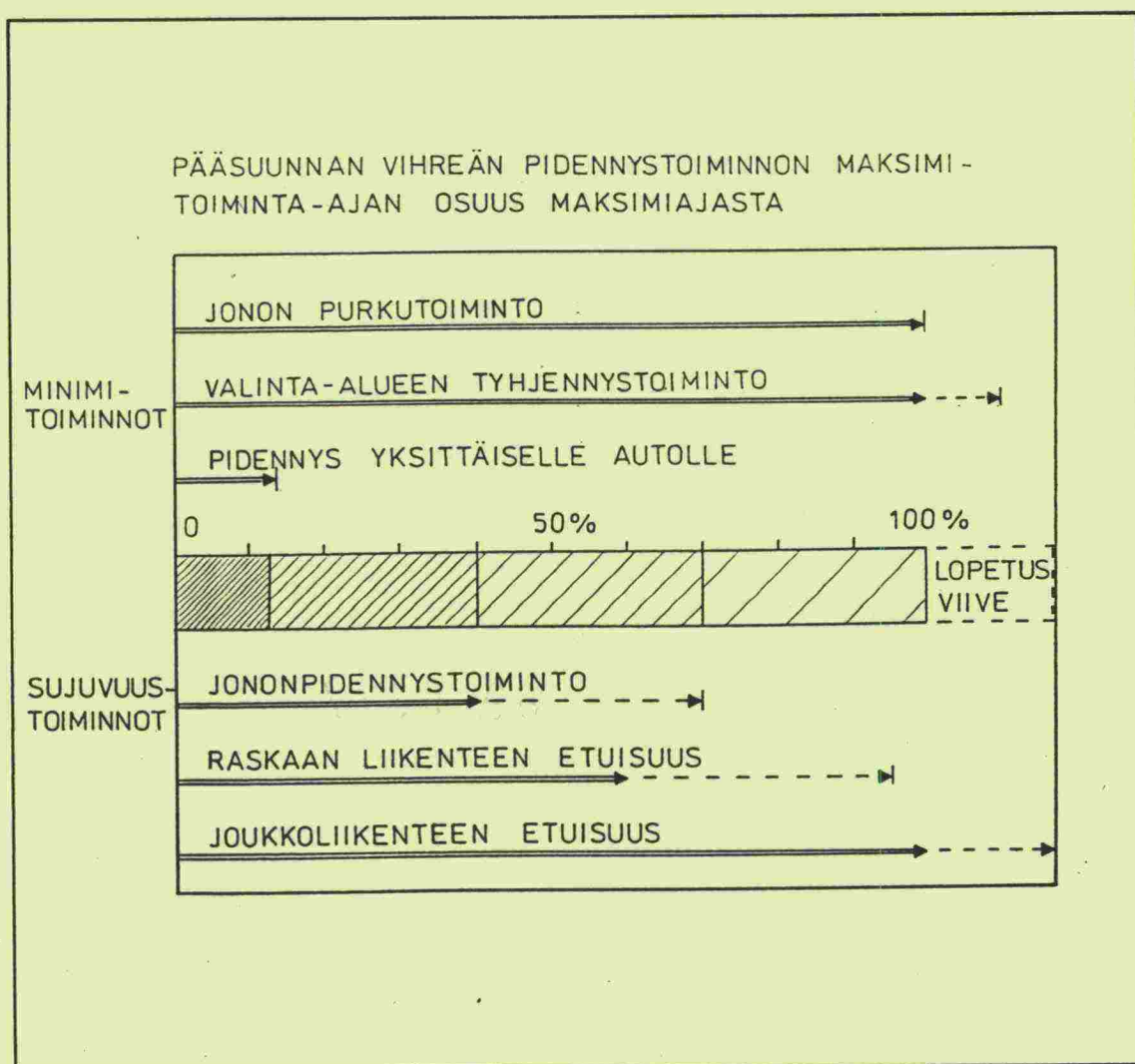


YLEISTEN TEIDEN TASOLIITTYMIEN VALO-OHJAUS

Ohjaustoiminnot ja fyysiset järjestelyt





89 0377

Helsinki 12.9.1988

Nro Sts-187/StsR-29/88/C.2.2.6.2
Viite

Tie- ja vesirakennuspiirit

Asia Yleisten teiden taso-
liittymien valo-ohjaus:
Ohjaustoiminnot ja fyy-
siset järjestelyt

Tiensuunnittelutoimistossa valmistellaan parhaillaan liikennevalojen suunnitteluohjeita. Tavoitteena on korkealuokkaisten teiden liikennevalo-ohjauksen suunnitteluohjeet sekä yleiset ohjauksille asetettavat vaatimukset. Työn aikana on jo tehty seuraavia osaselvityksiä:

- Selvitys liikennevalojen ohjaustavan vaikutuksesta liikenteen sujuvuuteen (Sts-154/6.10.86) ja
- Liikennetieto-ohjattujen liikennevalojen toiminta-periaatteet (Sts-210/9.12.86).

Oheisessa raportissa on esitetty liikennevalojen yleistä suunnittelumallia. Mallin tavoitteena on yhtenäistää uusien ja saneerattavien liikennevalojen suunnittelukäytäntöä, jotta valojen liikennetekninen hoito ja kunnossapito helpottuisi sekä ohjauskojeiden ohjelmointiin tarvittava työmäärä pienenesi, kun eri suunnittelujoiden tekemien ohjaussuunnitelmien pääperiaatteet olisivat samankaltaiset.

Tiensuunnittelutoimisto lähettää raportin oheisena piireille tiedoksi ja suunnittelussa hyödynnettäväksi. Julkaisua voi tilata lisää tiensuunnittelutoimistosta Marja Nousiainen selta puh. 90 - 154 2380.

Toimiston päällikkö
vt yli-insinööri


Matti Pietilä

8

LIITTEENÄ:

Raportti: Yleisten teiden tasoliittymien valo-ohjaus:

Ohjaustoiminnot ja fyysiset järjestelyt, 3 kpl

TIEDOKSI liitteineen (1 kpl):

Suomen kaupunkiliitto

Suomen kunnallisliitto

Finlands svenska kommunförbundet

Ericsson

Siemens Oy

S, R, K, V, Kk, Kh, Kl, Kp, Rt, Tv, Tt, Stie, Sts

Konsultit erillisen jakelun mukaan

Oppilaitokset erillisen jakelun mukaan

Sts:n jaostot

Olli Hintikka, LM

Puhakka

Nousiainen

Tervala

MJT/RH

ALKUSANAT

Liikennevalojen suunnittelua on usein luonnehdittu salatieteeksi. Tämä on pääosin johtunut kirjoitetun tiedon puutteesta. TVH:n toimesta on 1980-luvun aikana pyritty määrätietoisesti kehittämään liikennevaloalaa tutkimuksin, selvityksin ja asiakirjoin. Esimerkkeinä tästä ovat yleinen työselitys, tyyppiinirustukset, hankinta-ohjelma, maksu- ja mittausperusteet sekä julkaistut tutkimukset ja selvitykset.

Tietoa käytännön suunnitteluratkaisuista on kuitenkin edelleen ollut liian vähän. Ratkaisut ovat olleet kirjavia ja liian usein sujuvuutta tai liikenneturvallisuutta turhaan heikentäviä. Tämä raportti sisältää yleisten teiden liikennevalojen suunnitteluun soveltuvaa tietoa. Raportissa esitetään ohjaustoimintojen liikennetekniset perusteet ja tietyssä määrin myös ohjelmointitekniisiä ratkaisumalleja. Raportista on siten hyötyä paitsi liikennevalojen detaljisuunnittelijoille myös toteuttajille eli laitetoimittajille. Tietyistä raportin osista on hyötyä myös yleisemmällä tasolla, esim. verkkosuunnittelulle (liittymävälit, ohjaustavat yms.) ja väyläsuunnittelulle (kaistajärjestelyt, pylvä- ja opastinjärjestelyt).

Raportin loppuosassa on esitetty suositeltavat fyysiset ja toiminnalliset ratkaisut eri liikenneympäristöissä. Suositukset tähtäävät siihen, että liikennevalot olisivat sekä fyysisiltä järjestelyiltään (havaittavuus, liittymäjärjestelyt jne.) että toiminnoiltaan sopivasti suhteutettu kuhunkin liikenneympäristöön. Jos suosituksista muodostuu liikennevalojen yleinen suunnittelumalli, on hyviä mahdollisuuksia saada aikaan riittävän korkeatasoisia ja turvallisia liikennevaloratkaisuja yleisillä teillämme. Toinen tietynasteisen standardoinnin peruste on liikenneteknisen ylläpidon mahdollistaminen, koska liikennevalojen määrän voimakkaasti kasvaessa niiden liikennetekninen ylläpito kävisi nopeasti mahdottomaksi liian pitkälle räätälöityjen ja liian monimutkaisten ratkaisujen takia.

Raportti on osa laajempaa selvitystyötä, jonka TVH:n tien-suunnittelutoimisto on tilannut Insinööritoimisto Y-Suunnittelulta. TVH:ssa työtä on valvonut DI Juhani Tervala. Y-Suunnittelussa työhön ovat osallistuneet DI Kristian Appel ja DI Jari Oinas.

YLEISTEN TEIDEN TASOLIITTYMIEN VALO-OHJAUS
OHJAUSTOIMINNOT JA FYYSISET JÄRJESTELYT

SISÄLLYSLUETTELO

Sivu

ALKUSANAT

1.	JOHDANTO.....	1
2.	LIIKENNEVALO-OHJAUKSEN KEHITYS	
2.1	Ohjauskojeiden kehitys.....	3
2.2	Uusista ohjausperiaatteista saadut kokemukset.....	4
2.3	Taloudellisuusnäkökohtia.....	6
3.	LIIKENNEVALOT JA YMPÄRISTÖ	
3.1	Tyyppiympäristöperiaate.....	9
3.2	Turvallisuushypoteesi.....	9
4.	VALO-OHJAUKSEN TOIMINNAN SUUNNITTELU	
4.1	Yleiset perusteet.....	11
4.2	Ohjaustavan valinta.....	13
4.3	Ohjaustoimintojen jako moduleihin.....	16
4.4	Erillishojaus.....	17
4.41	Yleistä.....	17
4.42	Minimitoiminnot.....	19
4.421	Jonojen purku vihreän alussa.....	19
4.422	Vihreän lopetus turvallisesti - valinta- alueen tyhjennystoiminto.....	20
4.423	Lyhyen minimivihreän hyödyntäminen - vihreän pidennys yksittäiselle autolle.....	24
4.424	Lepotilan valinta ja sen sujuvan toiminnan varmistaminen.....	26
4.43	Sujuvuustoiminnot.....	31
4.431	Pääsuunnan vaiheen varaus.....	31
4.432	Vihreän aikana saapuvien autojonojen suosinta.....	36
4.433	Raskaan liikenteen suosinta.....	39
4.434	Keltaisen opastinkuvan pituuden säätö - ns. muuttuva keltainen.....	40
4.435	Suoja-ajan pituuden säätö.....	42
4.436	Muut erikoistoiminnot.....	43
4.44	Ohjaustoimintojen maksimitoiminta-aikojen porrastus ja ns. suunnittain lopetus.....	45
4.45	Ohjaustoimintoja varten tarvittavien ilmaisimien yhdistäminen.....	48

4.5	Yhteenkytkentä.....	51
4.51	Yleistä.....	51
4.52	Vihreän lopetus turvallisesti.....	52
4.53	Erikoistoiminnot.....	54
4.6	Linkitys.....	54
4.7	Kevytliikenteen ohjaus.....	55
5.	VALO-OHJAUKSISEN LIITTYMÄN FYYSISET JÄRJESTELYT	
5.1	Yleistä.....	59
5.2	Vaihejako ja kaistajärjestelyt.....	59
5.3	Lisäkaistojen mitoitus.....	59
5.4	Vapaa oikea.....	63
5.5	Kevytliikenteen järjestelyt.....	67
5.6	Opastinjärjestelyt.....	68
5.61	Opastimien sijoitus.....	68
5.62	Taustalevyjen käyttö.....	70
5.63	Lampputyypit.....	70
5.7	Ilmaisimet.....	71
6.	VALO-OHJAUKSELLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET ERILAISISSA LIIKENNEYMPÄRISTÖISSÄ	
6.1	Yleistä.....	74
6.2	Liittymä- ja opastinjärjestelyt.....	74
6.3	Ajoneuvoliikenteen ohjaustoiminnot.....	76
6.4	Liikennevalojen toiminta-aika.....	80
7.	TYYPPIESIMERKIT.....	82

KIRJALLISUUSLUETTELO

1. JOHDANTO

Suomen yleisille teille asennetut liikennevalot edustavat kaikkia liikennevalojen toiminnallisia kehitysasteita mitä erilaisimmissa liikenneympäristöissä. Myös liikennevaloliittymien fyysisten järjestelyiden taso vaihtelee paljon.

Viimeaikaiset kokemukset ja tutkimukset (vrt. kirjallisuusluettelo) ovat osoittaneet, että liikenneohjauksisten liikennevalojen uusien ohjausperiaatteiden avulla voidaan aikaansaada erittäin merkittäviä parannuksia valo-ohjauksen toiminnassa. Uusien ohjausperiaatteiden käyttö on myös liikennetaloudellisesti erittäin kannattavaa.

Valo-ohjaus on suunniteltava ja sen on toimittava siten, että liittymässä saavutetaan hyvä liikenneturvallisuus. Erityyppiset liikenneympäristöt vaativat liikennevaloilta ko. ympäristöön suhteutettua toimintaa, jotta tämä turvallisuustavoite täyttyisi. Toinen etenkin pääväylien liikennevaloilta vaadittava tavoite on pääsuunnan liikenteen hyvän sujuvuuden varmistaminen aiheuttamatta kuitenkaan kohtuuttomia viivytyksiä sivusuunnan liikenteelle. Turvallisuus- ja sujuvuustavoite ovat toisiaan tukevia tavoitteita. Esimerkiksi pääväylien liikennevaloliittymissä hyvä turvallisuus edellyttää, että liikennevalot ovat toiminnassa myös yöaikaan, mikä puolestaan vaatii tietyt liikenteen sujuvuuden varmistavat toiminnot.

Tarvitaan kuitenkin tietty yleinen suunnittelumalli, koska ei ole tarkoituksenmukaista, että jokaisen valo-ohjauksisen liittymän ohjaustoiminnot suunniteltaisiin täysin räätälintyönä pyrkien absoluuttiseen optimiin liittymän toiminnassa. Rajalliset suunnitteluresurssit, liikenneteknisen hoidon ja kunnossapidon helpottaminen ja erilaiset ohjauskojeiden ominaisuudet edellyttävät tietynasteista standardisointia.

Myös valo-ohjauksen fyysisiin järjestelyihin liittyvät asiat, kuten opastinjärjestelyt, liittymän geometria ja kevytliikenteen järjestelyt vaativat nykyistä yhtenäisempää käytäntöä. Esimerkiksi vapaa oikea liikennevaloissa ei ole pelkästään turvallisuuskysymys. Se vaikuttaa paljon koko liittymän liikenteen sujuvuuteen.

Viime vuosien kokemusten ja tutkimusten perusteella on tässä esitetty yleisten teiden valo-ohjauksen

- toiminnalliset minimivaatimukset ja muut suositukset liikenteen sujuvuuden parantamiseksi sekä
- fyysisiä järjestelyjä koskevat vaatimukset erilaisissa liikenneympäristöissä.

Valo-ohjauksen toiminta on jaettu erillisiin ohjaustoimintoihin, joita yhdistelemällä suunnittelija kokoaa ko. suunnittelukohteen ja liikenneympäristön asettamat vaatimukset toteuttavan kokonaisuuden.

Liikennevalojen ympäristöt on tässä esityksessä jaettu liittymän kohdalla olevan nopeusrajoituksen ja kevytliikenteen järjestelyiden perusteella 3 tasoon (A, B, C) ja yhteensä 5 tyyppiympäristöön. Määritetyissä tyyppiympäristöissä toteutettaville liikennevaloille on asetettu tietty ohjaustoiminnallinen minimivaatimustaso (= eri ohjaustoiminnoista koottu yhdistelmä) ja tietty fyysisten valo-ohjausjärjestelyjen taso.

Liikennevalojen yleisen suunnittelumallin tavoitteena on yhtenäistää uusien ja saneerattavien liikennevalojen suunnittelukäytäntöä, jotta valojen liikennetekninen hoito ja kunnossapito helpottuisi sekä ohjauskojeiden ohjelmointiin tarvittava työmäärä pienenesi, kun eri suunnittelijoiden tekemien ohjaussuunnitelmien pääperiaatteet olisivat samankaltaiset.

2. LIIKENNEVALO-OHJAUksen KEHITYS

2.1 Ohjauskojeiden kehitys

Suomessa 1970-luvun alkupuolella liikennevalo-ohjauksen suunnittelua ja toteutusta rajoittivat laitteiden ominaisuudet. Ohjauskojeiden avulla voitiin toteuttaa vain kiinteää aikaohjausta ja yksinkertaista vaihepyyntöohjausta. Muutokset olivat hankalia ja kalliita tehdä. Ratkaisut olivat täten liikenteen sujuvuuden ja turvallisuuden kannalta huonoja.

Vuonna 1978 tulivat Suomen markkinoille ensimmäiset mikroprosessorihin perustuvat liikennevalojen ohjauskojeet, jotka lisäsivät kiinnostusta liikennevalojen liikenneohjauksiseen toimintaan. Mikroprosessorikojeet perustuvat ryhmäohjausperiaatteelle, mikä mahdollistaa monipuolisen liikennetieto-ohjauksen. Mikroprosessorikojeiden ominaisuudet ja kapasiteetti ovat jatkuvasti kehittyneet.

Nykyisin markkinoilla olevia ohjauskojeet edustavat kahta päätyyppiä. Yleisohjelmoitavissa kojeissa valojen ohjelmointi yleensä laaditaan kutakin liittymää varten erikseen. Ohjelmoinnin nopeuttamiseksi käytetään valmiita ohjelmoduliratkaisuja, jotka soveltuvat jo sellaisinaan useimpien liittymien valo-ohjaukseen. Yleisohjelmoitavan kojeen ohjelmointi ja muutosten tekeminen ei ole vaikeata mutta se edellyttää riittävää perehtymistä kojeen ohjelmointiin.

Valmishjelmoituissa kojeissa käytetään samaa perusohjelmaa kaikissa liittymissä. Perusohjelma sisältää runsaasti eri ohjaustoimintavaihtoehtoja, joista kulloisenkin suunnitelman mukaiset otetaan käyttöön. Monimutkaiset erikoistoiminnot on ohjelmoitava kuitenkin erikseen. Muutosten tekeminen ei edellytä perusohjelmiston tuntemista, sillä muutos merkitsee vain uuden ominaisuuden käyttöönottoa, mikä tapahtuu parametrien avulla. Parametrien liikennetekniset vaikutukset on kuitenkin tarkasti tunnettava.

Vakio-ohjelmamodulien käyttö yleisohjelmoituissa kojeissa ja erikoisohjelmoinnit valmishjelmoituissa kojeissa ovat tavallaan vähentäneet eroa eri kojetyyppien välillä.

Molempien em. ohjauskojetyyppien ohjelmointi ja ohjelmointimuutokset voidaan tehdä PC:n avulla. Kojeeseen voidaan tarvittaessa olla yhteydessä puhelinlinjan ja modeemin välityksellä, jolloin kojeen toimintaa voidaan seurata olematta itse liittymässä.

Nykyisissä ohjauskojeissa käytettävät rakenneosat ovat moduleja, joita käytetään hankekohtaisesti tarpeellinen määrä. Modulirakenteen ansiosta ohjauskojeet on helposti laajennettavissa esimerkiksi, kun tarvitsee lisätä opastinryhmiä tai ilmaisimia.

2.2 Uusista ohjausperiaatteista saadut kokemukset

Useimmissa 1970-luvun ja 1980-luvun alkupuolella rakennetuissa liikenneohjauksissa valoliittymissä on ilmaisimet sijoitettu liian lähelle liittymää (50...80 metriä), mistä syystä liikennetieto-ohjaus ei useinkaan toimi järkevästi ja tehokkaasti. Monet nopean autoliikenteen väylien liikennetieto-ohjauksiset ratkaisut ovat saattaneet jopa huonontaa liittymän liikenneturvallisuutta, koska käytetyt ohjaustoiminnot sekä ilmaisim- ja opastinjärjestelyt eivät ole vastanneet nopean autoliikenteen vaatimuksia.

Ruotsin tielaitos kehitti 1980-luvun alussa ns. LHOVRA-ohjaustekniikan, jossa liikennevalojen ohjaustoiminnot on esitetty modulimuodossa. LHOVRAan liittyy oleellisesti myös liikennevalojen havaittavuuden tehostaminen ja ns. vapaan oikean soveltaminen. Ruotsissa LHOVRA:n on todettu merkittävästi lisäävän liikenteen turvallisuutta (mm. konfliktit vähenevät jopa 60 %) ja sujuvuutta sekä vähentävän viivytyksiä ja pysähtymään joutuvien määrää perinteiseen ohjaustekniikkaan verrattuna. Tästä syystä Ruotsissa uudet ja saneerattavat erillisohjauksiset liikennevalot toteutetaan nykyisin LHOVRA-tekniikalla.

Suomessa vastaavia ohjausperiaatteita on sovellettu liikennevalo-ohjauksen suunnittelussa vuodesta 1982 lähtien. Useimmissa viime vuosina rakennetuissa pääväylien valo-ohjausjärjestelmissä on päädytty käyttämään peräkkäisissä liittymissä erillisohjausta lukuunottamatta aamutai iltaruuhkaa. Joissakin kohteissa peräkkäisten liittymien valo-ohjaus toimii aina erillisohjatusti. Erillisohjauksessa liikenteen sujuvuus pyritään varmistamaan hyvillä ilmaisinjärjestelyillä, joiden avulla liittymää lähestyvä liikenne havaitaan jo kaukana liittymästä.

Erilaisia ohjausratkaisuja on tutkittu TVH:n toimeksiannosta valtatielellä 3 Tampereella olevassa liittymässä vuosina 1985 - 1986. Tutkimuksissa selvitettiin kiinteän aikaohjauksen ja kuuden erilaisen liikennetieto-ohjausratkaisun (myös LHOVRA-ohjaus) vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen erillisohjauksessa.

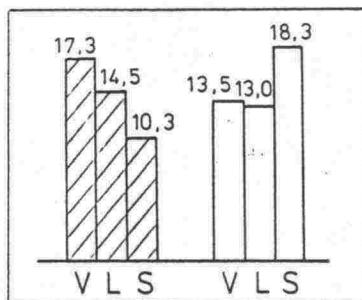
Kun Tampereen tutkimusliittymässä (vuorokausiliikenne noin 25 000 - 30 000 ajon/vrk) käytettiin kiinteää aikaohjausta tai perinteisin ilmaisinjärjestelyin (kauimmaisoin ilmaisin 55 m etäisyydellä liittymästä) toteutettua liikennetieto-ohjausta, oli vihreän päättymishetkellä peräänajo-onnettomuuksien kannalta ongelmallisella alueella (= valinta-alue, vrt. luku 4.422) noin 6 - 9 % tulosuunnan liikenteestä. Uusien ohjaustoimintojen käyttöönotto ja ilmaisimien lisääminen kauemmas seis-viivasta vähensivät riskiryhmän osuuden 2 %:iin tulosuunnan liikenteestä (kuva 1).

Liikenteen sujuvuuden mittarina voidaan käyttää viivytystä liittymän läpäisevän liikenteen osuutta tulosuunnan kokonaisliikenteestä ja keskimääräistä viivytystä (s/ajoneuvo). Tampereen tutkimusliittymässä mitattiin uusilla ohjaustoiminnoilla toteutetuilla ohjausratkaisuilla

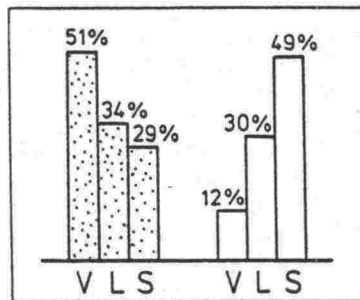
LIIKENTEEN SUJUVUUS

Keskimääräinen viivytys (s/ajon)

▨ pääsuunnalla
□ sivusuunnalla

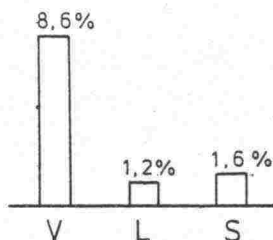


Pysähtymään joutuvien ja viivytystä liittymän läpäisevien osuus pääsuunnalla

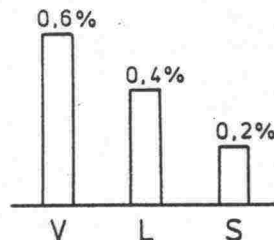


LIIKENNETURVALLISUUS

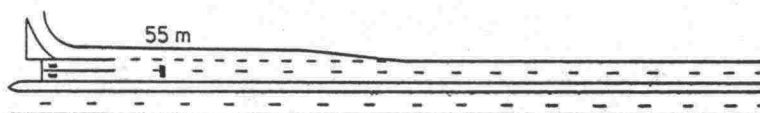
Valinta-alueella keltaisen kohtaavien osuus



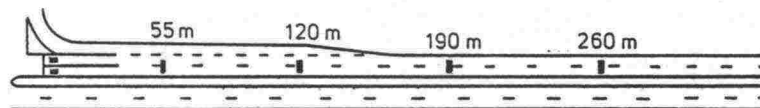
Punaista päin ajavien osuus pääsuunnalla



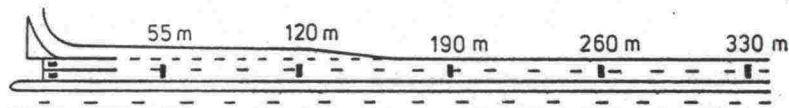
Vanhanaikainen liikennetieto-ohjaus (V)



LHOVRA-toiminnoin varustettu liikennetieto-ohjaus (L)



Ns. sujuvuustoiminnoilla varustettu liikennetieto-ohjaus (S)



Kuva 1. Valtatiellä 3 Tampereella kokeiltujen ohjausratkaisujen vaikutuksia liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen.

päiväliikenteessä (kuormitusaste n. 0,4...0,5) keskimääräiseksi pääsuunnan liikenteen viivytykseksi n. 10...11 sekuntia ja viivytyksettä liittymän läpäisevien osuudeksi keskimäärin 45...50 %. Kiinteällä aikaohjauksella ja perinteisellä liikennetieto-ohjauksella pääsuunnan liikenteen keskimääräiseksi viivytykseksi mitattiin n. 17...21 sekuntia ja viivytyksettä liittymän läpäisevien osuudeksi vain 10...20 %. LHOVRA:n mukaisia pääsuunnan ohjaustoimintoja käytettäessä mitattiin pääsuunnan viivytyksettä liittymän läpäisevän liikenteen osuudeksi n. 30 % (kuva 1).

Tampereen tutkimus osoitti selvästi myös sen, että ko. liikennetilanteeseen sopimattomat ohjaustoiminnot ja ilmaisinjärjestelyt saattavat kaksinkertaistaa viivytykset sivusuunnalla ilman, että pääsuunnan liikenne siitä hyötyisi. Tampereen tutkimuksesta on julkaistu tutkimusraportti - Liikennevalojen ohjaustavan vaikutus liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen, TVH/Sts 1986.

2.3 Taloudellisuusnäkökohtia

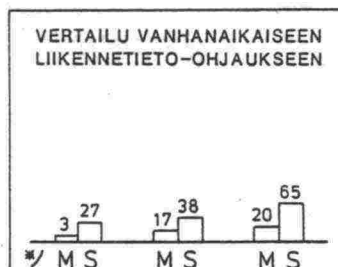
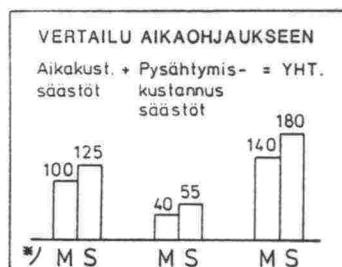
Liikennevalojen uusien liikenneohjauksisten ohjausperiaatteiden käytöllä aikaansaadaan tutkimusten (Vt 3 Tampereella, LHOVRA- tutkimukset Ruotsissa) mukaan merkittäviä säästöjä ajoneuvo- ja aikakustannuksissa sekä onnettomuuskustannuksissa. Lähtötilanne (= ohjauksen taso ennen saneerausta) vaikuttaa saavutettavan hyödyn suuruuteen, kun kyseessä on vanhan liikennevaloliittymän saneeraus.

Ajoneuvo- ja aikakustannussäästöiksi on Ruotsissa valo-ohjauksen liikennetieto-ohjauksen kehittämisen (= LHOVRA-ohjaus) saatu 130 000 mk vuodessa tilanteessa, jossa päätien vuorokausiliikenne on 10 000 ajoneuvoa ja sivutien 2000 ajoneuvoa. Valtatiellä 3 Tampereella olevassa liittymässä saatujen tulosten perusteella on laskettu, että korvaamalla aikaohjaus uudenaikaisella liikennetieto-ohjauksella on mahdollista saada jopa 125 000 - 185 000 markan ajoneuvo- ja aikakustannussäästöt vuodessa. Korvaamalla vanhanaikainen liikennetieto-ohjaus uudenaikaisella liikennetieto-ohjauksella on mahdollista saada 20 000 - 65 000 markan ajoneuvo- ja aikakustannussäästöt vuodessa. Ilman aikakustannuksiakin ovat pysähtymisten vähenemisestä saatavat säästöt 20 000 - 70 000 markkaa vuodessa (kuva 2).

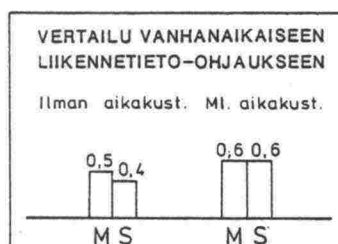
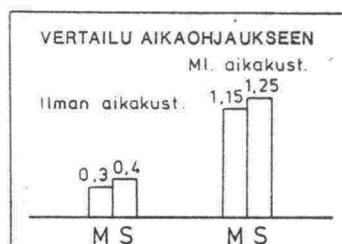
Edellä mainittuihin vuosisäästöihin on lisättävä vielä onnettomuuskustannussäästöt, jotka saattavat olla merkittävät. Esimerkiksi Ruotsissa on joissakin tapauksissa todettu onnettomuuskustannussäästöjen olevan yhtä suuret kuin ajoneuvo- ja aikakustannussäästöt. Ruotsissa valo-ohjauksen saneerauksen onkin joissakin tapauksissa todettu maksavan itsensä takaisin alle vuodessa, onnettomuusasteen pienennyttyä noin 30 %:lla.

TALOUELLISET VAIKUTUKSET, kun kiinteä aikaohjaus tai vanhanaikainen liikennetieto-ohjaus korvataan korkealuokk. liikennetieto-ohjauksella. Esimerkkinä VT 3:n ja Lielahdenkadun liittymä Tampereella.

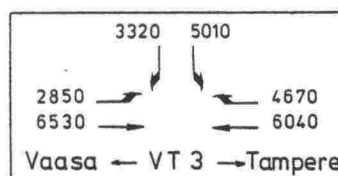
AJONEUVO- JA AIKAKUSTANNUSSÄÄSTÖT (1000 mk/v)



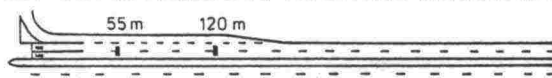
LIKENNETIETO-OHJAUKSEN RAKENTAMISEN VAATIMIEN LISÄINVESTOINTIEN 1. VUODEN TUOTTOASTEET



LASKELMISSA KÄYTETYT LIKENNEMÄÄRÄT (Ajon/d, marraskuu -85)



*/ Ns. minimitoiminnoilla varustettu liikennetieto-ohjaus (M)



Ns. sujuvuustoiminnoilla varustettu liikennetieto-ohjaus (S)



Kuva 2. Liikennetaloudelliset vaikutukset, kun aikaohjaus tai vanhanaikainen liikennetieto-ohjaus korvataan uudenaikaisella liikennetieto-ohjauksella. Esimerkkinä Vt:n 3 ja Lielahdenkadun liittymä Tampereella.

Tampereen tutkimustulosten perusteella laadittu taloudellisuusvertailu osoitti uusien ohjausperiaatteiden vaatimien lisäinvestointien ensimmäisen vuoden tuottoasteiksi keskimäärin 0,6 - 1,2, kun vanhanaikainen liikennetieto-ohjaus tai kiinteä aikaohjaus korvataan uudenaikaisella liikennetieto-ohjauksella (kuva 2). Laskelmissa ei ole otettu huomioon onnettomuuskustannussäästöjä.

Suomessa ja Ruotsissa tehdyistä tutkimuksista saadut tulokset ovat hyvin yhtäpitäviä. Tulokset osoittavat kiistattomasti, että pääväylien valo-ohjauksessa on tarkoituksenmukaista ja liikennetaloudellisesti erittäin kannattavaa soveltaa uusia, korkealuokkaisia ohjaustoimintoja. Ne tuottavat itsensä takaisin parhaimmillaan puolessa vuodessa.

3. LIIKENNEVALOT JA YMPÄRISTÖ

3.1 Tyyppiympäristöperiaate

Liikennevalot yleisillä teillä voivat sijaita mitä erilaisimmissa liikenneympäristöissä katumaisesta paikallistiestä maaseututaajamassa korkealuokkaiseen pääväylän liittymään, jossa kevytliikenne on eritasossa omilla väylillään. Tämän lisäksi tielaitos osallistuu liikennevalojen toteuttamiseen myös puhtaasti katumaisissa oloissa.

Todellisuudessa liikenneympäristöä muodostavien muuttujien ja tekijöiden vaihtelu on portaatonta. Kuitenkin kun pyritään määrittämään rajallinen määrä tyyppiympäristöjä, joudutaan erilaiset liikenneympäristöt karkeasti jakamaan luokkiin tärkeimpien ympäristömuuttujien perusteella. Tässä yhteydessä parhaiten väylän ja liikenneympäristön tasoa kuvaavina tekijöinä on pidetty nopeusrajoitusta ja kevytliikenteen erotteluastetta. Näiden tekijöiden perusteella on liikenneympäristö jaettu kolmeen tasoon seuraavasti (v on nopeustaso):

- A. Korkealuokkainen pääväylä (v = 70 km/h)
- B. Päätie tai -katu (v = 50 - 60 km/h)
- C. Paikallistie tai keskustan katu (v = 30 - 50 km/h)

Tyyppiympäristöjen kuvaus on esitetty tarkemmin kuvassa 3.

3.2 Turvallisuushypoteesi

Liikenneturvallisuuden kannalta on oleellista, että autoilija liikkuessaan erilaisissa liikenneympäristöissä osaa ja oppii käyttäytymään ympäristön edellyttämällä tavalla. Liikenneympäristö koostuu useasta osatekijästä, joita ovat mm.:

- väylän poikkileikkaus ja geometria
- istutukset ja rakennusten sijainti
- kevytliikenteen järjestelyt
- väylään kuuluvat laitteet kuten liikennevalot

Liikennevaloin ohjataan Suomessa liikennettä nopeusalueella 0...70 km/h. Mitä suurempi on ajonopeus, sitä tärkeämpää on turvallisuuden kannalta, että

- liikennevalot havaitaan ja
- valot toimivat oikein liikenneturvallisuuden kannalta kriittisissä tilanteissa.

Näin ollen on johdonmukaista, että liikennevalojen fyysisten ja toiminnallisten ratkaisujen on oltava sitä korkealuokkaisempia mitä suurempi on ajonopeus. Lisäksi, kun johdonmukaisesti liikennevalojen suunnittelussa sovelletaan tiettyjä fyysisiä standardiluokkia, saattaa autoilija intuitiivisesti omaksua oikean käyttäytymisen ympäristön perusteella. Tällöin voidaan suunnitella myös ohjaustoiminnallisesti oikein mitoitetut liikennevalot (= ns. TURVALLISUUSHYPOTEESI).

Turvallisuushypoteesiin sisältyy myös ajonopeuksien hillitseminen liikennevalojen kohdalla. Täten liikenneympäristö on liikennevaloliittymän lähialueella suunniteltava sellaiseksi, että autoilijoista tuntuu luontevimmalta ajaa nopeusrajoituksen mukaan. Nopeuksia hillitseviä tekijöitä ovat esim. kapea poikkileikkaus ja kapeat pientareet liikennevalojen kohdalla sekä reunakivien käyttö myös taajamien ulkopuolella olevissa liikennevaloliittymissä. Ns. "porttivaikutelmaa" lisäävät myös ajoradan yläpuoliset laitteet kuten viitoitusportaalit ja yläpuoliset liikennevalo-opastimet.

LIIKENNEYMPÄRISTÖN TASO	
TASO	TYYPPIYMPÄRISTÖ
A	I KORKEALUOKKAINEN PÄÄVÄYLÄ 70 km/h <ul style="list-style-type: none"> - kevyt liikenne erotettu ja risteäminen tapahtuu eri tasossa - ns. puhdas autoliikennemiljö - esim. 4-kaistaiset keskikaistalla varustetut väylät ja mol'in päissä sijaitsevat tasoliittymät
	II PÄÄVÄYLÄ 70 km/h <ul style="list-style-type: none"> - kevyt liikenne risteilee myös tasossa mutta omilla väylillään - esim. 4-kaistaiset keskikaistalla varustetut väylät
B	III PÄÄVÄYLÄ/-KATU 60 km/h <ul style="list-style-type: none"> - kevyt liikenne tasossa - erilliset raitit - ei tonttiliittymiä - pääkatutyypinen väylä
	IV PÄÄVÄYLÄ/-KATU 50 km/h <ul style="list-style-type: none"> - erilliset raitit, väljä ympäristö (joitakin tonttiliittymiä) - valtionapua saava pääkatu, maaseututaajaman pääväylä
C	V KESKUSTAVÄYLÄ/-KATU 40...50 km/h <ul style="list-style-type: none"> - jalkakäytävät, pysäköinti - tonttiliittymät, tiivis ympäristö - valtionapua saavat kadut, maaseututaajaman tiet

Kuva 3. Liikenneympäristön jako eri tyyppiympäristöihin.

4. VALO-OHJAUKSEN TOIMINNAN SUUNNITTELU

4.1 Yleiset perusteet

Liikenneohjauksisten liikennevalojen toiminnan suunnittelun lähtökohtana on ajatus siitä, miten valo-ohjauksen tulee toimia; mitkä suunnat tai liikennemuodot ovat tärkeitä, mihin erityisongelmiin on kiinnitettävä huomiota ja erityisesti mitkä ovat valo-ohjauksen liikenneturvallisuuksien ja liikenteen sujuvuuteen liittyvät yleiset tavoitteet. Liikennevalojen toiminnan suunnittelussa on lisäksi muistettava liikennepsykologiset näkökohdat, sillä valoilla ohjattava liikenne koostuu erilaisista yksilöistä, joilla on oma tahto ja yksilöllinen tapa reagoida esim. valo-ohjauksen toimintaan eri tilanteissa.

Sen miten valo-ohjaus toimii eri liikennetilanteissa määräytyy tulosuunnan ohjaustoimintojen perusteella. Liikennetilanteesta saadaan tietoja erilaisten ilmaisimien (induktiosilmukka, painonappi ja erilaiset lyhytaalto-lähettimet ja/tai -vastaanottimet) avulla, joten ohjaustoimintojen suunnitteluun liittyy oleellisena osana myös ilmaisimien sijoitus ja toiminnat. Valo-ohjauksen suunnittelu on oikeiden ja sopivien ohjaustoimintojen ja ilmaisinjärjestelyiden valitsemista ko. liikenneoloihin siten, että asetetut liikenteen turvallisuus- ja sujuvuusvaatimukset tulevat täytetyiksi. Valo-ohjauksen toiminnan suunnittelussa on lisäksi otettava huomioon se, että liittymän palvelutaso määräytyy viivytysten keston, pysähtymään joutuvien ja viivytyksettä liittymän läpäisevien määrään perusteella. Näitä kolmea tekijää on painotettava eritavalla eri ympäristöissä. Korkealuokkaisella nopean autoliikenteen väylällä tulee painottaa pysähtymään joutuvan ja viivytyksettä liittymän läpäisevän liikenteen osuutta enemmän kuin viivytyksiä. Sen sijaan katuverkossa viivytysten suuruudella on suurempi paino. Lisäksi valo-ohjauksen toiminnan suunnitteluun liittyy liittymäjärjestelyjen ja -geometrian suunnittelu.

Liikennevalojen tiedetään vähentävän risteävän liikenteen onnettomuuksia ja ylipäättään onnettomuuksien vakavuusastetta. Toisaalta kiinteillä ajoituksilla ja vanhanaikaisella liikennetieto-ohjauksella toimiville liikennevaloille on ominaista peräänajo-onnettomuuksien lisääntyminen ja punaista valoa vasten ajavien suuri määrä. Liikennevalot yleensä huonontavat päätien liikenteen sujuvuutta, jolle pitäisi kuitenkin taata tietty taso. Onnettomuuksissa on hyvin usein osallisena myös pääsuunnan ajoneuvoja. Turvallisuus- ja sujuvuusnäkökohdat eivät siten ole ristiriidassa keskenään vaan ne tukevat toisiaan. Liikennevaloja kannattaa käyttää liikenneturvallisuuden takia myös vähäisen liikenteen aikana, mikä asettaa myös vaatimuksia liikennevalojen ohjaustoiminnoille.

Opastinryhmäjaon (= eri opastinryhmillä ohjattavat liikennevirrat) ja vaihejaon suunnittelua ei tässä yhteydessä käsitellä (kts. myös kohdat 4.41 ja 5.2).

Ilmaisimien sijoittaminen ratkaisee, mitä tietoja liittymässä olevasta ja siihen saapuvasta liikenteestä liikennevalojen ohjauskoje saa käyttöönsä. Ohjauskoje on valo-ohjausjärjestelmän aivot, ilmaisimet ovat sen silmät ja opastimet sen kädet.

Ohjaustoimintojen suunnittelussa ja ilmaisimien sijoittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota:

- joustavuuteen, jolla liittymää lähestyvä auto saa vihreän, jos vihreä pääsee käynnistymään heti ilmaisimen havaitessa auton
- varmuuteen siitä, että kaikki punaisen valon aikana saapuvat ajoneuvot aiheuttavat vihreän pyynnön
- turhien ja ylimääräisten pyyntöjen välttämiseen
- pidennysten jatkumiseen aina vähintään siihen saakka, kunnes punaisen valon aikana tulosuunnalle kertynyt jono on purkautunut
- aikaväliin, joka jonon purkautumisen jälkeen tulosuunnan liikennevirrassa on esiinnyttävä vihreän päättymiseksi
- siihen, että vihreän päättymisen aiheuttava aikaväli liikennevirrassa sijaitsee vihreän päättymishetkellä liikenteen sujuvuuden ja liikenneturvallisuuden kannalta "oikealla kohdalla" kullakin liittymän tulosuunnalla

Edellä mainittuun aikaväliin ja sen sijaintiin tulosuunnalla vihreän päättymishetkellä liittyy eräs oleellimmista liikenneohjauksisen valoliittymän toimintaan vaikuttavista tekijöistä. Vihreän turvallisen lopetukseen vaadittava aikaväli on oltava eri liikennetilanteet huomioiden siinä suhteessa mielekäs, että tulosuunnan vihreän päättymisen tapahtuisi lähes aina ennenkuin sen maksimiaika saavutetaan ja vihreä loppuu hallitsemattomasti.

Liikenteelle aiheutuvien pysähdysten määrään ja viivytyksiin vaikuttaa se, kuinka pitkäksi tulosuunnalla käytettävät ohjaustoiminnot pidentävät vihreää liikennemäärien vaihdellessa ennenkuin vihreän päättymisen aiheuttava aikaväli löytyy oikeasta paikasta. Ohjaustoiminnot, niiden maksimitoiminta-ajat ja ilmaisinjärjestelyt määräävät em. aikavälien suuruuden. Aikavälien vaikutusta valo-ohjauksen toimintaan kannattaa pyrkiä arvioimaan todennäköisyyslaskelmin esim. laskemalla likiarvo eri liikennemäärillä toteutuvien vihreiden pituuksille ko. ohjaustoimintoja käytettäessä. Koska laskelmat ovat monimutkaisia ja hyvin likimääräisiä, on aina liikennevalojen käyttöönoton jälkeen maastossa seurattava, että ohjaustoiminnot toimivat ajatellulla tavalla ja tarvittaessa niitä on muutettava.

4.2 Ohjaustavan valinta

Liikennevalojen pääohjaustavat ovat yhteenkytkentä ja erillisohjaus. Lisäksi voidaan joissakin kohteissa soveltaa ns. linkitystä.

Yhteenkytkentä tarkoittaa kahden tai useamman lähekkäisen liittymän ohjauskojeen toiminnan synkronoimista. Yhteenkytketyt liikennevalot mahdollistavat väylän yhtenäisen valo-ohjauksen siten, että liikenne voi tietyllä nopeudella edetä "vihreässä aallossa" mahdollisimman vähin pysähdyksin. Yhteenkytkennässä valo-ohjaus noudattaa kiinteää kiertoaikaa. Vihreiden pituudet eivät voi määräytyä vapaasti vaan ovat osittain sidottuja kiertoaikaan. Tämän seurauksena yhteenkytkennässä syntyy tilanteita, joissa tulosuuntaa pidetään vihreällä, vaikka vihreän pidennystarvetta ei olisi ja vaikka vihreän lopettaminen mahdollistaisi jonkin vihreäksi pyydetyn suunnan vihreäksi vaihtumisen.

Erillisohjaus tarkoittaa liittymän liikennevalojen itenäistä toimintaa, joka ei suoranaisesti ole riippuvainen muiden liikennevalojen toiminnasta. Erillisohjauksen suurimmat edut ovat toiminnan joustavuus liikennemäärien vaihtelun suhteen ja havaittavissa oleva mielekkyys, ts. punaisen valon takana odottamiselle on yleensä selkeästi havaittavissa oleva syy esim. pääsuunnalla lähestyvä ajoneuvo. Tulosuunnan liikenteen sujuvuutta voidaan lisätä esim. havaitsemalla lähestyvät autojonot ja jatkamalla vihreää kunnes jono on ohittanut liittymän.

Erillisohjaus on liikenneturvallisuuden kannalta yleensä yhteenkytkentää parempi vaihtoehto. Hyvin suunnitelluilla ilmaisinjärjestelyillä varustetut erillisohjauksiset liittymät ovat peräänajo-onnettomuuksien suhteen turvallisempia kuin kiinteän kiertoaajan yhteenkytketyt liittymät. Ilmaisimilla voidaan vähentää peräänajo-onnettomuuksia myös yhteenkytketyissä valoissa mutta kiinteästä kiertoaajasta aiheutuvien rajoitusten vuoksi ei kuitenkaan samassa määrin kuin erillisohjatuissa liittymissä.

Linkitys on erillisohjauksen erikoistapaus, jossa liittymän valo-ohjaukseen vaikuttaa paitsi liittymän oma liikenne myös läheisen liikennevaloliittymän ohjaustapahtumat. Linkitystä on Suomessa sovellettu vain muutamissa kohteissa.

Yhteenkytkettyjen liikennevalojen toiminnan suunnittelu (mm. vihreät aallot) ja liikennetekninen kunnossapito on huomattavasti työläämpää kuin erillisohjauksen.

Valo-ohjatussa liittymässä voidaan käyttää yksinomaan erillisohjausta tai yhteenkytkentää tai molempia. Tehtäessä valintaa erillisohjauksen ja yhteenkytkennän käytön välillä on pystyttävä luomaan kuva kummankin ohjausperiaatteen hyödyistä ja haitoista suunniteltavassa kohteessa. Niihin vaikuttavat:

- liittymävälit
- yhteenkytkentää käytettäessä vihreässä aallossa liittymiin saapuvan liikenteen osuus liittymien yhteenlasketusta liikennemäärästä
- kevytliikenteen osuus liikenteestä
- ajoaikojen hajonta (kevyet/raskaat autot) liittymäväleillä
- liittymäkohtaisten optimaalisten kiertoaikojen erot
- liikennemäärien vaihtelu ja liittymien kuormitusasteet
- kevytliikenteen järjestelyt
- liikennevalojen toiminta-ajat

Liittymien lukumäärä, liittymävälit, nopeusrajoitus ja liikennetilanne määräävät yhteenkytkennän ohjelmissa kysymykseen tulevat kiertoaajat ja vihreän aallon nopeudet.

Ohjaustavan valinta on kompromissi, jossa ehkä ruuhkahuipun sijasta on painotettava päiväliikenteen ohjelman toimintaedellytyksiä. Pääväylillä hyvä ratkaisu on, että ruuhkahuippuina käytetään riittävän välityskyvyn ja mahdollisimman hyvät vihreät aallot sisältävää yhteenkytkentää ja muina aikoina on käytössä erillisohjaus. Usein kannattaa suunnittelussa varautuakin molempiin ohjaustapoihin.

Hyvän vihreän aallon aikaansaaminen molempiin suuntiin edellyttää mahdollisimman tasaisia vähintään 400 m (50 km/h), 500 m (60 km/h) tai 600 m (70 km/h) liittymävälejä. Lyhyen kiertoaajan yhteenkytkentä soveltuu useimmiten huonosti pääväylien ohjaukseen, koska vihreät aallot muodostuvat kapeiksi, jolloin se on joko liian hidaskäyttöinen henkilöautoliikenteelle tai sitten raskas liikenne ei pysy aallossa. Ajoaikojen hajontaan vaikuttavat liittymävälipituuden lisäksi mm. pituuskaltevuus, kaistamäärä ja liikenteen koostumus. Jos hajonta on liian suuri, toteutuvat vihreät aallot vain paperilla eivätkä käytännössä. Kun liittymävälit ovat 50 km/h-väylällä suurempia kuin 600 m, 60 km/h-väylällä suurempia kuin 800 m tai 70 km/h-väylällä suurempia kuin 1000 m, voidaan ohjaustapana melkein poikkeuksetta käyttää pelkästään erillisohjausta.

Väylän luonne ja liikenneympäristö vaikuttaa paljon yhteenkytkennän tarpeeseen. Väylällä, jossa liikenne etenee tasaisesti ja liikenteellisten häiriöiden määrä on pieni, yhteenkytkennästä on enemmän hyötyä kuin keskustan paikallisväylällä, joilla pykäläintä, valo-ohjaamattomat välisuojatiet tai tonttiliittymät vaikuttavat liikennevirtaan. Pääteiden liikennevaloliittymissä kannattaa liikenteen turvallisuus- ja sujuvuussyistä pyrkiä erillisohjaukseen aina kun se on mahdollista.

Liikennemäärät, niiden vaihtelu ja erityisesti kääntyvien liikennevirtojen suuruus vaikuttavat myös yhteenkytkennän tarpeeseen. Jos kaikkien liittymien läpi menevää liikennettä on vähän tai suuri osa liikenteestä ajaa vain muutama peräkkäisen liittymän läpi, ei yhteenkytkentä yleensä ole perusteltua elleivät liittymävälit ole alle 150 - 200 metriä. Suurilla liikennemäärillä liikennevalojen yhteenkytkentä saattaa olla tarpeen jo pelkästään liikenteenvälityskyvyn takaamiseksi. Jos liittymien kuormitusasteet valo-ohjauksisena ja optimaaliset kiertoajat ovat lähellä toisiaan, ei liittymien valo-ohjauksen pakottamisesta noudattamaan yhteistä kiinteää kiertoaikaa ole yhtä suurta haittaa, kuin jos kuormitusasteet poikkeaisivat huomattavasti toisistaan. Kun liittymien kuormitusasteet ovat pieniä, on erillisohjaus yhteenkytkentää parempi ohjaustapa elleivät muut syyt (esim. lyhyet liittymävälit) puolla yhteenkytkennän käyttöä.

Väylän kaltevuussuhteet saattavat erikoistapauksissa asettaa rajoituksia ohjaustavan valintaan. Yhteenkytkentä saattaa olla tarpeen, jos liittymien kohdalla on suuria pituuskaltevuuksia, jotta estettäisiin liikenteen pysähtyminen (ongelmallista erityisesti raskaalle liikenteelle) jyrkkään ylä- tai alamäkeen. Sen sijaan jos liittymävälit ovat verrattain pitkiä (yli 500 m) ja liittymien välillä on suuria pituuskaltevuuksia, jotka tehostavat jonon hajautumista (hitaammat autot ja raskaat rekat eivät pysy lyhyillä kiertoajoilla vihreässä aallossa), saattaa olla järkevämpää käyttää erillisohjausta ainakin päiväliikenteen ja vähäisen liikenteen ohjaustapana.

Ruuhkautumisalttiit "pullonkaulaliittymät", joiden liikenteenvälityskyky on riittämätön, voidaan jättää yhteenkytkennän ulkopuolelle edellyttäen, että muut liittymät ovat niin etäällä, että pullonkaularisteyksessä ryhmittymistilat ovat riittävät yhden vihreän vaiheen aikana liittymän läpäisevälle liikenteelle. Tällöin liittymän liikenteenvälityskyky on suurimmillaan ja samalla on mahdollista paremmin vaikuttaa siihen, miten käytettävissä oleva välityskyky tulee edullisimmin jaetuksi eri tulosuuntien kesken. Yhteenkytketyssä liittymässä yhteenkytketyn suunnan jo melko vähäinenkin ruuhkautuminen muuttaa ajoaikoja niin paljon, ettei vihreä aalto käytännössä enää toteudu.

4.3 Ohjaustoimintojen jako moduleihin

Yksittäisen liikennevaloliittymän ohjaustoiminnot voidaan käsitellä erillisinä moduleina, jotka yhdessä muodostavat toimivan kokonaisuuden. Jokaiselle tulosuunnalle harkitaan ja valitaan sopivimmat ohjaustoiminnot. Moduliperiaatteelle perustuvan liikennevalojen toimintamallin käyttö on selkeätä ja uusien ohjaustoimintojen lisääminen on yksinkertaista. Tietyt toiminnot ovat aivan välttämättömiä, jotta valo-ohjaus toimisi turvallisesti ja liikenteen sujuvuus olisi tyydyttävä. Näitä toimintoja kutsutaan minimitoiminnoiksi. Tietyt toiminnot ovat lähinnä liikenteen sujuvuutta ja valo-ohjauksen tasoa lisääviä toimintoja, joita kutsutaan sujuvuustoiminnoiksi.

Tehtyjen tutkimusten ja laajojen käytännön kokemusten perusteella on päädytty seuraavaan ohjaustoimintojen jaotte- luun:

MINIMITOIMINNOT:

- Valoihin pysähtyneen jonon purkutoiminto seis-viivan tuntumassa olevan ilmaisisimen avulla.
- Valinta-alueen tyhjennystoiminto aina ennen vihreän päättämistä liikenneturvallisuuden takaamiseksi.
- Lyhyen (2...6 s) minimivihreän käytöstä aiheutuvien ongelmatilanteiden ehkäisy eli vihreän pidennys yksittäiselle autolle vihreän alussa.
- Ns. lepotilatoiminnot, joiden avulla valo-ohjauksen siirtyminen lepotilaan ja takaisin aktiiviohjaukseen tapahtuu liikenteen kannalta oikea-aikaisesti ja sujuvasti.

SUJUUVUUSTOIMINNOT:

- Pääsuunnan vaiheen varaustoiminto, josta on suurta hyötyä pääsuunnan liikenteen sujuvuudelle valojen toimiessa myös vähäisen liikenteen aikana.
- Jonopidennystoiminto, jolla tulosuunnan liikenteen sujuvuutta lisätään huomioimalla riittävän kaukaa vihreän aikana liittymää lähestyvät autojonot.
- Raskaan liikenteen etuisuudet raskaan liikenteen pysähdysten vähentämiseksi.
- Keltaisen opastinkuvan pituuden säätö liikenneohjauksisestisesti eli ns. muuttuva keltainen, jolla voidaan lyhentää valo-ohjauksen ns. hukka-aikaa.
- Suoja-ajan pituuden säätö liikenneohjauksisestisesti estämään tietyistä liikennetilanteista mahdollisesti seurauksena olevat risteämisonnettomuudet.

Kirjasto/puh 1542030

Tekijä

TVH, K.J. SANE

Teos ja osa

LIIKKUNEVUORO-OHJAITSEN LIIKKUNEVUORON OHTAMA

Nit.lukumäärä

1

Painopaikka ja -aika

HKI 1986

Lainajan nimi

JARI JAKONEN

Arvo

TEHV. YO.

Puhelin

796732

Osoite

KUNNALLISKODINTE 6 F 125 00600 HKI

Olen saanut yllämainitun teoksen lainaksi ja sitoudun palauttamaan sen korvaamaan sen arvon.

päivän kuluttua tai

Päivämäärä

6.4.90

Allekirjoitus

Jari Jatonen

PALAUTETTAVA KIRJASTOON ALLEKIRJOITETTUNA

A-Copy/4169

TVH 701430 AEL 3000x4 12.86

- Pääsuunnan vaiheen ns. aktiivinen suunnittainen lopetus sivusuunnan keskimääräisten odotusaikojen lyhentämiseksi.
- Muut erikoistoiminnot kuten joukkoliikenteen etuisuudet ja ns. optimointialgoritmit.

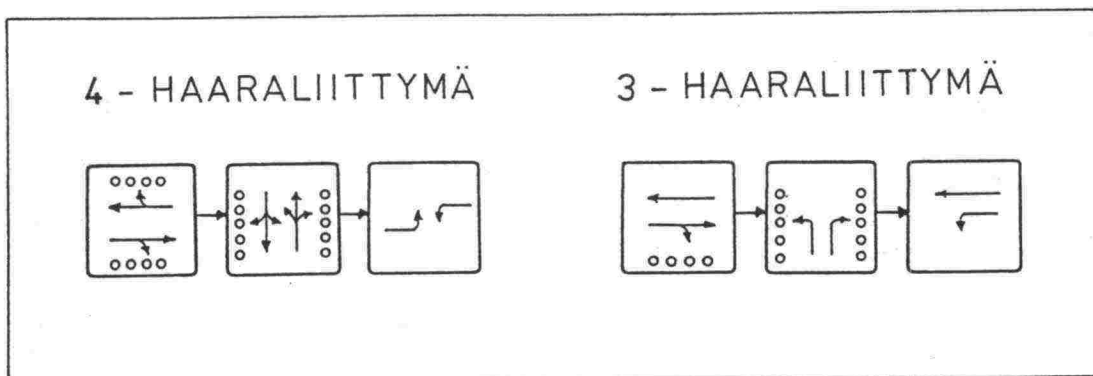
Kaikki tässä julkaisussa esitettävät ohjaustoiminnot voidaan toteuttaa markkinoilla olevilla ohjauskojeilla, jos kojeen ns. toimintaviive on n. 0,5 sekuntia. Toimintaviive tarkoittaa aikaa, joka kuluu siitä, kun ilmaisimen säädetty havahtamisraja ylittyy siihen kunnes ohjauskoje voi antaa siihen liittyvän toimintakäskyn.

4.4 Erillisojtaus

4.41 Yleistä

Erillisojtaus tarkoittaa sitä, että liittymän valo-ohjaus toimii itsenäisesti huomioimatta suoranaisesti muiden liikennevalojen toimintaa. Välillisesti muut liikennevalot vaikuttavat toimintaan, koska ne muuttavat liikennevirran ominaisuuksia.

Vaihejaon ja vaihejärjestyksen suunnitteluun ei tässä yhteydessä puututa, sillä sitä on käsitelty laajasti TVH:n julkaisussa - Liikennetieto-ohjattujen liikennevalojen toimintaperiaatteita (Kari Sane, 1986). Vaihejärjestykseen vaikuttavat monet asiat (mm. välityskyky, liikenneturvallisuus ja välivaiheet) mutta 3-vaiheisissa valoissa erillisojauksessa on useimmiten paras vaihejärjestysvaihtoehto pääsuunta - sivusuunta - pääsuunnalta vasemmalle kääntyvät (kuva 4).



Kuva 4. Suositeltava vaihejärjestys 3-vaiheisissa liikennevaloliittymissä.

Valo-ohjauksen toimintaan erillisohjauksessa vaikuttaa oleellisesti opastinryhmän maksimiaika ja maksimiaikalaskennan käynnistyshetki.

Maksimiaika osoittaa, miten pitkään opastinryhmän vihreä voi yksinomaan omien pidennysten avulla jatkaa maksimiaikalaskennan käynnistymisen jälkeen. Koska maksimiajan täyttyminen aikaansaa tulosuunnan vihreän hallitsemattoman päättymisen, on pääväylien liikennevaloissa tulosuunnan vihreän maksimiaika asetettava niin pitkäksi, ettei maksimiaika täyty erillisohjauksen mitoitusliikennemäärillä. Tästä syystä kunkin tulosuunnan varsinaisen opastinryhmän maksimiaika on käytännön kokemusten mukaan asetettava vähintään 1,5...2,0 kertaa pidemmäksi kuin kiinteän valo-ohjauksen laskentamenetelmillä laskettu optimivihreä. Maksimiaikoja määritettäessä on kuitenkin tarkistettava, että kääntymiskaistat ovat niin pitkät, että maksimipunaisen aikana kertynyt jono mahtuu ko. kääntymiskaistalle (kts. kohta 5.3).

Eri ohjaustoiminnoilla on eripituiset maksimiajat, jotka on mitoitettava siten, ettei tulosuunnan vihreän maksimiaika lopu kesken ennenkuin turvallisen vihreän lopetuksen edellyttämä aikaväli löytyy liikennevirrasta (kts. kohta 4.44). Valojen käyttöönoton jälkeen on maastossa tarkistettava, että tulosuuntien maksimiajat ovat riittävät.

Maksimiaikalaskennan käynnistystavaksi kannattaa pääsuunnalla asettaa konfliktiryhmän pyynnöstä opastinryhmän vihreän aikana. Tällöin estyy pääsuunnan vihreän äkillinen päättymisen, mikä vähentää peräänajoriskiä. Samalla maksimiaika määrää myös sivusuunnan ajoneuvon maksimiodotusajan.

Varsinkin induktiosilmukat saattavat joskus rikkoutua, jolloin ne yleensä antavat jatkuvaa ilmaisua ja aiheuttavat ohjaamansa opastinryhmän vihreän pidentymisen aina maksimiaikaan asti. Ilmaisinvikojen varalle on kojeeseen ohjelmoitava normaalia selvästi lyhyemmät maksimiajat (= ns. ilmaisinvikaohjelma), jotka otetaan automaattisesti käyttöön, kun koje havaitsee ilmaisinvian. Ilmaisinvika-tilanteessa käyttöön otettavat ryhmien maksimiajat on määritettävä siten, että myös liittymän mitoitus-tilanteen välityskyky on riittävä.

Tässä julkaisussa esitetyt ja käytettäväksi suositellut ohjaustoiminnot ja niistä muodostetut ohjauskokonaisuudet soveltuvat pääasiassa käytettäväksi tilanteissa, joissa liittymän kuormituuste on, lyhyitä ruuhkahuippuja lukuunottamatta, alle 0,8. Jos liittymä usein ylikuormittuu, on tapauskohtaisesti harkittava esim. erillisen ruuhkaohjelman käyttöönottoa.

4.42 Minimitoiminnot

4.421 Jonojen purku vihreän alussa

Punaisen valon aikana kertyy seis-viivan eteen autojono, jonka lähtiessä liikkeelle vihreän sytyttyä täytyy tulosuunnan vihreän päättymisen estää, kunnes koko jono on ylittänyt seis-viivan. Myös vihreän sytyttyä jono kasvaa, koska jonon pää ei ole ehtinyt lähteä liikkeelle, kun jo lisää autoja saapuu siihen. Jotta jonon purkautuminen olisi mahdollisimman tehokasta, tulee kaistan olla niin pitkä, että kaikki jonottavat autot mahtuvat kaistalle (kts. kohta 5.3).

Vihreän päättymisen kesken jonon purkautumisen voidaan estää kolmella tavalla:

- 1) Tulosuuntaa ohjaavan opastinryhmän kiinteä minimivihreä asetetaan niin pitkäksi, että punaisen aikana kertyvä keskimääräinen jono ehtii purkautua minimivihreän aikana. Tämä vaihtoehto ei ole useinkaan kovin käyttökelpoinen, koska pitkä kiinteä minimivihreä aiheuttaa ylimääräistä viivytystä vähäisen liikenteen aikana. Käytännössä kiinteä minimivihreä on ajoneuvoryhmillä 3...10 sekuntia.
- 2) Asetetaan opastinryhmän minimivihreä suhteellisen lyhyeksi (esim. 3...5 sekunniksi) mutta sen lisäksi opastinryhmälle ohjelmoidaan ns. muuttuva minimivihreä. Muuttuvan minimivihreän avulla voidaan varmistaa, että vihreän pituus on riittävä liittymään kertyneelle autojonolle. Jokainen tulosuunnan tiettyltä esi-ilmaisimelta punaisen aikana tullut ilmaisu (= noin 1 auto) pidentää muuttuvaa minimivihreää tietynpituisella aika-arvolla. Kun muuttuva minimivihreä on suurempi kuin kiinteä minimivihreä, toteutuu vihreä vähintään muuttuvan minimivihreän pituisena. Käytännössä muuttuvaa minimivihreää kannattaa käyttää, kun tulosuunnan ilmaisin on kauempana kuin 30...40 m seis-viivasta ja minimivihreä on alle 10 sekuntia.
- 3) Asennetaan seis-viivan tuntumaan (noin ± 3 metrin etäisyydelle tilanteesta riippuen) ajoneuvo-ilmaisin, jonka avulla tulosuunnan vihreää pidennetään kunnes jono on päässyt kokonaisuudessaan purkautumaan. Ilmaisin voi olla joko ajorataan upotettu 5...10 m pitkä induktiosilmukka tai liikennevalopylvääseen kiinnitetty infrapunailmaisin. Parempi vaihtoehto ko. ohjaustoiminnon kannalta on induktiosilmukan käyttö, jolloin ilmaisin voidaan asettaa ei-muistavaksi (so. vihreän pyyntö on kojeen muistissa vain silloin ajoneuvo on ilmaisimen päällä) ja sille voidaan asettaa 2 - 4 sekunnin kertakäynnistyvä pidennysaikaväli. Tällaisella järjestelyllä ilmaisin ei enää jonon purkautumisen (eli kun pidennysaikaväli ylittyy) jälkeen vaikuta

vihreän pidentämiseen. Infrapunailmaisinta käytettäessä on pyyntötapa oltava "muistava", sillä infrapunailmaisin ei välttämättä havaitse paikallaan olevaa ajoneuvoa (kts. myös kohta 5.7). Muistavan pyynnön käyttö puolestaan aiheuttaa sen, että keltaisen aikana seis-viivan ylittävät ajoneuvot aikaansaavat ylimääräisen vihreän pyynnön. Ongelmaa voidaan lieventää siten, että pyynnot noteerataan esimerkiksi vasta kolmannesta "keltaisesta sekunnista" lähtien.

Jonon purkaminen vihreän alussa kannattaa pääsääntöisesti toteuttaa vaihtoehdon 3 mukaisilla järjestelyillä. Kuitenkin jos tulosuunnan vihreä esiintyy kiinteällä pyynnöllä ei seis-viivan tuntumassa oleva ilmaisin ole välttämätön, jolloin jonon purku voidaan toteuttaa vaihtoehdon 2 mukaisilla ohjelmoineilla.

Seis-viivan tuntumassa olevan ilmaisimen kertakäynnistyvä pidennysaikaväli on mitoitettava riittävän pitkäksi (noin 2...4 s), jottei jonon purkautumisessa tapahtuvat häiriöt (esim. raskas rekka-auto lähtee hyvin hitaasti liikkeelle) eivät aiheuttaisi vihreän päättymistä liian aikaisin. Vihreän katkeamisen riskiä kesken jonon purkautumisen voidaan pienentää käyttämällä "tausta-toimintona" alimitoitettua muuttuvaa minimivihreää.

Edellä selostettu ns. jonon purkutoiminto ohjaa suoraan varsinaista opastinryhmää ja sen maksimitoiminta-aika on siten sama kuin tulosuunnan varsinaisen opastinryhmän vihreän maksimiaika.

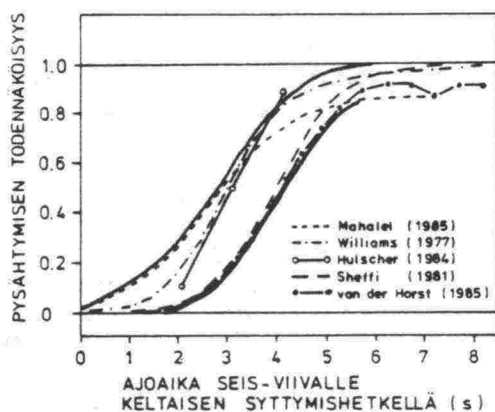
4.422 Vihreän lopetus turvallisesti - valinta-alueen tyhjennystoiminto

Eri maissa tehtyjen tutkimusten mukaan suurin todennäköisyys peräänajo- ja risteämisonnettomuuksien tapahtumiselle liikennevaloliittymissä (valojen ollessa toiminnassa) on vihreän jälkeisen keltaisen opastinkuvan ja punaisen opastinkuvan kahden ensimmäisen sekunnin aikana.

Vihreän valon vaihtuessa keltaiseksi on lähellä liittymää olevan ajoneuvon kuljettajan tehtävä valinta, ajaako hän liittymän läpi vielä keltaisella vai jarruttaako. Tätä valintaa tehdessään ajoneuvon kuljettaja arvioi, onko mahdollista ylittää seis-viiva ennen punaisen syttymistä ja toisaalta, onko mahdollista pysähtyä turvallisesti ennen seis-viivaa. Päätöksentekoon vaikuttaa ajoneuvon nopeus ja etäisyys seis-viivasta keltaisen syttymishetkellä, keliolosuhteet, auton jarrutusominaisuudet (vrt. henkilöauto/raskas kuorma-auto) ja keltaisen kesto.

Useissa maissa tehtyjen tutkimusten mukaan kuljettajan päätöksentekoon vaikuttaa voimakkaimmin ajoneuvon nopeus ja etäisyys seis-viivasta keltaisen syttymishetkellä. Kuvassa

5 on esitetty eri tutkimuksissa havaittuja pysähtymistodennäköisyyksiä seis-viivalle lasketun ajoajan funktiona.

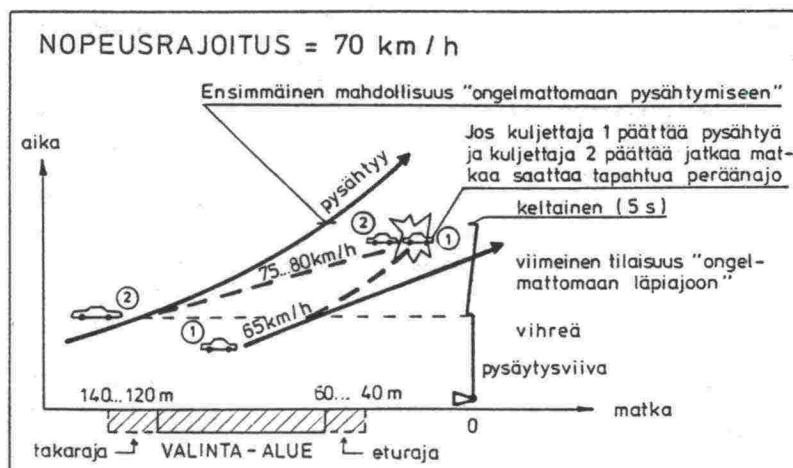


Kuva 5. Ajoneuvon kuljettajan tekemän pysähtymispäätöksen todennäköisyys seis-viivalle lasketun ajoajan funktiona /17/.

Kuvan 5 perusteella voidaan määritellä valo-ohjauksisen tulosuunnan ns. valinta-alue seuraavasti:

- Valinta-alueen eturaja on se etäisyys seis-viivasta, jota lähempänä liittymää vähintään 90 % kuljettajista päättää keltaisen syttymishetkellä aina ajaa liittymän läpi keltaisella. Takaraja on se etäisyys seis-viivasta, jota kauempana vähintään 90 % kuljettajista päättää keltaisen syttymishetkellä aina pysähtyä liittymään.

Kuvassa 6 on esitetty esimerkki tulosuunnalle keltaisen syttymishetkellä muodostuvasta valinta-alueesta, kun nopeusrajoitus on 70 km/h ja keltaisen kesto on 5 sekuntia.



Kuva 6. Tulosuunnalle keltaisen syttymishetkellä muodostuva valinta-alue, kun nopeusrajoitus on 70 km/h.

Kun valinta-alueella on keltaisen syttymishetkellä kaksi tai useampia autoja peräkkäin lyhyin aikaväleihin, on peräänajoriski suuri, sillä ajoneuvojen kuljettajien tekemät valinnat saattavat olla erilaisia. Toisaalta jo yksikin valinta-alueella keltaisen syttymishetkellä oleva autoilija lisää risteämisonnettomuusriskiä, koska hän saattaa päättää jatkaa matkaa ja ajaa punaisen valon aikana liittymäalueelle.

Liikenneohjauksissa valoissa voidaan vihreän turvallinen lopetus saada aikaan estämällä vihreän valon päättymisen, jos valinta-alueella on vähintään 1 auto. Valinta-alueelle saapuvat autot havaitaan alueen takarajalle sijoitetulla ajoneuvoilmaisimella, jonka avulla tulosuunnan vihreää pidennetään siten, että auto ehtii pidennyksen turvin valinta-alueen eturajalle (kuvat 6 ja 7). Tätä toimintoa kutsutaan valinta-alueen tyhjennystoiminnoksi ja sillä varmistetaan, ettei tulosuunnan vihreä pääty, jos valinta-alueella on yksikin auto. Jos tulosuunnan vihreän maksimiaika täyttyy, päättyy vihreä ns. hallitsemattomasti, vaikka valinta-alueella olisi useitakin autoja. Tästä syystä tulosuunnan maksimiaika on asetettava niin pitkäksi, että maksimiaika täyttyy hyvin harvoin. Vihreän pidennystä kannattaa tarkentaa (mm. nopeushajonnosta aiheutuvien ongelmien estämiseksi) sijoittamalla toinen ajoneuvoilmaisimien n. 40...55 metriä (= n. 0,6...0,7 x takarajan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta) lähemmäs liittymää kuin valinta-alueen takarajalla oleva ilmaisimien. Kyseisellä ilmaisimella toteutetaan myös keltaisen pituuden ja suoja-ajan säätö, mitä käsitellään tarkemmin luvuissa 4.434 ja 4.435.

Peräänajoriskin kannalta huonoin tilanne syntyy, kun valinta-alueella on samalla kaistalla keltaisen syttymishetkellä kaksi tai useampia autoja hyvin lähekkäin (=autojen väliset aikavälit ovat pieniä). Valinta-alueen tyhjennystoiminto voitaisiinkin em. tilannetta silmälläpitäen toteuttaa myös siten, että vihreän päättymisen estetään, jos "normaalille" valinta-alueelle on juuri saapunut vähintään kaksi autoa, joiden välinen aikaero valinta-alueen takarajalla olevalla ilmaisimella on tiettyä minimiaikaväliä (esim. 1,5 s) pienempi. Sen sijaan yhden auton oleminen "normaalilla" valinta-alueella ei vielä riitä vihreän pidentämiseen. Yksittäistäkin autoa varten on kuitenkin määriteltävä ns. "tiukennettu" valinta-alue, jossa yksikin auto estää vihreän päättymisen. Tästä valinta-alueen jakamisesta kahteen osaan olisi saavutettavissa se hyöty, että vihreän turvallisen lopetuksen edellyttämä aikaväli löytyisi nopeammin kuin "normaalin" valinta-alueen periaattetta käytettäessä. Kun vihreä on jatkunut kauan ja sivusuunnalla on auto odottamassa vihreää, voidaan valinta-alueella pienentää lyhentämällä toiminnosta vastaavien ilmaisimien pidennysaikaväliä, jolloin aikavälin löytymisen todennäköisyys huomattavasti kasvaa.

Taulukon 1 sarakkeessa "normaali" takaraja on esitetty vaihtelualue, sillä toiminnosta vastaavan ilmaisimen sijaintiin vaikuttaa mm. kääntymiskaistojen pituudet (kts. luku 5.3) ja tierakenteen laatu käytettäessä induktiosilmukoita. Jos induktiosilmukkaa ei jostain syystä voida asentaa tierakenteeseen taulukossa 1 esitetuille "normaali-etäisyyksille", on ilmaisimien viettäviä kauemmas liittymästä tai induktiosilmukan sijasta on käytettävä esim. infra-punailmaisinta.

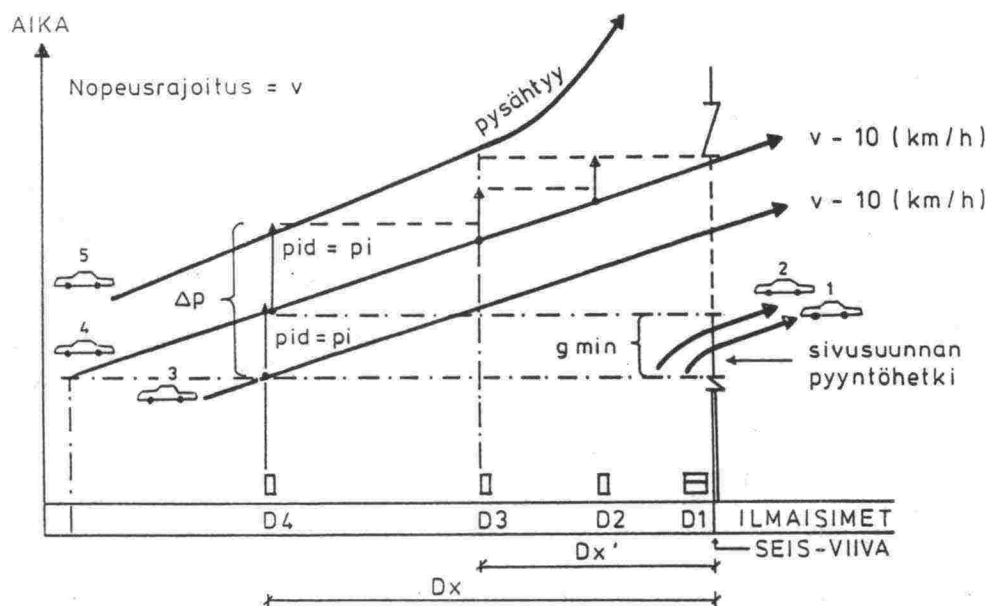
Taulukossa 1 esitetty toiminnallinen "minimitakaraja" tarkoittaa sitä, että esimerkiksi ruuhka-aikoina voidaan valinta-alueita lyhentää "siirtämällä" takarajaa ilmaisuviiheen avulla lähemmäksi liittymää, jotta vihreän turvallisen lopetuksen edellyttämä aikaväli löytyisi riittävällä todennäköisyydellä liikennevirrasta ennen maksimiajan täyttymistä. Minimitakarajan määrittelyssä on huomioitu myös tarvittava hidastuvuus siten, ettei ko. etäisyydeltä tapahtuva pysähtyminen vaatisi vielä liian voimakasta jarrutusta.

4.423 Lyhyen minimivihreän hyödyntäminen - vihreän pidennys yksittäiselle autolle

Lyhyiden minimivihreiden käyttö liikenneohjauksissa valoissa lyhentää kiertoaikaa ja pienentää liikenteen kokonaisviivytystä. Lyhyen minimivihreän käyttöön liittyy eräs ongelma. Minimivihreän ollessa pääsuunnalla alle 6 sekuntia, syntyy silloin tällöin tilanne, jossa vihreän syttymishetkellä lähestyy pääsuunnalla auto liittymää sellaisella etäisyydellä, josta hyvin näkee vihreän syttymisen mutta ei minimivihreän aikana ehdi vihreää pidentävälle ilmaisimelle, koska seis-viivalla olleet 1..2 autoa ovat ehtineet purkautua minimivihreän aikana. Ko. tilanteen liikennepsykologinen ongelma on siinä, ettei vihreän syttymisen näkevä kuljettaja oleta vihreän päättyvän kovinkaan nopeasti. Kuljettaja kokee tällaisen lyhyen vihreän "vilauttamisen" myös ärsyttävänä ja se saattaa aiheuttaa vaaratilanteita silloin, kun kuljettaja ei ole lainkaan varautunut vihreän päättymiseen eikä siten mahdollisesti jatkuvasti seuraa opasteita.

Edellä selostettu ongelma voidaan poistaa, kun estetään vihreän päättymisen, jos minimivihreän aikana tulosuunnalla on tätä ongelmaetäisyyttä lähempänä liittymää yksikin auto. Toimintoa kutsutaan yhden auton pidennystoiminnoksi ja sitä varten tarvitaan ajoneuvoilmaisimien vähintään em. ongelma-etäisyydelle seis-viivasta laskettuna. Toiminto on erityisen tarpeellinen, kun nopeusrajoitus on 60 km/h tai 70 km/h. Toimintoa varten voidaan ottaa käyttöön esim. apuryhmä Xf2, jonka vihreän pidennys osoittaa, että ao. toiminto on aktiivinen. Kun toiminnon maksimitoiminta-aika (= apuryhmän maksimiaika) täyttyy, ei toiminto enää vaikuta tulosuunnan vihreän pidentymiseen ja apuryhmä vaihtuu punaiseksi.

Ongelmatilanne on esitetty kuvassa 8, jonka avulla voidaan määrittää ongelman synnyn estävää toimintoa varten tarvittavan ilmaisimen teoreettinen paikka.



D_x = yksittäisen auton pidennystoiminnon toteuttavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta (m)

$D_{x'}$ = valinta-alueen toiminnosta vastaavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta

$v-10$ = toiminnon mitoitusnopeus (km/h)

g_{min} = tulosuunnan minimivihreä

Δp = vihreän maksimipidennysaika yksittäisen auton pidennystoiminnolla (= toiminnon maksimitoiminta-aika)

Kuva 8. Yhden auton pidennystoiminnon toteutus ja ilmaisimen paikka tulosuunnalla.

Kuvassa 8 käytetyin merkinnöin voidaan toiminnosta vastaavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta määrittää yhtälön (1) avulla.

$$D_x = D_{x'} + g(\min) * ((v-10)/3,6) \quad (1)$$

Nopeusrajoituksen (v) kasvaessa siirtyy toiminnosta vastaava ilmaisim kauemmaksi seis-viivasta. Taulukossa 2 on esitetty yhtälön (1) perusteella lasketut ilmaisimetäisyydet eri nopeusrajoituksilla ja minimivihreän pituuksilla.

Taulukko 2. Yhden auton pidennystoiminnon suositeltava toteutusetaisyys seis-viivasta mitattuna eri nopeusrajoituksilla ja minimivihreillä.

TULOSUUNNAN NOPEUSRAJOITUS (km/h)	VALINTA-ALUEEN ILMAISIMEN SIJAINTI (m)	ILMAISIMEN MINIMIETÄISYYS SEIS-VIIIVASTA (m)				
		Minimivihreän pituus (s)				
		2	3	4	5	6
50	80	105	115	125	135	145
	90	115	125	135	145	155
	100	125	135	145	155	165
60	100	130	140	155	170	185
	110	140	150	165	180	195
	120	150	160	175	190	205
70	120	155	170	185	205	220
	130	165	180	195	215	230
	140	175	190	205	225	240

Tarkasti ottaen toimintoa varten ilmaisimelta otetaan vastaan vihreän pidennysilmaisuja vain tulosuunnan varsinaisen opastinryhmän punakeltaisen ja minimivihreän aikana mutta tulosuunnan tai apuryhmän Xf2 vihreää pidennetään toiminnon avulla tarvittaessa pi sekuntia. Vihreän pidentämiseen hyväksyttävä aikaväli ei saa kuitenkaan olla suurempi kuin vihreän päättymisen edellyttämä aikaväli valinta-alueen tyhjennystoiminnossa. Toiminnon maksimitoiminta-aika ΔP lasketaan yhtälön (2) avulla.

$$\Delta P = ((Dx - Dx') * 3,6 / (v - 10)) + g(\min) \quad (2)$$

Yhden auton pidennystoiminto voidaan yleensä aina toteuttaa saman ilmaisimen avulla kuin jäljempänä selostetut ns. lepotilan esto- ja pääsuunnan vaiheen varaustoiminnot.

4.424 Lepotilan valinta ja sen sujuvan toiminnan varmistaminen

Lepotila määrää opastinryhmän tilan (vihreä tai punainen) silloin, kun millään liittymän opastinryhmällä ei ole vihreän tarvetta.

Ryhmän eri lepotilaohjelmoinnit ovat seuraavat:

- VIHREÄNÄ, jolloin lepotilassa opastinryhmä vaihtuu tai jää vihreäksi.
- ENNALLAAN, jolloin lepotilassa opastinryhmä jää ennalleen joko punaiseksi tai vihreäksi.

- PUNAISENA, jolloin lepotilassa opastinryhmä vaihtuu tai jää punaiseksi.

Opastinryhmäkohtaisista lepotila-asetuksista muodostuu liittymän valo-ohjauksen lepotila.

Yleisimmät liittymän lepotilavaihtoehdot ovat:

- KAIKILLA PUNAINEN lepotila
- VIHREÄN PALAUTUS pääsuunnalle (muut suunnat punaisena)
- PÄÄSUUNTA ENNALLAAN (muut suunnat punaisena)
- VIIMEINEN VAIHE lepotila eli kaikki suunnat jäävät ennalleen

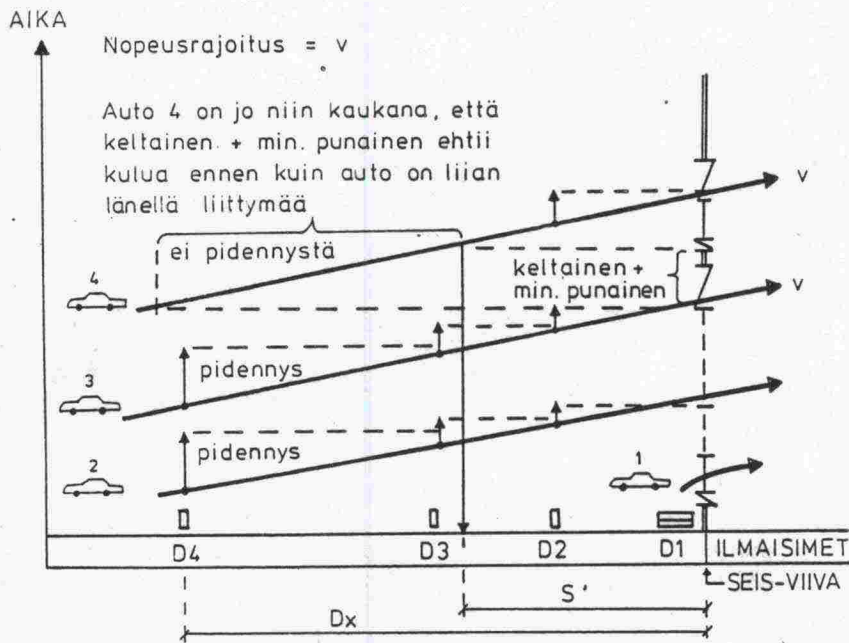
Liikenteen viivytykset ovat pienimmät silloin, kun käytetään kaikilla punainen lepotilaa eli kun kaikki opastinryhmät ovat lepotilassa punaisina. Tämän kokopunaisen lepotilan aikana jokainen tulosuunta pääsee ilmaisusta (tai painonapin pyynnöstä) heti vihreäksi. Yleensä aina kannattaakin pyrkiä käyttämään lepotilana kaikilla punainen, sillä sen käyttö hillitsee yleensä myös ajonopeuksia. Kaikilla punainen lepotilan käyttöön liittyy kuitenkin seuraavat ehdot:

1. Tulosuunnalla on oltava esi-ilmaisoin riittävän etäällä seis-viivasta, jotta lepotilaan siirtyminen ei tapahtuisi "liian herkästi" ja toisaalta ettei valon vaihtuminen punaisesta vihreäksi tapahdu liian lähellä liittymää.
2. Kaikilla tulosuunnilla on oltava sellaiset ilmaisinjärjestelyt, että voidaan olla varmoja, ettei vähäisen liikenteen aikana ajoneuvo voi jäädä ilmaisimen ja seis-viivan väliin odottamaan turhaan vihreää valoa. Edellä selostettu tarkoittaa yleensä sitä, että jokaisella tulosuunnalla tarvitaan ilmaisimen myös seis- viivan tuntumassa.
3. Kaikilla suojateilla on oltava painonapit.

Kun kaikilla punainen lepotilasta siirrytään takaisin aktiiviohjaukseen, on vihreän (punakeltaisen) valon sytyttävä riittävän aikaisin, koska autoilijat tottuvat siihen, että valo ehtii vaihtua heille vihreäksi ja he saattavat tottua ajamaan "sokeasti" liittymään. Autoilijalle on jokaisessa tilanteessa annettava riittävästi aikaa (ja matkaa) pysähtymispäätöksen tekemiseen ja sitä seuraavaan jarrutukseen, jotta valo-ohjaus toimisi turvallisesti.

Liian herkkä lepotilaan siirtyminen tapahtuu, jos tulosuunnan liikennettä ei havaita riittävän kaukaa, ja se aiheuttaa ylimääräistä viivytystä tai jopa pysähdyksiä ajoneuvoliikenteelle. Em. ongelmat voidaan poistaa havaitsemalla liittymää lähestyvä liikenne ilmaisimen avulla tarpeeksi ajoissa ja estämällä valojen vaihtuminen lepotilaan. Toimintoa kutsutaan lepotilan estoksi.

Lepotilan estotoimintoa tarvitaan ensijaisesti pääsuunnalla ja/tai tulosuunnalla, jolla on paljon suoraan menevää liikennettä. Toiminnon tarkoituksena on estää tulosuunnan vihreän päättymisen, jos muilla suunnilla ei ole liikennettä ja ko. tulosuunnalla on autoja sellaisella etäisyydellä liittymästä, että ne joutuisivat hidastamaan voimakkaasti tai pysähtymään liikennevalojen lepotilan toteutuessa. Toiminnon toimintaperiaate on esitetty kuvassa 9.



D_x = lepotilan estotoiminnon toteuttavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta

S' = ns. jarrutusetäisyys eli kohta, jossa kuljettajat "normaalisti" aloittavat jarrutuksen valon ollessa punainen (kts. teksti)

D_2, D_3 = valinta-alueen tyhjennystoiminnon toteuttavat ilmaisimet

Kuva 9. Lepotilan estotoiminnon toteutus.

Lepotilan estotoimintoa varten tarvittavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta määräytyy tulosuunnan nopeusrajoituksen, minimikeltaisen ja -punaisen pituuden sekä asetettujen liikenteen sujuvuustavoitteiden (kun lepotila toteutuu) perusteella. Etäisyys (=Dx) voidaan määrittää seuraavan yhtälön (3) avulla:

$$Dx = v * (T - (v - v')/a) + s' \quad (3)$$

jossa v = pääsuunnan nopeusrajoitus (m/s)
 v' = sujuvuustavoitteen mukaan määrätty miniminopeus, kun punainen vaihtuu punakeltaiseksi lepotilan jälkeen (m/s)
 T = minimikeltainen + minimipunainen (s)
 a = keskimääräinen hidastuvuus "normaalijarrutuksen" aikana = 1,6 m/s²
 s' = jarrutuksen alkamiskohta seis-viivasta mitattuna (m)

Maastossa tehtyjen havaintojen (mm. vt:llä 3 Tampereella) mukaan punaisen valon aikana liittymää lähestyvän henkilöauton kuljettaja aloittaa jarrutuksen 70 km/h alueella noin 120 metrin, 60 km/h alueella noin 90 metrin ja 50 km/h alueella noin 60 metrin etäisyydellä seis-viivasta (= s' yhtälössä 3).

Kun kaikilla punainen lepotila pääsee toteutumaan, voidaan määrittää tietyt liikenteen sujuvuustasot sillä perusteella, kuinka paljon (km/h) autoilijan täytyy hidastaa ajonopeuttaan nopeusrajoituksesta ilman, että hänen täytyisi kuitenkaan tehdä lopullista pysähtymispäätöstä ennenkuin tulosuunnan opastin vaihtuu punakeltaiseksi (taulukko 3).

Taulukko 3. Autoliikenteen sujuvuustason määrittely ohjaustoimintojen suunnittelussa käytettäväksi. Taulukossa määritellyillä sujuvuustasoilla on oleellista merkitystä, kun tarkastellaan valo-ohjauksen toimintaa vähäisen liikenteen aikana.

LIIKENTEEN SUJUJUUSTASO, KUN TULOSUUNNAN OPASTIN ON PUNAISENA AUTON LÄHESTYESSÄ LIIKENNEVALOJA	
LUOKKA	MÄÄRITELMÄ
ERITTÄIN HYVÄ	Auto ei lainkaan joudu hidastamaan nopeusrajoituksen sallimasta nopeudesta
HYVÄ	Auto joutuu enintään hidastamaan nopeuteen nopeusrajoitus - 10 km/h
TYDYTTÄVÄ	Auto joutuu enintään hidastamaan nopeuteen nopeusrajoitus - 20 km/h
MATALA	Auto joutuu hidastamaan niin voimakkaasti, että nopeus laskee nopeusrajoituksesta yli 20 km/h

Lepotilan estotoiminnosta vastaavan ilmaisimen minimietäisyyttä määritettäessä on otettava huomioon se, ettei autoilija välttämättä hidastakaan, koska hän olettaa vihreän valon kuitenkin syttyvän ennenkuin hän on liittymässä ("syttiyhän se edellisellä kerrallakin"). Minimietäisyys (liikenneturvallisuuden kannalta) lasketaan yhtälöä (3) soveltaen seuraavasti:

$$D_x(\text{minimi}) = v * T + s'' \quad (4)$$

jossa s'' = jarrutusmatka nopeudesta v (m)

Taulukossa 4 on esitetty kaikilla punaista lepotilaa käytettäessä vaadittavan lepotilan estotoiminnon toteuttavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta asetettujen liikenteen sujuvuustavoitteiden, nopeusrajoituksen ja minimikeltaisen funktiona. Taulukossa 4 esitetyt eivät koske kääntyvän liikenteen ohjausta muulloin kuin siinä tapauksessa, että ko. kääntyvä liikennevirta on yksi liittymän päävirroista.

Taulukko 4. Lepotilan estotoiminnon toteutusetaisyys (= ilmaisimen etäisyys seis-viivasta) sujuvuustavoitteiden, nopeusrajoituksen ja minimikeltaisen funktiona.

TULOSUUNNAN LIIKENTEEN SUJUVUUSTASO (vrt. taulukko 3)	LEPOTILAN ESTOTOIMINNON TOTEUTUSETÄISYYS SEIS-VIIIVASTA MITATTUNA (m)				
	Tulosuunnan nopeusrajoitus (km/h)				
	50	60		70	
		KK	MK	KK	MK
ERITTÄIN HYVÄ	> 130	> 190	> 170	> 255	> 215
HYVÄ	110-130	160-190	150-170	220-255	190-215
TYDYDYTTÄVÄ	90-110	140-160	120-150	190-220	150-190
MINIMI	80	125	110	130	170

KK = keltainen on kiinteän mittainen eli 4 s (v=60) tai 5 s (v=70)
 MK = muuttuva keltainen on käytössä eli keltaisen minimi on 3 s (v=60, v=70)

Kun kaikilla punainen lepotilaa ei voida käyttää (ilmaisimia ei saada riittävän kauas tai esim. pääsuunnan suuntaisille suojateille ei haluta painonappeja), niin silloin kannattaa lepotilaksi yleensä valita joko pääsuunta ennallaan ja muut suunnat punaisina tai viimeinen vaihe lepotilaa. Viimeinen vaihe lepotilana on joustavampi kuin vihreän palautus pääsuunnalle liittymässä, joissa kaikki tulosuunnat ovat liikenteellisesti lähes samanarvoisia.

Kun autoliikennettä ohjaava opastinryhmä on lepotilassa punaisena ja jokin (jotkut) sen konfliktiryhmistä on saman-aikaisesti vihreänä, on punaisena olevan tulosuunnan vihreää pyytävä ilmaisain sijoitettava niin etäälle seis-viivasta, että mitoittava suoja-aika ja minimipunainen ehtivät kulua ennenkuin auto on normaalin jarrutusmatkan päässä liittymästä. Tämä ilmaisinetäisyys voidaan laskea edellä määritellyllä yhtälöllä (4). Usein tämä vaatimus johtaa siihen, että sivusuunnalla (mitoittava suoja-aika on pidempi kuin keltainen + minimipunainen) ilmaisain pitää sijoittaa kauemmaksi kuin siinä tapauksessa, että lepotilana käytettäisiin kaikilla punainen.

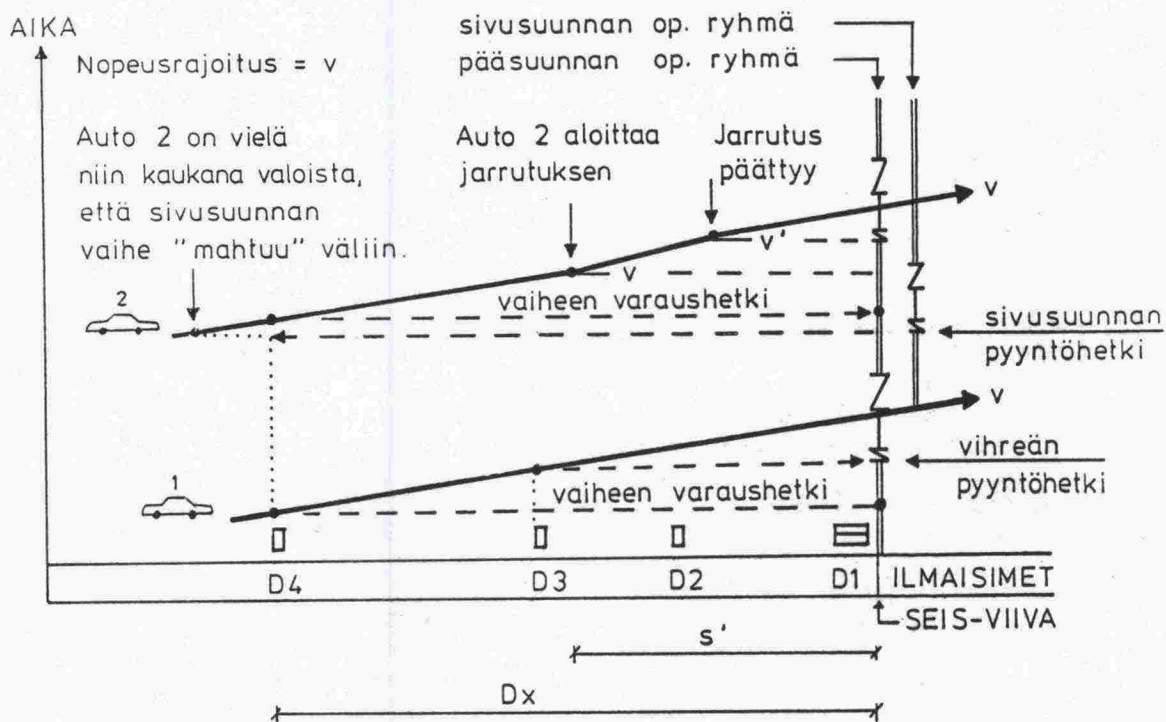
4.43 Sujuvuustoiminnot

4.431 Pääsuunnan vaiheen varaus

Pääsuunnan liikenteen sujuvuuden kannalta on sitä parempi mitä aikaisemmin koje havaitsee (eli mitä kauempana liittymästä vihreää pyytävä ilmaisain sijaitsee), onko pääsuunnalla liikennettä, koska silloin sivusuunnan vihreän päättäminen voi alkaa aikaisemmin.

Pääsuunnan vaiheen varaus toiminnolla on oleellista merkitystä pääsuunnan liikenteen sujuvuuteen vähäisen liikenteen aikana. Valo-ohjauksen ollessa lepotilassa pääsuunnan vaihe on järkevää "varata" sellaiselta etäisyydeltä, että pääsuunnan ajoneuvo ei joudu hidastamaan liikaa, vaikka minimipituinen sivusuunnan vaihe käynnistyisikin juuri ennenkuin pääsuunnan auto saapuu ensimmäiselle vihreää pyytävälle ilmaisimelle. Vaikka vihreä on varattava melko kaukaa, tulee pääsuunnan vihreä pääsääntöisesti sytyttää vasta, kun auto saapuu valinta-alueelle. Tilannetta on havainnollistettu kuvassa 10. Korostettakoon, että vaikka toimintoa kutsutaan pääsuunnan vaiheen varaukseksi, toimivat pääsuunnan vastakkaisia tulosuuntia ohjaavat opastinryhmät kyseisen toiminnon osalta itsenäisesti.

Kun pääsuunnan vaihe on varattu, on sivusuunnan autoilijan kannalta oleellista tilanne, kun hän saapuu punaisen valon palaessa seis-viivan kohdalle. Jos kyseisessä tilanteessa sivusuunnan autoilija näkee pääsuunnalla liittymää lähestyvän auton olevan kriittistä aikaväliä vastaavaa etäisyyttä lähempänä, hän todennäköisesti kokee aiheutuvan viivytyksen "hyväksyttävänä". Em. tilannetta on havainnollistettu kuvassa 11.

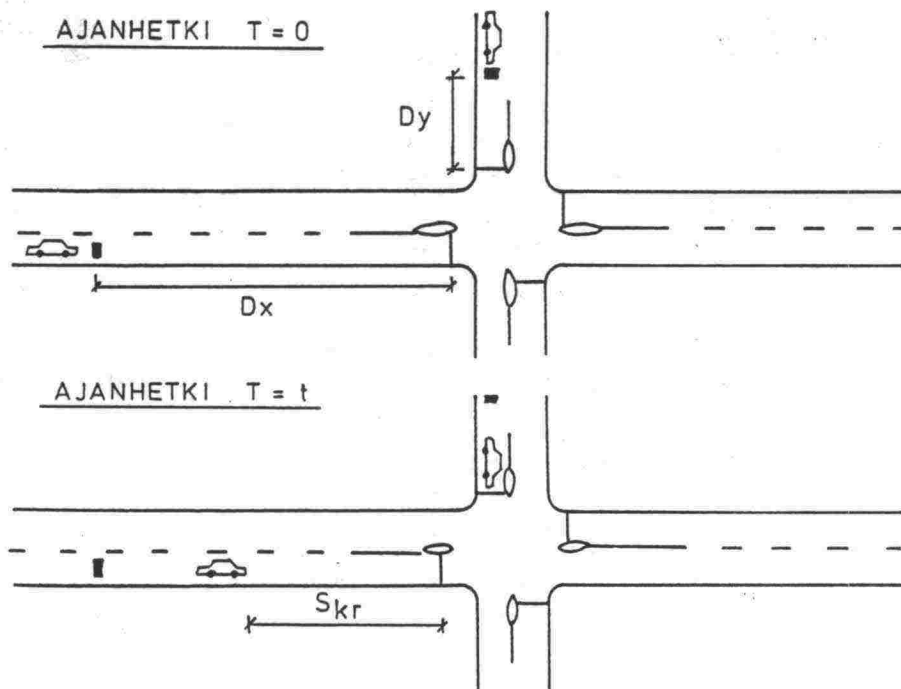


Dx = pääsuunnan vaiheen varaustoiminnosta vastaavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta

s' = ns. jarrusetäisyys eli kohta, jossa kuljettajat "normaalisti" aloittavat jarrutuksen valon ollessa punainen

v' = sujuvuustavoitteen (kts taulukko 3) mukaan määrätty miniminopeus hetkellä, jolloin punakeltainen syttyy

Kuva 10. Pääsuunnan vaiheen varaustoiminnon tarve ja toteutetäisyys pääsuunnan liikenteen kannalta.



D_x = pääsuunnan vaiheen varaustoiminnosta vastaavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta

D_y = sivusuunnan kauimmaisen pyyntöilmaisimen etäisyys seis-viivasta

$S_{kr} = v \cdot t_{kr}$, jossa $\left\{ \begin{array}{l} v = \text{pääsuunnan nop. rajoitus} \\ t_{kr} = \text{kriittinen aikaväli} \end{array} \right.$

Kuva 11. Pääsuunnan varaustoiminnon maksimitoteutusetäisyys sivusuunnan autoilijan kannalta.

Pääsuunnan varaustoiminnon toteuttavan ilmaisimen etäisyyttä valittaessa pitää pyrkiä siihen, että molemmat edellä esitetyt kriteerit toteutuvat.

Pääsuunnan liikenteen kannalta toiminnosta vastaavan ilmaisimen etäisyys voidaan laskea jo kohdassa 4.424 esitetyn yhtälön (3) avulla:

$$D_x = v \cdot (T - (v - v')/a) + s' \quad (3)$$

jossa T = sivusuunnan vaiheen minimikesto suoja-ajat mukaanlukien - pääsuunnan punakeltaisen kesto (= normaalisti 10 - 15 s)

Yhtälössä (3) tarvittava nopeus v' , joka määrätään yksittäiselle autolle vähäisen liikenteen aikana asetettavien sujuvuustavoitteiden perusteella, on määritetty taulukossa 3.

Kuvan 11 perusteella sivusuunnan autoilija hyväksyy odotuksen, kun pääsuunnan varaus toteutuu enintään yhtälöllä (5) lasketulta etäisyydeltä:

$$D_x(\text{maksimi}) = v * (t + t_{kr})/3,6 \quad (5)$$

jossa v = pääsuunnan nopeusrajoitus (km/h)
 t = aika, joka sivusuunnan autolta kuluu ajoon esi-ilmaisimelta seis-viivalle (jarrutus huomioiden)
 t_{kr} = kriittinen aikaväli (s)

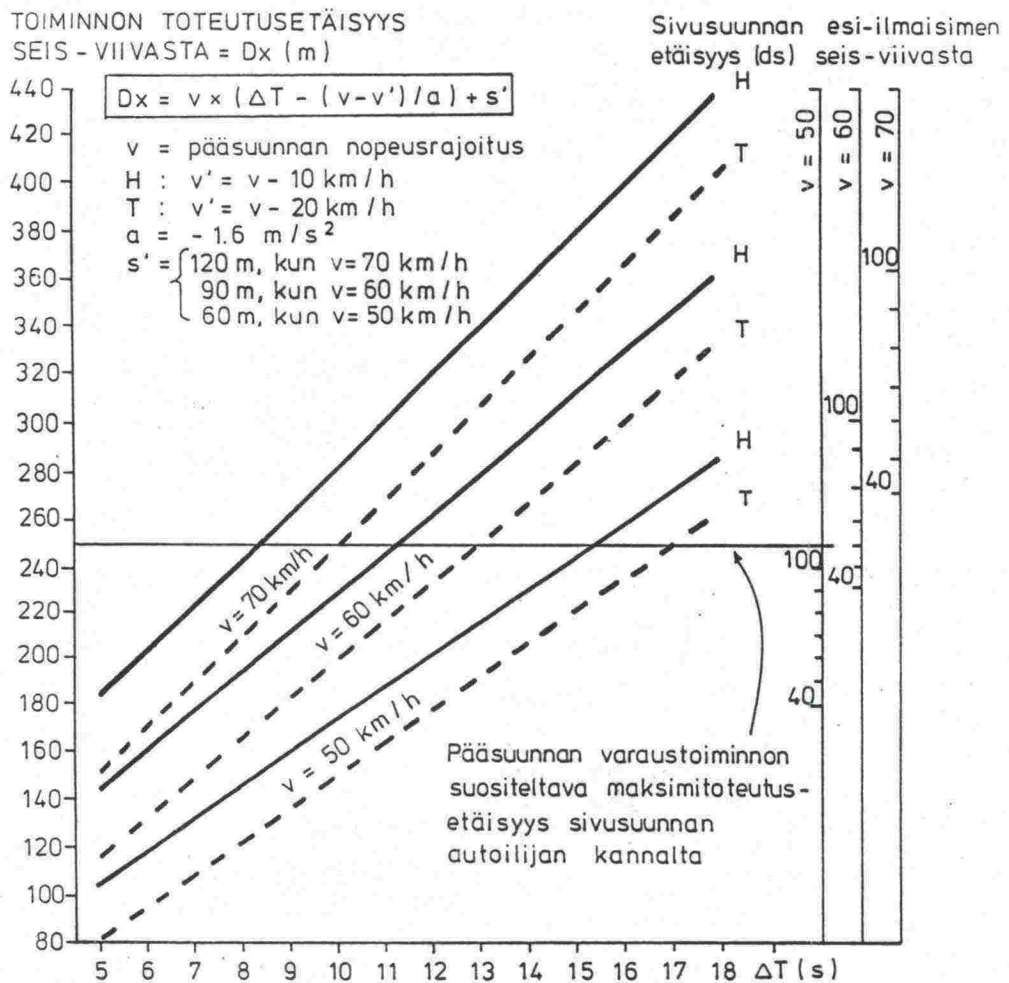
= 5,9 s, kun $v = 50$ km/h
 6,4 s, kun $v = 60$ km/h
 6,8 s, kun $v = 70$ km/h

Yhtälön (5) käyttö perustuu oletukseen, että sivusuunnalla on ainakin yksi esi-ilmaisimien valinta-alueen tyhjennystoimintoa varten. Taulukossa 5 on esitetty yhtälön (5) perusteella lasketut pääsuunnan varaustoiminnon maksimietäisyys, kun sivusuunnalla vihreää pyytävä esi-ilmaisimien on 40...100 m etäisyydellä seis-viivasta.

Taulukko 5. Pääsuunnan varaustoiminnon maksimietäisyys sivusuunnan ilmaisimien etäisyyden funktiona.

SIVUSUUNNAN KAUIMMAISEN ESI-ILMAISIMEN ETÄISYYS SEIS- VIIIVASTA (m)	PÄÄSUUNNAN VARAUSTOIMINNON SUOSITELTAVA MAKSIMITOTEUTUSETÄISYYS SEIS-VIIIVASTA (m)		
	Pääsuunnan nopeusrajoitus (km/h)		
	50	60	70
40	180	230	270
50	190	240	285
60	200	250	300
70	210	260	315
80	220	275	330
90	230	290	345
100	240	300	360

Kuvassa 12 on esitetty yhtälöiden (3) ja (5) perusteella lasketut pääsuunnan varaustoiminnon toteutusetaisyys (=ilmaisimen paikka) sivusuunnan vaiheen minimikeston ja pääsuunnan liikenteen sujuvuustavoitteiden funktiona. Kuvan 12 käyrästä voidaan käyttää myös lepotilan estotoiminnon toteutusetaisyyden määrittämiseen, jolloin ΔT on minimikeltaisen ja minimipunaisen summa.



H = kun pääsuunnan varaus tehdään vähintään ko. etäisyydeltä, aikaansaadaan hyvä pääsuunnan liikenteen sujuvuus (kts taulukko 3)

T = kun pääsuunnan varaus tehdään vähintään ko. etäisyydeltä, aikaansaadaan tyydyttävä pääsuunnan liikenteen sujuvuus (kts taulukko 3)

ΔT = sivusuunnan minimivaihe suoja-aikoiheen - (pääsuunnan ryhmän punakeltainen) tai lepotilan (keltainen+minimipunainen) minimikesto

s = jarrituksen alkamiskohta, kun autoilija lähestyy liittymää punaisen valon palaessa

Kuva 12. Pääsuunnan varaustoiminnon (ja/tai lepotilan esto-toiminnon) toteuttavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta.

4.432 Vihreän aikana saapuvien autojonojen suosinta

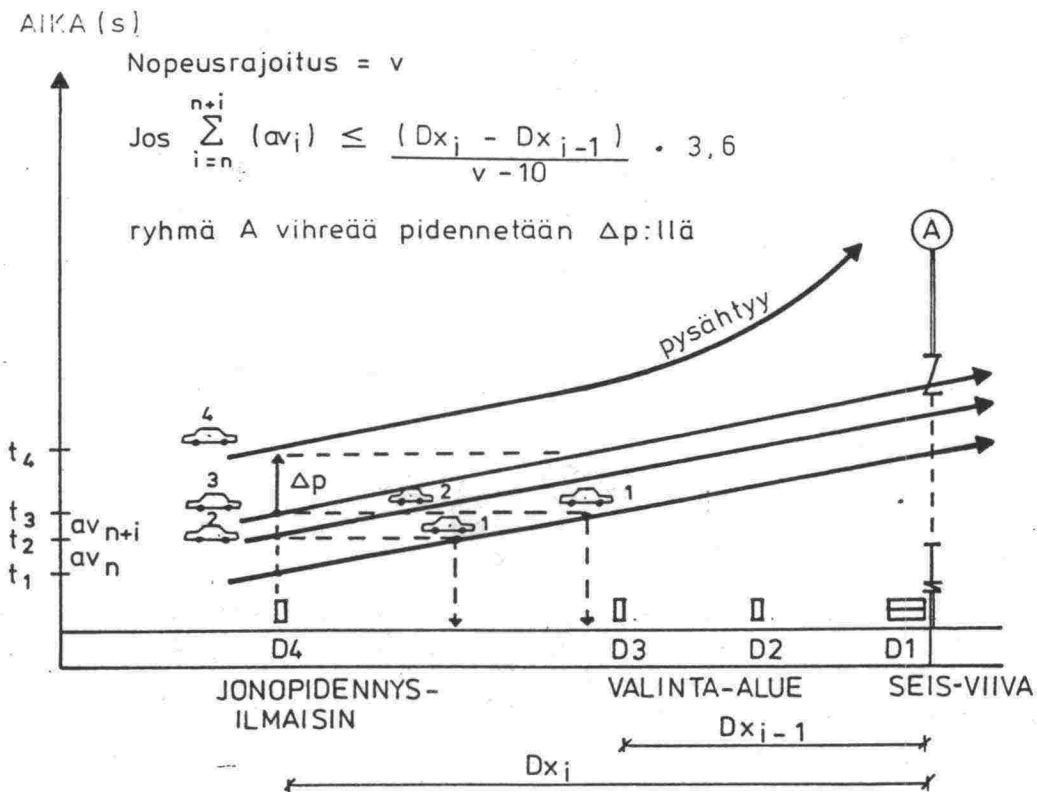
Erillisohjatuissa liikennevaloissa, joita ei ole kytketty vihreään aaltoon, muodostuu pelkkiä minimitoimintoja käytettäessä ongelmalliseksi tilanne, jossa autojono lähestyy liikennevaloja vihreän aikana (ja yhden auton pidennystoiminto on jo pois päältä) valinta-alueen ulkopuolella. Tällöin yksikin sivusuunnan auto pääsee katkaisemaan pääsuunnan vihreän ja aiheuttaa sen, että jono joutuu pysähtymään liikennevaloihin, koska ohjaus ei ole huomionnut jonoa. Tällaiset tilanteet täytyisi estää ainakin pääväylillä ja väylillä, joilla on useita peräkkäisiä erillisohjauksisia liikennevaloliittymiä.

Liikennevaloja vihreän aikana lähestyvien autojonojen havaitsemiseksi tarvitaan vähintään yksi ilmaisin noin 100...150 m etäisyydelle valinta-alueen tyhjennystoiminnon toteuttavasta ilmaisimesta. Hyvä ratkaisu on käyttää jonojen havaitsemiseen samaa ilmaisinta, joka tarvitaan edellisessä luvussa esitetyn pääsuunnan varaustoiminnon toteuttamiseksi. Tulosuunnan osaa valinta-alueen tyhjennystoiminnon toteuttavan ilmaisimen ja jonojen havaitsemiseen käytetyn ilmaisimen välillä kutsutaan jonoalueeksi.

Toimintoa, jonka avulla tulosuunnan vihreän päättyminen estetään, kun jonoalueella on tetyt jonokriteerit täyttävä autojono, kutsutaan jonopidennystoiminnoksi. Toiminnon avulla tulosuunnan vihreää pidennetään siten, että jonon viimeinen auto aina ehtii valinta-alueen tyhjennystoiminnosta vastaavalle ilmaisimelle. Toiminnolle täytyy asettaa tietty maksimiaika (josta tarkemmin kohdassa 4.44), jotta tulosuunnan vihreä ei venyisi liian pitkäksi. Kun toiminnon maksimiaika täyttyy, ei jonoalueella olevia autojonoja enää huomioida vihreän pidentämisessä, vaan vihreän turvallinen lopetushetki etsitään valinta-alueen tyhjennystoiminnon avulla.

Liikennevirran yleisen teorian mukaan autojono on vähintään kahden ajoneuvon ryhmä, jossa ajoneuvojen aikaero tarkkailupisteessä (=tässä tapauksessa jonoilmaisimella) on enintään 5 sekuntia ja nopeusero mittausvälillä pienempi kuin 10 km/h. Liikennevalojen yhteydessä riittää, kun tarkastellaan ajoneuvojen välistä aikaeroa. Jonopidennystoiminnon kannalta em. 5 sekunnin aikavälikriteeri pidentää käytännön kokemusten mukaan tulosuunnan vihreän liian pitkäksi ja kasvattaa kiertoaikaa liian herkästi. Viimeaikaisissa sovellutuksissa onkin käytetty "minimijonona" 3 autoa, mikä tarkoittaa, että jonoilmaisimella tutkitaan 2 peräkkäistä aikaväliä ja niiden summaa. Kolmen auton ryhmä hyväksytään jonoksi, kun 1. ja 2. auton sekä 2. ja 3. auton välisten aikavälien summa on enintään 4...7 sekuntia. Käytännössä jonopidennystoiminto toteutetaan ilmaisimelta, jonka etäisyys seis-viivasta on määräytynyt muiden edellä selostettujen ohjaustoimintojen perusteella, joten jonokriteerinä käytettävän aikavälien summan maksimiarvo määräytyy valinta-alueen ilmaisimen ja jonoilmaisimen välisestä etäisyydestä. Aikavälien summan on oltava pienempi kuin

jonoalueen pituus jaettuna mitoitusnopeudella (= nopeusrajoitus - 10 km/h), jotta toiminnolla olisi merkitystä tulosuunnan vihreän pidennyksen kannalta. Koska kaksikaistaisella tulosuunnalla jonopidennysilmaisoin on yleensä kahden kaistan levyinen, on ilmaisimelta saatavien pulssien määrä useimmiten hieman todellista liikennemäärää pienempi. Tästä syystä kaksikaistaisilla tulosuunnilla voidaan ilmaisinvirheen kompensoimiseksi käyttää tavallista suurempaa aikavälien summa-arvoa. Jonopidennystoiminnon periaatetta ja toteutusta on havainnollistettu kuvassa 13.



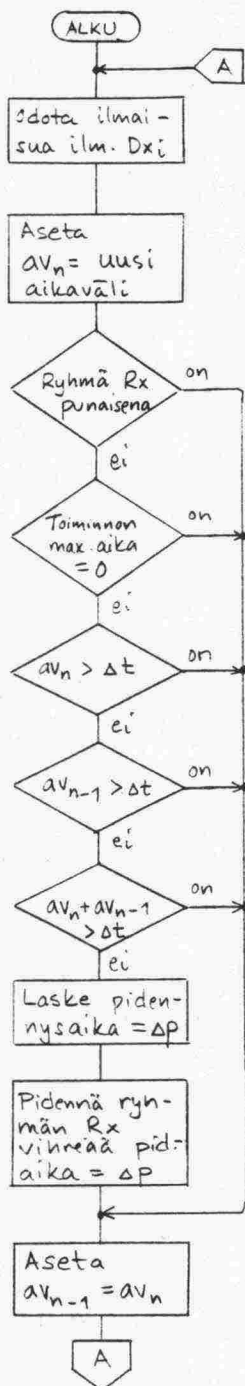
Kuva 13. Jonopidennystoiminnon periaate.

Jonopidennystoiminnolla annettava vihreän pidennys mitoiteetaan siten, että jonon viimeinen auto ehtii sen tai edellä olevien autojen seuraavalta ilmaisimelta (=yleensä valinta-alueen ilmaisoin) aiheuttamien pidennysten turvin seuraavalle ilmaisimelle. Yksinkertaisinta on mitoittaa vihreän pidennysaika jonon 3. autolle seuraavasti:

$$\text{Pidennysaika (s)} = Iv \cdot 3,6 / (v - 10) \quad (6)$$

kun v = tulosuunnan nopeusrajoitus (km/h)
 Iv = ilmaisinväli $Dx_i - Dx_{i-1}$ (kts. kuva 12)

Jonopidennystoiminnon algoritmi on esitetty vuokaaviona kuvassa 14.



Tämä testi käynnistyy jonopidennysilmaisimelta saadusta ilmaisuista.

Jos ryhmä Rx on punaisena, ei vihreän pidennystarvetta ole.

Jos jonopidennystoiminnon maksimiaika on ylittynyt, toiminto ei enää saa pidentää tulosuunnan vihreää.

Autojen n-1 ja n välinen aikaväli on "liian" suuri. Auto n on mahdollisesti jonon 1. auto.

Autojen n-2 ja n-1 välinen aikaväli on ollut "liian" suuri. Auto n on mahdollisesti jonon 2. auto.

Testataan, toteuttaako kahden peräkkäisen aikavälin summa (jonokriteeri = 3 autoa) asetetut kriteerit.

$$p = \text{vakio} - (av_n + av_{n-1})$$

Vakion arvo riippuu ilmaisinvälistä (valinta-alueen ilmaisin - jonoilmaisin) ja nopeusrajoituksesta ja sen arvo voidaan laskea esim. seuraavasti:

$$\text{Vakio} = \frac{(Dx_1 - Dx_{1-1}) * 3,6}{\text{nop.raj.} - 10}$$

(kts. myös kuva 13)

Kuva 14. Kolmen auton jonopidennystoiminnon kuvaus vuokaavion avulla.

Tulosuunnan liikennemäärän lisääntyessä lyhyiden aikavälien osuus liikennevirrassa lisääntyy ja jonoja esiintyy useammin ja ne ovat pidempiä. Tästä syystä jonopidennystoiminnon maksimitoiminta-aika on ruuhkaohjelmassa asetettava lyhyemmäksi kuin vähäisen liikenteen ohjelmassa tai jonokriteerejä on tiukennettava, jotta tulosuunnan vihreä ei pidentyisi liian herkästi maksimiaikaansa. Käytännössä on usein yksinkertaisinta ohjelmoida jonopidennystoiminnolle kaksi maksimiaikaa, joiden toiminta-ajat määritetään aluksi esim. poikkileikkauslaskentojen avulla ja tarkennetaan liikennevalojen käyttöä jalkojen jälkeen maastossa.

4.433 Raskaan liikenteen suosinta

Raskaalle liikenteelle (= rekat, kuorma-autot ja bussit) liikennevaloihin pysähtymisestä on suhteessa enemmän haittaa kuin henkilöautoliikenteelle, koska raskaiden autojen jarrutusmatkat ovat pidempiä ja kiihdytys takaisin väylänopeuteen vaatii huomattavasti enemmän aikaa kuin henkilöautoilla. Lisäksi liikennevaloihin pysähtynyt raskas auto aiheuttaa viivytystä myös muulle ajoneuvo-liikenteelle. Raskaiden autojen suosintaa niiden pysähdysten vähentämiseksi tulisi pyrkiä käyttämään ainakin sellaisissa liikennevaloliittymissä, joissa on paljon raskasta liikennettä (> 12...15 %) ja/tai joissa on suhteellisen suuret pituuskaltevuudet liittymässä ja sen lähialueella.

Raskaiden autojen suosintaa voidaan tehdä mm. seuraavasti:

- Punaisen lepotilan aikana liittymää lähestyvä raskas auto varaa tulosuunnan vaiheen niin kaukaa, että lyhyt sivusuunnan vaihe ei vielä aiheuta raskaan auton pysähtymistä liikennevaloihin. Etäisyys laskeaan kuten pääsuunnan varaustoiminnon yhteydessä. Yhtälössä (3) on huomioitava se, että raskaat autot aloittavat jarrutuksen henkilöautoja aikaisemmin (s' on suurempi) ja niiden hidastuvuus (a) on pienempi.
- Vihreän aikana liittymää lähestyvä yksittäinenkin raskas auto pystyy pidentämään vihreää vähintään jonopidennysilmaisimelta tai pääsuunnan varausilmaisimelta.
- Sivusuunnan vaiheen aikana pääsuunnalla liittymää lähestyvä raskas auto pakottaa sivusuunnan vaiheen punaiseksi 6...8 sekunnin liikenneohjatun lopetusviiveen kautta. Raskaat autot havaitseva ilmaisipari on oltava niin kaukana, että lopetusviive ja suoja-aika ehtii kulua ennenkuin raskas auto on liian lähellä liittymää. Ilmaisinetäisyyden laskemiseen voidaan käyttää yhtälöä (3).

Taulukossa 6 on esitetty raskaan liikenteen etuisuuden toteutukseen tarvittavan ilmaisinarin (ilmaisimien väli on 8 m) suositeltava etäisyys seis-viivasta nopeusrajoituksen funktiona. Raskaat ajoneuvot on 2-kaistaisella tulosuunnalla havaittava kaistoittain. Etuisuus voidaan myös toteuttaa vain reunakaistaa käyttävälle tai tietyn vähimmäisnopeuden (esim. nopeusrajoitus - 10...15 km/h) ylittävälle raskaalle liikenteelle.

Raskaan liikenteen etuisuustoiminnon maksimiaika voi olla jopa yhtä pitkä kuin tulosuunnan varsinainen maksimiaika. Tällöin on kuitenkin toiminto toteutettava siten, että siitä vastaavat ilmaisimet eivät pidennä tulosuunnan vihreää, jos maksimiaikaa on jäljellä vähemmän kuin ajoaika ko. ilmaisimelta seis-viivan tuntumaan.

Taulukko 6. Raskaan liikenteen etuisuuden toteutus-
etäisyys nopeusrajoituksen ja sujuvuus-
tavoitteen funktiona.

RASKAAN LIIKENTEEN TAVOITTEELLINEN SUJUVUUSTASO	SIVUSUUNNAN MINIMIVAIHE (s)	ETUISUUDEN TOTEUTUSETÄISYYS SEIS-VIIVASTA MITATTUNA (m)		
		Pääsuunnan nopeusrajoitus (km/h)		
		50	60	70
HYVÄ	12	170	210	250
	18	230	290	350
TYYYDYTTÄVÄ	12	140	170	210
	18	200	250	300

- Sivusuunnan minimivaiheeseen sisältyy myös suoja-ajat
- Väliarvot interpoloidaan
- Lähtökohtana on kaikilla punainen lepotila
- Hyvään sujuvuustasoon tulisi harkinnan mukaan pyrkiä, kun
 1. Raskaiden autojen osuus > 15 %
 2. Liittymän kohdalla on suuri pituuskaltevuus

Raskaiden autojen etuisuustoiminnot voivat olla toiminnassa aina silloin kun liikennevalot ovat toiminnassa tai ne voivat olla toiminnassa vain niinä vuorokaudenaikoina, jolloin raskasta liikennettä on paljon.

4.434 Keltaisen opastinkuvan pituuden säätö - ns. muuttuva keltainen

Toiminnon avulla säädellään keltaisen opastinkuvan pituutta 60 km/h- väylällä 3...4 sekunnin välillä ja 70 km/h- väylällä 3...5 sekunnin välillä.

Keltainen opastinkuva on perinteisesti ollut kiinteän mittainen ja sen pituus on määräytynyt tulosuunnan nopeusrajoituksen mukaan, siten ettei valo-ohjauksiselle tulosuunnalle synny ns. ongelma-alueita. Ongelma-alueella keltaisen syttymishetkellä oleva auto ei ehdi keltaisen valon aikana pysähtyä ennen liittymää mutta ei toisaalta ehdi keltaisen valon aikana seis-viivan ohikaan.

Valinta-alueen tyhjennystoiminnon avulla kuitenkin etsitään sellainen vihreän päättämishetki, ettei ongelma-alueella ole autoja keltaisen syttymishetkellä. Tällöin on turha näyttää maksimimittaista keltaista opastinkuvaa (esim. 5 sekuntia 70 km/h-väylällä), koska se pidentää myös vaihto-aikoja ja kiertoaikaa, vaan voidaan näyttää 3 sekunnin minimikeltainen.

Minimikeltaista (= 3 s) voidaan 60...70 km/h väylillä näyttää autoilijoille, jotka ovat tai ovat olleet keltaisen syttymishetkellä selvästi valinta-alueenkin ulkopuolella.

Muuttuva keltainen toteutetaan käyttämällä hyväksi toista valinta-alueen tyhjennystoimintoon käytettävää ilmaisinta siten, että tulosuunnan varsinaisen opastinryhmän keltaisen 3 ensimmäisen sekunnin aikana ko. ilmaisimelta tulleet ilmaisut pidentävät tulosuunnan keltaista. Toiminnosta vastaavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta on esitetty taulukossa 7. Jos auto ei ehdi ilmaisimelle kiinteän minimikeltaisen aikana, on erittäin todennäköistä, että kuljettaja on päättänyt pysähtyä liittymään ja on jo jarruttamassa.

Toiminnosta vastaava ilmaisim on oltava varmatoiminen ja sen on vähintään 95 % varmuudella ilmaistava kaikki ajoneuvot. Jos ilmaisinta ei jostain syystä saada toimimaan riittävän luotettavasti on muuttuva keltainen -toiminnosta luovuttava.

Taulukko 7. Muuttuva keltainen -toiminnosta vastaavan ilmaisimen etäisyys seis-viivasta valinta-alueen takarajalla olevan ilmaisimen funktiona.

VALINTA-ALUEEN TAKARAJAN ETÄISYYS SEIS-VIIIVASTA (m)	MUUTTUVA KELTAINEN -TOIMINNOSTA VASTAAVAN ILMAISIMEN ETÄISYYS SEIS-VIIIVASTA (m)	
	Tulosuunnan nopeusrajoitus (km/h)	
	60	70
100	55	-
110	65	-
120	75	65
130	-	75
140	-	85

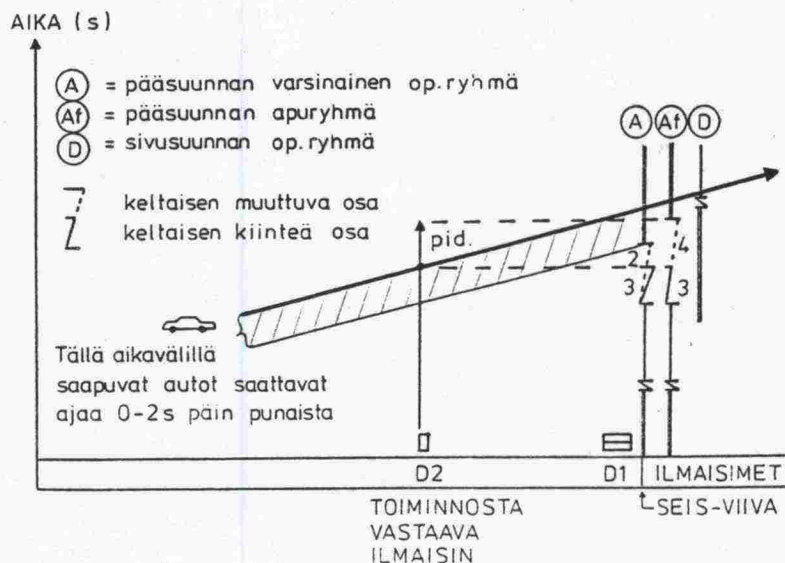
Jos tulosuunnan maksimiaika täyttyy tai se jostain syystä nollataan, esiintyy keltainen aina maksimipituisena.

Muuttuvan keltaisen käyttö lyhentää pääsuunnan vaiheen jälkeisiä suoja-aikoja, minkä ansiosta mm. kaikilla punainen lepotilan estotoiminnon ja raskaan liikenteen etuisuustoimintoja varten tarvittavat ilmaisimet voivat sijaita lähempänä liittymää kuin normaalitapauksessa.

4.435 Suoja-ajan pituuden säätö

Toiminto liittyy läheisesti edellä esitettyyn keltaisen ajan pituuden säätöön. Toiminnolla suoja-aikaa pidennetään liikenneohjauksisesti tietyissä liikenneturvallisuuden kannalta vaarallisissa tilanteissa ja sitä voidaan käyttää periaatteessa jokaisella tulosuunnalla. Toiminnon avulla suoja-aikaa pidennetään vain, kun se on tarpeellista, eikä suoja-aikoja näin ollen tarvitse mitoitaa "ylipitkiksi".

Pääsuunnan vaiheen jälkeistä suoja-aikaa pidennetään samalla ilmaisimella kuin keltaistakin silloin, kun ilmaisu saadaan tulosuunnan keltaisen 3 ensimmäisen sekunnin aikana. Näin ollen suoja-ajan pituus voi vaihdella lasketusta arvosta joko 2 sekuntia alaspäin (keltainen on tällöin 3 s) tai 2 sekuntia ylöspäin. Toiminnon tarpeellisuus perustuu useissa tutkimuksissa saatuihin tuloksiin, että tietoinen päin punaista ajo on selvästi yleisintä punaisen opastinkuvan 2 ensimmäisen sekunnin aikana. Toiminnon eräs toteutustapa apuryhmän avulla on esitetty kuvassa 15.



Kuva 15. Suoja-ajan pidennystoiminnon toteutus apuryhmän avulla.

Jos tulosuunnan vihreän maksimiaika täyttyy tai se jostain syystä nollataan, esiintyy pääsuunnan jälkeinen suoja-aika tällöin maksimipituusena.

Sekavaiheella ohjattavan ja usein ruuhkautuvan sivusuunnan, jälkeistä suoja-aikaa saattaa olla tarpeellista pidentää liikenneohjauksisesta ilmaisimen avulla. Tällöin ilmaisimien sijoitetaan joko ajosuunnassa seis-viivan jälkeen tai liittymäalueen keskelle. Ilmaisimien pidentää suoja-aikaa, jolle on asetettava kuitenkin tietty maksimipituus, ilmaisimista, jotka tapahtuvat tulosuunnan punaisen aikana ja ennenkuin pääsuunnan punakeltainen on syttynyt.

4.436 Muut erikoistoiminnot

Muita liikennevaloissa käytettäviä erikoistoimintoja ovat joukkoliikenteen (=bussit ja raitiovaunut) etuisuudet ja ns. optimointialgoritmit.

Liikennevaloissa joukkoliikenteen etuisuuksia tarvitaan kaupungeissa, kun joukkoliikennettä (=bussit ja raitiovaunut) on paljon ja kun kaupungin harjoittama liikennepolitiikka niin vaatii.

Joukkoliikenteen etuisuus voidaan liikennevaloissa toteuttaa passiivisesti tai aktiivisesti.

Passiivinen etuisuus tarkoittaa sitä, että yhteenkytkettyjen valojen ajoitus suunnitellaan joukkoliikenteen ajorytmiä silmällä pitäen. Tällöin etuisuus toteutuu joukkoliikenteen määrästä riippumatta.

Aktiivinen eli liikenneohjauksinen etuisuus tarkoittaa sitä, että liittymää lähestyvät bussit ja/tai raitiovaunut havaitaan ilmaisimien avulla. Etuisuus toteutuu tällöin vain, kun joukkoliikenne sitä todella tarvitsee.

Aktiivista etuisuutta voidaan käyttää erillisohjauksisissa ja yhteenkytketyissä liikennevaloissa.

Yleisimmät liikenneohjauksiset joukkoliikenne-etuisuudet liikennevaloissa ovat (Sane K., 1986):

- vihreän aiennus
- vihreän pidennys
- ylimääräinen joukkoliikennevaihe
- kierron nopeutus
- välitön etuisuus

Joukkoliikenteen etuisuuksien suunnittelussa ja ohjelmoinneissa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- valojen ohjaustapa
- etuisuusmuoto
- ilmaisimien määrä ja sijainti

- joukkoliikenteen kaista
- pysäkin sijoitus
- etuisuuden toteutuksen seuranta

Joukkoliikenteen etuisuuksien ohjelmointi on oltava riittävästi erillään valo-ohjauksen normaalitoiminnan ohjelmoinneista. Etuisuustoiminnot on oltava helposti lisättävissä/poistettavissa liittymän valo-ohjaukseen/-sta, jotta mahdolliset virhetoiminnot ja -ohjelmoinnit etuisuuksien toteutuksessa eivät estä valo-ohjauksen normaalitoimintaa.

Joukkoliikenteen etuisuuksien suunnittelua on selostettu tarkemmin mm. seuraavissa julkaisuissa:

- Bång K-L., Bussprioritering i trafiksignaler, TFK rapport 1987:3.
- Sane K., Joukkoliikenteen etuisuuksien toteuttaminen, Inskon julkaisu 2 - 86.
- Sane K., Bussprioritering, NVF Utskott 51; Trafiksignaler samt variabla vägmärker och skyltar, 29. - 30.8.1985.

Kun pääväylän liittymän valo-ohjauksessa käytetään raskaan liikenteen etuisuutta (kts. kohta 4.433), saavat myös linja-autot etuisuuden, sillä niiden pituus on yli 8 metriä.

Optimointialgoritmien avulla pyritään ottamaan huomioon liikenteen "kokonaistilanne" liittymässä esim. sekunnin välein, kun testataan pidennetäänkö vihrenä olevan tulosuunnan/ryhmän vihreää lisää vai pitäisikö jokin muu suunta päästää vihreäksi. Esimerkiksi pääsuunnan vaiheen pidentämisessä otettaisiin huomioon paitsi pääsuunnalla vihreän pidennystä mahdollisesti tarvitsevien autojen määrä myös sivusuunnalla vihreää odottavien autojen määrä. Tavoitteena tällaisilla algoritmeilla on yleensä se, että vihreää pidennetään vain, jos pidennyksestä aiheutuva haitta (=viivytykset) punaisen valon takana odottavalle liikenteelle on pienempi (tai yhtäsuuri) kuin vihreänä jatkavalle ryhmälle aikaansaattava hyöty. Optimointialgoritmeilla aikaansaattava hyöty on kuitenkin marginaalinen, koska edellä esitetyt määrittämisminimitoiminnot jo rajaavat algoritmin toiminta-alueita melkoisesti ja lisäksi em. helposti toteutettavat sujuvuustoiminnot osittain ottavat huomioon kokonaisuutena. Optimointialgoritmien käytöstä ei vielä ole Suomessa kokemuksia.

4.44 Ohjaustoimintojen maksimitoiminta-aikojen porrastus ja ns. suunnittainen lopetus

Maksimitoiminta-aikojen porrastus

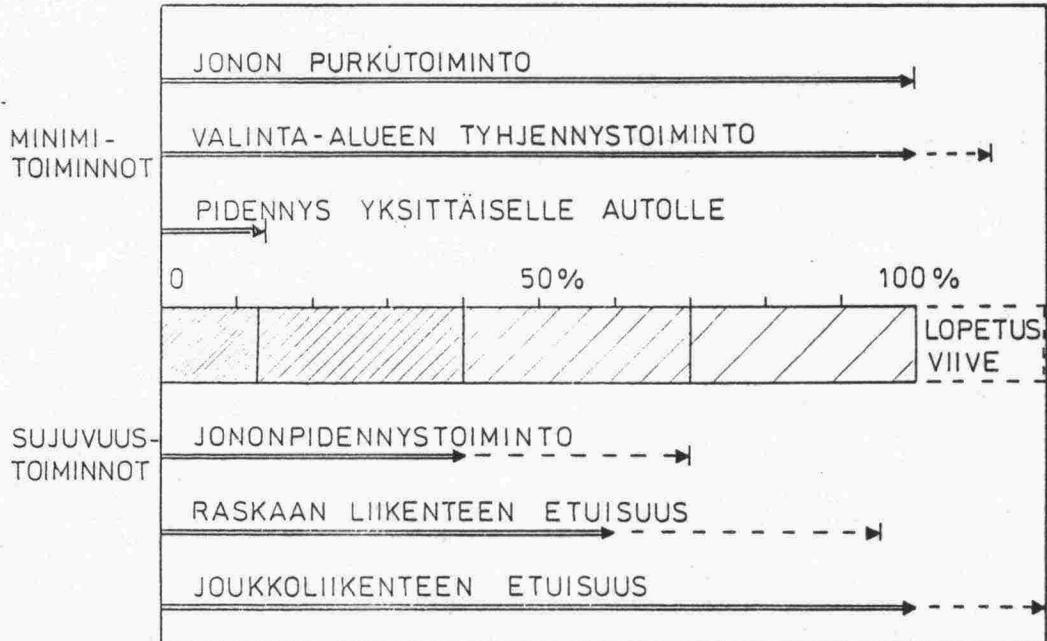
Edellä selostetuista ohjaustoiminnoista koottu yhdistelmä määrää erillishjauksessa tulosuuntaa ohjaavan opastimen "käyttäytymisen" erilaisissa liikennetilanteissa. Jotta tämä käyttäytyminen olisi kokonaisuuden kannalta liikenneteknisesti järkevää ja yksittäisen autoilijan kannalta myös liikennepsykologisesti hyväksyttävää, on toimintojen maksimitoiminta-ajat porrastettava järkevästi.

Erillishjauksessa opastinryhmän/toiminnon maksimiajan laskenta aloitetaan yleensä, kun tulosuunnan ollessa vihreänä pyydetään jonkin konfliktiryhmän vihreää. Maksimiaika määrää siten konfliktiryhmien maksimiodotusajan. Koska maksimiajan (tai sen jälkeisen lopetusviiveen) täyttyminen aiheuttaa tulosuunnan vihreän päättymisen hallitsemattomasti, eivät liikenteen sujuvuus- ja turvallisuustavoitteet tällöin toteudu. Tästä syystä on erilaisia vihreän pidennystoimintoja käytettäessä varmistettava (tarvittaessa todennäköisyyslaskelmin), että ainakin pääsuunnan vihreän varsinainen maksimiaika täyttyy mahdollisimman harvoin eli enintään 5...10 %:ssa kaikista tapauksista. Liittymän tai tulosuunnan ruuhkautuessa ei voida yleensä välttää tulosuunnan vihreän jatkumista maksimiaikaan asti. Koska ylikuormitustapauksissa liikenteen nopeus laskee nopeasti, ei valo-ohjauksen toimimisesta lähes kiinteän aikaohjauksen tavoin tällöin ole turvallisuuden kannalta vaarallista.

Vihreän pidennystoimintojen porrastaminen on välttämätön edellytys sille, ettei tulosuunnan vihreä pidenny liian usein maksimiaikaansa. Porrastaminen tapahtuu siten, että eri toiminnoille asetetaan erimittaisia maksimitoiminta-aikoja. Vihreän alussa, mikäli sivusuunnalla on vihreän pyyntö, toimivat kaikki pidennystoiminnot (yhden auton pidennys, jonopidennys ja raskaan liikenteen etuisuudet). Kun tulosuunnan maksimijasta, jonka laskenta alkaa yleensä sivusuunnan pyyntöhetkestä, on kulunut tietty osuus (esim. 40 %), poistetaan jonopidennystoiminto ja mahdollisesti myös raskaan liikenteen etuisuus käytöstä, minkä jälkeen vihreää pidennetään vain liikenneturvallisuuden kannalta välttämättömällä valinta-alueen tyhjennystoiminnolla. Tällä tavoin lisätään todennäköisyyttä, että vihreän lopetus voi tapahtua liikenneturvallisuuden kannalta oikealla hetkellä ennenkuin maksimiaika loppuu kesken.

Se miten vihreän pidennystoimintojen maksimiajat pitäisi porrastaa on hyvin tapauskohtaista, sillä siihen vaikuttavat mm. liikennemäärät, liikenteen koostumus (jonojen osuus) ja suuntajakautuma. Laajojen käytännön kokemusten ja valtatiellä 3 Tampereella tehtyjen tutkimusten perusteella voidaan kuitenkin suositella kuvassa 16 esitettyä porrastusta.

PÄÄSUUNNAN VIHREÄN PIDENNYSTOIMINNON MAKSIMI-
TOIMINTA-AJAN OSUUS MAKSIMIAJASTA



Kuva 16. Suositus pääsuunnan vihreän pidennystoimintojen porrastamiseksi erillisohjauksessa.

Pääsuunnan vaiheen suunnittainen lopetus

Pääsuunnan liikenteen suosiminen lisää sivusuunnan odotusaikoja. Lisäksi pääsuunnan vihreää yleensä "venyttää" se, että tulosuunta, jolla ei ole liikennettä, pysyy vihreällä vastasuunnan vihreää pidennettäessä. Kun vastasuunnan mukana vihreänä seuraavan tulosuunnan vihreää pidentäviä ohjaustoimintoja ohjaaville ilmaisimelle ehtii auto (-ja) ennen vastasuunnan pidennysten päättymistä, jatkuu molempien tulosuuntien vihreä näiden uusien pidennysten verran. Nämä vastakkaisten tulosuuntien vuorottaiset pidentymiset siten, että toinen suunta "seuraa" toisen mukana, saattavat aiheuttaa pääsuunnan vihreän jatkumisen liian usein maksimiaikaan asti. Toteuttamalla pääsuunnan vaiheen lopetus suunnittain, lyhenee keskimääräinen kiertoaika (pääsuunnan vihreän turvallisen lopetuksen edellyttämä aikaväli löytyy todennäköisemmin ennen maksimiajan päättymistä) ja sivusuunnan liikenteen keskimääräinen viivytys (vt:llä 3 tehdyn tutkimuksen mukaan sivusuunnalle aikaansaattava hyöty on pääsuunnan liikenteelle aiheutuvaa haittaa suurempi). Suunnittainen lopetus tarkoittaa sitä, että tiettyjen ehtojen toteutuessa tulosuunta, jolla ei ole liikennettä, ei enää seuraa vihreänä vastasuunnan vihreän pidentyessä.

Pääsuunnalla suunnittainen lopetus on kuitenkin toteutettava siten, ettei vastakkaisten tulosuuntien punaisiksi vaihtumishetkien välinen ero muodostu liian suureksi silloin, kun seuraavana vuorossa olevan vaiheen alkaminen edellyttää pääsuunnan molempien tulosuuntien vihreän päättymistä. Pääsuunnalla vastakkaisten tulosuuntien vihreiden päättymishetkien välinen ero saisi olla (mm. liikennepsykologisista syistä) enintään 10...15 sekuntia.

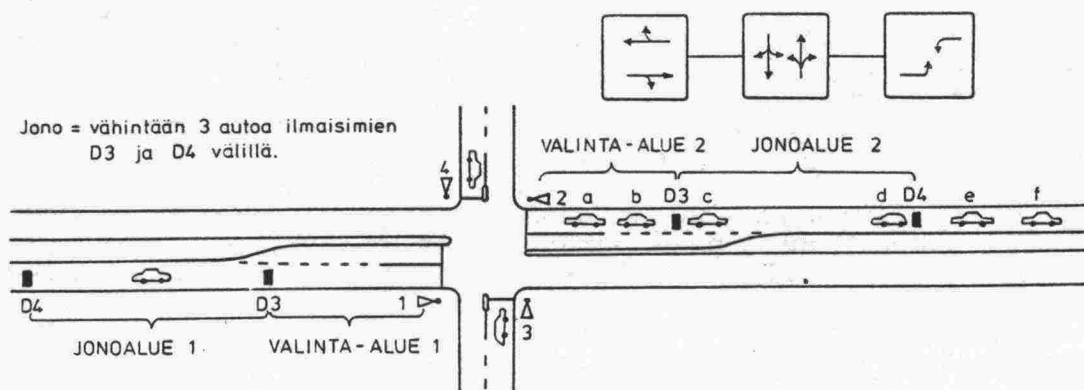
Pääsuunnan vaiheen suunnittainen lopetus voidaan toteuttaa kahdella tavalla:

- 1) Kun pääsuunnan liikennettä ohjaavien varsinaisten opastinryhmien maksimiaika loppuu, etsitään vihreän turvallinen lopetuskohta suunnittain 8...15 sekunnin ns. lopetusviiveen aikana. Tällä tavalla toteutettua suunnittaista lopetusta voidaan kutsua passiiviseksi lopetukseksi, koska se käynnistyy vasta maksimiajan loputtua.
- 2) Aktiivisesta suunnittaisesta lopetuksesta voidaan puhua, kun pääsuunnan vihreän aikana "etsitään" pääsuunnalla sellaista liikennetilannetta, mikä toteuttaa seuraavat ehdot:
 1. Toisen tulosuunnan valinta-alueella ei ole autoja ja jonoalueella on enintään yksi (= 0...1 autoa harkinnan mukaan) auto ja yksittäisen auton pidennystoiminto ei ole aktiivinen.
 2. Toisen tulosuunnan yksittäisen auton pidennystoiminto ei ole aktiivinen ja jonoalueella ei ole jonokriteerit täyttävää jonoa sekä lisäksi jonoilmaisimella on havaittu aikaväli, joka on suurempi kuin ajoaika valinta-alueen takarajalta seis-viivan tuntumaan.

Kun ehdot 1 ja 2 toteutuvat samanaikaisesti, lopetetaan ehdon 1 toteuttavan tulosuunnan vihreä ja vihreäksi jäävälle suunnalle asetetaan liikenneohjauksinen lopetusviive (8...15 s), jonka aikana toimii enää valinta-alueen tyhjennystoiminto. Lopetusviive voidaan ottaa käyttöön, koska ehdolla 2 on varmistettu etukäteen, että valinta-alue tyhjenee lopetusviiveen aikana. Tilannetta havainnollistaa kuva 17. Aktiivisen suunnittaisen lopetuksen toteutumisen yhdeksi ehdoksi voidaan edellisten lisäksi ottaa sivusuunnalla vihreää odottavien autojen määrä.

Passiivisen suunnittaisen lopetuksen etuna on helppo ohjelmoitavuus mutta sitä käytettäessä pääsuunnan vaihe saattaa liian usein ja helposti "venyä" maksimiaikaansa, mikä lisää sivusuunnan liikenteen viivytyksiä.

Aktiivisen suunnittaisen lopetuksen etu on siinä, että pääsuunnan vihreä päättyy aikaisemmin kuin passiivista lopetusta käytettäessä (sivusuunnan viivytykset pienenevät) ja pääsuunnan liikenteelle aiheutettava haitta voidaan kuitenkin pitää mahdollisimman pienenä /3/. Aktiivisen suunnittaisen lopetuksen haittana on verrattain monimutkainen ohjelmointi.



Kuvan mukaisessa tilanteessa tulosuunnan 1 vihreä voidaan lopettaa, koska valinta-alue 1 on tyhjä eikä jonoalueella 1 ole autojonoa. Kun vihreä 1 päättyy, annetaan tulosuunnalle 2 liikenneohjauksinen lopetusviive. Lopetusviiveen aikana tyhjenee (autot a, b ja c) turvallisesti myös valinta-alue 2, sillä auto d ei ehdi valinta-alueelle 2 (=ilmaisimelle D3) auton c aikaansaaman vihreän pidennyksen aikana.

Kuva 17. "Aktiivisen" suunnittaisen lopetuksen toteuttamisajankohdan etsiminen.

4.45 Ohjaustoimintoja varten tarvittavien ilmaisimien yhdistäminen

Edellisissä luvuissa selostetut ohjaustoiminnot asettavat kukin erikseen vaatimuksia ilmaisimien etäisyyksille liittymästä. Jos jokaista ohjaustoimintoa varten rakennettaisiin sen vaatima(t) ilmaisim(-met) ihanteelliselle etäisyydelle liittymästä, ilmaisimien määrä olisi melkoisen suuri. Ilmaisinvikojen todennäköisyys sekä rakentamis- ja kunnossapitokustannukset kasvavat ilmaisimien määrän lisääntyessä. Tästä syystä ilmaisimien määrä on pyrittävä

minimoimaan yhdistämällä useita toimintoja samalla ilmaisimella toteutettavaksi. Toimintojen yhdistely samalle ilmaisimelle on kuitenkin tehtävä siten, että käytettäviksi aioittujen ohjaustoimintojen toiminta ei oleellisesti huonone. Toimintojen ohjelmointi on ilmaisimien yhdistämisestä huolimatta edelleen toteutettava modulirakenteisena, jotta toimintojen säätö ja käyttö olisi selkeätä.

Kaikki erillisohjauksen sujuvuustoiminnot voidaan pääsääntöisesti toteuttaa yhdellä ilmaisimella. Tämän ilmaisimen etäisyyttä määritettäessä on otettava huomioon mm. seuraavaa:

- Pääsuunnan vaiheen varaustoiminto ja raskaan liikenteen etuisuus "vie" ilmaisimen kauimmas liittymästä. Varaustoiminnosta sivusuunnalle aiheutuva viivytyks ei saa muodostua psykologisesti liian suureksi.
- Kaikilla punainen lepotilan estotoiminto määrää sujuvuustoimintojen ohjaukseen käytettävän ilmaisimen minimietäisyyden liittymästä. Toiminto toimii sitä sujuvammin mitä kauempana ilmaisim on liittymästä.
- Jonopidennystoimintoon käytettävän "jonoilmaisimen" etäisyys valinta-alueen takarajasta määrää kysymykseen tulevat jonokriteerit ja päinvastoin.
- Aktiivisen suunnittaisen lopetuksen (vrt. kohta 4.44) käyttö pääsuunnalla asettaa myös tiettyjä ehtoja jonopidennysilmaisimen ja valinta-alueen tyhjennystoiminnosta vastaavan ilmaisimen väliselle etäisyydelle. Mitä suurempi ilmaisinväli sitä paremmin toiminto on toteutettavissa
- Sivusuunnalla kaikilla punainen lepotilaa käytettäessä määräytyy kauimmaisen ilmaisimen paikka lepotilan estotoiminnon vaatimusten mukaan, mikäli sivusuunnalla on paljon suoraan menevää liikennettä.

Lisäksi ilmaisinjärjestelyjä ja niillä toteutettavia ohjaustoimintoja suunniteltaessa on käytettävä seuraavia periaatteita:

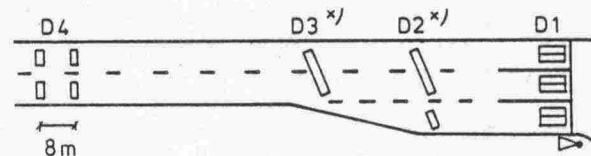
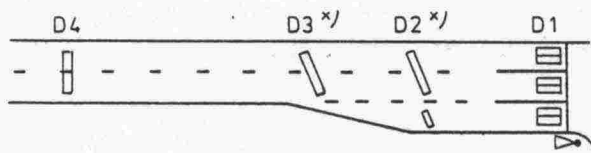
- Punaisesta lepotilasta tulosuunnan vihreää ei saa sytyttää liian aikaisin (= auto on vielä kaukana liittymästä) mutta se on kuitenkin sytytettävä ennenkuin autoilijat tekevät jarrutuspäätöksen. Raskaan auton kuljettaja joutuu yleensä tekemään jarrutuspäätöksen henkilöauton kuljettajaa aikaisemmin.
- Valinta-alueen tyhjennystoiminnosta vastaavat ilmaisimet on aina pyrittävä sijoittamaan oikealle etäisyydelle (taulukko 1) tai jonkin verran sitä kauemmas.
- Rakennettavassa liikennevaloliittymässä pitäisi aina ja vanhassa liittymässäkin aina mahdollisuuksien mukaan kääntymiskaistat rakentaa riittävän pitkiksi,

jotta valinta-alueen tyhjennystoiminto voidaan toteuttaa oikealta etäisyydeltä.

- Kun kääntyvää liikennettä on paljon ja kääntyminen tapahtuu yhdistetyltä kaistalta, on valinta-alueen ilmaisimien pidennykset mitoitettava yleensä 20...30 km/h pienemmällä nopeudella kuin nopeusrajoitus. Pääväylillä myös oikealle kääntyville kannattaa usein rakentaa oma kääntymiskaista, jolloin kääntyviä varten voidaan rakentaa oma ilmaisun valinta-alueen tyhjennystoimintoa varten.

Pääsuunnan tulosuunnalla voidaan minimimitoinnot toteuttaa erillisohjauksessa pääsääntöisesti 3 ilmaisimella. Sujuvuustoiminnotkin voidaan lähes aina toteuttaa siten, että selvittää yhdellä tai kahdella lisäilmaisimella tulosuuntaa kohden (kuva 18).

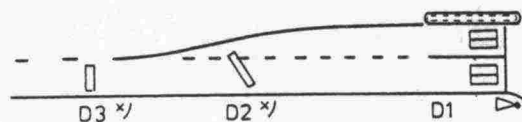
Pääsuunta



Pääsuunnalta vasemmalle kääntyvät



Sivusuunta



^{x/} voidaan hyvin käyttää myös infrapunailmaisinta

Kuva 18. Eri tulosuuntien periaatteelliset ilmaisinjärjestelyt, joilla voidaan toteuttaa minimi- ja sujuvuustoiminnot.

Sivusuunnalla minimitoiminnot voidaan useimmiten toteuttaa 2 ilmaisimella tulosuuntaa kohden. Kaikilla punainen lepotalaa käytettäessä saattaa 3. ilmaisimella olla tarpeellinen lepotalan estotoiminnon toteuttamiseksi (kuva 18). Myös pääsuunnalta vasemmalle kääntyvän liikenteen ohjauksesta selvittää lähes aina 2 ilmaisimella, joista toinen on seis-viivan tuntumassa ja toinen valinta-alueen takarajalla tai hieman sitä kauempana (kuva 18).

4.5 Yhteenkytkentä

4.51 Yleistä

Yhteenkytketyssä valo-ohjauksessa eri tulosuuntia ohjaavien opastinryhmien vihreät esiintyvät tietyssä järjestyksessä ja tietyillä kierron ajankohdilla. Liikennevalojen kierto etenee yhteenkytkennän vaatimusten (esim. vihreä aalto) mukaan - ei vapaasti kuten liikennevalojen yksittäis- eli erillisohjauksessa.

Tässä yhteydessä ei käsitellä vihreän aallon yksityiskohtaista suunnittelua vaan viitataan seuraaviin julkaisuihin:

- LIVASU -78
- Signalhandboken
- Sane K., Liikennetieto-ohjattujen liikennevalojen toimintaperiaatteita, TVH/Sts 1986
- Liikennevalot ja valo-ohjaus, Inskon julkaisu 2 - 86

Pääväylien yhteenkytketyn valo-ohjauksen suunnittelussa, kun väylän nopeusrajoitus on 60 km/h tai 70 km/h, on erityisesti otettava huomioon autojonojen tavallista suurempi hajonta valo-ohjauksisten liittymien välillä suuren nopeus- ja kiihtyvyyshajonnan takia.

Pääväylillä (50...70 km/h) yhteenkytkentä tulisi suunnitella seuraavia ohjausperiaatteita käyttäen:

- Pääsuunnan vihreä (=vihreän aallon suunta) esiintyy jokaisessa kierrossa kiinteällä pyynnöllä.
- Sivusuunta ja pääsuunnalta vasemmalle kääntyvien vaiheet toteutuvat joko kiinteällä tai omalla pyynnöllä liikennemääristä riippuen.
- Pää- ja sivusuunnilla käytetään ilmaisimia vihreän tarpeen määrittämiseen ja hienosäätöön.
- Pääsuunnan vihreät lopetetaan suunnittain käyttämällä valinta-alueen tyhjennystoimintoa.

- Pääsuunnan ajoneuvoryhmien vihreät on lopetettava lepovihreänkin jälkeen hallitusti valinta-alueen tyhjennystoiminnon avulla myös silloin, kun vain pyynnöstä vihreäksi tuleville ryhmille tai vaiheille sallitaan ns. myöhästyneet pyynnot (= ryhmällä on lupa tulla vihreäksi mutta sillä ei ole vielä pyyntöä).

4.52 Vihreän lopetus turvallisesti

Yhteenkytkennässä on käytettävä jokaisella tulosuunnalla seuraavia minimitoimintoja:

- pysähtyneiden jonojen purku
- valinta-alueen tyhjennystoiminto

Pääsuunnalla pysähtyneen jonon purku tapahtuu riittävän pitkän kiinteän vihreän (=minimi vihreä aalto) aikana. Toimintoa voidaan varmistaa käyttämällä muuttuvaa minimivihreää. Tästä syystä ei vihreän aallon suunnassa yleensä tarvitakaan läsnäoloilmaisimia seis-viivan tuntumassa. Pyydettävillä sivusuunnilla jonon purkutoimintoa varten tarvitaan sen sijaan ilmaisin seis-viivan tuntumassa.

Vihreän lopetus on jokaisella tulosuunnalla aina tehtävä valinta-alueen tyhjennystoiminnon avulla. Toiminto ja sitä varten tarvittavat ilmaisimet on selostettu erillisohjauksen yhteydessä kohdassa 4.422.

Yhteenkytkennässä valinta-alueen tyhjennystoiminto voi olla "päällä" seuraavasti:

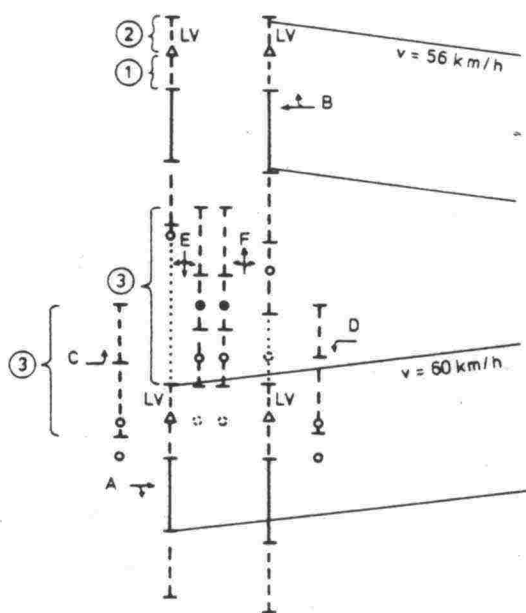
1. Vihreän alusta alkaen.
2. Vihreän viimeisten 8...15 sekunnin ajan ennen vihreän ehdotonta lopetushetkeä, kun konfliktiryhmällä on pyyntö.

Vihreän aallon suunnassa käytetään vaihtoehtoa 2, kun taas sivusuunnalla ja pääsuunnan vasemmalle kääntymiskaistoilla voidaan soveltaa molempia vaihtoehtoja.

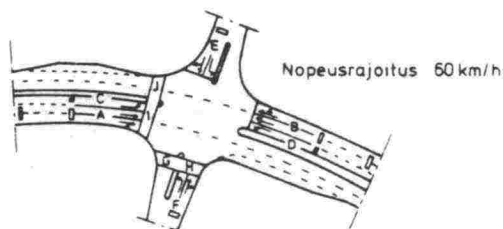
Pääsuunnan (=vihreä aalto) vaihe on yleensä lopetettava siten, että molemmilla tulosuunnilla etsitään erikseen vihreän turvallista lopetushetkeä vaiheen viimeisten 8...10 sekunnin aikana (=suunnittainen lopetus). Suunnittainen lopetus tarkoittaa sitä, että tulosuunnan vihreä lopetetaan, kun sen oma valinta-alue on tyhjä ja konfliktiryhmällä on pyyntö. Vaiheen päättäminen suunnittain lisää todennäköisyyttä, että tulosuuntien vihreät todella päättyvät ennen ehdotonta lopetushetkeä, mikä edistää liikenneturvallisuutta. Tätä tukevat myös valtatiellä

Suunnittainen lopetus voidaan toteuttaa esim. lopetusviiveen avulla ja sen aikana voidaan valinta-alueita tiukentaa käyttämällä normaalia lyhyempiä pidennyksiä valinta-alueen ilmaisimilla. Kun halutaan käyttää vihreän lopussa yli 8...10 sekunnin sauma-alueita (=se osa kierrosta, jonka aikana vihreän lopetus määräytyy ilmaisintietojen perusteella), kannattaa valinta-alueen tyhjennystoimintoa soveltaa siten, että aluksi vaiheen päättyminen edellyttää molempien tulosuuntien valinta-alueiden tyhjentymistä. Jos tällaista tilannetta ei löydetä, etsitään turvallista lopetushetkeä viimeisten 8...10 sekunnin aikana suunnittain. Kuvassa 19 on esitetty esimerkki valinta-alueen tyhjennystoiminnon soveltamisesta yhteenkytkennässä.

- ① Valinta-alueen tyhjennystoiminto ilman suunnittaista lopetusta, kun ryhmillä C/D on pyyntö
- ② Valinta-alueen tyhjennystoiminto suunnittain, jos seuraavan vaiheen C/D/E/F on pyyntö
- ③ Tulosuunnilla C,D,E ja F valinta-alueen tyhjennystoiminto on "päästä" heti minimivihreän jälkeen



kts merkinnät Ty 12 / 261 11. 10. 1985



Kuva 19. Esimerkki valinta-alueen tyhjennystoiminnon soveltamisesta yhteenkytkennässä turvallisen vihreän lopetuksen aikaansaamiseksi.

4.53 Erikoistoiminnot

Yhteenkytkennässä voidaan erikoistapauksissa käyttää myös seuraavia sujuvuus- tai erikoistoimintoja:

- jonopidennys
- raskaan liikenteen etuisuus
- joukkoliikenteen etuisuus

Jonopidennystä ja/tai raskaan liikenteen etuisuutta saatetaan tarvita, jos jostain syystä on tarvetta käyttää yli 15 sekunnin sauma-aluetta vihreän aallon suunnassa. Yllä mainittuja toimintoja, mahdollista joukkoliikenteen etuisuutta lukuunottamatta, ei pitäisi kuitenkaan käyttää, jos liittymän valo-ohjaus toimii vain yhteenkytketysti, koska ne lisäävät ilmaisimien määrää. Yhteenkytkennässä pitää pyrkiä suunnittelemaan vihreä aalto sellaiseksi, että toimintoja ei tarvita.

Joukkoliikenteen etuisuuksia suositellaan tarvittaessa käytettäväksi vain kaupungeissa ja sielläkin sillä edellytyksellä, että niiden toimintaa tarkkaillaan ja valvotaan säännöllisesti.

4.6 Linkitys

Suomessa on linkityksestä vähän kokemuksia. Linkitys voi huolellisesti toteutettuna olla kuitenkin hyvä ratkaisu, kun

- liittymiä on enintään 2 tai 3 ja niiden väliset etäisyydet ovat alle 200 metriä,
- liittymien kuormitusasteet ovat alhaisia,
- liittymät ovat T-liittymiä (oikealle/vasemmalle porrastus),
- liittymien valo-ohjaus voidaan toteuttaa 2-vaiheisena.

Linkitettyssä liittymässä sovelletaan erillisohjauksen ohjaustoimintoja. Viereisten liittymien ilmaisintietoja ja vihreiden alku- ja loppuhetkiä käytetään ohjauksessa apuna. Ruotsissa yleisesti käytössä olevat linkityspäperiaatteet on esitetty selkeästi mm. julkaisussa - Argus, Teknisk rapport 4, Trafiksignaler, 1985.

4.7 Kevytliikenteen ohjaus

Kevytliikenteen ohjausperiaatteet vaativat myös yhtenäistämistä. Erityisesti tietyissä liikenneturvallisuuden liittyvissä yksityiskohdissa pitäisi pyrkiä yhtenevään käytäntöön koko maassa. Seuraavassa esitetyt kevytliikenteen ohjausperiaatteet edustavat ns. hyvää suunnittelukäytäntöä.

Pääperiaatteet

Jalankulku- ja polkupyöräliikenne tulee pääväylien liittymissä ohjata pelkästään jalankulkijaopastimin. Polkupyöräopastimet ovat tarpeettomat ja monimutkaistavat turhaan opastinjärjestelyjä sekä lisäävät kustannuksia ja valojen vikataajuutta. Kun valo-ohjauksisten liittymien suoja-teillä on pp-liikennettä, on suojatiet ajoitettava seuraavia liikenneturvallisuuden perustuvia (ja LM:n hyväksymiä) periaatteita noudattamalla:

1. Kun pp-liikennettä ohjataan pp-opastimilla tai kun pp-opastimia ei ole mutta molemmilla risteävillä kevyen liikenteen väylillä on pp-liikennettä, ei risteäville suojateille saa näyttää yhtäaikaan vihreätä valoa. Poikkeuksen muodostavat "väljät" liittymät, joissa kevyen liikenteen väylät on erotettu ajoradasta välikaistalla ja kevyen liikenteen väylien risteys ei ole aivan liittymässä kiinni. Tällaisissa liittymissä risteäville suojateille saa näyttää yhtä aikaa vihreätä valoa.
2. Kun vain toisella risteävistä kevyen liikenteen väylästä on pp-liikennettä eikä käytetä pp-opastimia, saa risteäville suojateille näyttää yhtäaikaan vihreätä valoa.

Kevytliikenteen vihreän ajoitus

Yleensä pääsuunnan suuntaiset suojatiet saavat vihreää aikaa riittävästi. Pääsuunnan ylittävän suojatien tarvitsema vihreä aika ja suoja-aika sen sijaan muodostuu yleensä määrääväksi ja välityskyvyn kannalta kriittiseksi.

Suojatien vihreän minimiaika lasketaan siten, että jalankulkija ehtii minimivihreän aikana ylittää 2/3 ajoradasta. Jos ajoradalla on keskikoroke, on minimivihreä mitoitettava siten, että jalankulkija ehtii ylittää kävelysuunnassa jälkimmäisestäkin ajoradan puoliskosta 1/3. Kummassakin tapauksessa jalankulunopeudeksi oletetaan 1,0 m/s.

Suoja-aika lasketaan aina siten, että vihreän päättyessä ajoradalle astunut jalankulkija ehtii turvallisesti ajoradan yli tai seuraavalle korokkeelle nopeudella 1,2 m/s.

Suojatieosien vihreiden porrastus voidaan sallia turvallisuuden sallimissa rajoissa. Porrastus on riippuvainen suojatien pituudesta ja on käytännössä enintään 5...8 sekuntia. Lyhyillä kaksiosaisilla suoja-teilla (esim. 1 + 2 kaistaa) ei yli 2 sekunnin porrastusta kuitenkaan tulisi käyttää, koska on olemassa riski, että suojatien käyttäjä katsoo väärää opastinta. Ns. korok-keentyhjennystä näyttämällä suojatiellä eri suuntiin eri opastinkuvaa ei saisi siihen sisältyvien turvallisuus-riskien takia käyttää muuta kuin poikkeustapauksissa esim. vilkkailla suojateilla, joilla on alle 1,5 metrin keskikoroke.

Oikealle kääntyvän auton ja risteävää ajorataa ylittävän kevytliikenteen välinen konflikti on otettava huomioon, jos molemmat liikennevirrat kuuluvat samaan valovaiheeseen. Jos suojatie saa vihreän kiinteällä pyynnöllä, on suoja-tievihreän sytyttävä viimeistään samalla hetkellä kun autoliikenteen vihreä alkaa. Useissa tapauksissa on perus-teltua antaa kevytliikenteen vihreälle 1...5 sekunnin ennako autoliikenteeseen nähden. Ennakon tarve suurenee, kun

- kevytliikennettä on paljon
- oikealle kääntyviä autoja on paljon
- oikealle kääntyvillä on oma kaista
- etäisyys seis-viivalta suojatielle on lyhyt
- liittymäkaari on loiva
- suojatiellä on paljon koululaisia/vanhuksia.

Jos suojatie em. tapauksissa tulee vihreäksi vain omasta pyynnöstä, on harkittava, otetaanko autovihreän alkamisen jälkeen tullut kevytliikenteen pyyntö huomioon. Suositel-tavinta on, että pyyntöä ei huomioida enää autovihreän alkamisen jälkeen. Kevytliikenteen sujuvuuden lisäämi-seksi, autovihreän alkamisen jälkeen tullut pyyntö voidaan kuitenkin ottaa huomioon, jos autoilmaisimien avulla voidaan varmistaa, ettei mahdollisesti oikealle kääntyviä autoja ole 30...50 metriä lähempänä suojatietä. Missään tapauksessa ei pidä tehdä niin, että kevytliikenteen vihreä voi alkaa yli 5 sekuntia myöhemmin kuin autoliikenteen vihreä ellei suojatien läheisyydessä olevien autojen olemassaoloa voida ilmaisimien avulla tarkistaa.

Kevytliikenteen ilmaisimet, summerit ja vihreän pyyntötavat

Jalankulkijat ja pyöräilijät "ilmoittavat" pyydettävillä suojateilla ohjauskojeelle vihreän tarpeensa. Vilkkailla pyöräreiteillä kannattaa pyöräilijöitä varten asentaa oma painonappi kevytliikenteen väylän oikealle puolelle noin 2...3 metrin etäisyydelle ajoradan reunasta. Tällöin nappia painavan pyöräilijän ei tarvitse nousta pois pyöränsä selästä.

Polkupyörät on mahdollista ilmaista pyörätien päällysteen pintaan asennetulla induktiosilmukalla. Riittävän etäälle (20...40 m) sijoitetulla silmukalla lisätään pyöräilijän mahdollisuutta päästä liittymän läpi pysähtymättä. Polku-pyöräilmaisoin on oltava suunnantunteva (vrt. kohta 5.7). Se on sijoitettava sellaiseen kohtaan, josta pyöräilijällä on mahdollisuus valita vain yksi ajoreitti suojatielle.

Myös infrapunailmaisinta voidaan käyttää jalankulkuvihreän säätelyyn. Vihreän pidentämisen perusteena voi olla erityisen hitaasti liikkuvien henkilöiden huomioiminen tai satunnaisesti esiintyvät suuret jalankulkijamäärät esim. koulureiteillä. Vihreän ajan lyhentäminen ilmaisimella tulee kysymykseen välityskyvyn tai valo-ohjauksen sujuvan toiminnan kannalta kriittisellä suojatiellä, jolla on vähän käyttäjiä tai jonka käyttäjät ovat pääasiassa pyöräilijöitä. Kevytliikenteen suoja-aikaa ei saa ilmaisimen avulla lyhentää.

Äänisummerit on moniosaisilla suojateilla sijoitettava suojatien päiden lisäksi myös korokkeiden kohdalle. Summerien käyttö asettaa tällöin rajoituksia suojatien eri osien vihreän porrastamiselle. Kaikkien summerien tulisi saada ohjauksensa siltäopastinryhmältä, jonka vihreä aika on lyhin. Ajoituksellisesti on varmistettava, että summeriryhmän ollessa vihreänä suojatien kaikki muutkin opastimet näyttävät vihreää valoa.

Suojatie voi tulla vihreäksi kiinteällä pyynnöllä, omalla pyynnöllä (painonappi tai pp-ilmaisoin) tai ajoneuvo-liikenteen oheispyynnöstä. Kiinteät suojatievihreiden pyynnöt vähentävät valo-ohjauksen joustavuutta (suojateilla pitkät minimivihreät ja suoja-ajat), minkä huomaa erityisesti vähäisen liikenteen aikana. Vain omasta pyynnöstä toteutuvat painonapilla pyydettävät suojatievihreät lisäävät kevytliikenteen viivytyksiä ja hankaloittavat etenkin pyöräilijöiden kulkua liittymässä.

Suojatievihreän pyyntötapaa valittaessa on otettava huomioon mm. seuraavia näkökohtia:

YHTEENKYTKENNÄSSÄ

- pääsuunnan suuntaisilla suojateilla käytetään kiinteitä pyyntöjä
- pääsuunnan ylittävillä suojateilla käytetään omaa pyyntöä, jos kevytliikenne ei ole vilkasta ja suojatien poisjääminen pyynnön puuttuessa parantaa vihreän aallon sujuvuutta

ERILLISOHJAUKSESSA

- suojateilla käytetään kiinteitä pyyntöjä keskusta-alueella tai jos kevytliikennettä on paljon

- suojateillä käytetään kiinteitä pyyntöjä, jos ajoneuvoliikennettä on niin paljon, ettei suojatien vaatima aika (= minimivihreä + suoja-ajat) enää mitoitaa vaiheen pituutta
- suojatiellä käytetään omaa pyyntöä, jos kevytliikennettä esiintyy keskimäärin joka toisessa kierrossa tai sitä harvemmin
- suojateillä on käytettävä omaa pyyntöä, jos valo-ohjauksen lepotilana halutaan käyttää "kaikilla punainen" (kts. kohta 4.424)
- vähäisen liikenteen aikana kannattaa suojatievihreä sytyttää myös ajoneuvoliikenteen oheispyynnöstä, jos suojatien vihreäksi tulosta ei ole oleellista haittaa risteävän ajoradan ajoneuvoliikenteelle - esim. kun risteävällä tiellä/kadulla on hyvin vähän ajoneuvoliikennettä - eikä sallita myöhästynyttä pyyntöä

Suojatien pyyntötoiminnot voidaan ohjelmoida kellonajan mukaan muuttuviksi. Vilkkaan kevytliikenteen esiintymisaikoina suojatiellä on esim. kiinteä pyyntö ja vähäisen kevytliikenteen aikana oma pyyntö.

5. VALO-OHJAUKSISEN LIITTYMÄN FYYSISET JÄRJESTELYT

5.1 Yleistä

Liikennevaloilla ohjattavaksi tarkoitetun liittymän suunnittelussa on mahdollisimman aikaisessa vaiheessa otettava huomioon valojen erityisvaatimukset. Liikennevalo-ohjaus asettaa vaatimuksia liittymän

- kaistajaolle ja kaistapituuksille
- suojateiden sijainnille ja suuntaukselle sekä
- korokkeiden sijainnille, muotoilulle ja leveydelle.

Joskus valo-ohjaus tulee ajankohtaiseksi vasta useita vuosia liittymän rakentamisen jälkeen mutta myös tällöin liittymä tulisi suunnitella valo-ohjausta silmällä pitäen tai ainakin tarkistaa, että hyvän valo-ohjauksen aikaansaaminen ei vaadi suuria muutoksia liittymän geometriaan.

5.2 Vaihejako ja kaistajärjestelyt

Vaihe on liikennevalojen kierron osa, jonka aikana tietyille ajosuunnille ja suojateille näytetään vihreää valoa. Vaihejakoon liittyy tulosuuntien ja suojateiden jako opastinryhmiin.

Liikennevirta, joka ohjataan tulosuunnan muusta liikenteestä erillään omassa vaiheessa, tarvitsee aina oman kaistan liittymässä. Vaihejaon suunnittelu ja sen vaikutukset kaistajakoon on esitetty TVH:n julkaisussa Liikennetieto-ohjattujen liikennevalojen toimintaperiaatteita (Kari Juhani Sane, 1986) ja LIVASU-78 suunnitteluohjeessa.

5.3 Lisäkaistojen mitoitus

Oikealle kääntymiskaistat

Oikealle kääntymiskaista voidaan rakentaa pää- tai sivusuunnalle liikenteen sujuvuuden lisäämiseksi. Valo-ohjauksen sujuvuuden kannalta tehokkaampi on erillisen oikealle kääntymiskaistan, jonka liikennettä ohjataan omalla nuoliopastimella, rakentaminen sivusuunnalle. Tällöin sivusuunnalta oikealle kääntyvä liikenne katkaisee vain toisen pääsuunnan vihreän. Kuitenkin jos sivusuunnalta vasemmalle kääntyvää tai suoraan menevää liikennettä on paljon (> keskimäärin 1...2 autoa / kierto) oikealle kääntyvään liikenteeseen verrattuna, on oikealle kääntymiskaistan ja oman opastinryhmän käytöstä saatava hyöty pieni.

Oikealle kääntymiskaistan rakentamista pääsuunnalle kannattaa harkita pääväylien liikennevaloliittymissä, joissa on nopeusrajoitus 60 tai 70 km/h. Tällöin paranee päätien liikenteen sujuvuus ja turvallisuus. Lisäksi yhteenkytketyssä valo-ohjausjärjestelmissä oikealle kääntymiskaistan avulla voidaan "pullonkaulaliittymässä" alentaa kuormitusastetta ja nopeushajontaa, jolloin suoraan menevän liikenteen vihreä aalto saadaan pysymään paremmin koossa.

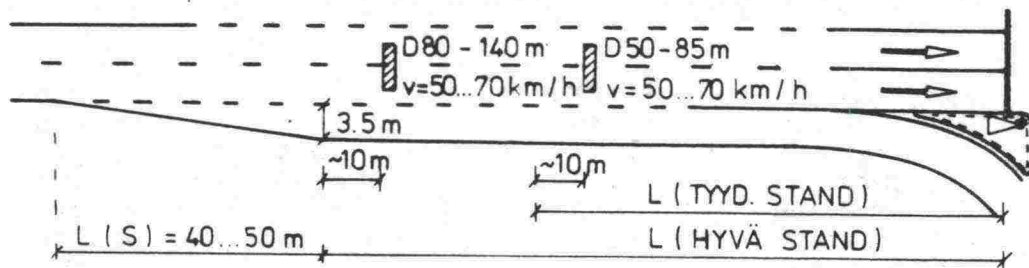
Oikealle kääntymiskaistan olemassaolo tehostaa valinta-alueen tyhjennystoimintoa, sillä tällöin kääntyvälle liikenteelle on mahdollista määrittää oma suoraan menevän liikenteen valinta-alueesta poikkeava valinta-alue. Myös vihreän pidennykset voidaan mitoittaa oikein kääntyvän liikenteen käyttämän suoraan ajavien nopeutta alemman nopeuden mukaan.

Oikealle kääntymiskaistan on oltava niin pitkä, että 80 - 90 %:n varmuudella ei suoraan menevän kaistan jono huippu-tuntinakaan estä kaistalle pääsyä. Jonon pituus (ajoneuvoina), joka ei 80 - 90 %:n varmuudella ylitä, voidaan määrittää riittävän tarkasti kertomalla keskimääräinen jonon pituus 1,5:llä. Yhden ajoneuvon vaatima tila on taajamassa keskimäärin 6,5 m ja maaseudulla (tai jos raskasta liikennettä on paljon) noin 8 metriä.

Toinen kaistan pituuteen vaikuttava seikka on liikenneohjauksissa valoissa ilmaisimien sijainti. Jos oikealle kääntyvää liikennevirtaa on pääsuunnalla tarkoitus ohjata eri opastinryhmällä kuin suoraan menevää liikennettä, olisi kääntymiskaistan täysleveän osan oltava vähintään niin pitkä, etteivät kääntyvät autot ylitä 50...85 m etäisyydellä seis-viivasta olevaa valinta-alueen tyhjennystoiminnosta (mahdollisesti myös keltaisen ajan ja/tai suoja-ajan säädöstä) vastaavaa ilmaisinta. Jos oikealle kääntyviä on yli 100 - 200 ajon/h olisi kääntyvät ohjattava omalle kaistalleen selvästi ennen suoraan menevän liikenteen valinta-alueen takarajaa ja sen kohdalla olevaa ilmaisinta (kuva 20a). Lisäksi on varmistettava, etteivät autot yleensä oikease väärän silmukkailmaisimen yli.

Oikealle kääntymiskaistan rakentaminen sivusuunnalle on pääväylien liittymissä perusteltua, jos sivusuunnalla oikealle kääntyviä on paljon ja vasemmalle kääntyvää tai suoraan menevää liikennettä on vähän. Tällöin kannattaa oikealle kääntyvä liikenne ohjata omalla opastinryhmällä tai ilman valo-ohjausta järjestämällä vapaa oikea. Sivusuunnan oikealle kääntymiskaista on oltava niin pitkä, että oikealle kääntyvät autot eivät ylitä suoraan menevien opastinryhmän vihreää pyytävää ilmaisinta (kuva 20b). Kyseinen esi-ilmaisimien sijoitetaan normaalisti 40...70 m etäisyydelle seis-viivasta. Jos oikealle kääntyvät kuitenkin joutuvat ylittämään tulosuunnan muuta liikennettä ohjaavia ilmaisimia, eivät nämä ilmaisimet saa olla vihreää pyytäviä ilmaisimia. Muuten menetetään oikealle kääntyvien erikseen ohjaamisella saavutettava hyöty.

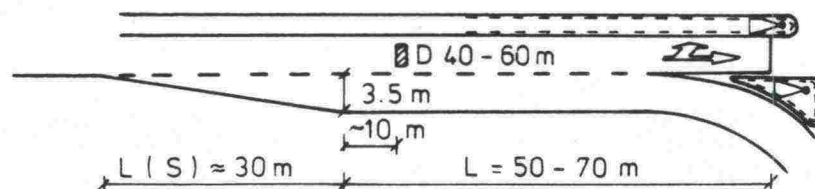
a) Pääsuunnalla



TAVOITESTANDARDI	OIKEALLE KÄÄNTYMISKAISTAN PITUUS (L)		
	v = 50 km/h	v = 60 km/h	v = 70 km/h
HYVÄ	90 m	110 m	150 m
TYYDYTTÄVÄ (*)	60 m	80 m	100 m

(*) Riittävä standardi, kun oikealle kääntyviä on vähemmän kuin 100...150 ajon/h tai vähemmän kuin 15 % tulosuunnan liikenteestä.

b) Sivusuunnalla



Kuva 20. Oikealle kääntymiskaistan mitoitus pääväylän liikennevaloliittymässä, kun oikealle kääntyvät ohjataan tulosuunnan muusta liikenteestä erillään (=vapaa oikea tai oma nuoliopastin).

Vasemmalle kääntymiskaistat

Vasemmalle kääntymiskaistat on rakennettava pääsuunnalle liikenneturvallisuussyistä 2+2-kaistaisilla väylillä ja väylillä, joilla nopeusrajoitus on 60 km/h tai 70 km/h (vrt. myös kohta 6.2). Jos vasemmalle kääntyviä on enemmän kuin 100 - 150 ajon./h, tulisi pääsuunnalle rakentaa erillinen vasemmalle kääntymiskaista myös 1+1-kaistaisilla väylillä ja 50 km/h-väylillä.

Yhteenkytkettäväksi aiotuissa liikennevaloliittymissä vasemmalle kääntymiskaistojen tarve on yleensä suurempi kuin yksittäisesti toimivissa liikennevaloissa. Yhteenkytketyissä liikennevaloissa yhteiskaistalta vasemmalle kääntyvistä autoista on haittaa vihreässä aallossa ajaville autoille.

Vasemmalle kääntymiskaistan täysleveän (=3,5 m) osan pituuden (L) riittävyys on tarkistettava seuraavilla kriteereillä:

1. Vasemmalle kääntymiskaistalle punaisen aikana ja vihreän alussa muodostuva jono huipputunnin aikana on 80 - 90 %:n varmuudella oltava lyhyempi kuin pituus L. Kun sallitaan 20 % ylikuormitusriski, vasemmalle kääntymiskaistan jonotila (metreinä) voidaan määrittää riittävän tarkasti seuraavalla kaavalla:

$$JT = k \cdot Q \cdot (\text{maksimipunainen}) \cdot (1 + Q/3600) / 3600 \quad (7)$$

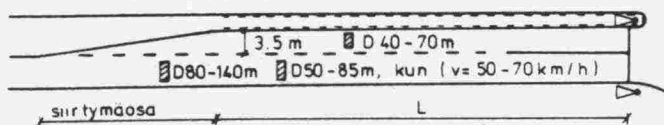
JT = jonotila metreinä

Q = kääntyvä maksimiliikennemäärä (ajon/h)

k = 9, taajamassa

k = 12, maaseudulla tai kun raskaiden ajoneuvojen osuus on yli 15 %

2. Vasemmalle kääntymiskaistan on oltava 3,5 m leveä jo ainakin 10 m ennen tulosuunnan valinta-alueen tyhjennystoiminnosta vastaavaa ilmaisinta, jotta autot ylittävät aina ko. ilmaisimen (kuva 21).
3. Suoraan menevälle kaistalle punaisen valon aikana kertyvä jono ei 80 - 90 %:n varmuudella saa estää pääsyä kääntymiskaistalle.
4. Korkealuokkaisen pääväylän (nopeusrajoitus 60/70 km/h) uudessa liikennevaloliittymässä, jossa pyritään hyvään sujuvuuteen (tällöin ylimääräiset pyynnöt ja pidennykset on minimoitava), pitäisi suuri vasemmalle kääntyvä liikennevirta ohjata omalle kaistalleen ennen suoraan menevän liikenteen valinta-alueen tyhjennystoiminnosta vastaavaa ilmaisinta (kuva 21).



TAVOITESTANDARDI	VASEMMALLE KÄÄNTYMISKAISTAN PITUUS (L)		
	v = 50 km/h	v = 60 km/h	v = 70 km/h
HYVÄ	90 m	110 m	150 m
TYYYDYTTÄVÄ (*)	60 m	80 m	100 m

(*) Riittävä standardi, kun vasemmalle kääntyviä on vähemmän kuin 100...150 ajon/h tai vähemmän kuin 15 % tulosuunnan liikenteestä

Kuva 21. Vasemmalle kääntymiskaistan mitoitus pääväylien liittymissä ilmaisinjärjestelyt huomioiden.

5.4 Vapaa oikea

Oikealle kääntyvä liikennevirta voidaan liikennevaloliittymissä ohjata myös ilman valo-ohjausta. Tämän ns. vapaan oikean järjestämistä varten on ainakin toistaiseksi anottava tapauskohtaisesti lupa liikenneministeriöstä. Luvan myöntämisen ehtona on, että vapaaseen oikeaan liittyvät fyysiset ja ohjaukselliset järjestelyt toteutetaan tässä luvussa esitetyllä tavalla.

Vapaasta oikeasta on suurta hyötyä taajamien pääväylien liikennevaloliittymissä, joissa on paljon sivusuunnalta oikealle kääntyvää liikennettä ja vähän kevytliikennettä.

Vapaa oikea voidaan järjestää pää- ja sivusuunnalta kahdella tavalla:

- A. Poistumissuunnalla on lisäkaista liityttävään virtaan sekoittumista varten (kuva 22a).
- B. Poistumissuunnalla ei ole lisäkaistaa, jolloin väistämisvelvollisuus on selvästi osoitettava liikennemerkkein ja tiemerkinnoin (kuvat 22b ja 23).

Lisäkaista poistumissuunnalla helpottaa päävirtaan liittymistä. Sen rakentamista voidaan harkita, kun halutaan järjestää vapaa oikea sivusuunnalta vilkasliikenteiselle pääväylälle. Järjestettäessä vapaa oikea pääsuunnalta sivusuunnalle ei yleensä kannata pelkästään vapaan oikean takia rakentaa lisäkaistaa poistumissuunnassa.

Kun oikealle kääntyvä liikennevirta halutaan ohjata liikennevaloissa ilman valo-opastinta, täytyy tulosuunnan suoraan menevän kaistan ja oikealle kääntyvän kaistan väliin rakentaa kolmiosaareke. Kolmiosaarekkeen muotoiluun ja oikealle kääntymiskaistan kaarresäteiden valintaan vaikuttaa se,

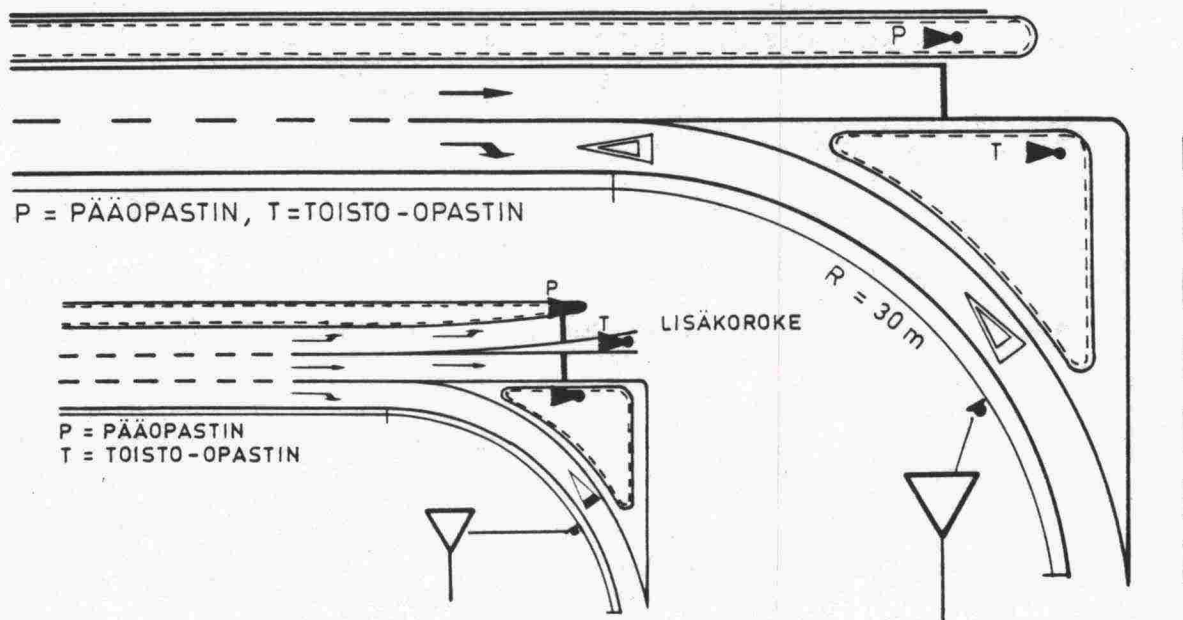
- onko poistumissuunnalla lisäkaista,
- risteääkö liikennevirta tasossa suojatien kanssa ja
- onko poistumishaaralla suojatie.

Kun kääntyminen tapahtuu omalle kaistalle voidaan käyttää isompia kaarresäteitä (kuva 22a), kuin jos lisäkaistaa ei ole (kuva 22b), ja pyrkiä siten ohjaamaan ajoneuvot päätien suuntaiseksi ennen sekoittumistapahtumaa.

Kun vapaa oikea on järjestetty ilman kiihdytyskaistaa poistumissuunnalla pitää kolmiosaarekkeen pituus/leveys-suhde pitää olla noin 2:1, jotta kääntyville ajoneuvoille aikaansaadaan riittävän hyvät näkemät (kuva 22b) ja riittävän alhainen liittymisnopeus.

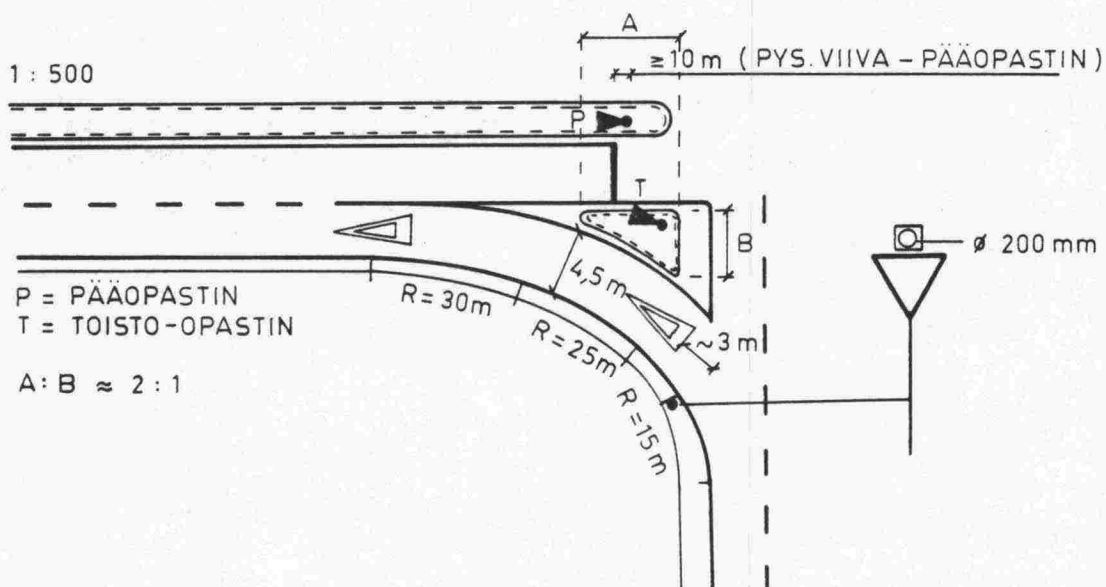
- a) Vapaa oikea, kun risteävällä kadulla/tiellä on kiihdytyskaista.

1 : 500



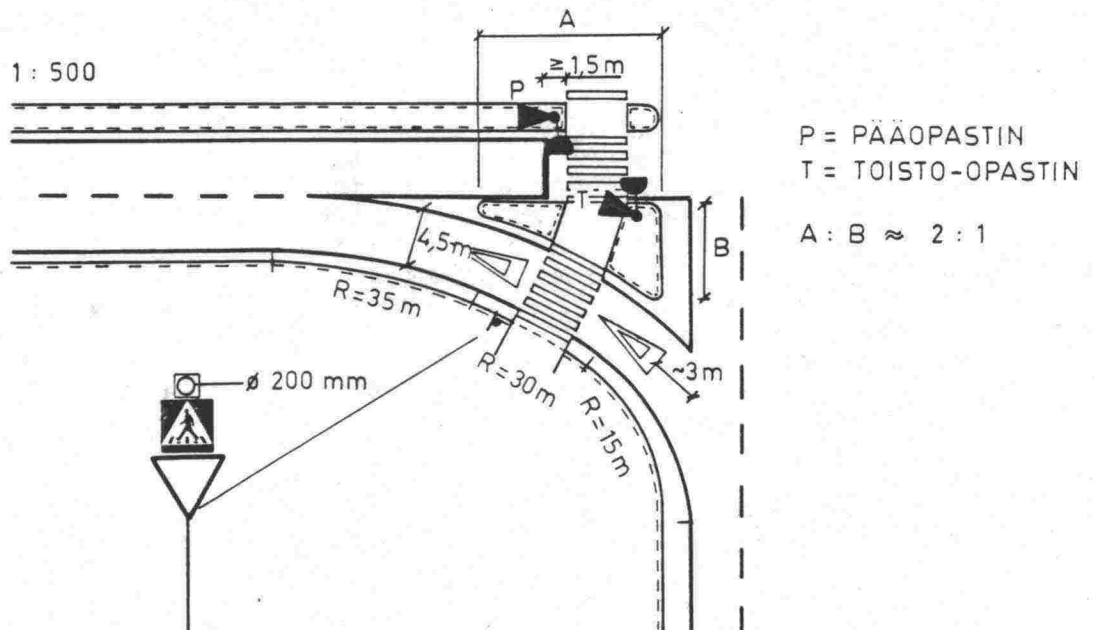
- b) Vapaa oikea, kun risteävällä kadulla/tiellä ei ole kiihdytyskaistaa.

1 : 500

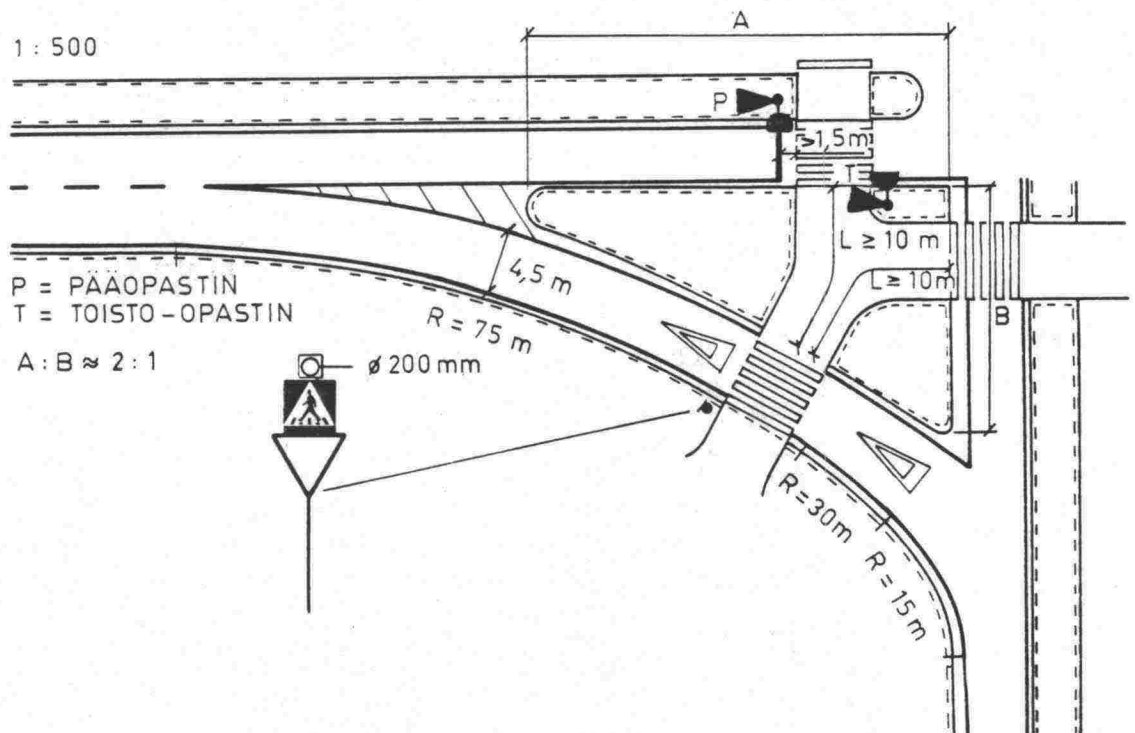


Kuva 22. Vapaa oikea pää- tai sivusuunnalta, kun oikealle kääntymiskaista ei risteä tasossa suojatien kanssa, periaatekuva.

- a) Vapaa oikea (ilman kiihdytyskaistaa) risteää tasossa suojatien kanssa - suojatiellä ei ole pp-liikennettä.



- b) Vapaa oikea (ilman kiihdytyskaistaa) risteää tasossa suojatien kanssa - suojatiellä on säännöllistä pp-liikennettä.



Kuva 23. Vapaa oikea pää- tai sivusuunnalta, kun oikealle kääntymiskaista risteää tasossa suojatien kanssa, periaatekuva.

Vapaa oikea saa ristetä tasossa tulohaaran suojatien kanssa, kun suojatiellä on vähän jalankulkijoita eikä juuri lainkaan pp-liikennettä. Risteämiskulma on oltava 90 astetta suojatiehen nähden. Koulujen, päiväkotien ja vanhainkotien läheisyydessä olevissa liittymissä, joissa on suojateitä, ei vapauta oikeaa ole suositeltavaa käyttää.

Valo-ohjaamaton suojatie ei saa olla samassa linjassa kuin ao. liittymähaaran valo-ohjauksiset suojatiet ja niiden osat. Jos suojateillä ei ole juuri lainkaan pp-liikennettä, on kolmiokorokkeen minimileveys suojatien kohdalla 2 metriä (kuva 23a). Kun suojatiellä on säännöllistä pp-liikennettä, on kolmiokorokkeen oltava niin leveä, että pyöräilijän korokkeella kulkema matka on vähintään 10 metriä (kuva 23b).

Vapaa oikea ei saa ristetä tasossa risteävän väylän ylittävän suojatien kanssa vaan tämä suojatie on johdettava kolmiokorokkeen kautta (kuva 23b).

Vapaan oikean yhteydessä tulosuunnan liikennevalo-opastimet on suunnattava ja sijoitettava siten, että oikealle kääntyvät autoilijat selvästi tajuavat, etteivät valo-opastimet koske heitä. Tällöin esim. sivusuunnalla suoraan ajavia ohjaava pääopastin kannattaa silloin, kun tulosuunta on 1-kaistainen, sijoittaa vasemmalle puolelle ajosuuntaan nähden. Liikennevalo-opastimet voidaan tarvittaessa varustaa myös lipoilla, jotka estävät opasteiden havaitsemisen oikealle kääntymiskaistalta.

Vapaa oikea liikennevaloissa on Suomessa totutusta poikkeava järjestely. Vapaasti oikealle kääntyvän liikenteen väistämisvelvollisuus on selvästi osoitettava kärkikolmiolla. Lisäksi oikealle kääntyvien väistämisvelvollisuutta on korostettava seuraavilla järjestelyillä:

- Väistämisvelvollisuutta osoittavan liikennemerkin yhteyteen on sijoitettava 1-aukkoinen (\varnothing 200 mm) keltaista vilkkuvaloa näyttävä opastin osoittamaan, että kuljettajan on noudatettava erityistä varovaisuutta. Keltavilkun taajuus on oltava liikennevalojen keltavilkun taajuutta noin 2 kertaa suurempi. Tätä varoitusvilkkua käytetään vain silloin, kun vapaa oikea liittyy risteävään tiehen ilman kiihdytyskaistaa tai kun vapaa oikea risteää suojatien kanssa. Kun liikennevalot ovat keltavilkulla tai kokonaan pimeänä, tulee myös 1- aukkoisen varoitusvalon olla pimeänä.
- Sivusuunnalla on merkittävä ajorataan kaksi valkoista kärkikolmiota. Merkinnot sijoitetaan ajokaistan keskelle siten, että toinen kolmio sijoitetaan noin 2 metrin etäisyydelle päätien lähimmästä reunasta ja toinen kolmio noin 20 - 25 metrin etäisyydelle ensimmäisestä kolmiosta (kuva 22b). Kun kaista risteää suojatien kanssa, sijoitetaan kolmio myös suojatien eteen 1 metrin etäisyydelle (kuva 23).

5.5 Kevytliikenteen järjestelyt

Pääväylien uusissa liikennevaloliittymissä pitäisi pyrkiä välttämään pääsuunnan kanssa tasossa risteäviä suojateitä etenkin silloin, kun pääväylä on 2+2 -kaistainen. Pääsuunnan kanssa tasossa risteävät pitkät suojatiet (= pitkät minimivihreät) rajoittavat oleellisesti valo-ohjauksen sujuvaa toimintaa. Lisäksi pääsuunnan ylittävillä 2-osaisilla suojateillä, joissa on painonapit, syntyy ongelmia painonappien odota-valojen ja oheispyyntöjen toteutuksessa.

Erikoistapauksissa saattaa 2-ajorataisilla pääväylillä tulla kyseeseen liittymien välillä oleva valo-ohjauksinen suojatie. Jos tällaisessa tapauksessa jalankulkijoiden yhtenäistä ylitystä ei väylän yhteenkytkennän takia voida järjestää, on suojatien osat porrastettava siten, että kevytliikenne joutuu keskikorokkeella siirtymään sivusuunnassa noin 5 metriä. Suoraan kulkeminen on tällöin estettävä keskikorokkeelle asennettavilla kaiteilla.

Liikennevaloristeyksissä, joissa on paljon jalankulkijoita, suojateiden leveys ja odotustilan mitoitus on tarkistettava kapasiteetin perusteella. Tästä on hyvät ohjeet mm. Kaupunkiliiton julkaisussa "Katujen tasoliittymien suunnitteluohteet" (Julkaisu C55, 1983). Jos pp-liikennettä on paljon, tulee liittymän lähialue suunnitella riittävän väljäksi.

Suojatie olisi jaettava korokkeella kahteen osaan, kun suojatien kokonaispituus on yli 10 metriä. Suojatiekorokkeen vähimmäisleveys on 2 metriä. Valo-ohjauksisen suojatien jakamista korokkeilla useampaan kuin kahteen osaan on vältettävä.

Suojatien etäisyys samansuuntaisen ajoradan reunasta tulee olla normaalisti noin 6..7 metriä. Jos suojatie on em. etäisyyttä kauempana, on kääntyvien ajoneuvojen nopeus suojatien kohdalla liian suuri ja jalankulkijat saattavat oikaista. Toisaalta jos etäisyys on liian lyhyt, ei kääntyvä auto mahdu suojatien eteen haittaamatta suoraan menevää liikennettä. Näkövammaisten suunnistusta oleellisesti helpottaa, jos suojatie lähtee jalkakäytävän reunasta suorassa kulmassa.

Koska valo-ohjauksen välityskyky ruuhka-aikana ja joustava toiminta vähäisen liikenteen aikana saattaa usein olla riippuvainen myös jalankulkijoiden vaatimista minimi- ja suoja-ajoista, on suojateiden pituus pyrittävä pitämään mahdollisimman lyhyenä. Esimerkiksi suojatien vinous ajorataan nähden lisää tarpeettomasti suojatien pituutta. Lyhyestä suojatiestä hyötyvät myös jalankulkijat, koska tällöin suojatievihreää ei "varmuuden vuoksi" tarvitse katkaista tarpeettoman aikaisin autoliikenteen vielä pidentäessä vastaavaa rinnakkaista ajoneuvovihreää.

Jos suojatie saa vihreää vain omasta pyynnöstä painonapin avulla, pystytään valo-ohjauksen palvelutasoa pyöräilijöi-

den kannalta selvästi parantamaan, kun painonappi sijoitetaan omaan lyhyeen pylvääseensä kevytliikenteen väylän oikealle puolelle esim. 2...3 metrin etäisyydelle ajoradan reunasta.

5.6 Opastinjärjestelyt

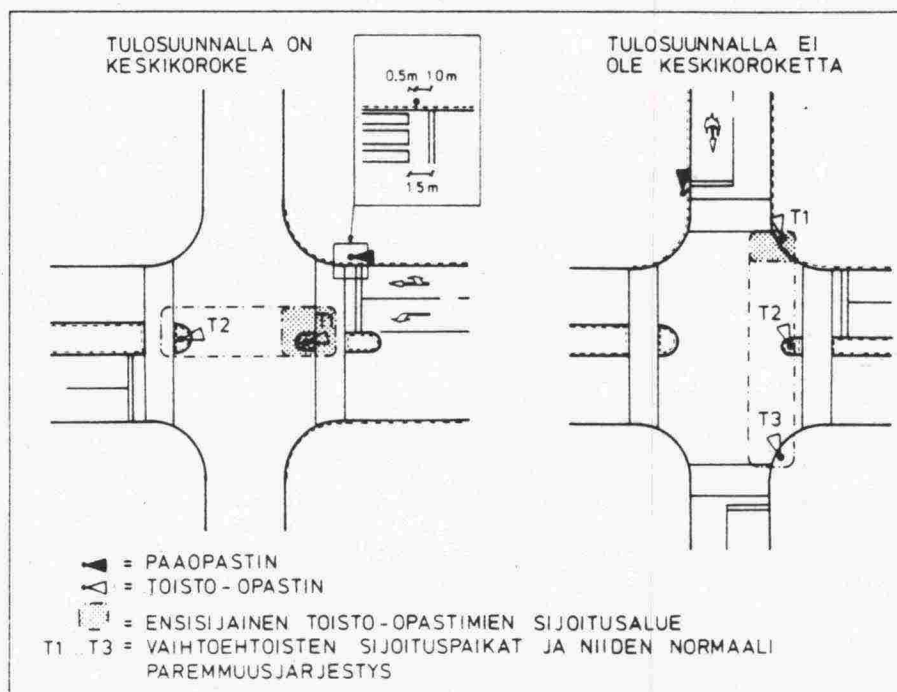
5.6.1 Opastimien sijoitus

Liikennevaloliittymän kutakin tulosuuntaa ohjataan vähintään yhdellä pääopastimella ja yhdellä toisto-opastimella.

Pääopastin on aina sijoitettava tulosuunnan ajosuunnassa vähintään 1...2 metriä seis-viivan jälkeen, jotta myös seis-viivan kohdalle pysähtyneestä autosta näkee pääopastimen.

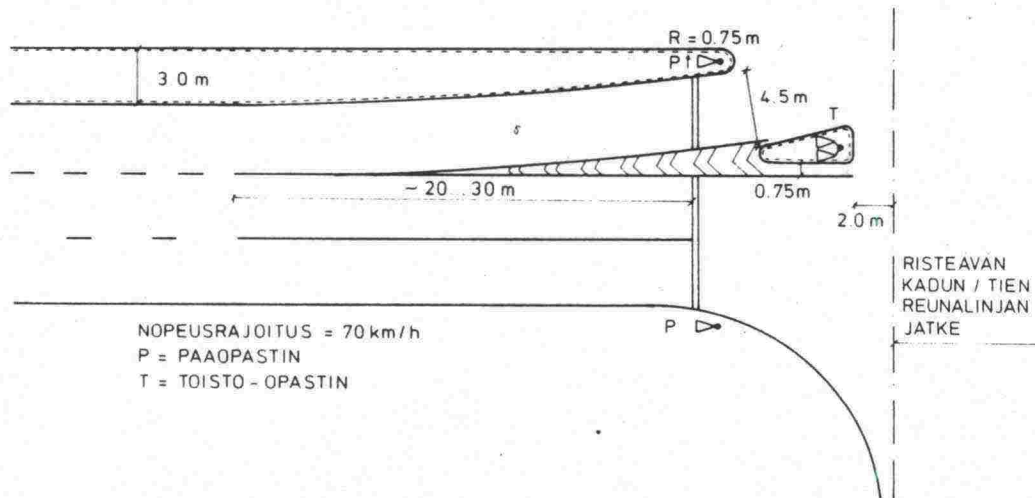
Toisto-opastimet on uusissa rakennettavissa liikennevaloliittymissä sijoitettava pääsääntöisesti ennen liittymäaluetta kuvassa 24 esitetyllä periaatteella. Erityisen tärkeätä tämä on, jos liittymän ohjauksessa voi esiintyä ns. jälkivihreätä ilman 1-aukkoista lisäopastinta.

Jos tulosuuntaa ohjataan useammalla kuin yhdellä opastinryhmällä, on eri osatulosuuntia ohjaavien opastimien erottuttava toisistaan niin selvästi, että autoilija havaitsee oikean opastimen ja sen näyttämän opastinkuvan.



Kuva 24. Toisto-opastimien sijoituspaikat liittymäalueella.

Jotta pääsuunnalla voitaisiin soveltaa kuvassa 24 esitettyä toisto-opastimien sijoitusperiaatetta, olisi suoraan menevän ja vasemmalle kääntymiskaistan väliin tarpeen rakentaa pieni kolmiosaareke, jolle toisto-opastimet voitaisiin sijoittaa (kuva 25). Kuvan 25 mukainen järjestely tehostaa ns. porttivaikutelmaa ja pienentää riskiä, että autoilija lähtee liikkeelle väärää opastinta seuraamalla. Lisäkoroke lisää päätien poikkileikkauksen leveyttä liittymän lähialueella vähintään 1,5 metrillä. Kunnossapidolle pienet korokkeet aiheuttavat yleensä haittaa.



Kuva 25. Kolmiosaareke suoraan menevän ja vasemmalle kääntymiskaistan välissä.

Korokkeen, jolle sijoitetaan opastinpylväitä ja opastimia, vähimmäisleveys vaihtelee opastimien vaatiman tilan mukaan. Halkaisijaltaan 200 mm opastimia käytettäessä korokkeen minimileveys on 1,5 m ja ϕ 300 mm opastimia käytettäessä vähintään 2,0 m. Korokkeen leveyttä määritettäessä tulee varmistaa, että myös mahdolliset muut liikenteen ohjauslaitteet ja portaalit mahtuvat korokkeelle.

Liittymän havaittavuuden lisäämiseksi on pääväylien liikenevaloliittymissä käytettävä pääsuunnalla yläpuolisia opastimia ainakin suoraan menevän liikenteen osalta. Yläpuolinen portaaliopastin sijoitetaan ja suunnataan siten, että se näkyy tulosuunnalla hyvin n. 200...300 metrin etäisyydeltä.

5.62 Taustalevyjen käyttö

Taustalevyt parantavat valo-ohjauksen havaittavuutta etenkin kirkkaissa valaistusoloissa. Taustalevyt ovat suhteellisen halpa keino lisätä liittymän liikenneturvallisuutta.

Taustalevyjen käyttöperiaatteet ovat seuraavat:

PÄÄVÄYLÄT (50...70 km/h)

1. Taustalevyjä käytetään kaikissa pääsuunnan pää- ja toisto-opastimissa.
2. Taustalevyjä käytetään myös kaikissa sivusuunnan pää- ja toisto-opastimissa silloin, kun tulosuunta on ensimmäinen liikennevaloliittymä.
3. Taustalevyjä käytetään kaikissa portaaliopastimissa.

PAIKALLISVÄYLÄT (30...50 km/h)

1. Taustalevyjä käytetään tulosuunnan kaikissa pää- ja toisto-opastimissa silloin, kun tulosuunta on ensimmäinen liikennevaloliittymä esim. taajamaa lähesyttävässä.
2. Taustalevyjä käytetään kaikissa portaaliopastimissa.

Taustalevynä tulee käyttää tyyppiirustuksen Ty 12/222 mukaista suorakaiteen muotoista taustalevyä.

5.63 Lamputyytit

Liikennevaloliittymän keskimääräisen lampunvaihtovälin kasvattamiseksi, lamppuvikojen määrän ja energiakulutuksen pienentämiseksi kannattaa uusien liikennevaloliittymien opastimissa käyttää matalajännitelamppuja (24...38 V) tavallisten 220...230 V valovirtalamppujen sijasta. Em. syistä tulisi etenkin liittymissä, joiden valo-ohjaus toimii ympärivuorokautisesti, käyttää matalajännitelamppuja.

Matalajännitelamppujen valovoima on suurempi kuin tavallisten valovirtalamppujen. Matalajännitelamppuja käytettäessä opastinkuvien vaihtuminen tapahtuu "pehmeämmin" kuin tavallisia valovirtalamppuja käytettäessä.

Pääväylien liikennevaloliittymissä voidaan ajoradan yläpuolisissa ja korkealle asennettavissa opastimissa harkita käytettävän halogeenilamppuja ja kauko-optiikkaa, jolloin liikennevalot näkyvät riittävän kauas myös huonoissa valaistusoloissa kuten esim. vesi- tai lumisateessa. Asiaa on tarkoitus tutkia tarkemmin. Halogeenilamppuja ei tule käyttää normaalikorkeudelle asennetuissa opastimissa, koska niissä ne aiheuttavat häikäisyä.

5.7 Ilmaisimet

Liikenneohjauksisen liikennevaloliittymän toiminta edellyttää luotettavasti toimivia liikenneilmaisimia. Huonosti toimivat ilmaisimet aiheuttavat sen, että edellä selostettuja minimi- ja sujuvuustoimintoja ei voida tehokkaasti hyödyntää.

Ilmaisimia tarvitaan edellä selostettujen ohjaustoimintojen toteutukseen, ja niiden tehtäviä ovat mm.:

- vihreän pyytäminen
- vihreän pidentäminen
- keltaisen ja suoja-ajan säätäminen
- nopeuden mittaaminen
- liikenteen laskenta

Edellä mainitut tehtävät vaativat ilmaisimilta mm. seuraavia ominaisuuksia:

- ajoneuvon/jalankulkijan olemassaolon toteaminen,
- ajoneuvotyyppin tunnistaminen
- ajonopeuden mittaaminen sekä
- ajoneuvomäärän selvittäminen.

Yleisimmät nykyään käytössä olevat ilmaisintyytit ovat:

- tien/kadun päällysteeseen upotettu induktiosilmukka
- infrapunailmaisin
- painonappi

Muita ilmaisimia ovat tutka ja ultraääni-ilmaisin. Tulevaisuudessa yleistynevät ajoneuvoliikenteen ilmaisemisessa myös digitaalisen kuvankäsittelyyn perustuvat menetelmät.




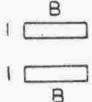

Kaikki ilmaisintyytit eivät pysty selvittämään kaikkia edellä mainittuja tietoja liikenteestä. Esimerkiksi infrapunailmaisin ja tutka havaitsevat vain liikkuvan ajoneuvon. Monipuolisimpia ajoneuvoilmaisimia ovat induktiosilmukka ja ultraääni-ilmaisin, joilla voidaan havaita ajoneuvon tyyppi, nopeus ja ajoneuvojen lukumäärä.

Induktiivinen ilmaisin, joka muodostuu tiehen asennetusta johtosilmukasta ja ilmaisinyksiköstä (ilmaisinvahvistin), havaitsee ajoneuvot niissä olevan metallimassan perusteella. Silmukan geometrisella muodolla voidaan vaikuttaa hyvin paljon induktiivisen silmukan ilmaisukykyyn (kuva 26). Esimerkiksi polkupyörät ja mopot havaitaan parhaiten n. 45...60 astetta vinossa olevalla ja ajosuunnassa n. 1 metrin mittaisella silmukalla.

Ilmaisin on mahdollista saada ilmaisemaan haluttua ajoneuvotyyppiä myös säätämällä ilmaisinvahvistimen herkkyyttä. Tällöin on kuitenkin vaarana, että jos ilmaisin on viritetty liian herkälle, saattaa se tietyistä ilmaisuista "jäädä päälle" antamaan jatkuvaa ilmaisua.

Jos ajoradalla liikkuu mopoja ja polkupyöriä, on seis-viivan tuntumassa olevat ja valinta-alueen tyhjennystoiminnosta vastaavat ilmaiset rakennettava tai viritettävä mopot ja polkupyörät havaitseviksi.

Raskaan liikenteen etuisuutta varten tarvitaan ilmaisipari, jossa ilmaisimien välinen etäisyys on 8 metriä (kuva 26). Polkupyörien ilmaisemiseen pp-teillä voidaan käyttää myös suunnantuntevaa ilmaisiparia. Tällöin paras tulos saavutetaan, kun ilmaisimet rakennetaan osittain päällekkäin (kuva 26). Ilmaisimien asentaminen osittain päällekkäin on kuitenkin melko hankalaa. Tästä syystä pp-ilmaisimet asennetaan yleensä siten, että niiden välinen etäisyys on noin 10...20 cm.

TYYPPI	MITAT	ILMAISEE	KÄYTTÖKOHDE/ OHJAUSTOIMINTO
	l = 1...2 m B = 2...6 m	autot (mp:t)	esi-ilmaisimena
	l = 1...2 m B = 2...6 m $\alpha = 45^\circ/60^\circ$	autot, mp:t, mopot ja polkupyörät	valinta-alueen tyhjennystoiminto
	l = 5...10 m B = 1,5...3 m	autot (mp:t)	seis-viivan lähellä (jonon purkutoiminto)
	l = 1...2 m B = 2...6 m	pitkät (= raskaat) auto, suunnan- tunteva	raskaan liikenteen etuisuus (nopeuden mittaus)
	l = 1,0 m B = 2...6 m $\alpha = 45^\circ/60^\circ$ (n. 10 cm päällekkäin)	polkupyörät (suunnantunteva)	pp-liikenteen ohjaus (pyyntö, pidennys)

Kuva 26. Erilaisia induktiosilmukoita.

Induktiosilmukan ja sen avulla toteutettujen ohjaustoimintojen toiminnan varmistamiseksi on liikennevalojen käyttöönoton yhteydessä aina tarkistettava mm. seuraavat asiat:

- ilmaisimien on asennettu ajorataan kunnolla - tarkistettava, että silmukka on saumattu kunnolla ja että saumausaine on tarttunut hyvin päällysteeseen
- varmistettava, että oikea silmukka ohjaa oikeaa ilmaisilogiikkaa, koska esim. silmukan yhdyskaapeli on voitu liittää väärään vahvistimeen tms.

Infrapunailmaisinta on kahta päätyyppiä: pienjännitteellä (14...37 V) ja 220 V jännitteellä toimivia. Infrapunailmaisimien voidaan asentaa liikennevalo- tai valaisinpylvääseen. Tarvittaessa se voidaan asentaa myös puupylvääseen. Tarkat ohjeet infrapunailmaisimien ominaisuuksista, suuntauksesta ja asennuksesta löytyvät laitetoimittajien asennusohjeista.

Infrapunailmaisimien ei pysty ilmaisemaan paikallaan olevia. Sitä voidaan silti käyttää seis-viivan tuntumassa, kun ajoneuvon saapuessa punaisen aikana seis-viivalle viedään tieto ajoneuvon läsnäolosta ohjauskojeeseen muistiin. On kuitenkin huomattava, että myös tieto keltaisella seis-viivan ylittäneestä ajoneuvosta jää muistiin aiheuttaen ylimääräisen pyynnön. Infrapunailmaisimien havaitsee liikkeen lämpötilaeron (ympäristö - liikkuva kohde) perusteella. Tämä täytyy myös ottaa huomioon käytettäessä infrapunailmaisimia. Esimerkiksi oikovat jalankulkijat saattavat myös aiheuttaa ylimääräisiä pyyntöjä. Myös kova vesi- ja lumisade saattaa aiheuttaa ylimääräisiä ilmaisuja.

Infrapunailmaisimien soveltuu parhaiten käytettäväksi esi-ilmaisimena vihreän pidentämiseen. Kuitenkin esim. jonopidennystoiminnon toteuttaminen infrapunailmaisimella on epätarkkaa, koska infrapunailmaisimien antaa yhdestä autosta pääsääntöisesti kaksi pulssia.

Infrapunailmaisimien selviä etuja ovat mm.:

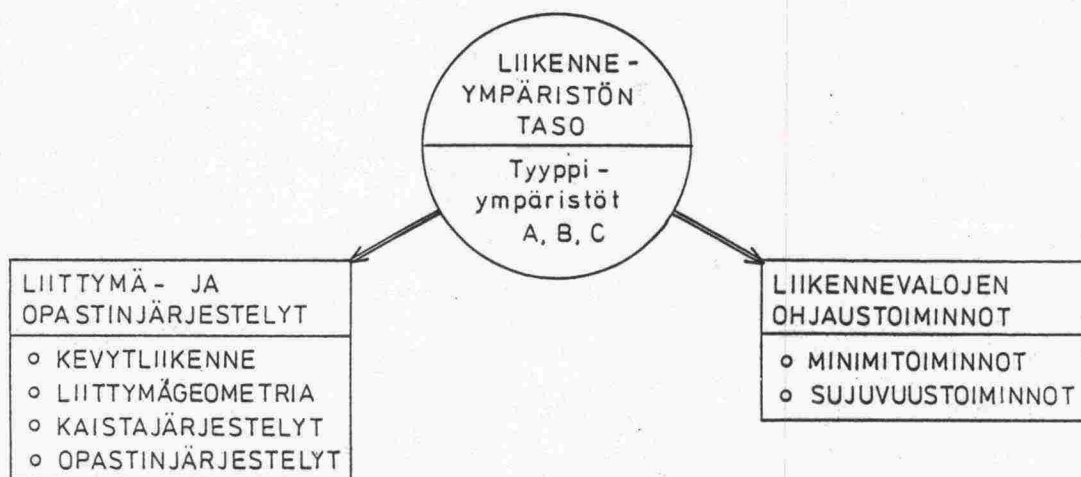
- kaapeloinnin helppous ja halpuus induktiosilmukkaan verrattuna (voidaan käyttää rengaskaapelia, vanhojen silmukoiden liitännäiskaapeleita jne.)
- pieni koko ja varmatoimisuus
- ilmaisimien rikkoutuessa sen vaihtaminen on helppoa ja se onnistuu myös talvella
- eri infrapunailmaisimet eivät häiritse toistensa toimintaa

Edellä mainittujen etujen vuoksi infrapunailmaisimia voidaan kaikissa ympäristöissä hyvin käyttää normaaleina esi-ilmaisimina (ei kuitenkaan jonopidennys- tai raskaan liikenteen etuisuustoimintoon) ja kaupunkiympäristössä myös seis-viivan tuntumassa olevana "läsnäoloilmaisimena".

6. VALO-OHJAUKSELLE ASETETTAVAT VAATIMUKSET ERILAISSISSA LIIKENNEYMPÄRISTÖISSÄ

6.1 Yleistä

Luvussa 3 määriteltyjen tyyppiympäristöjen (kuva 3) avulla voidaan kuvassa 27 esitetyn periaatteen mukaisesti määrittää liikennevaloliittymän fyysisten järjestelyiden ja ohjaustoimintojen vaatimustaso erilaisissa liikenneympäristöissä. Samassa liittymässä liikenneympäristö yleensä on erilainen liittymän eri haaroilla.



Kuva 27. Tyyppiympäristöperiaate liikennevalojen suunnittelussa.

6.2 Liittymä- ja opastinjärjestelyt

Kaistajärjestelyt on mitoitettava kohdassa 5.3 esitettyjen periaatteiden mukaisesti siten, että ko. ympäristössä vaadittavat ohjaustoiminnot (kohta 6.3) saadaan hyvin toteutetuksi (kuva 28).

Liittymän muotoilussa tulee yleensäkin pyrkiä pieneen kokoon ja täsmällisiin järjestelyihin. Tällöin vaihtoajat lyhenevät, kääntyvien autojen nopeudet pysyvät alhaisina ja opastimien sijoittaminen valojen mahdollisimman hyvän havaittavuuden aikaansaamiseksi helpottuu.

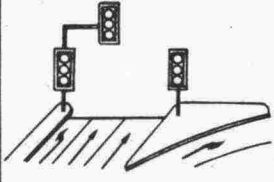
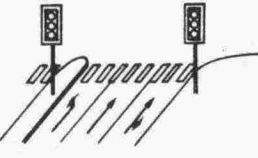

Kevytliikenteen järjestelyissä on pyrittävä mahdollisimman hyvään liikenneturvallisuuteen mutta toisaalta pääsuunnan liikenteen sujuvuutta oleellisesti heikentäviä ratkaisuja tulisi välttää. Tämä tarkoittaa sitä, että korkealuokkaisilla 4-kaistaisilla pääväylillä (taso A) pääsuunnan kanssa risteävät kevytliikenteen väylät olisi toteutettava eritasoratkaisuna (kuva 28).

Opastinjärjestelyiden (kuva 29) on oltava selkeät ja opastimien havaittavuuden hyvä, mikä edellyttää mm. seuraavaa:

- toisto-opastimien sijoittamista ennen liittymäaluetta
- taustalevyjen ja matalajännitelamppujen käyttöä
- valovoimaisten lamppujen ja kauko-optiikan käyttöä ajoradan yläpuolisissa opastimissa

LIIKENNEYMPÄRISTÖ		KAISTAJÄRJESTELYT	KEVYTЛИIKENNEJÄRJESTELYT LIITYMÄSSÄ
TASO	TYYPPIYMPÄRISTÖN KUVAUS	● vaatimus ○ suositus x harkinnan mukaan	○ suositus x harkinnan mukaan
A	I KORKEALUOKKAINEN PÄÄVÄYLÄ 70 km / h	● riittävän pitkät vasemmalle kääntymiskaistat ○ vapaa oikea ainakin sivusuunnalta pääsuunnalle x oikealle kääntymiskaista	○ omilla väylillä ○ risteäminen eritasossa
	II PÄÄVÄYLÄ 70 km/h	● riittävän pitkät vasemmalle kääntymiskaistat x vapaa oikea	○ omilla väylillä ○ risteäminen pääsuunnan kanssa eritasossa
B	III PÄÄVÄYLÄ/-KATU 60 km/h	● vasemmalla kääntymiskaistat	○ omilla väylillä x risteäminen pääsuunnan kanssa eritasossa / tasossa
	IV PÄÄVÄYLÄ/-KATU 50 km/h	○ vasemmalle kääntymiskaistat	
C	Y KESKUSTAVÄYLÄ / -KATU 40...50 km/h	x vasemmalle kääntymiskaistat	

Kuva 28. Kaista- ja kevytliikenteen järjestelyille asetettävät vaatimukset ja suositukset eri tyyppi-ympäristöissä.

LIIKENNEYMPÄRISTÖ		OPASTINJÄRJESTELYIDEN TASO	
TASO	TYYPPIYMPÄRISTÖN KUVAUS	PERIAATEKUVA (minimitaso)	<ul style="list-style-type: none"> ● ehdoton vaatimus x suositus (=harkinnan mukaan)
A	I KORKEALUOKKAINEN PÄÄVÄYLÄ 70 km/h II PÄÄVÄYLÄ 70 km/h		<ul style="list-style-type: none"> ● taustalevyt (myös toisto-opastimissa) ● pääsuunnalla portaaliopastin x toisto-opastimet ennen liittymäaluetta x matalajännitelamput x valovoimaiset lamput ja kauko-optiikka yläpuolisissa opastimissa
B	III PÄÄVÄYLÄ/-KATU 60 km/h IV PÄÄVÄYLÄ/-KATU 50km/h		<ul style="list-style-type: none"> ● taustalevyt (myös toisto-opastimissa) x pääsuunnalla portaaliopastin x toisto-opastimet ennen liittymäaluetta x matalajännitelamput x valovoimaiset lamput ja kauko-optiikka yläpuolisissa opastimissa
C	V KESKUSTAVÄYLÄ/-KATU 40...50 km/h		<ul style="list-style-type: none"> x taustalevyt tarvittaessa x matalajännitelamput x toisto-opastimet ennen liittymäaluetta

Kuva 29. Opastinjärjestelyille asetettavat vaatimukset ja suositukset eri tyyppiympäristöissä.

6.3 Ajoneuvoliikenteen ohjaustoiminnot

Tyyppiympäristöissä I ja II (= korkealuokkainen pääväylä) on erillisohjauksessa pääsääntöisesti pyrittävä hyvään liikenteen sujuvuuteen, jolloin valo-ohjauksen ympärivuorokautiselle toiminnalle on hyvät edellytykset. Valittu liikenteen sujuvuustaso vaikuttaa ohjaustoimintojen vaatimien ilmaisimien sijoituksiin ko. tulosuunnalla.

Tyyppiympäristöjen AI ja AII ohjaustoiminnot

Suoraan menevän liikenteen ohjaus

Minimivaatimus:

Erillisohjauksessa

- lyhyt minimivihreä (3...5 s)
- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto
- yksittäisen auton pidennystoiminto vihreän alussa

- lepotila = kaikilla punainen
- lepotilan estotoiminto
- suunnittainen lopetus vaiheen lopussa

Yhteenkytkennässä

- vihreän aallon lopussa valinta-alueen tyhjennystoiminto suunnittain

Hyvän liikenteen sujuvuuden aikaansaaminen erillisohjauksessa edellyttää:

- pääsuunnan vaiheen varaustoimintoa
- jonopidennystoimintoa
- muuttuva keltainen toimintoa

Harkittava tapauskohtaisesti:

- raskaan liikenteen etuisuutta - suositeltavaa käyttää raskaiden autojen osuuden ollessa yli 15 % tai liittymän pystygeometrian ollessa epäedullinen raskasta liikennettä ajatellen
- "aktiivista" suunnittaista lopetusta suurilla liikennemäärillä
- suoja-ajan säätötoimintoa

Kääntyvän liikenteen ohjaus erillisohjauksessa

Minimivaatimus:

- lyhyt minimivihreä (2...5 s)
- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto

Hyvän liikenteen sujuvuuden aikaansaaminen edellyttää:

- tyyppiympäristössä I vapaa oikea kaikilla suunnilla (edellyttää toistaiseksi tapauskohtaista lupaa LM:ltä)

Harkittava tapauskohtaisesti:

- yksittäisen auton pidennys tai jonopidennystoiminto myös vasemmalle kääntyvälle liikenteelle, jos kääntyvä suunta on yksi liittymän pääsuunnista
- suoja-ajan säätötoiminto - ilmaisain ajosuunnassa seis-viivan takana
- tyyppiympäristössä II vapaa oikea, jos oikealle kääntyvien voidaan sallia risteävän tasossa suojatien kanssa (kts. edellytykset kohta 5.4)

Tyyppiympäristön BIII ohjaustoiminnot

Suoraan menevän liikenteen ohjaus

Minimivaatimus:

Erillishajauksessa

- lyhyt minimivihreä (3...5 s)
- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto
- yksittäisen auton pidennys vihreän alussa
- suunnittainen lopetus vaiheen lopussa

Yhteenkytkennässä

- vihreän aallon lopussa valinta-alueen tyhjennystoiminto suunnittain

Hyvän liikenteen sujuvuuden aikaansaaminen erillishajauksessa edellyttää:

- pääsuunnan vaiheen varaustoimintoa
- jonopidennystoimintoa
- lepotila = kaikilla punainen
- lepotilan estotoiminto

Harkittava tapauskohtaisesti:

- raskaan liikenteen etuisuutta - suositeltavaa käyttää raskaiden autojen osuuden ollessa yli 15 % tai liittymän pystygeometrian ollessa epäedullinen raskasta liikennettä ajatellen
- "aktiivista" suunnittaista lopetusta vaiheen alusta asti suurilla liikennemäärillä
- muuttuva keltainen toimintoa
- suoja-ajan säätötoimintoa

Kääntyvän liikenteen ohjaus erillishajauksessa

Minimivaatimus:

- lyhyt minimivihreä (2...5 s)
- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto

Harkittava tapauskohtaisesti:

- vapaa oikea, jos oikealle kääntyvien voidaan sallia risteävän tasossa suojatien kanssa (kts. edellytykset kohta 5.4)

Tyyppiympäristön BIV ohjaustoiminnot

Suoraan menevän liikenteen ohjaus

Minimivaatimus:

Erillisohtaus

- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto
- yksittäisen auton pidennys, jos käytetään lyhyttä minimivihreää
- lepotilan sujuvan toiminnan varmistaminen

Yhteenkytkentä

- valinta-alueen tyhjennystoiminto vihreän aallon lopussa

Hyvän liikenteen sujuvuuden aikaansaaminen erillisohjauksessa edellyttää:

- suunnittainen lopetus vaiheen lopussa

Harkittava tapauskohtaisesti:

- jonopidennystoimintoa
- lepotila = kaikilla punainen
- lepotilan estotoiminto
- pääväylällä/-kadulla pääsuunnan varaustoiminto
- taajamassa ja kaupungissa joukkoliikenteen etuisuutta
- suoja-ajan pituuden säätötoimintoa

Kääntyvän liikenteen ohjaus erillisohtauksessa

Minimivaatimus:

- lyhyt minimivihreä (2...5 s)
- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto

Harkittava tapauskohtaisesti:

- vapaa oikea, jos oikealle kääntyvien voidaan sallia risteävän tasossa suojatien kanssa (kts. edellytykset kohta 5.4)

Tyyppiympäristön CV ohjaustoiminnot

Suoraan menevän liikenteen ohjaus

Minimivaatimus:

Erillisohjauksessa

- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto
- lepotilan sujuvan toiminnan varmistaminen

Yhteenkytkennässä

- valinta-alueen tyhjennystoiminto vihreän aallon lopussa

Suositus hyvän liikenteen sujuvuuden saavuttamiseksi:

- yksittäisen auton pidennys, jos valot ovat toiminnassa myös vähäisen liikenteen aikana tai ympärivuorokautisesti
- suunnittainen lopetus vaiheen lopussa

Harkittava tapauskohtaisesti:

- joukkoliikenteen etuisuutta
- suoja-ajan pituuden säätötoimintoa

Kääntyvän liikenteen ohjaus erillisohjauksessa

Minimivaatimus:

- lyhyt minimivihreä (2...5 s)
- jonon purkutoiminto
- valinta-alueen tyhjennystoiminto

6.3 Liikennevalojen toiminta-aika

Liikennevaloliittymän onnettomuusriski on tutkimusten mukaan (mm. Helsinki) merkittävästi suurempi valojen ollessa keltavilkulla kuin niiden ollessa toiminnassa. Liikenneturvallisuuden lisäämiseksi valojen toiminta-aikoja tulisi pidentää seuraavasti:

1. Tyyppiympäristöjen I, II ja III liittymissä (pääsuunnan nopeusrajoitus 60 tai 70 km/h) tulisi valo-ohjaus toimia ympärivuorokautisesti aina, kun pääsuunta on 4-kaistainen.

2. Tyyppiympäristöjen I, II, III ja IV liittymissä suositellaan valo-ohjauksen toiminnan ympärivuorokautisuutta, jos molemmat tiet/kadut ovat etuajo-oikeutettuja väyliä kauempana ko. liikennevaloliittymästä.

Liikennevalojen toimiminen ympäri vuorokauden edellyttää, että valo-ohjaus toteutetaan ohjaustoiminnoiltaan riittävän korkeatasoisena - pelkät minimitoiminnot eivät riitä.

Kun liittymän valo-ohjaus toimii ympäri vuorokauden, on opastimissa syytä käyttää matalajännitelamppuja, joiden käyttöikä on pidempi ja energiankulutus on pienempi kuin tavallisten valovirtalamppujen (vrt. kohta 5.63).

7. TYYPIESIMERKIT

Esimerkkien tarkoituksena on havainnollistaa liikennevaloliittymän fyysisten järjestelyjen ja edellä selostettujen ohjaustoimintojen soveltamista erilaisissa tyyppiympäristöissä ja liikenneoloissa. Tyyppiympäristö C on harvinaisen tielaitoksen hankkeissa, joten sitä ei ole tässä yhteydessä käsitelty.

Esimerkit ovat pelkistettyjä. Kustakin tyyppiympäristöstä I...IV on esitetty esimerkki A4-lomakkeella, jossa on esitetty liikenneympäristön kuvaus (pääsuunta/sivusuunta), liikennevalojen periaateratkaisu, liikennevalojen vaihekaavio ja ohjaustoiminnot. Yksinkertaistetussa liittymäkuvassa on esitetty kaista- ja opastinjärjestelyt sekä ilmaisinjärjestelyt.

Tyyppiympäristö AI

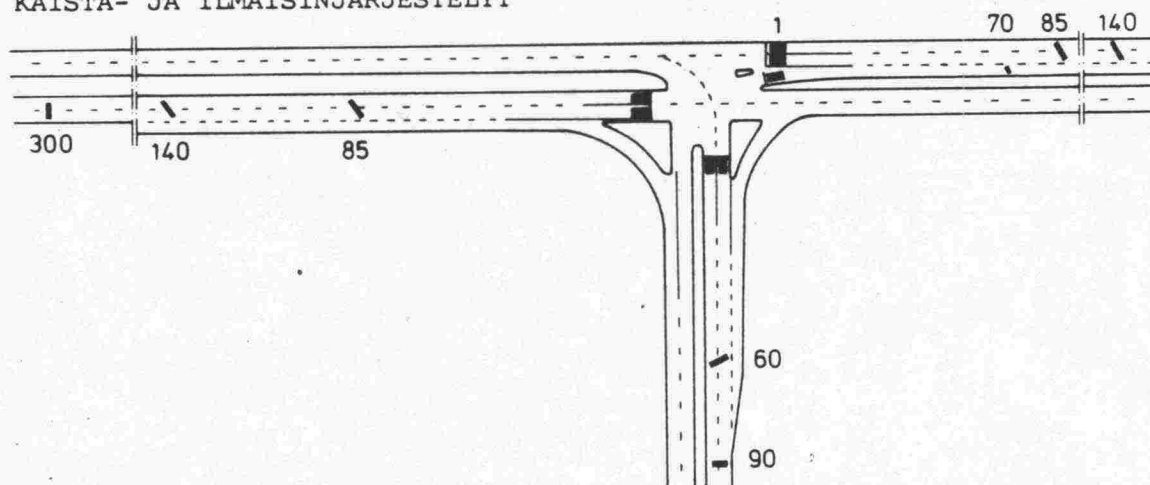
LIIKENNEYMPÄRISTÖN KUVAUS

Korkealuokkaisen pääväylän 3-haaraliittymä, ei muita liikennevaloliitt.
Pääsuunta 4-kaistainen, nopeusraaj. 70 km/h, kevytliikenne eritasossa
Sivusuunta 2-kaistainen, nopeusraaj. 50 km/h, kevytliikenne eritasossa
Pääsuunnalta paljon vas. kääntyviä ja sivusuunnalta paljon oik. kääntyviä
Tyyppillisiä esimerkkejä ovat maaseututaajamien kohdalla olevat liittymät

PERIAATERATKAISU

Ohjaustapana on erillisohjaus ympäri vuorokauden
Korkea vaatimustaso ohjaustoimintojen suhteen
Lepotila = kaikilla punainen, ei raskaan liikenteen etuisuutta
Vapaa oikea pääsuunnalta ja sivusuunnalta

KAISTA- JA ILMAISINJÄRJESTELYT



PÄÄSUUNNAN OHJAUSTOIMINNOT (E=erillisohjauksessa) (Y=yhteenkytkennässä)

1. Jonon purku (E)
2. Valinta-alueen tyhjennys (E)
3. Yhden auton pidennys (E)
4. Lepotilan esto (E)
5. Pääsuunnan varaus (E)
6. Jonopidennys (E)
7. Muuttuva keltainen (E)
8. Aktiivinen suunn. lopetus,
kun maks.aikaa on jäljellä (E)

TOIMINNOSTA VASTAAVAT ILMAISIMET

- D1
- D85, D140
- D300
- D300
- D300
- D300
- D85
- D85, D140
- D300

ILMAISIMEN TYYPPI

- ind. silmukka
- silmukka/infra
- silmukka
- silmukka
- silmukka
- silmukka
- silmukka/infra
- silmukka/infra
- silmukka

OPASTINJÄRJESTELYT

Pääsuunta

- taustalevyt kaikissa opastimissa
- matalajännitelamput
- portaaliopastimissa kauko-optiikka
- toisto-opastimet ennen liittymäaluetta

Sivusuunta

- taustalevyt kaikissa opastimissa, sillä lähettyvillä ei ole muita liikennevaloja
- toisto-opastimet ennen liittymää
- matalajännitelamput

LISÄHUOMAUTUKSET

- raskaan liikenteen etuisuus vaatisi 2 (6) lisäsilmuksia, kun väylä on 2 (4) -kaistainen
- pääsuunnan kauimmaisen ilmaisimen etäisyys (300 m) on määräytynyt pääsuunnan varaustoiminnon perusteella (tavoitteena on ollut korkealuokkainen standardi)
- vapaa oikea sivusuunnalta on liikenteen sujuvuuden kannalta merkittävämpi kuin vapaa oikea pääsuunnalta

Tyyppiympäristö AII

LIIKENNEYMPÄRISTÖN KUVAUS

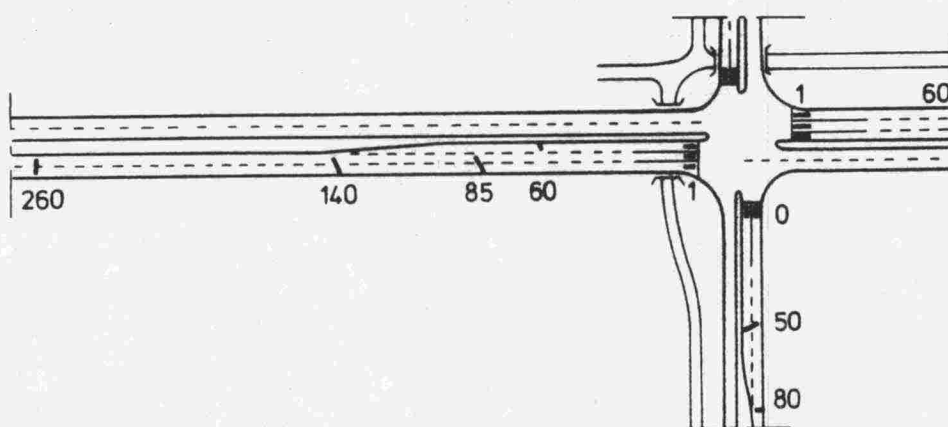
Pääväylän 4-haaraliittymä, etäisyys muihin liikennevaloihin > 600 m
Pääsuunta 4-kaistainen, nopeusraj. 70 km/h, kevytliikenne eritasossa
Sivusuunta 2-kaistainen, nopeusraj. 50 km/h, kevytliikenne eritasossa/
tasossa

Tyyppillisiä esimerkkejä ovat kaupunkien ulosmeno- ja sisääntulotiet

PERIAATERATKAISU

Pääohjaustapa on erillisohjaus, iltaruuhkassa on yhteenkytkentä
Liikennevalot ovat toiminnassa ympäri vuorokauden
Lepotila = kaikilla punainen
Ei raskaan liikenteen etuisuutta

KAISTA- JA ILMAISINJÄRJESTELYT



PÄÄSUUNNAN OHJAUSTOIMINNOT (E=erillisohjauksessa) (Y=yhteenkytkennässä)

1. Jonon purku (E+Y)
2. Valinta-alueen tyhjennys (E+Y)
3. Yhden auton pidennys (E)
4. Lepotilan esto (E)
5. Pääsuunnan varaus (E)
6. Jonopidennys (E)
7. Muuttuva keltainen (E)
8. Suunnittain lopetus
maksimiajan loputtua (E+Y)

TOIMINNOSTA VASTAAVAT ILMAISIMET

- D1
- D85, D140
- D260
- D260
- D260
- D260
- D85
- D85, D140

ILMAISIMEN TYYPPI

- ind. silmukka
- silmukka/infra
- silmukka
- silmukka
- silmukka
- silmukka
- silmukka/infra
- silmukka/infra

OPASTINJÄRJESTELYT

Pääsuunta

- taustalevyt kaikissa opastimissa
- matalajännitelamput
- portaaliopastimissa kauko-optiikka

Sivusuunta

- taustalevyt kaikissa opastimissa, jos tulosuunnassa ei ole muita liikennevaloja
- matalajännitelamput

LISÄHUOMAUTUKSET

- raskaan liikenteen etuisuus vaatisi 2 (6) lisäsilmuksia, kun väylä on 2 (4) -kaistainen
- pääsuunnan kauimmaisen ilmaisimen etäisyys (260 m) on määräytynyt pääsuunnan varaustoiminnon perusteella (tavoitteena on hyvä standardi), ilmaisinetäisyys 260 m ei välttämättä vaadi muuttuvan keltaisen käyttöä)
- tyydyttävä ratkaisu saavutetaan myös tinkimällä pääsuunnan varaustoiminnosta, jolloin kauimmainen ilmaisin voi olla 240 metrissä (tällöin on suositeltavaa käyttää muuttuvaa keltaista)

Tyyppiympäristö BIII

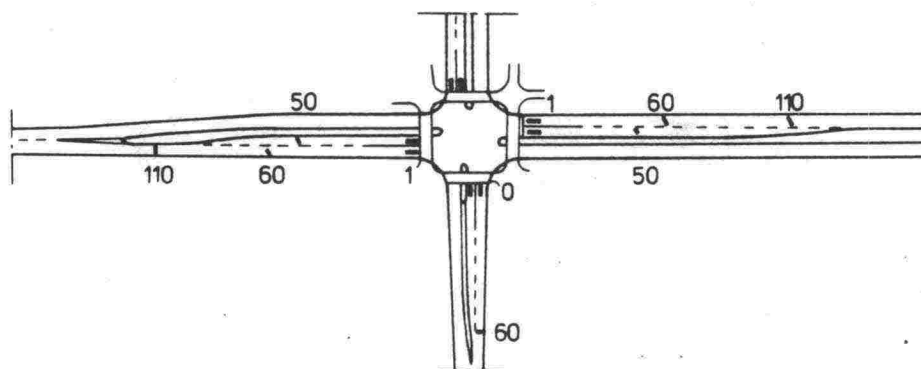
LIIKENNEYMPÄRISTÖN KUVAUS

Pääväylän 4-haaraliittymä, etäisyys muihin liikennevaloihin 400...600 m
Pääsuunta 2-kaistainen, nopeusraaj. 60 km/h, kevytliikenne tasossa
Sivusuunta 2-kaistainen, nopeusraaj. 50 km/h, kevytliikenne tasossa
Tyyppillisiä esimerkkejä ovat pienehköjen kaupunkien sisääntuloteilla ja eritasoliittymien ramppien päissä olevat tasoliittymät

PERIAATERATKAISU

Ohjaustapa on yhteenkytkentä (2...4 ohjelmaa)
Liikennevalot ovat keltavilkulla öisin
Pääsuunnan ylittävillä suojateilla painonapit

KAISTA- JA ILMAISINJÄRJESTELYT



PÄÄSUUNNAN OHJAUSTOIMINNOT

- (E=erillisohjauksessa)
(Y=yhteenkytkennässä)
1. Jonon purku (Y)
 2. Valinta-alueen tyhjennys (Y)
 3. Suunnittainen lopetus (Y)

TOIMINNOSTA VASTAAVAT ILMAISIMET

- D1
D70, D120
D70, D120

ILMAISIMEN TYYPPI

- ind. silmukka
silmukka/infra
silmukka/infra

OPASTINJÄRJESTELYT

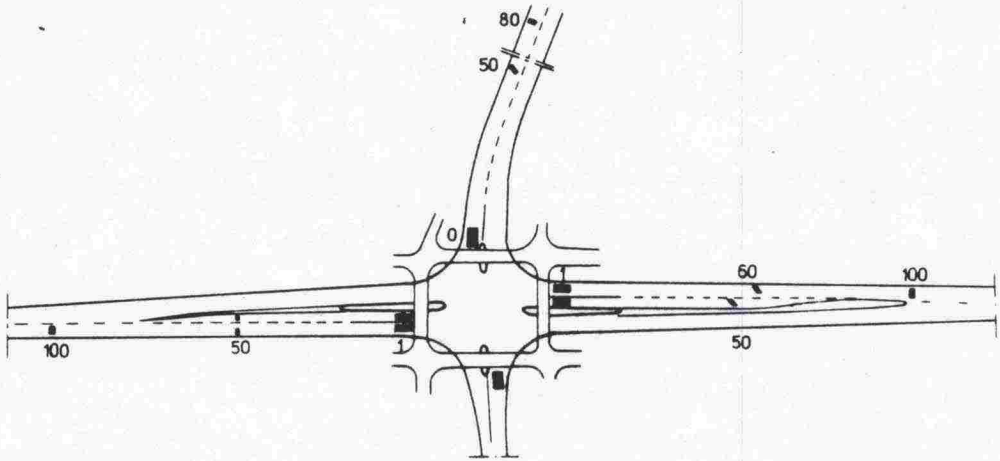
- Pääsuunta
- taustalevyt kaikissa opastimissa
 - matalajännitelamput

- Sivusuunta
- taustalevyt kaikissa opastimissa, jos tulosuunnassa ei ole muita liikennevaloja
 - matalajännitelamput

LISÄHUOMAUTUKSET

- hyvä erillisohjaus (yökäyttöä varten) vaatisi yhteensä 2 lisä-silmukkaa (1/pääsuunnan tulosuunta) ja painonapit myös pääsuunnan suuntaisille suojateille
- kun suojatiet risteävät tasossa pääsuunnan kanssa, pitäisi korkea-luokkaisen erillisohjauksen aikaansaamiseksi ilmaisimet sijoittaa 240...260 metriin (suojatien minimivihreä on mitoittava tekijä)

Tyyppiympäristö BIV

<p>LIIKENNEYMPÄRISTÖN KUVAUS 4-haaraliittymä, ei muita liikennevaloliittymiä Pääsuunta 2-kaistainen, nopeusraaj. 50 km/h, suojatiet Sivusuunta 2-kaistainen, ajonopeudet 40...50 km/h, suojatiet Tyypillisiä esimerkkejä ovat taajamien etuajo-oikeutetut väylät - valo-ohjauksen tarve on määräytynyt lähinnä turvallisuusnäkökohdilla</p>		
<p>PERIAATERATKAISU Ohjaustapa on erillisohjaus Tavoitteena sujuva toiminta vähäisen liikenteen aikana Suojateillä painonapit Lepotila = pääsuunta ennallaan, muut suunnat punaiseksi</p>		
<p>KAISTA- JA ILMAISINJÄRJESTELYT</p> 		
<p>PÄÄSUUNNAN OHJAUSTOIMINNOT (E=erillisohjauksessa) (Y=yhteenkytkennässä) 1. Jonon purku (E) 2. Valinta-alueen tyhjennys (E) 3. Suunnittainen lopetus maksimi- ajan loputtua (E)</p>	<p>TOIMINNOSTA VASTAAVAT ILMAISIMET D1 D60, D100 D60, D100</p>	<p>ILMAISIMEN TYYPPI ind. silmukka silmukka/infra silmukka/infra</p>
<p>OPASTINJÄRJESTELYT Pääsuunta - taustalevyt kaikissa opastimissa - matalajännitelamput</p>	<p>Sivusuunta - taustalevyt kaikissa opastimissa, jos tulosuunnassa ei ole muita liikennevaloja - matalajännitelamput</p>	
<p>LISÄHUOMAUTUKSET - sivusuunnan esi-ilmaisin on sijoitettu 80 metriin, jotta lepotilan aikana liittymää lähestyvä sivusuunnan auto saisi vihreän joustavasti (suojieryhmän suoja-aika ehtii kulua ennenkuin auto on liian lähellä seis-viivaa) - tämä on tärkeää, jos pääsuunnan suuntaisilla suojateillä ei haluta esim. vilkkaan pyöräliikenteen takia käyttää painonappeja</p>		

KIRJALLISUUSLUETTELO

- /1/ Appel K., Tervala J., Valo-ohjaus tiemäisessä liikenneympäristössä. Tie ja liikenne 5/1985, s. 223 - 226.
- /2/ Appel K., Tervala J., New signal control strategies on high-speed roads in Finland. Traffic Engineering + Control, vol 28(3), March 1987.
- /3/ Bergh T., Peterson A., Steen K., LHOVRA - a new traffic signal control strategy for isolated junctions. Second International Conference on Road Traffic Control. Computing and Control Division of the Institution of Electrical Engineers. London 15. - 18.4. 1986.
- /4/ Bång K-L., Bussprioritering i trafiksignaler, Teknikinventering, kravsspecifikationer och systemlösningar. Transport Forsknings Kommissionen. Rapport 1987:3.
- /5/ de la Breteque L., Jezeguel R., Adaptive control at an isolated intersection - a comparative study of some algorithms. Traffic Engineering + Control, vol 20(7), July 1979.
- /6/ Hulscher F. R., The problem on stopping drivers after termination of the green signal at traffic lights. Traffic Engineering + Control, vol 25(3), March 1984.
- /7/ Liikennevalojen ohjaustavan vaikutus liikenteen sujuvuuteen ja turvallisuuteen. TVH tiensuunnittelutoimisto, Insinööritoimisto Y-Suunnittelu. Elokuu 1986.
- /8/ Liikennevalot Ruotsissa. Matkakertomus opintomat-kasta 12. - 16.10.1987. TVH tiensuunnittelutoimis-to. Marraskuu 1987.
- /9/ Mahalel D., Zaidel D.M., Safety evaluation of a flashing-green light in a traffic signal. Traffic Engineering + Control, vol 26(2), February 1985.
- /10/ Oinas J., Liikenteen valo-ohjaus korkealuokkaisilla väylillä. Diplomityö, Teknillinen korkeakoulu, Maanmittaus- ja rakennustekniikan osasto. Espoo 18.05.1987.
- /11/ Salonen M., Erillisohjatut valot taajamaympäristös-sä. Inskon kurssi - Liikennevalot ja valo-ohjaus. Vääksi 29. - 30.01.1986.

- /12/ Sane K., Liikennetieto-ohjattujen liikennevalojen toimintaperiaatteita. TVH tiensuunnittelutoimisto. Marraskuu 1986.
- /13/ Sane K., Joukkoliikenteen etuisuuksien toteuttaminen. Inskon julkaisu 2 - 86.
- /14/ Sane K., Bussprioritering. NVF Utskott 51; Trafiksignaler samt variabla vägmärker och skyltar, 29. - 30.8.1985.
- /15/ Signalreglering med LHOVRA-teknik, Projekteringshandbok. Vägverket, utvecklingssektionen TU 155. Borlänge 1983.
- /16/ Trafiksignaler. Argus - teknisk rapport 4, Signalgruppens förslag sept 1985. Svenska Kommunförbundet 1985.
- /17/ van der Horst R., Wilmink A., Drivers' decision-making at signalised intersections: an optimisation on the yellow timing. Traffic Engineering + Control, vol 27(12), December 1986.
- /18/ Vanhan valo-ohjauksen saneeraus. TVH tiensuunnittelutoimisto. Viatek Oy. Joulukuu 1986.
- /19/ Vincent R. A., Young C. P., Self-optimising traffic signal control using microprocessors - TRRL "MOVA" strategy for isolated intersections. Traffic Engineering + Control, vol 27(7/8), July/August 1986.