

# **Geneerisen testijärjestelmän implementointi Itävaltaan vähäliikenteisten rataosien testaukseen**

Niko Haapa-aho

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2016  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Insinööri (AMK), automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

|  |                                     |                                    |
|--|-------------------------------------|------------------------------------|
| Tekijä(t)<br>Haapa-aho, Niko   | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö, AMK | Päivämäärä<br>Marraskuu 2016       |
|  | Sivumäärä<br>73                     | Julkaisun kieli<br>Suomi           |
|  |                                     | Verkkojulkaisulupa<br>myönnetty: x |
| Työn nimi<br><b>Geneerisen testijärjestelmän implementointi Itävaltaan vähäliikenteisten rataosien testaukseen</b>   |                                     |                                    |
| Tutkinto-ohjelma<br>Automaatiotekniikka  |                                     |                                    |
| Työn ohjaaja(t)<br>Vesa-Matti Häkkinen   |                                     |                                    |
| Toimeksiantaja(t)<br>Mipro Oy  |                                     |                                    |
| Tiivistelmä<br><p>Yhtenä opinnäytetyön tavoitteista oli tehdä toimiva testijärjestelmä, jolla voidaan ohjata itävaltalaisia rautatieturvallaitteita. Testijärjestelmä vietiin Itävaltaan testattavaksi paikallisilla turvalaitteilla. Lisäksi haluttiin myös selvittää suomalaisten ja itävaltalaisien turvalaittevaatimusten eroja. Vaatimusten vertailulla saatiin selville, voitaisiinko tehdä rautatiejärjestelmiä Itävaltaan suomalaisten vaatimusten mukaan vai tarvitaanko tehdä muutoksia rautatiejärjestelmään.</p> <p>Työ toteutettiin SILworX -ohjelmointityökalulla. Testijärjestelmä testattiin ensin opastin- ja vaihdesimulaattoria käyttäen ja tämän jälkeen lähetettiin Itävaltaan testattavaksi. Vaatimusten määrän takia vertailu rajattiin vain kulkuteihin liittyviin vaatimuksiin. Itävaltalaiset vaatimukset olivat saksan kielellä ja vaatimusten selvittämiseksi jouduttiin käyttämään ulkopuolista kääntäjää.</p> <p>Tuloksena saatiin kehitettyä testijärjestelmä, jolla pystyttiin ohjaamaan suomalaisia turvalaitteita, mutta testatessa itävaltalaisia turvalaitteita ilmeni muutamia ongelmia. Ongelmien syytä ei ollut mahdollista selvittää opinnäytetyön aikana. Vaatimusten vertailussa saatiin selville, että itävaltalaiset vaatimukset poikkeavat suomalaisista vaatimuksista. Vaatimuksista löytyi paljon samankaltaisuuksia, mutta vaatimusten määrässä syntyi eroja. Tulokseksi saatiin, että suomalaisten vaatimusten mukaan ei voida tehdä rautatiejärjestelmiä Itävaltaan.</p> <p>Testaamalla itävaltalaisia turvalaitteita saadaan tulevaisuuden kannalta tärkeää tietoa turvalaitteiden toimivuudesta. Voidakseen alkaa tekemään rautatiejärjestelmiä Itävaltaan, joudutaan selvittämään tarkasti Itävallan vaatimukset.</p> |                                     |                                    |
| Avainsanat ( <a href="#">asiasanat</a> )   |                                     |                                    |
| Asetinlaite, Rautatie, Rautatieturvallaitteet, SILworX   |                                     |                                    |
| Muut tiedot<br>Liitteenä Itävallan kulkutie vaatimukset, 24 sivua.   |                                     |                                    |

|  |  |  |
|--|--|--|
| Author(s)<br>Haapa-aho, Niko   | Type of publication<br>Bachelor's thesis | Date<br>November 2016<br>Language of publication:<br>Finnish |
|  | Number of pages<br>73                    | Permission for web publication: x                            |
| Title of publication<br><b>Implementation of a generic test system in Austria for testing of low volume railway sections</b>   |  |  |
| Degree programme<br>Automation Engineering   |  |  |
| Supervisor(s)<br>Veli-Matti Häkkinen   |  |  |
| Assigned by<br>Mipro Oy  |  |  |
| Abstract<br><br><p>The purpose of the Bachelor's thesis was to make a functional test system which can control the safety devices in the Austrian railway. The test system was exported to Austria for testing of the local safety devices. Additionally, the goal was to find out the differences between Finnish and Austrian requirements on safety devices. The comparison of the requirements found out if, it is possible to make the railway systems in Austria with Finnish requirements or if changes are needed.</p> <p>The work was carried out by using the SILworX software. The test system was first tested with the use of the signaling and switch simulator and was then sent to Austria for the testing. Because of the scale of the requirements, the comparison was made only by comparing the requirements for the routes. The Austrian requirements were in German and therefore the author had to rely on external translators for the translation requirements.</p> <p>As a result, a test system developed which was able to control the Finnish safety devices, however when testing the Austrian safety devices a few problems emerged. It was not possible to investigate the causes of the problems during the thesis project. Comparing the requirements it was discovered that the Austrian requirements differ from the Finnish requirements. Many similarities were found in the requirements was their amount. As a result, railway systems in Austria cannot be according to the Finnish requirements.</p> <p>The testing of the Austrian safety devices provides important information for the future on the functioning of the safety devices. In order to start making railway systems in Austria, it is necessary to define the Austrian requirements precisely.</p> |  |  |
| Keywords/tags ( <a href="#">subjects</a> )<br><br>Interlocking, Railway, Railway safety devices, SILworX   |  |  |
| Miscellaneous<br><br>Attached Austrian route requirements, 24 pages  |  |  |

## Sisältö

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Johdanto.....  | 6  |
| 2 | Mipro Oy.....  | 7  |
| 3 | Turvallaitteet.....  | 7  |
|   | 3.1 Asetinlaite.....   | 8  |
|   | 3.2 Opastimet ja opasteet Suomessa.....                              | 9  |
|   | 3.2.1 Pääopastin.....  | 10 |
|   | 3.2.2 Esiopastin.....  | 10 |
|   | 3.2.3 Raideopastin.....  | 11 |
|   | 3.2.4 Suojastusopastin.....  | 11 |
|   | 3.2.5 Yhdistelmäopastin.....   | 12 |
|   | 3.3 Opastimet Itävallassa.....                                       | 13 |
|   | 3.3.1 Pääopastin (Hauptsignale).....                                 | 13 |
|   | 3.3.2 Esiopastin (Vorsignale).....                                   | 14 |
|   | 3.3.3 Poikkeus- ja Varoitusopaste (Ersatz- und Vorsichtssignal)..... | 15 |
|   | 3.3.4 Suojaopastin (Schutzsignale).....                              | 15 |
|   | 3.3.5 Vaihtotyö-opaste (Verschubsignale).....                        | 16 |
|   | 3.3.6 Suojastusopastin.....  | 17 |
|   | 3.4 Vaihde.....  | 17 |
|   | 3.5 Raiteiden vapaanaolon valvonta.....                              | 18 |
|   | 3.6 Varmistuslukko ja avainsalpalaitte.....                          | 20 |
|   | 3.7 Indusi.....  | 21 |
| 4 | Kulhutiet.....   | 22 |
|   | 4.1 Kulkutie.....  | 22 |
|   | 4.2 Vaihtokulhutie.....  | 23 |
|   | 4.3 Kulhutien varmistamisen eri vaiheet ja ehdot.....                | 23 |
|   | 4.4 Sivusuoja.....   | 24 |

|   |  |    |
|---|--|----|
|   |  | 2  |
|   | 4.5 Ohiajovara .....   | 24 |
| 5 | TSC-testijärjestelmän toteutus [poistettu] .....                         | 24 |
|   | 5.1 Testijärjestelmän rakenne [poistettu].....                           | 24 |
|   | 5.2 SILworX .....  | 24 |
|   | 5.3 Ohjelman tekeminen [poistettu].....                                  | 27 |
|   | 5.3.1 Yhteyden luominen logiikkaan [poistettu] .....                     | 27 |
|   | 5.4 Ohjelman esitestaus [poistettu].....                                 | 27 |
|   | 5.5 Järjestelmäkaapin testaus [poistettu].....                           | 27 |
| 6 | Itävallan vaatimukset .....  | 27 |
| 7 | Tulokset .....   | 28 |
|   | 7.1 TCS-testijärjestelmä.....  | 28 |
|   | 7.2 Turvalaitevaatimuksien erot .....                                    | 29 |
|   | 7.2.1 Kulkutien asettaminen.....   | 29 |
|   | 7.2.2 Vaihtokulkutien asettaminen .....                                  | 30 |
|   | 7.2.3 Kulkutien hylkäämisen perusehdot .....                             | 30 |
|   | 7.2.4 Vaihtokulkutien hylkäämisen perusehdot.....                        | 30 |
|   | 7.2.5 Kulkutien lukittautuminen.....                                     | 31 |
|   | 7.2.6 Kulkutien purkaminen ja peruuttaminen .....                        | 31 |
|   | 7.2.7 Ohiajovaran purkautuminen .....                                    | 31 |
|   | 7.2.8 Kulkutien hätävarainen purkaminen .....                            | 31 |
|   | 7.2.9 Kulkutien valvontaehdot .....                                      | 32 |
|   | 7.2.10 Opastimen asettaminen näyttämään Seis-opastetta kulkutiellä ..... | 32 |
|   | 7.2.11 Opastimen asettaminen näyttämään Seis-opastetta vaihtokulkutiellä |    |
|   | 32   |    |
|   | 7.2.12 Yhteenveto.....   | 33 |
| 8 | Pohdinta .....   | 33 |
|   | Lähteet.....   | 35 |
|   | Liitteet .....   | 36 |

## Kuviot

|  |    |
|--|----|
| Kuvio 1. Asetinlaitekaappi [poistettu] .....   | 9  |
| Kuvio 2. Pääopastimen opasteet: Seis, Aja ja Aja 35 .....  | 10 |
| Kuvio 3. Esiopastimen opasteet: Odota seis, Odota aja 35 ja Odota aja .....  | 11 |
| Kuvio 4. Raideopastimen opasteet: Seis, Aja varovasti ja Ei opasteita .....  | 11 |
| Kuvio 5. Suojastusopastimen opasteet: Seis, Aja, odota seis ja Aja .....   | 12 |
| Kuvio 6. Yhdistelmäopastimen opasteet: 1. "Seis", 2. "Aja", 3. "Aja 35", 4. "Aja, odota seis", 5. "Aja, odota aja 35", 6. "Aja, odota aja", 7. "Aja 35, odota seis", 8. "Aja 35, odota aja 35", 9. "Aja 35, odota aja", 10. "Odota seis", 11. "Odota aja 35", 12. "Odota aja", 13. "Aja varovasti" ja 14. "Ei opasteita" ..... | 13 |
| Kuvio 7. Itävallan pääopastin .....  | 13 |
| Kuvio 8. Itävallan pääopastimen opasteet: Seis, Aja, Aja 60 ja Aja 40 .....  | 14 |
| Kuvio 9. Valko-puna-valko kilpi pääopastimen mastossa .....  | 14 |
| Kuvio 10. Itävallan esiopastimen opasteet: Varoitus, Aja, Aja 40 ja Aja 60 .....   | 15 |
| Kuvio 11. Poikkeus- ja Varoitusopaste .....  | 15 |
| Kuvio 12. Suojaopastin pääopastinryhmässä .....  | 16 |
| Kuvio 13. Suojaopastimen opasteet: Ajokielto, Kumottu ajokielto ja Vaihtotyö sallittu .....  | 16 |
| Kuvio 14. Valo-opastimen vaihtotyö -opasteet: Vaihtotyö kielletty, Vaihtotyö sallittu ja odota erillistä lupaa .....   | 17 |
| Kuvio 15. Pääopastimen vaihtotyö -opasteet: Vaihtotyö kielletty ja Vaihtotyö sallittu .....  | 17 |
| Kuvio 16. Raidevirtapiiri .....  | 19 |
| Kuvio 17. Esimerkki akselinlaskentapisteestä .....   | 20 |
| Kuvio 18. Avainsalpalaitte .....   | 21 |
| Kuvio 19. Indusi .....   | 22 |
| Kuvio 20. Varmistettu kulkutie .....   | 22 |
| Kuvio 21. Ohjelmointinäkyvä FBD-ohjelmointikielellä .....  | 25 |
| Kuvio 22. Ohjelmaloikka .....  | 26 |
| Kuvio 23. SILworX käyttöliittymä .....   | 26 |

**Taulukot**

|   |    |
|---|----|
| Taulukko 1. Turvallisuuden eheystasot ja riskien todennäköisyydet ..... | 28 |
|---|----|

## Lyhenteet ja määritelmät

|                      |   |
|----------------------|---|
| Asetinlaite          | Turvalaitejärjestelmä, jota käytetään rautatiejärjestelmässä turvallisten kulkuteiden varmistamiseen. |
| CTC                  | Liikenteenohjausjärjestelmä (Centralised Train Control).  |
| I/O                  | Input/Output, sisääntulo/ulostulo.  |
| Kulkutie             | Turvalaitejärjestelmän varmistama reitti kulkutien alku- ja päätepisteen välille.                     |
| Opaste               | Opastimen valoilla annettu tieto raiteella liikkuvalla yksikölle.                                     |
| Opastin              | Raidekohtainen turvalaite, jolla voi näyttää opasteen raiteella liikkuvalla yksikölle.                |
| Safeethernet         | Safeethernet on HIMA:n kehittämä tietoliikenne protokolla.  |
| TCS                  | Asetinlaitejärjestelmä (Traffic Control System).  |
| TCS-Testijärjestelmä | Asetinlaitejärjestelmä, jolla voidaan testata itävaltalaisia turvalaitteita.                          |



# 1 Johdanto

Yrityksen menestyminen hyvin kotimarkkinoilla antaa hyvät mahdollisuudet pärjätä myös kansainvälisillä markkinoilla. Kansainvälistyminen on kuitenkin pitkä prosessi ja sitä varten on tehtävä paljon myyntityötä ja selvityksiä. Tärkeimpiä selvityksen aiheita on turvalaitevaatimukset. Turvalaitteiden vaatimuksilla on suora yhteys rautatiejärjestelmän rakenteeseen ja toimintaan.

Opinnäytetyössä tehdään käytännön työn osuutena sovellussuunnittelua SILworX -ohjelmointityökalulla TCS-testijärjestelmään, joka tulee Itävaltaan laitteiston ja järjestelmän testaukseen. Tutkimusosuudessa selvitetään Itävallan turvalaitevaatimusten eroja suhteessa Suomen turvalaitevaatimuksiin. Vaatimusten laajuuden vuoksi vertailu on rajattu vaatimuksiin jotka liittyvät kulkutien asettamiseen, lukitsemiseen ja purkautumiseen. Opinnäytetyössä perehdytään myös, mitä eri turvalaitteita Suomessa käytetään ja mikä niiden rooli on rautatiejärjestelmässä ja löytyykö vastaavia opastimia Itävallan rautateiltä. Opinnäytetyö on tärkeässä roolissa toimeksiantajan Mipro Oy:n kansainvälistymisessä, sillä TCS-testijärjestelmä tullaan viemään esiteltäväksi Itävaltaan mahdollisille yhteistyökumppaneille.

Opinnäytetyön tavoitteena on selvittää mahdolliset erot Suomen ja Itävallan turvalaitevaatimusten välillä ja tehdä toimiva testijärjestelmä, jolla voidaan ohjata itävaltalaisia turvalaitteita.

Työn toteutus tapahtuu aikataulullisista syistä tekemällä testijärjestelmä ensimmäisenä Suomen vaatimusten mukaisesti ja sen jälkeen perehdytään Itävallan turvalaitevaatimuksiin.

## 2 Mipro Oy

Mipro on raideliikenteen ja teollisuuden järjestelmiin erikoistunut asiantuntijayritys. Yhtiön pääkonttori sijaitsee Mikkelissä, toimipisteitä löytyy myös Oulusta, Slovakiasta ja Puolasta. Mipron liiketoiminta-alueita ovat:

- Rautatie- ja metrojärjestelmät
- Vesi- ja energiahuollon järjestelmät
- Teollisuuden turvallisuuteen liittyvät järjestelmät

Rautatiejärjestelmien puolella Mipro on kehittänyt ja toimittanut yli 25 vuotta rautatieliikenteen turvallisuutta valvovia järjestelmiä. Mipron kehittämiä rautatiejärjestelmiä ovat mm. MiSO TCS -asetinlaitejärjestelmä ja MiSO CTC - liikenteenohjausjärjestelmä. Mipron asetinlaitejärjestelmät valvovat lähes puolta Suomen ratakilometristä eli noin 3000 kilometriä ja liikenteenohjausjärjestelmä hallitsee lähes 4000 ratakilometriä. (Mipro, 2016)

## 3 Turvalaitteet

Rautatieliikenteen alkaessa kehittyä junien nopeudet ja massat kasvoivat nopeasti, jonka seurauksena myös rautatieliikenteeseen liittyvät riskit kasvoivat samaa tahtia.

Ensimmäisten junien jarrutusmatkat olivat hyvin pitkiä johtuen silloisesta jarrutusjärjestelmästä. Junankuljettaja pystyi ainoastaan jarruttamaan veturin jarruja ja antamaan vihellinopasteita jarrumiehille, jotka jarruttivat vaunujen jarruilla ja tarvittaessa siirtyivät vaunuista toiseen. Pitkistä jarrutusmatkoista ja vähäisistä turvalaitteista johtuen onnettomuuksia tapahtui. Onnettomuuksien takia alettiin kehittää turvallisuutta parantavia teknisiä järjestelmiä. (Rautatieturvalaitteet 2014, 18)

Tultaessa 1900-luvulle oli kehitelty useita rautatieliikenteen turvallisuutta parantavia teknisiä järjestelmiä. Junissa mullistavin kehitys tapahtui jarruissa. Ilmanpaineella tai alipaineella toimivat jarrutusjärjestelmät mahdollistivat junankuljettajan jarruttamaan koko junalla. Rautatieturvalaitteissa kehittämiskohteiden tuloksia ovat olleet mm. vaihteen asennon lukittautumisen varmistamisen ajon sallivaan tai estävään asentoon, kulkutien vapaana olon varmistaminen ja raiteen varaaminen yhdelle junalle kerrallaan sekä opasteiden ilmaisut. Nykyisin turvalaitteiden kehittämiseen kuu-

luu laaja ja ennakoiva riskienhallinta, jolla pyritään tunnistamaan mahdolliset vaaratekijät järjestelmissä ja laitteissa jo suunnitteluvaiheessa. Sähköisen ohjaamisen kehittyminen ja tietoliikenteen ja tietokonepohjaisten järjestelmien kehittyminen on vaikuttanut suuresti rautatieturvallisuuden kehitykseen. (Rautatieturvallisuus 2014, 18)

Ennen vanhaan liikenteen ohjaamiseen ja turvallisuuden varmistamiseen tarvittiin asemahenkilökuntaa ja tiedonvälitys asemien välillä tapahtui lennättimien avulla. Lähtöluvan sai ainoastaan antaa silloin kun vastaanottavalta asemalta saatiin lupa junan lähettämiseksi. Jos juna sattui katkeamaan ja jostain syystä junankuljettaja ei huomannut sitä, niin sitä varten kehiteltiin loppuopastimet. Loppuopastimet sijoitettiin viimeiseen vaunuun ja junan tullessa asemalle asemahenkilökunta tuli tarkastamaan oliko viimeisessä vaunussa loppuopastimet paikallaan ennen kuin antoi luvan lähettää seuraavaa junaa samalle raiteelle. Nykyisin kulkutien vapaanaolon valvonta hoidetaan turvalaitteilla ja loppuopastimista voitiin luopua. (Rautatieturvallisuus 2014, 19)

Turvallisuuden automatisointi on mahdollistanut rautatieliikenteen tehokkaamman käytön ja vähentänyt liikenteen ohjaamiseen tarvittavaa henkilökuntaa. Automatisointi on vähentänyt inhimillisten virheiden mahdollisuutta, joilla saattaisi olla kohtalokkaita seuraukset.

Seuraavissa kappaleissa käsitellään mitä eri turvalaitteita rautatiejärjestelmissä käytetään turvallisuuden takaamiseksi ja kerrotaan mitä eroja on Suomen ja Itävallan turvalaittevaatimuksissa.

### 3.1 Asetinlaite

Yksittäiset turvalaitteet eivät tee rautatieliikenteestä turvallista, vaan turvalaitteiden tiedot pitää käsitellä ja jakaa eteenpäin. Tätä varten on kehitelty asetinlaite. Asetinlaite on yksinkertaisuudessaan laitekaappi (ks. kuvio 1), jonka sisällä on asetinlaitelogiikka ja tarvittavat ohjaus ja valvonta komponentit. Asetinlaite voidaan sijoittaa joko radan viereen tai erilliseen asetinlaitetilaan.

### Kuvio 1. Asetinlaitekaappi [poistettu]

Asetinlaite varmistaa turvallisen kulkutien eri pisteiden välille keskustelemalla turvalaitteiden ja muiden asetinlaitteiden kanssa tietoliikenneyhteyden välityksellä. Asetinlaite valvoo turvalaitteiden tiloja ja ohjaa turvalaitteet haluttuihin ja ajon salliviin tai estäviin asentoihin. Asetinlaitteella estetään myös päällekkäisten kulkuteiden muodostamisen, junien yhteentörmäyksiä välttämiseksi (Ratatekniset ohjeet osa 6 2014, luku 6.3).

Asetinlaitteet muodostavat asetinlaitejärjestelmän. Asetinlaitejärjestelmä voidaan hajauttaa ratageometrian mukaisesti eli asetinlaitteella ohjataan tiettyä rajattua aluetta rautatiejärjestelmästä tai asetinlaitejärjestelmä voidaan myös hajauttaa toiminnallisesti. Toiminnallisesti hajautetussa asetinlaitejärjestelmässä asetinlaite viedään mahdollisemman lähelle ohjattavia ratalaitteita. (Rautatieturvalaitteet, 2014, 34-35)

Junan saapuessa rataosuudelle, jota asetinlaite valvoo, asetinlaite tekee päätöksen turvalaitteiden tilojen ja edessä olevilta asetinlaitteilta saatavien tietojen perusteella saako juna jatkaa eteenpäin vai ei.

## 3.2 Opastimet ja opasteet Suomessa

Opastimet ovat tärkeässä roolissa junaliikenteessä. Opastimen opasteilla ilmoitetaan junankuljettajalle edessä olevan raiteen tilasta, saako esimerkiksi jatkaa täydellä nopeudella eteenpäin vai tarvitseeko laskea nopeutta edessä olevan vaihteen takia.

Opastimien opasteita ohjaa asetinlaite, joka valvoo opasteiden tiloja jatkuvasti. Suomen yleisempiä opastimia ovat:

- Pääopastin
- Esiopastin
- Raideopastin
- Suojastusopastin
- Yhdistelmäopastin.

### 3.2.1 Pääopastin

Pääopastin näyttää junankuljettajalle opastimelta alkavan kulkutien tilaa. Pääopastin näyttää vasta sitten ajon sallivaa opastetta, kun asetinlaitteen kaikki turvaehdot ovat täyttyneet. Seis -opastetta näyttävää pääopastinta ei saa ohittaa kuin vasta silloin kun siihen on saatu erillinen lupa liikenteenohjaukselta. Pääopastimella voidaan näyttää seuraavia opasteita:

- Seis, jolloin opastinta ei saa ohittaa muulloin kuin luvan kanssa.
- Aja, jolloin kulkutie on varmistettu ja opastimen saa ohittaa suurimmalla sallitulla nopeudella.
- Aja 35, jolloin kulkutie on varmistettu ja opastimen saa ohittaa, mutta suurin sallittu nopeus on rajoitettu 35 km/h. (Rautatieturvalaitteet 2014, 100-101)



Kuvio 2. Pääopastimen opasteet: Seis, Aja ja Aja 35

### 3.2.2 Esiopastin

Esiopastin ei itsessään ohjaa junaliikennettä vaan näyttää ennakkotietoja seuraavan pääopastimen opasteiden tilasta. Tämä tieto on hyvin tärkeä turvallisuuden kannalta, sillä junan jarrutusmatkat ovat hyvin pitkiä ja näin ollen junankuljettaja pystyy tarvittaessa aloittamaan jarrutuksen hyvissä ajoin. Esiopastin voidaan sijoittaa samaan mastoon pääopastimen kanssa tai erilliseksi esiopastimeksi. Esiopastin sijoitetaan erilliseksi yleensä silloin kun suojavälit ovat pitkiä tai pääopastin on liian kaukana seuraavasta pääopastimesta esiopastinetäisyyden vaatimuksiin nähden. Esiopastimella voidaan näyttää seuraavia opasteita:

- Odota seis, jolloin seuraava pääopastin näyttää ajon estävää opastetta eli Seis -opastetta tai esiopastimessa on vika, joka estää Odota aja 35 tai Odota aja -opasteen näyttämistä.
- Odota aja 35, jolloin seuraava pääopastimen näyttää Aja 35 -opastetta.
- Odota aja, jolloin pääopastin tai raideopastin näyttää Aja -opastetta. (Rautatieturvalaitteet 2014, 101)



Kuvio 3. Esiopastimen opasteet: Odota seis, Odota aja 35 ja Odota aja

### 3.2.3 Raideopastin

Raideopastinta käytetään vaihtotyössä. Raideopastimella ilmoitetaan alkavan vaihtokulkutien tilasta. Raideopastin näyttää ajon sallivaa Aja varovasti -opastetta myös silloin, kun se on osa varmistettua kulkutietä. Raideopastimella voidaan näyttää seuraavia opasteita:

- Seis, jolloin opastinta ei saa ohittaa
- Aja varovasti, jolloin opastimen saa ohittaa, mutta raiteella voi olla esteitä. Raideopastin on osa varmistettua kulkutietä.
- Ei opasteita, jolloin raideopastin kuuluu paikallislupa ryhmään, jolle on annettu paikallislupa. (Rautatieturvalliset 2014, 102)



Kuvio 4. Raideopastimen opasteet: Seis, Aja varovasti ja Ei opasteita

### 3.2.4 Suojastusopastin

Rautatien kapasiteettia kasvatettaessa on varmistettava, ettei kulkuteillä tapahdu peräänajoja ja tätä varten on kehitetty suojastusopastin. Suojastusopastimen tarkoituksena on jakaa haluttu raideosuus suojaväleihin. Suojavälillä on sallittu liikkua vain yksi juna kerrallaan. Suojastusopastimella voidaan näyttää ennakkotietona seuraavan suojastus- tai pääopastimen tilaa. Suojastusopastin näyttää seuraavia opasteita:

- Seis, jolloin suojavälin suojastusehdot eivät täyty ja opastinta ei saa ohittaa.

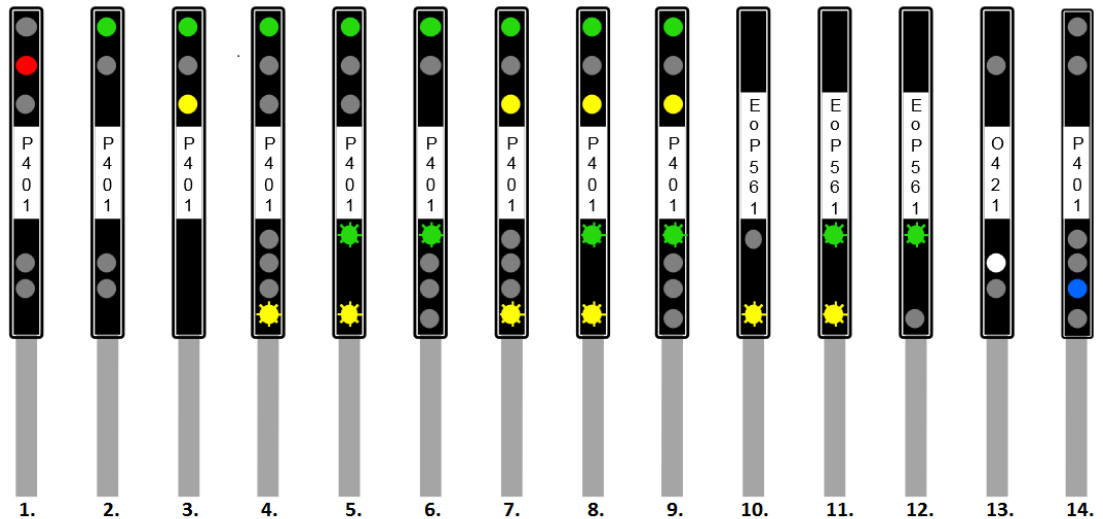
- Aja, odota seis, jolloin suojavälin suojastusehdot täyttyvät mutta seuraava suojastus- tai pääopastin näyttää Seis -opastetta.
- Aja, jolloin suojavälin suojastusehdot täyttyvät ja seuraava suojastus- tai pääopastin näyttää Aja -opastetta. (Rautatieturvallisuuslaitteet 2014, 103)



Kuvio 5. Suojastusopastimen opasteet: Seis, Aja, odota seis ja Aja

### 3.2.5 Yhdistelmäopastin

Vuonna 2006 Liikennevirasto käynnisti hankkeen nimeltään Opastinjärjestelmä 2010, jonka tarkoituksena oli kehittää yhdistelmäopastin, jolla voidaan korvata nykyiset opastimet. Ensimmäiset yhdistelmäopastimet tulivat koekäyttöön tammikuussa 2009 (Yhdistelmäopastin 2014). Yhdistelmäopastimella voidaan korvata pää-, esi- ja raideopastin tai vain osa niistä. Yhdistelmäopastimen käytöllä pyritään vähentämään tarvetta Seis -opasteen ohittamiseen vaihtotyössä ja vähentämään tarvittavien opastimien määrää. Yhdistelmäopastinta voidaan käyttää kulkutien aloittavana opastimena, vaihtokulkutien aloittavana opastimena, ennakkotietoja antavana opastimena, sivusuojaa antavana opastimena tai edellisten yhdistelmänä.



Kuvio 6. Yhdistelmäopastimen opasteet: 1. "Seis", 2. "Aja", 3. "Aja 35", 4. "Aja, odota seis", 5. "Aja, odota aja 35", 6. "Aja, odota aja", 7. "Aja 35, odota seis", 8. "Aja 35, odota aja 35", 9. "Aja 35, odota aja", 10. "Odota seis", 11. "Odota aja 35", 12. "Odota aja", 13. "Aja varovasti" ja 14. "Ei opasteita"

### 3.3 Opastimet Itävallassa

#### 3.3.1 Pääopastin (Hauptsignale)

Itävallassa käytettävässä pääopastimessa on Suomen pääopastimeen verrattuna enemmän toiminnallisuuksia, josta johtuen myös enemmän valoja. Pääopastin muistuttaa Suomessa käytettävää yhdistelmäopastinta, koska pääopastimella voidaan antaa muitakin opasteita kuin pääopastimen opasteita. Pääopasteessa käytetään neljää isoa valoa ja kolmea eri väriä: punaista, vihreää ja keltaista. Neljää pienempää valoa käytetään muissa integroiduissa opasteissa kuten: vaihtotyö- (Verschub), suoja- (Schutz), poikkeus- (Ersatz) tai varoitus- (Vorsicht) ja lähtöopasteessa (Abfahrt). (Rautatieopastimet Itävallassa, 2005)

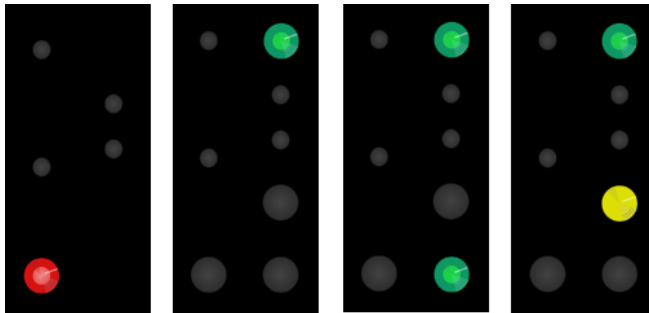
|   |  |  |
|---|--|--|
| weiß (Schutz/Ersatz)<br>oder rot (Vorsicht)<br>weiß (Schutz/Verschub)<br>rot (Halt) |  | grün (Frei)<br>weiß (Verschub)<br>grün (Abfahrt)<br>gelb (Frei mit 40 km/h)<br>grün (Frei mit 60 km/h) |
|---|--|--|

Kuvio 7. Itävallan pääopastin



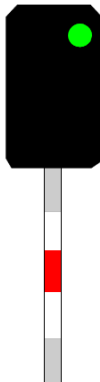
Pääopastimella voidaan näyttää seuraavia opasteita:

- Seis (Halt), jolloin opastinta ei saa ohittaa
- Aja (Frei), opastimen saa ohittaa
- Aja 60 km/h (Frei mit 60 km/h), opastimen saa ohittaa, mutta suurin sallittu nopeus on 60 km/h
- Aja 40 km/h (Frei mit 40 km/h), opastimen saa ohittaa, mutta suurin sallittu nopeus on 40 km/h. (Rautatieopastimet Itävallassa, 2005)



Kuvio 8. Itävallan pääopastimen opasteet: Seis, Aja, Aja 60 ja Aja 40

Pääopastimissa on käytettävä valko-puna-valko kilpeä, joka on kiinnitetty pääopastimen mastoon (ks. kuvio 9) tai jos ei ole mastoa niin keskelle opastinta pystysuoraan (ks. kuvio 13). Punaisen lampun vian tullessa kilpi käskee pysähtymään ja opastinta ei saa ohittaa ilman lupaa. (Rautatieopastimet Itävallassa, 2005)

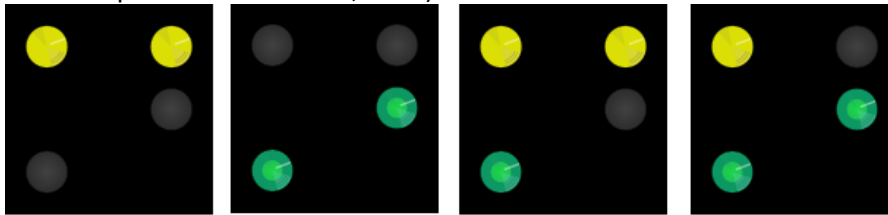


Kuvio 9. Valko-puna-valko kilpi pääopastimen mastossa

### 3.3.2 Esiopastin (Vorsignale)

Itävallan esiopastimessa ei ole muuta eroa Suomen esiopastimeen kuin muoto, lampujen järjestys ja se, että voidaan näyttää kahta eri suurinta sallittua nopeutta yhden sijaan. Esiopastimella voidaan näyttää seuraavia opasteita:

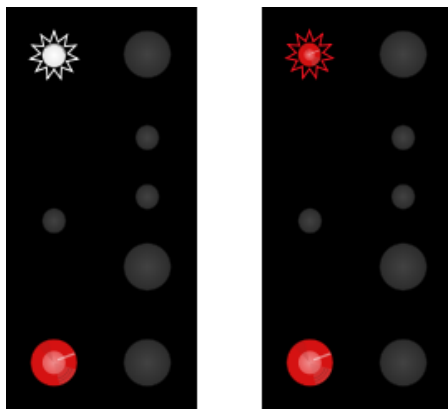
- Varoitus, jolloin seuraava pääopastin näyttää Seis -opastetta
- Aja, jolloin seuraava pääopastin näyttää Aja -opastetta
- Aja 40 km/h, jolloin seuraava pääopastin näyttää Aja 40 km/h -opastetta
- Aja 60 km/h, jolloin seuraava pääopastin näyttää Aja 60 km/h -opastetta. (Rautatieopastimet Itävallassa, 2005)



Kuvio 10. Itävallan esiopastimen opasteet: Varoitus, Aja, Aja 40 ja Aja 60

### 3.3.3 Poikkeus- ja Varoitusopaste (Ersatz- und Vorsichtssignal)

Poikkeusopaste (valkoinen vilkkuva valo) syttyy silloin, jos pääopastimeen tulee tekninen vika. Poikkeusopasteen palaessa, opastinta ei saa ohittaa kuin luvan kanssa suurimman sallitun nopeuden ollessa 20 km/h. Varoitusopaste (punainen vilkkuva valo) toimii samalla tavalla, mutta opastimen saa ohittaa ilman lupaa varovaisuutta noudattaen. (Rautatieopastimet Itävallassa, 2005)

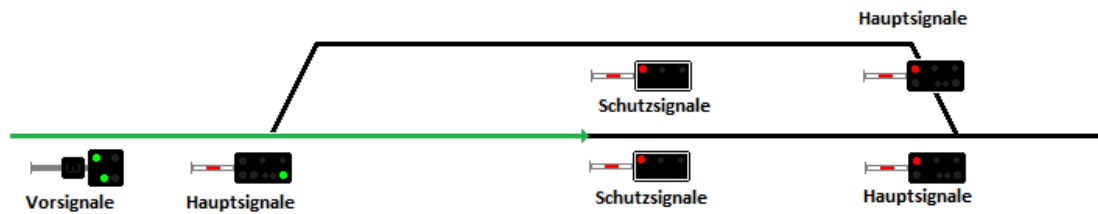


Kuvio 11. Poikkeus- ja Varoitusopaste

Suomessa ei ole käytössä erillistä pääopastimen opastinviaista kertovaa opastetta.

### 3.3.4 Suojaopastin (Schutzsignale)

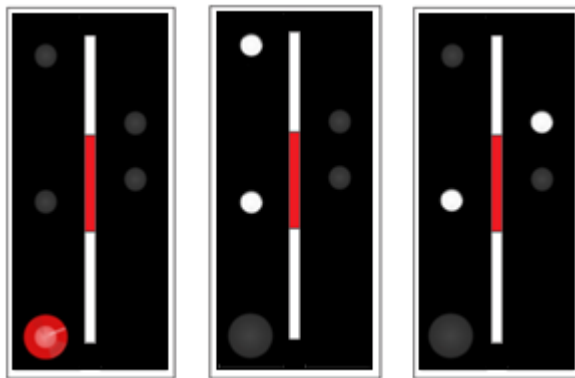
Suojaopastinta käytetään yleensä rautatieasemilla täydentämään pääopastinryhmää. Suojaopastimella voidaan jakaa raideosuus pienempiin osiin ja toimia vaihto- ja kulutien aloittavana tai päättävänä opastimena.



Kuvio 12. Suojaopastin pääopastinryhmässä

Suojaopastimessa on aina oltava valkoinen reunus ja valko-puna-valko kilpi joko mastossa tai keskellä opastinta, jos ei ole omaa mastoa. Lisäksi suojaopastimessa pitää olla tunnus jossa lukee "Sch". Suojaopastimella voidaan näyttää seuraavia opasteita:

- Ajokieltoa, jolloin opastinta ei saa ohittaa.
- Kumottu ajokielto, jolloin opastimen ajokielto on kumottu ja opastimen saa ohittaa.
- Vaihtotyö sallittu. (Rautatieopastimet Itävallassa, 2005)



Kuvio 13. Suojaopastimen opasteet: Ajokielto, Kumottu ajokielto ja Vaihtotyö sallittu

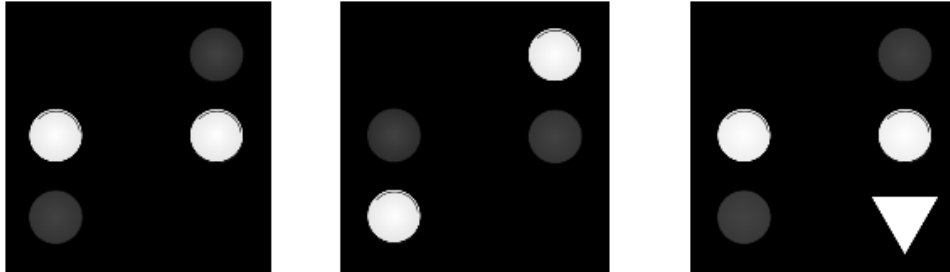
Suomessa ei ole kyseiselle opastimella vastinetta.

### 3.3.5 Vaihtotyö-opaste (Verschubsignale)

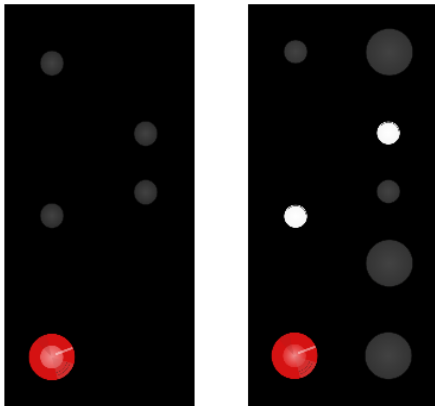
Erona Suomen vaihtotyö-opastimiin on, että Itävallassa ei ole käytössä raideopastinta ja vaihtotyötä sallivaa -opastetta voidaan näyttää kolmella eri opastimella. Vaihtotyötä ilmoittavana opastimena käytetään joko hyvin Suomen esiopastimen näköistä valo-opastinta (ks. kuvio 14), edellisessä kappaleessa mainittua suojaopastinta tai pääopastinta (ks. kuvio 15). Pääopastimella vaihtotyö on sallittua silloin, kun pääopastimessa palaa punaisen valon lisäksi kaksi pientä valkoista valoa viistosti. Valkoista kolmiota valo-opastimen alalaidassa käytetään silloin, kun vaihtotyö on sallittu mo-

nelle eri raiteelle. Kolmion palaessa on pyydetty erillinen lupa jatkaakseen. Vaihtotyö -opastimen opasteita ovat:

- Vaihtotyö kielletty
- Vaihtotyö sallittu
- Odota erillistä lupaa. (Rautatieopastimet Itävallassa, 2005)



Kuvio 14. Valo-opastimen vaihtotyö -opasteet: Vaihtotyö kielletty, Vaihtotyö sallittu ja odota erillistä lupaa



Kuvio 15. Pääopastimen vaihtotyö -opasteet: Vaihtotyö kielletty ja Vaihtotyö sallittu

### 3.3.6 Suojastusopastin

Itävallassa ei ole erillistä suojastusopastinta kuten Suomessa vaan suojastusopastimena käytetään pääopastinta.

## 3.4 Vaihde

Vaihde on yksi turvallisuuden kannalta kriittisimmistä komponenteista rautatiejärjestelmässä. Turvallisuuskriittisyys johtuu siitä, että vaihde mahdollistaa yksikön siirtymisen raiteelta toiselle, joka taas mahdollistaa yhtenäisen rautatieverkoston toimivuuden. Viallinen vaihde aiheuttaa turvallisuusriskin ja viivästyksiä junaliikenteessä,

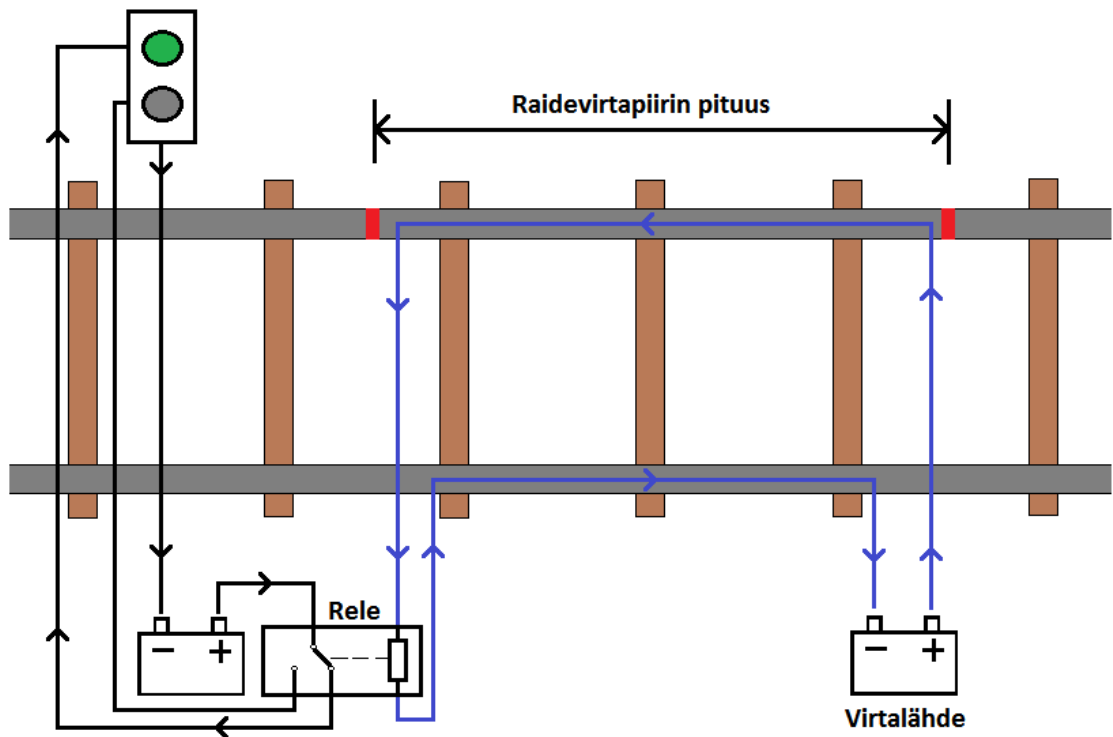
jos vaihdetta ei saada ohjattua kulkutien sallivaan tai estävään asentoon. Ennen rai-  
teelta toiselle siirtymistä on kuitenkin rajoitettava nopeutta, junan suistumisen tai  
muun onnettomuuden estämiseksi. Suurin sallittu nopeus määritellään vaihteen  
poikkeavuuden perusteella, joka ilmaistaan usein tangentilla. Lyhyeksi vaihteeksi  
kutsutaan vaihdetta, jonka poikkeavuus on 1:9 ja suurin sallittu nopeus kyseisellä  
vaihteella on 40 km/h. Vaihde, jolla on suurempi sallittu nopeus kuin 40 km/h kutsu-  
taan pitkiksi vaihteiksi ja näitä vaihteita ovat:

- 1:11,1 ja 1:14-vaihde, suurin sallittu nopeus 60 km/h
- 1:15,5 ja 1:18-vaihde, suurin sallittu nopeus 80 km/h
- 1:26-vaihde, suurin sallittu nopeus 140 km/h. (Rautatieturvalliset 2014, 108)

### 3.5 Raiteiden vapaanaolon valvonta

Raiteiden vapaanaolon valvonta on hyvin tärkeää asetinlaitteiden toiminnan kannal-  
ta, sillä asetinlaitejärjestelmä tarvitsee koko ajan tiedon siitä, mitkä raiteet ovat va-  
paita tai varattuja. Raiteen vapaanaolo toteutetaan jakamalla raide raideosuuksiin ja  
siltä saatavan tilatiedon perusteella tehdään päätelmiä, onko raide vapaa vai varat-  
tu. Raideosuukseksi kutsutaan sitä osuutta raiteesta, jonka vapaanaoloa valvotaan.  
Vapaanaolon valvontajärjestelmä voidaan toteuttaa käyttämällä raidevirtapiiriä tai  
akselinlaskentajärjestelmää.

Raidevirtapiirin toimintaperiaate perustuu oikosulkuun, jonka junan akseli tekee kis-  
kojen välille. Toimiakseen toinen kiskoista pitää eristää eristysjatkoksella. Eristetyn  
kiskon pituus määrittelee raideosuuden pituuden. Eristettyyn kiskoon syötetään vir-  
taa ja toiseen päähän tehdään reitti releen kautta takaisin virransyöttö lähteeseen.  
Eristämätön kisko toimii paluuvirtatienä (ks. kuvio 16). Vapaanaolo tilanteessa virta  
pääsee kulkemaan releen kautta ja rele vetää. Junan kulkiessa akselit oikosulkevat  
virtapiirin ja virta ei pääse enää kulkemaan releelle ja rele lakkaa vetämästä, josta  
seuraa ilmoitus, että raideosuus on varattu. Enimmäispituus yhdelle raideosuudelle  
käytännössä suurimmillaan noin 2 km. (Rautatieturvalliset 2014, 95-98)



Kuvio 16. Raidevirtapiiri

1970-luvulta alkaen Suomessa on ollut käytössä myös akselinlaskentajärjestelmä. Akselinlaskentajärjestelmän toiminta perustuu siihen, että raide rajataan akselinlaskentapisteillä ja akselinlaskentapisteessä on kaksi induktiivista lähetin-anturia (ks. kuvio 17), jotka reagoivat ohi ajavan junan metallisiin osiin esim. kaluston pyöriin. Anturien toiminta perustuu induktioon. Kahta lähetin-anturia käytettäessä saadaan tieto junan kulkusuunnasta, koska toinen anturi havaitsee pyörän aikaisemmin kuin toinen. Ensimmäinen akselinlaskentapiste laskee, montako pyöräkertaa tulee sisään ja raideosuus muuttuu varatuksi. Raideosuus pysyy varattuna niin kauan, kunnes jälkimmäisen akselinlaskentapisteestä on mennyt tasan saman verran pyöräkertoja kuin ensimmäisen akselinlaskentapisteestä. Jos laskettujen pyöräkertojen määrät eroavat toisistaan niin siitä seuraa hälytys ja asetinlaite asettaa raideosuuden vikatilaan, jolloin raideosuuden todellinen tila on tarkastettava ja nollattava määritettyjen menetelmien mukaisesti. Enimmäispituutta yhdelle raideosuudelle ei käytännössä ole. Suomessa pisimmät raideosuudet ovat monia kymmeniä kilometrejä. (Rautatie-turvalaitteet 2014, 98-99)



Kuvio 17. Esimerkki akselinlaskentapisteestä

### 3.6 Varmistuslukko ja avainsalpalaitte

Varmistuslukolla ja avainsalpalaitteella varmistetaan käsikäyttöisen vaihteen tai raitteensulun asento ja lukitus. Kaikissa käsikäyttöisissä vaihteissa tulee olla varmistuslukko, jotta voidaan varmistaa, että vaihde on kulkutien mukaisessa asennossa. Käyttöavaimen irrottaminen varmistuslukosta ei ole mahdollista, jos varmistuslukolla varustettu laite ei ole perusasennossa. Lisäksi vaihteen asentoa valvotaan vaihteenkoskettimilla turvallisuussyistä. Vaihde, joka on varustettu varmistuslukolla ja avainsalpalaitteella tarvitsee avainsalpaluvan tai paikallisluvan, jotta vaihteen kääntäminen olisi mahdollista. Avainsalpalaitteen tehtävänä on valvoa varmistuslukon käyttöavainta. Perusasennossa käyttöavain on lukittuna avainsalpalaitteeseen eli vaikka sähköt katkeaisi, niin käyttöavainta ei saisi irrotettua. Käyttöavain voidaan vapauttaa antamalla avainsalpalupa tai määrittellä avainsalpalaitteen kuuluvan paikallislupa ryhmään, jolle on annettu paikallislupa. (Rautatieturvallisuus 2014, 125-126)



Kuvio 18. Avainsalpalaitte

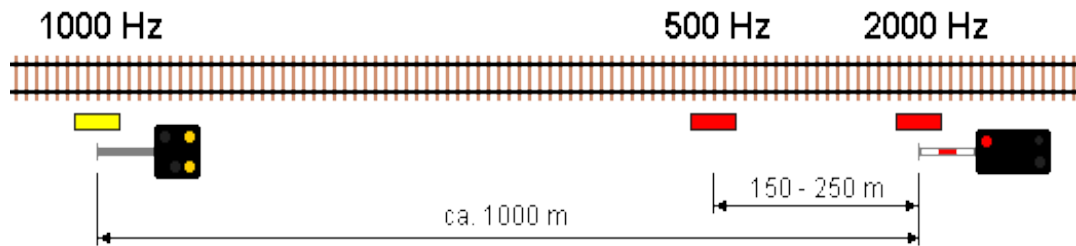
### 3.7 Indusi

Indusi ”Induktive Signalsircherung” eli induktiivinen suojasignaali. Virallinen termi PZB ”Punktförmige Zugbeeinflussung” eli pistemäinen junaliikenteen ohjaus. Indusia käytetään ainakin Saksan ja Itävallan rautatiejärjestelmissä, muttei ole käytössä Suomen rautatiejärjestelmissä. Indusi on sähkömagneetti, jonka toiminta perustuu värähtelytaajuuteen. Sähkömagneettia ohjataan, kun opastimessa palaa Seis-opaste. Sähkömagneetti lähettää tiettyä värähtelytaajuutta ja junan ajaessa sähkömagneetin yli junassa oleva vastaava kappale lukee sähkömagneetin värähtelytaajuuden ja tekee sen perusteella tarvittavat toiminnot. Sähkömagneetteja on kolme eri taajuutta ja ne ovat 500, 1000 ja 2000 Hz.

- 1000 Hz käytetään esiopastimen tavoin antamaan ennakkotietoa edessä olevan pääopastimen tilasta ja näin ollen sijoitetaan yleensä samaan kohtaan kuin esiopastin. Junan ajaessa sähkömagneetin yli kuljettajalla on 4 sekuntia aikaa reagoida painamalla kuittauspainiketta (Indusi Wachsam), jolla kuljettaja ilmoittaa junan järjestelmään huomanneensa sähkömagneetin, muutoin juna suorittaa hätäjarrutuksen. Kuljettajalla on 23 sekuntia aikaa pudottaa nopeutta alle 85 km/h, jos näin ei tapahdu niin junan järjestelmä suorittaa hätäjarrutuksen.
- 500 Hz varmistaa junan nopeuden. Sijoitetaan yleensä 150 - 250 m ennen pääopastinta tai noin 450 m ennen vaarapaikkaa, jos junan nopeus ei ole laskenut tarpeeksi niin junan järjestelmä suorittaa hätäjarrutuksen.
- 2000 Hz toimii hätäjarruna. Sijoitetaan pääopastimen kohdalle tai erikoistapauksessa 50 metristä aina 450 metriin asti ennen vaaranpaikkaa. Jos pääopastin näyttää seis



opastetta ja ajetaan sähkömagneetin yli niin junan järjestelmä suorittaa hätäjarrutuksen. (Indusi, 2008)



Kuvio 19. Indusi

## 4 Kulkutiet

### 4.1 Kulkutie

Jotta junien samanaikainen liikkuminen rautatieverkostossa olisi turvallista, on jokaiselle yksittäiselle junalle varmistettava turvallinen reitti eli kulkutie. Kulkutien turvallisuudesta huolehtii asetinlaite. Asetinlaite valvoo edessä olevien turvalaitteiden tiloja ja erilaisiin kulkutie-ehdoin verraten tekee päätöksen, onko kulkutie turvallinen vai ei ja ohjaa opastimen näyttämään ajon sallivaa tai estävää opastetta.

Kulkutiellä tarkoitetaan kulkutien reittiä, joka on kulkutien aloittavan ja kulkutien päättävän opastimen välissä. Kulkutien aloittavana opastimena voi toimia pääopastin tai pääopastimeen kytketty raideopastin. Kulkutien päättävänä opasteena voi toimia pääopastin, suojustusopastin, raideopastin tai kulkutie voi päättyä suojustusjärjestelmällä varustetulle raiteelle tai raiteeseen, joka johtaa suojustamattomalle raiteelle. (Rautatieturvalaitteet 2014, 72)



Kuvio 20. Varmistettu kulkutie

## 4.2 Vaihtokulkutie

Vaihtotyöllä tarkoitetaan sitä, kun vaihdetaan vaunuja junasta toiseen tai käännetään junan kulkusuunta. Jotta vaihtotyö olisi turvallista, niin sitä varten on kehitetty vaihtokulkutie. Vaihtokulkutietä käyttävän yksikön nopeuden oletetaan olevan niin alhainen, että se mahdollistaa pysähtymisen näköetäisyydellä esteestä tai seis -opastetta näyttävästä opasteesta. Verrattuna kulkutiehen, vaihtokulkutiellä on vähemmän varmistamiseen tarvittavia ehtoja kuin tavallisella kulkutiellä. (Rautatieturvallisuus 2014, 76)

## 4.3 Kulkutien varmistamisen eri vaiheet ja ehdot

Turvallisen kulkutien varmistamiseksi on kulkutien täytettävä sille tarkoitetut ehdot. Ehtojen varmistaminen tapahtuu vaiheittain. Vaiheittain tarkastamalla järkevöitetään elementtien käytettävyyden tarkastamista ja varaamista. Varmistamisen vaiheet ovat jaettu perusehtoihin, lukittumisvaiheeseen ja kulkutien valvontaan. Perusehtoihin kuuluu:

- Vaihteiden, raiteensulkujen ja pysäytyslaitteiden mahdollisen lukituksen kulkutien vaatimaan asentoon.
- Raideosuus on käytössä.
- Linjan liikennesuunta on oikea tai se on mahdollista kääntää oikeaan suuntaan.
- Ei saa olla päällekkäisiä kulkuteitä ja opastimet näyttävät ajon sallivaa opastetta.
- Jos kulkutiellä on avainsalpalaitteita, niin avainsalpalupa ei saa olla annettuna.

Lukittumisvaiheeseen kuuluu:

- Linjan liikennesuunta lukitaan kulkutien vaatimaan suuntaan.
- Raideosuus lukitaan kulkutien käyttöön.
- Lukitaan vaihteet, raidesulut ja pysäytyslaitteet kulkutien vaatimiin asentoihin.
- Estetään paikallis- ja avainsalpaluvan anto

Valvontavaiheeseen kuuluu:

- Raideosuuden vapaanaolon valvonta
- Vaihteet, raidesulut ja pysäytyslaitteet ovat valvottuina ja lukittuina kulkutien vaatimiin asentoihin.
- Kulkutie-ehtojen toteutuminen valvotusti.
- Sivusuojana toimivat opastimet näyttävät Seis -opastetta. (Rautatieturvallisuus 2014, 75-76)

#### 4.4 Sivusuoja

Sivusuojan tehtävänä on suojata junakulkutie ja estää samalle raiteelle pääsy muulta kalustolta. Sivusuojana voidaan käyttää vaihdetta, raiteensulkua tai opastinta. Parhaan suojauksen antaa poispäin kulkutiestä käännetty vaihde, sillä se ohjaa liikenteen poispäin junakulkutiestä ja näin ollen ei pitäisi olla mahdollista minkään kaluston ajautua kulkutielle. Raiteensulkua voidaan käyttää antamaan sivusuoja, mutta se ei anna yhtä täydellistä suojaa kuin poispäin käännetty vaihde. Kaluston törmäessä raiteensulkuun tarpeeksi suurella nopeudella voi kalusto ajautua kulkutielle ja näin ollen olla vaaraksi kulkutiellä kulkevalle junalle. Mikäli sivusuojana ei ole mahdollista käyttää vaihdetta tai raiteensulkua, niin voidaan käyttää opastinta sivusuoja antavana turvaelementtinä, asettamalla opastin näyttämään valvottua Seis -opastetta. Opastimen huonona puolena on se, että se vain kieltää liikenteen, muttei estä esimerkiksi valuvaa vaunua tai epähuomiossa Seis -opastimen ohittavaa kuljettajaa. (Rautatieturvalaitteet 2014, 81)

#### 4.5 Ohiajovara

Joskus voi käydä niin, ettei juna kerkeä pysähtymään sille varatulla raideosuudella. Tätä varten on varattava junakulkutien päättävän opastimen takana oleva vapaaksi valvottu raideosuus eli ohiajovara. Ohiajovaralla varmistetaan, ettei opastimen jälkeistä raideosuutta voida käyttää muodostamaan muita kulkuteitä. (Rautatieturvalaitteet 2014, 77)

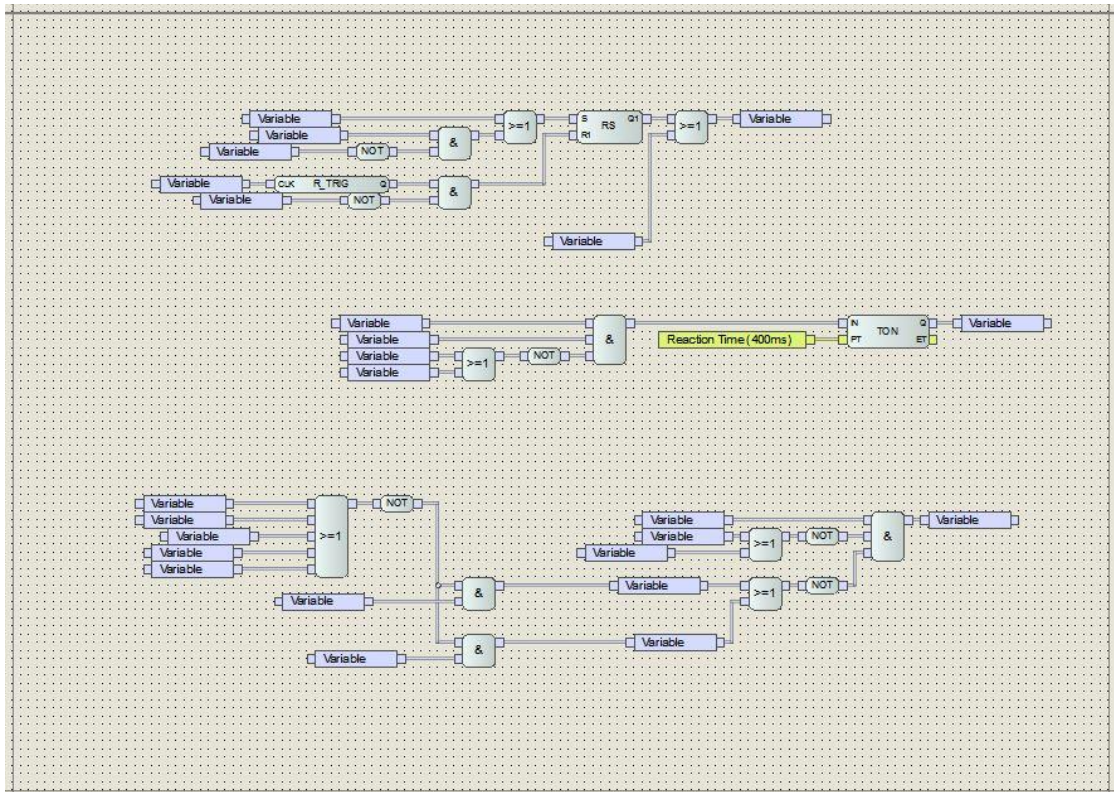
### **5 TSC-testijärjestelmän toteutus [poistettu]**

#### 5.1 Testijärjestelmän rakenne [poistettu]

#### 5.2 SILworX

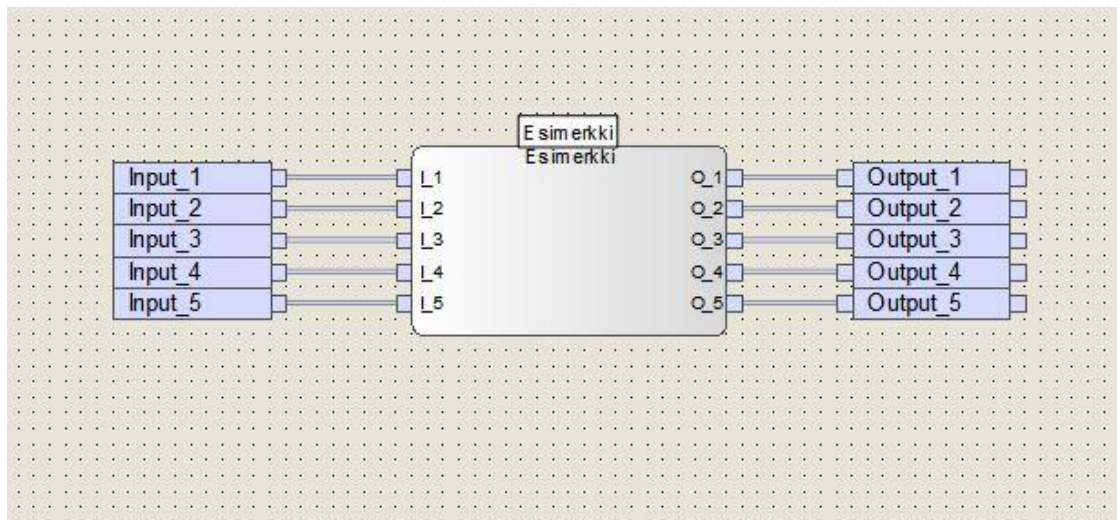
SILworX on HIMA:n kehittämä täysin integroitu konfiguraatio-, ohjelmointi- ja diagnostiikkaympäristö HIMax- ja HIMatrix-tuoteperheidensä logiikoihin (SILworX 2016).

Ohjelmakielenä SILworX käyttää ainoastaan FBD-ohjelmointikieltä (Function block diagram) eli toimintalohkokaaviota (ks. kuvio 21).



Kuvio 21. Ohjelmointinäkymä FBD-ohjelmointikielillä

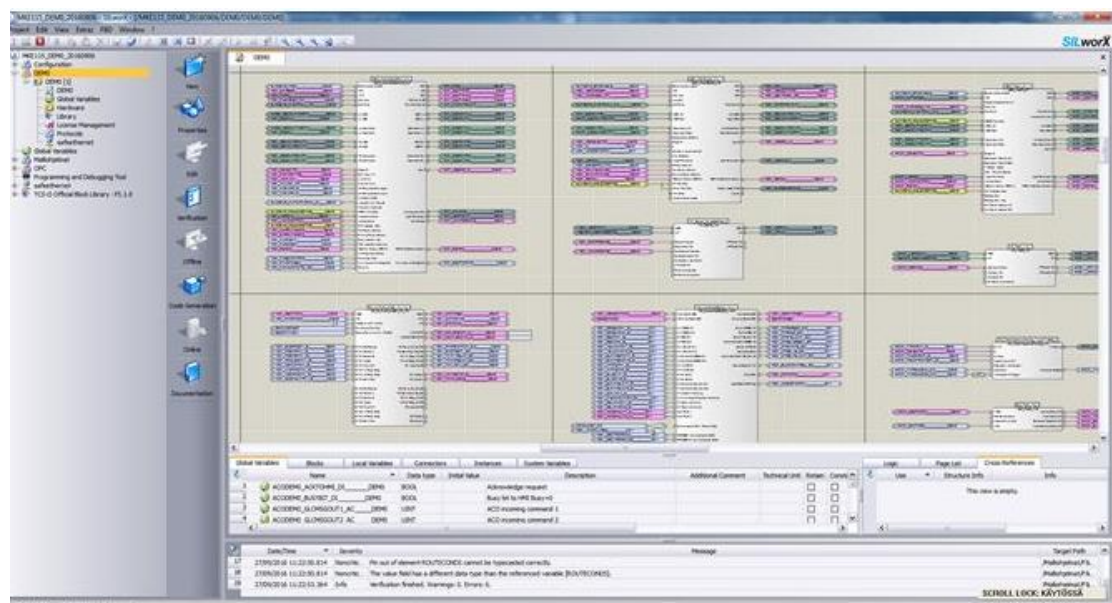
Ohjelma koostuu useasta kuvion 21 mukaisesta ohjelmointiruudusta. Ohjelmaa suorittaessa SILworX lukee järjestyksessä yhden ruudun kerrallaan. Rautatiejärjestelmien ohjelmissa käytetään paljon hyväksi ohjelmalohkoja. Ohjelmalohko on periaatteessa pieni ohjelma, jolla on tietty tehtävä pääohjelmassa. Ohjelmalohkoon voidaan määrittellä mitä muuttujia viedään sisään (input) ohjelmalohkoon ja mitä muuttujia tuodaan ulos (output) ohjelmalohkosta. Ohjelmalohkoja käytetään silloin kun tietyn halutun toiminnon toteuttamiseen menee kymmeniä ohjelmointiruutuja.



Kuvio 22. Ohjelmalohko

Ohjelmalohkon hyviä puolia on se, että ohjelmalohko on helposti monistettavissa useaan eri ohjelmaan ja se selkeyttää ohjelman lukemista, kun toiminnot on jaettu eri ohjelmalohkoihin.

HIMA:n logiikoita voidaan ohjelmoida myös ELOP II Factory nimisellä ohjelmointityökalulla, mutta SILworX on suunniteltu korvaamaan tulevaisuudessa ELOP II Factory. Molemmat ovat toiminnallisuudeltaan ja käyttöliittymältään hyvin samanlaisia, joten SILworX:iin siirtyminen on tehty hyvin helpoksi.



Kuvio 23. SILworX käyttöliittymä

Mipron toimiessa HIMA:n jälleenmyyjänä on hyvin luonnollista, että käytetään HIMA:n turvalogiikoita. HIMA:n turvalogiikoiden yhtenä tärkeimpänä ominaisuutena on se, että ne on sertifioitu SIL 4 –tasolle (HIMatrix F 2016).

SIL -taso tarkoittaa Safety Integrity Level eli turvallisuuden eheystasoa. Turvallisuuden eheystasot on jaettu neljään eri tasoon: 1, 2, 3 ja 4. Eri tasot määrittelevät järjestelmän tai laitteen vaatimukset vioittumistodennäköisyydelle. Jokaisella SIL -tasolla on kaksi eri vaatimusta: harvojen vaateiden toimintatavalle ja tiheiden vaateiden toimintatavalle. Harvojen vaateiden toimintatapa tarkoittaa sitä, että vika esiintyy harvemmin kuin kerran vuodessa ja tiheiden vaateiden toimintatapa tarkoittaa sitä, että vika esiintyy tiheämmin kuin kerran vuodessa ja mitataan vikaantumisen todellisuutta tuntia kohden. (Pulliainen, E 2015) SIL -tason kasvaessa myös työn, dokumentoinnin, testauksen, todentamisen ja lopputuloksen kelpuuttamisen määrä kasvaa.

Taulukko 1. Turvallisuuden eheystasot ja riskien todennäköisyydet

| Harvojen vaateiden toimintatapa |                         | Tiheiden vaateiden toimintatapa |                         |
|---------------------------------|-------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| SIL 1                           | $10^{-2} \dots 10^{-1}$ | SIL 1                           | $10^{-6} \dots 10^{-5}$ |
| SIL 2                           | $10^{-3} \dots 10^{-2}$ | SIL 2                           | $10^{-7} \dots 10^{-6}$ |
| SIL 3                           | $10^{-4} \dots 10^{-3}$ | SIL 3                           | $10^{-8} \dots 10^{-7}$ |
| SIL 4                           | $10^{-5} \dots 10^{-4}$ | SIL 4                           | $10^{-9} \dots 10^{-8}$ |

### 5.3 Ohjelman tekeminen [poistettu]

#### 5.3.1 Yhteyden luominen logiikkaan [poistettu]

### 5.4 Ohjelman esitestausta [poistettu]

### 5.5 Järjestelmäkaapin testaus [poistettu]

## 6 Itävallan vaatimukset

Itävaltalaiset vaatimukset sain käyttööni itävaltalaisen yhteyshenkilön kautta. Selvisi, että Itävallan vaatimukset oli kirjoitettu vain saksankielellä ja lisäksi vaatimuksissa oli käytetty itävaltalaisia rautatietermejä.

Kääntämisen aloitin kääntämällä ensin saksasta englanniksi ja englannista suomeksi, koska suoraan suomenkielelle kääntämisessä kääntäjä antoi epäluotettavia käännoiksi. Kääntämiseen käytin montaa eri netistä löytyvää kääntäjää ja sanakirjaa. Vaatimusten kääntäminen oli kumminkin todella hidasta kääntäjistä saatujen epäselvien lauseiden takia. Apua pyysin kahdelta Mipron työntekijältä, jotka osasivat puhua ja lukea sujuvasti saksaa. Toinen heistä ehdotti, että lähetetään vaatimukset ulkopuoliselle käännöstoimistolle käännettäväksi, koska vaatimuksissa käytettiin paljon erikoissanjoja mitkä eivät olleet heille ennestään tuttuja.

Ennen vaatimusten lähettämistä käännöstoimistolle kokosin yhteen tiedostoon tarvittavat vaatimukset, jotka tarvitsin käännettäväksi voidakseni selvittää vaatimusten erot suhteessa Suomen vaatimuksiin. Vaatimukset käännettiin englanninkielelle.

Englanninkielisiin käännoiksiin ei voinut täysin luottaa, sillä käännoiksissä ei oltu aina käytetty oikeita termejä vaan termejä joutui selvittämään erikseen.

Vaatimusten vertailu tapahtui kappalekohtaisesti. Vaatimusten erot esitellään seuraavassa kappaleessa.

## **7 Tulokset**

### **7.1 TCS-testijärjestelmä**

Järjestelmätestissä ohjelma toimi hyvin, vaikka muutamia pieniä muutoksia jouduttiin tekemään ohjelmaan, että saatiin vaihtotyö-opasteet palamaan. Muutoksen tarve paljastui vasta kun testattiin opasteita opastinsimulaattorilla. Muissa opasteissa ei ollut ongelmia.

Käyttöliittymästä annetut komennot toimivat hyvin ja pystyttiin muodostamaan ja lukitsemaan kulkuteitä. Vaihdensimulaattorin mukaan vaihde toimi normaalisti eikä ollut ongelmia vaihteen ohjauksessa.

Itävallassa ensimmäistä kertaa testijärjestelmää testatessa huomattiin, ettei vaihteen lukitus toiminut ja että käyttöliittymän komennoissa oli jotain ongelmia. Syitä näille ei voitu vielä tutkia koska etäyhteys ei ollut vielä toimintakunnossa.

## 7.2 Turvalaitevaatimuksien erot

### 7.2.1 Kulkutien asettaminen

Vaatimuksista löytyi eroja miltä elementeiltä kulkutie on sallittu aloittaa ja mille elementeille kulkutie on sallittua päättää. Itävallassa kulkutien aloittavana tai päättävänä elementtinä voi toimia:

- Pääopastin
- Suojaopastin
- Vaihtotyö-opastin, jolla on kohde (tai kohteena)
- Päätepiste
- Alkupiste
- Vahvistus kentät (Liite 4, luku 3.2.1.1.)

Epäselväksi jäi kuitenkin mitä tarkoitetaan pääte- tai alkupisteellä ja vahvistus kentillä. Näille termeille ei löytynyt selitystä, joten näitä ei voitu ottaa huomioon vertailua tehdessä.

Suomen vaatimukseen verraten ainoana samana kulkutien aloittavana elementtinä voi toimia pääopastin. Erona Itävallan vaatimukseen on, että Suomessa ei ole sallittua aloittaa kulkutietä vaihtotyö-opastimelta ja Suomessa ei ole käytössä suojaopastinta. Suomessa samoja kulkutien päättäviä elementtejä on pääopastin ja vaihtotyö-opastin. Lisäksi Suomessa kulkutie päättävänä elementtinä voi toimia raideosuus tai fiktiivinen kulkutien päättävä elementti, jos kulkutie päättyy suojastukseen. (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 2.4.1.)

Itävallan vaatimuksissa ei käynyt selville voiko kulkutien päättävänä elementtinä toimia raideosuus ja vaatii lisäselvitystä mitä tarkoitetaan pääte- tai alkupisteellä ja vahvistus kentillä.



### 7.2.2 Vaihtokulkutien asettaminen

Itävallassa vaihtokulkutien aloittavana ja päättävänä elementteinä toimivat samat elementit kuin kulkutiellä (Liite 4, luku 3.2.2.1).

Suomessa vaihtokulkutie voidaan aloittaa vain raideopastimelta tai yhdistelmäopastimelta. Erona Itävallan vaatimukseen on, että vaihtokulkutietä ei voida aloittaa pääopastimelta tai suojaopastimelta. Vaihtokulkutien päättävänä elementtinä voi toimia samat elementit kuin Itävallassa lukuun ottamatta suojaopastinta. Lisäksi Suomessa päättävänä elementtinä voi toimia raideosuus tai suojustusopastin. (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 2.4.2.)

### 7.2.3 Kulkutien hylkäämisen perusehdot

Itävallan perusehdoista löytyi paljon samankaltaisuuksia, mutta löytyi myös vaatimuksia mitä Suomen vaatimuksissa ei ole kerrottu. Tarkkaa vertailua ei pystynyt kuitenkaan tekemään, koska jotkut vaatimukset on kerrottu niin erikoisella tavalla, että ymmärtämiseksi olisi tarvittu jonkinlainen kuvallinen selitys. Vaatimuksissa viitattiin S60 nimiseen dokumenttiin ja dokumentin sisältö vaatii tarkempaa perehtymistä, jotta voidaan vertailla Suomen vaatimukseen. (Liite 4, luku 3.2.1.2).

Suomen vaatimuksissa perusehdoja oli enemmän kuin Itävallassa ja selitetty paljon selvemmin ja yksityiskohtaisemmin (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 3.3.1). Erona Suomen vaatimukseen on ainakin vaatimukset, jotka käsittelevät suojaopastinta, koska Suomessa kyseistä opastin ei ole.

### 7.2.4 Vaihtokulkutien hylkäämisen perusehdot

Vaihtokulkutien vaatimuksien erot olivat hyvin samankaltaisia kuten kulkutien vaatimuksissa eli Itävallan vaatimuksissa oli paljon samaa kuin Suomen vaatimuksissa muutamia erikoisuuksia lukuun ottamatta (Liite 4, luku 3.2.2.2.).

Kuten Suomen kulkutien perusehdoissa niin vaihtokulkutien perusehtojakin on enemmän kuin Itävallassa (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 3.3.2).

#### 7.2.5 Kulkutien lukittautuminen

Itävallan vaatimukset kulkutien lukittautumiselle olivat kerrottu hyvin lyhyesti ja antoivat paljon tulkitsemisen varaa (Liite 4, luku 3.2.1.4). Verrattuna Suomen vaatimukseen Itävallan vaatimukset jättävät jälkeensä paljon kysymyksiä (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 4.1).

Suomen vaatimukset täyttävät Itävallan vaatimukset, mutta sisältävät myös vaatimuksia mitä Itävallassa ei ole.

#### 7.2.6 Kulkutien purkaminen ja peruuttaminen

Itävallassa on paljon vähemmän vaatimuksia kulkutien purkamiselle ja peruuttamiselle kuin Suomessa (Liite 4, luku 3.5). Suomessa on esimerkiksi vaatimuksia, kun havaitaan tai ei havaita yksikön lähestyminen mitä Itävallan vaatimuksissa ei ole (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 5). Toiminnallisia eroavaisuuksiakin löytyi, kuten esimerkiksi Itävallassa ei voida manuaalisesti purkaa osakulkuteitä kuten Suomessa (Liite 4, luku 3.5.4.1).

#### 7.2.7 Ohiajovaran purkautuminen

Ohiajovaran purkamisen vaatimuksissa ei löytynyt muita eroja kuin se, että Itävallan ohiajovaralle voidaan lähettää peruutuspyyntö tietyin ehdoin (Liite 4, luku 3.5.4.4). Suomessa taas ei voida lähettää erillistä peruutuspyyntöä ohiajovaralle vaan pitää peruuttaa koko kulkutie, jos halutaan peruuttaa ohiajovara.

#### 7.2.8 Kulkutien hätävarainen purkaminen

Itävallassa on vähemmän vaatimuksia hätävaraiselle purkamiselle kuin Suomessa. Itävallassa vaatimuksena on, että kulkutie ja siihen liittyvä ohiajovara pitää purkautua

yhtä aikaa ja peräkkäisten kulkuteiden purkamisen yhdessä ei ole mahdollista. (Liite 4, luku 3.5.4.2.)

Suomessa hätävaraiselle purkamiselle on määritelty paljon enemmän vaatimuksia, kuten esimerkiksi onko kaikki kulkutien raideosuudet lukittuna, ehtoja purkautumatta jääneen osan hätävaraiselle purkamiselle jne. (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 5.2).

### 7.2.9 Kulkutien valvontaehdot

Erona Suomen vaatimukseen (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 6) on, että Itävallassa ei ollut omaa kappaletta, joka käsittelee valvontaehtoja. Suomen valvontaehto- ja vaatimusten kaltaisia vaatimuksia löytyi kuitenkin sijoitettuna eri kappaleisiin, mutta ei yhtä kattavasti kuten Suomen vaatimuksissa.

### 7.2.10 Opastimen asettaminen näyttämään Seis-opastetta kulkutiellä

Itävallan vaatimuksissa (Liite 4, luku 3.15.1) tässä kappaleessa oli moninkertainen määrä vaatimuksia verrattuna Suomen vaatimukseen (Suomen asetinlaitevaatimukset 2010 2014, luku 5.3.3). Itävallan vaatimuksista kävi ilmi, että jotkut vaatimukset muistuttivat hyvin paljon Suomen valvontaehtoja ja näin ollen kyseisiä vaatimuksia pitää verrata myös Suomen valvontaehtoihin. Itävallan vaatimuksissa oli kuitenkin vaatimuksia, joiden sanallisesta selityksestä ei saanut minkäänlaista käsitystä mitä vaatimuksella tarkoitetaan ja täydellistä vertailua ei voitu tämän takia tehdä.

### 7.2.11 Opastimen asettaminen näyttämään Seis-opastetta vaihtokulkutiellä

Suomessa vaihtokulkutiellä on vähemmän vaatimuksia kuin kulkutiellä ja sama pätee myös Itävallassa. Itävallan vaatimuksissa joidenkin vaatimuksien perään oli merkitty suluissa numero 5 (Liite 4, luku 3.15.2), joka tarkoitti, että kyseinen vaatimus ei ole juuri nyt käytössä. Kuten edellisessä kappaleessa niin tästäkin kappaleesta löytyi muutama valvontaehto.

### 7.2.12 Yhteenveto

Eroavaisuuksia löytyi Itävallan ja Suomen vaatimuksien välillä. Merkittävämpänä erona oli vaatimuksien määrä. Suomessa oli yleensä ottaen enemmän vaatimuksia tiettyä kappaletta kohti, mutta Itävallassa oli myös vaatimuksia mitä Suomessa ei ollut selitetty ollenkaan.

## 8 Pohdinta

Yhtenä opinnäytetyön tavoitteista oli tehdä toimiva testijärjestelmä, joka viedään Itävaltaan. Suomessa testijärjestelmä toimi halutulla tavalla, mutta Itävallassa testijärjestelmä ei toiminutkaan samalla tavalla kuin Suomessa testatessa. Valitettavasti syitä miksi testijärjestelmä ei toiminut samalla tavalla kuin Suomessa ei ehditty selvittämään tämän opinnäytetyön aikana.

Ohjelman tekeminen oli mielenkiintoista, koska Suomessa on hyvin vähän yrityksiä, joissa pääsee tutustumaan rautatiejärjestelmiin. Tämä myös aiheuttaa sen, että perehtyminen rautatiejärjestelmiin vie oman aikansa, kun vastaavaa työkokemusta ei voi hankkia muualta kuin rautatiejärjestelmiä tekevältä yritykseltä. Malliohjelmien käyttäminen oli hyvin helppoa, mutta valmiin malliohjelman kaikkien toimintojen ymmärtäminen vaatii aikansa. Tämä osoittautui pieneksi ongelmaksi esitetausvaiheessa, tilanteissa joissa ilmeni jokin vika. Vian selvittämiseksi joutui melkein aina pyytämään apua kokeneemalta työntekijältä, joka osasi kertoa mistä vika voisi joutua.

Kokonaisuudessaan testijärjestelmä on varsin toimiva ratkaisu, kun halutaan esitellä osaamista mahdollisille yhteistyökumppaneille. Hyvän muokkausmahdollisuuden ansiosta testijärjestelmällä on tulevaisuudessa muitakin käyttömahdollisuuksia kuin testata itävaltalaisia turvalaitteita.

Vaatimuksien vertailussa selvisi, että Suomen ja Itävallan vaatimuksissa on eroja. Selkeimmät erot näkyvät vaatimuksien määrissä. Suomessa vaatimuksia oli yleensä ottaen enemmän ja yksityiskohtaisemmin kuvattu kuin Itävallassa. Eroavaisuuksia aiheutti myös se, että Itävallassa on käytössä toiminnallisuuksiltaan erilaisia opastimia kuin Suomessa.

Vertailussa ei päästy sille tasolle, että olisi voitu kertoa yksityiskohtaisesti, miten vaatimukset eroavat toisistaan. Tämä olisi vaatinut sitä, että olisi pitänyt osata ulkoa, miten Suomen rautatiejärjestelmä toimii. Vertailua vaikeutti myös se, että kaikki vertailtavat vaatimukset eivät olleet aina samannimisten otsikoiden alla. Myös kuinka vaatimus oli kirjoitettu, aiheutti ymmärtämisen kannalta vaikeuksia. Itävallan vaatimuksien ymmärtämiseksi korostui oikeiden termien käytön tärkeys. Englanniksi käännettyissä vaatimuksissa käytettiin sanaa ”release” tarkoittamaan suomeksi purkamista, vapautumista tai Aja-opastetta, vaikka näille sanoille löytyy vastaavat termit myös englanniksi. Väärien termien käyttö antaa lukijalle mahdollisuuden tulkita vaatimuksia väärin ja se ei ole hyvä asia turvallisuuden kannalta.

Vertailussa saatiin kuitenkin selville, että Suomen vaatimukset eivät täytä kaikkia Itävallan vaatimuksia ja näin ollen ei voida alkaa tekemään rautatiejärjestelmiä Suomen vaatimuksien mukaan Itävaltaan. Tarkempien erojen selvittämiseksi tarvitaan läpikäyntiin mukaan henkilö, joka ymmärtää itävaltalaisen rautatiejärjestelmän toiminnan, osaa tulkita vaatimukset ja hallitsee itävaltalaisen rautatietermistön.

## Lähteet

HIMatrix F. 2016. Tuoteseloste HIMA:n kotisivuilta. Viitattu 28.9.2016

[http://www.hima.com/Products/HIMatrixF\\_default.php](http://www.hima.com/Products/HIMatrixF_default.php)

Indusi. 2008. Artikkelin Marco Wegener:in internetsivu.. Viitattu 5.9.2016.

<http://www.marco-wegener.de/technik/indusi.htm>

Mipro. 2016. Mipro Oy:n internetsivu. Viitattu 28.9.2016

<http://www.mipro.fi/fi/>

OPC Foundation. 2016. What is OPC?. Viitattu 18.9.2016

<https://opcfoundation.org/about/what-is-opc/>

Pulliainen, E. 2015. Turvallisuuden ja eheystasojen määrittäminen TET, SIL. Viitattu 28.9.2016

<https://wiki.metropolia.fi/pages/viewpage.action?pageId=114131171>

Ratatekniset ohjeet osa 6. 2014. Liikenneviraston ohjeita. Viitattu 3.10.2016

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo\\_2014-07\\_rato6\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lo_2014-07_rato6_web.pdf)

Rautatieturvalaitteet. 2014. Saarijärvi: Kustantaja Laaksonen.

Rautatieopastimet Itävallassa. 2005. Artikkelin Xover Mud:in internetsivu. Viitattu 19.9.2016

<http://xover.mud.at/~invisible/mirror/sig/asr/desiga.html>

SILworX. 2016. Tuoteseloste HIMA:n kotisivuilta. Viitattu 28.9.2016.

[http://www.hima.com/Products/SILworX\\_default.php](http://www.hima.com/Products/SILworX_default.php)

Suomen asetinlaitevaatimukset 2010. 2014. Toiminnalliset vaatimukset. Viitattu 17.11.2016.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/fir\\_2010\\_toiminnalliset\\_vaatimukset\\_v1.4\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf4/fir_2010_toiminnalliset_vaatimukset_v1.4_web.pdf)

Yhdistelmäopastin – järjestelmämäärittely. 2016. Liikenneviraston oppaita. Viitattu 28.9.2016.

[http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lop\\_2014-04\\_yhdistelmaopastin\\_jarjestelmamaarittely\\_web.pdf](http://www2.liikennevirasto.fi/julkaisut/pdf8/lop_2014-04_yhdistelmaopastin_jarjestelmamaarittely_web.pdf)

## **Liitteet**

- Liite 1. Järjestelmäkaappi edestä [poistettu]
- Liite 2. Järjestelmäkaappi takaa [poistettu]
- Liite 3. Vaihdeilmaisut [poistettu]
- Liite 4. Itävallan kulkutie vaatimukset

### 3. Routes

#### 3.1 General

##### 3.1.1 Classes of route

- Main route
- Shunting route

A route consists of at least one sub route. A sub route can extend over a number of active elements and/or rails.

The upgrading of shunting routes to main routes and the adjustment of main and shunting routes is possible.

##### 3.1.2 Targeted blocking

Reasons for exclusion of targeted blocking:

- short range control as per 7.5 not released for short range control location

Reasons for exclusion of targeted unblocking:

- short range control as per 7.5 not released for short range control location

Targeted blocking and unblocking must be possible separately or jointly for main and shunting routes.

There are no dependency factors and no repercussions on existing settings here.

##### 3.1.4 Bridging of elements in routes

A bridged element is taken out of the route for which it has been bridged and is no longer considered further for this route.

A bridging operation is only permissible if the element is located in a route and the related covering signal is in signal initiation status. The bridging of an element is to be cancelled if the sub route is released via this element (manually or movement activated) or if the protection signal in the route loses the clear aspect (including substitute signal).

#### 3.2 Route setting

##### 3.2.1 Setting a main route

###### 3.2.1.1 Command

Start-destination identifier, if applicable with protected routes, results in the order to set a route with a simultaneous order for subsequent signal initiation.



For start-destination identifier, see Standard Operating Panel specification.

Start and destination can be main or protecting signals, shunting signals with train destination (as destination), destination or starting points and confirmation fields.

All possible rail-related normal and detour routes must be configurable.

### 3.2.1.2 Permissibility checking

Reasons for exclusion are:

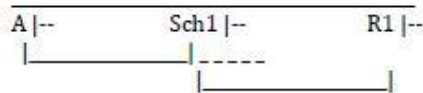
1. Movement exclusions to routes (as per DV S60, except para. 63(1) AB2)
2. Partially released routes in the same direction of travel plus partial routes in the released setting
3. Protected routes in the same direction of travel to the destination of a route to be set up with protected route, if this protected route is not precisely to be set up with the new route setting
4. Movement exclusions to protected routes (as per DV S60, except para. 63(1) AB2)
5. Train destination blocks.
6. Points and signals released for short range control as per 7.2 and 7.3 (excluding destination signals).
7. Points and signals released for short range control as per 7.4 and 7.5 (including destination signals), in so far as they do not also permit main route settings.
8. Signals released for short range control as per 7.2 to 7.5 at the destination of the route, if they do not show "shunting prohibited" or "movement prohibited" (non-reciprocal exclusion).
9. Locking or individual blocking of route points and/or protected route points (protection points and key release instruments for the railway station are not checked here), in the wrong position.
10. The necessity of destination setting with a signal, which is already used by an existing route without destination setting.
11. The existing intermediate point locking of a point in the route to be set.
12. If the main route can be reached in the opposite direction to a signal cleared by an individual release of one or more devices. The search is carried out regardless of point positions. Without exclusion the search in permissibility checking ends if
  - a signal is found which is valid for shunting in the direction of the route, which
    - is not cleared for short range control or which
    - has not configured any short range control or
  - the end of the relevant signal box area is found or
  - the search encounters a section track.

Main signals which permit a shunting route setting without destination setting via this signal do not represent any restriction to the search area.

13. Main routes which can be reached in the opposite direction to a signal cleared by an area release are not permitted apart from
  - the short range control area in which the endangering signal is contained has the planned option "main route in local control area permitted" and
  - the path of the route goes into the short range control area of the endangering signal, through this or out of this and
  - the short range control of the endangering signals (flank protection and movement in the

opposite direction) should be cancelled (no clearing of the signal).

14. Beginning of the route without route protection with a protection signal and end of another route with this protection signal with route protection (this exclusion is to be done by equipment design).



Setting route A - Sch1 with route protection and extension with route Sch1 - R1 without route protection would mean, with an "unrestricted" aspect on the start signal, signal R1 movement without a protected route behind and without speed restriction and is therefore not permitted.

15. A protecting signal as destination signal, which is already used as shunt start.  
 16. Demarcation and flank protection points of short range control areas released as per 7.4 or 7.5 which are not yet locked for the short range control area and are needed for short range control in a position other than for the route in the movement or protected route (analogous to (9)).

Protected routes at the destination which are identical to the protected route to be set can be both fully received and partially released. Such protected routes are taken over into the new route and treated as a new protected route to be set.

Route setting via cleared railway intersection control systems is possible at any time.

If the permissibility checking for the entire route entered has a positive result, it is necessary to check whether indication signs need to be acknowledged. It must be checked whether one or more indication signs are set

- o in a track section of the route and
- o whether, for movements on the free section, [there are] indication signs in a block section up to the control range limit or up to a railway monitoring system in the same control area

Indication signs in the protected route are not taken into account.

If set indication signs have been found, then the operator is required to acknowledge these (separately for each track section with set indication signs). If a track section with indication signs is negatively acknowledged, then the permissibility check is aborted. If all track sections with indication signs set for the desired route are positively acknowledged, a further permissibility check is to be carried out. Only if this permissibility check ends positively may the processing of route setting be continued.



### 3.2.1.3 Route setting

This can only happen if the permissibility checking of the entire route entered as per 3.2.1.1. has had a positive result.

Automatic setting of the equipment required for the route in the required position.

If the correct normal position is achieved, the equipment is locked.

If the automatic setting or locking of a point does not happen, the element release display is shown. Backward closing of remote-operated points is not to be envisaged.

### 3.2.1.4 Whole route locking

This happens if:

- correct position, normal setting and locking of route points and if applicable protected points are present (the same applies to movable point crossings, key release instruments),
- all flank protection conditions are met,
- all movement exclusions for the current route are ensured in accordance with permissibility checking.

Other conditions in connection with auxiliary blocking devices are mentioned in the corresponding chapter of the "BOS" specification.

### 3.2.1.5 Signal initiation

If the start signal or a signal called on in the route is individually blocked or locked as a flank protection element, the route setting ends here and any orders for signal initiation are cancelled.

Signal initiation only occurs under normal setting of the route determined under 3.2.1.4. and an existing order for signal initiation and it brings about the following test procedures:

With arrival main routes and main routes in the railway station:

- clearance for routes including the destination track sections and any rail contact (in the case as per 3.5.5 of a route with a clear detected section) for whole route release in the route

With departure main routes:

- clearance for routes and any rail contact for whole route release in the route.
- normal position of the line block
- clearance for the line track and
- normal position of the line key release instrument.

If the destination track section of a departure main route or a main route in the railway station is occupied (not a possible rail contact) or the normal position checking of the line block, the release

checking of the line track and the normal position checking of the line key release instrument of a departure main route produce a negative result, then the signal initiation continues and one waits until the conditions are met. In all other cases, even with a line track not cleared for departure on a line track with track detection equipment and without line block, the order for signal initiation is automatically cancelled. If there is a section between shunt indicator and start signal, then the order for signal initiation is automatically cancelled if this section is occupied.

If, on a departure main route, section protection is done by means of Sbl-60A, then this is to be initiated. After successful Sbl-60A initiation, or with another system for section protection in connection with the checking processes mentioned above, the initiation order or the activation order from the railway intersection control system is given with subsequent checking for the presence of the specified railway intersection conditions and then initiation of the line block, in so far as this has not already been done in accordance with the type of equipment.

Other conditions in connection with signal-dependent workplace safety equipment are covered in the "Signal-dependent workplace safety equipment" chapter of this specification.

### 3.2.1.6 Release process

Checking processes for signal release:

- completion of the checking processes listed under 3.2.1.5.
- line block initiation carried out
- railway intersection control system requires traffic stop and/or activation order issued for railway intersection control system

Then initiation follows for signal release.

If there are additional main and/or protection signals in a main route between start and destination signal, then these are to be monitored for clearance in the rearward signal in each case. The signal release of a rearward signal in each case should only happen if any forward signal and any GA or GVA to be monitored (forward or on the post) show a clear aspect. As regards the monitoring of additional signals, applicable for train movements, see 4.

An order for signal initiation should only result in one one-off release process.

If, at the destination of a route without protected route, there is protected route from a previous route setting, then the aspect on the start signal is set according to the route without protected route.

### 3.2.2 Setting a shunting route

#### 3.2.2.1 Command



Start-destination identifier results in the order to set a route with a simultaneous order for subsequent signal initiation. For start-destination identifier, see Standard operating panel specification.

Start and destination can be main signals with train destination (as destination), shunting or protection signals, destination and/or starting points and confirmation fields.

All possible rail-related priority and detour routes must be configurable.

### 3.2.2.2 Permissibility checking

Reasons for exclusion are:

1. Movement exclusions to routes (as per DV S60, except para. 63(1) AB2)  
Note: opposing shunting routes on configured track sections are permissible if their starting point lies outside the joint part of the route and the overlapping area is a sub route. Such configured track sections are always sub routes.
2. Run through, partially released routes in the same direction of travel
3. Routes or partially released routes in the same direction of travel, where there is a release fault
4. Movement exclusions to protected routes (as per DV S60, except para. 63(1) AB2)
5. Shunt destination blocking
6. Points released for short range control as per 7.2, 7.3 or 7.4
7. Points released for short range control as per 7.5 for setting shunting routes by the centre issuing the release
8. Signals in the route (in and against the regular direction of travel) released for short range control as per 7.2 or 7.3, except those at the destination of the route, in so far as they show "shunting prohibited" or "movement prohibited" (non-reciprocal exclusion).
9. Signals in the route (in and against the regular direction of travel) released for short range control as per 7.4, except those at the destination of the route, in so far as they show "shunting prohibited" or "movement prohibited" (non-reciprocal exclusion) and they have the configuration "permitted in short range control as shunting route destination"
10. Signals in the route (in and against the regular direction of travel) released when setting shunting routes by the centre issuing the release for short range control as per 7.5, except those at the destination of the route, in so far as they show "shunting prohibited" or "movement prohibited" (non-reciprocal exclusion) and they have the configuration "permitted in short range control as shunting route destination"
11. Locking or individual blocking of route points (any protection points are not checked here) in the wrong position
12. A protection signal as shunt start signal, which is already used as a train destination
13. Reverse, long-term and other shunting routes are mutually exclusive even with the same path
14. Demarcation and flank protection points of short range control areas released as per 7.4 or 7.5 which are not yet locked for the short range control area and are needed for short range control in a position other than for the route in the route travelled (analogous to (11)).

|  |
|--|
| <p>Route setting via released railway intersection control systems is possible at any time.</p> <p>If the permissibility checking for the entire route entered has a positive result, it is necessary to check whether indication signs need to be acknowledged. It must be checked whether one or more indication signs are set</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ in one track section of the route.</li> </ul> <p>If set indication signs have been found, then the operator is required to acknowledge these (separately for each track section with set indication signs). If a track section with indication signs is negatively acknowledged, then the permissibility check is aborted. If all track sections with indication signs set for the desired route are positively acknowledged, a further permissibility check is to be carried out. Only if this permissibility check ends positively may the processing of route setting be continued.</p> |
| <p><b>3.2.2.3 Route setting</b></p> <p>This can only happen if the permissibility checking of the entire route entered as per 3.2.2.1. has had a positive result.</p> <p>Automatic setting of the equipment required for the route in the required position.</p> <p>With the correct normal setting, locking of the equipment occurs.</p> <p>If the automatic setting or locking of a point does not happen, the element release display is shown.</p> <p>For individual points and/or sub routes, flank protection must be able to be configured.</p> <p>Key release instruments as per point 2.2.1. are not taken into account when setting a shunting route.</p>  |
| <p><b>3.2.2.4 Signal initiation</b></p> <p>If the start signal is individually blocked or locked as a flank protection element, route setting ends here and any orders for signal initiation are cancelled.</p> <p>Signal initiation only occurs where there is an order for signal initiation if:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ correct position, normal setting and locking of the route points are present (analogous to movable point crossings),</li> <li>▪ any flank protection conditions are met,</li> <li>▪ all travel exclusions to the route in question are ensured as per permissibility checking.</li> </ul> <p>If the conditions listed previously are present, the initiation order or the activation order</p>   |

from the railway intersection control system is given with subsequent checking for the presence of the specified railway intersection conditions.

No monitoring of a key release instrument as per point 2.2.

**3.2.2.5 Release process**

If signal initiation and the specified railway intersection conditions are present, the release process takes place. An order for signal initiation should only result in one one-off release process.

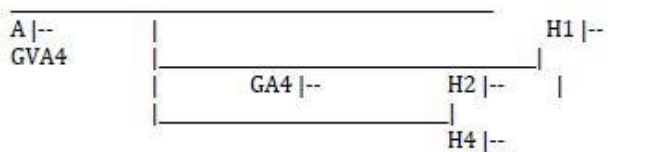
**3.3 Protected route**

With main routes, behind the destination signal and regardless of the starting point of the route set, either no protected route setting or max. 2 protected route settings in different directions are configurable.

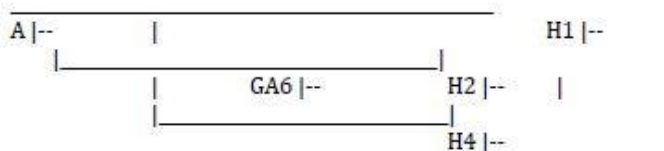
The points in the protected route and its flank protection equipment are to be rigidly assigned to the route and locked for route setting.

Railway intersection conditions in the protected route and track releases in the protected route are not to be dealt with in the route setting.

If the speed on the route should be changed by speed indicators (light or mechanical), then this must apply to the configuration of any protected routes.



Route A - H2: signal A shows "Clear for 60 km/h" protected route behind H2: 0 m



Route A - H2: signal A shows "Clear for 40 km/h" protected route behind H2: 50 m

**3.4 Flank protection**



### 3.4.1 General

The configured flank protection is to be assigned to main route points, backward-locked points, protected route points, crossing and key release instrument as per point 2.2 of a main route and a shunting route (not for key release instruments). Also the configured flank protection is to be assigned to the demarcation elements of a short range control area.

The flank protection elements for shunting routes, main routes and short range control areas can be entirely different and are therefore also to be configured for each of the three requirements.

### 3.4.2 Signals

Configuration offers the following possibilities:

- The signal must offer absolute flank protection.
- The signal never offers flank protection, but substitute flank protection is necessary.
- The signal never offers flank protection, substitute flank protection is not necessary

Signals which never offer flank protection are signals which, because of their construction, are not able to offer flank protection or for which configuration as flank protection equipment was not applied.

Shunting signals and protection signals as flank protection equipment are to be locked. A reason for exclusion for the locking of a signal as flank protection that this signal has already been cleared. An existing initiation is deleted by flank protection locking.

Single shunting signals as flank protection equipment are to be monitored in the "shunting prohibited" setting.

### 3.4.3 Points

Configuration offers the following possibilities:

a) points requiring flank protection (separate for both legs):

- flank protection must be requested
- no flank protection necessary

b) points which can never offer flank protection (separate for both legs):

- flank protection request must be passed on



- flank protection from this leg not necessary

c) points offering flank protection:

- If the point is one for which clearance depends on the setting of a main route or protected route point or the clearance of a main route or protected route point depends on its clearance (WIG case), even if it is a self-selected protection point, absolute flank protection is to be offered.
- If the element is a self-selected protection point, it only offers the set route flank protection for an arbitrary element requiring flank protection. Self-selected protection points do not operate when departing the main route. It is possible to configure whether
  - substitute flank protection is requested
  - no substitute flank protection is necessary.
- in all other cases, the configuration is to distinguish whether (separate for requests from both legs)
  - flank protection is never offered and no substitute flank protection is requested
  - flank protection is never offered but substitute flank protection is necessary
  - flank protection must be offered.  
If the element cannot offer a flank protection and if this can already be detected from the flank protection request, substitute flank protection will be requested. If the obstacle ceases to exist at any time, flank protection will be offered and the requested substitute flank protection will be released.
  - flank protection must be offered where possible. This means that if the element cannot offer flank protection for any reason, no substitute flank protection will be requested. If the obstacle ceases to exist at any time, flank protection will be offered.
  - The element must offer absolute flank protection.

A point which does not have to offer absolute flank protection can be both run through and disrupted.

Self-selected protection points have no default position: after loss, a self-selected protection point must operate one of the two protection requests for the remaining route in the protection setting.

After release, absolute points must automatically go into the protection setting as a route point.

If a flank protection request occurs on a main route or protected route point of its own route, this requirement is considered to be met in all cases.

#### 3.4.4 Movable point crossings

Movable point crossings can never offer flank protection.

Treatment of the movable point crossing in a WIG case between movable point crossing and route points or protection points:

The movable point crossing is set in a parallel-running position but not locked (2). If the movable point crossing does not achieve the necessary position, then an element release is to be displayed. However, just as with a manual reversal of the movable point crossing, the requested position which has not been achieved has no effect on the main route. An element release displayed for the movable point crossing is cancelled by a reversal of the movable point crossing.

#### 3.4.5 Single and double crossing points

Single and double crossing points are to be treated as separate points.

#### 3.4.6 Key release instrument with blocking in one leg

If a flank protection request occurs for a point secured by a key release instrument with blocking in one leg, then there are two options:

- The key release instrument has the configuration "flank protection search in the non-blocked leg". In this case the flank protection request is to be transported further for both legs as per points configuration. (3)
- The key release instrument does not have the configuration "flank protection search in the non-blocked leg". In this case the flank protection request is to be ensured for the non-blocked leg, configurable by locking the key release instrument; for the blocked leg the flank protection request is to be transported further as per points configuration.

If a flank protection request occurs in the direction against the tip of a point secured by a key release instrument with blocking in one leg, then there are two options:

- The key release instrument has the configuration "flank protection search in the non-blocked leg". In this case the flank protection request is to be transported further for both legs as per points configuration. (3)
- The key release instrument does not have the configuration "flank protection search in the non-blocked leg". In this case the flank protection request is to be ensured for the non-blocked leg, configurable by locking the key release instrument; for the blocked leg the flank protection request is to be transported further as per points configuration.

If a flank protection request occurs in the direction towards the tip of a point secured by a key release instrument with blocking in one leg, then

- with a request relating to the blocked leg of the key release instrument, there are two configuration options:

|  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ flank protection request must be passed on</li> <li>▪ flank protection achieved in this leg</li> <li>▪ with a request relating to the non-blocked leg of the key release instrument, there are the same options as for remotely operated electrical point as per the point "Flank protection; points; points offering flank protection". A key release instrument with blocking in one leg can only offer flank protection if the key is retained in the key release instrument and the key release instrument does not have any faults.</li> </ul>   |
| <p><b>3.4.7 Flank protection elements in other signal box areas</b></p> <p>If a flank protection element is in another signal box area, then it is essential that this offers flank protection. What is more these are to be treated as flank protection elements on the own route.</p>  |
| <p><b>3.5 Route release</b></p> <p>Movement-related releases are not to be prevented during the period of an irregular track circuit supply (see Power supply for electronic interlocking specification). Movement-related releases are possible as from route setting.</p>  |
| <p><b>3.5.1 Movement-related releases of the route</b></p> <p>When travelling the route in the direction of travel set, a sub route release occurs depending on the non-released start signal (does not apply for a substitute signal) or on the release of the sub route travelled before this sub route. The sub route must be in the release position. Sub routes with active elements must be cleared before release.</p> <p>The movement-triggered release of the first sub route of a shunting route can be configured to be dependent on the fact that no shunting route destination exists with the start signal for the shunting route (implementation possible via the dependency of the release of the present route or by means of a shunting route via the relevant signal without destination setting for this).</p> <p style="text-align: center;">             V1  --                      V2  --                      V3  --<br/>             _____         </p> <p>Shunting movement V2 to V3 should only be released if no shunting destination exists for V2. Can also be implemented via shunting movement V1</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ V3 without destination setting at V2</li> </ul> <p>When travelling the route in the opposite direction there should be no sub route release.</p> <p>An overall main route release is permissible after completely covering and clearing this</p> |



route in the opposite direction.

After completely covering a partial shunting route in the in the direction of travel set, the direction in that of the sub route is run through again, for which release is irrelevant (e.g. necessary in case of fly shunting operation).

Once the last active route element of the route has been released, the destination track section of the route which is occupied or has become occupied since permissibility checking is released, then finally the locking of electrically set intermediate points which are still occupied remains in effect.

Basically, with movement-triggered route release each clear detected section in the route is to be checked for occupation.

The clear detected sections of route elements which do not lie in the route must be cleared for the release of the route, unless the occupation of these was exclusively on account of a WIG entry as per 5.7.

If a destination track is divided into a number of clear detected sections, then the route on this track may only be completely released if all clear detected sections, with the exception of those lying before the destination signal, are or were occupied. For routes from such a track, the route may only be released if the clear detected section lying before the start signal is or was occupied. For routes excluding main departure routes, the route may only be released if the section before the start signal is or was occupied. If the checking of this section is not possible on account of missing routes, then it is to be checked for occupation during the movement on this track.

For departures with a section between shunt indicator and start signal, the last sub route of the departure should only be released if the section between shunt indicator and start signal is also occupied or was occupied after the permissibility checking was carried out.

### **3.5.2 Movement-related and automatic release of the protected route**

#### **3.5.2.1 General**

No release of a protected route should take place as long as the route assigned to the protected route exists. A protected route can consist of a number of sub routes. In case of only partial release of the protected route, cancellation must still be possible.

A protected route is still also considered as being fully in existence if the cancellation prompt is present or the time delay for the release is already running.

The conditions of the point on movement-triggered release of protected routes and automatic release of protected routes apply regardless of whether the related route is determined or not.

### 3.5.2.2 Movement-related release of the protected route

A protected route should only be subject to movement-triggered release if it is run through in the course of a train or shunting movement when the related route no longer exists.

If a protected route has been successively called on by a route in the same direction, then the protected route is to be movement-triggered released during the course of the release of this route if the route to which the protected route was assigned is already released (excluding intermediate points).

### 3.5.2.3 Automatic release of the protected route

The time for automatic protected route cancellation is to start

1. if the destination track section is occupied or
2. if the last active route element in the route is released and the time for the automatic protected route cancellation has not yet started.

The time for an automatic release of the protected route is configurable.

The protected route should only be released if all the other conditions as per 3.5.2.1 for the release of the protected route are also met. If, at this time, the time for automatic protected route cancellation has already expired, the protected route is released immediately with the main route.

### 3.5.3 Intermediate points release

The locking of intermediate points is only cancelled after run-through of the points concerned, in any direction.

The locking of locked and blocked intermediate points is to be cancelled on arrival with the releasing of the route.

The setting of a shunting route via the specified position of a remotely set intermediate point closed by intermediate point locking is possible.

Intermediate point locking can be cancelled by a documented operation regardless of whether it has been inserted after a main route or a shunting route.

The release of an electrically set intermediate point on a railway station track or track section with shared clearance without any signal supplement only happens after clearance of the entire track. Such points are to be treated as occupied as long as the railway station track or one of the track sections is occupied.

The release of the locking of the protection equipment to an intermediate point must be

|  |
|--|
| <p>simultaneous with the release of the locking of the intermediate point.</p> <p>The locking of an intermediate point must always be released on a route auxiliary release or route cancellation as long as the locking is not an intermediate point locking.</p> <p>The existing intermediate point locking of an intermediate point or its flank protection equipment remains in effect if a route is set via this intermediate point or flank protection equipment and is released again manually.</p>                 |
| <p style="text-align: center;"><b>3.5.4 Manual release</b></p> <p><b>3.5.4.1 Sub route release</b></p> <p>No manual sub route release; however, in case of release failure for a sub route, the rest of the route setting must remain in effect.</p>   |
| <p><b>3.5.4.2 Determined routes (auxiliary release)</b></p> <p>The manual release of a whole route is to be documented.</p> <p>Route and associated protected route must be jointly released here.</p> <p>If a route is subject to auxiliary release and if a signal occurs here which does not have any destination identifier, then the auxiliary release will be forwarded on.</p> <p>The manual release of successive, jointly set routes in the same direction is not possible by means of an operational action.</p> |
| <p><b>3.5.4.3 Non-determined routes (cancellation)</b></p> <p>A manual release of a non-determined route is to be reported.</p> <p>Route and associated protected route must be jointly released here.</p> <p>Cancellation of a number of simultaneously set routes in the same direction must be done separately for each of these routes. Non-determined routes can also be released by means of an auxiliary release as per 3.5.4. 2..</p>  |
| <p><b>3.5.4.4 Protected route</b></p> <p>The auxiliary release of a single protected route is to be done in the same way as the manual release of a determined route.</p> <p>Cancellation of a protected route in the same way as the manual release of a non-</p>   |



determined route.

A cancellation is only possible if the associated route has been released or the associated route has not yet been determined and any time for the automatic protected route cancellation has not yet started.

For all protected routes behind the same destination signal, only either automatic time-delayed release or cancellation is to be envisaged (configurable). Auxiliary release of release by departure is always possible.

### 3.5.5 Routes with only one clear detected section

If a route (train or shunting route) consists of only one clear detected section then, for movement-triggered release of the route, the used of a rail contact must be configurable, unless the clear detected section uses axle counters.

Conditions for movement-triggered release: (4)

Train & shunting movement. During departure on the route the following statuses must occur at least once:

- a) GFM occupied, contact occupied
- b) GFM free, contact free

If status b) after a) has occurred, the route can be released taking account of any other conditions.

## 3.6 Turnback shunting movements

### 3.6.1 Setting

For each combination of start signal - turnback shunting signal there is precisely one (freely configurable) turnback shunting movement. The start signal for a turnback shunting movement can itself have the configuration "turnback shunting signal". The first marked signal is the start signal.

A turnback shunting movement can be reset but not upgraded.

The term "turnback shunting signal" is used here for both shunting and protection signals.

### 3.6.2 Permissibility checking

- a) Permissibility checking similar to shunting movements with the following addition: sub route in the route of the turnback shunting route which is occupied by a shunting or continuous shunting route.

|  |
|--|
| <p>b) As a reason for exclusion of the turnback shunting route it can be configured that the clearance of all clear detected sections between turnback shunting signal and the destination of this shunting route must be present.</p>   |
| <p><b>3.6.3 Remaining route clearance for turn-back movements</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ "Remaining route" is to be understood as the part of a shunting route which lies between the turnback shunting signal and the destination signal of the shunting route.</li> <li>▪ Seen in the direction from the start signal to the destination signal, the remaining route extends over one or more clear-showing shunting signals between turnback shunting signal and destination, i.e. the turnback movement as a whole can consist of several successive shunting routes (which are set simultaneously).</li> <li>▪ The automatic release of the remaining route happens under certain conditions, which are described on the basis of Examples 1 to 4.</li> </ul> |
| <p><b>3.6.3.5 Turnback shunting movement with shunting movement signals without destination setting in the turn-back movement</b></p> <p>If the setting of the turnback shunting movement is done with shunting signals without destination setting in the turnback movement, then the conditions of the examples listed apply unchanged. If in this case it is excluded in the system that a turnback shunting movement can consist of a number of shunting routes, implementation by stringing together shunting routes can be dispensed with.</p>   |
| <p><b>3.6.4 Cancellation of the turn-back movement</b></p> <p>As for the cancellation of the shunting route from the start signal to the next shunting or protection signal with destination setting behind the turnback shunting signal. For manual cancellation of part of the turnback shunting movement, a movement-triggered release for the rest of the turnback shunting movement is to be prevented.</p>   |
| <p><b>3.8 Through-movement blocking</b></p> <p>With the configuration possibilities of the signals as per point 4.14, through-movement blocking can be set up.</p>   |
| <p><b>3.9 Setting a number of routes with an operational action</b></p> <p>If the setting of a number of routes is done with an operational action, then the setting for the individual routes is only permissible if</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ either the permissibility checking is positive for all routes</li> <li>▪ or the permissibility checking is positive for the route closer to the destination, whereby this means that the permissibility checking of the entire setting must</li> </ul>  |



|   |
|---|
| begin with the route which is closest to the destination.   |
| <p><b>3.10 Upgrading</b></p> <p>When upgrading a shunting route, the locking of route elements effected by the setting of the shunting route must be maintained. With flank protection elements which are no longer required for the main route or are required in another setting, the locking is to be cancelled.</p>   |
| <p><b>3.11 Resetting</b></p> <p>Basically, the same conditions apply for resetting as for setting for the first time.</p>   |
| <p><b>3.12 Routes across signal box area limits</b></p> <p><b>3.12.1 Train movement into the adjacent area</b></p> <p>Conditions for a request for approval of a train movement into the other area:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ achievement of route determination at the start of the train movement into the other area</li> </ul> <p>Conditions for revocation of the request (normal position) for approval of a train movement into the other area:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ destination of the train movement into the other cancelled</li> </ul> <p>An approval received for a train movement into the other area can no longer be used if</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a halt setting or halt aspect of the own start signal occurs and</li> <li>▪ the configuration "no through track release in own area" exists (once per approval jointly configured for shunting and train). Once this status is achieved, the usability of an approval for a train movement into the other area is only resumed <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ if the main route is released for movement into the other area and</li> <li>▪ the approval for movement into the adjacent area has been withdrawn and reissued.</li> </ul> </li> </ul> <p>After a "no current status data" status of the approval from the adjacent area, an approval only becomes usable again if it has received the "no approval issued for movement into the adjacent area" status and has been reissued.</p> <p>Processes for signal initiation on train routes for a movement via an approval in the other area:</p> <p style="text-align: center;">With the signal initiation as per point 3.2.1.5, before any issuing of an initiation</p> |

order or before any activation order from the railway intersection control system, the following activities will be set and/or the following checks will be carried out:

- if the "approval for train received, not usable" status exists at this time, then the order for signal initiation is to be cancelled.
- if the "approval for a train movement issued" status does not exist at this time, then the issuing of this approval is to be awaited.
- if the "approval for a train movement issued" status exists when signal initiation exists and if this is usable, then signal initiation as per point 3.2.1.5 is to be continued.

Additional checking process for signal release as per 3.2.1.6 for main routes for a movement based on an approval in the other area:

Approval for a train movement in the other area is issued and this approval is usable.

The speed aspect displayed on the start signal as well as the aspect of any advance signal, GA or GVA also depends on speed information transmitted to the approval from the adjacent area. This information can be transmitted via X25 interface or using the usual technology.

### 3.12.2 Shunting movement into the adjacent area

Conditions for a request for approval of a shunting movement into the other area:

- positive result of the route setting of the shunting movement for movement into the other area

Conditions for revocation of the request (normal position) for approval of a shunting movement into the other area:

- destination release of the shunting movement into the other area

An approval received for a shunting movement into the other area can no longer be used if

- a halt setting or halt aspect of the own start signal occurs and
- the configuration "no through track release in own area" exists. Once this status is achieved, the usability of an approval for a shunting movement into the other area is only resumed
  - if the shunting movement has been released for movement into the other area and
  - the approval for movement into the adjacent area has been withdrawn and reissued.

After a "no current status data" status of the approval from the adjacent area, an approval only becomes usable again if it has received the "no approval issued for movement into the

adjacent area" status.

Processes for signal initiation on shunting routes for a movement via an approval in the other area:

With the signal initiation as per point 3.2.2.4, before any issuing of an initiation order or before any activation order from the railway intersection control system, the following activities will be set and/or the following checks will be carried out:

- if the "approval for shunting not usable" status exists at this time, then the order for signal initiation is to be cancelled.
- if the "approval for a shunting movement issued" status does not exist at this time, then the issuing of this approval is to be awaited.
- if the "approval for a shunting movement issued" status exists when signal initiation exists and if this is usable, then signal initiation as per point 3.2.2.4 is to be continued.

Additional checking process for signal release as per 3.2.2.5 for shunting routes for a movement based on an approval in the other area:

Approval for a shunting movement in the other area is issued and this approval is usable.

### 3.12.3 Train movement in the own area

Conditions for the delivery of an approval of a train movement in own area:

- on achievement of the "signal release" status for a train movement at the approval start signal for the route in own area and
- if "train approval request not usable" identifier is not set.

Conditions for revoking the train approval for the movement in own area:

- a halt setting or halt aspect of the approval start signal occurs on the approval or
- the first sub route of the train movement in own area is in release setting or
- the first sub route of the train movement in own area has been released

If the train approval for movement in own area has been revoked, then a "train approval request not usable" status identifier is to be set internally if

- the configuration "no through track release in own area" exists and
- the first sub route of the train movement in own area has not been released.

The identifier for the "train approval request not usable" status is to be deleted if

- the first sub route of the train movement in own area has been released and
- the approval request takes the "no approval required" status.



|   |
|---|
| <p>The aspect of the approval start signal and additional speed information for the control of advance signal, GA, GVA in the adjacent area are to be transmitted in accordance with specification X25 via X25</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ interface or correspondingly as a conventional interface to the adjacent area.</li> </ul>   |
| <p><b>3.12.4 Shunting movement in own area</b></p> <p>Conditions for the delivery of an approval of a shunting movement in own area:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ on achievement of the "shunting prohibition cancelled" status at the approval start signal for the route in own area and</li> <li>▪ if the "shunting approval request not usable" identifier is not set.</li> </ul> <p>Conditions for revoking the shunting approval for the movement in own area:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ a halt setting or halt aspect of the approval start occurs on the approval or</li> <li>▪ the first sub route of the shunting movement in own area is in release setting or</li> <li>▪ the first sub route of the shunting movement in own area has been released</li> </ul> <p>If the shunting approval for the movement in own area has been revoked, then a "shunting approval request not usable" status identifier is to be set internally if</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ the configuration "no through track release in own area" exists and</li> <li>▪ the first sub route of the shunting movement in own area has not been released</li> </ul> <p>The identifier for the "shunting approval request not usable" status is to be deleted if</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ the first sub route of the shunting movement in own area has been released and</li> <li>▪ the approval request takes the "no approval required" status.</li> </ul> |
| <p><b>3.13 Continuous shunting route</b></p> <p>Each continuous shunting route is to be specifically configured. The destinations constitute the decisive factor for continuous shunting routes.</p> <p>Permissibility checking is similar to that for shunting movements with the following addition: sub route in the route of the continuous shunting route which is occupied by a shunting or turnback shunting route.</p> <p>Setting and signal initiation are to be done in the same way as for a shunting route.</p> <p>Such a route can be reset but not upgraded.</p> <p>Only if the release conditions of the signals (/signal) for the entire continuous shunting route are present may the shunting signal(s) and protection signal(s) located along the</p>  |

route be set to clear.

There is no halt setting of the signal(s) on account of occupation, clearance or fault on a route section.

There is no dependency between the signals.

In the case of a fault (apart from signals and track release fault in the route) and if a release condition ceases to exist, all signals on the continuous shunting route continuous shunting route must go to halt.

There is no movement-triggered release on the continuous shunting route. Manual cancellation and auxiliary release on the same elements which were used for the setting is possible at any time and applies to the whole of the continuous shunting route.

### **3.14 Routes with flank protection elements in other signal box areas**

If there are flank protection elements for the route in other signal box areas, then a determination of the route should only happen if the flank protection equipment in the other signal box area is locked.

A flank protection approval can be used many times. The flank protection to a flank protection approval request is a fixed configuration.

Where there is a fault in the interface with the remote station, a flank protection point locked via the approval continues to be locked. This locking can be released by means of a "flank protection relief release" operation requiring documentation.

### **3.15 Halt setting of signals**

This point will only be based on signals which are released in the course of setting a route. For common starting signals, refer to the supplements given in the corresponding chapter.

#### **3.15.1 Main routes**

Reasons which cause a movement-triggered halt aspect:

1. occupation of the halt aspect section
2. clearance of the section before the signal where the section behind the signal is not cleared
3. clearance of a section of the section to be kept clear when the following section is occupied
4. with time delay after occupation of the halt aspect section if, at the time of occupation the section before the halt aspect section is occupied

Other reasons which cause a halt setting for a signal releasing a train movement:

5. loss of clearance for the clear detected section in the route apart from the section to be kept clear
6. loss of clearance for a flank section
7. loss of clearance for the section to be kept clear with clearance for sections before the signal
8. loss of clearance for a section to be kept clear if the adjacent section to be kept clear in the start direction is cleared
9. immediately after occupation of the halt aspect section if, at the time of occupation, the section before the halt aspect section is not occupied, even if a time delay is configured
10. clearance of a section of the section to be kept clear where the following section is free
11. fault in a clear detected section in the route
12. extinction of a clear aspect lamp
13. failure (also run-through) of a point, single crossing slip point, double crossing slip point, movable point crossing, scotch block or key release instrument in the railway station, which lies in the route or in the protected route or if such equipment offers flank protection
14. halt aspect of a signal called on between the destination of the route and the signal considered
15. activation of the substitute signal on the same post
16. extinction of a monitored speed indicator on the post
17. extinction of a monitored speed advance indicator which is assigned to a main signal (for the assigned main signal)
18. loss of the block criteria necessary for the signal release for a departure (transition of status from "not occupied" to "occupied" as per the chapter "Line block - status transitions for route-dependent signals in the initial train sequence position" is not taken into account here), if the block is not bridged
19. loss of the line track clearance necessary for the signal release, if the associated block is not bridged
20. failure of a key release instrument on the line for a departure, if the block is not bridged
21. loss of a single shunting signal offering flank protection
22. loss of the halt requirement of a railway intersection control system monitored in the signal, if it is not bridged
23. normal position operation of a railway intersection control system monitored in the signal, if it is not bridged
24. auxiliary release of the route
25. halt setting operation
26. operation [for the] revocation of the approval (ZUWI) for a train movement in own area (for the approval start signal on the approval for movement in own area)
27. revocation of the approval for a train movement in the adjacent area
28. no current status data on the approval for movement in the adjacent area with a train movement in the adjacent area



### 3.15.2 Shunting routes

Reasons which cause a movement-triggered halt aspect:

1. clearance for a clear detected section in the shunting route which has become occupied
2. clearance of the section before the signal where the section behind the signal is not cleared
3. with time delay after occupation of the halt aspect section if, at the time of occupation the section before the halt aspect section is occupied (5)
4. clearance of a section of the section to be kept clear when the following section is occupied (5)
5. clearance of a section of the section to be kept clear (5)

Other reasons which cause a halt setting for a signal releasing a shunting movement:

6. clearance for a clear detected section in the shunting route which has become disrupted
7. a change of the clear/occupied indication of a flank section
8. extinction of a clear aspect lamp
9. failure (also run-through) of a point, single crossing slip point, double crossing slip point, movable point crossing or scotch block which lies in the route or if such equipment offers flank protection
10. failure of a key release instrument in the railway station if it offers flank protection
11. halt aspect of a signal called on between the destination of the route and the signal considered
12. activation of the substitute signal on the post of a protection signal
13. failure of a clear detected section in the route
14. loss of a single shunting signal offering flank protection
15. loss of the halt requirement of a railway intersection control system monitored in the signal, if it is not bridged
16. normal position operation of a railway intersection control system monitored in the signal, if it is not bridged
17. auxiliary release of the route
18. cancellation of the route
19. halt setting operation
20. operation [for the] revocation of the approval (ZUWI) for a shunting movement in own area (for the approval start signal on the approval for movement in own area)
21. revocation of the approval for a shunting movement in the adjacent area
22. no current status data on the approval for movement in the adjacent area with a shunting movement in the adjacent area
23. loss of clearance for the clear detected section in the route apart from the section to be kept clear (5)
24. loss of clearance for the section to be kept clear with clearance for sections before the signal (5)
25. loss of clearance for a section to be kept clear if the adjacent section to be kept clear in the start direction is cleared (5)
26. immediately after occupation of the halt aspect section if, at the time of occupation, the section before the halt aspect section is not occupied, even if a time delay is configured (5)

27. clearance of a section of the section to be kept clear when the following section is free (5)  
 28. fault in a clear detected section in the route (5)

### 3.16 Failure of the approval

After a failure of the interface which transmits approval statuses to and from the adjacent railway station, and regardless of the own equipment status and messages from the adjacent interface, the following statuses are to be assumed:

With reference to approval the equipment must adopt the following status:

1. no approval issued for movement in own area
2. no approval request made for movement into the adjacent area
3. with the existence of the message "approval issued for movement into the adjacent area" or on receipt of this message in the course of a general interrogation from an X25 interface, this approval is to be classified as non-usable
4. no approval issued for flank protection
5. no approval requested for flank protection

(1) Not currently implemented

(2) The flat cross is currently closed

(3) This configuration variant is not currently running

(4) Rail contacts for the resolution of a driveway are not currently being implemented.

(5) These conditions are not currently implemented and are used to stop the start signal of a shunting line with the first axis

(6) Replacement signal repeaters are currently not installed on the mast of a protective signal.

(7) Must not be realized at the moment