



16.3.2009

## SUOJASTUSRAJAPINTA - SOVELLUSOHJE

Postiosoite/Postadress  
PL 185, 00101 Helsinki  
PB 185, FI-00101 Helsingfors

Käyntiosoite/Besöksadress  
Kaivokatu 8, 6. krs  
Brunnsgatan 8, 6:e vån

Puhelin/Telefon  
020 751 5111  
+358 20 751 5111

Fax  
020 751 5100  
+358 20 751 5100

Sähköposti/E-post  
kirjaamo@rhk.fi  
etunimi.sukunimi@rhk.fi

Kotisivu/Hemsida  
www.rhk.fi

**SISÄLLYSLUETTELO**

1	ESIPUHE .....	3
2	TURVALLISUUTEEN LIITTYVÄN RAJAPINTAHANKKEEN TOTEUTUKSESTA .....	3
2.1	Perusvaatimukset (Basic Requirements).....	3
2.2	Analyysivaihe (Analysis Phase).....	4
2.3	Toteutus (Realization Phase) .....	4
2.4	Käyttö (Operation Phase).....	5
2.5	Suojastuksen määritelmä RATO6_2007_09 mukaan .....	6
3	GENEERISET SUOJASTUSVAATIMUKSET .....	7
3.1	Määritelmiä .....	7
3.1.1	Suunnan kääntyminen .....	7
3.1.2	Opastimen valvonta.....	7
3.1.3	Linjavaihteen valvonta .....	8
3.1.4	Linjan vapautumisen valvonta .....	8
3.1.5	Vastakkaisen junaliikkeen valvonta.....	8
3.1.6	Samansuuntaisen junaliikkeen valvonta .....	8
3.1.7	Ajonestovalvonta .....	8
3.1.8	Ohiajovaran valvonta .....	8
3.1.9	Suunnan lukitus .....	8
3.1.10	Yhteyden valvonta .....	8
3.1.11	Suojastusehtojen ohitus.....	8
4	RISKIANALYYSI.....	11
5	SUOJASTUKSEN RAKENTEISTA.....	12
5.1	Erillinen suojastusjärjestelmä .....	12
5.2	Rajapinta osana toisen toimittajan järjestelmää .....	13
5.3	Muut rajapinnan signaalit.....	13
5.3.1	Protokollat .....	14
5.3.2	Turvallinen signaalirajapinta.....	15
6	ILMAISUMALLINNUS .....	16
7	TILAKONEMALLINNUS TYÖVÄLINEENÄ.....	16
8	MALLINNUKSEN MENETELMIÄ – AIKAKAAVIO.....	18

LIITE      GenericLineBlockAnimation.pdf

## 1 ESIPUHE

Rajapintoihin liittyvä mystiikka muuttuu ymmärrettäviksi ratkaisuuksi ja tekniikaksi tarkoituksenmukaisen dokumentoinnin avulla. Turvallisuuteen liittyvissä järjestelmissä suunnittelun ja toteutusten oikeat tulkinnat ovat erityisen tärkeitä. Käytännön projekteissa on osapuolia useista yrityksistä ja toimintakulttuureista.

Sovellusohje perustuu 2008 RHK:n teettämään ”Turvalaiterajapinnat” selvitykseen.

## 2 TURVALLISUUTEEN LIITTYVÄN RAJAPINTAHANKKEEN TOTEUTUKSESTA

Rajapintoihin liittyvissä hankkeissa ovat läsnä kaikki ne elementit, jotka liittyvät turvallisuuteen liittyvien järjestelmien toteutukseen. Vaikka rajapinnan toteutus on muuhun hankkeeseen verrattuna kenties vaatimaton, on rajapinnan toteutukselle voimassa kaikki turvallisuuteen liittyvän järjestelmän toteutukseen kohdistuvat vaatimukset, jotka liittyvät kyseessä olevan järjestelmän toteutukseen. Keskeisiä vaatimuksia on käsitelty mm. standardeissa EN50129, EN50128 ja EN61508.

### 2.1 Perusvaatimukset (Basic Requirements)

Turvalaitejärjestelmiä on rakennettu ja rakennetaan tulevaisuudessakin osina, jotka liittyvät toisiinsa kussakin tapauksessa tarkoituksenmukaisimmalla tavalla.

Rajapintojen tarkoituksena on turvalaitejärjestelmien teknisten ratkaisujen avulla taata junan turvallinen liikkuminen rajakohtaan yli. Liikkuvan junan kannalta rajapintaa ei kuitenkaan ole. Junaliikkeen pysäyttävät elementit ovat aina selvästi jommankumman rajapinnassa olevan turvalaitejärjestelmän alueella.

Rajapinnan tehtävänä on toteuttaa turvalaitejärjestelmien kättely lähettävän ja vastaanottavan järjestelmän välillä. Lähettävä järjestelmä toimittaa omilla opasteillaan junan vastaanottavan järjestelmän alueelle. Lähettävä järjestelmä on näin riippuvainen vastaanottavan järjestelmän antamista rajapintatiedoista lähtökulkutien muodostumisessa. Lähettävä järjestelmä on näin alisteinen (slave) vastaanottavaan järjestelmään nähden (master).

Ratahallintokeskus ja Rautatievirasto ovat julkaisseet perusvaatimukset, joita on noudatettava myös rajapintahankkeiden toteutuksessa.

## 2.2 Analyysivaihe (Analysis Phase)

Lähtevä järjestelmä tarvitsee kulkutien muodostumiseen liittyvää informaatiota rajakohdan takaisesta järjestelmästä:

- aiottu kulkutie on mahdollinen (perusehdot)
- asetettu kulkutie on aiheuttanut tarvittavat lukitukset (lukitusehdot)
- kulkutien asettumisen jälkeen kulkutien käyttämiseen liittyvät ehdot ovat voimassa (valvontaehdot)

Vastaanottavan järjestelmän kannalta tarvitaan:

- kahteen suuntaan liikennöitävällä raiteella peruslukitus, joka määrittelee käytettävän elementin liikennesuunnan
- herätemekanismit, joiden perusteella rajapinta-alueen elementit varataan havaittua tai aiottua junaliikettä varten
- lukitusmekanismi, jolla elementti pidetään varattuna junaliikkeen ajan
- valvontamekanismit, jotka hälyttävät ja estävät junaliikkeet järjestelmän havaitsemien toiminnallisten poikkeamien tapauksessa.

## 2.3 Toteutus (Realization Phase)

Rajapinta-alueella yhteen liitettäväksi tarkoitetuista järjestelmistä voidaan tunnistaa rajapinnan turvallisen toiminnan kannalta oleelliset elementit.

Näitä ovat:

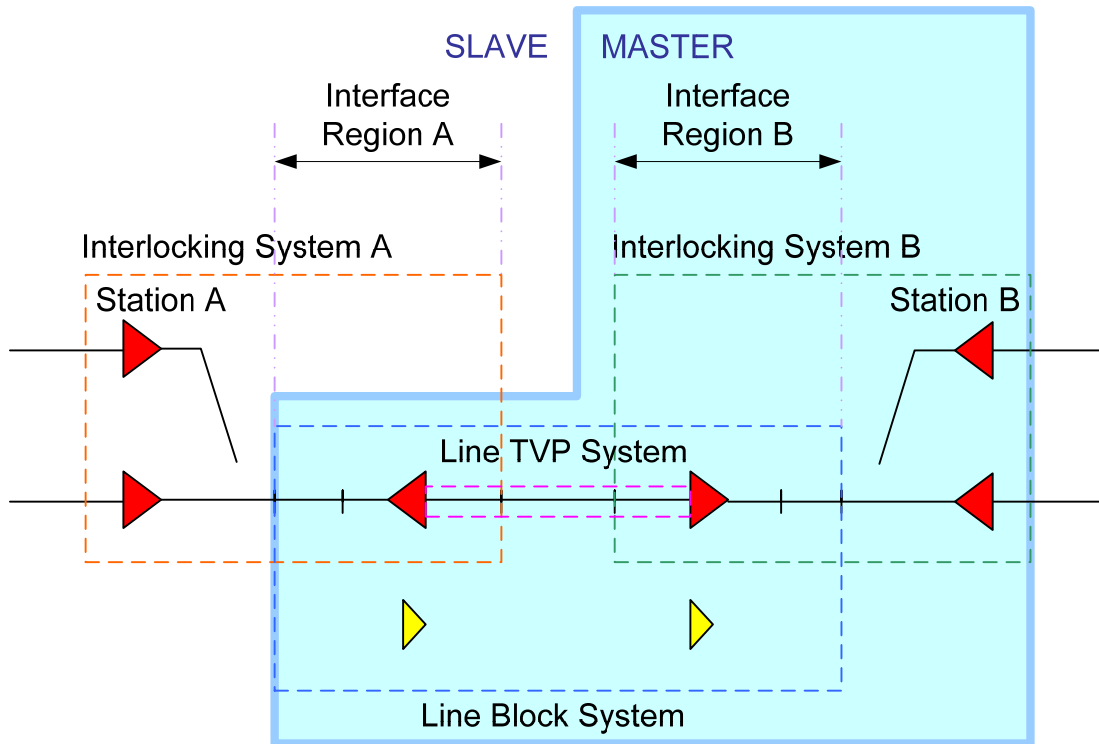
- rajapinta-alueen rajaavat opastimet ja mahdollinen ohiajovara
- rajapinta-alueeseen kuuluvat raideosuudet

Rajapintaan liittyvät turvalaitejärjestelmät ovat:

- rajapinnan eri puolilla olevat asetinlaitejärjestelmät (Interlocking Systems)
- rajatun rajapintaraiteen vapaanaolon valvontajärjestelmä (Line TVP System)
- rajapinnan turvatoimintoja (suojastus) toteuttava järjestelmä (Line Block System)

Käytännön toteutuksissa on ollut tavallista, että rajapinnan toiminnat on liitetty toisen asetinlaitejärjestelmän toiminnallisuuteen.

Oheisessa kuvassa on mallinnettu rajapintajärjestelmän rakennetta. Kyseessä on kahden samankaltaisen asetinlaitejärjestelmän rajapinta, jossa rajapinta on toteutettu osana toisen toimittajan järjestelmää.



The Interdependencies of Interlocking System interface

© Safety Advisor 2008

*Kuva 1. Mallinnus asetinlaitteiden rajapintojen määrittelyssä*

Mallinnuksesta voidaan löytää helposti eri järjestelmäkokonaisuuksien tuottamat ja tarvitsemat tiedot turvallisen liikennöinnin toteuttamiseksi.

Asetinlaitteilta (Interlocking System) linjalle lähtevät kulkutiet tarvitsevat kulkutie-ehdojen asettamiseen ja valvontaan tietoja:

- Linjan vapaanaoloa valvovalta järjestelmältä (Line TVP System)
- Linjan turvallisuusehtoja valvovalta järjestelmältä (Line Block System)

Linjan turvallisuusehtoja valvova suojastusjärjestelmä (Line Block System) liittyy rajapinnoillaan kumpaankin asetinlaitejärjestelmään sekä linjan vapaanaoloa valvovaan järjestelmään rajapintasignaalein.

## 2.4 Käyttö (Operation Phase)

Käyttöön otetun järjestelmän turvallisuuteen liittyvät muutokset vaativat aina suunnittelu- ja käyttöönottoprosessin toteuttamista niin, että turvallisuuden liittyvät vaatimukset toteutetaan ja tarkastetaan dokumentoidusti ja valvotusti.

Suojastusvaatimukset

Suurin osa asetinlaitejärjestelmien välisistä liitynnöistä on toteutettu liityntänä suojastusjärjestelmään.

Suojastusta on käsitelty Ratahallintokeskuksen julkaisemissa vaatimusdokumenteissa:

- RATO 6 2007\_09
- 04\_v1.1 FR2 FIN Riippuvuusjärjestelmä
- 05\_v1.1 FR3 FIN Ulkolaitteet ja liitynnät
- 03\_v1.1 FR1 FIN Liite 2 Ilmaisukuvat
- 06\_v1.1 FR 3 FIN Liite 3
- 02\_v1.1 FR1 FIN Liite 1 Asetinlaitteen komennot.

## 2.5 Suojastuksen määritelmä RATO6\_2007\_09 mukaan

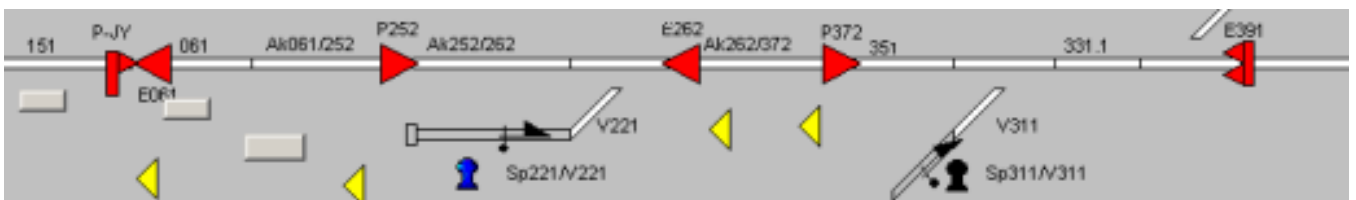
**Suojastus** on toimintojen muodostama kokonaisuus, jolla varmistetaan asetinlaitteen kulkutie-ehtoja vastaavat suojastusehdot linjalla. Suojastus voidaan toteuttaa erillisellä linjan suojastusjärjestelmällä tai suojastusjärjestelmää vastaava toiminta voidaan toteuttaa asetinlaitteen ohjaamien opastimien kulkutie-ehtoissa.

**Suojastusjärjestelmä** on asetinlaitteista erillinen järjestelmä, joka ohjaa yksiköiden peräkkäin kulkua. Järjestelmässä ei ole asetinlaitejärjestelmissä käytettyjä kulkutie-ehtoja vaan järjestelmä perustuu suojastusehtoihin, joilla estetään yksiköiden joutuminen samalle suojavälille. Ehdot rinnastetaan soveltuvin osin kulkutie-ehtoihin.

**Suojaväli** on junakulkutien alku- ja päätepisteen väli suojastetulla radalla. Suojaväliin voi kuulua useita raideosuuksia.

**Suojastuksen alkuopastin** on suojastusopastin, joka sijaitsee asetinlaitteen ja suojastusjärjestelmällä varustetun linjan rajapinnassa ja jonka takana on linjan ensimmäinen suojaväli. Suojastuksen alkuopastin ei voi olla kulkutien päättävä opastin.

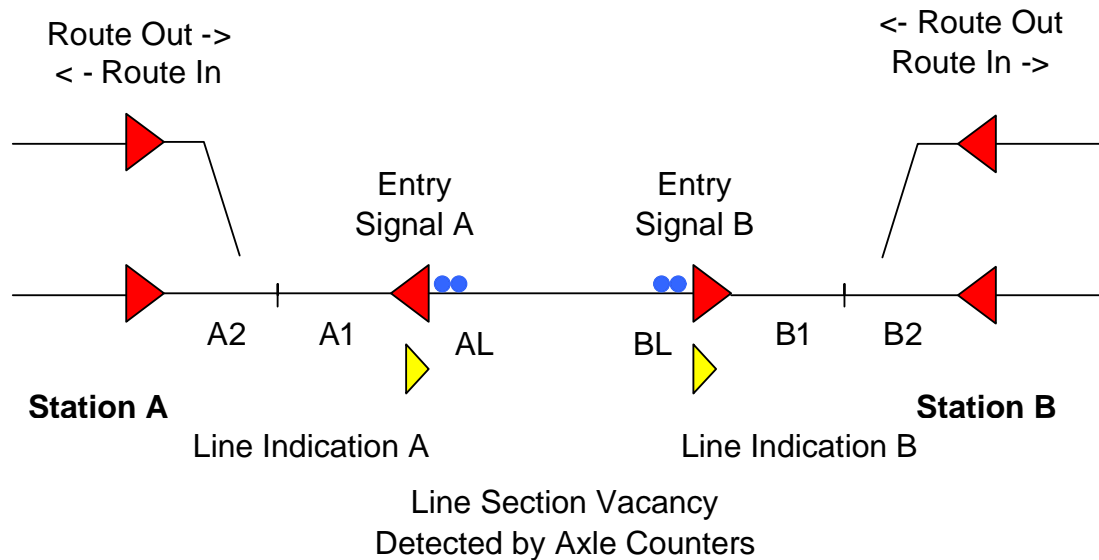
Kuvassa on suojastus eräällä rataosalla. Linjalla on kaksi peräkkäistä suojaväliä, joiden välissä on linjavaihde.



Kuva 2. Suojastus

### 3 GENEERISET SUOJASTUSVAATIMUKSET

Näissä vaatimuksissa on pyritty pelkistämään rajapintana toimivan liikennepaikkojen välisuojustuksen keskeisimmät ominaisuudet. Mukana on myös suojavälin valvontaan liittyviä turvallisuuslaajennuksia, jota ei nykyisin käytössä olevissa suojastuksissa ole.



Kuva 3. Geneeriseen suojastusjärjestelmään liittyviä elementtejä

#### 3.1 Määritelmiä

Suojastuksella on aina yksikäsitteisesti **määritelty suunta** kummankin suojastusjärjestelmään liittyvän asetinlaitteen näkökulmasta. Järjestelmän käynnistyessä suunta asetetaan hallinnollisella komennolla (LHP).

##### 3.1.1 Suunnan kääntyminen

Suunnan kääntyminen on mahdollista jos:

- linja ei ole vikatilassa
- linjaosuus on vapaa
- ulkoisia lukituspyyntöjä ei ole voimassa
- mahdollisesti projektoitu ohiajovara on vapaa
- suuntaa ei ole lukittu
- Suunnan kääntyminen perustuu käyttäjäkomentoon tai asetettuun lähtökulku tiehen.

##### 3.1.2 Opastimen valvonta

Opastimen valvonta ei salli lähettävälle järjestelmälle ajon sallivaa opastetta, jollei maalina olevan opastimen opaste ole valvottu. Opastimen vikaantumisesta ilmaistaan varoitus. Suunnan kääntäminen on mahdollista.

### **3.1.3 Linjavaihteen valvonta**

Linjavaihteen valvontatoiminto vapauttaa linjalukituksen linjaosuuden vapautuessa ja valvontasignaalin palautuessa perustilaan.

### **3.1.4 Linjan vapautumisen valvonta**

Linjan vapautumisen valvonta valvoo, että yksikkö ohittaa linjalta poistuessaan AJA opastetta näyttävän opastimen ennen linjan vapautumista. Muussa tapauksessa vapautumisesta seuraa linjan vikatila.

### **3.1.5 Vastakkaisen junaliikkeen valvonta**

Vastakkaisen junaliikkeen valvonta aiheuttaa linjan vikatilaa ja erillisen ilmaisun, jota voidaan käyttää CTC järjestelmän kautta lähettämään linjalla liikkuville junille ja liikenteenohjaajalle ”HÄTÄPUNAINEN” opaste. Uusi toiminto linjasuojastuksessa.

### **3.1.6 Samansuuntaisen junaliikkeen valvonta**

Samansuuntaisen junaliikkeen valvonta havaitsee linjalle menneen junan jälkeen junaliikkeen. Havainto aiheuttaa varoituksen.

### **3.1.7 Ajonestovalvonta**

Ajonestolla varustetulle raiteelle tapahtuva junaliike aiheuttaa varoituksen, kun kulkutietä ei ole asetettu.

### **3.1.8 Ohiajovaran valvonta**

Ohiajovaran valvonta on projektoitava ominaisuus, jolla tulo-opastimen jälkeinen osuus valvotaan linjan ehdoissa. Linja tulkitaan vapaaksi vasta kun ohiajovarakin on vapautunut.

### **3.1.9 Suunnan lukitus**

Suunnan lukitus estää suunnan kääntymisen käyttäjäkomennolla tai kulkutieherätteellä.

### **3.1.10 Yhteyden valvonta**

Yhteyden valvonta valvoo linjan päissä olevien osajärjestelmien toimintaa staattisella ja dynaamisella valvontasignaalilla. Yhteyden katkeamisesta aiheutuu linjan häiriötila.

### **3.1.11 Suojastusehtojen ohitus**

Suojastusehtojen ohitus on mahdollista tehdä erikseen kummassakin päässä linjaa. Vastapäässä kulkutien asettaminen ei ole mahdollista. Ohituksen palautuksen yhteydessä linja menee vikatilaan.

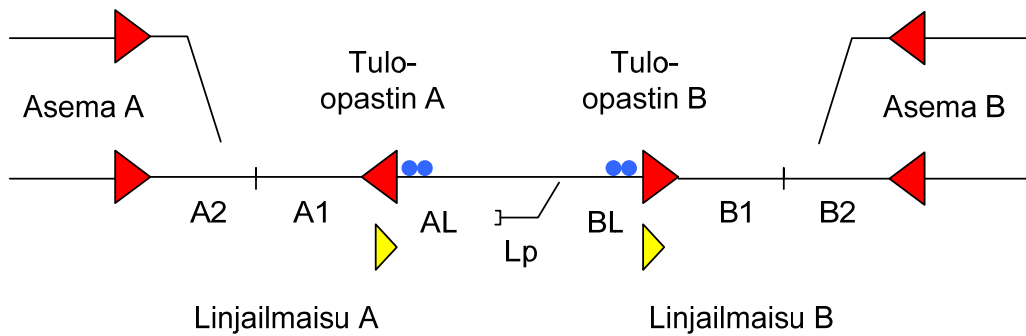
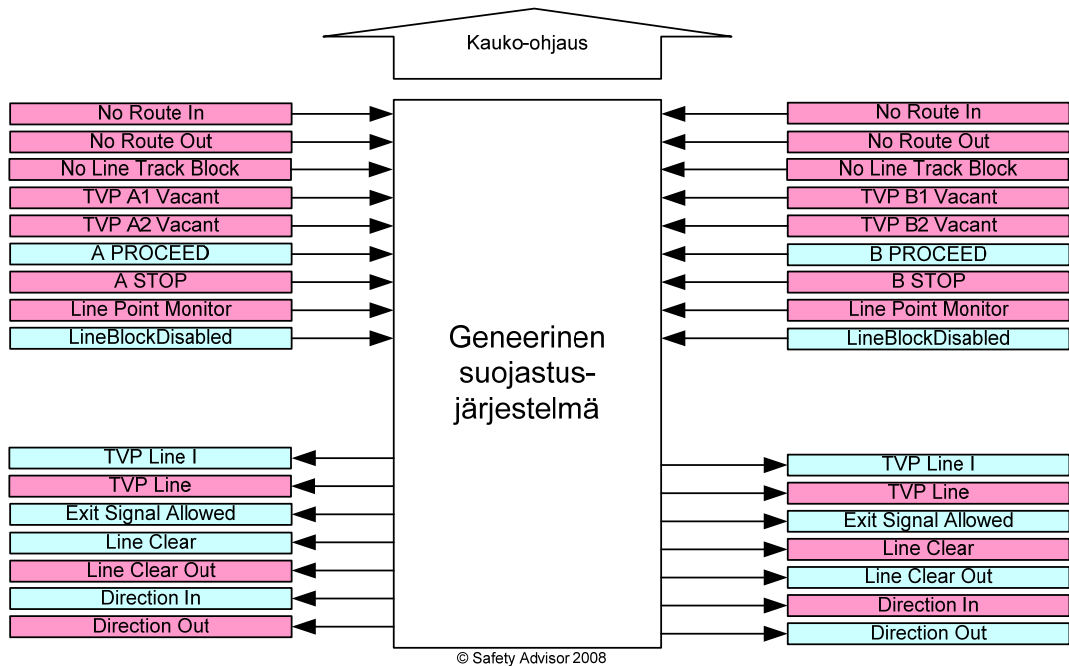


Rajapintasiignaali	Perustila	Suunta	Lähde	Huomautukset
No Route In	1	lähtö	Asetinlaite	Kulkutietä asetinlaitteelta liikennepaikalle ei ole asetettu .
No Route Out	1	lähtö	Asetinlaite	Kulkutietä asetinlaitteelta linjalle ei ole asetettu .
No Line Track Block	1	lähtö	Asetinlaite	Linjalle ei ole asetettu ajonestoa.
TVP 1	1	lähtö	Asetinlaite	Tulo-opastimen jälkeisen raideosuuden vapaanaolon valvonta.
TVP 2	1	lähtö	Asetinlaite	Tulo-opastimen jälkeisen toisen raideosuuden vapaanaolon valvonta.
PROCEED	0	lähtö	Asetinlaite	Tulo-opastimen "AJA" opasteen valvonta.
STOP	1	lähtö	Asetinlaite	Tulo-opastimen "SEIS" opasteen valvonta.
Line Point Monitor <sup>1</sup>	1	lähtö	Asetinlaite	Linjavaihteen valvonta.
Line Block Disabled	0	lähtö	Parametri	Rajapinnan pakko-ohjaus "RAJAPINNAN OHITUS" tilaan.
TVP Line	1	tulo/lähtö	Suojastus/ Asetinlaite	Linjaosuuden vapaanaolon valvonta. Signaalin suunta riippuu toteutuksesta.
Exit Signal Allowed	0	tulo	Suojastus	Lähtökulkutien "AJA" opaste sallittu linjan suojastusehtojen kannalta, kun lähtökulkutie linjalle on asetettu.
Line Clear	0	tulo	Suojastus	Linja vapaa . Linjan suunta on käännettävissä (vastainen suunta).
Line Clear Out	1	tulo	Suojastus	Linja vapaa. Kulkutien asettaminen on mahdollista (suunta myötäinen.)
Direction In	0	tulo	Suojastus	Suunta vastainen.
Direction Out	1	tulo	Suojastus	Suunta myötäinen.

<sup>1</sup> | Voi myös olla integroituna suojastusjärjestelmään , jolloin linjavaihte ei signaali näy asetinlaitteelle.

*Kuva 4. Geneerisen rajapinnan signaalit asetinlaitteen kannalta*

- |   |   |  |
|---|---|--|
| <p><b>Komennot:</b><br/>                 Suunnan kääntö (SSK)<br/>                 Suunnan lukitus (SEST)<br/>                 Linjakulkutien esto (LEST)<br/>                 Linjakulkutien eston poisto (LEPO)<br/>                 Suunnan lukituksen vapautus (SVAP)<br/>                 Linjanhäiriön hätävarainen purku (LHP)</p> | <p><b>Hälytys:</b><br/>                 Vaarallinen junaliike havaittu!</p> <p><b>Ilmaisut:</b><br/>                 Linjan vapaanaolo<br/>                 Linjan suunta/tila<br/>                 Linjan lukitus<br/>                 Linjakulkutien esto</p> | <p><b>Vikailmaisut:</b><br/>                 (LHP -tarve)<br/>                 Punaisen ohitus, A<br/>                 Punaisen ohitus, B<br/>                 Linjan (yllättävä) vapautuminen<br/>                 Tietoliikennekatko<br/>                 Ei suuntaa</p> <p><b>Varoitukset:</b><br/>                 Ohiajaovara varattu<br/>                 Toinen yksikkö perään<br/>                 Maaliopastimen valvonta menetetty<br/>                 Kulkutien esto</p> |
|---|---|--|



Kuva 5. Geneerisen suojustusjärjestelmän malli

Kuvassa yllä nähdään kahden asetinlaitteen väliset rajapintasignaalit, masterina toimivan akselinlaskennalla varustetun suojustusjärjestelmän näkökulmasta.

Järjestelmässä on rajapinta kumpaankin liittyvään asetinlaitteeseen.

## 4 RISKIANALYYSI

Taulukko 1. Geneerisen suojastusjärjestelmän riskianalyysii

Case	Tunnistettu vaara	Riskin arviointi	Riskien hallintakeinot
RP1R.1	Junan ajautuminen vastapään liikennepaikalle ohi viallisen opastimen	1) junien törmäys, 2) henkilövahinkoja, 3) aineellisia vahinkoja, 4) myöhästymisiä	Opastimen oikean toiminnan valvonta on toteutettu lepovirtaperiaatteella rajapinnan yli. Junan ollessa linjalla vikaantunut opastin aiheuttaa varoitusilmaisun, joka voidaan viestittää linjalle liikkuvalla yksikölle.
RP1R.2	Rajapintaraiteen varautuminen/vapautuminen (esim. ak-vika)	- " -	Häiriö huomataan ja suojastus lukittuu vikatilaa.
RP1R.3	Rajapintatoiminnon lukittuminen opastinvian seurauksena	Linjan lukituessa liikennöinti kulkutielukituksilla ei ole mahdollista kuin yhteen suuntaan. Toiseen suuntaan liikennöitäisiin ilman lukituksia.	Suojastus on toteutettu siten, että linjan suunnan kääntyminen on mahdollista opastimen tilasta riippumatta. Näin linjan perusehdot mahdollistavat kulkutien lukitusten muodostumisen kumpaankin suuntaan. Lähtöopasteen asettaminen riippuu käytössä olevasta asetinlaitteen vastakkaisen opasteen valvontakäytännöstä.
RP1R.4	Junien samanaikainen siirtyminen rajapintaraiteelle	- " -	Rajapinnan toteutus perustuu suojastuksen rakenteisiin. Junan siirtyminen rajapintaraiteelle kulkutiellä edellyttää aina suunnan asettamista ja rajapinnan elementtien valvottua tilaa kulkutie-ehdoissa.
RP1R.5	Juna siirtyy rajapintaraiteelle ohi punaisen opastimen ja varaa raiteen.	- " -	Junan siirtyessä rajapintaraiteelle raide varautuu ja lukittuu junaliikkeen seurauksena.
RP1R.6	Junan siirtyminen linjalta pois ohi SEIS opasteen.	- " -	Häiriö huomataan ja suojastus lukittuu vikatilaa.
RP1R.7	Junan siirtyminen linjavaihteelta linjalle paikallisluvalla tai linjavaihteen valvonnan menettämisen kautta (luvaton linjalle tulo)	- " -	Linja varautuu ja lukittuu asetettuun suuntaan samoin ehdoin, kuin juna olisi tullut vastapään liikennepaikalta linjalle.
RP1R.8	Juna siirtyy normaalisti rajapintaraiteelle. Samanaikaisesti vastakkaisesta suunnasta toinen juna saapuu rajapintaraiteelle ajaen punaisten opasteiden ohi.	- " -	Järjestelmä generoi havaitusta tilanteesta hälytyksen, joka voidaan viestittää linjalla liikkuville yksiköille.
RP1R.9	Juna siirtyy normaalisti rajapintaraiteelle. Samasta suunnasta tulee toinen yksikkö punaisia päin myös linjalle perään.	- " -	Järjestelmä generoi havaitusta tilanteesta varoituksen, joka voidaan viestittää linjalla liikkuville yksiköille.
RP1R.10	Rajapintasiisignaalien välitysjärjestelmän vikaantuminen	- " -	Lepovirtaperiaatteen käyttö valvontasiisignaalissa ja turvallisuuteen liittyvän toiminnan sallimisessa. Tietoliikenteen valvonta.
RP1R.11	Liikennöinti rajapinnassa liityntäsignaalien tai tietoliikennejärjestelmän vikatilanteessa	- " -	Simulointitoiminto, jolla suojastusjärjestelmä asetetaan simuloimaan rajapinnan toimintaa. Erikoistoimenpiteitä vaativa liikennöintikäytäntö rajoitetaan tällöin vain rajapintaraiteeseen, jolla noudatetaan suoritussovimuskäytäntöä.
RP1R.10	Huoltotyö rajapintaraiteella	Henkilövahinkoja	Ajonestotoiminto rajapintaraiteilla. Kulkutiet eivät ole mahdollisia, jos raiteella on ajonesto. Jos havaitaan junaliike linjalle ilman kulkutietä ajonestotoiminnon ollessa voimassa, generoidaan siitä varoitus, joka voidaan viestittää linjalla työskenteleville/liikkuville yksiköille.

## 5 SUOJASTUKSEN RAKENTEISTA

Asetinlaitejärjestelmien välisessä rajapinnassa asetinlaitteen ja suojastusjärjestelmän välillä on tavalla tai toisella toteutettu signaalien vaihto.

Edellä kuvatun kaltaista geneeristä suojastusjärjestelmää soveltamalla suojastus voidaan tarvittaessa irrottaa myös erilliseksi kahden asetinlaitteen väliin tulevaksi rajapinnan turvallisuustoiminnoista vastaavaksi järjestelmäksi.

Monissa viimeaikaisissa toteutuksissa suojastus on rakennettu aina kiinteäksi osaksi toista asetinlaitejärjestelmää.

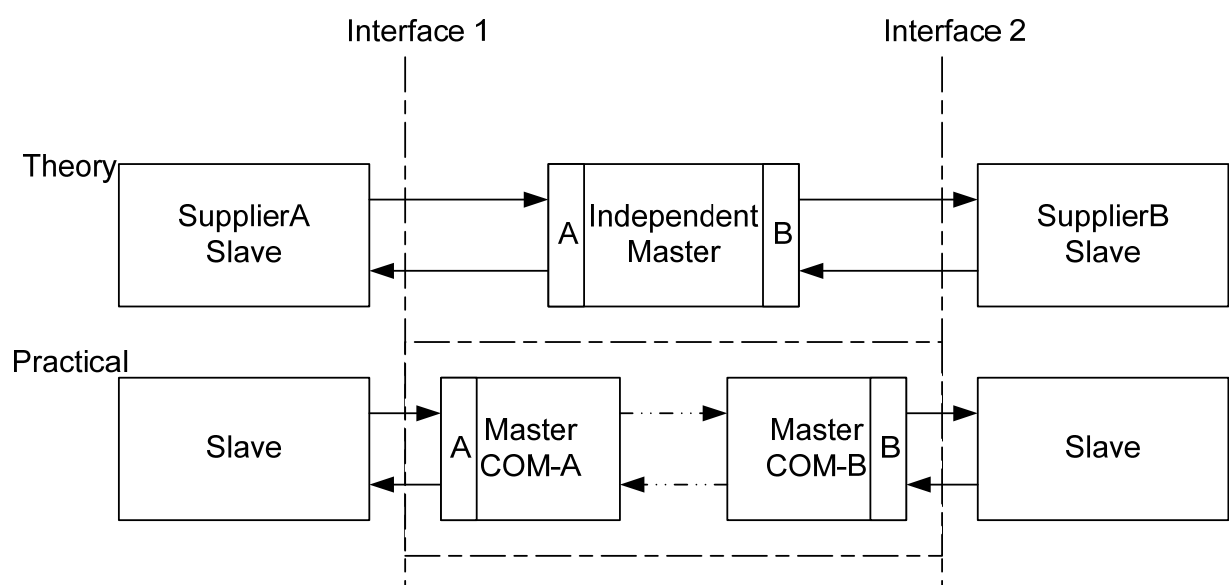
### 5.1 Erillinen suojastusjärjestelmä

Kahden asetinlaitteen välinen rajapinta voidaan toteuttaa erillisenä projektina siten, että molemmat asetinlaitejärjestelmät sovitetaan tässä selvityksessä esiteltyyn geneeriseen suojastusjärjestelmään.

Toteuttamalla sovitukset erikseen kumpaankin asetinlaitejärjestelmään saadaan optimoitua käytettävissä olevat signaalit ilman että kumpaankaan järjestelmään tehdään mittavia muutoksia.

Mahdollisen ”kolmannen osapuolen” vetämä rajapintaprojekti on myös muusta asetinlaitejärjestelmästä erillinen ja voidaan testata offline, hyvissä ajoin ennen varsinaisen asetinlaitejärjestelmän käyttöönottoa.

Oleellista on, että riittävän ajoissa projektissa selvitetään ja mallinnetaan rajapintojen toiminnallisuus kummankin liittyvän järjestelmän näkökulmasta.

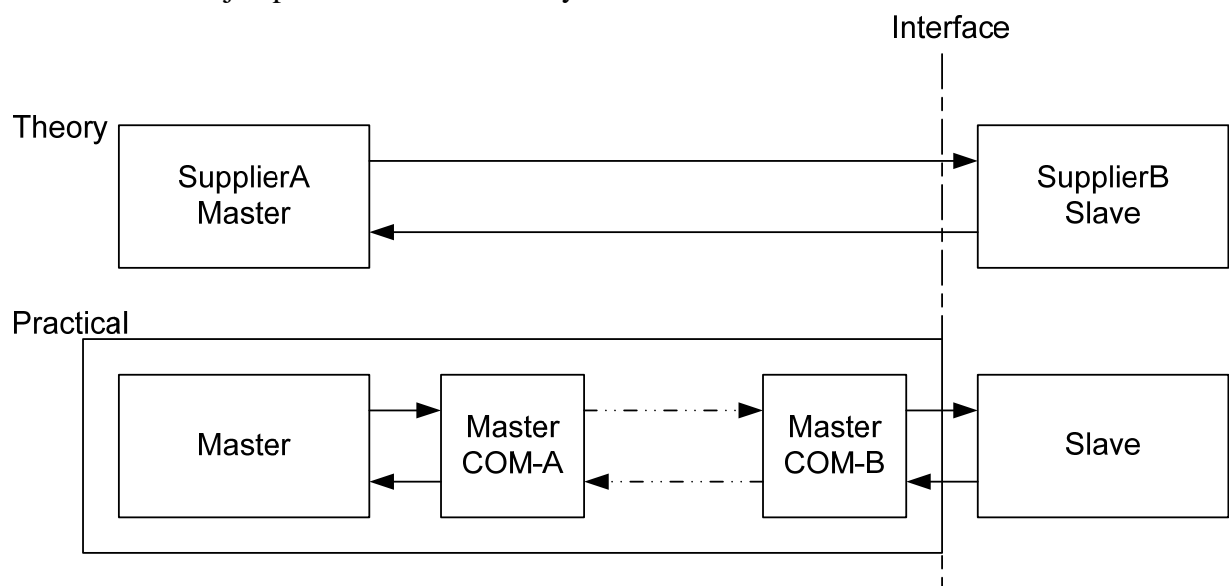


Kuva 6. Itsenäinen suojastusjärjestelmä liittyy asetinlaitteisiin

Yläosassa on kuvattu järjestelmän teoreettinen malli, jossa ”Independent Master” liittyy kahteen asetinlaitejärjestelmään signaalirajapinnalla. Kuvan alaosassa on kuvattu järjestelmän käytännöllinen toteutusmalli, jossa ”Master” jakaantuu käytännössä kahteen osaan, jotka yhdistetään tietoliikenneväylän kautta toisiinsa.

## 5.2 Rajapinta osana toisen toimittajan järjestelmää

Tyypillinen toimintamalli viime aikoina on ollut, että suojaus sisältyy toisen toimittajan toimitukseen. Tällöin rajapinnan toimintaan liittyvät signaalit ja toiminnot ovat masterina toimivan asetinlaitteen hallussa. Käytännön ongelmana on monesti ollut master/slave signaaleiden ja tilojen puutteellinen määrittely.



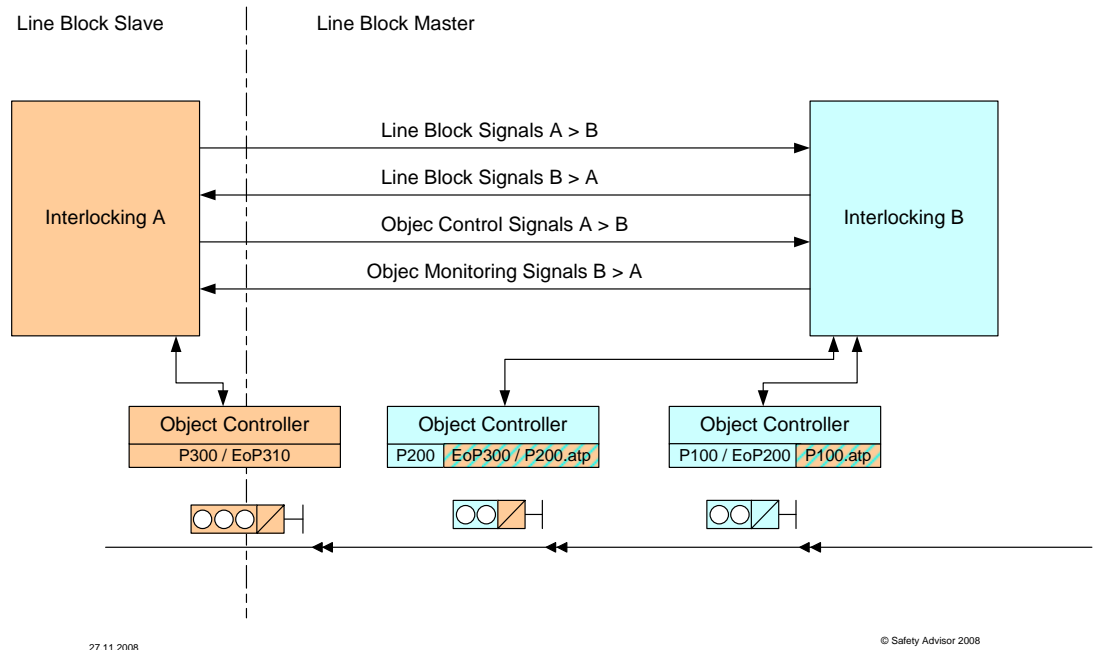
Kuva 7. Suojastusjärjestelmä on osa toista asetinlaitejärjestelmää

Kuvan alaosassa on kuvattu käytännöllistä toteutusta, jossa toisen asetinlaitteen ala-asema viedään käytännössä samaan laitetilaan Slave-asemassa toimivan asetinlaitteen kanssa. Masterina toimivan asetinlaitteen ja ala-aseman välillä on tietoliikenneyhteys.

## 5.3 Muut rajapinnan signaalit

Asetinlaitejärjestelmien rajapinta voi joissakin tapauksissa olla rakenteeltaan sellainen, että toisen järjestelmän ohjaamia keskeisiä elementtejä sijoitetaan toisen järjestelmän alueelle. Alla olevassa kuvassa suojastetulta linjalta vastaanottavan asetinlaitteen A esiopastimen ja sen fiktiivisten opasteiden (ATP aspects) ohjaamiseen liittyvät signaalit ovat teknisten syiden vuoksi rajapinnassa B järjestelmän alueella.

Tässä tilanteessa B-järjestelmän asetinlaitteen alueella olevia elementtejä ohjataan A-järjestelmän signaaleilla.



Kuva 8. Elementtien ohjaaminen rajapinnan yli

Kuvan esimerkissä on väreillä ilmaistu eri asetinlaitteiden elementtien ohjaamista (Object Controller). Vinoviivoitetut alueet tarkoittavat, että opasteiden muodostamiseen tarvitaan signaaleja sekä A että B asetinlaitteilta. Opastimen P300 kohdalla olevien fiktiivisten opasteiden ohjaus muodostetaan pelkästään A asetinlaitteen signaaleista.

Linjalla P200 opastimen kohdalla olevaa esiopastinta ohjataan B asetinlaitteen laitteilla, mutta A asetinlaitteen signaaleilla. Samalla kohdalla olevat fiktiiviset opasteet annetaan asetinlaitteiden A ja B signaaleista muodostetuilla signaaleilla.

Opastimen P100 kohdalla olevaa pää- ja esiopastinta ohjataan suoraan asetinlaitteen B signaaleilla. Fiktiiviset opasteet annetaan asetinlaitteiden A ja B ohjauksista muodostetuilla signaaleilla.

Signaalien käsittelemiseksi on olemassa erilaisia menettelyjä:

- Turvaprotokollat.
- Turvallinen signaalirajapinta.

### 5.3.1 Protokollat

Turvallisuuteen liittyvien signaalien käsittelyssä käytetään turvaprotokollaa kahden järjestelmän välillä. Protokollan toteutuksessa tulee määrittellä ohjattavien järjestelmien turvallinen tila tilanteissa joissa ohjaus on epälooginen, yhteys on poikki tai häiriötilassa.

### 5.3.2 Turvallinen signaalirajapinta

Potentiaalivapaat, takaisinkytketyt ambivalenttisia signaalit rajapinnassa takaavat tiedon välitykseen turvallisuuden.

Ambivalentti signaali välittää binäärisignaalin arvon kahden vastakkaisen tilatiedon avulla. Signaali tulkitaan oikeaksi vain kun molemmat signaalit ovat erisuuria. Alla taulukossa esitetään signaalien tilat.

Signaali 1	Signaali 2	Tulkinta
EI	EI	VIKA
ON	EI	ON
EI	ON	EI
ON	ON	VIKA

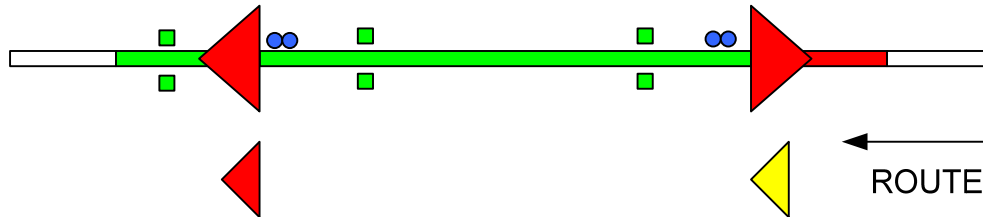
Elementtien tilaa ohjaava järjestelmä (yllä kuvassa A) valvoo elementtien toimintaa vastaanottavan järjestelmän (kuvassa B) lähettämällä ambivalenteilla valvontasignaaleilla.

## 6 ILMAISUMALLINNUS

Geneerisen suojastusjärjestelmän toimintaa ja ilmaisuja on mallinnettu liitteen yksinkertaisissa ”animaatioissa”.

Toiminnallisuuden kuvaus on myös hyödyllinen, kun testataan suojausten toteutusta.

- [Ilmaisut](#)



Kuva 9. Geneerisen suojastusjärjestelmän ilmaisut

Animaatioiden avulla voidaan yksikäsitteisesti kuvata suojausosuuden ilmaisujen avulla suojausten haluttu toiminnallisuus. Dokumenttiin on kerätty eri tilanteet ja niiden vaikutus ja vaste järjestelmän toiminnassa.

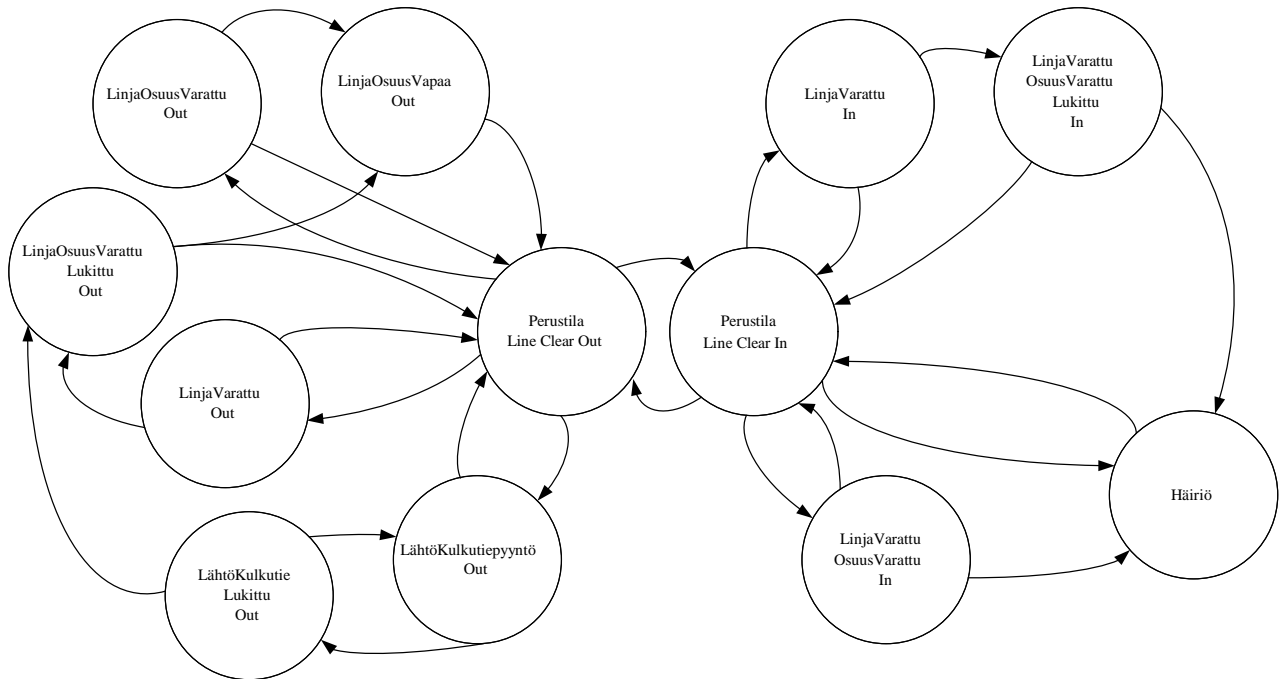
## 7 TILAKONEMALLINNUS TYÖVÄLINEENÄ

Tilakoneiden avulla voidaan monimutkainenkin rajapinnan toiminnallisuus pilkkoa yksikäsitteiseksi tiloiksi ja tilasiirtymät aiheuttaviksi tapahtumiksi.

Alla on kuva tilakonemallista, jossa kuvataan suojausten tiloja toisen rajapinnan kannalta. Suojastus voi olla perustilassa joko asettuneena linjalle tai linjalta sisään.

Tilasiirtymät tapahtuvat aina ulkoisten syiden vaikutuksesta. Perustila muuttuu toiseen suuntaan esimerkiksi käyttäjän antamalla käänntökomennolla. Linja varautuu esimerkiksi asetinlaitteen linjalle asetetun kulkutien seurauksena.





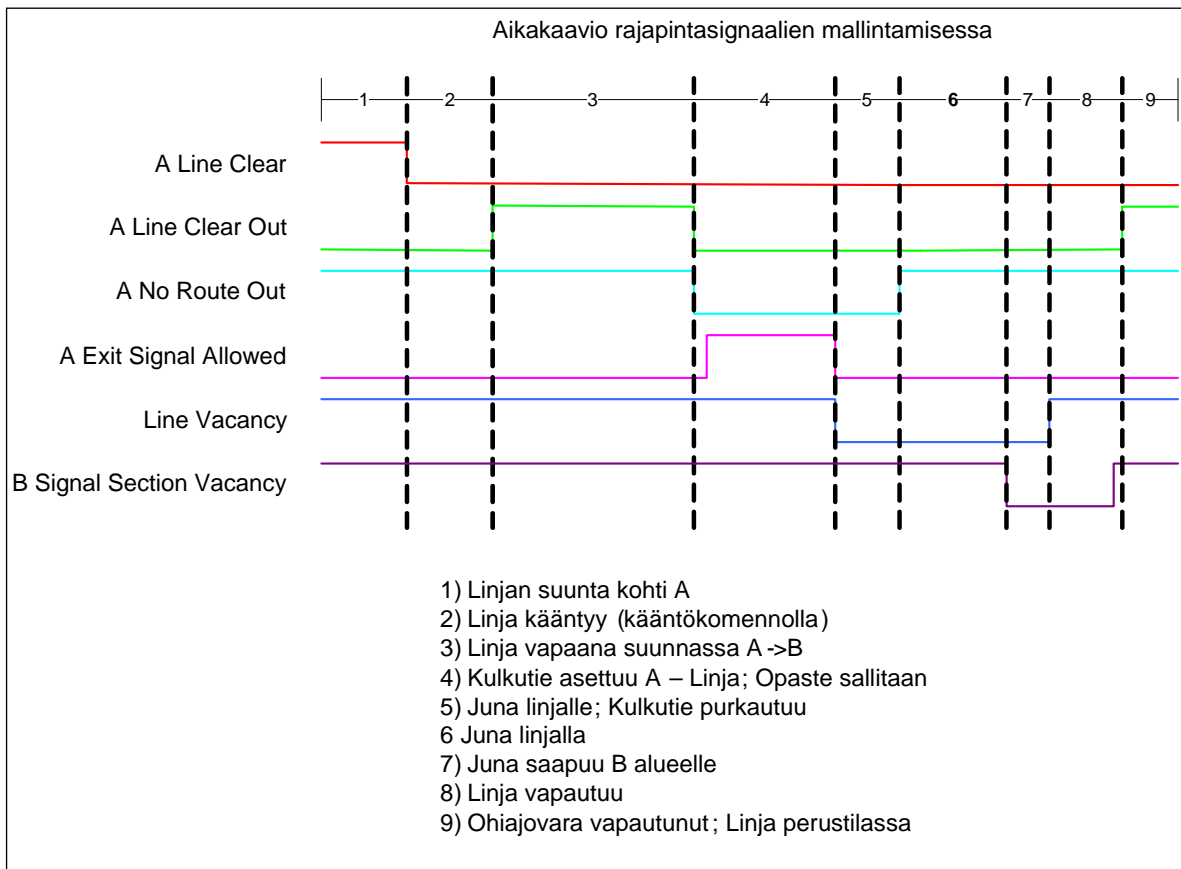
*Kuva 10. Tilakone rajapinnan mallintamisessa*

Piirtämällä tilakone siten, että Perustilan oikealla puolella on linjan eteläpää ja toisella puolella linjan pohjoispää, voidaan samanaikaisesti tarkastella tilojen ”dualistista” toimintaa kummassakin rajapinnassa.

Toteuttamalla tilakonemallit animaatioina voidaan tarkastella tilakoneiden tilasiirtymiä yhden rajapinnan tai molempien rajapintojen näkökulmasta.

Jatkamalla tilakoneen piirtämistä voidaan mallintaa täydellisesti rajapinnan kaikki toiminnot. Täydellisessä määritellyssä tilakoneessa (Infinite State Machine) on ratkaistu kaikkien mahdollisten ulkoisten signaalien aiheuttamat tilasiirtymät hallitulla tavalla.

## 8 MALLINNUKSEN MENETELMIÄ – AIKAKAAVIO



Kuva 11. Aikakaavio rajapintasiinaalien mallinnuksessa

Kaaviossa rajapinnan signaalitilat kuvataan ajan funktiona. Yhdessä aika-kaaviossa tulee esittää kaikki ne signaalit, jotka ovat mukana vaikuttamassa tietyn rajapintatoiminnon ehtoihin ja toimintaan.

”Line Clear” -signaali tarkoittaa, että linja on käännettävissä. Linjan kääntymisen aikana tämä signaali sekä ”Line Clear Out” -signaali ovat pois valvonnasta (TRUE-tila), koska linja ei ole vakaasti missään suunnassa.

Vastaavasti kulkutien muodostumisen yhteydessä ”Line Clear Out” -signaali ilmoittaa liittyvälle asetinlaitteelle, että kulkutie voidaan asettaa (perusehtojen asetus). Kun kulkutie asettuu (yllä kuvassa 3 ja 4 alueiden väli), menettää signaali valvotun tilansa. Sen tilalle tulee ”Exit Signal Allowed” -signaali, joka valvoo lukitusehtojen ja opastinehtojen toteutumista linjan osalta asetetulle kulkutielle.

Suunnittelumenetelmänä rajapintojen aikakaaviotarkastelu paljastaa mahdollisia lukkotilanteita, joita järjestelmän tilavaihtojen yhteydessä voi syntyä.

Vianhaku- ja ongelmanratkaisumenetelmänä signaalien ajoituskaavioiden toteuttaminen mittaamalla toiminnallisista järjestelmistä monikanava-analysointorilla on nopea ja paljastava.