

Liikennevirasto
Espoon, Helsingin, Jyväskylän, Lahden,
Oulun, Tampereen ja Vantaan kaupungit



Joukkoliikenteen valoetuuksien toteuttaminen

SYVARI-ohjauksella

8.2.2010

Matti Salonen

ESIPUHE	2
LUKIJALLE	3
JOHDANTO SYVARIIN	4
A. SYVARI lyhyesti	4
B. SYVARIN versio- ja kehityshistoria	6
OSA I – SYVARI-OHJAUKSEN SUUNNITTELU JA KÄYTTÖ	
1. Suunnitteluohje	7
2. SYVARI-ohjauksen käyttö	15
2.1 Käyttökohteet	15
2.2 Etuustoimintojen käyttö	15
3. SYVARI-ohjauksen toiminnan säätö	17
OSA II – SYVARI-OHJAUKSEEN LIITTYVÄT TOIMINTAPERIAATEET	
4. SYVARIN perustana olevat yleiset valo-ohjauksen toimintaperiaatteet	19
4.1 Ohjaussuuntakohtaisen ohjauksen toiminta	19
4.2 Vaiheringin toiminta	20
5. SYVARI-ohjauksen toimintaperiaatteet	23
5.1 SYVARIN kolme maksimiaikaa	23
5.2 Vaiheringin synkronoiminen kiertoaikaan	24
5.3 Joukkoliikenne-etuuksien toteuttaminen SYVARISSA	28
SANASTO JA KÄSITTEET	32
Liikennevalo-ohjauksen yleistä sanastoa	32
SYVARI-ohjauksen käsitteet	34
Liitteet:	
1. Suunnitelmaesimerkki A	
2. Suunnitelmaesimerkki B	
3. Lomakkeissa käytettäviä merkintöjä	
4. Vakio-ohjelmoinnit, joita ei esitetä suunnitelmassa	

Syksyllä 2009 Liikenne- ja viestintäministeriö julkisti ehdotuksen älyliikenteen kansalliseksi strategiaksi. Siihen liittyvän toimenpideohjelman ensimmäinen kärkihanke on joukkoliikenteen palvelujen parantaminen. Tämä kärkihanke jakaantuu neljään varsinaiseen toimenpiteeseen, joista yksi oli joukkoliikenteen liikennevaloetuuudet suurilla kaupunkiseuduilla.

Joukkoliikenteen liikennevaloetuuudet jokaiseen kaupunkiin eli JENKA-hanke liittyy suoraan älyliikenteen strategiaehdotuksen toimenpiteeseen joukkoliikenteen liikennevaloetuuksien käytön laajentaminen. Hankkeeseen kuuluu liikennevalojen ohjaustavan SYVARI kehittäminen sekä sen käyttöön liittyvän suunnitteluohjeen laatiminen

Ensimmäiset joukkoliikenteen liikennevaloetuuudet on Suomessa toteutettu jo yli 30 vuotta sitten. Etuuksien yleistyminen osaksi normaalia liikennevalojen suunnittelua ei kuitenkaan ole edennyt toivotulla tavalla – paljolti siitä syystä, että etuuksien ohjelmointi liikennevalojen ohjauskojeisiin on ollut vaativaa ja aikaa vievää ja myös sen takia että nykyiset suunnitteluohjeet ovat pitäytyneet tarkastelemaan asiaa vain yleisellä tasolla. Vaikka liikennevalosuunnittelu onkin Suomessa hyvin yhdenmukaista, niin joukkoliikenteen etuuksissa vastaavaa punaista lankaa ei ole löytynyt.

SYVARI on ensimmäinen vakioitu tapa suunnitella ja ohjelmoida joukkoliikenteen liikennevaloetuuudet. Se soveltuu käytettäväksi suurimpaan osaan liikennevaloristeyksiä, erityisesti tahdistetulla ohjaustavalla toimiviin liikennevaloihin, joissa joukkoliikenteelle aiheutuu ylimääräisiä viivytyksiä sen muusta liikenteestä poikkeavan ajorytmin takia.

SYVARIN vakiointi ei ulotu ainoastaan liikennevaloetuuksien toimintoihin ja ohjelmointitapaan vaan paljon pitemmälle. Maassamme toimivat liikennevalo-valmistajat ovat vakioimassa SYVARIA ohjauskojeisiinsa. Tämä on olennainen asia joukkoliikenteen etuuksien laajentamisessa. SYVARIN vakiointi varmistaa, että joukkoliikenteen etuudet toimivat kansallisesti yhtenäisesti ja myös sen, että tilaaja voi olla varma, että hankkimansa joukkoliikenteen etuudet toteutuvat täsmälleen suunnitellulla tavalla.

Nyt valmistunut suunnitteluohje sisältää SYVARIN version 2.0, joka sisältää uusia joukkoliikenteen etuustoimintoja kuten vaiherotaation ja tahdistuksen kierron hidastuksella. Näitä kumpaakaan ei Suomessa ole aikaisemmin yleisesti käytetty. Tämä kuvaa hyvin suunnitteluohjeen luonnetta – siinä on pyritty tuomaan joukkoliikenteen etuuksien suunnittelu kansainväliselle tasolle, paikoitellen sen jopa ylittäen.

Suunnitteluohjeen tilaaja on Liikenneviraston *Älykäs Liikenne (ÄLLI)* -ohjelma. Ohjeen on laatinut Matti Salonen, joka on myös samalla SYVARIN kehittäjä. Työn ohjausryhmään ovat kuuluneet JENKA-kaupunkien edustajina Kari Sane (pj, Helsinki), Juhani Vuola (Espoo), Martti Varis (Jyväskylä), Unto Rätty (Lahti), Jukka Talvi (Oulu), Mika Kulmala (Tampere) sekä Jussi Hackman (Vantaa).

JENKA-ryhmän puolesta
Kari Sane

LUKIJALLE

Ohjekirja jakautuu kahteen osaan. Ensimmäinen osa on tiivistetty ohje SYVARI-ohjauksen suunnittelusta ja käytöstä. Siinä esitetään vaihe vaiheelta, kuinka SYVARI-suunnitelma laaditaan, mihin SYVARI soveltuu ja miten sen toimintaa voidaan säätää.

Toisessa osassa kuvataan yksityiskohtaisemmin SYVARIN toimintaperiaatteet. Ensin selostetaan SYVARIN ytimenä olevat toimintaperiaatteet *ohjaussuuntakohtainen ohjaus* ja *vaiherinki*. Niiden hyvä tuntemus on tärkeää SYVARI-ohjauksen taitavassa suunnittelussa ja käytössä.

Lisäksi toisessa osassa selostetaan varsinaiset SYVARI-toiminnot *vaiheringin synkronointi* ja *joukkoliikenteen etuustoiminnot*. SYVARI-valojen suunnittelemisen tavanomaisiin risteyksiin ei välttämättä edellytä yksityiskohtaista perehtymistä näihin periaatteisiin. Niihin tutustuminen on kuitenkin hyödyllistä ja mahdollistaa SYVARIN toiminnan perusteellisen ymmärtämisen. Tämä auttaa joustavien ohjausratkaisujen löytämistä vaativissakin suunnittelukohteissa.

Ohjekirjan lopussa on selostettu ohjekirjassa käytetyt liikennevalo-ohjauksen käsitteet. SYVARIIN liittyy useita uusia käsitteitä, joten sanastoa on tarvetta käyttää tekstin lukemisen tukena.

JOHDANTO SYVARIIN

A. SYVARI lyhyesti

SYVARI – synkronoitu vaiherinki – on uudenlainen tapa toteuttaa tahdistettua valo-ohjausta. Se yhdistää perinteisen erillisohjauksen ja perinteisen tahdistetun ohjauksen ominaisuudet. Sen ytimenä ovat erillisohjattujen liikennevalojen toiminnot: ohjaussuuntakohtainen ohjaus ja vaiherinki. Perinteisessä tahdistetussa ohjauksessa vihreiden aloitusluvut annetaan ja poistetaan kiertoaikakaskurin sekuntilukemiin sidotusti. Tästä poiketen SYVARISSA **vihreiden aloituslupien anto ja poisto toteutetaan vaiherinkiä käyttäen**. Perinteisestä erillisohjauksesta SYVARI -ohjaus puolestaan poikkeaa siten, että **vaiherinki on synkronoitu kiertoaikaan**. Kun risteyksessä ei ole etuustoimintoja, toimii SYVARIN vaiherinki hyvin samankaltaisesti kuin perinteinen tahdistettu valo-ohjaus.

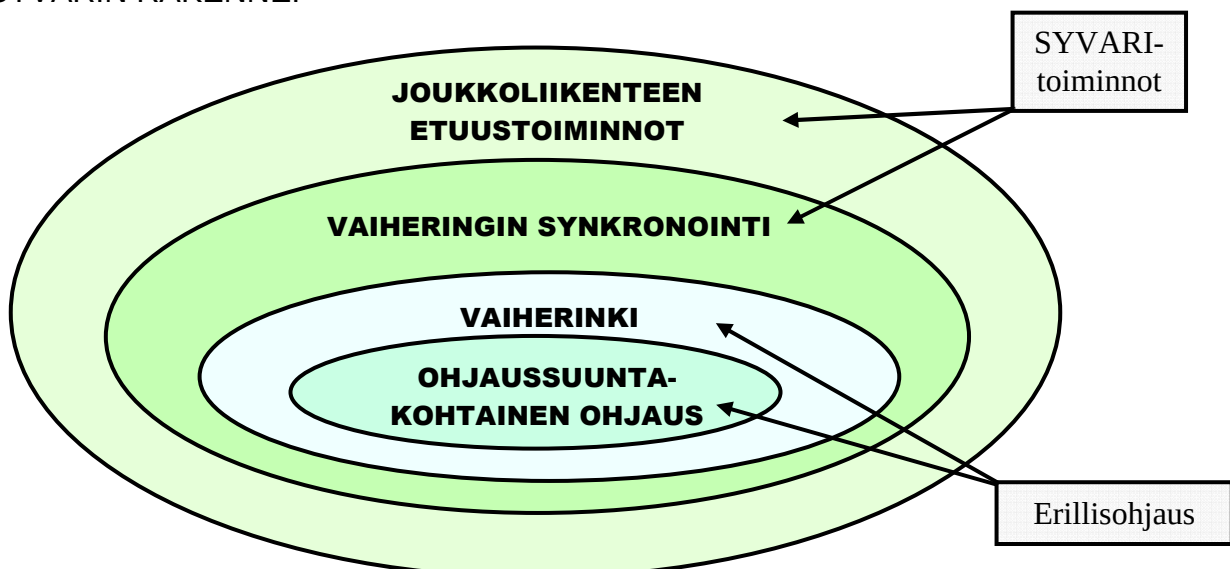
Vaiherinki antaa ja poistaa aloituslupia joustavasti ja toimintavarmasti. Mikä tahansa vaihe voidaan ohittaa, jos vihreän pyyntöjä ei ole ja siirtyä aina välittömästi seuraavaan vaiheeseen. Toisaalta vaikka ohjaus olisi toteutuneiden etuustoimintojen vuoksi myöhässä, eivät seuraavan vaiheen aloitusluvut tule koskaan edellisen vaiheen ”päälle”, jos se ei ole vielä ehtinyt toteuttamaan kaikkia pyydettyjä vihreitä. Tämä varmistaa, että jokainen ohjaussuunta, jolla on vihreän pyyntö, saa aina varmasti vihreän vaiheringin jokaisessa ohjauskierrossa. **Vaiheringin ominaisuudet antavat erinomaiset edellytykset joustavien ja tehokkaiden joukkoliikenne-etuuksien toteuttamiseen.**

SYVARI-ohjauksessa liittymää lähestyvä bussi irrottaa vaiheringin synkronoinnista siltä osin kuin synkronointi hidastaisi bussin pyytämän etuustoiminnon toteutumista. Etuustoiminnon aikana synkronointi on ohjauksessa taka-alalla ja ohjaus toimii joustavasti erillisohjauksen periaatteiden mukaan. Etuustoiminnon päätyttyä synkronointitoiminnot palauttavat vaiheringin tahdistettuun ohjaukseen.

SYVARI-toiminnot ovat:

- **vaiheringin synkronointi**, mikä mahdollistaa vaiheringin käytön tahdistetussa ohjauksessa
- **joukkoliikenteen etuustoiminnot**, jotka siirtävät synkronoinnin taka-alalle ja toteuttavat etuudet vaiheringin perusominaisuuksia hyödyntäen.

SYVARIN RAKENNE:



SYVARI-ohjauksen käyttöä helpottaa sen ominaisuus, että se ”toimii aina”. Kunhan jokainen ohjaussuunta kuuluu vähintään yhteen ohjausvaiheeseen, niin jokainen ohjaussuunta saa aina vuorollaan vihreänsä. Kaikissa muissa ohjelmoinneissa on kyse toiminnan säädöstä, jossa mikään yksittäinen sekuntilukema tai toiminto ei tee ohjauksesta täysin toimimatonta. Kaikilla ohjelmoinneilla on toki oma vaikutuksensa toteutuvan ohjauksen luonteeseen ja laatuun.

SYVARISSA joukkoliikenne-etuuksien toteuttaminen perustuu paljolti ohjauskojeissa perustoimintona olevan vaiheringin ominaisuuksiin. Tämän vuoksi risteyskohtaista suunnittelu- ja ohjelmointityötä tarvitaan vähemmän kuin toteutettaessa joukkoliikenne-etuuksia perinteisesti tahdistetussa ohjauksessa.

B. SYVARIN kehitys- ja versiohistoria

SYVARIN kehittäminen käynnistyi, kun Turun kaupungin joukkoliikennelautakunnan puheenjohtaja vaati marraskuussa 2006 kaupungin liikennesuunnittelusta ja joukkoliikenteestä vastaavien virkamiesten ja lautakuntien puheenjohtajien yhteiskokouksessa, että Turun liikennevaloissa on laajemmin otettava käyttöön joukkoliikenne-etuudet. Tällöin Turussa oli n. 10 risteyksessä käytössä erilaisia etuushjelmointeja. Ne olivat kuitenkin erilaisia risteyskohtaisia ”virityksiä”, eikä yksikään niistä edustanut yleisesti sovellettavissa olevaa tehokasta etuuksien toteutustapaa. Tällöin syntyi selkeä tarve löytää Turkuun jokin yleisesti sovellettavissa oleva ratkaisu, jolla tehokkaita etuustoimintoja voitaisiin toteuttaa.

Tavoitteena oli löytää ratkaisu, jossa tarvittavat kojeohjelmoinnit olisivat kohtuullisen helposti hallittavissa. Haluttiin välttää tilanne, jossa etuuksia toteuttavat ohjauskojeet olisivat paikallisesti katsoen ”mustia laatikoita”, joiden toiminta olisi parhaimmassakin tapauksessa vain jonkin ulkopuolisen specialistin hallittavissa. Ratkaisun piti soveltua myös eri laitevalmistajien ohjauskojeisiin, koska etuustoimintojen ei haluttu estävän laitehankintojen kilpailuttamista.

Ratkaisun miettimisessä joitakin ajatuksia ”uhrattiin” ns. Helsingin mallille, UTOPIA/SPOT-ohjaukselle ja Tukholman PRIBUSS-etuustoiminnoille. Mikään niistä ei kuitenkaan vaikuttanut kovin houkuttelevalta ja kaksi viime mainittua olivat selkeästi laiteriippuvaisia.

Turussa oli kuitenkin jo hyviä kokemuksia etuuksien toteuttamisesta erillisohjatuissa risteyksissä ja niiden osalta etuuksien toteuttaminen oli käytännössä todettu helpoksi. Toisaalta jo lähes 10 vuotta aiemmin oli pohdinnan kohteena ollut erillisohjauksen vaiheringin soveltaminen tahdistetussa ohjauksessa. Tällöin ajatuksena ei ollut kuitenkaan toteuttaa joukkoliikenne-etuuksia, eivätkä ratkaisun hyödyt olleet niin huomattavia, että ajatusta olisi viety käytännön toteutuksiin. Joukkoliikenne-etuuksien toteutustekniikan pohdinnassa syntyi kuitenkin ajatus yhdistää erillisohjauksen etuustoimintojen helppous tähän aiempaan ajatukseen vaiheringin synkronoimisesta. Ajatus kehittyi melko vaivattomasti Turun ensimmäiseksi SYVARI-suunnitelmaksi, joka valmistui keväällä 2007 ja jonka mukaisesti toteutettu valo-ohjaus otettiin käyttöön syksyllä 2007. Tämä SYVARIN 1.0-version toteutus päivitettiin seuraavana vuonna 1.5-versioksi, jossa hyödynnettiin mahdollisuutta sijoittaa ylimääräisiä vihreitä samaan vaiheeseen muiden ohjaussuuntien perusvihreiden kanssa. Muutos paransi ohjauksen joustavuutta. Tässä ohjekirjassa on esitetty SYVARIN 2.0-version periaate, jossa etuustoimintoihin on lisätty vihreiden rotaatio sekä on kehitetty synkronointinollausjakson toimintaa. Jälkimmäinen muutos helpottaa kiertoaikaan takaisin tahdistumista, kun tahdistumisen halutaan tapahtuvan ensisijaisesti vaiheringin etenemistä hidastamalla. Rotaatio eli vihreiden järjestyksen muuttaminen mahdollistaa joukkoliikenteen suosimisen ilman, että muiden ohjaussuuntien samaa vihreäaika vähenee.

SYVARIN versiot:

- 1.0 syksyllä 2007 käyttöön otettu ensimmäinen SYVARI-risteys
- 1.5 lisäominaisuutena ylimääräisten vihreiden sijoittaminen myös samoihin vaiheisiin perusvihreiden kanssa
- 2.0 synkronointinollauksen toimintaa kehitetty ja lisätty vihreiden rotaatiotoiminto.

OSA I SYVARI-OHJAUKSEN SUUNNITTELU JA KÄYTTÖ

1. SYVARI-liikennevalojen suunnitteluohje

Suunnitteluohje esittää vaihe vaiheelta, kuinka joukkoliikenne-etuuksilla varustetut SYVARI-liikennevalot suunnitellaan. Kokonaisuuden hahmottamiseksi myös ne työvaiheet on mainittu, joiden osalta SYVARI-valojen suunnittelu ei poikkea tavanomaisesta liikennevalosuunnittelusta.

SYVARI-valojen suunnittelun vaiheet ovat:

- 1) **Ohjaussuuntien** määrittely
- 2) **Vaihtumisaikojen, aloitusviiveiden** ja kaikille valo-ohjelmille **yhteisten ohjelmointien** määrittely
- 3) Ohjaussuuntien **perusvihreiden ajoittaminen ja passiivivihreiden esto-toiminnot**
- 4) Ohjaussuuntien **pyyntötapojen ja lepotoimintojen** määrittely
- 5) Ohjaussuuntien **perusvihreiden sijoittaminen vaiherinkiin**
- 6) **Vaiheringin synkronointi**
- 7) **Ylimääräisten vihreiden** lisääminen vaiherinkiin
- 8) Ylimääräisten vihreiden antamien **oheislupien** ja **oheispyyntöjen** määrittely
- 9) **Rotaatiotoimintojen** määrittely
- 10) **Aiennusnollausten** määrittely
- 11) Ohjaussuuntien **maksimiaikojen** määrittely
- 12) **Joukkoliikenteen ilmaisutekniikka ja ilmaisintoimintojen suunnittelu**
- 13) **Muun ajoneuvoliikenteen ilmaisintoimintojen suunnittelu**

Varsinaiset
SYVARI-
suunnittelun
vaiheet

1. vaihe - Ohjaussuuntien määrittely

Ohjauskojeiden SYVARI ohjelmointien vakioinnissa on lähtökohtana ollut risteys, jossa on enintään 20 ohjaussuuntaa, joista enintään 10 on ajosuuntia. Ohjaussuunnat numeroidaan järjestyksessä siten, että ensin ovat kaikki ajosuunnat. Suojatiet voidaan numeroida heti ajosuuntien jatkoksi tai aloittaen esim. numerosta 11. Ohjauskojeet mahdollistavat suuremmankin määrän ohjaussuuntia, mutta tällöin joudutaan kojeiden ohjelmoinnissa poikkeamaan vakioratkaisuista ohjelmointien rakenteessa. Ohjaussuunnat esitetään lomakkeella1, (kts. liite 1 ja 2).

2. vaihe - Vaihtumisaikojen, aloitusviiveiden ja valo-ohjelmien muiden yhteisten ohjelmointien määrittely

Nämä lasketaan ja määritellään SYVARISSA kuten muissakin liikennevaloissa. Ne esitetään lomakkeella 1.

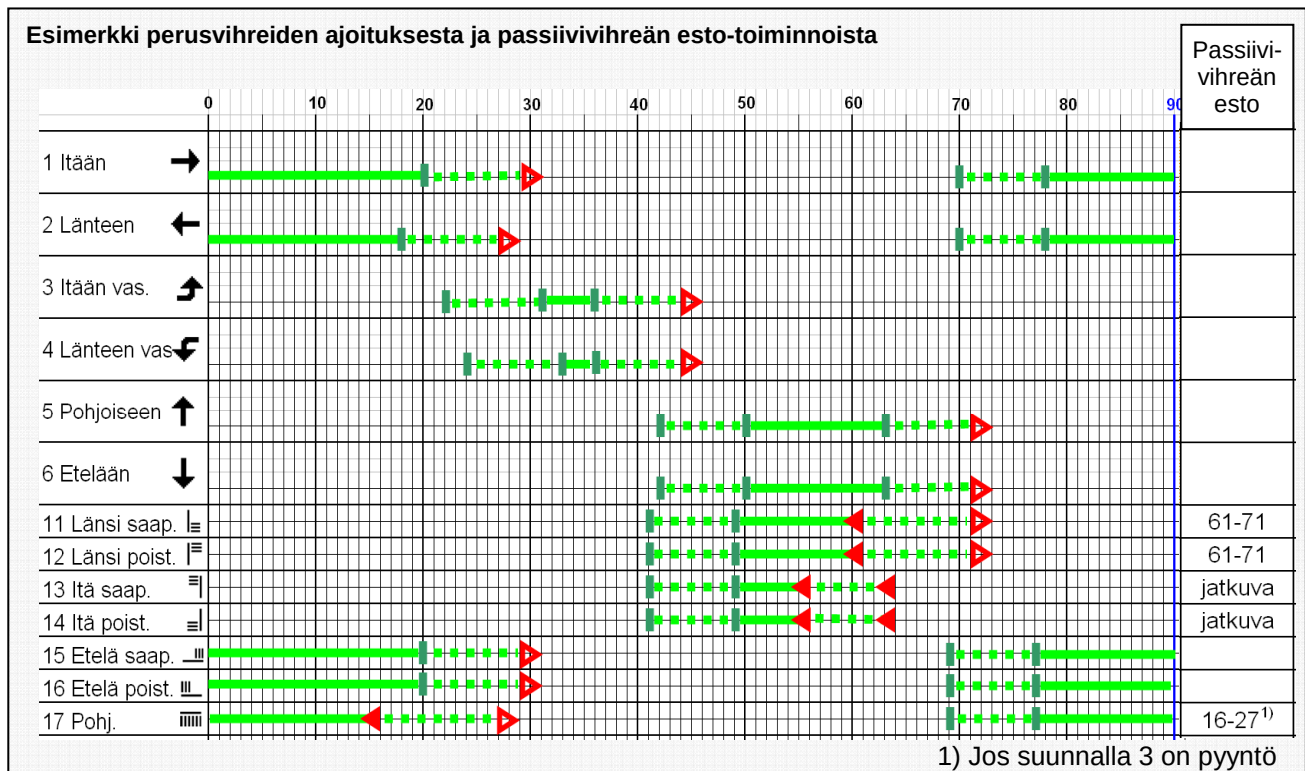
3. vaihe - Ohjaussuuntien perusvihreiden ajoittaminen ja passiivivihreiden esto-toiminnot

Perusvihreiden ajoitus ilman etuustoimintoja suunnitellaan kuten tavanomaisessa tahdistetussa ohjauksessa. Ajoitus esitetään lomakkeella 2 ajoituskaaviona, josta ilmenevät:

- 1) Vihreiden lopetussaumat (hetki, jolloin vihreän aikaisintaan päättyy ja hetki, jolloin *aktiivivihreä* viimeistään päättyy).
- 2) Vihreiden aloitussaumat (hetki, jolloin vihreä edellisen vaiheen vihreiden esiinnyttyä aikaisintaan alkaa sekä hetki, jolloin vihreä viimeistään alkaa).
- 3) Passiivivihreiden esto-toiminnot, jotka esitetään myös lomakkeen 2 taulukossa.

Aloitustupien anto- ja poistohetkiä ei esitetä ajoituskaaviossa, koska niitä ei SYVARISSA ajoiteta, vaan vaiherinki antaa ja poistaa aloitusluvut. Perusvihreiden ajoitusta ei suoraan ohjelmoida ohjauskojeisiin, vaan sitä käytetään apuna ohjelmoitavien synkronointitoimintojen ajoittamisessa. Piirretty ajoituskaavio havainnollistaa ohjauksen toimintaa ja helpottaa toteutetun valo-ohjauksen toiminnan tarkastamista ja seuraamista.

SYVARI-ohjauksessa oletuksena on, että passiivivihreä on sallittu. Poikkeamat, eli passiivivihreiden estot, esitetään suunnitelmassa. Ohjaussuunnan passiivivihreä voi olla estettynä jatkuvasti tai määrättyjen ehtojen täytyessä. Ehdot voivat periaatteessa olla mitä tahansa valo-ohjauksen toimintaan liittyviä ehtoja, mutta tavallisimmin ne liittyvät kiertoajan hetkeen, muiden ohjaussuuntien pyyntöihin tai ohjaussuunnan omiin maksimiaikoihin. Kojeohjelmointia varten passiivivihreiden estot esitetään yksityiskohtaisesti lomakkeen taulukossa. Lisäksi niiden toimintaa havainnollistetaan ajoituskaavion avulla.



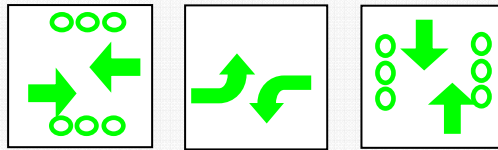
4. vaihe – Ohjaussuuntien pyyntötapojen ja lepotoimintojen määrittely

Työvaihe ei poikkea tavanomaisesta valosuunnittelusta.

5. vaihe - Ohjaussuuntien perusvihreiden sijoittaminen vaiherinkiin

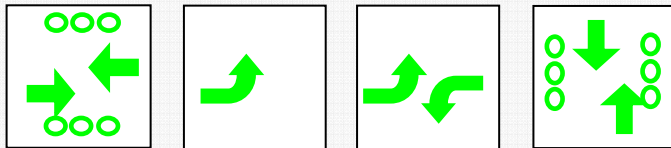
Ohjaussuunnat sijoitetaan vaiherinkiin pääsääntöisesti siinä järjestyksessä, missä ne esiintyvät ajoituskaaviossa. Vaiherinki esitetään lomakkeella 2 sekä kaaviona että taulukossa. Työvaiheessa 3 esitetyn esimerkkiajoituskaavion tavanomainen vaiherinkiratkaisu on alla olevan esimerkin mukainen.

Esimerkki tavanomaisesta vaiheringistä



Vaiheringin avulla voidaan myös luoda ehtoja valo-ohjauksen etenemiselle. Tällöin on hyvä tuntee tarkoin luvussa 4.2 esitetyt vaiheringin toimintaperiaatteet. Esimerkkinä tästä on alla oleva vaihtoehtoinen ratkaisu työvaiheen 3 esimerkkiajoituskaavion vaiheringiksi.

Esimerkki poikkeuksellisesta vaiheringistä



Suunnalla *itään vasemmalle* on ensin oma vaiheensa ennen molempien vasemmalle kääntyvien suuntien yhteistä vaihetta. Tällöin suunta *länteen vasemmalle* saa käynnistyä vasta suunnan *itään vasemmalle* vihreän käynnistyttyä. Ratkaisu on käytökelpoinen, kun toinen vasemmalle kääntyvä suunta on vilkasliikenteisempi. Se estää vähäliikenteisemmän suunnan vihreän käynnistymisen ennen vilkasliikenteisemmän suunnan vihreää.

Oikealle kääntyvien ohjaussuuntien sijoittamiselle vaiherinkiin on usein myös erilaisia vaihtoehtoja ratkaisuja.

Esimerkki vaihtoehtoista sijoittaa oikealle kääntyvien nuoli vaiherinkiin

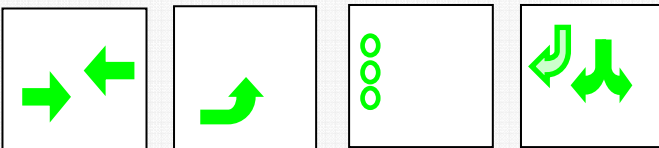


Ohjaussuunta, jonka opastimet ovat 2-aukkoisia. Oikealle kääntyvien kaistan ilmaisimet pyytävät ei-muistavalla pyynnöllä sekä oikealle kääntyvien nuolivihreää että sivusuunnan pyöreää vihreää.

Vaiherinkivaihtoehto A



Vaiherinkivaihtoehto B



B:n ohjaustilat, kun suojatien vihreä toteutuu



B:n ohjaustilat, kun suojatien vihreä ei toteudu



Kumpikin vaiherinki voi toteuttaa ohjaustilan, jossa oikealle kääntyvien nuoli on samanaikaisesti vihreällä pääsuunnan vasemmalle kääntyvien nuolen kanssa.

Vaihtoehdossa B näin voi tapahtua vain, jos suojatien vihreä jää toteutumatta. Vaihtoehto B soveltuu käytettäväksi, kun vasemmalle kääntyvien vihreä on lyhyt, eikä oikealle kääntyvien nuolta kannata pidempien suoja-aikojensa vuoksi päästää vihreäksi ennen suojatien vihreää. Oikealle kääntyvät ajavat suojatien vihreän aikana pyöreällä vihreällä ja nuoli tulee vihreäksi vain, jos vihreän tarve jatkuu suojatien vihreän päättyttyä.

(Esimerkkien mukaisissa tapauksissa kannattaa usein käyttää myös ehdollisia ilmaisintoimintoja)

6. vaihe - Vaiheringin synkronointi

Synkronoinnilla vaiherinki saadaan noudattamaan ajoituskaavion mukaista ohjauksen tahdistusta. Synkronointi toteutetaan kiertoaikaan sidotuilla ohjaussuuntakohtaisilla synkronointitoiminnoilla, jotka ovat:

- 1) synkronointipidennykset
- 2) synkronointinollaukset
- 3) synkronointiviivytykset.

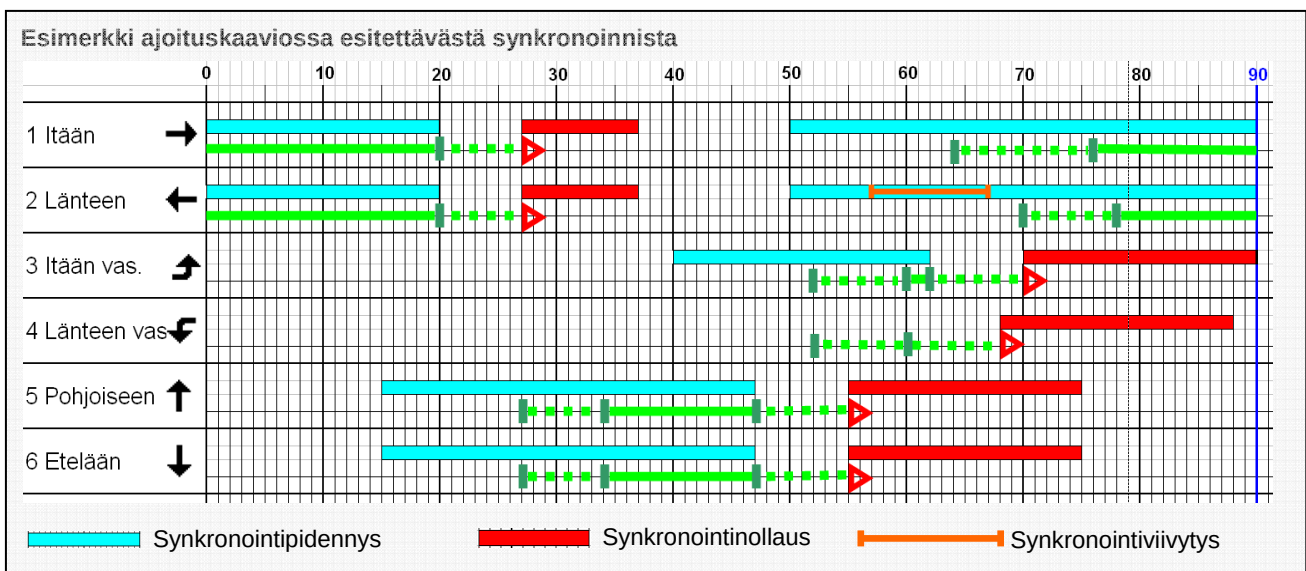
Vain ajosuuntia synkronoidaan, suojatiet synkronoituvat samanaikaisesti vihreällä olevien ajosuuntien välityksellä.

Vaiheringin synkronointi ei edellytä kaikkien kolmen synkronointitoiminnon käyttöä kaikilla ajosuunnilla. Useimmiten SYVARI-ohjauksessa synkronointitoimintoja ohjelmoidaan seuraavasti:

- synkronointipidennykset lähes kaikille ajosuunnille
- synkronointinollaukset kaikille ajosuunnille
- synkronointiviivytykset vain joillekin ajosuunnille.

Synkronointitoiminnot on selostettu sanastossa ja yksityiskohtaisesti niiden toimintaperiaate on selostettu luvussa 5.2.

Synkronoinneille määritetään suunnitelmassa kiertoaikaan sidotut aloitus- ja lopetushetket. Ne esitetään sekä lomakkeen 2 ajoituskaaviossa että taulukossa.



Synkronointien ajoitukset määritetään seuraavasti:

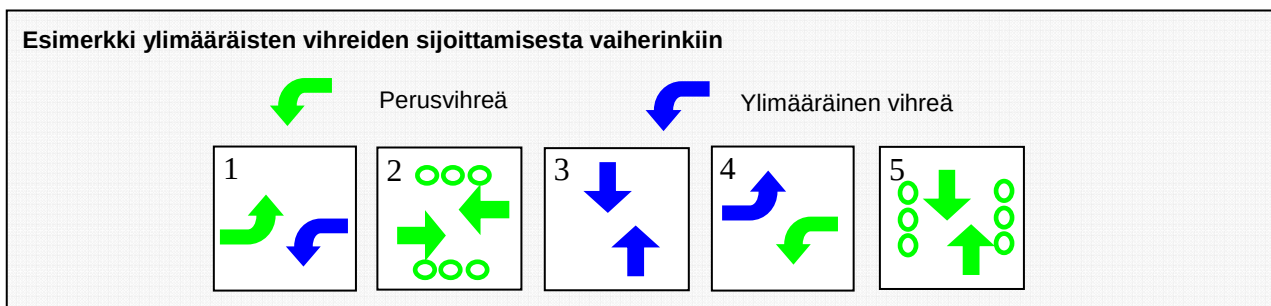
- 1) **Synkronointipidennyksen aloitus** asetetaan hetkeen, josta alkaen ohjaussuunnan vihreän lopettaminen ei ole enää tarkoituksenmukaista, jos ohjaussuunta on vihreänä ennen normaalia esiintymisaikaansa. Aikaiset synkronointipidennysten aloitushetket suosivat vaiheringin etenemisen hidastamista ohjauksen tahdistumisessa takaisin kiertoaikaan etuustointojen jälkeen. Synkronointipidennys tulee aloittaa viimeistään vihreän ajoituskaavion mukaisena aikaisimpana aloitushetkenä. Nyrkkisääntönä voidaan pitää ajoittamista pää-

suunnalla 20 – 30 s ja muilla suunnilla 10 – 20 s ennen hetkeä, jolloin vihreä viimeistään alkaa.

- 2) **Synkronointipidennyksen lopetus** asetetaan vihreän aikaisimpaan mahdolliseen lopetushetkeen.
- 3) **Synkronointinollauksen aloitus** asetetaan hetkeen, jolloin ajoituskaavion mukaan ohjaussuunnan aktiivivihreä viimeistään päättyy.
- 4) **Synkronointinollauksen lopetus** asetetaan hetkeen, johon saakka kiertoajassa on tarkoituksenmukaista pyrkiä lopettamaan ohjaussuunnan vihreä mahdollisimman pian, jos se toteutuneiden etuustoimintojen vuoksi on vihreällä vielä ajoituskaavion mukaista ajoitustaan myöhemmin. Myöhäiseksi asetetut synkronointinollausten lopetushetket suosivat vaiheringin etenemisen nopeuttamista ohjauksen tahdistumisessa takaisin kiertoaikaan etuustoimintojen jälkeen. Nyrkkisääntönä voidaan pitää pääsuunnalla 10 s ja muilla suunnilla 20 s pituisia synkronointinollaussaksoja.
- 5) **Synkronointiviivytysten aloitus- ja lopetus** asetetaan rajaamaan aikajaksoa, jolloin vihreän aloitusta viivytetään, kunnes vihreän syttyessä liikkeelle lähteneet pääsevät ajamaan vihreässä aallossa seuraavaan risteykseen.

7. vaihe - Ylimääräisten vihreiden lisääminen vaiherinkiin

Ylimääräiset vihreät esitetään lomakkeen 2 vaihekaaviossa ja taulukossa. Ajoituskaaviossa niitä ei esitetä, koska niiden esiintyminen ei ole kiertoaikaan tahdistettua.



Ylimääräisiä vihreitä voidaan lisätä vaiherinkiin joko omiin vaiheisiinsa tai samoihin vaiheisiin muiden ohjaussuuntien perusvihreiden kanssa. Kaikissa ohjauskojeissa on mahdollista käyttää vähintään kahdeksaa vaihetta. Konfliktisuuntia ei normaalisti sijoiteta samaan vaiheeseen, mutta tämäkin on mahdollista. Sitä voidaan käyttää poikkeuksellisesti ratkaisuna, jos ohjauksessa tarvitaan enemmän ohjausvaiheita kuin kojeiden mahdollistamat kahdeksan vaihetta. Tarvittavat ohjelmointiratkaisut ovat näissä tapauksissa osittain kojekohtaisia, eikä niitä käsitellä tässä ohjekirjassa.

Ylimääräisten vihreiden sijoittamisella vaiherinkiin ei ole vaiheiden lukumäärän lisäksi mitään ohjelmointitekniisiä rajoituksia. SYVARI-ohjaus toimii aina ja synkronoituu etuuskien jälkeen takaisin kiertoaikaan, ovatpa ylimääräiset vihreät sijoitettu miten tahansa. Ohjauksen joustavuuden ja risteuksen liikenteenvälityskyvyn kannalta erilaisilla ratkaisuilla voi olla kuitenkin selviä eroja. Tämän vuoksi ylimääräisten vihreiden vaikutuksia ohjaukseen tulee suunnittelussa tarkastella kappaleessa 4.2 esitettyjen vaiheringin toimintaperiaatteen pohjalta.

8. vaihe - Ylimääräisten vihreiden antamien oheislupien ja oheispyyntöjen määrittely

Ylimääräisen vihreiden esiintyessä on usein tarkoituksenmukaista antaa myös joillekin muille ohjaussuunnille mahdollisuus tulla samanaikaisesti vihreäksi. Näille suunnille ylimääräinen vihreä antaa

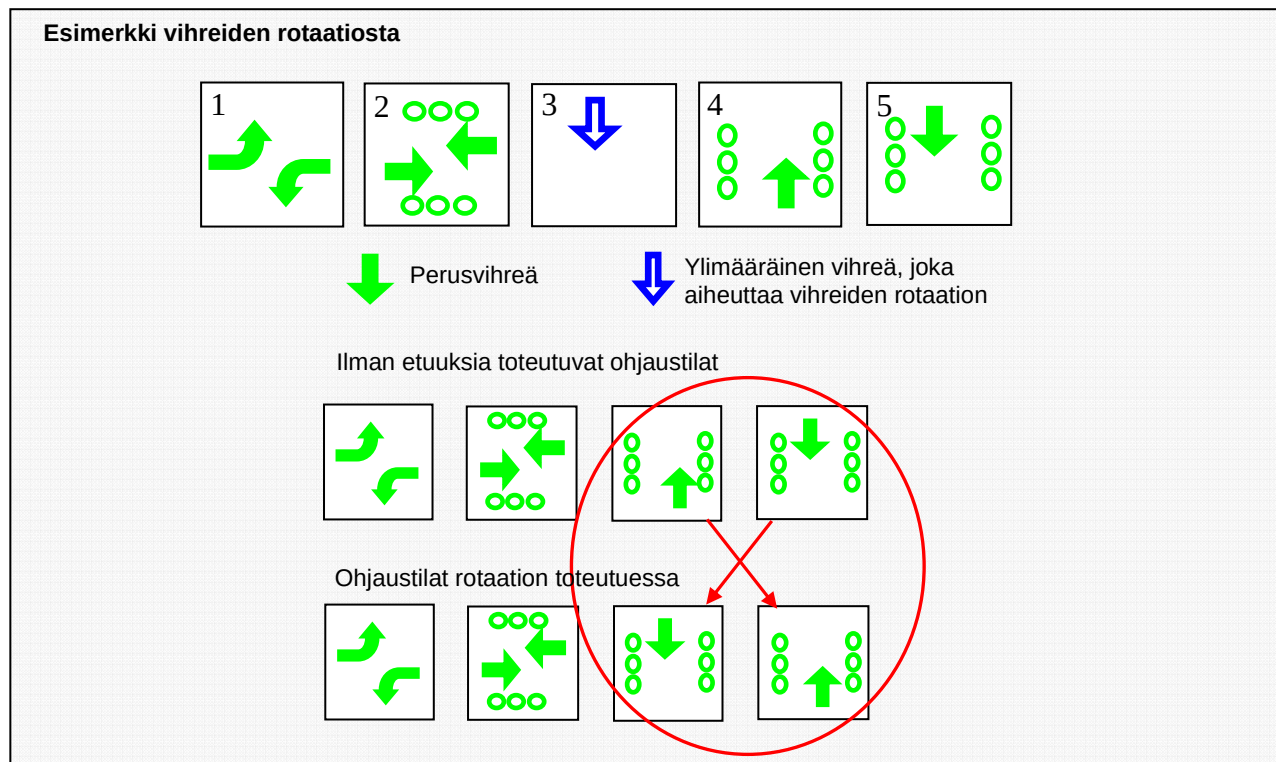
oheisluvan. Jos jonkin toisen ohjaussuunnan halutaan aina tulevan vihreäksi samanaikaisesti ylimääräisen vihreän kanssa, annetaan sille myös oheispyyntö. Ylimääräisten vihreiden antamat oheisluvat ja oheispyynnöt esitetään lomakkeella 2 omassa taulukossaan.

9. vaihe – Rotaatiotoimintojen määrittely

Vihreiden rotaatio eli järjestyksen muuttuminen tarkoittaa, että joukkoliikenteen vihreän pyyntö vaihtaa vihreiden järjestystä siten, että joukkoliikennesuunta saa vihreän normaalia aikaisemmin. Ohjelmointiteknisesti tämä toteutetaan SYVARISSA joukkoliikenteen ylimääräisenä vihreänä, jonka jälkeen ylimääräisen vihreän saaneen ohjaussuunnan seuraava perusvihreä jätetään toteuttamatta. Tällöinkin perusvihreä toteutetaan, jos suunta saa joukkoliikennepyyntöä. Rotaation aiheuttavan ylimääräisen vihreän tulee antaa oheisluvat kaikille ohjaussuunnille, jotka kuuluvat sen perusvihreän kanssa samaan vaiheeseen. Tämä mahdollistaa ylimääräisen vihreän saaneen ohjaussuunnan seuraavan perusvihreän väliin jättämisen ohjelmoinnin siten, että sen vaihe jätetään kokonaan toteuttamatta.

Kojeille jatkossa vakioitavat rotaation ohjelmointiratkaisut voivat mahdollistaa ylimääräisen vihreän saaneen suunnan perusvihreän väliin jättämisen muullakin tavoin kuin jättämällä sen ohjausvaihe kokonaan toteuttamatta. Tällöin mahdollistuisivat myös edellä esitetystä poikkeavat rotaation toteutukset. SYVARIN seuraavissa versioissa rotaatiotoimintaa tultaneen edelleen kehittämään kojeiden ohjelmointimahdollisuuksista saatavien kokemusten pohjalta.

Vaihekaaviossa rotaation aiheuttava ylimääräinen vihreä merkitään omalla symbolillaan ja taulukossa ohjaussuunnan ylimääräisen vihreän vaihenumeron perään lisätään R-kirjain rotaatiotoiminnon merkiksi.



10. vaihe – Aiennusnollausten määrittely

Joukkoliikenteen vihreän pyyntö käynnistää aina vihreän aiennuksen, joka toteutetaan **aiennusnollauksilla**. Lomakkeen 2 taulukossa luetellaan kunkin joukkoliikennesuunnan osalta ajosuunnat, joille joukkoliikennepyyntö antaa aiennusnollaukset. Aiennusnollauksen saavan ajosuunnan jäljellä oleva synkronointimaksimiaika nollataan. Tällöin ajosuunnan aktiivivihreä voi jatkua vain takuu- tai etuusmaksimiaikaan liitettyjen pidennysten turvin ja pyydetyn joukkoliikennesuunnan pääsy vihreäksi nopeutuu.

Aiennusnollaukset annetaan tavallisesti ainakin kaikille joukkoliikennesuunnan konfliktisuunnille. Toisinaan myös ajosuunta, jonka kanssa joukkoliikennesuunnalla ei ole konfliktia, voi olla hidastamassa sen vihreäksi tuloa (esimerkki kappaleessa 5.3). Tällöin myös ei-konfliktisuunnalle voidaan antaa aiennusnollaus.

11. vaihe - Ohjaussuuntien maksimiaikojen määrittely

Kaikille ajosuunnille määritetään takuu- ja synkronointimaksimiajat. Joukkoliikennesuunnille määritetään lisäksi etuusmaksimiajat. Maksimiajat esitetään lomakkeen 2 taulukossa. Etuusmaksimiaika voidaan esittää taulukossa esim. muodossa +20, mikä tarkoittaa, että se on 20 s pidempi kuin synkronointimaksimiaika. Synkronointimaksimiajan nollautuessa etuusmaksimiajan arvoksi annetaan tällöin ko. arvon mukainen aika. Maksimiaikoja on yksityiskohtaisemmin käsitelty luvussa 5.

12. vaihe – Joukkoliikenteen ilmaisutekniikka ja ilmaisintoimintojen suunnittelu

Käytettävät etuustoiminnot eivät ole sidoksissa tekniikkaan, jolla tieto risteykseen saapumassa olevasta joukkoliikenteestä saadaan. Kaikkia SYVARIN etuustoimintoja voidaan käyttää, kunhan ohjauskojeelle saadaan jollakin tavoin tieto risteystä lähestyvistä bussista ja sen ohjaussuunnasta. Kehittyneet joukkoliikenteen GPS-paikannukseen perustuvat pyyntö-kuittaus ilmaisinjärjestelmät mahdollistavat kuitenkin korkeatasoisempien etuusjärjestelyiden toteuttamisen kuin yksinkertaiset etuuksia pyytävät pitkäsilmuikkailmaisimet. Pitkäsilmuikkailmaisimen puutteita kehittyneisiin järjestelmiin verrattuna ovat:

- pysäkin tai muun syyn vuoksi ennen risteystä kaistaa vaihtavaa bussia on hankala ilmaista
- siirtoajossa olevia busseja, tilausajoja, kirjastoautoja ym. ei pystytty erottamaan linjalla ajavista busseista
- kääntyviä busseja ei voida erottaa suoraan ajavista busseista varmasti kuin vasta lisäkaistojen täysleveydellä osuudella (kaksikaistaisilla ajoradoilla tosin voidaan usein olettaa, että suoraan ajavat bussit käyttävät oikean puoleista kaistaa)
- kuittausilmaisimen puuttuminen vaikeuttaa pidennysten pituuden säätöä ruuhkaliikenteessä ja myös, jos pyyntöilmaisim on kaukana pysäytysviivasta
- ruuhkautuneella kaistalla bussi ei välttämättä pääse ajamaan pyytämällään vihreällä
- pysäkiltä lähtevästä bussista ei saada ilmaisua kuin aikaisintaan n. 20 m pysäkin jälkeen
- pysäkillä pysähtymistä ei voida ennustaa jarruttamisen, ”pysähtyy-napin” tietojen tms. perusteella.

Pyyntö-kuittaus-ilmaisinjärjestelystä ilmaisintoimintoihin syötettävä tieto on yksinkertaista on/ei-tietoa (=valopilkun ohjaus). Joukkoliikennesuunnan vihreää pidennetään, kun pyyntö- ja kuittausilmaisimien välillä on liittymää lähestyvä bussi. Ilmaisintoimintoihin syötettävän on/ei-tiedon tuot-

taminen pyyntö- ja kuittausilmaisimilta tulevista ilmaisuista (=valopilkun ohjaus) on esitetty liitteessä 4.

Pelkällä etuuksien pyyntösil mukalla joukkoliikenteen vihreän pidennys perustuu pidennysaikakalaskentaan, kuten normaalitkin pidennystoiminnot. Pidennykset on syytä mitoittaa 1–2 s keskimääräistä tarvetta pidemmiksi pidennystoiminnon varmuuden lisäämiseksi. Ilmaisinohjelmoinnit esitetään lomakkeella 3.

13. vaihe – Muun ajoneuvoliikenteen ilmaisintoimintojen suunnittelu

Muun ajoneuvoliikenteen ilmaisimien sijoittaminen tai niiden ilmaisintoiminnot eivät SYVARISSA poikkea tavanomaisista liikennevaloista. Tavallisesti SYVARISSA liitetään samat ilmaisinpiden-nykset sekä takuumaksimiaikaan että synkronointimaksimiaikaan, mutta ohjelmointiteknisesti muunkinlainen ratkaisu on mahdollista. Risteyksissä, joissa ohjaussuunnilla on useita ajoneuvoliikenteen ilmaisimia, voi kyseeseen tulla myös ratkaisu, jossa kaikkia synkronointimaksimikaan liitettyjä ilmaisimia ei liitetä takuumaksimiaikaan. Tällöin takuumaksimiaikaan liitettäisiin vain vihreän turvallisen lopettamisen kannalta kaikkein tärkeimmät ilmaisimet, jotta synkronointimaksimijajan nollauksen jälkeen vihreä päättyisi mahdollisimman helposti.

2. SYVARI-ohjauksen käyttö

2.1 Käyttökohteet

SYVARI on rakenteeltaan moduulinen. Sen kahta keskeistä toimintoa – vaiheringin synkronointia ja joukkoliikenteen etuustoimintoja – voidaan käyttää molempia samanaikaisesti tai vain toista niistä. Pelkällä vaiheringin synkronoinnilla toteutetaan tahdistettua ohjausta ilman etuuksia ja pelkillä etuustoiminnoilla toteutetaan etuuksilla varustettua erillisohjausta. Toteutettaessa etuuksilla varustettua tahdistettua ohjausta käytetään etuustoimintoja ja synkronointia samanaikaisesti. Ohjauksen runkona ovat aina normaalin erillisohjauksen perustoiminnot: opastinryhmäkohtainen ohjaus ja vaiherinki.

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

SYVARIN etuustoimintojen tekniikkaa voidaan soveltaa muihinkin tarkoituksiin kuin joukkoliikenne-etuuksiin – esimerkiksi ruuhkan purkuun tai raskaan liikenteen pidennyksiin. Tämä mahdollistaa esimerkiksi raskaan liikenteen pidennysten käytön myös tahdistetussa ohjauksessa.

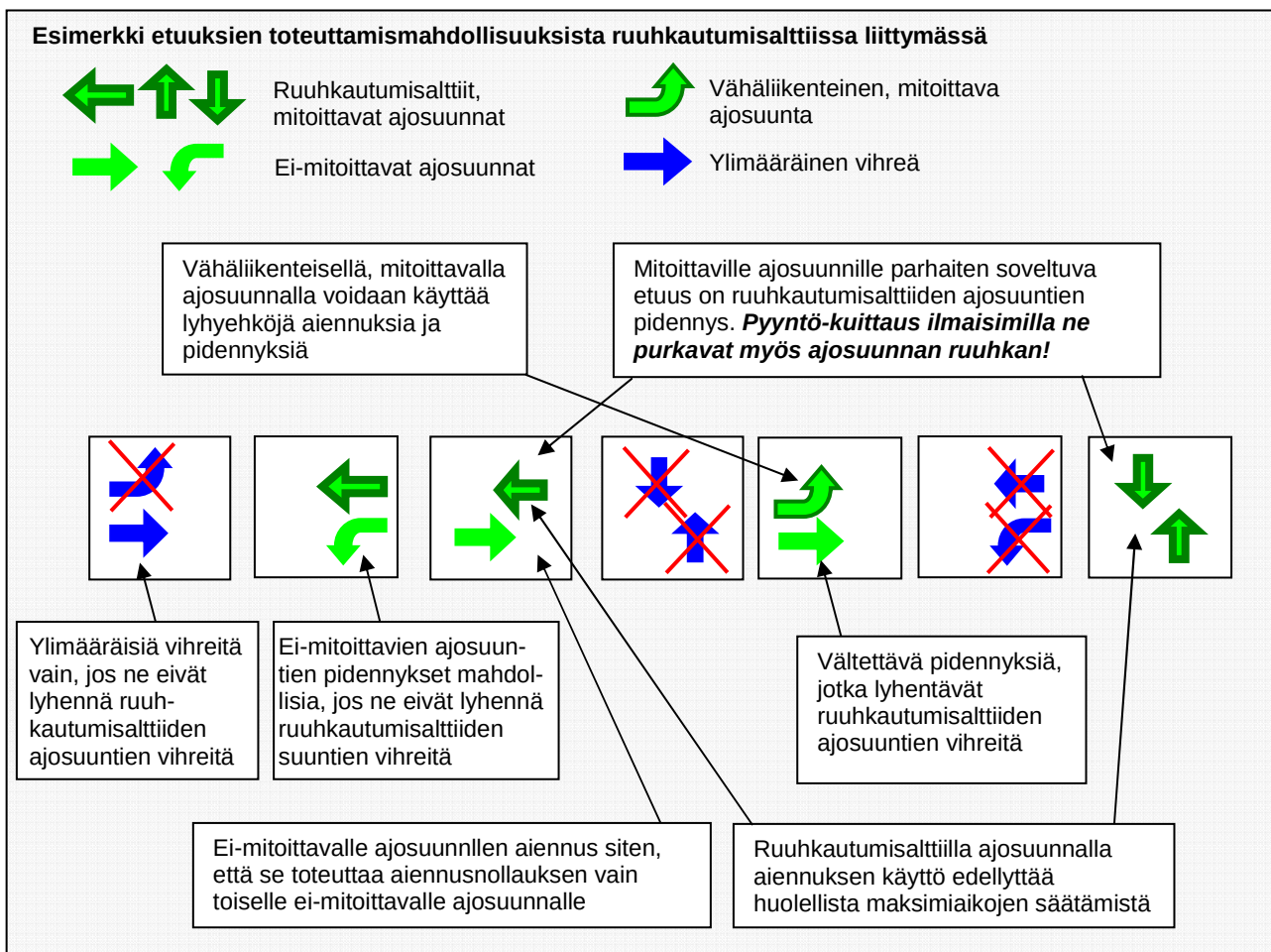
Koska SYVARI perustuu erillisohjaukseen, soveltuu se myös linkitykseen. SYVARI-liittymään voidaan esimerkiksi linkittää viereisiä liittymiä, jotka tällöin tahdistuvat SYVARI-liittymän mukaan. Tällöin SYVARI-liittymä ja siihen linkitetyt liittymät tahdistuvat muun katuverkon kanssa, kun etuustoimintoja ei ole toteutumassa. Etuustoimintojen toteutuessa ne irtaantuvat muun katuverkon tahdistuksesta, mutta säilyttävät kuitenkin keskinäisen linkityksensä. Myös kahden SYVARI-liittymän väliset linkitystoiminnot ovat mahdollista. SYVARIN linkityksistä ei ole vielä käytännön kokemuksia, mutta toimintaperiaatteiltaan SYVARI ja linkitys eivät ole toisiaan poissulkevia ratkaisuja.

2.2 Etuustoimintojen käyttö

Etuustoimintojen käyttömahdollisuudet ovat sidoksissa liittymän kuormitusasteeseen ja liittymäväleihin. Jos liittymäväli ei mahdollista saapuvan autojonon pysäyttämistä valoihin ilman, että jono ulottuu edelliseen liittymään, asettaa tämä rajoituksia etuustoimintojen käytölle. Lähekkäin sijaitsevien liittymien valo-ohjaukset tulee tällöin joko linkittää toisiinsa tai tyytyä käyttämään vain melko vähän valojen toimintaan vaikuttavia etuustoimintoja. Tällaisia ovat melko lyhyet joukkoliikennepidennykset (esim. enintään 10 s) ja melko vähän vaikuttavat vihreän aiennukset (aiennukset siten, että konfliktisuuntien takuumaksimijat ovat vain vähän vihreiden normaalipituuksia lyhyempiä).

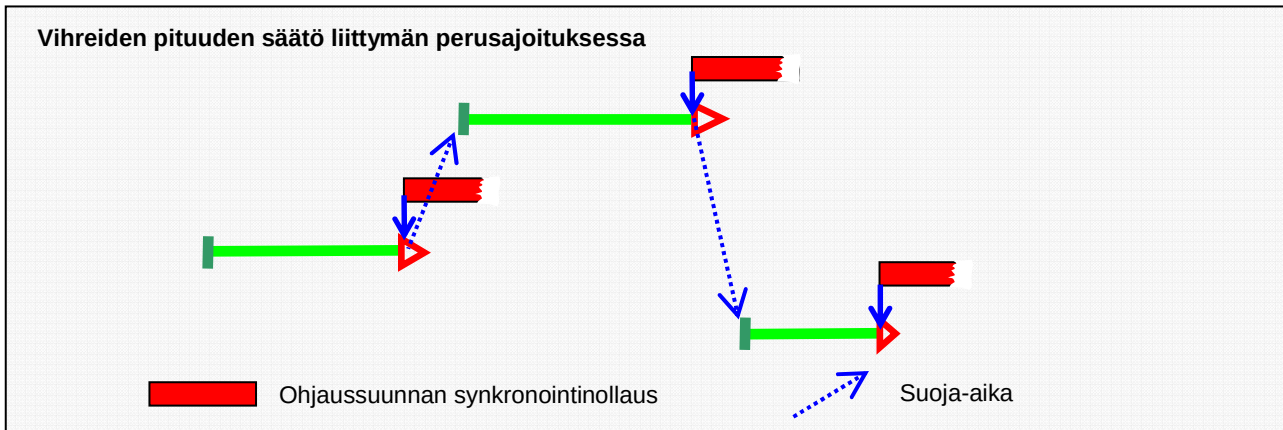
Tärkein etuuskien käyttömahdollisuuksiin vaikuttava tekijä on liittymän kuormitusaste. Jos kuormitusaste on alhainen, on valo-ohjauksen toiminnassa ”väljyyttä”, jota etuustoiminnoilla voidaan käyttää joukkoliikenteen hyväksi. Alhaisen kuormitusasteen liittymissä – ja jos liittymävalitkin ovat riittäviä – voidaan kaikkia etuustoimintoja käyttää melko vapaasti. Etuuskien vaikutukset muulle liikenteelle ovat vain hetkellisiä, kun etuuskien mahdollisesti synnyttämät lyhyet jonot purkautuvat nopeasti seuraavien ohjauskiertojen aikana.

Ruuhkautumisalittiissa liittymissä etuustoimintojen vaikutukset ovat monitahoisempia. Niiden suunnittelu vaatii huolellista asiaan paneutumista ja hyvän lopputuloksen varmistaminen edellyttää toteutetun valo-ohjauksen toiminnan seuranta ja usein myös toiminnan säätöä. Ruuhkautumisalittiissa liittymissä eri ohjaussuunnatkin poikkeavat toisistaan etuuskien toteutusmahdollisuuksien suhteen. Eroja on liittymän toiminnan mitoittavien ajosuuntien ja ei-mitoittavien ajosuuntien välillä sekä vilkasliikenteisten ja vähäliikenteisten ajosuuntien välillä. Pääsääntönä on, etteivät etuudet saisi lisätä mitoittavien ajosuuntien välisiä suoja-aikoja eivätkä aiheuttaa niiden vihreiden ”vajaakäyttöä”. Alla on esitetty suuntaa-antava esimerkki etuuskien toteutusmahdollisuuksista ruuhkautumisalittiissa liittymässä, jonka kaikilla ajosuunnilla on joukkoliikennettä. Esimerkki kuvaa ruuhkautumisalittiiden liittymien etuuskien monitahoisuutta – sitä ei ole tarkoitettu yksityiskohtaiseksi ohjeeksi. Ruuhkautumisalittiissa liittymissä ei yksioikoisesti voida todeta, että etuuskia voi tai ei voi käyttää, vaan etuudet tulee tutkia tapauskohtaisesti.

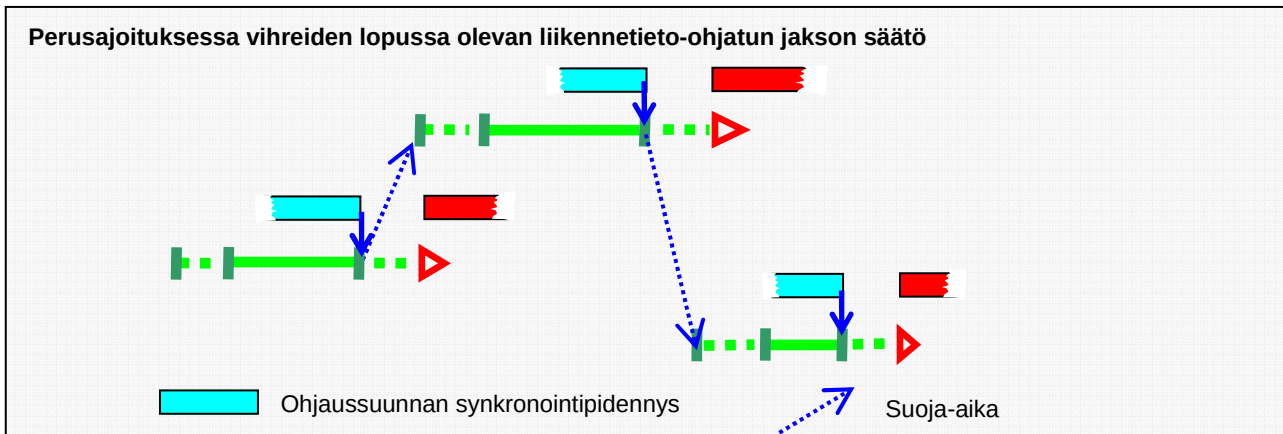


3. SYVARI-ohjauksen toiminnan säätö

Vihreiden pituutta liittymän perusajoituksessa säädetään muuttamalla ohjaussuuntien synkronointinollausten aloitushetkiä. Ne määräävät hetket, jolloin vihreät normaalisti viimeistään päättyvät. Vihreiden päättymishetkien ja suoja-aikojen mukaan määräytyvät seuraavan vaiheen vihreiden aloitushetket.



Perusajoituksessa vihreiden lopussa olevan liikennetieto-ohjatun jakson pituutta säädetään synkronointipidennysten lopetushetkillä. Mitä enemmän ne ajoitetaan ennen synkronointinollausten aloitushetkiä, sitä pidempiä ovat vihreiden liikennetieto-ohjatut jaksot. Vihreiden normaalit aikaisimmat mahdolliset aloitushetket määräytyvät edellisen vaiheen vihreiden aikaisimpien lopetushetkien ja suoja-aikojen mukaan.



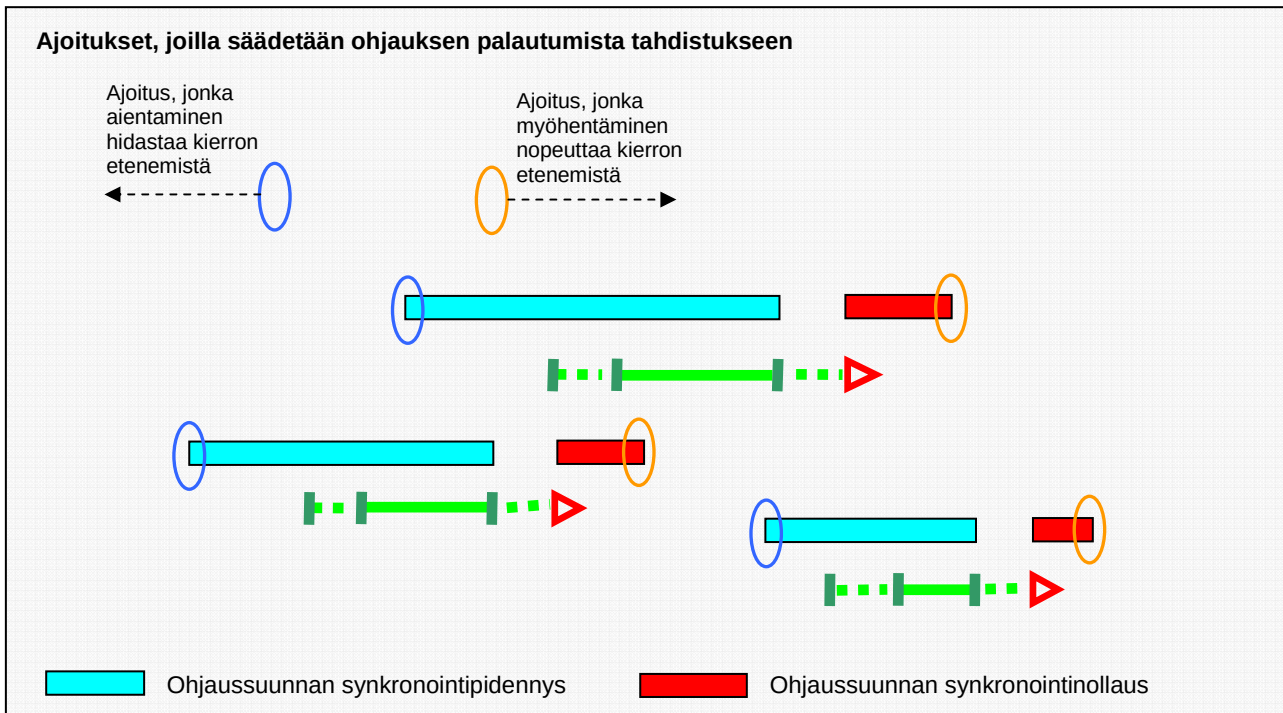
Muiden ohjaussuuntien etuustoimintojen seurauksena ruuhkautuvan ohjaussuunnan toimivuutta voidaan parantaa:

- 1) Pidentämällä sen takuumaksimiaikaa, jolloin vähimmäisvälityskyky jokaisessa ohjauskierrossa kasvaa.
- 2) Pidentämällä sen vihreää perusajoituksessa eli siirtämällä synkronointinollausten aloitus myöhäisemmäksi.

Ruuhkautumisaltiltiissa liittymissä voidaan vihreän aiennusten haittavaikutuksia muille ohjaussuunnille vähentää myös säätämällä synkronointimaksimiaikoja. Kun synkronointimaksimiajat lyhene-

tään lähelle ohjaussuuntien perusajoituksen mukaisia vihreiden pituuksia, aiennettuna alkaneet vihreät myös päättyvät normaalia aiemmin. Tällöin ohjaussuunnan aiennuksesta saamaa hyötyä voidaan seuraavassa ohjauksierossa kompensoida muille ohjaussuunnille.

Synkronointipidennysten aloitushetkillä ja synkronointinollausten lopetushetkillä säädetään ohjauksen palautumista takaisin tahdistukseen etuustoimintojen jälkeen. Asiaa on tarkemmin käsitelty luvussa 5.2.



OSA II – SYVARI-OHJAUKSEEN LIITTYVÄT TOIMINTAPERIAATEET

4. SYVARIN perustana olevat yleiset valo-ohjauksen toimintaperiaatteet

4.1 Ohjaussuuntakohtainen ohjaus

Ohjaussuuntakohtaisessa ohjauksessa päätökset vihreiden käynnistämisestä ja lopettamisesta tehdään **ohjaussuunnittain**. Ohjaussuuntakohtainen ohjaus on ollut vallitseva periaate liikennetieto-ohjatussa valo-ohjauksessa jo vuosikymmenien ajan. Se on ollut käytössä niin erillisohjauksessa kuin tahdistetussakin ohjauksessa. Ohjaussuuntakohtainen ohjaus on joustavampaa kuin aiemmin käytetty vaiheohjaus, jossa vihreät aloitettiin ja lopetettiin ohjausvaiheittain eli kaikkien samaan vaiheeseen kuuluvien ohjaussuuntien vihreät aloitettiin ja lopetettiin samanaikaisesti.

Ohjaussuuntakohtaisen ohjauksen toimintaperiaate voidaan kuvata seuraavien - ohjekirjan sanastossa selostettujen – ohjaussuuntien toiminnan peruskäsitteiden avulla:

- **vihreän pyyntö**
- **vihreän aloituslupa**
- **aktiivivihreä**
- **passiivivihreä.**

Ohjasuuntakohtaisen ohjauksen toimintaperiaate:

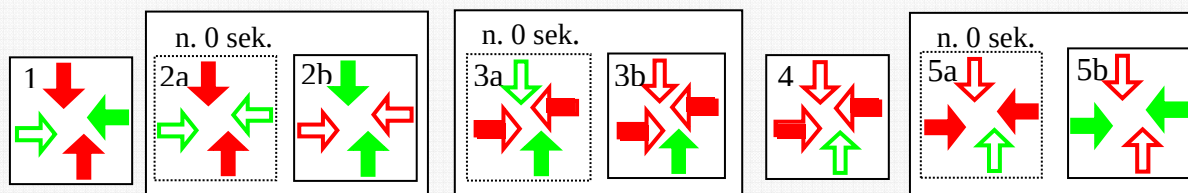
- 1) **Kunkin ohjaussuunnan vihreä käynnistyy, kun ja vain kun sillä on sekä vihreän pyyntö että aloituslupa eikä sen yhdelläkään konfliktisuunnalla ole aktiivivihreää.**
- 2) **Vihreä ei pääty koskaan ohjaussuunnan aktiivivihreän aikana.**
- 3) **Jos passiivivihreä ei ole sallittu, vihreä päättyy heti aktiivivihreän päättyessä.**
- 4) **Jos passiivivihreä on sallittu, vihreä päättyy vasta, kun jollain konfliktisuunnalla kaikki vihreän käynnistymisen edellytykset täyttyvät**

Ohjaussuunnan passiivivihreä ei siis koskaan estä konfliktisuunnan vihreän käynnistymistä, mutta passiivivihreä päättyy vasta, kun jonkin konfliktisuunnan vihreä pääsee käynnistymään.

Ohjaussuunnan ollessa aktiivivihreällä konfliktisuunta ei pysty lopettamaan sen vihreää, vaikka konfliktisuunnalla olisi vihreän pyyntö ja aloituslupa.

Kun risteyksen yhdelläkään ohjaussuunnalla ei ole vihreän pyyntöä tai aktiivivihreää, ohjaus siirtyy **lepotilaan**. Lepotilassa ohjaussuuntien toiminta poikkeaa edellä esitetystä ohjauksen **aktiivitilan** periaatteesta. Lepotilassa ohjaussuunnat noudattavat erikseen määriteltyä lepotilatoimintoaan, jonka vaihtoehtoina ovat: ohjaussuunta jää/vaihtaa vihreälle, ohjaussuunta jää/vaihtaa punaiselle tai ohjaussuunnan jää ennalleen.

Esimerkki ohjaussuuntakohtaisen ohjauksen toiminnasta



Symbolit:

	Passiivivihreä		Punaisella ilman pyyntöä ja lupaa		Pyyntö ilman lupaa
	Aktiivivihreä		Aloitustilusta ilman pyyntöä		Pyyntö ja aloituslupa

Ajosuunnalla etelään passiivivihreä on estetty, muilla suunnilla se on sallittu.

- Tilanne 1.** Suunnilla etelään ja pohjoiseen on vihreän aloituslupa ja pyyntö, mutta niiden vihreät eivät pääse käynnistymään, koska suunta länteen on aktiivivihreä. Suunta itään pysyy passiivivihreällä, koska millään konfliktisuunnalla ei ole vihreän käynnistämisen edellytyksiä.
- Tilanne 2** Heti kun suunnat länteen ja itään ovat samanaikaisesti passiivivihreällä (2a), pääsevät suuntien etelään ja pohjoiseen vihreät käynnistymään (2b), koska niillä täyttyvät kaikki vihreän käynnistymisen edellytykset – aloituslupa, pyyntö ja konfliktisuuntia ei ole aktiivivihreällä.
- Tilanne 3.** Suunnan etelään passiivivihreän alkaessa (3a) suunta vaihtaa heti punaiselle (3b), koska passiivivihreä on estetty.
- Tilanne 4.** Suunta pohjoiseen jatkaa passiivivihreällä, vaikka suunta etelään on jo punaisella. Syynä on se, että mikään konfliktisuunta ei pääse käynnistymään, koska suunnilla itään ja länteen ei ole vielä aloituslupaa.
- Tilanne 5.** Heti kun suunnat itään ja länteen saavat aloitusluvut (5a), käynnistyvät niiden vihreät (5b), koska niillä täyttyvät kaikki vihreän käynnistymisen edellytykset – aloituslupa, pyyntö ja konfliktisuuntia ei ole aktiivivihreällä.

4.2 Vaiheringin toiminta

Vaiheringin käyttö ei tarkoita samaa kuin vaiheohjaus. Vaiheringin ainoa - mutta tärkeä – tehtävä on määrätä, millä ohjaussuunnalla on kulloinkin **vihreiden aloitusluvut**.

Vaiheringissä on vähintään kaksi vaihetta. Useimmissa ohjauskojeissa vaiheiden ohjelmointitekni-
nen enimmäismäärä on kahdeksan. Kunkin ohjaussuunnan tulee kuulua vähintään yhteen vaiherin-
gin vaiheeseen eli ohjaussuunta saa vihreän aloitusluvan vähintään yhdessä vaiheessa. Samaan vai-

heeseen ei normaalisti sijoiteta ohjaussuuntia, joiden välille on ohjelmoitu vaihtumisajat (suoja-ajat) - siis ohjaussuuntia, jotka ovat toistensa konfliktisuuntia. Tämäkin on tosin mahdollista poikkeuksellisissa erikoisohjelmoinneissa. Silloin muut ohjelmoinnit määräävät, missä järjestyksessä samaan vaiheeseen sijoitetut konfliktiryhmät tulevat vihreiksi.

Eri ohjauskojeissa on vaiheringin toiminnan yksityiskohdissa pieniä poikkeavuuksia. Yleisesti vaiheringin toimintaa voidaan kuvata käsitteiden **käynnissä oleva vaihe** ja **aloituslupavaihe** avulla.

Käynnissä oleva vaihe on vaihe, johon viimeiseksi vihreälle tullut ohjaussuunta kuuluu. Vihreiden aloitusluvat vaiherinki antaa kerrallaan yhden vaiheringin vaiheen ohjaussuunnille. Tämä vaihe on ohjauksen **aloituslupavaihe**. Käynnissä oleva vaihe on myös aloituslupavaihe niin kauan kuin käynnissä olevassa vaiheessa on ainakin yksi vielä punaisena oleva ohjaussuunta, jolla on vihreän pyyntö. Kun tällaista pyyntöä ei enää ole, tulee aloituslupavaiheeksi vaiheringin mukaisessa järjestyksessä seuraava vaihe, jossa ainakin yhdellä ohjaussuunnalla on vihreän pyyntö.

Jos käynnissä olevan vaiheen ohjaussuunnalle tai vaiheringissä ennen aloituslupavaihetta olevan vaiheen ohjaussuunnalle tulee vihreän pyyntö, ottaa ohjaus ”takapakkia” aloituslupavaiheen osalta. Siten aloitusluvat ovat aina käynnissä olevassa vaiheessa tai vaiheringin määräämässä järjestyksessä seuraavalla vaiheella, jonka jollain ohjaussuunnalla on vihreän pyyntö.

Kun aloituslupavaiheen jonkin ohjaussuunnan vihreä käynnistyy, tulee ko. vaiheesta uusi käynnissä oleva vaihe. Tämän jälkeen pyynnön puuttumisen vuoksi mahdollisesti väliin jääneiden edellisten vaiheiden ohjaussuuntien vihreitä ei enää toteuteta kyseisessä ohjauskierrossa. Ohjauksen käynnissä oleva vaihe etenee aina vaiherinkiä vain eteenpäin. Aloituslupavaihe sen sijaan voi myös palata vaiheringissä taaksepäin.

Vaiherinki ei pakota saman vaiheen ohjaussuuntia samanaikaisesti vihreiksi tai estä eri vaiheisiin kuuluvien ohjaussuuntien tuloa samanaikaisesti vihreiksi. Valo-ohjauksessa **toteutuvat ohjaustilat** syntyvät ohjaussuuntakohtaisen ohjauksen toimintaperiaatteen mukaisesti vaihtumisaikaohjelmointien, vaiheringin antamien aloituslupien, vihreiden pyyntöjen sekä aktiivi- ja passiivivihreätoimintojen yhteisvaikutuksesta.

Vaiheringin toimintaan vaikuttavia ohjelmointeja

Vaiheringin etenemistä voidaan säätää kahdella eri ohjelmointiparametrillä: **pitoajalla** ja **aloituslupa-ajan rajoituksella**.

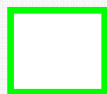
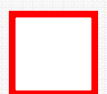
Pitoaikaa voidaan käyttää vaiheringin etenemisen hidastamiseen. Kun ohjaussuunnalle ohjelmoidaan pitoaika, jäädyttää ko. ohjaussuunnan vihreän alkaminen käynnissä olevan vaiheen aloituslupavaiheeksi enintään pitoajan määräämäksi ajaksi. Ko. ohjaussuunnan pidennysten päätyminen lopettaa kuitenkin aina pitotoiminnon. Yleensä ohjaussuunnille ei ohjelmoida pitoaikaa.

Aloituslupa-ajan rajoitus määrittää enimmäisajan ohjaussuunnan saaman aloitusluvan kestolle. Jos ohjaussuunnalle ei ko. ajan kuluessa aloitusluvan saamisesta ole tullut vihreän pyyntöä, poistetaan aloituslupa, vaikka ohjaussuunnan vaihe olisikin edelleen aloituslupavaiheena. Tavanomaista on, että aloituslupa-aikaa ei rajoiteta. Tällöin aloitusluvat ovat voimassa niin kauan kuin ohjaussuunnan vaihe pysyy aloituslupavaiheena.

Tavallisin syy siihen, että aloituslupavaiheen ohjaussuunnalta poistuu aloituslupa, on **estävä aloitusviive**-toiminto. Tällöin ohjaussuunta (yleensä suojatie) on ollut ohjelmoituna *estävä aloitusviive*-toiminnon määrääväksi ohjaussuunnaksi ja viivytetyn ohjaussuunnan (tavallisesti ajosuunta) vihreän/puna-keltaisen syttyminen poistaa määräävän ohjaussuunnan aloitusluvan.

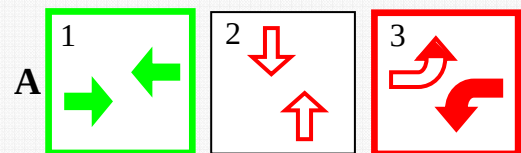
Esimerkki vaiheringin toiminnasta

Symbolit:

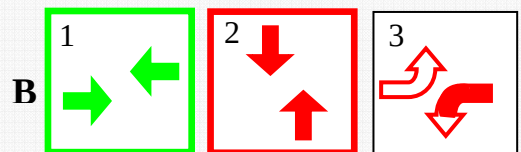
	Passiivivihreä		Punaisella ilman pyyntöä ja lupaa		Pyyntö ilman lupaa
	Aktiivivihreä		Aloituslupa ilman pyyntöä		Pyyntö ja aloituslupa
	= Käynnissä oleva vaihe		= Aloituslupavaihe		

Esimerkissä tarkastellaan kolmevaiheisen vaiheringin ohjauksen etenemistä tilanteissa A-F.

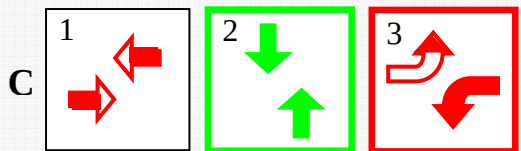
A) Viimeiseksi käynnistyneet vihreät kuuluvat vaiheeseen 1, joten vaihe 1 on käynnissä oleva vaihe. Vaiheessa 2 ei ole pyyntöjä, mutta vaiheen 3 toisella kääntyvällä suunnalla on pyyntö, joten vaihe 3 on aloituslupavaihe ja molemmilla kääntyvillä suunnilla on aloituslupa.



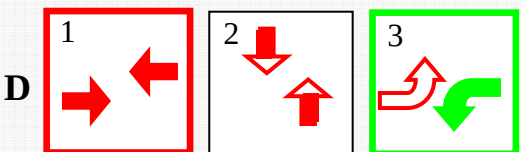
B) Ennen vaiheen 3 käynnistymistä vaiheen 2 suunnat saavat pyynnöt, jolloin vaiheesta 2 tulee aloituslupavaihe ja aloitusluvat vaiheen 3 suunnilta peruuntuvat.



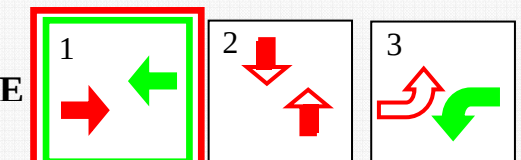
C) Vaiheen 2 suuntien tultua vihreiksi vaiheesta 2 tulee uusi käynnissä oleva vaihe ja vaiheesta 3 tulee uudelleen aloituslupavaihe. Vaiheen 3 molemmat suunnat saavat aloitusluvat, vaikka vain toisella on pyyntö.



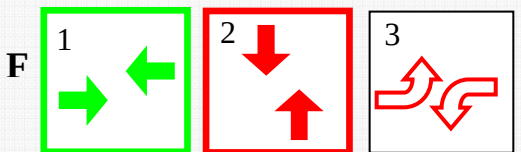
D) Pyydetyn vasemmalle kääntyvien vihreän käynnistyttyä vaiheesta 3 tulee käynnissä oleva vaihe. Koska toisella vasemmalle kääntyvällä ei ole pyyntöä, tulee vaiheesta 1 heti uusi aloituslupavaihe.



E) Suunta länteen pääsee heti myös käynnistymään, jolloin vaiheesta 1 tulee myös käynnissä oleva vaihe. Se on edelleen myös aloituslupavaihe, koska pyydetty suunta itään ei vielä ole päässyt vihreäksi vaiheen 3 vasemmalle kääntyvän suunnan aktiivivihreän jatkumisen vuoksi.



F) Kun suunta itään pääsee vihreäksi, tulee vaiheesta 2 aloituslupavaihe.



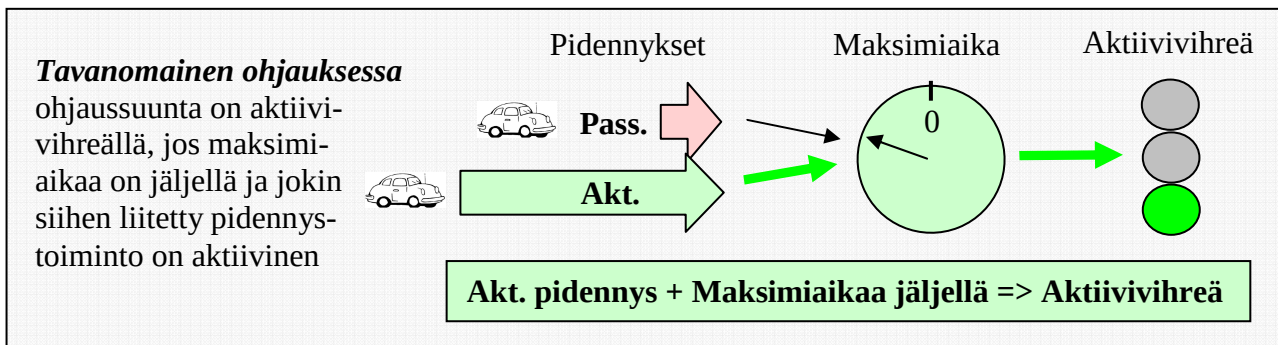
5. SYVARI-ohjauksen toimintaperiaatteet

5.1 SYVARIN kolme maksimiaikaa

Ohjaussuunta on aktiivivihreällä, jos seuraavat kaksi ehtoa toteutuvat samanaikaisesti:

- ohjaussuunnan vihreän maksimiaikaa on jäljellä
- jokin maksimiaikaan liitetty pidennystoiminto on aktiivinen.

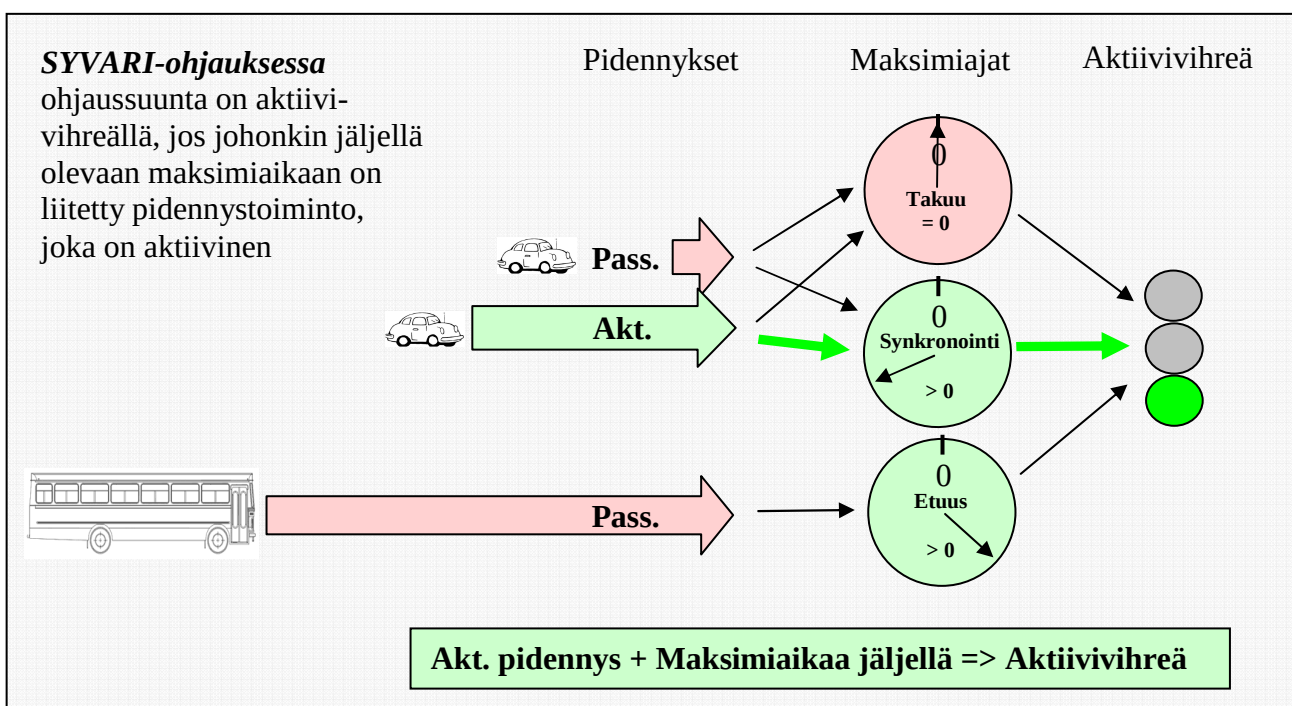
Tavanomaisessa valo-ohjauksessa kullakin ohjaussuunnalla on yksi maksimiaika ja kaikki ohjaussuunnan pidennystoiminnot on liitetty tähän samaan maksimiaikaan.



SYVARI-ohjauksessa kullakin ohjaussuunnalla voi olla useampia maksimiaikoja, joita kutsutaan:

- takuumaksimijaksi
- synkronointimaksimijaksi
- etuusmaksimijaksi.

Ohjaussuunta on aktiivivihreällä, jos aktiivivihreän ehdot täyttyvät jonkin maksimajan osalta eli johonkin jäljellä olevaan maksimiaikaan on liitetty pidennystoiminto, joka on aktiivinen.



SYVARI-ohjauksessa takuu- ja synkronointimaksimiaikoihin liitetään tavallisesti ajoneuvojen normaalit pidennystoiminnot. Joukkoliikenteen pidennystoiminto liitetään etuusmaksimiaikaan.

Eri maksimiaikoja käytetään SYVARI- ohjauksessa seuraavasti:

- Takuumaksimiaika takaa ohjaussuunnan vihreälle kaikissa tilanteissa mahdollisuuden pidentyä tiettyyn vähimmäispituuteen. Takuumaksimiaika estää yllättävän tai vaarallisen lyhyiden vihreiden esiintyminen ja takaa ajosuunnalle tietyn vähimmäisvälityskyvyn jokaisessa ohjauskierrossa. Takuumaksimiaika ohjelmoidaan vähintään samassa ohjausvaiheessa esiintyvien suojateiden minimivihreiden pituiseksi.
- Synkronointimaksimiaika toteuttaa ohjaussuunnan vihreän lopetuksen synkronoinnin kiertoaikaan. Synkronointimaksimijaksi ohjelmoidaan aktiivivihreän ehdoton enimmäispituus ilman joukkoliikennepidennyksiä.
- Etuusmaksimiaika toteuttaa joukkoliikennepidennykset. Etuusmaksimiaika ohjelmoidaan aina synkronointimaksimiaikaa pidemmäksi siten, että niiden erotus on vähintään ajoaika joukkoliikenteen pyyntöilmaisimelta pysäytysviivalle.

5.2 Vaiheringin synkronoituminen kiertoaikaan

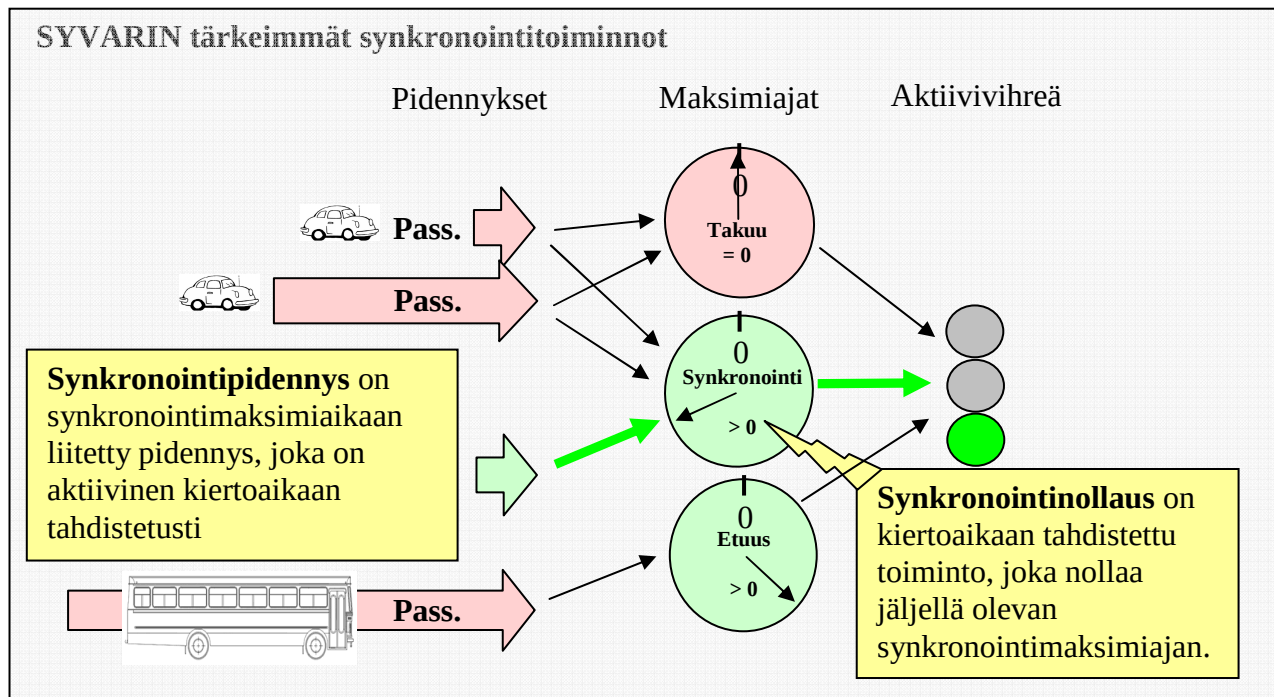
Vaiheringin synkronoiminen kiertoaikaan perustuu pääosin synkronointimaksimiaikaan liitettyihin toimintoihin. Synkronointimaksimiaikaan kohdistuu pidennystoimintojen lisäksi myös toimintoja, jotka voivat nollata jäljellä olevan maksimajan. Muihin maksimiaikoihin ei koskaan kohdistu nollaustoimintoja. Näin takuumaksimiaika takaa nollaustoiminnot toteutuessakin ohjaussuunnan vihreälle aina mahdollisuuden pidentyä tiettyyn vähimmäispituuteen.

Vaiherinkiä ei perinteisessä erillisohjauksessa tahdisteta kiertoaikaan. SYVARISSAKAAN sen toimintaa ei suoraan sidota kiertoaikaan, mutta synkronointimaksimiaikaan liitetyillä toiminnoilla vaiherinki ”manipuloidaan” tahdistumaan kiertoaikaan. Joukkoliikenne-etuuksien toteuttamiseen tahdistustoiminnot eivät kuitenkaan vaikuta ja etuudet pääsevät aina toteutumaan aivan kuin risteys toimisi erillisohjauksessa.

Vaiheringin tahdistus perustuu pääosin ajosuuntien aktiivivihreiden lopetusten synkronointiin. Lisäksi apuna voidaan käyttää **vihreän synkronointiviivytystä**, joka viivyyttää ohjaussuunnan vihreän syttymistä.

Vihreiden lopetusten synkronointi toteutetaan synkronointimaksimiaikaan liitetyillä:

- ***synkronointipidennyksillä***
- ***synkronointinollauksilla***



Synkronointipidennys ylläpitää ohjaussuunnan aktiivivihreää, vaikka ohjaussuunnan ilmaisinpidentykset olisivat passiivisia. Synkronointinollaus puolestaan nolaa ohjaussuunnan synkronointimaksimiajan ja estää normaaleja ajoneuvopidennyksiä ylläpitämästä ohjaussuunnan aktiivivihreää.

Tärkeimmät synkronointitoimintojen ajoitukset ovat:

- ***synkronointipidennyksen lopetushetki***
- ***synkronointinollauksen aloitushetki.***

Ne yksin tahdistavat ohjauksen kiertoaikaan normaalitilanteissa.

Muilla vihreän lopetuksen synkronoitumisajoituksilla – ***synkronointipidennyksen aloitushetkellä ja synkronointinollauksen lopetushetkellä*** – vaikutetaan siihen miten ohjaus tahdistuu takaisin kiertoaikaan etuustoiminnon jälkeen. Niiden ajoittamisella säädetään sitä, pyrkiikö ohjaus herkemmin synkronoitumaan takaisin kiertoaikaan vaiheringin toimintaa hidastamalla vai nopeuttamalla. Ääritapauksissa vaiheringin synkronoituminen takaisin kiertoaikaan voidaan säätää tapahtumaan aina vaiheringin etenemistä hidastamalla tai aina sen etenemistä nopeuttamalla.

Synkronointipidennyksen aloitushetki ajoitetaan hetkeen, josta alkaen – jos ohjaussuunta on vihreänä tai tulee vihreäksi - sen vihreää pyritään pidentämään kohti synkronoinnin mukaista lopetustaan. *Synkronointipidennykset aloitetaan sitä aikaisemmin, mitä enemmän etuustoiminnon jälkeisessä vaiheringin synkronoinnissa halutaan käyttää vaiheringin etenemisen hidastamista.* Viimeistään ne aloitetaan hetkenä, jolloin ohjaussuunnan vihreä normaalisti aikaisintaan alkaa.

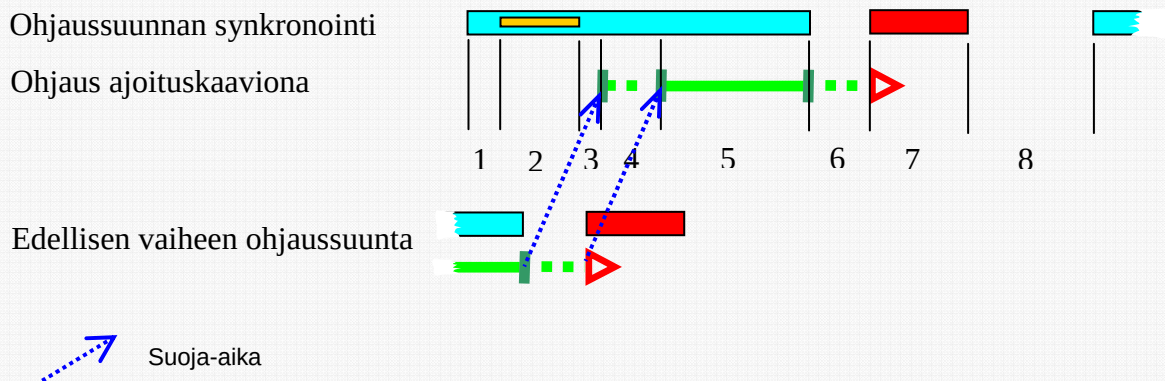
Synkronointinollauksen lopetushetki ajoitetaan hetkeen, johon saakka myöhässä olevaa vihreää pyritään lopettamaan mahdollisimman pian. Synkronointinollauksen toteutumisen ehtona on, etteivät takuumaksimiaikaan liitetyt pidennystoiminnot ole pidentämässä aktiivivihreää. Jos ehto ei täyty nollausjakson aikana, ohjaussuunta voi jatkaa vihreänä nollausjakson jälkeenkin säilyttäen synkronointimaksimiaikansa. Jos ohjaussuunta on tullut vihreäksi normaalisti, on takuumaksimiaika aina jo kulunut synkronointinollauksen alkaessa, jolloin synkronointinollausjakson pituudella ei ole

merkitystä. Mutta jos ohjaussuunnan vihreä alkaa myöhässä, niin synkronointimaksimiajan nollaus pääsee toteutumaan sitä todennäköisemmin, mitä pidempi nollausjakso on. *Mitä enemmän etuustoiminnon jälkeisessä vaiheringin synkronoinnissa halutaan käyttää vaiheringin etenemisen nopeuttamista, sitä myöhäisemmäksi ajoitetaan synkronointinollausten lopetushetket.*

Ohjaussuunnan synkronointinollausten lopetushetken ja sen seuraavan kierron synkronointipidennyksen aloitushetken väliin jätetään useimmiten aikajakso, jolloin ohjaussuuntaan ei kohdistu synkronointitoimintoja. Tällöin ohjaussuunta toimii ”vapaassa erillisohjauksessa”. Aktiivivihreä päättyy, jos ilmaispidennyksiä ei ole tai maksimiaikaa ei ole jäljellä. Mutta, jos vihreä jatkuu synkronointipidennyksen aloitushetkeen asti, lähtee ohjaussuunnan vihreä jälleen synkronoitumaan kiertoaikaan.

Yleensä SYVARISSA vain ohjaussuuntien vihreiden lopetukset synkronoidaan kiertoaikaan. Vihreiden aloitushetket määräytyvät edeltävien vihreiden päättymisen mukaan. Jos edeltävässä ohjausvaiheessa on jollakin konfliktisuunnalla kiinteä vihreän pyyntö, synkronoituu vihreän aloituskin aina kiertoaikaan. Mutta jos edeltävässä vaiheessa ei ole kiinteitä pyyntöjä, voi edeltävä vaihe jäädä toteutumatta ja seuraavan vaiheen ohjaussuunnat voivat päästä etuajassa vihreäksi. Käytännössä tästä on haittaa ohjaussuunnille, jotka ovat yhteenkytkettyjä seuraavaan risteykseen siten, että vihreällä aallolla on selkeä ”aloitusreuna”. Tämä ongelma hoidetaan SYVARISSA ohjelmoimalla ohjaussuunnalle kiertoaikaan sidottu vihreän **synkronointiviivytyks**. Sen aikana muut samaan vaiheeseen kuuluvat ohjaussuunnat pääsevät käynnistymään normaalisti, mutta viivytetyn ohjaussuunnan vihreä syttyy vasta viivytyksjakson päätyttyä. Minkä tahansa ajosuunnan joukkoliikenteen vihreän pyyntö poistaa risteyksessä mahdollisesti meneillään olevat synkronointiviivytykset, jotta ne eivät pääse hidastamaan joukkoliikenteen pyytämän vihreän käynnistymistä.

Esimerkki synkronointitoiminnoista ja niitä vastaavasta ajoituskaaviosta



- 1) Synkronointipidennys alkaa, jolloin **ohjaussuunta lukitaan vihreälle ("JARRUA VAIHERINGILLE")**, jos se syystä tai toisesta on vihreällä. Syynä vihreänä olo on voi olla esim. se, että konfliktisuunnat ovat jääneet toteutumatta tai se, että ohjaus on poissa tahdistuksesta toteutuneiden etuustoimintojen seurauksena.
- 2) Synkronointiviivytys, jonka aikana **vihreän syttyminen on estetty**. Synkronointiviivytysen aikana vihreän syttymistä viivytetään, jotta vihreä syttyy vasta, kun liikkeelle lähtevät autot voivat ajaa vihreässä aallossa seuraavaan risteykseen.
- 3) Synkronointiviivytyksellä ei enää estetä vihreän aloittamista, mutta se ei ala vielä, jos edellisen vaiheen vihreä on jatkunut synkronointipidennyksen loppuun saakka.
- 4) Jakso, jonka aikana vihreä alkaa (aloitussauma), jos edellisen vaiheen ajosuunnat päättyvät synkronointinsa mukaisesti.
- 5) "Kiinteä" vihreä eli normaalisti aina pyynnöstä toteutuva vihreäjakso. Synkronointipidennykset ylläpitävät aktiivivihreää, vaikka ilmaisinpidennyksiä ei olisikaan aktiivisina.
- 6) Vihreän normaali "lopetussauma", jolloin aktiivivihreä päättyy heti, jos ilmaisinpidennyksiä ei ole aktiivisina. Synkronointimaksimiajan alkuarvo mitoitetaan yleensä siten, että synkronointimaksimiaikaa on jäljellä vielä "lopetussauman" aikana.
- 7) Synkronointinollausjakso, jonka aikana synkronointimaksimiaika nollataan heti, kun seuraavat ehdot toteutuvat:
 - a. ohjaussuunta on vihreällä
 - b. takuumaksimiaikaa ei ole jäljellä tai siihen liitettyjä pidennyksiä ei ole aktiivisina.

Synkronointinollausjakson aikana **vihreän lopetetusta kiirehditään ("KAASUA VAIHERINGILLE")**. Mitä pidemmäksi synkronointinollausjakso ohjelmoidaan, sitä kauemmin vihreän "lopetussauman" jälkeen pyritään myöhässä olevaa vihreää lopettamaan mahdollisimman pian.

- 8) "Vapaan ohjauksen jakso", jolloin ohjaussuuntaan ei kohdistu synkronointitoimintoja. Ohjaussuunta on vapaasti liikennetieto-ohjattu ja ilmaisinpidennykset ja maksimiajat säätävät vihreän päättymistä. "Vapaan ohjauksen jakson" aikana ohjaussuunnan vihreä ei käsitellä enää myöhässä olevana edellisen kierron vihreänä, mutta ei myöskään vielä etuajassa esiintyvänä seuraavan kierron vihreänä. Vihreän päättymistä ei pyritä nopeuttamaan eikä estämään. Jos vihreä jatkuu seuraavan synkronointipidennyksen alkuun saakka, tulee siitä etuajassa esiintyvä seuraavan ohjauskierron vihreä, jota synkronointi pyrkii jatkamaan jakson 1 mukaisesti.

SYVARI-ohjauksessa suojatiet synkronoituvat kiertoaikaan samaan aikaan vihreäksi tulevien ajosuuntien välityksellä ja siksi suojatiet eivät tarvitse omia synkronointitoimintoja. Toisinaan ajosuunnankin aktiivivihreän halutaan päättyvän aina heti ilmaisinpidentysten päättyttyä. Tällöin ajosuunnallekaan ei ohjelmoida synkronointipidentystä. Synkronointinollauskin voidaan jättää ohjelmoimatta, jos ohjaussuunnan synkronointimaksimiaika on niin lyhyt, että nollaustoiminnon vaikutus jäisi vähäiseksi.

SYVARIN synkronoinnin oleellinen ominaisuus on, että tilanteissa, joissa joukkoliikenne-etuuksien vuoksi ohjaus on irtaantunut tahdistuksesta, kiertoaikaan sidotut synkronointitoiminnot eivät koskaan voi aiheuttaa ohjaukseen virhetoimintoja. Ne pystyvät pitämään ohjauksen tahdistettuna, kun etuustoimintoja ei ole, mutta etuustoimintojen aikana ne ovat ”vaarattomia”, eivätkä ”häiritse” etuuksien toteuttamista. Vasta etuuksien päättyttyä synkronointi ottaa vaiheringin jälleen hallintaansa ja ohjaus tahdistuu uudelleen. Tämä tapahtuu joko ohjauksen etenemistä nopeuttamalla tai hidastamalla.

5.3 *Joukkoliikenne-etuuksien toteuttaminen SYVARISSA*

SYVARILLA voidaan toteuttaa seuraavat joukkoliikenne-etuudet:

- vihreän pidennys
- vihreän aiennus (kierron nopeutus)
- ylimääräinen vihreä
- vihreiden rotaatio (vihreiden järjestyksen muutos).

SYVARIN joukkoliikenne-etuuksia suunniteltaessa ei tarvitse tutkia sitä, että ”mahtuvatko” halutut etuudet valojen kiertoaikaan. SYVARI-ohjauksen vaiherinki joustaa aina siten, että kaikki halutut etuudet voidaan toteuttaa. Vaikka useita etuuksia esiintyisi peräkkäin, jokaisella ajosuunnalla on aina mahdollisuus saada takuumaksimiaikansa pituinen vihreä jokaisessa vaiheringin kierrossa. Useiden etuuksien toteutuessa vaiheringin kiertoaika voi on kiinteää kiertoaikaa selvästi pidempi. Kaikissa tapauksissa etuuksien jälkeen SYVARI synkronoituu taas takaisin kiertoaikaan joko vaiheringin etenemistä hidastamalla tai nopeuttamalla. Etuuksien aikana ohjauksen taustalla koko ajan toimiva synkronointi ei aiheuta ohjaukseen virhetilanteita, vaikka toteutuva ohjaus olisi täysin eri tahdissa kuin synkronointi.

Muulle liikenteelle aiheutuvien häiriöidenkään vähentämiseksi ei peräkkäin esiintyvien etuuksien määrää ole perusteltua rajoittaa. Etuus, joka käynnistyy ohjauksen ollessa jo valmiiksi pois synkronista, aiheuttaa keskimäärin vähemmän häiriötä kuin ensimmäiseksi käynnistynyt etuus. Jos etuuksia haluttaan rajoittaa muulle liikenteelle aiheutuvien häiriöiden vähentämiseksi, niin hyödyllisempää on toteuttaa rajoittaminen siten, että aina etuuksien jälkeen, kun ohjaus on jälleen tahdistunut, toteutetaan tietty määrä ohjauskiertoja kokonaan ilman etuuksia.

Vaikka ohjauksen kiinteän kiertoajan pituus ei koskaan rajoita SYVARIN mahdollisuuksia toteuttaa etuuksia, niin vaiheringin takaisin kiertoaikaan tahdistumisen osalta tulee kuitenkin ottaa huomioon eräs rajoitus. Jokaisella ohjauskierrolla on oma *vähimmäiskiertoaikansa*, joka muodostuu kun kaikki pyydetty ajosuunnat esiintyvät takuumaksimiaikansa pituisina ja pyydetty suojatiet minimi- ja takuuvihreidensä pituisina. Etuustoimintojen vuoksi myöhässä oleva ohjaus pystyy kiertoaan nopeuttamalla tavoittamaan normaalikiertoa sitä vähemmän mitä vähemmän vähimmäiskiertoaika on kiinteää kiertoaikaa lyhyempi. Jotta nopeutus olisi tehokasta, tulisi vähimmäiskiertoajan olla vähintään n. 15 s kiinteää kiertoaikaa lyhyempi.

SYVARI-ohjauksessa joukkoliikenne-etuuksista ei tarvitse kuitenkaan luopua, vaikka vähimmäiskiertoaika ei mahdollistakaan tehokasta kierron nopeutusta. Tällöin synkronoituminen voi tapahtua hyödyntäen SYVARIN kykyä jättää toteutuvassa ohjauksessa kiinteän kiertoajan kiertoja toteuttamatta eli vaiheringin mahdollisuutta toteuttaa vähemmän kiertoja kuin kiinteä kiertoaika toteuttaa. Nämä tapaukset tulee tunnistaa jo suunnitteluvaiheessa, koska silloin SYVARIN synkronointiohjelmoinnit tulee tehdä vaiheringin hidastamisella tapahtuvaa synkronointia suosiviksi.

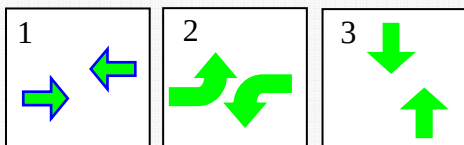
Joukkoliikenteen **vihreän pidennysten** toteuttamiseksi joukkoliikennesuunnat varustetaan etuusmaksim ajoilla, joihin liitetään joukkoliikenteen pidennystoiminnot. Synkronointi ei vaikuta etuusmaksim aikoihin, ja ne mitoitetaan siten, että etuusmaksimiaikaa on ohjaussuunnan vihreän aikana aina jäljellä riittävästi pidennyksen toteuttamiseen. Suunnitelmassa ilmoitetaan kuinka paljon etuusmaksimiaika on synkronointimaksimiaikaa pidempi.

Joukkoliikenteen **vihreän aiennus** toteutuu aina, kun ohjaussuunnalle tulee joukkoliikennepyyntö. Se toteutuu sekä perusvihreille että ylimääräisille vihreille. Aiennukset toteutetaan **aiennusnollaus-**ten avulla. Toiminto on selostettu sanastossa. Normaalisti aiennusnollaus toteutetaan kaikille joukkoliikennesuunnan konfliktisuunnille. Toisinaan, esim. kun monivaiheisessa ohjauksessa ei käytetä ylimääräisiä vaiheita, voi tehokas aiennustoiminto edellyttää aiennusnollauksen kohdistamista myös muille ohjaussuunnille kuin konfliktisuunnille. Tarvetta tulee tarkastella tapauskohtaisesti vaiheringin toimintaperiaatteen pohjalta. Ajosuunnat, joille joukkoliikennepyyntö toteuttaa aiennusnollauksen, esitetään suunnitelmassa. Aiennusnollauksen jälkeen vain takuu- ja etuusmaksimiaikaan liitetyt pidennykset voivat ylläpitää nollatun ohjaussuunnan aktiivivihreää

Esimerkki aiennusnollausten kohdistamisesta.

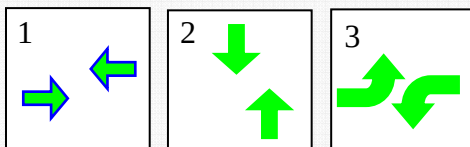
Suunnat itään ja länteen ovat joukkoliikennesuuntia, joilla ei ole ylimääräisiä vihreitä.

Tapaus A



Tapauksessa A joukkoliikenne-pyyntöjen tulee toteuttaa **aiennusnollaukset kaikille vaiheiden 2 ja 3 ohjaussuunnille**, myös vasemmalle kääntyville, joiden kanssa ne eivät ole konfliktisuuntia, jotta ohjaus pääsee etenemään vaiheeseen 3 heti vasemmalle kääntyvien takuumaksimiaikojen täytyttyä.

Tapaus B



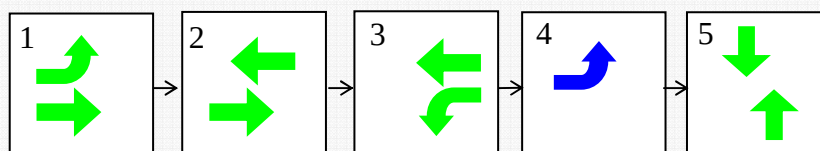
Tapauksessa B aiennusnollaukset tulee toteuttaa **vain konfliktisuunnille**, koska muut suunnat eivät ole esteenä joukkoliikennevihreiden toteutumiselle.

Ohjaussuuntien **ylimääräisten vihreiden** ohjelmointitekniikka on yksinkertainen. Vaiherinkiin vain lisätään ohjaussuuntien vihreitä, jotka toteutuvat ainoastaan joukkoliikenteen pyynnöstä. Ne voidaan sijoittaa samaan vaiheeseen muiden ohjaussuuntien perusvihreiden kanssa tai kokonaan omiin vaiheisiinsa. Joukkoliikennepyyntö toteuttaa perusvihreän tai ylimääräisen vihreän sen mukaan, kumpi tulee vaiheringin edetessä ensin vuoroon. Ohjelmoinnissa kaikki ylimääräisetkin vihreät sisällytetään vaiherinkiin, ne vain jäävät väliin, jos joukkoliikennepyyntöä ei ole.

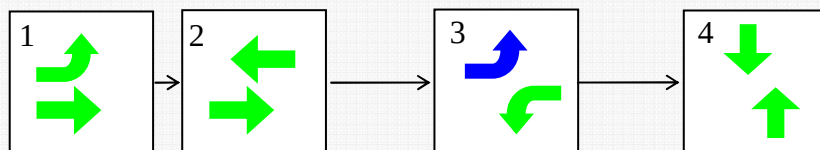
Vaikka ylimääräisten vihreiden ohjelmointitekniinen toteutus on helppoa, tulee niiden suunnittelussa tarkoin harkita, miten vaiherinki tulee muodostaa ja miten ylimääräiset vihreät tulee sijoittaa, jotta ohjaus toimisi tarkoituksenmukaisesti. Suunnittelussa vaiherinkien toimintaa tulee analysoida pitäen mielessä ohjaussuuntakohtaisen ohjauksen ja vaiheringin toimintaperiaatteet.

Esimerkki vaiheringin muodostamisen vaikutuksesta ylimääräisen vihreän toteutumiseen

Vaiherinki A



Vaiherinki B



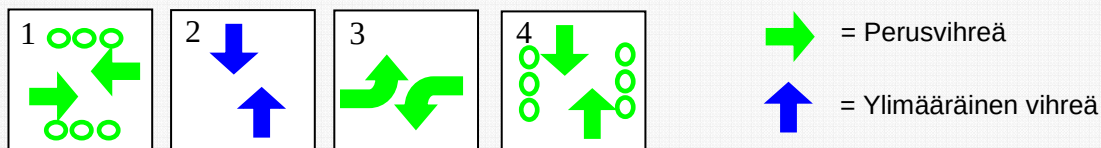
 = Perusvihreä
 = Ylimääräinen vihreä

Vaiherinkien A ja B toiminnassa ei ole eroa, kun ohjauksessa esiintyy vain perusvihreitä. Kummassakin vaiheringissä suunta länteen voi olla vihreällä samanaikaisesti saman tulosuunnan vasemmalle kääntyvien kanssa.

Ylimääräinen vihreä pääsee kuitenkin toteutumaan joustavammin vaiheringissä B, koska se saa aloitusluvan jo vaiheen 2 ollessa käynnissä. Vaiheringissä A ylimääräinen vihreä saa aloitusluvan vasta, kun vaihe 3 on ensin käynnistynyt. Vaiheringissä B riittää myös, että aiennusnollaukset kohdistuvat vain konfliktisuuntiin. Vaiheringissä A aiennusnollaus tulisi kohdistaa myös itään ajavien ohjaussuuntaan, jotta aiennus toimisi tehokkaasti.

Jokaiselle ylimääräiselle vihreälle määritellään myös sen muille ohjaussuunnille antamat oheisluvut ja -pyynnöt. Ylimääräisen vihreän toteutuessa on usein tarkoituksenmukaista näyttää vihreää samanaikaisesti aina myös joillekin muille ohjaussuunnille. Näille suunnille annetaan sekä oheislupa että -pyyntö. Toisinaan on tarkoituksenmukaista antaa joillekin muille suunnille vain mahdollisuus tulla vihreäksi samanaikaisesti ylimääräisen vihreän kanssa. Näille suunnille annetaan vain oheislupa. Ylimääräisen vihreän toteutuessa ohjaussuunnalle annetaan vain etuusmaksimiaika ja takuumaksimiaika. Synkronointimaksimiaikaa ei anneta, joten synkronointipidennykset eivät pidennä ylimääräisiä vihreitä ja muut ajoneuvot kuin bussit voivat pidentää ylimääräisiä vihreitä enintään takuumaksimiajan pituiseksi.

Esimerkki ylimääräisen vihreän antamista oheisluvista ja oheispyynnöistä



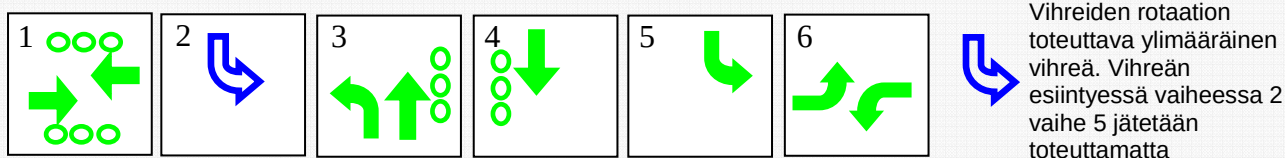
Esimerkissä ylimääräisen vihreän esiintyessä on tarkoituksenmukaista näyttää vihreää aina myös vastakkaiselle ajosuunnalle, joten sille annetaan sekä oheislupa että oheispyyntö. Suojateille annetaan vain mahdollisuus tulla vihreäksi, joten niille annetaan oheisluvat, mutta ei oheispyyntöjä. Niiden vihreäksi tulo edellyttää, että niitä on pyydetty esim. painonapilla.

Ylimääräiset vihreät	Suunnat, jotka saavat oheisluvan	Suunnat, jotka saavat myös oheispyynnön

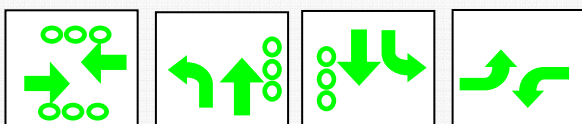
Vihreiden rotaatio eli vihreiden järjestyksen muutos tarkoittaa, että joukkoliikennepyyntö vaihtaa ohjaussuuntien vihreiden järjestystä siten, että etuutta pyytänyt joukkoliikennesuunta pääsee vihreälle aikaisemmin. SYVARISSA vihreiden rotaatio toteutetaan lisäämällä ylimääräiseen vihreään toiminto, joka estää ylimääräisen vihreän jälkeen saman ohjaussuunnan seuraavan perusvihreän vaiheen esiintymisen. Tällöin ohjaus toteutuu ikään kuin perusvihreä olisi siirtynyt vaiheringissä aikaisemmaksi. Rotaatio sopii erityisen hyvin käytettäväksi kuormitetuissa risteyksissä, sillä kun järjestystään muuttavien ohjaussuuntien takuumaksimit asetetaan lähes ajoituskaavion mukaisten normaalivihreiden pituisiksi, ei rotaatio muuta merkittävästi vihreän ajan jakautumista eri ohjaussuuntien kesken.

Esimerkki vihreiden rotaatiosta

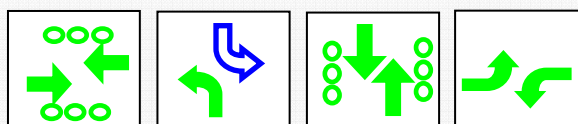
Vihreiden rotaatiolla varustettu vaiherinki



Ohjaustilat normaalissa kierrossa



Ohjaustilat, kun rotaatio toteutuu



SANASTO JA KÄSITTEET

Liikennevalo-ohjauksen yleistä sanastoa

Ajosuunta

Ajoneuvoliikenteen ohjaussuunta (opastinryhmä).

Aktiivitila

Risteyksen valo-ohjaus on aktiivitilassa, kun vähintään yhdellä ohjaussuunnalla on vihreän pyyntö tai pidennys. Kun ohjaus ei ole aktiivitilassa, niin se lepotilassa.

Aktiivivihreä

Ohjaussuunta on aktiivivihreällä, kun ohjaussuunnan maksimiaikaa on jäljellä ja jokin ko. maksimikaan liitetty vihreän pidennystoiminnoista on aktiivinen. Ohjaussuunnan ollessa aktiivivihreällä konfliktisuunta ei pysty lopettamaan sen vihreää, vaikka konfliktisuunnalla olisi vihreän pyyntö ja aloituslupa.

Erillisohjaus

Ohjaus, jossa risteyksen liikennevalot toimivat itsenäisesti. Erillisohjauksessa liikennevalot eivät noudata kiinteää kiertoaikaa.

Etuusvihreä

Vihreä, joka esiintyy joukkoliikenteen etuustoiminnon seurauksena. Etuusvihreä voi olla joukkoliikenteen pyytämä ylimääräinen vihreä, vihreän pidennys tai vihreän aiennus.

Lepotila

Risteyksen kaikki ohjaussuunnat siirtyvät lepotilaan, kun millään ohjaussuunnalla ei ole aktiivivihreää tai vihreän pyyntöjä. Lepotilassa ohjaussuunnat noudattavat erikseen määriteltä lepotilatointoon, jonka vaihtoehtoina ovat: ohjaussuunta jää/vaihtaa vihreälle, ohjaussuunta jää/vaihtaa punaiselle tai ohjaussuunnan jää ennalleen.

Lepovihreä

Kun ohjaussuunta on vihreällä valo-ohjauksen lepotilassa, on se lepovihreällä.

Konfliktisuunta (eriaikainen suunta)

Ohjaussuunta on toisen ohjaussuunnan konfliktisuunta, jos niiden välillä on vaihtumisaikaohjelmoinnit eli suoja-ajat. Ohjaussuunta ei voi olla vihreällä, jos sen konfliktisuunta on vihreällä.

Maksimiaika

Maksimiaika määrittää enimmäisajan sille, kuinka kauan siihen liitetty pidennystoiminnot voivat enintään ylläpitää ohjaussuunnan aktiivivihreää. Tavallisesti liikennevaloissa ohjaussuunnan kaikki pidennystoiminnot on liitetty samaan maksimiaikaan, tällöin sitä kutsutaan **ohjaussuunnan maksimiajaksi**.

Minimivihreä

Näytettävän vihreän ehdoton vähimmäispituus.

Ohjaussuunta (opastinryhmä)

Ohjaussuunta on yhdellä opastinryhmällä ohjattava **ajosuunta** tai **suojatie**.

Passiivivihreä

Ohjaussuunta on passiivivihreällä, jos se on vihreällä, joka ei ole aktiivivihreä tai lepovihreä. Passiivivihreä aiheutuu ohjaussuuntakohtaisen ohjauksen pääperiaatteesta, jonka mukaan ilman passiivivihreän estoa risteyksen aktiivisessa ohjauksessa ohjaussuunnan vihreä päättyy vain, jos jollain konfliktisuunnalla täyttyvät kaikki vihreän käynnistymisen edellytykset. Kun ohjaussuunta oman aktiivivihreänsä jälkeen odottaa vihreällä, että jonkin konfliktisuunnan vihreä pääsee käynnistymään, niin se on passiivivihreällä.

Ohjaussuunnalle voidaan ohjelmoida jatkuva tai ehdollinen **passiivivihreän esto (itse punaiseksi)**.

Passiivivihreän ollessa estetty ohjaussuunnan vihreä päättyy heti aktiivivihreän päättyessä.

SYVARI-ohjauksessa perusoletuksena on, että passiivivihreä on sallittu.

Perusvihreä (normaalivihreä)

Vihreä, joka esiintyy ilman etuustoimintoja.

Tahdistettu ohjaus (yhteenkytketty ohjaus)

Ohjaus, jossa katujakson eri risteysten liikennevalot toimivat samassa, kiinteässä kiertoajassa.

Vihreän aloituslupa

Kun ohjaussuunnalla on vihreän aloituslupa, niin sillä on lupa pyrkiä vihreäksi. Ilman aloituslupaa ohjaussuunnan vihreä ei voi käynnistyä. Pelkästään aloituslupa ei kuitenkaan käynnistä vihreää, vaan lisäksi ohjaussuunnalla tulee olla vihreän pyyntö ja konfliktisuuntien aktiivivihreiden tulee olla päättyneitä.

Vihreän pyyntö

Ohjaussuunta ei tule koskaan vihreäksi, jos sillä ei ole vihreän pyyntöä. Pyyntö tulee usein ohjaussuunnan ilmaisimelta, mutta se voi olla ohjelmoitu myös kiinteäksi, jolloin vihreän päättyminen aiheuttaa välittömästi uuden pyynnön. Ohjaussuunta voi saada vihreän pyynnön myös, kun jollain muulla ohjaussuunnalla on vihreän pyyntö. Tätä kutsutaan *oheispyynnöksi*.

Vihreän käynnistyminen

Vihreä käynnistyy, kun ohjaus siirtyy näyttämään vihreää käynnistyvälle ohjaussuunnalle. Vihreä on käynnistynyt, kun sen vihreä opastin syttyy. Vihreän käynnistymisen edellytyksenä on, että ohjaussuunnalla on sekä vihreän aloituslupa että pyyntö ja ettei konfliktisuunnilla ole aktiivivihreää. Vihreän käynnistymisjaksoon sisältyvät: päättyvien vihreiden mahdolliset lopetusviiveet, vaihtumisajat ja vihreälle mahdollisesti ohjelmoidut aloitusviiveet.

Ylimääräinen vihreä

Vihreä, jonka ohjaussuunta voi saada ohjauskierrossa perusvihreän lisäksi, jos sen esiintymiselle asetetut ehdot täyttyvät. Tavallisesti ehtona on joukkoliikenteen vihreän pyyntö, mutta ylimääräistä vihreää voidaan käyttää muissakin tilanteissa, esim. ruuhkan purussa.

SYVARI-ohjauksen käsitteet

Maksimiajat

Etuusmaksimiaika

Yksi ajosuuntien kolmesta maksimijasta SYVARI-ohjauksessa. Etuusmaksimiaikaa käytetään joukkoliikennesuunnilla ja siihen liitetään ohjaussuunnan joukkoliikennepidennykset.

Synkronointimaksimiaika

Yksi ajosuuntien kolmesta maksimijasta SYVARI-ohjauksessa. Synkronointimaksimiaikaan liitetään ohjaussuunnan normaalit pidennystoiminnot. Synkronointimaksimiaikaan liittyy lisäksi myös kolme muuta toimintoa: **synkronointipidennys, synkronointinollaus ja aiennusnollaus**. Niiden merkitys on selostettu sanastossa erikseen.

Takuumaksimiaika

Yksi ajosuuntien kolmesta maksimijasta SYVARI-ohjauksessa. Takuumaksimiaikaan liitetään ohjaussuunnan ajoneuvoliikenteen ilmaisimien (tärkeimmät) pidennystoiminnot. Takuumaksimiaika takaa kaikissa tilanteissa ohjaussuunnalle mahdollisuuden pidentää vihreäänsä tiettyyn vähimmäispituuteen.

Synkronointitoiminnot

Synkronointinollaus

Synkronointinollaus nollaa ohjaussuunnan jäljellä olevan synkronointimaksimajan. Nollauksen ehtona on, että ohjaussuunta on vihreällä ja että takuumaksimiaikaan liitetyt pidennystoiminnot eivät ole pidentämässä aktiivivihreää. Synkronointinollaus tutkii ehtojen toteutumista tietyinä kiertoaikaan sidottuna ajanjaksona, jolle annetaan suunnitelmassa kiertoaikaan sidotut aloitus- ja päättymisajat. Jos ehdot toteutuvat jakson aikana, nollaus suoritetaan. Nollauksen jälkeen ohjaussuunnan aktiivivihreä voi jatkua ainoastaan, jos sillä on etuuspidentys. Synkronointinollaus yhdessä synkronointipidennyksen kanssa synkronoi ohjaussuunnan vihreän lopetuksen kiertoaikaan, kun etuustoimintoja ei ole.

Synkronointipidennys

Synkronointipidennys on ohjaussuunnan synkronointimaksimiaikaan liitetty pidennystoiminto. Pidennystoiminto on aktiivinen määrätynä, ohjauksen kiertoaikaan sidottuna ajanjaksona, jolle määritetään suunnitelmassa aloitus- ja päättymisaika. Pidennystoiminto ei siis aktivoidu ajoneuvoilmaisusta, kuten normaalit pidennystoiminnot. Synkronointipidennys estää ohjaussuunnan aktiivivihreän päättymisen tietyinä kiertoaikaan sidottuna ajanjaksona. Synkronointipidennys yhdessä synkronointinollauksen kanssa synkronoi ohjaussuunnan aktiivivihreän lopetuksen kiertoaikaan, kun etuustoimintoja ei ole.

Synkronointiviivytys

Synkronointiviivytys viivyttää ohjaussuunnan vihreän syttymistä. Sen aikana muut samaan vaiheeseen kuuluvat ohjaussuunnat pääsevät käynnistymään normaalisti, mutta viivytetyn ohjaussuunnan vihreä sytty vasta viivytysjakson päättyttyä.

Muuta

Aiennusnollaus

Joukkoliikennesuuntien vihreiden aiennukset toteuttava toiminto, joka käynnistyy joukkoliikennepyynnöstä ja päättyy pyydetyn vihreän käynnistymiseen. Aiennusnollaus kohdistetaan tavallisesti kaikkiin pyydetyn joukkoliikennesuunnan konfliktisuuntiin ja tarvittaessa myös muihin ohjaussuuntiin. Aiennusnollauksen kohteena olevien ohjaussuuntien jäljellä olevat synkronointimaksimiajat nollataan, jolloin niiden aktiivivihreät voivat jatkua vain joukkoliikennepidennyksestä tai normaalia ajoneuvopidennyksestä, jos ohjaussuunnan takuumaksimiaikaa on jäljellä.

Vihreiden rotaatio (vihreiden järjestyksen muuttaminen)

Etuustoiminto, joka vaihtaa vihreiden esiintymisjärjestystä siten, että joukkoliikennesuunta pääsee vihreälle normaalia aikaisemmin.