikenneteknisen seurantajärjestelmän tuottamat herätteet toimivat pääasiallisena lähtökohtana toimivuuden tarkastus- ja ajoitusmuutostarpeille.

Ylläpitourakoitsija raportoi vikahavainnot ja tekee tarvittaessa tilapäiskorjaukset.

Lähtökohtaisesti viat ja puutteet korjataan viipymättä normaalina työaikana. Ylläpitourakalle määritettynä päivystysaikana (esim. arkisin klo 16 - 21 ja viikonloppuisin klo 8 - 21) korjataan ainoastaan kriittiset viat, jotka ovat aiheuttaneet valo-ohjauksen pois päältä menon tai vilkkaiden tulosuuntien merkittävää ruuhkautumista. Päivystysajan ulkopuolella korjataan sähkövauraa aiheuttavat viat.

Oulun seudun liikennevaloille tehdään huoltokierros kerran kuukaudessa. Kierroksella käydään läpi laitteet ja toiminta sekä tehdään ennakoivaa huoltoa. Havaitut puutteet korjataan saman tien tai dokumentoidaan ja hoidetaan myöhemmin esimerkiksi seuraavaan kierroksen yhteydessä. Osa vioista on sellaisia, ettei niitä voi heti korjata. Niille pyritään tekemään tarvittavat väliaikaiset ohjelmoinnit haittojen minimoimiseksi. Esimerkiksi induktiosilmukkavian ollessa kyseessä, tehdään väliaikaiset ohjelmoinnit ja asennetaan tarvittaessa korvaava tutkailmaisina. Osa vioista on sellaisia, että vian sattuessa talvella, joudutaan odottamaan sulan maan kautta ennen lopullista korjausta.

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

Ylläpidon palvelusopimuksen vuorovaikutus tapahtuu projektiportaalin, sähköpostin ja puhelimen välityksellä sekä tilaajittain säännöllisesti pidettävissä työmaakokouksissa. Ne pidetään alueittain (esim. Oulun seutu, Kainuu jne.). Lisäksi ylläpitourakoitsija osallistuu liikennevalotyöryhmän kokouksiin, joissa mm. sovitaan ajoitusmuutoksista ja isommista korjaustoimenpiteistä.

Asiakaspalautteisiin vastaavat viranomaiset. Ylläpidon palveluntuottaja avustaa vastausten laatimisessa.

6.2.1.2 Toiminnanohjaus

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 työnjohdolle. Jokaisesta siirrosta jää historiamerkintä. Tavoitetilaksi asetetaan teknisen ja liikenteen tilanteen sekä työtilanteen reaaliaikainen ja historiatietoihin perustuva visualisointi kartalle. Tämä mahdollistaa todellisiin tietoihin perustuvan toiminnanohjauksen ja kehittämisen mielikuvien sijaan.

Trello on käytössä myös muissa liikenteen hallinnan toimialueen tehtävienhallinnassa. Liikennevalotyöryhmän kokoukset ja liikennevalojen ylläpitourakan työmaakokoukset ovat myös keskeisiä vuorovaikutustilaisuuksia. Työtilanne esitetään reaaliaikaisesti toiminnanohjaussovelluksella. Näiden lisäksi viestitään sähköpostin ja puhelimen välityksellä. Tilaajille ilmoitetaan suurimmista häiriöstä välittömästi virka-aikana.

6.2.2 Ohjaus- ja valvontajärjestelmä

Teknisessä ylläpidossa hyödynnetään seuraavia RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmän toimintoja:

- liikennevalojen toiminnan tilanneseuranta ja vikojen tunnistaminen karttakäyttöliittymän ja erilaisten vikalistojen ja hälytysyhteenvedojen avulla (mahdollistaa monta samanaikaista käyttäjää)
- liikennevalojen liittymäkohtainen tilanneseuranta (opastinryhmien ja ilmaisimien tilans. liittymäkuvan avulla)
- valo-ohjelmien yksityiskohtainen seuranta ohjelmakohtaisen ajoituskaavion (opastinryhmät, ilmaisimet) ja vihreän aallon kaavion avulla
- ajoitusmuutosten ohjelmointi ja kojeohjelmoinnin varmuuskopiointi
- vikailmoituksen välitys tekstiviestillä tai sähköpostilla huoltopäivystäjälle tai ennalta määritellylle vastaanottajaryhmälle

RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmän osalta teknisen ylläpidon suhteen on tunnistettu seuraavia kehittämistarpeita:

- kojeiden alueellinen hallinta
- mobiilitunnistaminen (esim. kun asentaja on kojeella ja kuittaa huoltotoimenpiteet) ja yhdistäminen teknisen ylläpidon seurantaan

6.2.3 Omaisuudenhallinta

Tärkeänä osana tekniseen ylläpitoon sisältyy omaisuudenhallinnan tietokannan ylläpito, jolla tarkoitetaan laitteiden ominaisuustietojen hallintaa tietojärjestelmässä. Ominaisuustietoja ovat esimerkiksi laitteen sijainti, laitetyyppi, käyttöönottoajankohta ja uusihankintahinta. Laitetiedoilla voidaan esimerkiksi suunnitella korvausinvestointeja, hallita takuuasioita ja esittää laitteiden ominaisuustietoja kartalla.

Omaisuudenhallintatietoja käytetään ylläpitourakoitsijan toimittamalla karttakäyttöliittymällä, joka toimii sekä tietokoneen että älypuhelimien selaimella. Esimerkiksi asentaja päivittää vaihtamansa laitteen tiedot jo maastossa matkapuhelimella omaisuudenhallinnan tietokantaan. Omaisuudenhallinnan tietokannan omistavat tilaajat ja sen ylläpito on sisällytetty liikennevalojen ylläpitourakkaan.

OmaisuuDENhallinnan tietokantakuvaus on esitetty liitteissä.

6.3 Liikennetekninen ylläpito

6.3.1 Pääperiaatteet

Tähän saakka Oulun seudun 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.

Liikennevalojen toiminnan ja liikenteen yleisseurantaa varten Oulun seudulla liikennevaloliittymiin on asennettu ”liikennevalokameroita”. Liikennevalojen tietoliikenneverkkoon liitetyn kameran kuvasta voidaan tarkastella esimerkiksi asiakaspalautteeseen liittyvää tilannetta, mikä helpottaa palautteen syyn ja tarvittavien toimenpiteiden arviointia.

6.3.2 Liikenneteknisen toimivuuden seuranta järjestelmä

Toimivuustarkastelut perustuvat yleensä 15 minuutin liikennemääräjaksojen tarkasteluun, jolloin ei oteta huomioon hetkellistä tilannetta eikä todellisia laskentajakson sisäisiä tapahtumia.

Tarkemman toimivuusarvion mahdollistaa liikennevalolaitteista saatava Traffic Flow Garner (TFG) -data, jossa saadaan 0,1 sekunnin tarkkuudella tieto silmukoiden ja opastinryhmien statuksesta. TFG-rajapinnasta saadun monipuolisen tiedon perusteella liikennevalojen toimintaa voidaan säätää paremmaksi ja säätöjen vaikutukset voidaan havaita helposti. Liikenneteknisen toimivuuden seurantaa voidaan käyttää myös liikennevalojen rakentamisen ja huollon laadunvarmistukseen. Seurannasta voidaan havaita esimerkiksi huonosti toimivia tai väärin kytkettyjä ilmaisimia.

Liikenneteknisen toimivuuden seuranta pohjautuu ImCity-alustalle toteutettuun TPM-järjestelmään (Traffic Performance Monitor), jossa seuranta on mahdollisimman automaattista ja liikennetekniset suuret tallennetaan mahdollista myöhempää tarkastelua varten. TFG-rajapinnan dataan perustuvalla seurantajärjestelmällä on mahdollista parantaa seurannan tasoa ja tehdä liikenneteknisestä ylläpidosta järjestelmällisempää, jolloin liikennevalojen toimivuudesta ja liikennetilanteesta voidaan saada hetkelliseen tilanteeseen perustuvaa tarkkaa ja jatkuvaa tietoa. TPM-järjestelmän tuloksia voidaan visualisoida graafisella käyttöliittymällä geogoodattuna sekä eri aikajänteillä tietokantahakuina. Järjestelmässä on myös tunnuslukujen hälytyskriteereihin perustava hälytysjärjestelmä, joka hälyttää liikenneteknisen ongelman esiintyessä tai jos liikenteellinen muutos on niin suuri, että on tarvetta esimerkiksi ohjelma-muutokseen.

Järjestelmästä saatavia liikenneteknisiä tunnuslukuja ovat:

- ajoneuvomäärä ja kevyen liikenteen ilmaisimien ilmaisumäärä
- jonon pituus
- ryhmän odotusaika pyynnöstä vihreään
- vihreän loppuminen kesken
- turha vihreä aika
- vihreän aikana saapuvien ja liittymän läpäisevien ajoneuvojen osuus
- maksimiodotusaika jonossa (kiertoa)
- kuormitusaste
- ohjausviive
- palvelutaso

- poistuminen läsnäoloilmaisimelta punaisen tai keltaisen aikana
- vihreän loppuminen täpärästi kesken (läsnäoloilmaisimen varautuminen keltaisen aikana)
- vihreän kesto kierrossa
- punaisen kesto kierrossa
- ajonopeus
- joukkoliikenne-, hälytysajoneuvo- ja muut etuudet ja erikoistoiminnot
- Kiertoaika

Liikenneteknisten suureiden tarkemmat ominaisuustiedot ja esitykset hälytysrajoiksi on esitetty liitteissä.

ImCity -järjestelmä sisältää myös alueellisen ohjelmavaihtomodulin, jonka ohjelmanvaihtokriteereissä on mahdollista käyttää TFG-datasta tuotettavia liikenneteknisiä suureita. Tämä mahdollistaa dynaamisen ohjelmanvaihdon liikenteen tarpeiden mukaisesti.

6.4 Asiakasvuorovaikutus

6.4.1 Palautteiden käsittely

Palautteiden antamista varten Oulun kaupungilla on käytössä karttapohjainen palautepalvelu ja Liikennevirastolla tienkäyttäjän linja (0200 2100), joiden kautta tienkäyttäjät voivat antaa palautetta liikennevalojen toimivuudesta. Kaikkiin palautteisiin vastataan mahdollisimman pian. Vaativampia korjaustoimenpiteitä vaativat palautteet käsitellään myös liikennevalotyöryhmän kokouksissa, jossa arvioidaan mahdollisesti tarvittavat korjaustoimenpiteet.

Tiellä liikkuja voi myös soittaa ylläpitourakoitsijalle tai viranomaiselle ja antaa suoraa palautetta liikennevalohäiriöistä. Nämä kirjataan ylös ja mahdolliset vikakorjaukset tehdään pikimmiten.

Kun liikennevalopalaute on käsitelty, se kirjataan ja vastataan asiakkaalle.

6.4.2 Tiedottaminen

Tiedote liikennettä haittaavista töistä luodaan joko urakoitsijan, liikenteenhallintakeskuksen (tieliikennekeskus) tai tilaajan toimesta. Tiedotteet lähetetään ennalta määritellyille mediasähköpostijakeluille, jotka sitten halutessaan julkaisevat nämä. Tiedotteet julkaistaan myös Oulunliikenne.fi-palvelussa, Oulunliikenne.fi-palvelun Facebook-sivulla, Oulun kaupungin sivuilla sekä mahdollisuuksien mukaan myös Twitterissä.

6.5 Suunnitelmien esitystapa ja dokumentaation hallinta

Oulun seudulla hankekohtainen liikennevalojen yleissuunnitelma sisältää seuraavat suunnitelma-asiakirjat:

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

Oulun seudulla 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 liikennevalosuunnitelman dokumentit, lukuun ottamatta suunnitelma-karttaa, laaditaan valmiisiin malliasiakirjapohjiin, jotka ovat saatavilla liikennevalojen asiakirja-portaalissa. Muokattavat alkuperäisversiot luovutetaan suunnittelijan käyttöön aina suunniteluhankkeen alussa.

Malliasiakirjojen ylläpidosta ja päivittämisestä vastaa asiantuntijapalvelukonsultti. Suunnittelijoilla on velvollisuus ilmoittaa asiantuntijapalvelukonsultille havaituista virheistä ja suunnittelun yhteydessä asiakirjoihin tehdyistä muutoksista. Suunnitelmien nimeäminen ja piirustusnumerointi on esitetty dokumentointiohjeessa.

Liikennevalosuunnitelmat dokumentoidaan liittymäkohtaisesti internetpohjaiseen dokumentointiportaaliiin (OTTILA), jossa niitä ylläpidetään ajantasaisesti. Dokumentaation päivittämisestä vastaa tapauskohtaisesti joko muutoksen tekijä, liikennevalojen urakoitsija, huoltourakoitsija tai tilaaja. Dokumentointiohje on esitetty liitteissä.

7 Kehittäminen

7.1 Liikennevalojen tarpeen arviointi

7.1.1 Lähtökohdat ja kriteerit

Liikennevalojen asettamisen perusteena ovat pääsääntöisesti ongelmat liikennevirtojen sujuvassa ja turvallisessa risteämisessä. Tarve voi olla välitön, ongelmien kehittymisen myötä riittävä tai maankäytön ja liikenneverkon muutosten myötä ennakoitu.

Uusien liikennevalojen tarve ja olemassa olevien liikennevalojen muutostarpeet arvioidaan seuraavien tekijöiden perusteella:

- välityskyky ja toimivuus (liikennemäärät tai kuormitusaste),
- turvallisuus (onnettomuusmäärä ja -aste, riskit),
- joukkoliikenteen tarpeet
- verkolliset ja maankäytölliset tekijät

Liikennevalojen tarve perustuu useimmiten liikennemäärien kasvusta johtuvaan sivusuuntien liikenteenvälityskyvyn heikkenemiseen. Perussääntönä liikennevalojen asettamiselle voidaan pitää, että valo-ohjausta on syytä harkita nelihaaraliittymässä, kun liittymään saapuva kokonaisliikennemäärä vuorokaudessa on keskimäärin suurempi kuin 12 000 ajoneuvoa. Vastaava luku kolmihaaraliittymässä on 15 000 ajoneuvoa.

Liikennevalojen tarve liikennemäärän perusteella arvioidaan liittymän kokonaiskuormitusasteen perusteella. Kuormitusaste osoittaa, kuinka suuri osuus liittymän maksimivälityskyvystä on käytössä. Valo-ohjausta on syytä harkita liittymän kokonaiskuormitusasteen ylittäessä 0,5 - 0,7. Alarajalla tarve tarkistetaan sujuvuus- ja turvallisuustekijöiden perusteella. Liittymän kokonaiskuormitusasteella tarkoitetaan liittymään saapuvan liikennemäärän suhdetta liittymän liikenteenvälityskykyyn. Siihen vaikuttaa kaistamäärä sekä liikennevalojen opastinryhmä- ja

vaihejako. Kuormitusaste lasketaan LIVASU suunnitteluohjeen mukaisesti ns. ohjauksen kriittisen polun ajosuunnille.

Kuormitusasteen ylittäessä 0,7 liikennevalot ovat yleensä tarpeen. Kuormitusasteen ollessa alle 0,5 liikennemäärä ja liikenteen sujuvuus eivät edellytä liikennevaloja. Turvallisuuden varmistaminen, esimerkiksi huono näkemä sivusuunnalla tai jalankulun turvallisuus, saattaa edellyttää liikennevaloja.

Toinen tärkeä peruste liikennevaloille on liikenneturvallisuus. Liikennevalot vähentävät vakavien onnettomuuksien määrää, hillitsevät ajonopeuksia ja parantavat erityisesti risteävien kävelijöiden ja pyöräilijöiden turvallisuutta. Onnettomuushistorian lisäksi on syytä huomioida onnettomuusriskin kasvu esimerkiksi liittymissä, joissa sivusuunnan välityskyky heikkenee ja päätielle pääsy edellyttää kuljettajilta pienempien raja-aikavälien hyväksymistä.

Liikennevalotarpeen saattaa synnyttää ja toteutusajankohtaan saattaa vaikuttaa myös jonkin muun seikan takia tapahtuva liikennejärjestelyjen muutos. Esimerkiksi joukkoliikenne- ja pysäköintiratkaisujen toteutuessa keskustan liikenteessä voi edellyttää muutoksia olemassa oleviin liikennevaloihin tai uusien liikennevalojen rakentamista.

Liikennevalojen sijasta arvioidaan ensin, voidaanko tilannetta parantaa liittymän kaista- ja korojärjestelyillä tai esimerkiksi korotetulla suojatiellä. Mikäli liittymässä ei ole selkeää liikenteellistä pääsuuntaa, ja katu- / tiealue mahdollistaa, kannattaa selvittää saavutettaisiinko kiertoliittymällä liikennevaloja toimivampi ratkaisu.

Liittymän toimivuutta arvioitaessa on tärkeää arvioida myös vaihtoehtoisten ratkaisumallien toimivuus, toteutusmahdollisuudet sekä toteutuksen kokonaiskustannukset (rakentaminen + ylläpito).

7.1.2 Kehittämistarpeiden priorisointi

Oulun seudulla liikennevalojen liittymäkohtaisten kehittämistarpeiden priorisointi tehdään eri tekijöiden painotettua pisteytystä hyödyntäen. Tätä varten on kehitetty tunnusluku **liikennevalojen painotettu kiireellisyys LPK**, joka lasketaan seuraavasti:

$$LPK = ONN_{IND100} \times pk_{ONN} + JL_{IND100} \times pk_{JL} + KÄPY_{IND100} \times pk_{KÄPY} + TOIM_{IND100} \times pk_{TOIM} + MUU_{IND100} \times pk_{MUU}$$

Liikenneturvallisuuden osaindeksi lasketaan seuraavasti:

$$ONN_{IND} = 5 \times HVJO + MUU_{ONN}$$

HVJO on henkilövahinkoon johtaneet onnettomuudet 5 viimeiseltä vuodelta

MUU ONN on aineelliseen vahinkoon johtaneet onnettomuudet 5 viimeiseltä vuodelta

Liittymän onnettomuuksiksi lasketaan 50 m etäisyydellä liittymästä sattuneet onnettomuudet. Näin saatu onnettomuusindeksi muutetaan indeksiksi ONN_{IND100} laajentamalla lukuja niin, että huonoin liittymä saa arvon 100.

Joukkoliikenteen osaindeksi lasketaan seuraavasti:

$$JL_{IND} = QBUS_{IHT} \times \frac{Q_{IHT}}{100}$$

$QBUS_{IHT}$ on liittymän sivusuunnalta iltahuipputuntina saapuvien joukkoliikennevuorojen määrä

Q_{IHT} on ajoneuvoliikenne (ajon/h) iltahuipputuntina, jota sivusuunnalta tulevat joukkoliikennevuorot väistävät

Joukkoliikennevuorojen määräksi lasketaan seutu- ja paikallisliikenteen aikataulusta Oulun keskustasta klo 16 - 17 lähtevien vuorojen määrä liittymän kautta kulkevalla reitillä. Joukkoliikenneindeksi JL_{IND} muutetaan indeksiksi JL_{IND100} laajentamalla lukuja niin, että huonoin liittymä saa arvon 100.

Kävelyn ja pyöräilyn olosuhteita kuvaava osaindeksi $KÄPY_{IND}$ lasketaan seuraavasti:

$$KÄPY_{IND} = KÄPY_{kerroin} \times KÄPY_{toim.ymp.kerr.} \times (PP_{väist} + JK_{rist})/100$$

$$KÄPY_{IND} = KÄPY\text{-indeksi}$$

$KÄPY_{kerroin}$ on KÄPY-kerroin reitin luokan mukaan:

- S tai P, pääreitti = 10
- A, aluereitti = 4
- muu reitti = 2
- vähämerkityksinen ylityspaikka = 1 (esim. pysäkillä, ym., JKPP-väylä ei jatku toisella puolella, eikä sijaitse koulun ym. lähellä)

$KÄPY_{toim.ymp.kerr.}$ on KÄPY-toimintaympäristökerroin:

- 2, jos ylityspaikka sijaitsee Oulun liikennevalojen kävelyalueella tai sääntulovyöhykkeellä (Oulun alueet kuvattu LIVA YS 2025 toimintaympäristökuvassa, muissa kunnissa kävelyvyöhyke 1 km keskustasta)
- 1 muulloin

$PP_{väist}$ on pyöräilijöiden väistettävä risteävä liikennemäärä huipputunnissa:

- JKPP-ylityskohdan kanssa risteävän väistettävän moottoriajoneuvoliikenteen määrä huipputunnissa (lasketaan vain, jos pyöräilylle sallittu väylä)

JK_{rist} on jalankulkijoiden kanssa risteävä liikennemäärä huipputunnissa:

- JKPP-ylityskohdan kanssa risteävän moottoriajoneuvoliikenteen määrä huipputunnissa

KÄPY-indeksin määrittelyssä huomioidaan seuraavat seikat:

- Ylityspaikka on suojatie, pyörätien jatke tai merkitsemätön ylityspaikka.
- Jos samassa liittymässä on useita ylityspaikkoja, indeksi määräytyy niistä korkeimman indeksin saavan mukaan.
- Liittymään kuuluva ylityspaikka on alle 30 m päässä liittymästä.
- Indeksit muunnetaan siten, että huonoin liittymä saa indeksin arvoksi 100 ja muut suhteutetaan siihen.

Liittymän toimivuutta kuvaava osaindeksi $TOIM_{IND}$ on Synchro -ohjelmalla laskettu liittymän kuormittuneimman kaistan kuormitusaste huipputuntina (ilta- tai aamuhuipputuntien mukaan kummassa kuormitusaste on suurempi). Indeksit muutetaan indeksiksi $TOIM_{IND100}$ seuraavasti:

$$TOIM_{IND100} = [kuormitusaste - 0,5] \times 100$$

kun kuormitusaste < 0,5, saa indeksin arvon 0

kun kuormitusaste $> 1,5$, saa indeksi arvon 100

Lisäksi on mahdollista käyttää indeksiä MUU_{IND} , jolla voi kohottaa kehittämistarpeiden kiireellisyyttä jonkin muun tekijän vuoksi, esimerkiksi moottoritien ramppiliittymä, terminaaliyhteys jne.

Osaindeksien painotus tehdään lähtökohtaisesti seuraavilla painokertoimilla (pk):

- turvallisuus = 2
- joukkoliikenne = 1,5
- kävely ja pyöräily = 1,5
- toimivuus = 3
- muu = 1

Painokertoimien muutostarve arvioidaan tarpeen Oulun seudun liikennevalotyöryhmässä.

7.1.3 Uusien liikennevalojen tarve vuoteen 2025 mennessä

Uusien liikennevalojen tarve Oulun seudulla vuoteen 2025 mennessä on arvioitu olevan keskimäärin 2-3 liikennevalot vuodessa jakautuen kunnittain seuraavasti:

- Oulu 10...20 kpl
- Kempele 2...4 kpl
- Kiiminki 1...2 kpl
- Haukipudas 1...2 kpl
- Ii ja Liminka molemmat 2...4 kpl

Uusien liikennevalojen tarve jakautuu todennäköisesti varsin tasaisesti vuosille 2018 - 2025.

Raportin liitteessä on esitetty liikennevalojen painotetun kiireellisyysindeksin perusteella laadittu alustava priorisointilista (top 50) mahdollisista liikennevaloliittymistä lyhyellä ja pitkällä aikajänteellä.

7.2 Laitteiston kehittäminen

7.2.1 Liittymäteknologia

Liittymäteknologian kehittämisen painopisteinä tulevaisuudessa tulevat olemaan ajoneuvojen ja liikkujien tunnistustekniikan kehittyminen sekä liikennevalokojeen tilatiedon välittäminen liikennevalojärjestelmän ulkopuolelle. Tiedon välittämisessä merkittävässä rooleissa tulevat näillä näkyminen olemaan V2I (Vehicle to Infrastructure) ja tiedon siirtoprotokollat ja välitysrajapinnat, joiden standardointia EU toteuttaa.

7.2.1.1 Ohjauskojeteknikka

Liikennevalojen ohjauskojeiden keski-ikä on Oulun seudulla vuonna 2017 noin 2 vuotta eli kojekanta on hyvin uutta. Käytössä oleva kojetyyppi on muutamaa jo hankinnassa olevissa urakoissa uusittavaa kojetta lukuun ottamatta EC-2. Kojetyypin etuna on se, että se on täysin yhteensopiva RMS-ohjaus- ja valvontajärjestelmän kanssa valmistajan ollessa sama sekä kojeella että RMS-ohjaus- ja valvontajärjestelmällä.

Oulun seudulla periaatteena on, että ohjauskojeen korvausinvestointisykli on noin 15 vuotta. Se on kokemusten mukaan todettu taloudellisesti järkeväksi käyttöiäksi varaosien saatavuus ja teknisen ylläpidon kustannukset huomioon ottaen. Teknisten ongelmien lisäksi vanhoissa kojeissa saattaa erikoistoimintojen (esim. joukkoliikenne- ja hälytysajoneuvoetuudet) toteuttaminen muodostua haastavaksi.

Ensimmäinen EC-2 ohjauskoje (asennettu 2008) tulee Oulun seudulla vaihtokään vuonna 2023. Vuonna 2024 uusintatarve on 4 kojeelle ja vuonna 2025 uusintatarve on 12 kojeelle. Kojeista 10 kpl on Oulun kaupungin omistuksessa ja 7 kpl Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen omistuksessa.

7.2.1.2 Liikennevalojen vuorovaikutus muiden järjestelmien kanssa

Yksi mahdollinen vuorovaikutuksen rajapintaprotokolla tulevaisuudessa voi olla RSMP-rajapinta, joka on lyhenne sanoista Road Side Message Protocol (<http://rsmp-nordic.org/>). Se on Pohjoismaissa kehitetty ohjelmointirajapinta liikennevalojen ja muiden tienvarsilaitteiden tila- ja ohjaustietojen välittämiseen. Oulun seudun ohjauskojeiden pakollisissa vaatimuksissa on ollut jo pitkään RSMP-yhteensopivuusvaatimus, mutta sitä ei ole toistaiseksi hyödynnetty. RSMP mahdollistaa muidenkin kuin ohjauskojeen valmistajan ohjelmistojen hyödyntämisen tiedonvaihdossa ja tietojen hyödyntämisessä.

Tällä hetkellä liikennevalojärjestelmästä välitetään liikennetietoa Oulunliikenne.fi palveluun, joka toimii esimerkiksi sujuvuustiedon ja liikennemäärätiedon välitysportaalina suoraan kuluttajarajapintaan.

Lähtulevaisuudessa rakennetaan rajapinnat Liikenneviraston TVT-verkkoon mm. liikennevalo-ohjausten hallintaa varten suoraan TLOIK-käyttöliittymästä.

Tulevaisuuden visiona on vuorovaikutus ajoneuvojen kanssa (V2I= Vehicle to Infrastructure). Vuorovaikutuksessa keskeisessä roolissa on liikenneinfrastruktuurin ja ajoneuvojen välinen kommunikaatio, jota tukemaan liikennevalo-ohjausta kehitetään. Ajoneuvoihin voidaan välittää tietoa esimerkiksi valo-ohjauksen toiminnasta, jonopituuksista tai vaikka punavalovalvonasta. Autoista voidaan ottaa vastaan esimerkiksi paikkatietoa, jota voitaisiin käyttää liikennevalojen toiminnan säätämiseen (esim. vihreän maksimajan säätö tai vihreän pidennys). Oulun seudulla on hyvät edellytykset V2I-toimintojen käyttöönottoon modernin laitekannan (sekä ohjauskojeet että ohjaus- ja valvontajärjestelmä uusia), nopean tietoliikenteen sekä avoimen datan ja avoimien rajapintojen myötä.

7.2.1.3 Tiedonsiirto

Tulevaisuuden tiedonsiirtotekniikoista lupaavimmilta näyttävät SDN (software defined networking) ja NFV (network function virtualization). Näiden tarkoituksena on virtualisoida verkko-segmentti ja sen avulla kyetä kontrolloimaan verkkoa loogisella tasolla täten vähentäen tarvetta verkon fyysisille muutoksille. Näiden lisäksi tuleva 5G-mobiiliteknologia mahdollistaa kuituverkon mukaiset gigabittiluokan siirtonopeudet yhteyksille liittymiin. 5G-mobiiliteknologiaa voitaisiin käyttää keskusta-alueella, jossa kuituverkon rakentaminen ydin-keskustassa on erittäin kallista. Käytettäessä langattomia teknologioita, tulee varmistaa verkon tietoturvallisuus.

Uusien tekniikoiden käyttökelpoisuuden testaamiseksi käynnistetään pilotteja rajatulla alueella.

7.2.1.4 Liikenteen tunnistus

Tällä hetkellä liikenteenlaskennasta saadaan ainoastaan ajoneuvojen lukumäärä lukuun ottamatta erikoisilmaisimia kuten raskaanliikenteen ja polkupyörien tunnistukseen käytettäviä ilmaisimia, joista saadaan myös kyseiset ajoneuvolajit. Jatkossa tullaan kehittämään laskennassa laitteita myös liikenteen luokitteluun, jossa lukumäärän lisäksi voidaan saada mm. nopeudet, ajoneuvoluokat ja ajoneuvovälit.

Tavoitteena on, että Oulun seudulla testataan uusia ilmais- ja tunnistusteknologioita reaaliympäristössä. Tätä varten liittymään 143 Limingantielle (mt 847) rakennetaan testausympäristöä.

Eri tutkalaitteiden tunnistusvarmuutta testattiin jo Oulussa toteutetussa Antiloop -projektissa. Projekti oli osa pohjoismaista liikennevalojen yhteistyöfoorumin (Next) testausohjelmaa, jonka puitteissa eri maat ovat testanneet liikennevalojen kehittämiseen liittyviä toimintoja ja tekniikoita. Antiloop-projektissa lupaavin uusi tekniikka oli ns. monipistetutka, jolla on mahdollista tunnistaa kaukaa koko tulosuunnan liikenne sekä toteuttaa ajoneuvoluokittelu.

Kävelijöille ja pyöräilijöille on omia tunnistustekniikoita. Kävelijöille on tällä hetkellä käytössä pääasiassa painonappi, jolla voidaan antaa pyyntö liikennevalokojeelle. Joissain tapauksissa kävelijöiden havaitsemiseen on käytetty tutkia. Pyöräilijät yleensä pyritään havaitsemaan induktuisilmukkaparilla, jolla saadaan tunnistettua myös polkupyöräilijän suunta ja täten antaa pyyntö oikeaan suuntaan. Jatkossa tullaan käyttämään enemmän mm. tutka- ja kameratekniikkaa jalankulkijoiden sekä polkupyöräilijöiden tunnistamiseen mm. kamera- ja tutkatekniikkaa.

Painonappien valvonta perustuu nykyään aikavalvontaan. Painonappipyynnön osalta valvotaan, tuleeko pyyntöä lainkaan tietyssä ajassa tai jääkö pyyntö päälle. Jos pyyntöilmaisua ei tule lainkaan, pyyntö jää automaattisesti päälle kunnes vika on korjattu.

Nykyisin raskas liikenne tunnistetaan silmukkailmaisparilla. Tulevaisuudessa on mahdollista käyttää myös älykkäitä silmukka- ja tutkailmais- tai muita maanpäällisiä ilmaisimia, jos ne pystyvät luotettavasti erottamaan liikennevirrasta pitkän (raskaan) ajoneuvon.

Nykyisin ruuhka / seisova jono tunnistetaan silmukkailmaisparilla. Lähitulevaisuudessa on mahdollista käyttää myös älykkäitä tutkailmais- tai muita maanpäällisiä ilmaisimia edellyttäen, että ne tunnistavat luotettavasti seisovan jonon. Muun ilmaisintekniikan käytöstä ruuhkan tunnistuksessa päätetään kokeilujen kautta.

7.2.1.5 Kaapelointi

Liikennevalokojeessa on mahdollista ohjata opastimia väyläohjauksella. Tampereella on toteutettu yksi liittymä tällä tekniikalla. Väyläpohjainen ohjaus vaatii erilaiset kaapeloinnit ja laitteet kuin perinteinen liikennevaloliittymä. Väyläohjatut opastimet toimivat selvästi pienemmällä jännitteellä (48 V) kuin perinteiset opastimet. Väyläohjauksen hyvänä puolena on mahdollisuus yksilöidymään vika-analyysiin rikkoontuneesta valoyksiköstä ja tarkempi valvonta. Pienemmän jännitteen vuoksi niiden käyttö on myös turvallisempaa esim. onnettomuustilanteissa.

7.2.2 Ohjaus- ja valvontajärjestelmä

Kehitystoimenpiteenä ohjaus- ja valvontajärjestelmän osalta on palvelinympäristön kehittäminen, jossa yhtenä mahdollisuutena on palvelinten virtualisointi oletetun käyttöiän päättymisen jälkeen. Virtualisoinnilla saavutetaan useita hyötyjä erillisiin fyysisiin palvelimiin nähden. Virtualisoinnin myötä laskentakapasiteetin, muistin sekä tallennustilan muutokset voidaan dynaamisesti eikä se vaadi mittavia muutostöitä eikä investointeja. Virtualisoinnilla voidaan käytössä olevat resurssit mitoittaa tarpeen mukaan, jonka myötä säästetään kustannuksissa.

7.3 Kehittämisohjelma

Seuraavassa taulukossa on esitetty liikennevalojärjestelmän kehittämisohjelma vuosille 2018 - 2025. Taulukossa on esitetty myös vuoden 2025 jälkeen toteutuvat kehitysosiot.

Taulukko 10. Oulun seudun liikennevalojen kehittämisohjelma.

Kehittämistoimenpide	Toteutusajankohta ja määrä	Toteutusvastuu
Liikennevalokojien korvausinvestointi. Tavoitteena on, että liikennevalojärjestelmässä ei ole yli 15 vuotta vanhoja ohjauskojeita.	2023, 1 kpl 2024, 7 kpl 2025, 7 kpl (2026, 26 kpl)	Oulun kaupunki
	2023, 3 kpl 2024, 2 kpl 2025, 14 kpl (2026, 3 kpl)	Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Opastimien korvausinvestointi. Opastimien uusimistarve arvioidaan iän ja vikaisuuden sekä liittymän mahdollisen parantamisinvestoinnin yhteydessä.	2023, 10 kpl 2024, 70 kpl 2025, 70 kpl (2026, 260 kpl)	Oulun kaupunki
	2023, 30 kpl 2024, 20 kpl 2025, 140 kpl (2026, 30 kpl)	Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus
Liikennevalokyselyn tulosten tarkempi analysointi alueittain kehittämistarpeiden arvioimiseksi	2018	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Malliasiakirjojen päivittäminen	2018	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Liikenneteknisen seurantajärjestelmän kalibrointi käsittäen liittymäkohtaisen arvioinnin tunnuslukujen verifiointin	2018-2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Dynaamisen ohjelmanvaihdon suunnittelu (mm. kriteerit, alueet) ja toteuttaminen	2018- 2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Liikennevalojen kojeohjelmien hallinnan pääkäyttäjäprosessin kehittäminen (kaikki tehdyt muutokset ovat pääkäyttäjän tiedossa)	2018	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus, ylläpitourakan kaupungit
Keskusta-alueen pyöräilyopastimien tarveselvitys pyöräilyn kehittämissuunnitelmien pohjalta	2019	Oulun kaupunki

Kehittämistoimenpide	Toteutusajankohta ja määrä	Toteutusvastuu
Keskusta-alueen yleisötapahtumiin liittyvien kävelyn ja pyöräilyn ruuhkanpurut	2019	Oulun kaupunki
Liikennevalokameroiden lisääminen 27 liittymään	2018	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Liittymäjärjestelymuutosten tarvearviointi. Pohjana yleissuunnitelman aikana tehty nykytilanteen inventointi	2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Maanpäällisten ilmaisinten toimintalinjat	2018 - 2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus, Liikennevirasto
Liikennevalokameroiden keskitetty hallintajärjestelmä (yhtenäinen käyttöliittymä, tallennus)	pilotti 2018 toteutus 2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Liikennelaskentajärjestelmän uusiminen (keruupalvelin ja mittalaitteet)	2018	Oulun kaupunki
Liikennevalotiedon esittäminen Oulunliikenne.fi 2.0 palvelussa	2018- 2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Liikennevalojärjestelmän mittareiden määrittäminen ja kehittäminen	2018- 2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Selvitys joukkoliikenteen etuisuuksien vaikutuksista muun liikenteen liikennöintiin (myös ylimääräisen vaiheen ja rotaation vaikutus ja niiden mahdolliset käyttökohteet) ja kehittämistoimenpiteiden määrittäminen pohjalta	2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Pilotti City vapaa-oikean toteutusmahdollisuuksista ja hyödyistä uuden liikennevaloasetuksen reunaehdot huomioiden	tavoite 2020	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Tilaaajien välisen liikennevalojen hallinnan kustannusten raportoinnin ja laskutuksen automatisointi	2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus

Kehittämistoimenpide	Toteutusajankohta ja määrä	Toteutusvastuu
Teknisen ja liikenneteknisen ylläpidon työtilanteen reaaliaikainen ja historiatietoihin perustuva visualisointi kartalle	2019- 2020	Oulun Energia Urakointi Oy
Pilotti uusista tiedonsiirtotekniikoista 5G / SDN (software defined networking) ja NFV (network function virtualization)	2019- 2020	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Liikennevaloverkon kapasiteetin ja toimintavarmuuden kasvattaminen sekä verkon kattavuuden kehittäminen (mm. kuidutus, käyttäjähallinta, yhtenäiset ohjelmaversiot esim. Actelis-reitittimissä, segmentointi)	2018- 2025	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Keskustan kiinteän ohjauksen kehittäminen kaikki kulkumuodot huomioiden, sisältää myös jalankulkuvaiheen testauksen	2019	Oulun kaupunki
Yhteenkytkentöjen (pois lukien keskusta) kehittämisselvitys	2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Selvitys joukkoliikenneopastimien käyttömahdollisuuksista	2021	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Selvitys polkupyörien vihreistä aalloista	2019	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Selvitys varautumisesta älyliikenteen tarpeisiin	2020	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Suojatien tasapuolistamistoimenpiteiden ja etuuskien käytön testaus ja muulle liikenteelle aiheutuvan kohtuullisen haitan määrittäminen sekä esimerkit toimenpiteistä tiedottamista varten	2020	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Supersuojatien vaikuttavuusselvitys ja suunnitteluperiaatteiden määrittäminen eri liikenneympäristöissä	2018-19	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Selvitys 4...6 m etäisyydellä suojatiestä sijaitsevasta pysäytysviivasta	2021	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus

Kehittämistoimenpide	Toteutusajankohta ja määrä	Toteutusvastuu
Kriittisten liittymien määrittäminen	2018	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus
Uusien kojekantojen mahdollistamien V2I -vuorovaikutuksen testaus ja käyttöönotto ((G5-tietoliikenneprotokolla, iTLC arkkitehtuuri ja ETSI- protokolla	2020-2025	Oulun kaupunki, Pohjois-Pohjanmaan ELY keskus

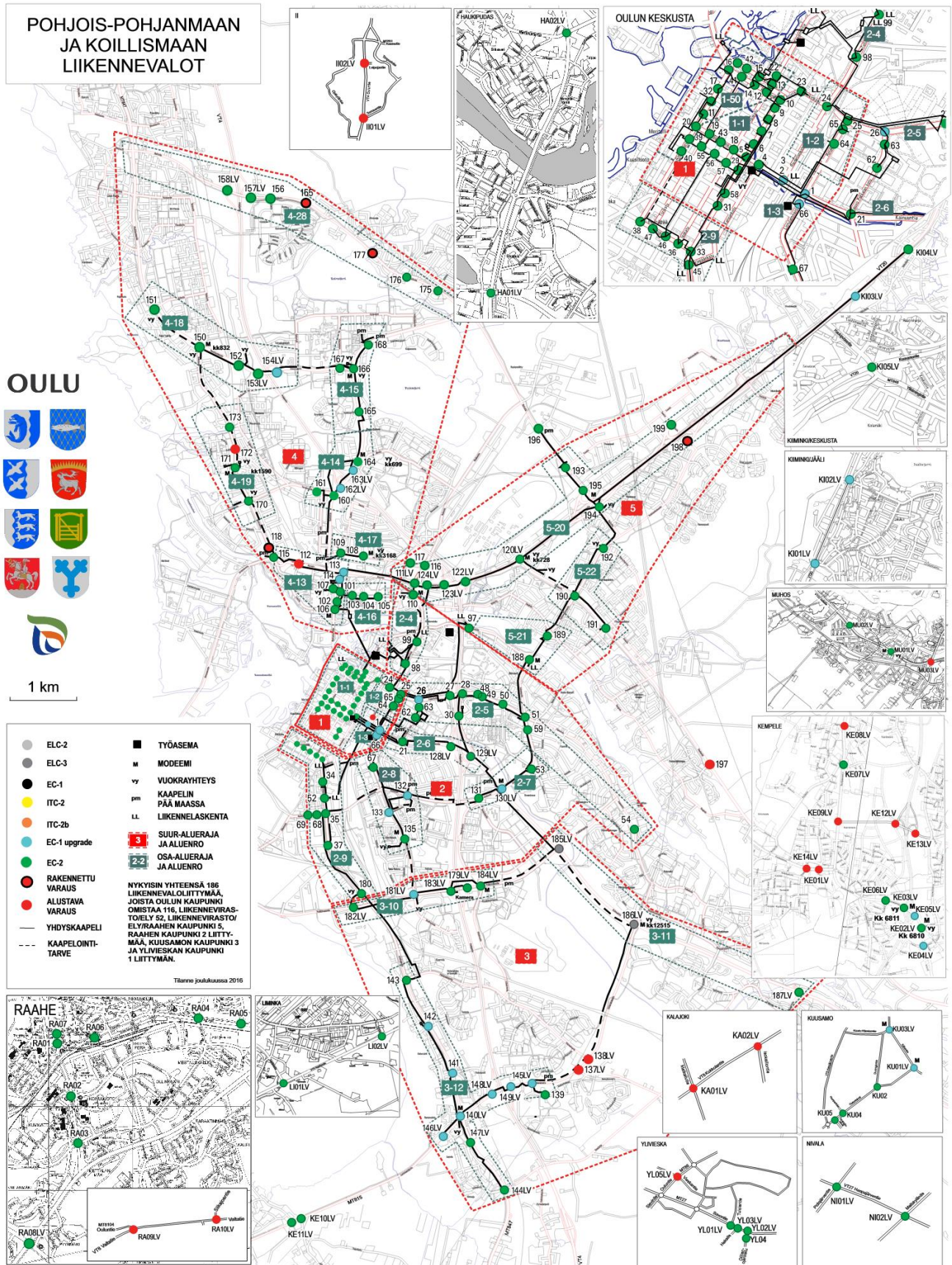
7.4 Mittarit

Liikennevalojärjestelmän seurantatiedon saannin laajentuminen mahdollistaa järkevien seurannan mittarien kehittämisen, joka on yksi merkittävä kehittämisosa kehittämissuunnitelmassa. Kohta täydentyy raportin ylläpidossa.

Liitteet

- Liite 1. Oulun liikennevalot, osa-aluejako (kartta)
- Liite 2. Liikennemäärät Oulun seudulla (aamuruuhka 2016 ja 2030)
- Liite 3. Liikennemäärät Oulun seudulla (iltaruuhka 2016 ja 2030)
- Liite 4. Liikennevalojärjestelyt nykytilanteessa
- Liite 5. Ajoitussuunnittelun yksityiskohtaiset periaatteet
- Liite 6. Tekninen ympäristö
- Liite 7. Liikennetekninen ympäristö
- Liite 8. Oulu seudun liikennevalojen dokumentointiohje
- Liite 9. Liittymien prioriteettalista (top 50) ja kohteiden sijoittumiskartta
- Liite 10. Kaaviokuvat liikennevalojen hallinnan ja ylläpidon toimintamalleista.
- Liite 11. Asiantuntijakyselyn palautetaulukot
- Liite 12. Asiantuntijakyselyn palautteen kohdistuminen

Liite 1. Oulun liikennevalot, osa-aluejako (kartta)



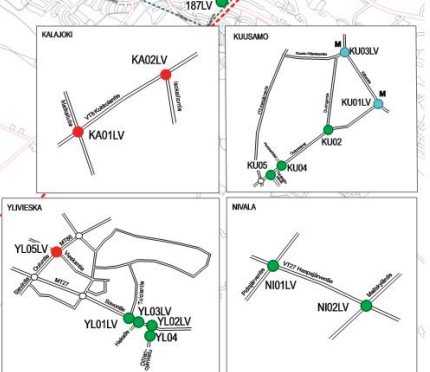
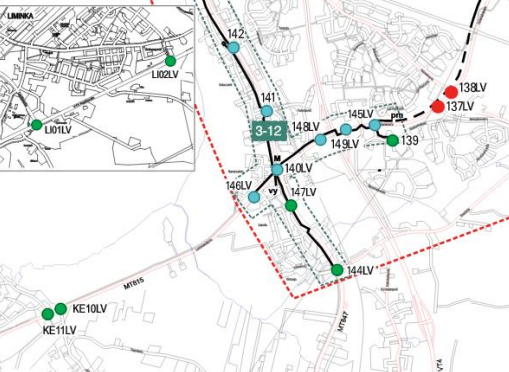
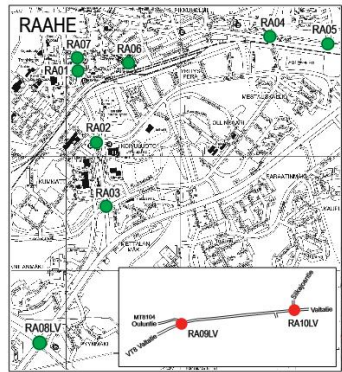
POHJOIS-POHJANMAAN
JA KOILLISMAAN
LIIKENNEVALOT

OULU

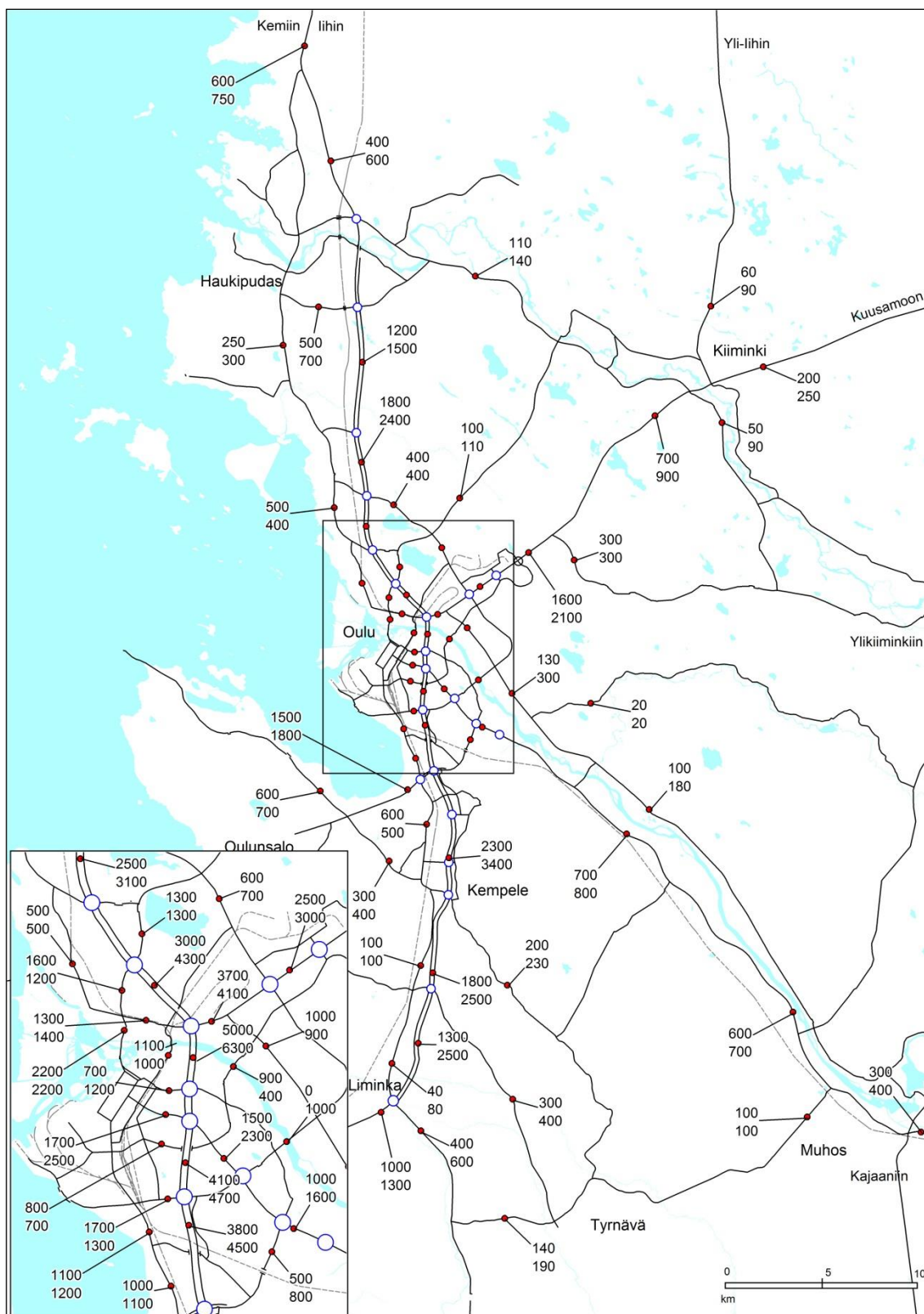


1 km

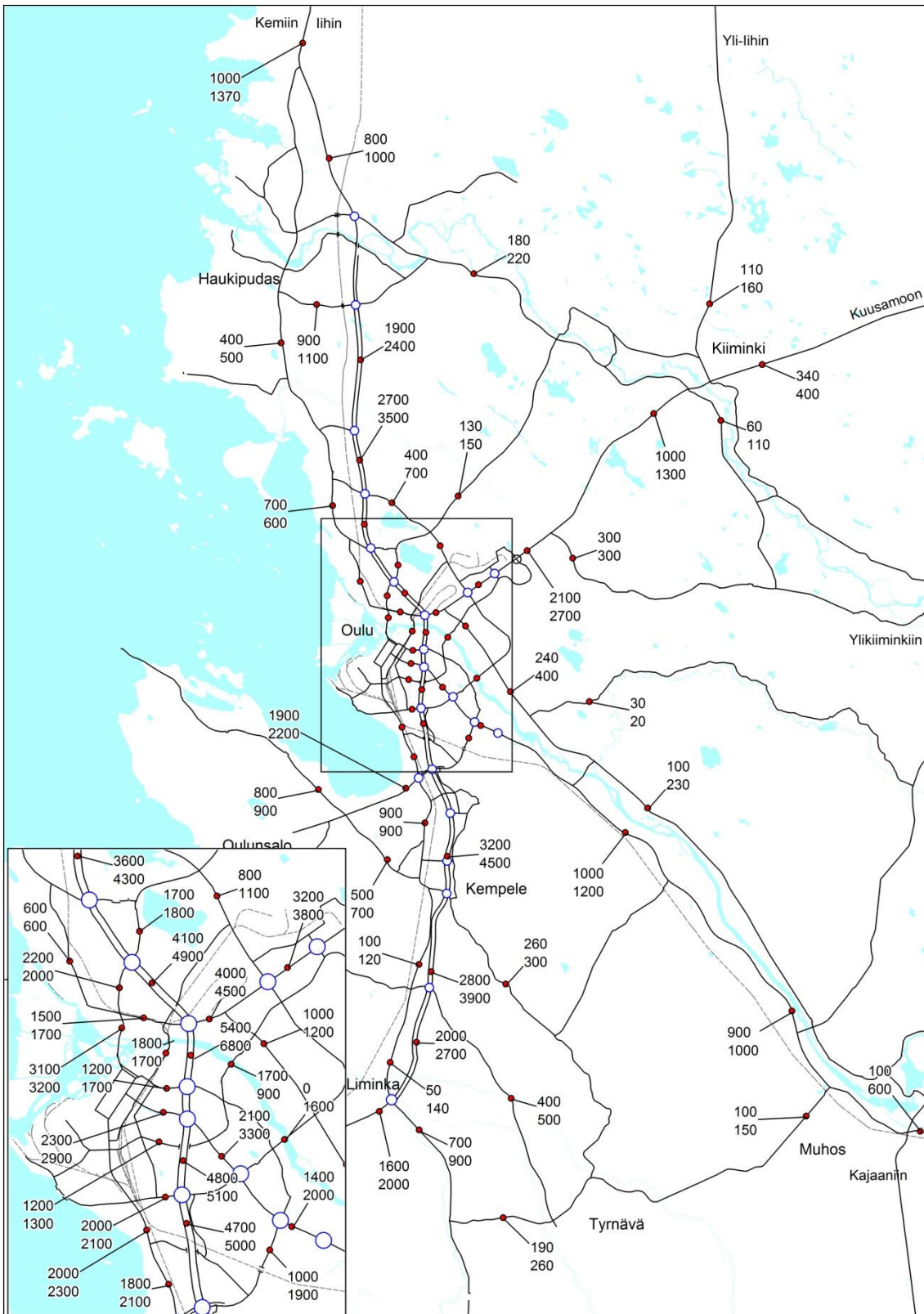
- ELC-2
 - ELC-3
 - EC-1
 - ITC-2
 - ITC-2b
 - EC-1 upgrade
 - EC-2
 - RAKENNETTU VARAUS
 - ALUSTAVA VARAUS
 - YHDYSKAAPELI
 - - - KAAPELOINTI-TARVE
 - TYÖASEMA
 - ▣ MODEEMI
 - ▣ VUOKRAYHTEYS
 - ▣ KAAPELIN PÄÄ MAASSA
 - ▣ LIKENNELASKENTA
 - SUUR-ALUEAJA JA ALUENRO
 - OSA-ALUEAJA JA ALUENRO
- NKYISIN YHTEENSÄ 186 LIIKENNEVALOLIITTYMÄÄ JOISTA OULUN KAUPUNKI OMISTAA 116, LIIKENNEVIRASTO/TOIVELY 52, LIIKENNEVIRASTO/ELYRAAHEN KAUPUNKI 5, RAAHEN KAUPUNKI 2 LIITTYMÄÄ, KUUSAMON KAUPUNKI 3 JA YLIVIESKAN KAUPUNKI 1 LIITTYMÄÄ.
- Tilanne joulukuussa 2016



Liite 2. Liikennemäärät Oulun seudulla (aamuruuhka 2016 ja 2030)

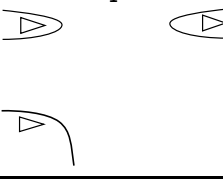
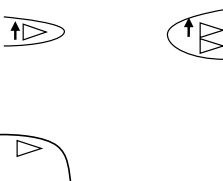
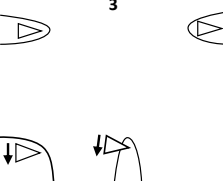
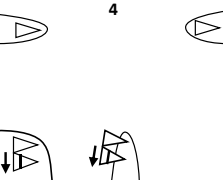
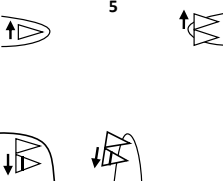
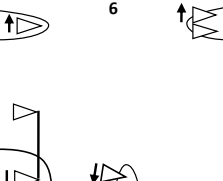


Liite 3. Liikennemäärät Oulun seudulla (iltaruuhka 2016 ja 2030)



Liite 4. Liikennevalojärjestelyt nykytilanteessa

pääluokka	kaikki yhteensä	Oulun kaupunki	ELY päätiet	ELY muut tiet
	tuloaarat	tuloaarat	tuloaarat	tuloaarat
1 ei 2- tai 3-aukkoisia nuolivaloja	339	254	45	40
2 3-aukkoinen nuolivalo vasemmalle	204	90	70	44
3 3-aukkoinen nuolivalo oikealle	31	19	7	5
4 2-aukkoinen nuolivalo oikealle	56	25	25	6
5 2-aukkoinen nuolivalo oikealle ja 3-aukkoinen nuolivalo vasemmalle	18	9	7	2
6 3-aukkoinen nuolivalo oikealle ja vasemmalle	23	11	2	10
YHTEENSÄ	671	408	156	107

pääluokka	alaluokka	kaikki yhteensä	Oulun kaupunki	ELY päätiet	ELY muut tiet
		tuloaarat	tuloaarat	tuloaarat	tuloaarat
	1.1 1 toisto-opastin (takana)	143	123	10	10
	1.2 2 toisto-opastinta (pysäytysviivalla + takana)	167	107	35	25
	1.3 3 toisto-opastinta (pysäytysviivalla + takana + risteävässä saarekkeessa)	5	4	0	1
	1.4 2 toisto-opastinta, portaali	16	14	0	2
	1.5 3 toisto-opastinta, portaali	6	5	0	1
	1.6 pienet toisto-opastimet	1	1	0	0
	1.7 pääopastin vasemmalla, 1 toisto-opastin (vapaa oikea)	1	0	0	1
	2.1 ei portaalia	133	64	38	31
	2.2 portaali	65	24	31	10
	2.3 vain vasen nuolivalo (vapaa oikea)	6	2	1	3
	3.1 1 toisto-opastin, ei portaalia	21	15	3	3
	3.2 2 toisto-opastinta, ei portaalia	3	0	1	2
	3.3 portaali, 2 suoran ryhmän toisto-opastinta	5	2	3	0
	3.4 portaali, 3 suoran ryhmän toisto-opastinta	1	1	0	0
	3.5 kanavoitu oikea	1	1	0	0
	4.1 1 suoran ryhmän toisto-opastin, ei portaalia	1	1	0	0
	4.2 2 suoran ryhmän toisto-opastinta, ei portaalia	17	8	9	0
	4.3 3 suoran ryhmän toisto-opastinta, ei portaalia	32	12	14	6
	4.4 portaali	6	4	2	0
	5.1 ei portaalia	10	7	1	2
	5.2 portaali	8	2	6	0
	6.1 suora ryhmä	8	4	0	4
	6.2 ei suoraa ryhmää	15	7	2	6
YHTEENSÄ		671	408	156	107

Liite 5. Ajoitussuunnittelun yksityiskohtaiset periaatteet

1. Valo-ohjelmat eri liikennetilanteissa Oulun seudulla

No.	Valo-ohjelma	Toiminnan kuvaus	Ohjeellinen käyttöaika 4)	Kiertoaika
0	Keltavilkku	Valot pois toiminnasta		-
1	Yhteenkytkentä	Aamuruuhka (AR)	07.30 – 08.30	90 s
2	Yhteenkytkentä	Normaali liikenne (NL)	08.30 – 15.30	80 s
3	Yhteenkytkentä	Iltaruuhka (IR)	15.30 – 17.30	90 s
4	Yhteenkytkentä	Hiljainen liikenne (HL)	05.30 – 07.30 17.30 – 24.00	70 s
5	Erikoisohjelma	Lamppukuorman päivitysohjelma		voi vaihdella
6	Erillisojhaus	Aamuruuhka (AR)	07.30 – 08.30	70 - 80 s 1) 100 - 150 s 2)
7	Erillisojhaus	Normaali liikenne (NL)	08.30 – 15.30	60 - 70 s 1) 80 - 90 s 2)
8	Erillisojhaus	Iltaruuhka (IR)	15.30 – 17.30	70 - 80 s 1) 100 - 150 s 2)
9	Erillisojhaus	Hiljainen liikenne (HL)	05.30 – 07.30 17.30 – 24.00	40 - 60 s 1) 60 - 75 s 2)
10	Erikoisohjelma	Kauppa		3)
11-14	Erikoisohjelmat	Varareitti- tai ruuhkanpurkuohjelma		3)
15	Varalla			-
16	Varalla			-
17	Pimeä	Valot pois toiminnasta		-

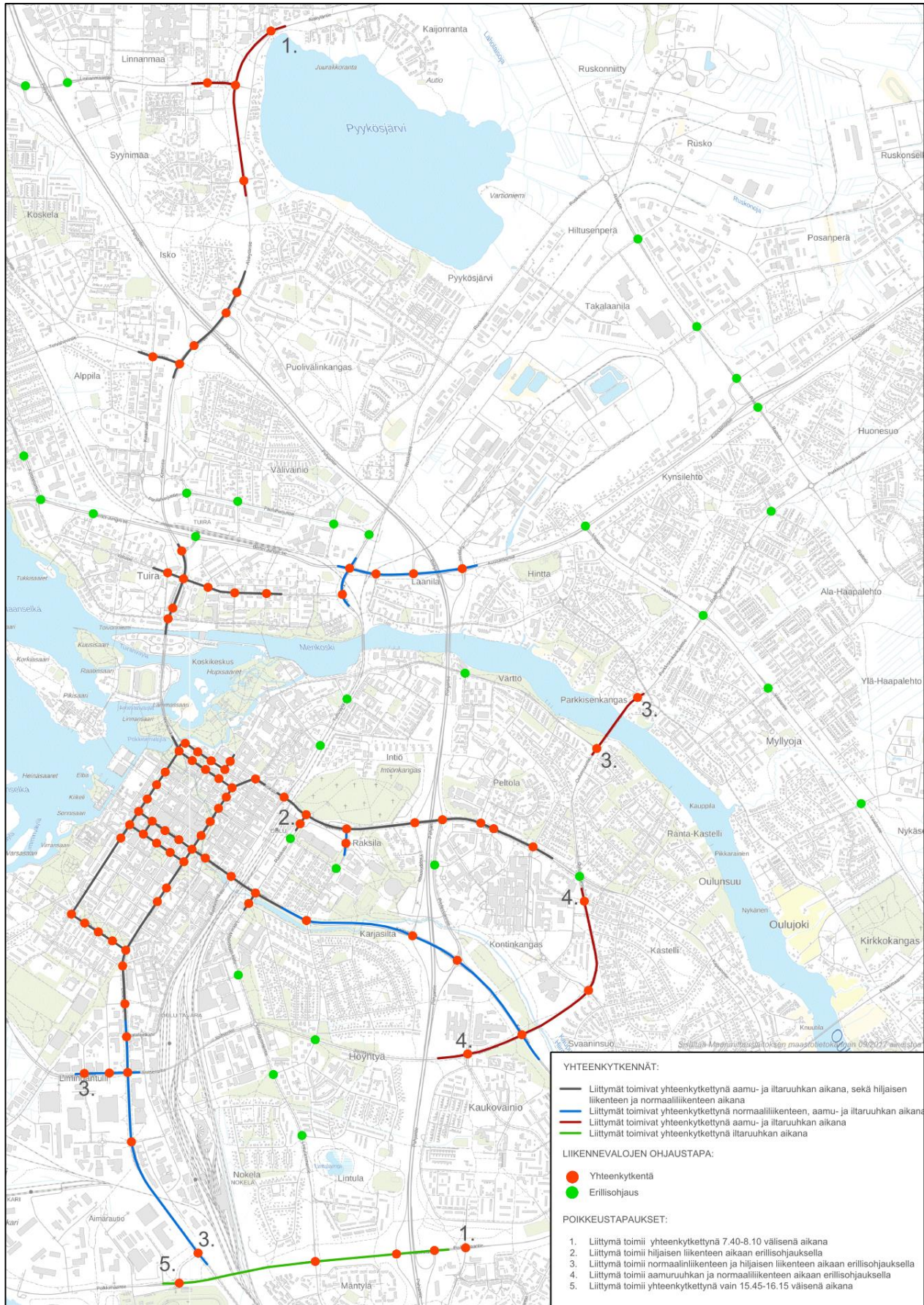
1) Kaksivaiheiset valot

2) 3- tai 4-vaiheiset valot

3) Määritetään tapauskohtaiseksi

4) Tarkempi käyttöaika määräytyy aluekohtaisen aikataulun mukaan

2. Yhteenkytkennät Oulun seudun liikennevaloissa



3. Vaihutumisajat

Oulun seudulla vaihtumisaikojen minimien laskennassa käytetään LIVASU 2016 suunnitteluohjeen laskentaperiaatteita seuraavin tarkennuksin:

- Muuttuvaa keltaista ei käytetä. Lyhin keltainen aika on 3 sekuntia.
- Lyhin suoja-aika päättyvän ajoneuvovihreän jälkeen on 4 sekuntia. Ajoneuvoliikenteen välisissä suoja-ajoissa tulee olla vähintään 1 sekunnin keskinäisten konfliktiryhmien saman aikainen punainen jakso.
- Samassa vaiheessa samalla tulosuunnalla vihreäksi vaihtuville ajoneuvo-opastinryhmille asetetaan saman suuruiset alkavat vaihtumisajat (ryhmä tulossa vihreäksi) mikäli lasketujen suoja-aikojen ero on alle kaksi sekuntia
- Kaksiosaiset suojatiet toteutetaan yhtäaikaisella vihreällä (toteutetaan näennäisellä vaihtumisajalla kävely- ja pyöräily ryhmien välillä) siten, että kävelijöillä ja pyöräilijöillä on mahdollisuus ylittää koko ajorata yhdellä vihreällä
- Eritasoliittymien rampeilla keltainen aika ja suoja-ajat lasketaan käyttäen samaa nopeusrajoitusta kuin liittyttävällä suunnalla tai vastakkaisella tulosuunnalla; jos rampilta on sallittu vain kääntyminen oikealle tai vasemmalle määritetään keltainen ja suoja-ajat nopeuden 50 km/h mukaan

4. Ajoneuvo-opastinryhmien ohjaustoiminnot

4.1 Maksimiaikalaskennan käynnistyminen

Ajoneuvo-opastinryhmien maksimiaikalaskennan käynnistystapana käytetään yleensä pääsuunnan ryhmillä "konfliktiryhmän pyynnöstä vihreän aikana" ja muilla ryhmillä "vihreän alusta". Ilmaisinvian vuoksi opastinryhmän maksimiaikaa ei lyhennetä.

4.2 Vihreän lopetustapa

Ajoneuvo-opastinryhmien vihreän lopetustapana käytetään "konfliktiryhmän käynnistyessä" lukuun ottamatta seuraavia poikkeuksia:

- Vasemmalle kääntyvien opastinryhmän lopetustavaksi asetetaan "itse punaiseksi heti pidennysten jälkeen", kun vaihtumisaika seuraavana vuorossa olevaan vastasuunnan opastinryhmään on pitkä suhteessa kauimmaisen kulkulmaisimen etäisyyteen. Esimerkiksi jos vaihtumisaika vasemmalle kääntyvien vihreän päättymisestä on 8 sekuntia ja pääsuunnan kauimmaisin kulkulmaisimien on 100 metrissä, joutuu pääsuunnan ajoneuvo lähes pysähtymään ennen kuin vihreä ehtii alkaa.
- Sekavaiheen jälkivihreä (ei yksiaukkoista nuolta käytössä) toteutetaan siten, että vähäliikenteisen suunnan opastinryhmälle asetetaan lopetustavaksi "itse punaiseksi heti pidennysten jälkeen". Lopetustapa voi olla myös "konfliktiryhmän käynnistyessä", jolloin jälkivihreän tulosuunnan ryhmällä käytetään liikenneohjattua lopetusviivettä.

4.3 Sekavaiheen opastinryhmien ajoitus

Sekavaiheen opastinryhmälle asetetaan oheispyyntö vastasuunnan opastinryhmältä. Ryhmien suoja- ja vaihtoajat asetetaan yhtä suureksi kuin vastasuunnan ryhmällä, kun ao. ryhmä on alkavana ryhmänä. Näin ollen vastakkaisten tulosuuntien vihreät alkavat samanaikaisesti.

Ryhmien suoja- ja vaihtoajan tyyppiä asetetaan "välitön lopetus", kun ao. ryhmä on päättyvässä ryhmänä. Tällöin myös vihreän päättymisen tapahtuu samanaikaisesti siinä tilanteessa, että molemmat ryhmät ovat vaiheen päättyessä vielä vihreänä.

Sekavaiheen toisen tulosuunnan ollessa alempiluokkaisempi tie tai katu ja huomattavasti vähäliikenteisempi kuin toinen tulosuunta, asetetaan vain toispuolinen oheispyyntö. Vähäliikenteisen tulosuunnan opastinryhmä antaa oheispyynnön vilkasliikenteisemmälle suunnan opastinryhmälle, mutta ei päinvastoin. Tällöin vähäliikenteisemmälle vain omasta pyynnöstä vihreäksi tulevalle opastinryhmälle on asetettava estävä aloitusviive. Näin ollen vähäliikenteisen suunnan ryhmä ei pääse vihreäksi vilkasliikenteisen suunnan vihreän aikana.

5. Ilmaisintoiminnot

Kulkuilmaisimien pidennysaikavälit mitoitetaan Oulun seudun liikennevaloissa seuraavassa taulukossa esitettyjä nopeuksia noudattaen. Ilmaisimien ohjelmoinnissa noudatetaan pääsääntöisesti seuraavia periaatteita:

- läsnäoloilmaisimella pyyntötapa ei-muistava ja pidennys on kertakäynnistyvä; kaistoilla, jonka liikenne väistää jalankulkijoita tai vastaantulevaa liikennettä pidennystapa on uudelleenkäynnistyvä
- kulkuilmaisimella pyyntötapa muistava; poikkeuksena kaukana sijaitsevat erikoisilmaisimet (jonoilmaisimien, raskaan liikenteen ilmaisimet), joilla pyyntötapa määritetään halutun toimintatavan mukaan
- ilmaisimilla varustetuilla kävelyn ja pyöräilyn väylillä ilmaisimet pyytävät ja pidentävät suojatien vihreää; polkupyöräilmaisimien pidennykset lasketaan nopeudella 5 m/s ja käytettäessä suojatiellä jalankulkijat havaitsevaa tutka- tai infrapunailmaisinta asetetaan ilmaisimen pidennysaikaväliksi 1 - 2 s
- bussietuuksissa pidennykset lasketaan nopeusrajoitusta 5...10 km/h alemmalla nopeudella; alempaa nopeutta käytetään, kun pysäkki on lähellä liittymää

Taulukko 11. Kulkuilmaisimien pidennysaikavälien mitoitusnopeudet Oulun seudun liikennevaloissa.

Nopeusrajoitus		Lähin kulkuilmaisimien		Kauemman ilmaisimet (km/h)
		Alkuarvo (km/h)	Loppuarvo (km/h)	
40 km/h	Pääsuunta			
	-suoraan	25	35	35
	-kääntyvä	25	35	35
	Sivusuunta	20	30	35
50 km/h	Pääsuunta			
	-suoraan	30	45	45
	-kääntyvä	25	45	45
	Sivusuunta	20	35	35
60 km/h	Pääsuunta			
	-suoraan	35	55	55
	-kääntyvä	25	45	45
	Sivusuunta	20	35	35

6. Suojatien vihreän mitoitus

Vilkkuvihreää käytetään kaikilla suojateilla. Tarvittaessa vaihtumisaika mitoitetaan mahdollistamaan vilkkuvihreä. Vilkkuvihreä voidaan ottaa joko kokonaan tai osittain ryhmän vihreästä ajasta. Jos jalankulkijaopastinryhmä ja ajoneuvo-opastinryhmä ovat todellisia konfliktiryhmiä, jalankulkijan punasuoja-ajan pituuden on oltava aina vähintään yksi sekunti.

Oulun seudulla vilkkuvihreän minimipituus on 3 sekuntia. Vilkkuvihreä voi olla suojatien eri osilla myös eripituinen. Punasuoja-ajan riittävyys varmistetaan maastossa. Jalankulkijan on ehdittävä poistua punasuoja-ajan aikana suojatieltä ennen ajoneuvon saapumista.

Minimivihreä + vilkkuvihreä + punasuoja-aika = suojatien kokonaispituus / 1,0 m/s

Lisäehdot:

- Vihreän alusta liikkeelle nopeudella 1,2 m/s lähtevän jalankulkijan tulee ehtiä kiinteän vihreän aikana eli ennen vilkkuvihreän alkamista kaksiosaisen suojatien jälkimmäiselle lyhyemmälle osalle.
- Vihreän alusta liikkeelle lähtevä jalankulkija ehtii minimivihreän ja suoja-ajan aikana nopeudella 1,0 m/s ylittää koko suojatien ennen ajoneuvon saapumista.

Jalankulkuopastinryhmän suoja-aika mitoitetaan siten, että vihreän päättyessä suojatielle astuva jalankulkija ehtii kävelynopeudella 1,2 m/s ylittää ajoradan ennen ajoneuvon saapumista.

Punasuoja-aika on jalankulkuopastinryhmän vilkkuvihreän päättymisen ja ajoneuvoopastinryhmän vihreän valon alkamisen välinen aikajakso. Punasuoja-ajan pituus mitoitetaan siten, että vilkkuvihreän päättyessä suojatielle astuva jalankulkija ehtii kävelynopeudella 2,0 m/s ylittää ajoradan ennen vihreän valon alussa liikkeelle lähtevän auton saapumista suojatielle.

Jalankulkuopastinryhmän punasuoja-aika = [suojaosion pituus / kävelynopeus 2,0 m/s] – pienin ajoneuvon saapumisaika ko. suojatielle

7. Joukkoliikenteen etuusparametrit ja testaus

7.1 Etuusparametrit

Etuusparametreina taustajärjestelmässä ovat:

- pysäkkiväli
- pyyntö-/kuittaustoiminto
- etuuden maksimipäälläoloaika
- ryhmä jota pyydetään

Lisäksi on määriteltävissä pysäkkivälikohtaisia myöhässäolosääntöjä, joita pystytään säätämään järjestelmätoimittajan kautta.

7.2 Testaus

Joukkoliikenne-etuuksien testaus tehdään ajoneuvolla, jossa on ollut linja-autolle tarkoitettu ajoneuvolaite. Jokainen liittymä on testattu sille määritetyllä pysäkkivälillä. Ajoneuvolaitteesta on valittu oikea linja jonka jälkeen liittymät on ajettu läpi autolla ja tarkistettu että pyyntö ja kuittaus tulevat oikeassa kohdassa liittymää. Testaukseen on pitänyt valita myöhässä aikataulussa oleva linja jotta etuudet ovat lähteneet järjestelmästä. Tarvittaessa on tehty muutoksia pyyntö- ja kuittauspisteisiin sekä liikennevalo-ohjelmointiin. Kattava testaus on vaatinut ajamaan läpi kaikki pyyntö- ja kuittausalueet, jotta on varmistettu että ne toimivat oikeanlaisesti ja etteivät aiheuta epätoivottuja tilanteita liikennevaloissa.

Joukkoliikenne-etuudesta olisi mahdollista antaa kuljettajalle paluuviesti etuuden päällä olostä. Tämä vaatisi ohjelmointimuutoksen liikennevalokojeeseen ja vastaanottavaan järjestelmään. Palauteviestin toimimattomasta etuudesta voisi mahdollisesti toteuttaa taustajärjestelmästä. Myös kuskien palautteet ovat tärkeitä, jos he kokevat että etuudet eivät toimi liikennevaloliittymissä.

Liite 6. Tekninen ympäristö

1. Liikennevalokeskus

Liikennevalokeskuksen laitekanta muodostuu tällä hetkellä seuraavista laitteista ja toiminnoista:

- kaksi varsinaista palvelinta sekä virtuaalipalvelimet, joilla tuotetaan palvelut:
- RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmän ylläpito
- joukkoliikenne-etuudet
- HALI-hälytysajoneuvoetuudet
- OTTILA Microsoft SharePoint portaali
- yleisötilaisuuksien ruuhkanpurku
- verkkotallenninjärjestelmä
- liikennevalojen tietoliikenneverkon monitorointi (Check MK)
- keskitetty kaikkien verkon kytkimien hallinta sekä automaattinen varmuuskopiointi (MetaAssist)
- Actelis-keskittimien asetusten varmuuskopiointi
- virtuaalipalvelimilla tuotetut palvelut

Yksi palvelimista on kytketty liikennevalokeskuksen kerrosjakamossa sijaitsevaan kytkimeen, jolla hoidetaan varsinainen verkkoliikenne. Verkon hallinnointi varmistetaan palvelimen toiseen porttiin kytketyn HP:n iLO (Integrated Lights-Out) avulla. Tällä voidaan etänä valvoa palvelimen tilaa, vaikka varsinainen palvelin olisi alhaalla. Palvelinten varmennuksesta huolehtii Oulun Tietotekniikka.

2. Liikennevalojen tietoliikenneverkon rengasverkkotopologia

Liittymissä olevien verkkolaitteiden käyttämättömät portit ovat suljettuja sekä oletustunnukset ovat poistettu käytöstä. Verkossa on myös käytössä pelkästään staattiset IP-osoitteet, jonka myötä mahdollinen tunkeutuja ei voi saada DHCP:n avulla tietoa käytössä olevasta IP-osoitevaruudesta.

Verkossa tapahtuviin pidempiaikaisiin vikatilanteisiin on varauduttu mahdollistamalla 3G/4G-modeemiyhteydet ohjaus- ja valvontajärjestelmään (liikennevaloverkon palomuurille). Sen avulla saadaan liittymän laitteet takaisin valvontaan nopeallakin aikataululla muuttamalla liittymässä olevien laitteiden IP-osoitteet ja määrittelemällä ne uudelleen järjestelmiin. Yhteys kulkee julkisen internetin yli, joten tietoturva on oleellinen osa varayhteyttä. Sen avulla kaikki ylimääräinen liikenne on estetty internetin suunnasta sekä sen suuntaan. Käytännössä ottaen kaikki muu paitsi haluttu liikenne on estetty eikä laitteeseen pääse käsiksi kuin ennalta määritellyistä aliverkoista.

3. Liikennevalojärjestelmän tekniset ominaisuudet

Järjestelmäosa	Laitteisto/Tekniikka/Softa	Ominaisuudet
Palvelimet	2 kpl HP ProLiant ML350 Gen9 - tornipalvelinta. OTT:n virtuaalipalvelimet	Suoritin Xeon E5-2620 v3, kuusi ydintä. hyper threading tekniikka jolla voi suorittaa laskentaa 12 säikeessä. muisti DDR4 / 16GB. 8 kpl gigabitin ethernet porttia
Käyttöjärjestelmä	- Windows 2008 R2 - Linux Red-Hat Enterprise distribuutiolla	
Ohjelmistot	Actelis kytkinten hallinta MetaAs- sistEMS, Microsoft SQL Server, MySQL-palvelin, lii- kenteenlaskenta- , raxsilan ruuh- kanpurku-, sekä TrafficFlowGarne- rin ohjelmistot. FTP	
Toiminnallisuudet		- iSCSI:llä verkkotallenninjärjestelmä - Liikenteenhallintaverkon monitorointi - Actelis keskittimien asetusten varmuus- kopiointi - RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmän ylläpito - joukkoliikenne-etuudet - HALI-hälytysajoneuvopakkoetuudet OTTILA Microsoft SharePoint portaali
Käyttäjryhmät / käyttäjän- hallinta / oikeudet		Liikennevalokeskuksen ja Oulun Tietotekni- kan palvelimella on pääkäyttäjän oikeudet liikennevalojen ylläpitourakoitsijalla sekä Oulun Tietotekniikalla. Joihinkin palvelimiin on pääsy myös laitetoimittajilla. Oulun Tietotekniikalla on käyttäjänhallinta kyseisil- le palvelimille. RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmän pää- käyttäjä on liikennevalojen ylläpitoura- koitsijalla. OTTilan pääkäyttäjä on myös liikennevalo- jen ylläpitourakoitsijalla sekä Oulun Tieto- tekniikalla
Verkkotekniikka		Ethernet
Verkkostandardit	Verkon laitteet pohjautuvat MEF:n (Metro Etherner Forumin) standardoituun ratkaisuun IEEE 802.3ah. Siirtotekniikkana kuparin yli käytetään 2Base-TL (G.SHDSL bis EFM).	

Järjestelmäosa	Laitteisto/Tekniikka/Softa	Ominaisuudet
Verkkolaitteet	<p>Runkoverkko Actelis Networksin tuotteita.</p> <p>Laitteet EFM-liityntäverkon keskitimiä ML530, ML620 sekä ML698</p> <p>Enimmillään 8-pariset kupariyhdytykset laitteiden välille.</p> <p>Pitkillä matkoilla Actelis XR239-toistimia sekä PFU-8 tehonsyötöyksiköitä.</p> <p>Liikennevalokeskuksessa Acteliken ML2300 DSLAM-keskitin, johon voidaan terminoida 64kpl kuparilinkkejä. Laite on varmennettu sekä CPU-kortin että virtalähteen osalta.</p> <p>YLLI-yleisliitännäyksikkö</p>	<p>Keskittimissä 4x 10/100Base-T-liitintä sekä mallista riippuen yhdestä kahteen 100/1000Base-SFP-liitintä</p> <p>Kupariarit voidaan määritellä tarvittaessa yhdeksi loogiseksi kanavaksi kahden Actelis laitteen välille</p> <p>Keskittimet voidaan asentaa 19" standardiin räkkiin tai vaihtoehtoisesti liittymän koje-kaapin seinälle erillisen telineen avulla. Tällöin säästetään tilaa räkissä ja esimerkiksi valokuitu voidaan tuoda ongelmitta laitteelle eikä siihen kohdistu mekaanista rasitusta kaapin rakkelinettä avattaessa. Actelis Networksin keskittimien toimintalämpötila on -40°C - +65° C.</p> <p>YLLI-yleisliitännäyksikön kautta annetaan hälytysajoneuvojen pakkoetuustieto relelähdöllä EC-2 kojeen I/O-kortille. Yleisliitännäyksikkö on yhteydessä suoraan liikennevalojen tietoliikenneverkkoon. Yksikköä voisi käyttää myös muihin relelähtöjä vaativiin ohjauksiin</p>
Verkkonopeudet		<p>kupariverkolla 15/30 Mbits</p> <p>kuituverkolla 100Mbit/s tai 1Gbit/s</p>
Verkon topologia	Rengastopologiaa	
Verkon taso	Layer 2	
Protokollat	RSTP, ERPS (2017-), SNMP	
Kaapelityypit	<p>Kupari:V MOHBU 20-100x2x0,5</p> <p>Kuitu: FYOVD2PMU-tyyppiä.</p> <p>Valokuidut ovat värjättyjä ITU-T G.652.D -standardin mukaisia yksimuotokuituja. Kaapeli on rakenteeltaan keskiputkirakenteinen ja sen suojausena on muovivaippa sekä sen alla on muovipäällysteinen poimutettu teräsnauha, jonka avulla kaapelin kartoittaminen on helppoa.</p>	
Ulkoiset yhteydet	IPSec-tunneli, vuorayhteyden L3-tason kupariyhteyksiä (MPLS-VPN). Kajaanin L2-tason yhteys.	

Järjestelmäosa	Laitteisto/Tekniikka/Softa	Ominaisuudet
Tietoturva	Verkko eristetty julkisesta verkosta. 3G-modeemissa on palomuuuri, joka perustuu iptablesiin	
Kojekanta	EC-1 upgrade, EC-2	EC-2 kojeen kokoonpanoon kuuluu sähkölaiteososa, virtalähde 24vdc, MDU virtalähde, CPU prosessorikortti, LCM lamppukortti, ED316 ilmaisinkortti, IO1616 I/O-kortti, Takalevy, MMI näyttö- ja ohjauspaneeli, ilmais- ja i/o-liitäntämoduulit, riviliittimet ja itse kojeakaappi
Liikennevalokamerat	Axis P3707-PE	IP-pohjanen tietoliikenne. 1280x720 resoluutio (uudet Full HD - resoluutio) Videon bittivirta mitoitetaan käytössä olevan kapasiteetin mukaan. Kapasiteetin rajaus hoidetaan Actelis kytkimellä. Tallennus kamerassa olevalle 64GB muistikortille. liittymäalueen kuvan hallinta neljän kameran avulla.
Ohjelmointityökalut	EC-1ppc- tai EC-2 Nordic Suite	Lisenssi EC-2 työkalulle joudutaan uusimaan laitetoimittajan kautta kerran vuodessa. Kojeden nopea ETH-liitäntä liikennevaloverkkoon mahdollistaa etävalvonnan ja pääsyn kojeeseen.

4. Pylväät

Liikennevaloliittymissä Liikennevalopylväinä käytetään lähtökohtaisesti Liikenneviraston tyyppiirustuksen Ty 12/210 mukaisia 4,5 m korkeita liikennevalokäyttöön tarkoitettuja liikennevalopylväitä.

Pylväissä käytetään riviliitintä johon liikennevalojen rengaskaapeli on kytketty. Riviliittimessä on 37 kytkentäliitintä ja lisäksi suojamaaliitin. Paikat 36 ja 37 ovat tarkoitettu nollajohtimien käyttöön. Riviliittimet voivat olla varustettu joko ruuvattavilla tai painettavilla (yleisin malli) liittimillä. Ruuvattavia käytetään kohteissa, joissa painettavien koko ei mahdollista sen asentamista.

Asennettavat pylväs-, portaali- ja jalusta tyypit määritellään liikennevalojen työselityksessä. Käytettävät tyypit on pyritty vakioimaan mahdollisimman pitkälle.

Yhteiskäyttöpylväät ovat valaisinpylväitä, joihin asennetaan liikennevalo-opastinta. Tällöin pylväessä pitää olla kaksi kytkentäluukkuja, joista toinen luukku on tarkoitettu liikennevaloille ja toinen valaistukselle. Yhteiskäyttöpylväitä käytettäessä, tulee huomioida mahdollistaako pylvään rakenne opastimen asentamisen (myötäävät pylväät) ja mahdollinen pylvään suojaus-tarve.

Lumen, veden ja roskien pääsy pylvään sisään estetään pylvään yläpähän asennettavalla pylväshatulla. Suojauksella estetään riviliittimien ja kaapeleiden ennenaikainen rikkoontuminen.

Liikennevalopylvään jalustana käytetään teräsbetonijalustaa, jonka DL3-luku on vähintään 0,40. DL3-luku tulee tarkistaa pylväskohtaisesti. Liikennevalopylväiden jalustatyyppi SJ-1 TER.

5. Opastimet

Kaikki opastimet ovat LED-opastimia, joiden käyttöiäksi luvataan vähintään 10 vuotta.

6. Liikennevalokamerat

Lähtökohtaisesti kamerat asennetaan kaikkiin uusiin liikennevaloihin. Tarve arvioidaan liikennevalojen yleissuunnitteluvaiheessa. Nykyistä kameraverkkoa täydennetään asentamalla kameroilla liikenteellisesti merkittäviin liittymiin mm. kattavasti valtatie 4 varareitin liikennevaloliittymiin.

Liikenteenhallintaverkkoon kytketyt kamerat ovat IP-pohjaisia, joiden kuvaa voidaan seurata reaaliajassa. Lisäksi kuva tallennetaan suoraan kamerassa olevalle 64GB muistikortille. Kamerat tuottavat videokuvaa vähintään 1280x720 resoluutiolla. Kameroiden tuottaman videon bittivirta pyritään mitoittamaan käytössä olevan kapasiteetin mukaan, niin ettei siitä aiheudu haittaa kriittisemmälle tietoliikenteelle. Tarvittaessa rajoitetaan kameralle annettavaa kapasiteettia. Tämä yleensä riittää noin viikon mittaiseen tallennukseen riippuen videon laadusta.

Tietoliikenneverkko täydentyessä kuituverkoksi, kapasiteetti mahdollistaa keskitetyn järjestelmän toteuttamisen.

Kameroita on usealta eri valmistajilta. Usean valmistajan käyttö aiheuttaa haasteita ylläpidollisesti kameramäärän kasvaessa, sillä kameroiden keskitettyyn hallintaan tarvitaan useampia eri valmistajien ohjelmistoja. Jatkossa liittymiin asennettavat uudet kamerat pyritään vakioimaan.



Kuva 16. Axis P3707-PE -kamera

7. Ilmaisintekniikka

7.1 Ajoneuvoliikenteen tunnistaminen

Induktiosilmukoita on käytännössä kahdenlaista tyyppiä; salmiakin muotoista ja suorakulmion muotoista. Salmiakkin muotoista käytetään läsnäoloilmaisimina ja suorakulmiota kulkuilmaisina. Suorakulman muotoista käytetään myös erikoisilmaisimina, kuten bussi-ilmaisimena tai raskaanliikenteen tunnistuksessa.

Tutkia käytetään ilmaisintyyppinä tapauksissa, joissa normaalia induktioilmaisinta ei ole pystytty jostain syystä asentamaan asvalttiin. Näitä voi olla esimerkiksi sellaisia kohteita, joissa alusta on sellainen jossa on indusoivaa metallia tai ei pystytä asentamaan tarpeeksi syvälle. Tutkailmaisimia käytetään myös kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistamiseen ja vihreän pidentämisessä. Tutkia käytetään induktioilmaisimen rikkoontuessa sen korvaamiseen väliaikaisesti.

Pohjoisessa alikulussa on käytössä korkeuden lasertunnistuslaite. Kun korkeudentunnistinpalikin metallihaitta liikkuu anturin edestä, se antaa herätteen tästä liikennevalokojeelle jossa tehdään tarvittavat toimenpiteet.

Pohjoisessa alikulussa on ollut käytössä myös tulvan tunnistus. Tämä on toteutettu kahdella johtimella. Kun johtimien väliin pääsee vesi, tunnistaa anturi liikennevalokojeessa tämän, ja tekee tarvittavat toimenpiteet. Tällä hetkellä tulvan tunnistus on varauksena eikä enää käytössä.

Pokkisella on pilottikäytössä rekisterikilven tunnistukseen soveltuva kamera sekä laser-sensoreita liikenteen laskentaa varten.

Liittymiin asennetuilla kameroilla voidaan seurata liittymän toimintaa ja tarvittaessa tehdä muutoksia etänä. Tietoliikenneyhteydet kameroille hoidetaan käyttämällä PoE-tekniikkaa (Power over Ethernet). Tällä tekniikalla voidaan syöttää kameralle käyttäjännite kierretyn pari-kaapelin avulla. Kaapelointi tehdään ethernet maakaapelilla kojekaapilta pylvääseen, missä kamera sijaitsee. Liittimet sijoitetaan säältä suojattuihin tiloihin kaappiin sekä pylvään sisään. Virransyöttöön tarvitaan niin kutsuttu PoE-kytkin tai injektori ja virta syötetään ethernet kaapelin käyttämättömissä pareissa. Kaapelin pituus ei saa ylittää 100 metriä 802.3 ethernet standardin mukaan.

Infrapunailmaisimia on käytetty samasta syystä kuin tutkia, mutta näitä ei ole enää oikein saatavilla 230 vac jännitteellä, mitä käytetään rengaskaapelissa. Näiden hyvänä puolen on kapea

keila, jolloin infrapunailmaisimen on voinut suunnata hyvin tarkasti. Huonona puolena on suunnan tunnistavuuden puuttuminen.

7.2 Kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistaminen

Perustunnistaminen toteutetaan aina painonapeilla. Painonappiin on ohjelmoitu koputtava ääni, josta erottuvat punaisen, vihreän ja vilkkuvihreän ääni näkövammaisille. Painonapit ovat nykyisin kosketuspainikkeella tai fyysisellä painikkeella varustettuja, jossa mekaanista liikettä ei ole. Kun painonapissa palaa valo, niin pyyntö kävelijöille tai pyöräilijöille on tällöin saatu ja sitä ei tarvitse painaa. Pyyntö voi tulla myös samansuuntaiselta ajoneuvoliikenteeltä oheispyyntönä.

Valo-ohjatuissa liittymissä käytetään näkövammaisten liikennöintiä helpottavia ääniopastimia. Ääniopastimet ovat päällä koko ajan ja vain poikkeustapauksissa ne voidaan ottaa pois päältä.

8. Liikenteen laskenta liikennevaloissa

Suunnittelua ja tilastollista seurantaa varten liikennevaloliittymien ja keskeisten väylien liikennettä lasketaan monin tavoin.

Kaikki liikennevaloliittymät tuottavat liikennemäärätietoa. Pääasiassa liikennettä lasketaan automaattisesti induktiosilmukoilla. Tarkimmat laskennat saadaan suorakulmion muotoisilla kulku- sekä erillisillä liikenteenlaskentailmaisimilla. Suuren koon omaavilla läsnäoloilmaisimilla laskenta ei ole kovin tarkkaa. Liikennevalokojeet tuottavat laskentadataa liikennevalojen RMS - ohjaus- ja valvontajärjestelmään, johon se tallennetaan, mutta data tallennetaan myös liikennevalokojeen muistikortille. Jos liikennevalokojeeseen ladataan uusi ohjelma, tyhjenee liikennevalokojeen muistikortilta, mutta se säilyy ohjaus- ja valvontajärjestelmässä.

Oulun seudulla on käytössä myös erillisiä liikenteenlaskentapisteitä. Nämä ovat toteutettu ilmaisinvahvistinrelekyksiköillä keskustan sisään-tuloväylillä. Myös moottoritiellä on käytössä liikenteenlaskentailmaisimia jotka ovat kytketty laskentajärjestelmään. Laskentajärjestelmä koostuu useista komponenteista. Ilmaisin on kytketty ilmaisinvahvistinreleeseen, joka syöttää jännitettä kupariparia pitkin toiselle releelle, joka on liikennevalokeskuksessa. Liikennevalokeskuksessa sijaitseva rele antaa tiedon liikenteenlaskentakojeelle sekä erilliselle liikenteenlaskentalaiteistolle. Liikenteenlaskentakoje on EC2-pohjainen koje, joka on liitetty RMS-järjestelmään. Toinen järjestelmä lukee tiedot erilliselle tietokantaan, josta tiedot julkaistaan Oulun kaupungin internet-sivuilla. Tämä järjestelmä tullaan uusimaan vuonna 2018, jonka jälkeen tiedot tullaan esittämään oulunliikenne.fi -sivustolla.

Liikenteen laskentaa on tehty myös videotallenteiden avulla paikan päällä sekä erillisillä pylväisiin kiinnitetyillä laskentalaiteilla.

Käytössä on myös akuilla varustettuja laskentalaiteita kävelijöiden ja pyöräilijöiden tunnistamiseen ja laskemiseen. Näissä erillisissä laskentalaiteissa puutteena on jalankulkijoiden laskenta talvella, kun lumi kertyy sensorin eteen. Lisäksi akkujen kesto on rajallinen 1-2 vuotta. Kävelijöiden ja pyöräilijöiden laskenta tallentuu kerran vuorokaudessa hallintajärjestelmään ja ei siten ole reaaliaikaista. Tietoa ei voida hyödyntää ohjauksessa.

9. Kojeohjelmointien periaatteet

9.1 Ohjelmoinnin hallinnollinen prosessi

Kojeohjelmointi turvataan laadullisesti moniosaisella prosessilla. Prosessin vaiheet ovat:

- liikennevalojen tarveselvitys, jossa arvioidaan liikennevalojen tarve
- päätös liikennevalojen rakentamisesta
- liikennevalojen ohjausperiaatteiden määrittäminen
- kojeen ohjelmointi suunnitteludokumenttien pohjalta
- ohjelmointien simulointi ja testaus, josta itselleluovutuspyytäkirja
- ohjelmien tehdastestaus suunnittelijan kanssa, jossa tarkistetaan ohjelmien suunnitelman vastaavuus
- liikennevalojen käyttöönotto, jossa:
 - tarkistetaan ohjelmoinnin ja suunnitelman toimivuus rakennetussa liittymässä
 - testataan hälytysajoneuvoetuudet
 - testataan mahdolliset joukkoliikenne-etuudet

Käyttöönoton jälkeen urakoitsija esittää itselleluovutuspyytäkirjan tilaajalle. Ohjelmoinnilla on yleensä kahden vuoden takuu, kun liittymä on hyväksytysti otettu käyttöön.

Ohjelmointien lähtökohtana olevat suunnitteludokumentit sijaitsevat OTTILA:ssa. Kun ohjelmiin tehdään muutoksia, pitää myös suunnitteludokumentit päivittää. Lisäksi ohjelmointiin lisätään liittymäkuva, josta liittymän toiminnan seuraaminen on helpompaa.

9.2 Kojeen ohjelmointityökalu

Oulun alueella kojeet ohjelmoidaan ohjelmointityökalulla, joilla ohjelmointi koostuu vakioiduista parametreista ja koodista. Ohjelmointityökaluihin kuuluu myös ohjelman simulaattiohjelmisto, liittymäkuvan konfigurointiohjelmisto ja kommunikaattiohjelma. Simulaattiohjelmalla voidaan testata, että kojeohjelmointi vastaa suunnitelmia. Liittymäkuvan konfigurointiohjelmalla määritellään liittymäkuvaan opastinryhmien ja ilmaisinten paikat, joka myöhemmin lisätään RMS -ohjaus- ja valvontajärjestelmään. Kommunikaattorilla ladataan ohjelma liikennevalokojeelle.

Kojeeseen voidaan tehdä ohjelmointimuutoksia etänä nopeaa tietoliikenneverkkoa hyödyntäen. Koko ohjelmaa siihen ei kuitenkaan voida etänä tehdä, koska ohjelmassa on erilaisia valvontaprosesseja, jotka täytyy ladata kojeelle paikan päällä.

9.3 Kojeen ohjelmoinnin turvatoiminnot

Kojeessa ja ohjelmoinnissa on turvallisuustoimintoja, jotka varmistavat, että kojeessa ei pääse tapahtumaan liikenneturvallisuutta vaarantavia tekijöitä. Toimintoja ovat muun muassa lampukuorman valvonta, konfliktiryhmien valvonta, minimiajat ryhmille.

Lamppukuorman valvonta valvoo tehon alenemia valoyksiköltä. Mikäli punainen valoyksikkö menee pimeäksi, koje huomaa tämän ja liittymä menee keltavilkulle. Vikahälytys lähtee tällöin ohjaus- ja valvontajärjestelmään.

Konfliktiryhmien valvonta tapahtuu kahdella erillisellä prosessorilla CPU-A ja CPU-B. Jos toisessa prosessorissa tapahtuisi jotain vihamielistä konfliktiryhmien valvonnassa, toinen prosessori huomaa tämän ja koje menee keltavilkulle sekä antaa vikahanälytyksen ohjaus- ja valvontajärjestelmään.

Ryhmien minimiaikojen valvonta tapahtuu kahdella prosessorilla samalla tavalla konfliktiryhmien valvonnan tapaan. Kojeeseen on asetettu ehdottomat minimiajat minimivihreälle, minimikeltaiselle, minimipunaiselle ja minimivilkkuvihreälle.

EC-2 kojeessa on määritelty automaattinen viankuittaus mahdollisen ohimenevän häiriön vuoksi, jotta liittymä palautuisi normaalitoimintaan mahdollisimman nopeasti. Automaattinen viankuittaus on määriteltävissä ajan ja viankuittauksien määrän suhteen. Tällä hetkellä viankuittauksessa käytetään 60 s aikaa ja koje kuittaa vian automaattisesti 2 kertaa, jonka jälkeen koje jää keltavilkulle, mikäli vika ei poistu.

Kojeessa on vikavalvonta, joista lähtee ilmoitus ohjaus- ja valvontajärjestelmään ja sitä kautta ilmoitus sähköpostitse ennalta määrätyille tahoille jotka ylläpitävät liikennevaloja. Kojeessa valvotaan paljon asioita, mutta yleisimmät viat ovat lamppuviat ja ilmaisinviat.

EC-2 kojeessa on automaattinen lamppukortin päivitys. Päivitys pitää asettaa päälle, jolloin kojeessa yleensä vaihtuu ennalta ohjelmoitu lamppukuorma ohjelma, jossa on kiinteät pyynnöt jokaiselle ryhmälle. Ryhmien maksimiaika on normaaliohjelmaa lyhyempi. Kun koje on saanut luettua kaikki lamppuarvot, normaaliohjelma menee päälle kalenterikellon mukaan.

Kojeohjelmoinnista on otettu varmuuskopiot vuosittain. EC-2 kojeen ohjelmakopio tallennetaan OTTila-portaaliin joka kerta kun ohjelmaan tehdään muutoksia. Viimeisin ohjelmakopio on aina saatavilla portaalista. Web-käyttöliittymän kautta tehdyt ohjelmamuutokset pitää aina lukea ohjelmakansioon ennen kuin uutta ohjelmaa ladataan kojeelle. Tämä ohjelmamuutostiedosto konvertoidaan ja ladataan uuden ohjelman latauksen jälkeen takaisin kojeelle, jotta myös web-käyttöliittymän kautta tehdyt muutokset siirtyvät kojeelle.

Liite 7. Liikennetekninen ympäristö

Liikenneteknisten suureiden ominaisuustiedot

Tallennettava suure	Tallennus kohde (objekti)	Käyttöliittymässä näytettävä	Tietokantaan tallennettava ajanjakso	Laskentatapa	Tietokantaan tallennettava yksikkö	XML-rajapinnan yksikkö
ajoneuvomäärä ja kevyen liikenteen ilmaisimien ilmaisumäärä	Ilmaisinkohtainen	5 min	5 min	Yhteenlaskettu	kpl	kpl
jonon pituus	Ilmaisinkohtainen	5 min	5 min	Keskiarvo	ajoneuvoa	metriä
ryhmän odotusaika pyynnöstä vihreään	ryhmäkohtainen	-	5 min	Keskiarvo	Sekunttia	Sekunttia
vihreän loppuminen kesken	ryhmäkohtainen	-	5 min	Yhteenlaskettu	kpl	kpl
turha vihreä aika	ryhmäkohtainen	-	5 min	Yhteenlaskettu	Sekunttia	Sekunttia
vihreän aikana saapuvien ja liittyvän läpäisevien ajoneuvojen osuus	ryhmäkohtainen	-	5 min		Prosentti	Prosentti
maksimiodotusaika jonossa (kiertoa)	Ilmaisinkohtainen	-	5 min	Yhteenlaskettu	kpl	kpl
kuormitusaste	Ilmaisinkohtainen	-	5 min		Prosentti	Prosentti
ohjau sviive	Ilmaisinkohtainen	-	5 min		Sekunttia	Sekunttia
palvelutaso	Ilmaisinkohtainen	15 min	5 min		A, B, C, D, E tai F	A, B, C, D, E tai F
poistuminen läsnäoloilmaisimelta punaisen tai keltaisen aikana	ryhmäkohtainen	-	5 min	Yhteenlaskettu	kpl	kpl
vihreän loppuminen täpärästi kesken (läsnäoloilmaisimen varautuminen keltaisen aikana)	ryhmäkohtainen	-	5 min	Yhteenlaskettu	kpl	kpl
vihreän kesto kierrossa	ryhmäkohtainen	-	5 min	Keskiarvo	Sekunttia	Sekunttia
punaisen kesto kierrossa	ryhmäkohtainen	-	5 min	Keskiarvo	Sekunttia	Sekunttia
ajonopeus	Ilmaisinkohtainen	-	5 min	Keskiarvo	Km/h	Km/h
joukkoliikenne-, hälytysajoneuvo- ja muut etuudet ja erikoistoiminnot	ryhmäkohtainen	-	5 min	Yhteenlaskettu	Kpl	Kpl
Kiertoaika	ryhmäkohtainen	-	5 min	Keskiarvo	Sekunttia	Sekunttia

Liikenneteknisten suureiden hälytysrajoja (alustava)

Käyttöliittymässä esitettävä suure	Hälytykset
liikennemäärä	<ul style="list-style-type: none"> kaistan liikennemäärä romahtaa (esim. 5 minuutin liikennemäärä laskee 90 % viidessä minuutissa, liikennemäärä ennen romahdusta yli 20 ajon. / 5 min) ryhmän vuorokausiliikennemäärän muutos 30 % suuremmaksi tai pienemmäksi (5 viimeisen viikon keskiarvo samalta viikonpäivältä) verrattuna 12 kk historiatietoon samalta viikonpäivältä liikennemäärä saman kaistan eri kulkuilmaisimilla poikkeaa toisistaan yli 20 % (kääntymiskaistat huomioidaan)
ohjau sviive (15 min, jonokertymällä korjattu)	
palvelutaso (15 min, jonokertymällä korjattu)	<ul style="list-style-type: none"> Kaistan palvelutaso luokassa F vähintään 120 min
maksimiodotusaika pysäytysviivalla tai suojatien pyynnöstä	<ul style="list-style-type: none"> maksimiodotusaika pysäytysviivalla ylittää 3 min suojatien maksimiodotusaika pyynnöstä ylittää 3 min
ilmaisimen varausaste	
ilmaisimen yhtäjaksoinen varausaika	

Käyttöliittymässä esitettävä suure	Hälytykset
jonopituus (maksimi ja minimi)	<ul style="list-style-type: none"> • minuuttikohtainen maksimijonopituus ylittää 30 ajoneuvoa 60 minuutin ajan
maksimiodotusaika jonossa (kiertoa)	<ul style="list-style-type: none"> • minuuttikohtainen maksimiodotusaika jonossa ylittää 3 kiertoa 60 minuutin ajan
kuormitusaste (15 min, jonokertymällä korjattu)	<ul style="list-style-type: none"> • kuormitusaste yli 0,9 vähintään 60 min • voidaan ottaa huomioon myös viereisten liittymien vaikutus: jos myös viereisissä liittymissä korkea kuormitusaste, ei hälytystä
poistuminen läsnäoloilmaisimelta punaisen aikana	<ul style="list-style-type: none"> • punaista päin ajaa samalla ryhmällä yli 20 ajoneuvoa tunnissa
poistuminen läsnäoloilmaisimelta keltaisen aikana	
vihreän loppuminen kesken	<ul style="list-style-type: none"> • 30 peräkkäisessä kierrossa (tai esim. 90 %:ssa peräkkäisestä 30 kierrosta)
vihreän loppuminen täpärästi kesken (läsnäoloilmaisimen varautuminen keltaisen aikana)	
vihreän kesto (kierrot)	<ul style="list-style-type: none"> • alle 3/5 s vihreä, yli 120 s vihreä
keltaisen kesto (kierrot)	
punaisen kesto (kierrot)	<ul style="list-style-type: none"> • punainen vaihtuu välittömästi minimipunaisen jälkeen punakeltaiseksi (turha punainen)
vihreän aikana saapuvat ja liittymän läpäisevät ajoneuvot (huomioidaan ajoaika pysäytysviivalle)	<ul style="list-style-type: none"> • yhteenkytkentäryhmien valvonta: klo 7–18 välillä tunnin saapumisprosentti ryhmälle (5 viimeisen viikon keskiarvo samalta viikonpäivältä) on 20 % vähemmän verrattuna 12 kk historiatietoon samalta viikonpäivältä
turha vihreä aika	
keskimääräinen ajonopeus (ilmaisinpareilta)	<ul style="list-style-type: none"> • 30 minuutin keskimääräinen ajonopeus alittaa 10 km/h
joukkoliikenne-, hälytysajoneuvo- ja muut etuudet (toteutumismäärät ja kestot)	<ul style="list-style-type: none"> • joukkoliikenne-etuuden kesto ylittää 120 s • hälytysajoneuvoetuuden kesto ylittää 200 s
suojaiteiden painonappien ilmaisujen määrä	<ul style="list-style-type: none"> • ryhmäkohtainen ilmaisumäärä (5 viimeisen viikon keskiarvo samalta viikonpäivältä) on 30 % vähemmän verrattuna 12 kk historiatietoon samalta viikonpäivältä

Liite 8. Oulu seudun liikennevalojen dokumentointihje

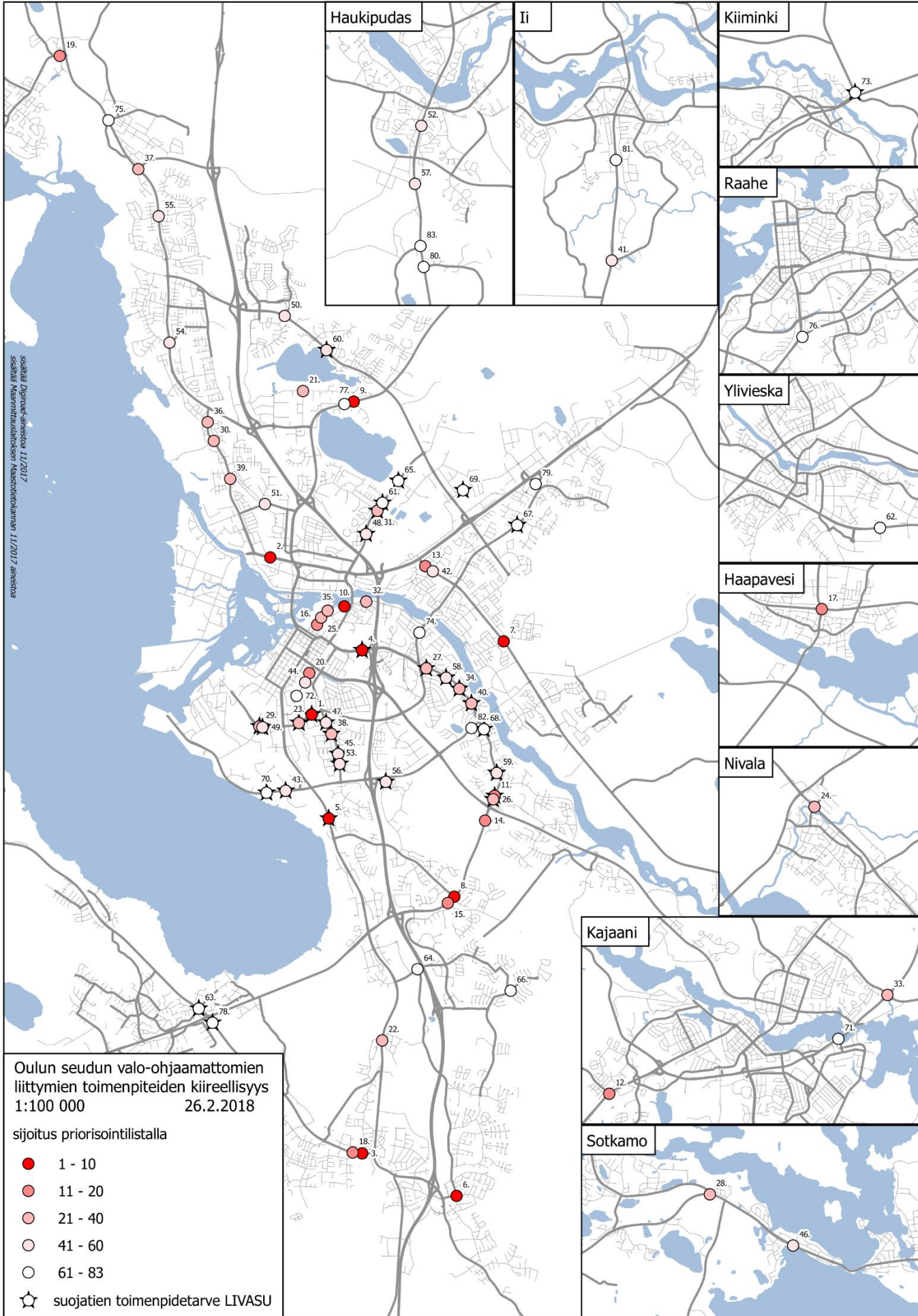
8.2007

Oulun kaupungin ja tiepiirin liikennevalojen dokumentointihje

Tietolaji	Tietformaatti	Tiedostonimi	Tiedostotarkenne	Sisältö	Sijainti	Miljoin pitää päivittää	Kenen pitää päivittää	Huom	Suunnittaja	Rakennusurakoitsija	Hoito-urakoitsija	Laite-toimittaja	ATP-konsultti
Kojeliedot:													
kojeohjelmointi	ascii	parametritaulukon nimi	ELC-2..wr1, ELC-3..wr3, EC-1.dat, ITC-2..ptc2	Kojeen ohjelmointiparametrit opastimien kytkentä, ilmaisimien kytkentä, io-kytkennät	Projektipoiraali, ivakeskus	Varmuuskopio joka vuosi helmikuun loppuun mennessä sekä isompien muutosten jälkeen	Hoitourakoitsija kerran vuodessa ja ohjelmointimuutoksen tekijä isompien muutosten jälkeen				X		
kojelytkennät	excel	kytkennät_liitymäno	.xls		Projektipoiraali, ivakeskus, ohjausloje (lämmitin kuva)	Muutosten yhteydessä	Muutoksen tekijä		X		X		X
laitetoimittaja-asiakirjat	adobe acrobat (AutoCAD)	TYLT-ohjeen mukaan	(alkuperäiset .dwg)	TYLT-ohjeen mukaan	Projektipoiraali, ivakeskus	Ainoastaan uudesta kojeesta tai kojelajennoksesta	Laitetoimittaja				X		
kojelanganpius	designer (Corel-yhteensopiva)		.dwr, .dsw, .pdf	kalustekuva/whamielilanganpius	Projektipoiraali, ivakeskus	Muutosten yhteydessä	Muutoksen tekijä	Hellinta internetin välityksellä mobiililaitteella tai tietokoneella	X	X	X		X
risteyskorit	tietokanta												
tietoliikenneyhteydet kaapelikartta opaskarttapohjalla	excel, designer esim. X-city, Corel	kaapelikartta	.xls, .dwr	Liittymän fyysiset ominaisuudet ja tehdyt toimenpiteet Kts liite x	Risteystietokanta	Kaikkia toimenpiteitä	Hoitourakoitsija, palveluntuottaja				X		X
ivakeskuksen rakennekuvat	Corel, Designer, Excel	kaluste, kytkentä, osaluettelo, layout, sähköpiirikaaviot	.cdr, .dwr, .xls	kaapelit ja vuokrayhteydet	Projektipoiraali, ivakeskus	Muutosten yhteydessä läpi ja varmistaan ajantasaisuus	Asiantuntijapalvelun konsultti				X		X
Suunnitelmatiedot:													
suunnitelmapaketti	AutoCad, pdf	liitymänot, suunnitelmapaketti	.dwg, .pdf		Projektipoiraali, Risteyks xx / Suunnitelmaodakumentaatio	Suunnittelun yhteydessä käyttöön oton jälkeen	Muutoksen tekijä		X	X			X
suunnitelmaaselostus työkohtainen työselitys	Word	liitymänot_suunnitelmaaselostus	.doc		Projektipoiraali: x.xx osa-alueen nimi	Suunnittelun yhteydessä	Suunnittelija tai tilaaja		X				
ajotuslomakkeet	Word	liitymäno_työselitys	.doc		Projektipoiraali, Risteyks xx / Suunnitelmaodakumentaatio	Suunnittelun yhteydessä	Suunnittelija tai tilaaja		X				
ajotuskaaviot	Excel	liitymäno_lomakkeet	.xls		Projektipoiraali, Risteyks xx / Suunnitelmaodakumentaatio	Käyttöön oton jälkeen	Muutoksen tekijä	piirustusnumerot: liittymänot/1-1...6	X		X		X
enikoistoinnit	AutoCad, pdf	liitymäno_ajotuskaaviot	.dwg, .pdf	erikoistointien vuokaaviot (tesit / blokit)	Projektipoiraali, Risteyks xx / Suunnitelmaodakumentaatio	Suunnittelun yhteydessä	Muutoksen tekijä	piirustusnumerot: liittymäno/2-1...	X			X	X
yhteenkytkentäkaaviot	PowerPoint	liitymäno_erikoistoinnit	.ppt		Projektipoiraali, Risteyks xx / Suunnitelmaodakumentaatio	Käyttöön oton jälkeen	Muutoksen tekijä	piirustusnumerot: liittymäno/4-1...	X				X
Ec-Trak kuva ohjaukset	AutoCad, pdf	Yhkytkentä_jakson nimi	.dwg, .pdf		Projektipoiraali: x.xx osa-alueen nimi	Suunnittelun yhteydessä, käyttöön oton jälkeen	Muutoksen tekijä	piirustusnumerot: katujakso/3-1...	X			X	X
Teemakartta	Corel, PSP	liitymäno	.emf	Työasemien isteyskuva	Tietoliikenne serverin Arkisto, Työasemat, Projektipoiraali:	Suunnittelun yhteydessä, käyttöön oton jälkeen	Muutoksen tekijä		X				X
	Excel		.xls	Pakko-ohjaustoiminnot	Projektipoiraali, iva keskus	Suunnittelun yhteydessä, käyttöön oton jälkeen	Muutoksen tekijä		X				X
	corel, pdf		.pdf						X				
Urakan luovutusasiakirjat:													
		TYLT:in mukaiset asiakirjat - suunnitelma-asiakirjat - työaikaisine muutoksineen - laiteomittaja-asiakirjat - tarkastus- ja vastantonnopytäkirjat								X			
		työkohtaisen työselityksen asiakirjat											
Muut:													
Vanhat asiakirjat old-hakemistoon													
Dokumentointihje sisällyttämään työkohtaiseen työselitykseen													
Ohjelmointiomakkeisiin tehtävät muutokset korostetaan taustaväriä. Muutoksen tekijä merkitsee muutoksen myös muutostiedolle.													
Muutosten värit: vaaleanvihreä vaalean sininen Ohjelmoija: Kellainen													
Tienpiittäjä: Konsultti: 													

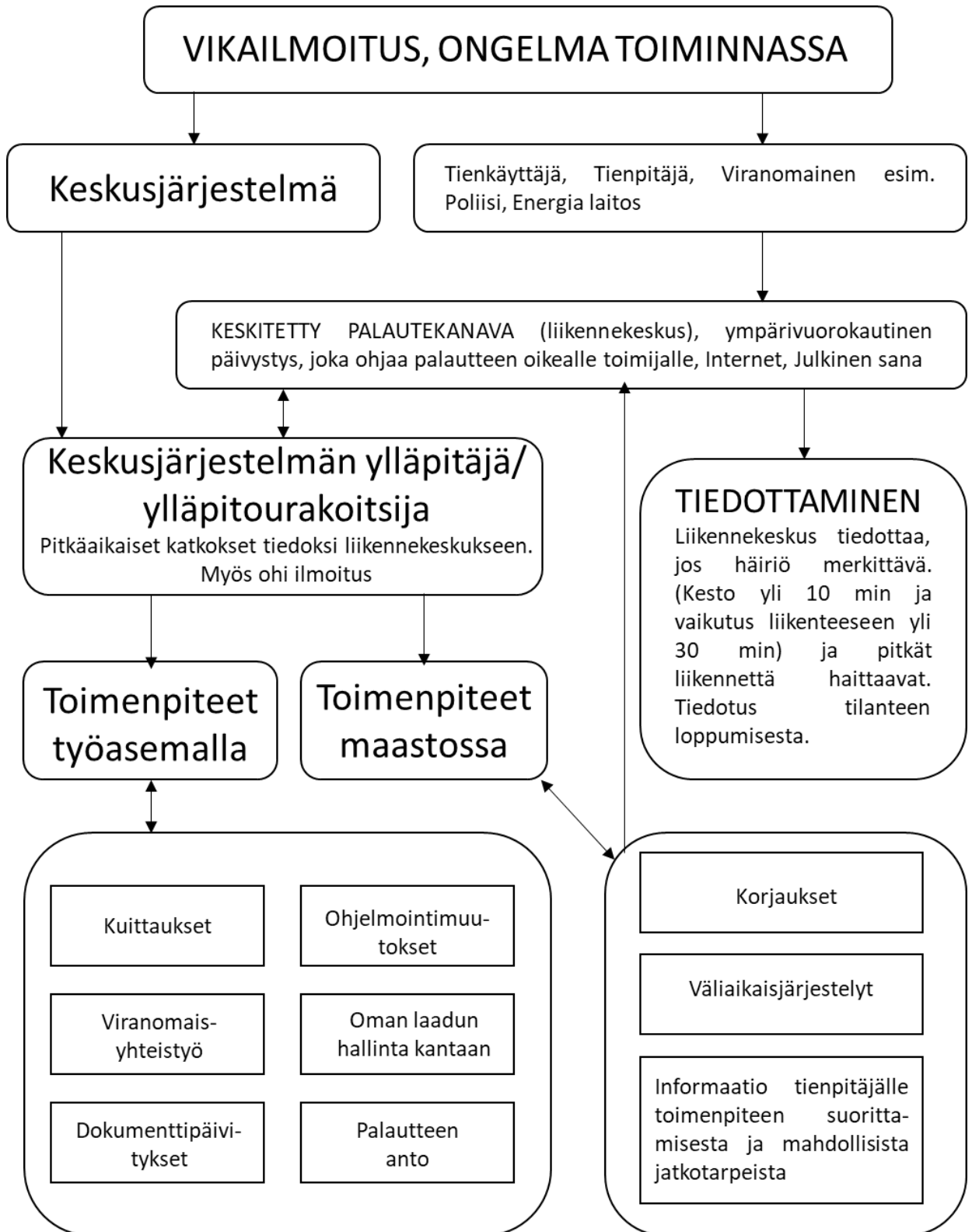
Liite 9. Liittymien prioriteettilista (top 50) ja kohteiden sijoittumiskartta

Oulun seudun valo-ohjaamattomien liittymien toimenpiteiden kiireellisyys														
Tiedot päivitetty 26.2.2018														
TURVALLISUUS JOUKKOLIIKENNETOIMIVUUS KÄPY MUU Muu indeksi														
Painokertoimet 2 15 3 15 1														
onn_ind = 5 *hevät + muut onn. kuorm.aste indeksin arvo														
minimi 0.5 0														
maksimi 15 100														
Järj. Paikka nro.	Toimp.	onn /5v	hevaa /5v	onn. ind	ONN. IND. 100	sivusuunn. bussilinjoja	väist. virta iltah:ssa	JL IND	JL IND. 100	KUORM. ASTE	TOIM. IND. 100	KÄPY IND. 100	MUU INDEKSI	Painotettu kiireellisyys
1	Joutsentie - Paljetie	3	9	48	100	0	0	0	0	0,32	0	47	1	271
2	Bertel Jungin tie - Hartaantie	5	1	10	21	10	1200	120	100	0,73	23	0	1	262
3	Kempele, Kempeleentie (Mt 816)-Ollilantie	2	1	7	15	0	0	0	0	0,99	49	38	1	233
4	Kajaanintie - Väikkylä	4	3	19	40	0	0	0	0	0,00	0	100	1	230
5	Limingantie (Mt 847) - Rantalantie	1	1	6	13	0	0	0	0	0,75	25	72	1	209
6	Kempele, Lehmikentäntie (Mt 868) - Kokkokankaantie	1	1	6	13	2	577	12	10	0,63	13	67	1	180
7	Vaalantie (Mt 8300) - Puntarikankaantie	2	1	7	15	1	600	6	5	0,92	42	6	1	173
8	Oulunlahdentie (Mt 815) - Palokankaantie	2	2	12	25	10	371	37	31	0,72	22	0	1	163
9	Alakyläntie (Mt 8709) - Kajonlahdentie	3	0	3	6	7	999	70	58	0,70	20	0	1	161
10	Kasarmintie - Kosteperänkatu	0	2	10	21	0	0	0	0	0,66	16	35	1	143
11	Maikkulantie - Kangaskontontie	0	0	0	0	2	300	6	5	0,78	28	33	1	142
12	Kajaani, Vt5 - Heinisuontie	3	3	18	38	0	0	0	0	0,70	20	0	1	136
13	Vaalantie (Mt 8300) - Hintantie	2	2	12	25	0	0	0	0	0,72	22	10	1	133
14	Oulunlahdentie (Mt 815) - Haaransuontie	1	0	1	2	0	0	0	0	0,87	37	9	1	130
15	Oulunlahdentie (Mt 815) - Pirttilammentie	8	2	18	38	10	400	40	33	0,35	0	0	1	126
16	Kasarmintie - Mannenkatu	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	0	74	3	115
17	Haapavesi, Pulkkilantie (Mt 800) - Mieluskyläntie	2	0	2	4	2	367	7	6	0,79	29	0	1	106
18	Kempele, Kempeleentie (Mt 816)-Tiilitie	6	1	11	23	0	0	0	0	0,42	0	38	1	103
19	Kiviniementie (Mt 8484) - Kellonkaupantie	4	1	9	19	0	0	0	0	0,61	11	17	3	98
20	Rautatienkatu - Vislauskuja	4	0	4	8	0	0	0	0	0,37	0	51	1	95
21	Yliopistokatu - Kaitoväylä	0	0	0	0	13	226	29	24	0,23	0	37	1	93
22	Kempele, Eteläsuomentie (Mt 847) - Teppolantie	1	3	16	33	0	0	0	0	0,48	0	16	1	92
23	Joutsentie - Ratamestarintie	2	1	7	15	0	0	0	0	0,42	0	39	1	89
24	Nivala, Haapajärventie (Vt 27) - Asematie (Mt 7931)	0	2	10	21	1	260	3	2	0,44	0	28	1	88
25	Kasarmintie - Makasininkatu	0	1	5	10	0	0	0	0	0,44	0	42	3	87
26	Maikkulantie - Riihiraitti	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0	56	1	85
27	Kajaanintie - Ranta Kastellin tie	5	0	5	10	0	0	0	0	0,55	5	31	1	83
28	Sotkamo, Vuokkatie (K176) - Pohjavarantie (Mt 899)	2	0	2	4	1	560	6	5	0,71	21	0	1	79
29	Nuottasaarentie - Jääsalontie	3	1	8	17	0	0	0	0	0,00	0	24	1	71
30	Koskelantie - Suomalännnytie	1	0	1	2	0	0	0	0	0,32	0	44	1	70
31	Ruskontie - Järvitie	6	1	11	23	0	0	0	0	0,33	0	15	1	69
32	Kasarmintie - Siilasvuonkatu	1	0	1	2	0	0	0	0	0,53	3	36	1	69
33	Kajaani, Vt5 - Nuuskatu	1	2	11	23	0	0	0	0	0,56	6	0	1	65
34	Kajaanintie - Isterintie	3	1	8	17	0	0	0	0	0,00	0	20	1	65
35	Kasarmintie - Nahkatehtaankatu	2	0	2	4	0	0	0	0	0,43	0	36	1	64
36	Koskelantie - Oulunseläntie	2	1	7	15	0	0	0	0	0,33	0	22	1	63
37	Haukiputaantie (Mt 847) - Kellonväylä (Mt 847)	4	2	14	29	1	250	3	2	0,40	0	0	1	62
38	Lintulammentie - Veturitie	2	1	7	15	0	0	0	0	0,00	0	21	1	61
39	Koskelantie - Sulfiittikatu	4	1	9	19	0	0	0	0	0,30	0	15	1	61
40	Kajaanintie - Lämsänjärventie	2	1	7	15	0	0	0	0	0,00	0	20	1	60
41	li, Vt 4 - Sorosentie	1	0	1	2	0	0	0	0	0,68	18	0	1	59
42	Vaalantie (Mt 8300) - Rouskutie	1	0	1	2	0	0	0	0	0,68	18	0	1	59
43	Poikkimaantie - Äimätie	1	1	6	13	0	0	0	0	0,00	0	22	1	59
44	Rautatienkatu - Vanhantullinkatu	5	0	5	10	2	825	17	14	0,46	0	11	1	59
45	Lintulammentie - Vesaisentie	1	1	6	13	0	0	0	0	0,00	0	21	1	57
46	Sotkamo, Kainuuntie (K176) - Laanintie	1	1	6	13	0	0	0	0	0,38	0	20	1	56
47	Lintulammentie - Poratie	2	1	7	15	0	0	0	0	0,00	0	16	1	55
48	Ruskontie - Hautakorventie	0	1	5	10	0	0	0	0	0,00	0	22	1	54
49	Nuottasaarentie - Halpa Hallin liittymä	1	0	1	2	0	0	0	0	0,00	0	28	1	48
50	Raittie - Versotie	0	0	0	0	4	842	34	28	0,28	0	2	1	45

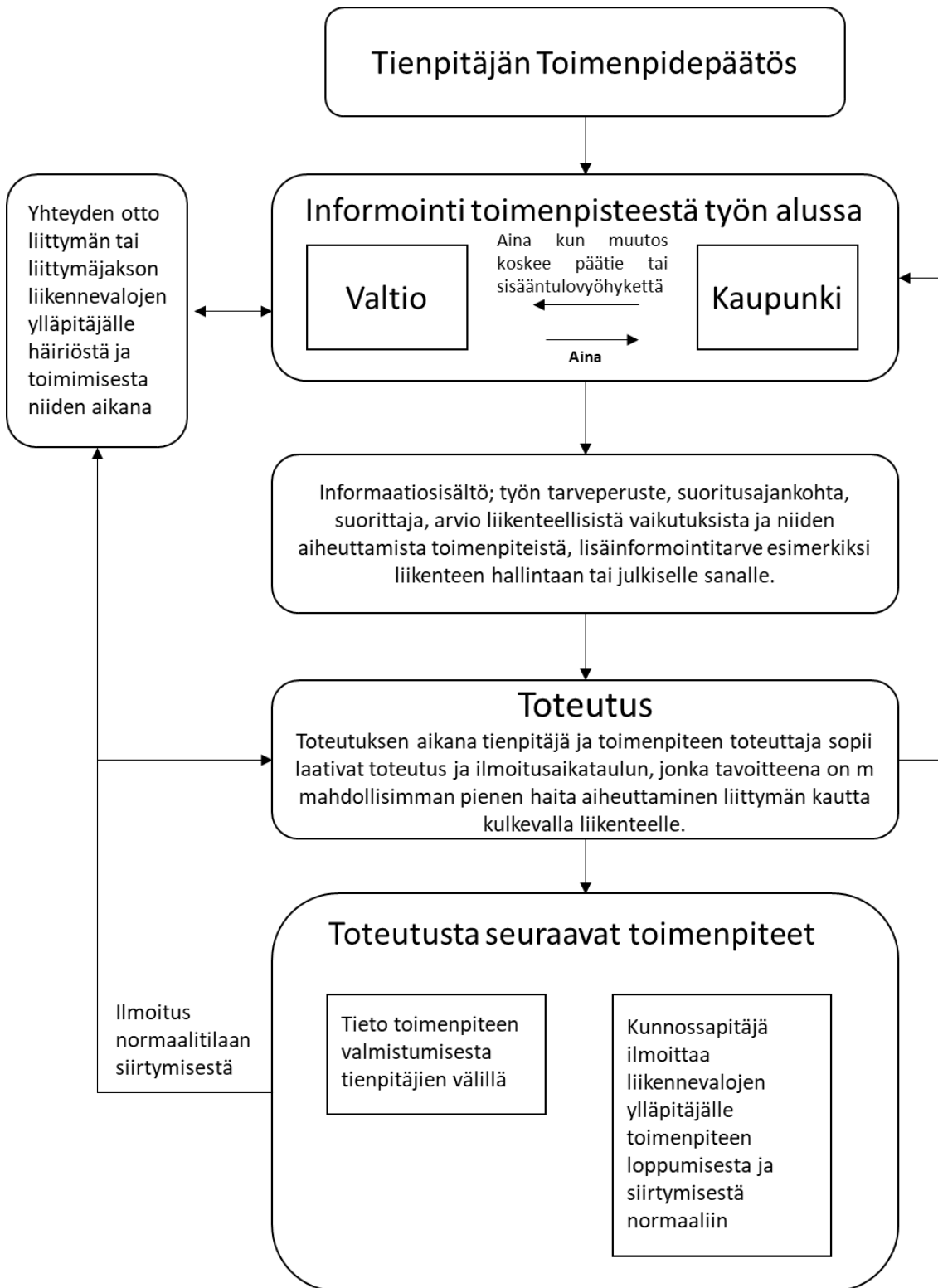


Liite 10. Kaaviokuvat liikennevalojen hallinnan ja ylläpidon toimintamalleista.

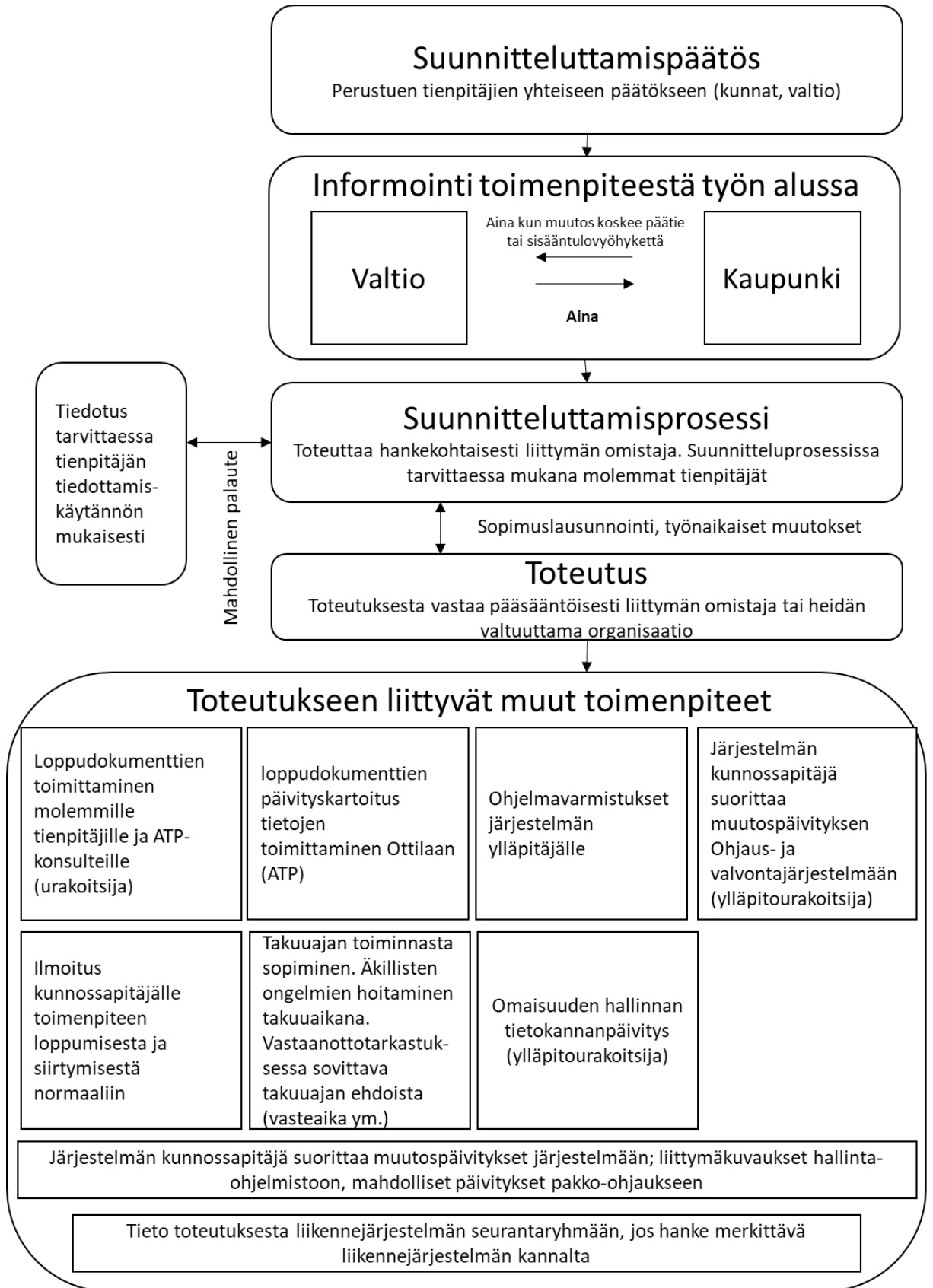
1. Ennalta arvaamattomien ongelmatilanteiden hallinta (äkilliset sama prosessi)



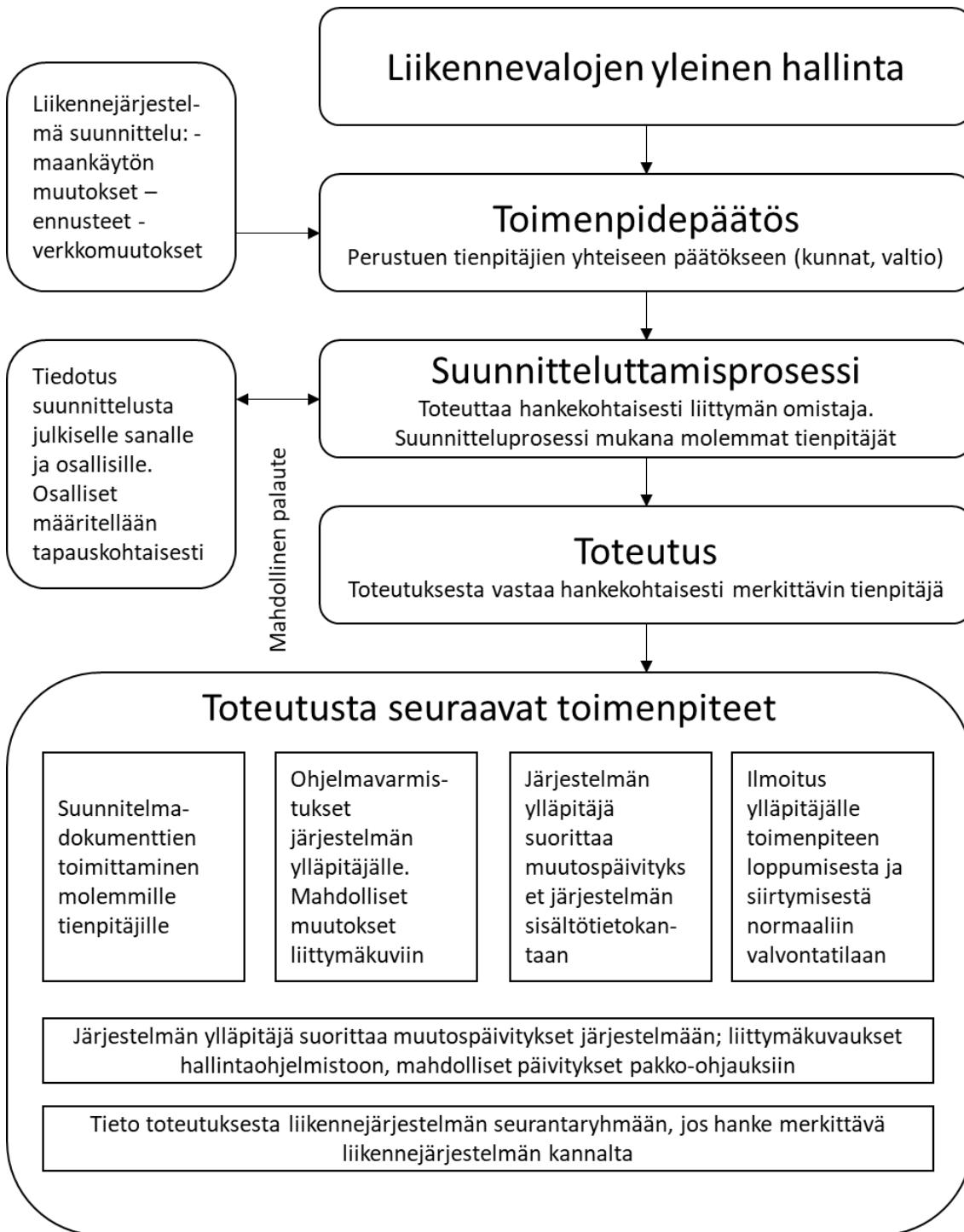
2. Rakentamis- ja katukunnossapidon työaikaiset toimenpiteet



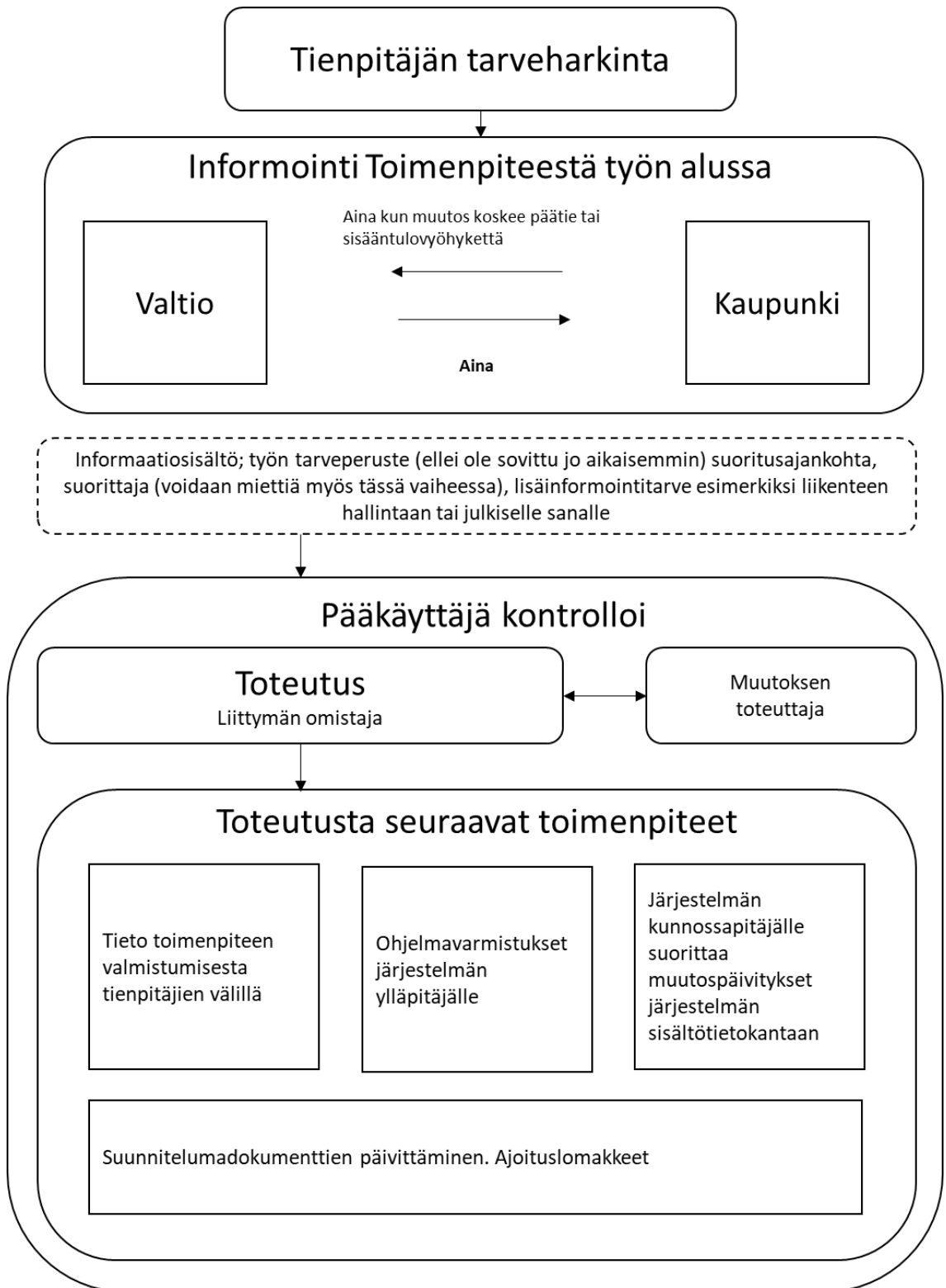
3. Liikennevalojen suunnittelu ja toteutus



4. Isot ohjelmointimuutokset



5. Pienet ohjelmointimuutokset



Liite 11. Asiantuntijakyselyn palautetaulukot

Taulukko 12. Liikennevalojen tarpeeseen liittyvät palautteet

Nro	Organisaatio	Palautteen laatu?	Palautteen sisällön tarkentaminen?
1	Ajovarma Oy, Oulu	vasemmalle kääntyminen	Konetieltä vasemmalle Raitotielle kääntyville tarvitaan nuolivalo.
2	Koskilinjat Oy	vasemmalle kääntyminen	Hartaantieltä tullessa lähes mahdoton kääntyä vasemmalle. Liikennevalot tai kiertoliittymä olisi loistava.
3	Oulu-Koillismaan pelastuslaitos	vasemmalle kääntyminen	Liikennevaloja suositellaan molempiin risteysiin. Oikealle kääntyminen pitäisi mahdollistaa myös punaisella.
4	Sotkamon kunta	liian pitkä odotusaika	Laanintieltä on vaikeuksia päästä kantatielle.
5	Nivalan kaupunki	jokin muu	Asematien ja Haapajärventien risteykseen todettu kanavoinnin ja liikennevalojen tarve, silloin kun Pidisjärventien ja Maliskyläntien risteysiin rakennettiin liikennevalot. Jäi silloin vielä kustannussyistä toteuttamatta. Tarve edelleen olemassa odot
6	Ajovarma Oy, Oulu	jokin muu	Nuolivalo tarpeeton. Valon vaihtumisen rytmitys tarpeeton.

Taulukko 13. Liikennevalojen toimintaan liittyvät palautteet

Nro	Organisaatio	Palautteen laatu?	Palautteen sisällön tarkentaminen?
7	Oulun Taksiautoilijat Ry	vihreän aallon toimivuus	Saaristonkatu väliltä Uusikatu - Koulukatu ruuhkautuu helposti, kun vihreäaallo ei toimi. Liikenne ei pääse purkautumaan, kun valot ei toimi aallossa...
8	Oulun Energia Urakointi Oy	vihreän aallon toimivuus	3-vaiheinen valo-ohjaus aiheuttaa seisottaa ilman näkyvää syytä tyhjässä risteyksessä. Voisi selvittää siirtymistä kahteen vaiheeseen, kuten keskustan muissa risteyksissä.
9	Kempeleen kunta	vasemmalle kääntyminen	palautetta tullut ketolanperäntieltä vasemmalle zepelliiniin ei ole kääntyjiä ja valo palaa pitkään kääntyjien määrään nähden
10	Oulun Energia Urakointi Oy	suoja tien liikennevalojen toiminta	Suojatielle kertyy paljon ihmisiä odottamaan vihreää valoa. Voisiko autoliikenteen vihreän pituutta säätää esimerkiksi aaltorakennetta muuttamalla?
11	Vihiluodon kyläyhdistys	liian pitkä odotusaika	Vihiluodon tieltä tullessa punainen, vaikka lähimmät risteystä lähestyvät autot ovat jopa 300 metrin päässä risteyksestä. Jonkinlaista älykkäämpää ohjausta luulisi olevan tarjolla, koska ihminen on käynyt kuussa jo liki 48 vuotta sitten.
12	Oulun Energia Urakointi Oy	liian pitkä odotusaika	Linnankadun ja Kajaaninkadun autoliikenteen vihreän kiinteää osuutta voisi lyhentää monissa ohjelmissa. Kävelijät ja pyöräilijät odottavat usein pitkään ilman näkyvää syytä.
13	Oulun Taksiautoilijat Ry	liian lyhyt vihreä vaihe	Rautatienkadulta tultaessa vihreän valon aika liian lyhyt. Liikenne jonoutuu...
14	Koskilinjat Oy	liian lyhyt vihreä vaihe	Tahkokankaalta päin tulevalle liikenteelle liian lyhyt vihreä. Jos vasemmalle kääntyjiä paljon, tukkii risteyksen.
15	Ajovarma Oy, Oulu	jokin muu	Oikealle kääntyvällä voi palaan samaan aikaan punainen nuolivalo, kun suoraan ajavilla on vihreä valo.
16	Muhoksen kunta	jokin muu	Liittymäjärjestelyjen korjaaminen on käynnissä ja toivottavasti valo-ohjaus päivitetään vastaamaan muuttuneita kaistajärjestelyitä ja liikennevirtojen muutoksia.

Taulukko 14. Liittymän liikenneturvallisuuden liittyvät palautteet

Nro	Organisaatio	Palautteen laatu?	Palautteen sisällön tarkentaminen?
17	Koskilinjat Oy	vasemmalle kääntyminen	Tässä risteyksessä Kaijonharjasta tultaessa lähes mahdoton kääntyä vasemmalle. Esitämme paikkaan kiertoliittymää, jolloin liikenne sujuvoituu.
18	Oulun Taksiautoilijat Ry	kaistajärjestelyt	Ruuhka-aikana kauheat jonot. Liikennettä liikaa kaistoihin nähden...
19	Nivalan kaupunki	kaistajärjestelyt	Hyttitien ja Haapajärventien risteykseen todettu tarve kanavoinnille. Risteyksen kautta liikennöidään Teollisuuskylään sekä Ammattioppilaitokselle.
20	Kempeleen kunta	jokin muu	useampi palaute tullut punasta päin ajosta pääsuunnalla

Taulukko 15. Muuhun liittymän kehitystarpeeseen liittyvät palautteet

Nro	Organisaatio	Palautteen laatu?	Palautteen sisällön tarkentaminen?
21	Oulun Energia Urakointi Oy	vasemmalle kääntyminen	moottoritielle etelään on valtavasti vasemmalle kääntyviä iltapäivän työmatkaliikenteen aikaan, joille ei riitä mikään vihreä. Liittymäjärjestelyitä tulisi kehittää.
22	Oulun Taksiautoilijat Ry	valitse	Risteysalue täyttyy, jos liikennettä vähänkään enemmän.
23	Vihiluodon kyläyhdistys	tarve vapaalle oikealle	Viitaten toiseen antamaani palautteeseen vaihtoehto on vapaa oikea, jolloin punaiset valot voi palaa Vihiluodon tieltä Oulun suuntaan kääntyville vaikka 24/7
24	Ajovarma Oy, Oulu	opastinjärjestelyiden selkeys	
25	Oulun Taksiautoilijat Ry	kaistajärjestelyt	Liikenne tukkeutuu vasemmalle kääntyvien takia.
26	Ajovarma Oy, Oulu	kaistajärjestelyt	Vasemmalle kääntyvien kaista liian ahdas.

Taulukko 16. Jotain muuta -pääteemaan liittyvät palautteet

Nro	Organisaatio	Palautteen laatu?	Palautteen sisällön tarkentaminen?
27	Ajovarma Oy, Oulu	opastinjärjestelyiden selkeys	Moottoritien erkanemiskaistoilta puuttuu erkanemismerkkejä. Myöskään KESKUSTA opastetta ei ole missään.

Taulukko 17. Luokittelemattomat palautteet

Nro	Organisaatio	Palautteen laatu?	Palautteen sisällön tarkentaminen?
28	Oulun Taksiautoilijat Ry	liian lyhyt vihreä vaihe	Työmatkaliikenteen aikana Oys:in alueelta poistumisaika liian lyhyt. Aika lyhenee, kun ruuhkat alkavat...
29	Oulun Eläkeläiset Ry	liian lyhyt vihreä vaihe	asemalta rutasillallepäin
30	Oulun Energia Urakointi Oy, Älyliikennesyksikkö	valitse	Tämä suunta ruuhkaantuu iltapäiväruuhkassa. Muut suunnat vetää hyvin.

Liite 12. Asiantuntijakyselyn palautteen kohdistuminen

