

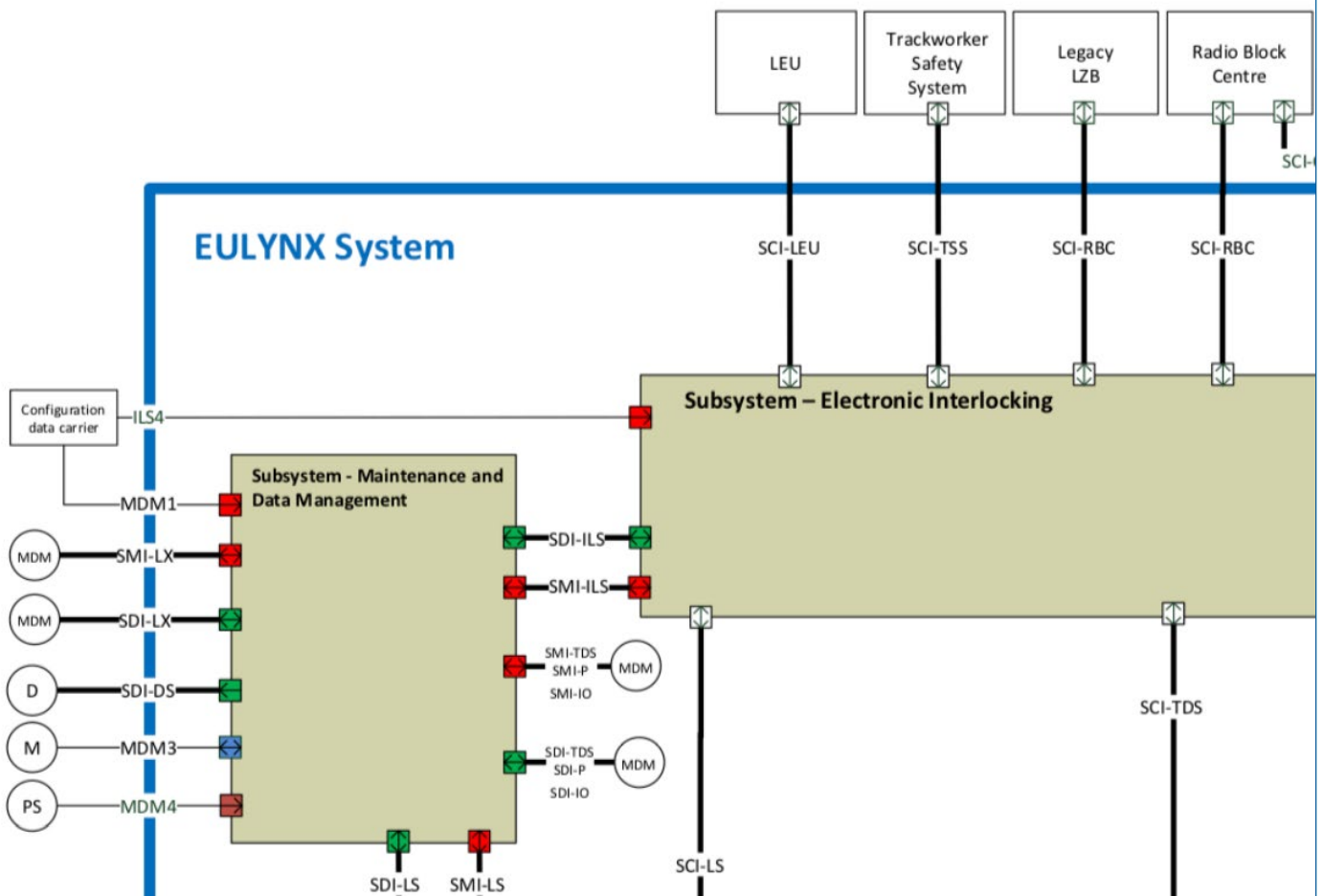


Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston julkaisu
63/2023

Rautatieturvallisuuden rajapintaharmonisointi

Eurooppalainen yhteistyö EULYNX



Lassi Matikainen, Tero Sorsimo, Matias Tuohino, Juuso
Matikainen

Rautatieturvalaitteiden rajapintaharmonisointi

Eurooppalainen yhteistyö EULYNX

Väyläviraston julkaisuja 63/2023

Kannen kuva: EULYNX-hanke

Verkkajulkaisu pdf (www.vayla.fi)

ISSN 2490-0745

ISBN 978-952-405-106-4

Väylävirasto
PL 33
00521 HELSINKI
puh. 0295 343 000

Lassi Matikainen, Tero Sorsimo, Matias Tuohino, Juuso Matikainen: Rautatieturvallisuuden rajapintaharmonisointi - Eurooppalainen yhteistyö EULYNX. Väylävirasto Helsinki 2023. Väyläviraston julkaisuja 63/2023. 44 sivua. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-106-4.

Avainsanat: EULYNX, rautateiden turvalaitteet, asetinlaite

Tiivistelmä

EULYNX on vuonna 2014 aloitettu eurooppalainen aloite, jonka tavoitteena on harmonisoida junaliikenteen ohjaukseen ja turvaamiseen käytettävien asetinlaitteiden sisäisiä ja ulkoisia rajapintoja. Standardisoidut rajapinnat mahdollistavat asetinlaitteiden uudenlaisen modulaarisuuden sekä ulkoisten sovitusten suoraviivaisemman toteutuksen.

Saksalaisen rataverkon haltijan DB Netzen käynnistämässä EULYNX-hankkeessa on tällä hetkellä mukana yhteensä 15 eri maan infran haltijat. Väylävirasto on osallistunut kehitystyöhön alusta lähtien. Aktiivisella osanotolla tarkoin valittuihin klusterityöryhmiin Suomen tarpeet on voitu huomioida kehitystyön varhaisimmista vaiheista alkaen.

Hanke on onnistunut tavoitteissaan, ja vuonna 2023 useissa maissa on käytössä EULYNX-konseptin mukaisia asetinlaiterajapintoja. Niin myös Suomessa, jossa ensimmäinen sovelluskohde oli Pohjois-Suomen kauko-ohjausjärjestelmän liityntärajapinta releasetinlaitteisiin. EULYNX on vakaasti vakiinnuttamassa asemaansa rautateiden turvalaitetekniikan standardiratkaisuna. Tähän merkittävän sysäyksen on antanut myös EULYNX-konseptin mukaan otto vuoden 2021 lopulla perustettuun Euroopan rautatiet -yhteisyrityksen (Europe's Rail Joint Undertaking, ERJU) järjestelmäpilarin toimintaan. Tämä EU-rahoitteinen ohjelma pyrkii kasvattamaan rautateiden kilpailukykyä muihin liikennemuotoihin nähden.

EULYNX-dokumentaatio ja kaikki järjestelmäkehityksen kannalta tarpeelliset spesifikaatiot on tarkoitettu kaikkien saataville. Tällä tavoin mahdollistetaan aivan uudenlainen rataverkonhaltijoiden kannalta edullinen kilpailuympäristö eurooppalaisille asetinlaitemarkkinoille. Tämä dokumentti osaltaan toimii linkkinä tässä ketjussa tarjoten aiheeseen perehtyville pienimuotoisen käsikirjan EULYNX-maailmaan.

EULYNX-työ jatkuu. Uusia määrittelydokumentteja kirjoitetaan ja jo julkaistuja täydennetään. Tämän raportin kirjoitushetkellä on julkaistu EULYNX-dokumenttien versio Baseline 4 release 2. Se ja tulevat tuoreemmat versiot ovat rekisteröityneiden organisaatioiden ladattavissa korvauksetta eulynx.eu-verkkosivuilta.

Lassi Matikainen, Tero Sorsimo, Matias Tuohino, Juuso Matikainen: Harmonisering av gränssnitten för säkerhetssystem för järnvägar - Europeiska samarbetet EULYNX. Trafikledsverket. Helsingfors 2023. Trafikledsverkets publikationer 63/2023. 44 sidor. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-106-4.

Sammanfattning

EULYNX är ett europeiskt initiativ som inleddes 2014 och vars mål är att harmonisera de interna och externa gränssnitten för ställverk som används för styrning och tryggnad av tågtrafiken. Standardiserade gränssnitt gör det möjligt att genomföra ställverkens nya modularitet och de externa anpassningarna på ett mer okomplicerat sätt.

I det EULYNX-projekt som den tyska bannätsförvaltaren DB Netze inlett deltar för närvarande infrastrukturinnehavare från sammanlagt 15 olika länder. Trafikledsverket har deltagit i utvecklingsarbetet ända från början. I de noggrant utvalda klusterarbetsgrupperna har Finlands behov kunnat beaktas från och med utvecklingsarbetets tidigaste skede.

Projektet har lyckats med sina mål och 2023 använder flera länder gränssnitt för ställverk enligt EULYNX-konceptet. Så även i Finland, där det första tillämpningsobjektet var anslutningsgränssnittet för fjärrstyrningssystemet i Norra Finland för reläställverk. EULYNX håller på att stabilisera sin ställning som standardlösning för järnvägarnas säkerhetsanordningsteknik. En viktig impuls till detta har också varit inkluderingen av EULYNX-konceptet i systemspelaren för det gemensamma företaget Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU), som grundades i slutet av 2021. Detta EU-finansierade program syftar till att öka järnvägens konkurrenskraft i förhållande till andra transportsätt.

EULYNX-dokumentationen och alla specifikationer som behövs för systemutvecklingen är avsedda att vara tillgängliga för alla. På så sätt möjliggörs en helt ny konkurrensmiljö för den europeiska ställverksmarknaden som är fördelaktig för bannätsförvaltarna. Detta dokument fungerar för sin del som en länk i denna kedja och erbjuder dem som sätter sig in i ämnet en liten handbok för EULYNX-världen.

EULYNX-arbetet fortsätter. Nya definitionsdokument skrivs och de som redan har publicerats kompletteras. När denna rapport skrevs publicerades versionen Baseline 4 release 2 av EULYNX-dokumenterna. Den och kommande nyare versioner kan laddas ner utan ersättning på webbplatsen eulynx.eu.

Lassi Matikainen, Tero Sorsimo, Matias Tuohino, Juuso Matikainen: Harmonising the interfaces of railway safety systems - European EULYNX cooperation. Finnish Transport Infrastructure Agency Helsinki 2023. Publications of the FTIA 63/2023. 44 pages. ISSN 2490-0745, ISBN 978-952-405-106-4.

Abstract

EULYNX is a European initiative launched in 2014 to standardise the internal and external interfaces of interlocking systems used to control train traffic and improve its safety. Standardised interfaces enable a new kind of modularity of interlocking systems and a more straightforward implementation of external integrations.

The EULYNX project launched by the German rail holding company DB Netze currently involves infrastructure managers from 15 different countries. The Finnish Transport Infrastructure Agency has been part of the development from the beginning. Thanks to active participation in carefully selected cluster working groups, Finland's needs have been taken into consideration since the earliest stages of development.

The project has successfully achieved its objectives, and interlocking interfaces in line with the EULYNX concept are used in several countries in 2023. This also applies to Finland, where the first application was the remote-control system's interface of relay interlocking in Northern Finland. EULYNX is establishing a position as the standard solution for railway safety systems. The inclusion of the EULYNX concept in the Europe's Rail Joint Undertaking (ERJU) founded at the end of 2021 has also advanced these aspirations significantly. This EU-funded programme aims to improve the competitiveness of railways compared to other modes of transport.

EULYNX documentation and all specifications necessary for system development are available to everyone. This creates a completely new, competitive environment benefitting infrastructure managers in the European interlocking market. This document also serves as a link in this chain, offering a small-scale introduction to the world of EULYNX to interested parties.

The EULYNX work will continue. New specifications will be written and those already published will be supplemented. At the time of writing this report, the current version of the EULYNX documents is Baseline 4 release 2. Registered organisations can download it and any future versions free of charge at the eulynx.eu website.

Esipuhe

Väylävirasto on perustajajäsenenä eurooppalaisten rataverkon haltijoiden EULYNX-yhteistyössä kehittämässä asetinlaitteita koskevia vaatimuksia. Työ on toteutettu rataverkonhaltijoiden välisillä yhteistyösopimuksilla ja niiden yhdessä koostamalla rahoituksella.

EULYNX-työn tavoite on rajattu koskemaan asetinlaitteen sisäisiä ja ulkoisia rajapintoja. Vuonna 2022 julkaistun *EULYNX*-dokumentaation versio 4 on kypsä käytettäväksi hankintadokumentteina, ja määrittelytyö jatkuu edelleen. Tarkennuksia ja tekstin täydennyksiä tuodaan eritelmiin muun muassa toteutusprojekteista kerittyneiden kokemusten perusteella.

EULYNX-dokumentaatio on laaja kokonaisuus sisältäen yli 50 nimettyä dokumenttia ja muodostaen monitasoisen rakenteen. Tämän julkaisun tarkoitus on kertoa EULYNX-hankkeesta ja sen tavoitteista, mutta erityisesti pyrkiä lukuohjeen kaltaisesti helpottamaan EULYNX-vaatimukseen perehtymistä. Sen avulla voi suunnitella ja priorisoida oman tutustumispolkunsa tähän laajaan aineistoon.

Julkaisun tekoon ovat osallistuneet Sweco Finland Oy:stä Lassi Matikainen, Tero Sorsimo, Matias Tuohino ja Juuso Matikainen.

Työtä ovat Väylävirastosta ohjanneet Aki Härkönen ja Veli-Matti Kantamaa.

Helsingissä lokakuussa 2023

Väylävirasto
Ratojen kunnossapidon ohjaus ja kehittäminen

Sisältö

1	MIKÄ ON EULYNX?	7
1.1	EULYNX-hankkeen tavoitteesta.....	7
1.1.1	Turvalaitejärjestelmien harmonisointitarve.....	7
1.1.2	EULYNX-hankkeen historia ja käynnistäjät	8
1.2	Väyläviraston rooli hankkeessa	9
1.3	Hankkeen organisaatio ja hallinto	9
1.4	Liityntä muihin kehityshankkeisiin	11
2	EULYNX-HANKKEEN RAKENNE	13
2.1	Vaihde (SCI-P).....	13
2.2	Asetinlaitteiden välinen rajapinta (SCI-ILS).....	13
2.3	Liityntäraajapinta SCI-IO	13
2.4	Kauko-ohjaus SCI-CC.....	14
2.5	Raitteen vapaailmaisuus SCI-TDS.....	15
2.6	Valo-opastin SCI-LS.....	15
2.7	Tasoristeys SCI-LC/LX	15
2.8	Radiosuojastuskeskus SCI-RBC.....	15
2.9	Referenssiarkkitehtuuriklusteri RA.....	16
3	DOKUMENTTIRAKENNE	17
3.1	Geneeriset ja tukidokumentit (General).....	19
3.1.1	<i>EULYNX Documentation plan Eu.Doc.11</i>	19
3.1.2	<i>EULYNX Glossary Eu.Doc.9</i>	19
3.1.3	<i>EULYNX Domain Knowledge Eu.Doc.10</i>	19
3.1.4	<i>EULYNX Reference Document list Eu.Doc.12</i>	20
3.1.5	<i>Signal Aspect Table Eu.Doc.37</i>	20
3.1.6	<i>Modelling Standard Eu.Doc.30</i>	20
3.2	Vaihe 1 (Konsepti).....	21
3.2.1	<i>EULYNX Concept</i>	21
3.3	Vaihe 2 (Järjestelmän määrittely ja toiminnalliset riippuvuudet).....	21
3.3.1	<i>EULYNX System Definition Eu.Doc.7</i>	21
3.3.2	<i>EULYNX Security Concept Eu.Doc.15</i>	24
3.4	Vaihe 3 (Riskianalyysi ja riskien arviointi)	24
3.4.1	<i>EULYNX Security Threat and Risk Analysis Eu.Doc.116</i>	24
3.5	Vaihe 4 (Järjestelmävaatimusten määrittely).....	24
3.5.1	<i>EULYNX System Architecture Specification Eu.Doc.16</i>	25
3.5.2	<i>Specification of Point of Service Signalling Eu.Doc.100</i>	25
3.5.3	<i>Generic interface and subsystem requirements Eu.Doc.20</i>	26
3.5.4	<i>Generic interface and subsystem requirements for SCI Eu.Doc.119</i> 26	
3.5.5	<i>Generic interface and subsystem requirements for SMI Eu.Doc.120</i> 26	
3.5.6	<i>Requirements Specification for subsystems</i>	26
3.5.7	<i>Requirements Specification for SCI-XX</i>	27
3.5.8	<i>Security Specification Eu.Doc.114</i>	27
3.6	Vaihe 5	28
3.6.1	<i>Interface definition SCI Eu.Doc.92</i>	28
3.6.2	<i>Interface specification SCI Generic Eu.Doc.93</i>	28
3.6.3	<i>Interface specification SCI-XX</i>	28
3.6.4	<i>Interface definition SDI Eu.Doc.77</i>	29

3.6.5	<i>Interface specification SDI Generic Eu.Doc.94</i>	29
3.6.6	<i>Interface specification SDI-XX</i>	29
3.6.7	<i>Interface definition and specification SMI Eu.Doc.76</i>	29
3.6.8	<i>Interface definition and specification SSI Eu.Doc.117</i>	30
3.7	Vaatimusten sovellettavuus.....	30
4	KOKEMUKSET SUOMESSA.....	32
4.1	Pohjois-Suomen kauko-ohjaus.....	32
4.2	Laitetoimittajan kokemuksia.....	33
4.3	Joensuun asetinlaitteen RBC-varaus.....	34
5	KOKEMUKSET ULKOMAILLA.....	36
6	EULYNX-LINKKI FIR:IIN.....	38
7	EULYNX-HANKKEEN SEURAAVAT ASKELEET.....	39
7.1	Yleinen kehitys.....	39
7.2	EULYNX-akatemia.....	39
7.3	Testilaboratorio.....	40
7.4	Aineiston saatavuus.....	41
	LÄHDELUETTELO.....	42

1 Mikä on EULYNX?

1.1 EULYNX-hankkeen tavoitteesta

1.1.1 Turvalaitejärjestelmien harmonisointitarve

Rautateiden liikenteenohjaus- ja turvalaitejärjestelmien perustoiminnat ja toteutustekniikka ovat kehittyneet yli 150 vuoden aikana pitkälti laitetoimittajalähtöisesti ja kansallisesti, mikä on johtanut omiin maakohtaisiin ratkaisuihin. Nämä poikkeavat toisistaan sekä peruseräpäätteiltään että laitetoteutuksiltaan. Näitä koskevista kansallisista vaatimuksista ovat rataverkon omistajat pitäneet edelleen kiinni, koska uusien laitteiden halutaan olevan vanhojen kanssa yhteensopivia ainakin päätoimintaperäisiltään. Tietokonetekniikan korvattua reletekniikkaa rautateiden turvalaitteiden toteutustapana on tekniikka-alusta alkanut yhdenmukaistua eri maiden kesken.

Ongelma on edelleen toiminnallisten vaatimusten erilaisuus, eli niiden suuri eroavaisuus eri maiden välillä. Asetinlaitteiden toiminnallisia vaatimuksia on pyritty harmonisoimaan 1990-luvulta lähtien. Kansainvälisellä rautatieliitolla UIC:llä on ollut tässä alkuun vahva rooli. Yksi sen piirissä aloitetun kehitystyön kehityshaara on johtanut ERTMS-spesifikaatioihin, joilla määritellään eurooppalaisen junakulunvalvontajärjestelmän vaatimukset. Turvalaitetekniikan ytimen, asetinlaitevaatimusten, määrittely on edennyt hitaammin, vaikka tätäkin on tehty jo yli 30 vuotta 1980-luvun lopusta lähtien.

Ensin 1990-luvulla UIC:n alainen European Railway Research Institute ERRI pyrki kuvaamaan asetinlaitevaatimuksia formaalilla tavalla, ja tämän perusteella pyrkiä harmonisoimaan näitä vaatimuksia. Kuvaustapa luotiin, mutta harmonisointi jäi vain tavoitteeksi.

Seuraava UIC:n yritys oli Euro-Interlocking-projekti vuosina 1999–2006. Työssä saatiin määriteltyä asetinlaitteiden ylätasoa vaatimuksia, mutta varsinainen tavoite, toiminnallisten vaatimusten harmonisointi, jäi tuolloinkin saavuttamatta. Projektin ongelma oli liian pieni, pääosin vuosittain vaihtuva henkilöstö. Euro-Interlocking-spesifikaatioilla oli jo hyötykäyttöä, sillä esimerkiksi Suomen asetinlaitevaatimusten laatuvaatimussuus perustuu edelleen näihin yli 15 vuotta vanhoihin vaatimuksiin.

Seuraava asetinlaitevaatimusten harmonisointihanke oli INESS (INtegrated European Signalling System). Projekti oli EU:n tutkimuksen ja kehityksen kehitysohjelman projekti, jossa oli mukana 30 partneria. Mukana oli kuusi infranhaltijaa, yhdeksän turvalaitetoimittajaa, kuusi yliopistoa, seitsemän konsulttia sekä UNIFE ja UIC. Projekti toteutettiin vuosina 2008–2012. Projektin kustannuksista 64 % katettiin EU-rahoituksella. Tämäkään työ ei kovasta panostuksesta huolimatta johtanut tyydyttäviin tuloksiin, vaikka Euro-Interlocking-projektista päästiinkin taas askel eteenpäin. INESS-hankkeen ongelma oli liian suuri osanottajajoukko liian erilaisin intressein. INESS-dokumentteja ei ole Suomessa hyödynnetty.

Seuraava askel onkin sitten EULYNX.

1.1.2 EULYNX-hankkeen historia ja käynnistäjät

EULYNX on jatkumoa edellä mainittuihin hankkeisiin. Aiemmista hankkeista pyrittiin ottamaan oppia. Kaikki osanottajat ovat rataverkon haltijoita, joilla on yhteinen intressi – säästö turvalaitteiden linkaarikustannuksissa. Varsinainen hanke alkoi vuonna 2014, ja se jatkuu ”toistaiseksi”.

Yksi oppi aiemmista hankkeista oli työn järkevä rajaaminen ”hallittavaksi” resurssit huomioiden. Tavoitteeksi asetettiin määritellä asetinlaitteen ulkoisia ja sisäisiä rajapintoja sekä tärkeimpien ulkolaite-elementtien toiminnallisuutta. Itse asetinlaitteytimen toiminnallisuuteen ei hanke puutu. Rajapintojen määrittelyllä pyritään mahdollistamaan eri toimittajien laitteiden yhdistäminen toisiinsa nykyistä joustavammin. Tavoite on, että samaan asetinlaitejärjestelmään voidaan liittää usean laitetoimittajan komponentteja ja että yksittäisiä laitteita voidaan uusia niiden tullessa linkaarensa päähän ilman, että koko asetinlaitejärjestelmä on uusittava.

EULYNX-hankkeen käynnistävä voima oli saksalainen DB Netze, mutta mukana oli alusta lähtien muitakin suuria rataverkon haltijoita kuten Network Rail (Iso-Britannia) ja SNCF (Ranska). Tärkeitä toimijoita hankkeen alussa olivat myös kaikki Benelux-maiden rataverkon haltijat ja BaneNor (Norja). Väylävirasto on ollut mukana hankkeen suunnittelussa ja ideoinnissa sen alusta lähtien. Väyläviraston kontaktit, joilla hankkeen valmisteluvaiheeseen päästiin mukaan, on luotu vuosittain Saksan Fuldassa pidettävissä Signal+Draht-kongresseissa.



Kuva 1. Saksan Aachenissa 23.8.2013 pidetyn EULYNX-kick-off-kokouksen osallistujia. Suomen edustajina Aki Härkönen (2. oik) ja Lassi Matikainen (6. oik).

Nykyinen osanottajamäärä on 15 ja jäseniä ovat:

- norjalainen Bane NOR SF,
- luxemburgilainen Chemins de Fer Luxembourgeois CFL,
- saksalainen DB Netze,

- kroatialainen HŽ Infrastruktura,
- belgialainen INFRABEL nv,
- brittiläinen Network Rail,
- itävaltalainen ÖBB-Infrastruktur AG,
- hollantilainen ProRail BV,
- italialainen Rete Ferroviaria Italiana,
- sveitsiläinen SBB Infrastruktur,
- ranskalainen SNCF Réseau,
- slovenialainen SŽ-Infrastruktura,
- tšekkiläinen Správa železnic,
- ruotsalainen Trafikverket, ja
- suomalainen Väylävirasto.

Näistä uusimpia jäseniä ovat myöhemmin hankkeeseen liittyneet Slovenian SŽ infrastruktura, Ruotsin Trafikverket, Sveitsin SBB, Italian RFI ja Itävallan ÖBB-Infrastruktur, Tšekin Správa železnic sekä viimeisimpänä viidestoista organisaatio Kroatian HŽ Infrastruktura, joka liittyi hankkeeseen kesäkuussa 2023.

1.2 Väyläviraston rooli hankkeessa

Väylävirasto on ollut mukana hankkeen valmisteluvaiheesta alkaen, ja ollut aktiivinen osallistuja koko hankkeen ajan.

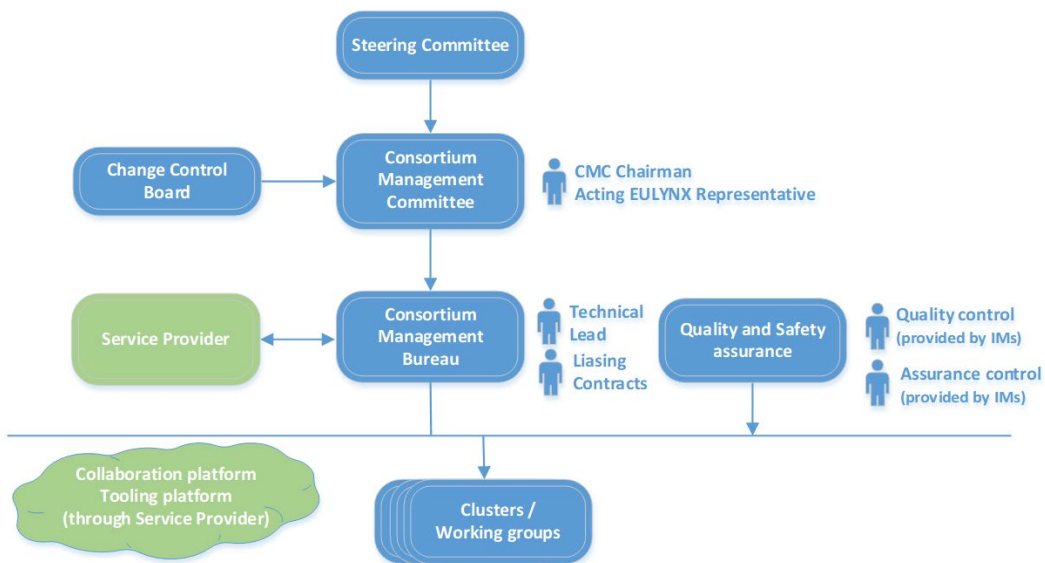
Väyläviraston resurssit tällaiseen hankkeeseen ovat kuitenkin rajalliset verrattuna suuriin rautatiemaihin. EULYNX-hanke jakaantuu useisiin alaryhmiin, klustereihin. Näitä on noin 15. Määrä on epämääräinen, koska klustereiden määrä ”elää”. Väylävirasto on siksi valinnut aktiivisiksi osallistumiskohteiksi klusterit, joihin liittyen sillä on eniten osaamista ja joiden sisältöön sekä lopputuloksiin katsotaan olevan eniten tarvetta myötävaikuttaa.

Väyläviraston osallistumisesta klustereihin on tarkempi kuvaus myöhemmin kappaleessa 2.

1.3 Hankkeen organisaatio ja hallinto

EULYNX-hanke on perustettu konsortiosopimuksella, jossa on määritelty hankkeen organisaatiomalli, vastuut ja rahoitusmalli.

Pääorganisaatorakenne on esitetty seuraavassa kuvassa:



Kuva 2. EULYNX-hankkeen organisaatio /1/.

Ylimpänä hallintaelimenä ja hankkeen valvojana toimii Steering Committee SC. Sen jäseninä ovat hankkeen osallistujaorganisaatioiden johtotason edustajat. Tämän raportin kirjoitushetkellä puheenjohtajana toimii hollantilaisen ProRailin Paul Hendriks. Steering Committee kokoontuu neljästi vuodessa. Sen rooli vastaa yhtiön hallitusta. Jäseninä ovat kaikkien osallistujaorganisaatioiden edustajat. Väyläviraston edustajina EULYNX-hankkeen ohjausryhmässä (EULYNX Steering Committee) ja sen konsortioyhmässä (EULYNX Consortium Management Committee) ovat olleet Veli-Matti Kantamaa ja Aki Härkönen.

Consortium Management Committee CMC vastaa hankkeen ohjauksesta ja sen operatiivisista päätöksistä. Tämän raportin kirjoitushetkellä puheenjohtajana toimii ranskalaisen SNCF:n Franco Tomassoni. CMC kokoontuu myös neljästi vuodessa. Myös tässä ryhmässä ovat jäseninä kaikkien osallistujamaiden edustajat.

Hankkeelle palkatut henkilöt muodostavat konsortioimiston, Consortium Management Bureau. Siihen kuuluu kiinteällä konsulttisopimuksella työhön sidotut resurssit. Tärkeimmät resurssit ovat Mirko Blažič ja Nico Huurman, molemmat Sloveniasta.

Neljäs tärkeä organisaatioyksikkö on Change Control Board CCB. Sen tehtävänä on hyväksyä kaikki hankkeen uudet tuotosdokumentit ja niihin tehdyt muutokset. Tämän ryhmän puheenjohtaja on DB Netzen Berndt Elweiler. Suomalaisena jäsenenä on toiminut Veli-Matti Kantamaa.

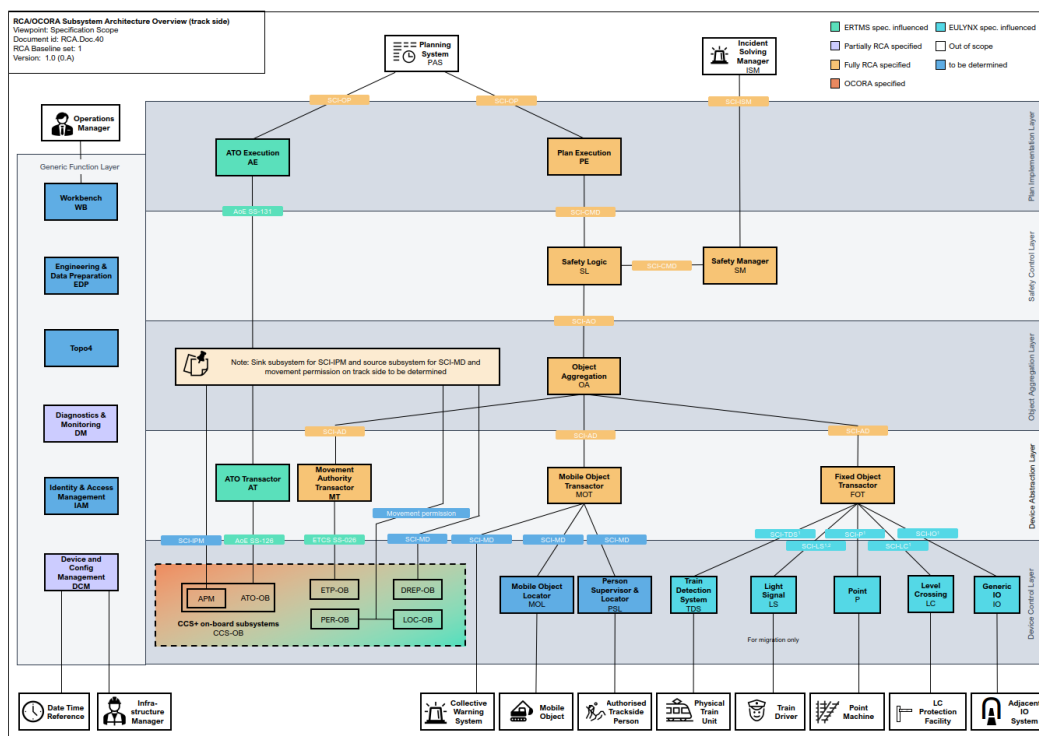
Itse dokumenttien kehitystyö tapahtuu työryhmissä, joita kutsutaan klustereiksi. Näihin osallistumisesta päättävät osallistujaorganisaatiot omien intressiensä mukaan. Klustereissa osallistujaorganisaatioiden määrä vaihtelee välillä noin 5–10, joten osassa klustereita hyvin pieni joukko saattaa vastata koko hanketta koskevista tuotosdokumenteista.

Kuvan 2 organisaatiokaaviossa on myös Quality and Safety Assurance -laatikko. Sen tehtävä on nimensä mukaisesti vastata tuotosdokumenttien laadun ja turvallisuuden varmistamisesta.

Hankkeen kiinteät kustannukset muodostuvat lähinnä CMB:n kustannuksista sekä sen tilaamista konsulttipalveluista. SC-, CMC- ja CCB-työn sekä varsinaisen klusterityön kustannuksista vastaavat osallistujaorganisaatiot itse. Kiinteiden kustannusten jakoperiaate on sovittu konsortiosopimuksessa. Osallistujamaat on jaettu rataverkon suuruuden perusteella kolmeen kategoriaan. Toteutuneet kustannukset jyvitetään osallistujille tämän jaon mukaan. Väylävirasto kuuluu kategoriaan ”keski-suuri”. EULYNX-konsortion rahaliikenne, jolla jäsenet maksavat vuosimaksunsa, on nykyään toteutettu ERTMS Users Group EUG ETEY (eurooppalainen taloudellisesta etuystymä) kautta.

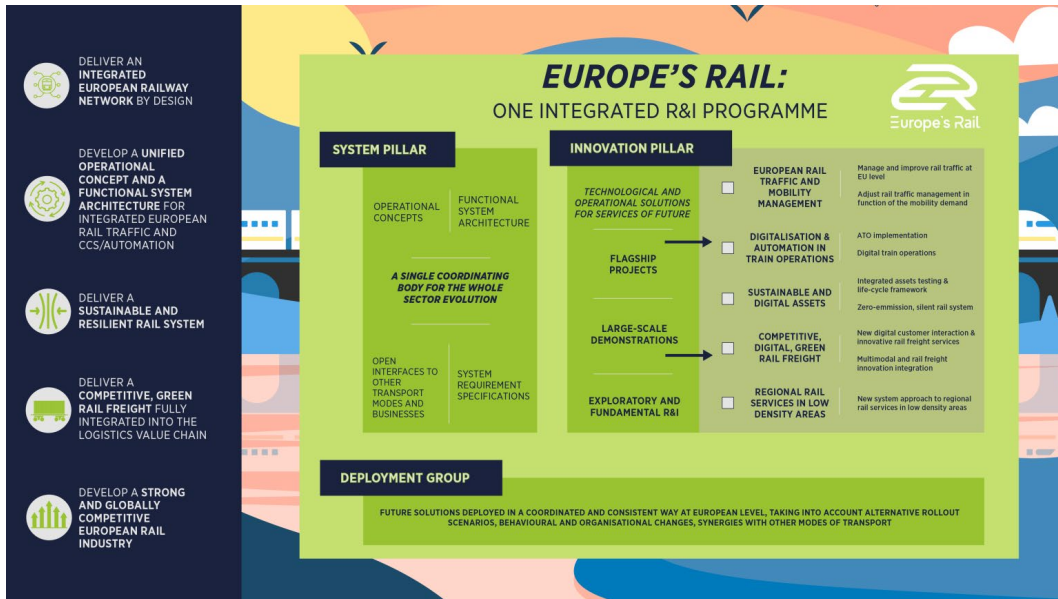
1.4 Liityntä muihin kehityshankkeisiin

EULYNX yhdessä ERTMS Users Groupin kanssa on käynnistänyt RCA-hankkeen, jossa määritellään rautateiden liikenteenohjauslaitteiden vaatimuksia. RCA on lyhenne sanoista Reference CCS Architecture. EULYNX-dokumentit ovat osa RCA-tulosdokumenteja. EULYNX-hankkeessa määritellyjä asetinlaitteen ulkolaitteiden rajapintavaatimuksia noudatetaan RCA-hankkeessa.



Kuva 3. RCA-hankkeen määrittelykohteita. Kuvan vaaleansiniset laatikot ovat EULYNX-hankkeen osuutta.

EU on käynnistänyt vuoden 2021 lopulla Euroopan rautatiet -yhteisyrityksen (*Europe's Rail Joint Undertaking, ERJU*). Se on jatke Shift2Rail-ohjelmalle. ERJU pyrkii kasvattamaan rautateiden kilpailukykyä muihin liikennemuotoihin nähden. EULYNX-hanke on osana tätä uutta EU-ohjelmaa sen järjestelmäpilarissa (*System Pillar/Operational Concepts* -osuudessa kuvassa 4). Tavoitteena on ottaa RCA/EULYNX-vaatimukset osaksi kehitettäviä uusia rautateiden teknisten järjestelmien eurooppalaisia vaatimuksia.



Kuva 4. Euroopan rautatiet -yhteisyrityksen (Europe's Rail) tavoiteohjelman pääsisältö /8/.

2 EULYNX-hankkeen rakenne

Asetinlaitteiden sisäisiä ja ulkoisia liityntärajapintoja määrittelevät SCI-termillä (*Standard Communication Interface*) nimetyt rajapinnat. Nämä muodostavat samalla kutakin rajapintaa kehittämään keskittyneen klusterijaon. Rajapintajako on osittain dynaaminen, joten eri rajapintojen keskinäinen fuusio tai uusien rajapintojen syntyminen ei ole poissuljettua. Syksyn 2023 tilanteessa eri EULYNX-SCI-rajapintoja on määritelty yhteensä 11 kpl.

Varsinaiseen ohjaus- ja ilmaisukommunikaatioon keskittyvien SCI-rajapintojen rinnalla on kutakin rajapintaa varten spesifioitu diagnosointiin keskittynyt SDI-rajapinta. SDI-aineistoa kehitetään ja tarvittaessa muokataan yhdessä SCI-dokumenttaation kanssa.

Klusterityöryhmät kokoontuvat tarvittaessa aikataulujensa mukaan, ja niihin osallistuvat konsortion jäsenet omilla asiantuntijaresursseillaan. Kaikki konsortiojäsent eivät osallistu kaikkien klusteriprojektien työhön. Väyläviraston edustajina valituissa klusterityöryhmissä ovat olleet Lassi Matikainen ja Tero Sorsimo.

Seuraavassa esitellään ensin kutakin teknistä rajapintaa koskevat SCI-klusterit ja lopuksi muut generiset klusterityöryhmät.

2.1 Vaihde (SCI-P)

SCI-P (*Point*) on keskitetyn käännettävän elementin, eli vaihteen tai raiteensulun asetusosan ja asetinlaitteen välinen rajapinta. Suomi ei ole tässä työssä ollut mukana. Suomessa käytettävä nelijohtiminen vaihteenohjauskenttä on monissa muissa klusterin osanottajamaissa standardiratkaisu. Vaikka tällä ei suoraa vaikutusta asetusosan ja asetinlaitteen väliseen kommunikaatioon ole, on nelijohtimisen kytkennän ominaisuudet huomioitu rajapinnan kehitystyössä.

2.2 Asetinlaitteiden välinen rajapinta (SCI-ILS)

ILS-rajapinta (*Interlocking System*) käsittää asetinlaitteiden välisen rajapinnan. Tämä voi sijaita joko asetinlaitteen ja suojastuksen rajapinnassa tai keskellä linjaa. Rajapintaspesifikaatiossa on huomioitu myös ratapihalla olevat kahden asetinlaitteen väliset suorat rajapinnat.

Suomi on ollut alusta asti aktiivisesti mukana SCI-ILS-klusterityössä. Erityisesti suojastusrajapintojen harmonisointi Väylävirastolla sovellettavien periaatteiden mukaiseksi on edellyttänyt tarkkaa klusterityöskentelyssä mukanaoloa. Vetovastuu tässä klusterissa on DB:llä.

2.3 Liityntärajapinta SCI-IO

Asetinlaitteen ja siihen IO-rajapinnan (*Input/Output*) kautta liitettävien elementtien väliseksi rajapinnaksi tarkoitettu SCI-IO on ensisijaisesti ajateltu käytettävän vakiokytkentäisten ulkolaitteiden, kuten paikalliskääntöpainikkeiden ja niiden ilmaisimien liittämiseen. Rajapintaa voidaan kuitenkin käyttää vapaasti myös muihin IO-

liitäntää vaativiin tarkoituksiin, kuten avattavien siltojen tai porttien riippuvuuksien järjestämiseen asetinlaitteeseen. Eräs käyttösovellus on myös asetinlaiteriippuvaisen tasoristeyslaitoksen liityntärajpinta SCI-LX/LC-rajapinnan korvikkeena.

Suomella on tässä klusterissa ollut alusta asti aktiivinen rooli, vaikka vetovastuu onkin DB:llä. Erytishuomio on kiinnitetty rajapinnan yhteensopivuuteen suomalaisten paikalliskäännön ilmaisuvaatimuksien kanssa.

Klusterin vetovastuu oli alkuun BaneNOR:llä, mutta se on siirtynyt DB:lle.

2.4 Kauko-ohjaus SCI-CC

Kauko-ohjausrajapintaa käsittelevä SCI-CC-klusteri (*Control Centre*) on Suomen kannalta sikäli merkittävä, että se on ensimmäinen EULYNX-rajapinta, jota on sovellettu tuotantokäytössä. Tarkempi selostus tästä on luvussa 5.

Suomi on ollut alusta asti mukana CC-klusterityössä, ja vaikuttanut varsinkin rajapinnan sovelluskohteena olevan POKA-hankkeen havaintojen perusteella rajapintaspesifikaation puutteiden korjaukseen ja Suomen kannalta merkittävien rajapintatietojen täydentämiseen.

Klusterin vetovastuu on Network Raililla. Klusterissa oli alun alkaen kuusi osanottajamaata, mutta ratatyön varoitusjärjestelmän (TSS) integroinnin jälkeen myös SNCF, Infrabel ja Prorail liittyivät mukaan.



Kuva 5. CC-klusterin kokous Glasgow:ssa syyskuussa 2017. Mukana osanottajat Iso-Britanniasta, Ranskasta, Saksasta, Luxemburgista, Sloveniasta, Norjasta ja Suomesta. Kuva: Lassi Matikainen.

2.5 Raiteen vapaailmaisuus SCI-TDS

Raiteen vapaailmaisuusjärjestelmän ja asetinlaitteen välinen rajapinta on nimetty SCI-TDS (*Train Detection System*). Liitäntämahdollisuus on sekä akselinlaskennalle että raidevirtapiireille.

Suomi ei ole ollut mukana tämän klusterin työskentelyssä.

2.6 Valo-opastin SCI-LS

LS-rajapinta (*Light Signal*) on tarkoitettu asetinlaitteen ja valo-opastimen ulkolai-teohjaimen väliseen sovitukseen.

Tässä klusterityössä Suomi on ollut alusta asti mukana. Näin ollen rajapintadoku-mentaation osana oleviin opastekäsitetaulukoihin on saatu listattua Suomen ajan-tasaiset opastinkäsitteet. LS-klusterin muita alkuperäisiä osanottajamaita ovat DB, Prorail, CFL, BaneNOR, NR ja SZ.

2.7 Tasoristeys SCI-LC/LX

Tasoristeysliityntä käsitellään LC/LX-klusterissa. Suomi liittyi tähän työhön mukaan keväällä 2023.

LC/LX-spesifikaatioiden kirjoitukseen ovat alun perin osallistuneet vain Saksa, Norja, Luxemburg ja Slovenia. Klusterin tavoitteena oli kehittää tasoristeykselle SCI-LC-rajapintamäärittelyn osana ulkolaitealiijärjestelmä eli asetusosa. Osanotta-jamaiden toisistaan vahvasti poikkeavat kansalliset tasoristeysvaatimukset hankaloittivat työtä, ja tavoite todettiin osin mahdottomaksi. Marraskuussa 2019 EULYNX-hankkeen johto-organisaatiot päättivät jakaa klusterin työn kahteen osaan. Asetusosasta päätettiin kompromissina tehdä yksinkertainen generinen asetusosa, jonka määritteli SCI-LC-spesifikaatio. Määriteltäväksi sovittu uusi SCI-LX-rajapinta oli tarkoitettu vastaamaan komplekseihin kansallisiin tasoristeysvaati-muksiin. Sen avulla on mahdollista liittää kunkin maan kaikki kansallisten vaati-musten mukaiset tasoristeysjärjestelmät EULYNX-rajapinnalla asetinlaitteeseen. Itse asetusosan toiminnallisuutta ei LX-rajapinta määrittele lainkaan.

Tällä hetkellä klusterin työssä ovat alkuperäisjäsenten lisäksi mukana Britannia, Ruotsi, Ranska ja Suomi.

2.8 Radiosuojastuskeskus SCI-RBC

RBC-klusteri (*Radio Block Centre*) oli alunperin tarkoitettu ETCS/ERTMS-tason 2 radiosuojastuskeskuksen liityntärajapinnan määrittelyyn. Sitä se on edelleenkin, mutta siihen on integroitu myös hetken aikaa itsenäisesti olemassa ollut SCI-CEC-klusteri, joka oli käytännössä Suomen ja Luxemburgin CFL:n yhteishanke tavoit-

teenaan luoda keskitetty ETCS/ERTMS-tason 1 ohjaus. Lopulta todettiin CEC-spesifikaation olevan niin lähellä RBC-klusterin sisältöä, että SCI-CEC integroitiin RBC-klusteriin.

RBC-klusterissa oli alun alkaen aktiivisia vain DB ja BaneNOR, mutta CEC-integraation myötä mukaan tulivat myös Luxemburgin CFL ja Väylävirasto.

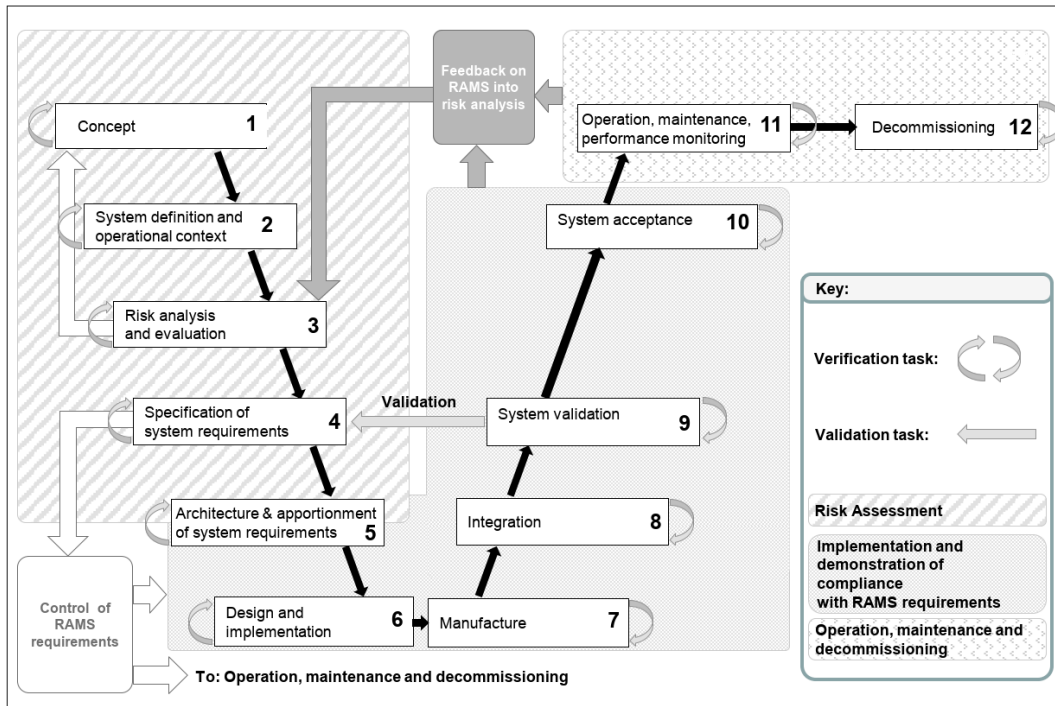
2.9 Referenssiarkkitehtuuriklusteri RA

Referenssiarkkitehtuuriklusteriin (RA) osallistumisella on ensisijaisesti ollut tarkoitus seurata kaikkia klustereita koskevien yhteisten osien spesifointia ja osaltaan vaikuttaa tähän kehitykseen. RA-klusteri avaa kokonaisuutta ja auttaa ymmärtämään mm. kunnossapito- ja diagnoosijärjestelmien toimintaa (SMI-, SDI- ja PDI-rajapintoja). Klusterin päätarkoitus on ohjata keskitetysti eri rajapintaklusterien kirjoitustyötä.

Väylävirasto liittyi RA-klusteriin mukaan vuonna 2021.

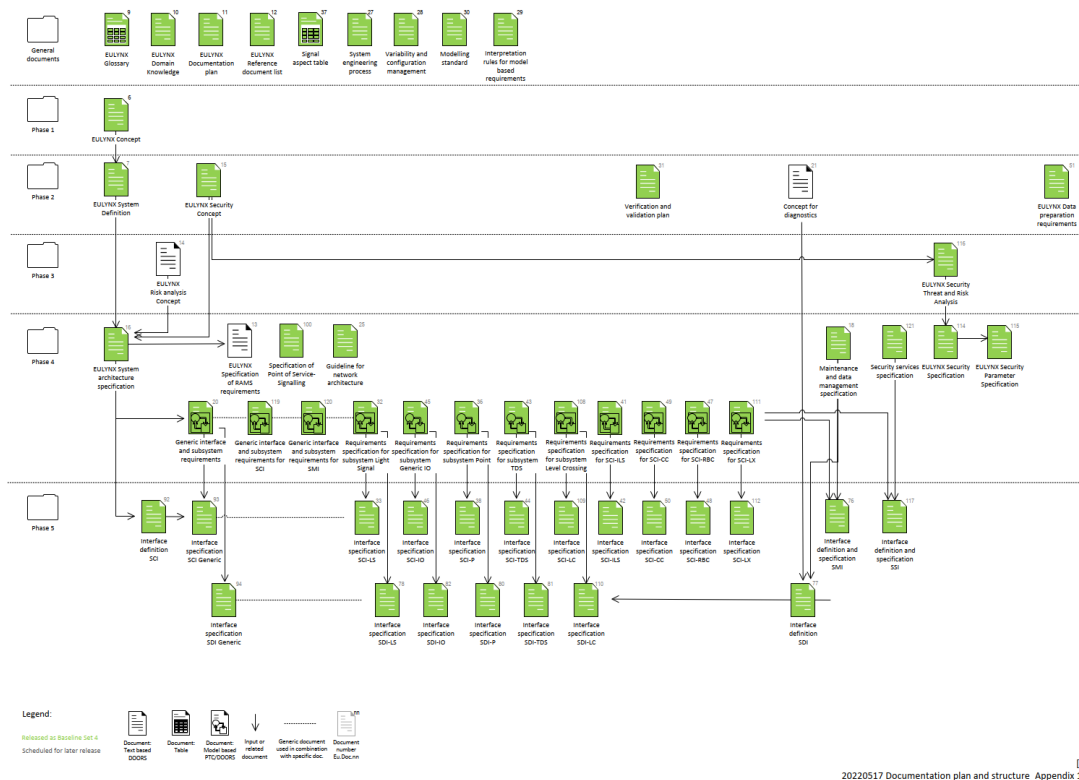
3 Dokumenttirakenne

EULYNX Documentation Plan (Eu.Doc.11) listaa, tunnistaa ja määrittää kaikki EULYNX-projektin tuottamat ajantasaiset dokumentit. Se myös määrittää mihin järjestelmän elinkaaren CENELEC V-mallin vastaavaan vaiheeseen 1–5 (kuva 6) dokumentti kuuluu standardin EN 50126 mukaisesti. EULYNX-dokumentaatio sisältää myös generisi- ja tukidokumentteja aineiston lukemiseen, ja ne pätevät jokaiseen vaiheeseen.



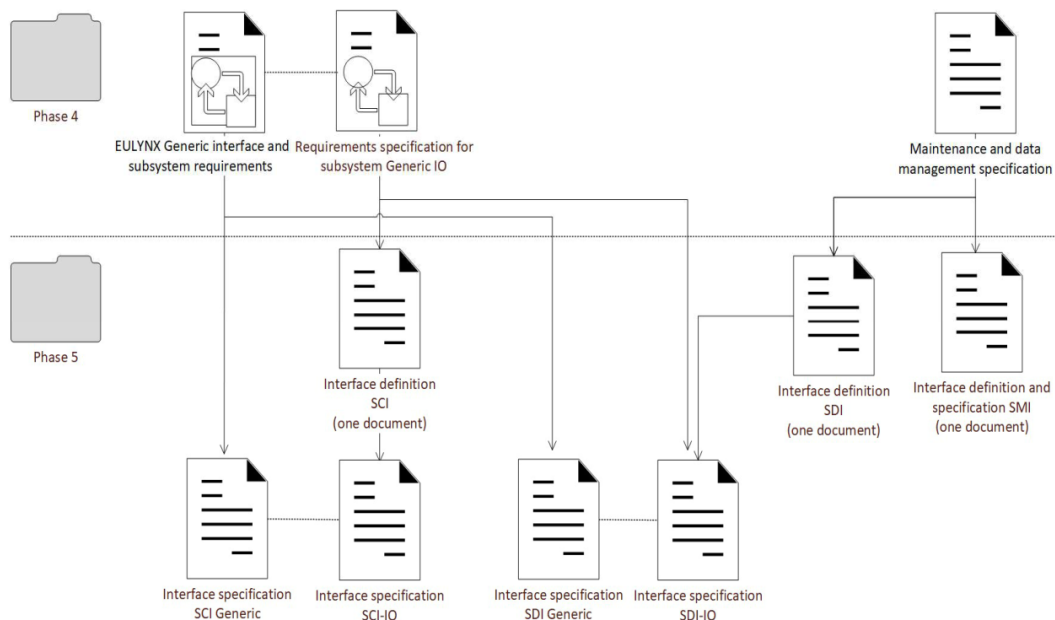
Kuva 6. Järjestelmän elinkaari CENELEC V-mallin mukaan /2/.

EULYNX-dokumentaation kansiorakenne ja dokumenttien keskinäiset riippuvuudet on kuvattu liitteessä *EULYNX Documentation Plan* -dokumentin liitteessä *A1 Documentation Plan and Structure (Eu.Doc.11_A1)*, josta kuva 7 alla.



Kuva 7. EULYNX-dokumentaatio suunnitelma ja -rakenne /3/.

Yhteys vaiheiden 4 ja 5 dokumenttien välillä on esitetty alla olevassa kuvassa 8.



Kuva 8. Vaiheen 4 ja 5 dokumenttien välinen yhteys /9/.

Tässä luvussa käsitellään tärkeimmät EULYNX-projektia ja EULYNX-järjestelmää sekä sen rajapintoja kuvaavat dokumentit.

3.1 Geneeriset ja tukidokumentit (General)

General-kansio sisältää koko EULYNX-järjestelmän elinkaarta koskevia geneerisiä dokumentteja sekä aineiston lukemiseen tarkoitettuja tukidokumentteja. Nämä ovat tärkeitä dokumentteja EULYNX-vaatimusten ymmärtämiseen, koska tukidokumentit sisältävät EULYNX-hankkeessa mukana olevien eri maiden toimijoiden välillä yhtenäistettyjä termejä ja määritelmiä. Näin eri toimijat voivat lukea EULYNX-dokumentaatiota, vaikka maiden termit, määritelmät ja käytännöt saattavat erota paljonkin toisistaan.

Lisäksi kansion sisältämät *Modelling*- ja *System Engineering* -kansiot sisältävät vaatimusten mallinnukseen ja järjestelmäsuunnittelun prosessiin liittyviä ylemmän tason dokumentteja.

Seuraavissa kappaleissa käydään läpi tärkeimmät tukidokumentit.

3.1.1 *EULYNX Documentation plan Eu.Doc.11*

EULYNX Documentation Plan sisältää listauksen *EULYNX Releasen* ajantasaisesta dokumentaatiosta.

Documentation Plan tunnistaa jokaisen dokumentin tarkoituksen ja määrittää mihin CENELEC V-mallin vaiheeseen 1–5 kyseinen dokumentti kuuluu standardin EN 50126 mukaisesti.

3.1.2 *EULYNX Glossary Eu.Doc.9*

EULYNX Glossary sisältää hakemiston kaikille EULYNX-dokumenteissa käytetyille termeille ja lyhenteille. Dokumenttiaineiston terminologia on tarkoitus pitää harmonisoituna *Glossary*-osion mukaista termistöä käyttäen. Tämä on tarpeen, koska kirjoittajia on mukana kymmeniä useasta eri maasta, eikä rautateiden turvalaite-sanasto ole vakioitunut Euroopan sisällä.

3.1.3 *EULYNX Domain Knowledge Eu.Doc.10*

EULYNX Domain Knowledge sisältää yleisperiaatteet EULYNX:n tekstipohjaisissa ja mallinnetuissa vaatimuseritelmissä käytetyille terminologialle:

- kulkutien määritelmät, elinkaari, peruuttaminen jne.
- linjasuojastuksen periaatteet
- paikallislupa-alueet
- ulkoiset järjestelmät
 - o Radiosuojastusjärjestelmä (RBC)
 - o ETCS-tason 1 keskitetty ohjainjärjestelmä
 - o ratatyön suojausjärjestelmä
 - o ulkoiset tasoristeysten varoituslaitokset
 - o rajapinnat muihin ulkoisiin järjestelmiin
- rataelementit
 - o opastimet
 - opasteet
 - vikatilanteet
 - yö/päivä-jännitteen vaihto
 - o vaihteet

- asentotieto
- kampikäntö
- vapaanaolon valvonta
 - akselinlaskenta
 - raidevirtapiirit
- I/O-elementit ja -järjestelmät
 - geneeriset I/O-järjestelmät, joita voivat olla
 - avattavat sillat
 - avainsalpalaitteet
 - tunneliovet
 - kuumakäynti-ilmaisimet
 - muut laitteet tai järjestelmät, joilla ei ole omaa EULYNX-SCI-määriteltyä rajapintaa
- tasoristeysten varoituslaitokset
- asetinlaitteiden väliset rajapinnat.

3.1.4 EULYNX Reference Document list Eu.Doc.12

EULYNX Reference Document List listaa kaikki EULYNX-dokumentaatioissa viitatus ulkoiset dokumentit ja standardit. Listaus sisältää mm. turvalaitteita koskevat EN- ja ISO-standardit sekä ERTMS-subsetit.

3.1.5 Signal Aspect Table Eu.Doc.37

EULYNX Signal Aspect Table sisältää ristiviittaukset EULYNX-dokumentaatioissa käytettyjen opastinkäsitteiden ja eri maissa käytettyjen kansallisten opastinkäsitteiden välillä.

3.1.6 Modelling Standard Eu.Doc.30

Modelling Standard toimii ohjeellisena dokumenttina ja johdantona mallipohjaiseen järjestelmäsuunnittelun (*Model Based Systems Engineering, MBSE*) metodologiaan digitaalisten komennonanto- ja ohjausjärjestelmien suunnittelussa.

Mallipohjaisen järjestelmäsuunnittelun lähestymistapa pyrkii tuottamaan korkeatasoisia ja pitkälle kehitettyjä, mutta samalla ymmärrettäviä, vaatimuksia. Tähän tarkoitukseen EULYNX-mallinnusstandardissa käytetään mallipohjaisessa järjestelmäsuunnittelussa määrittelykielenä suunnitteluorientoitunutta ja standardoitua *Systems Modeling Language (SysML)* -mallinnuskieltä.

SysML-mallinnuskieli mahdollistaa järjestelmävaatimusten mallintamisen ja simuloinnin, jolloin virheet vaatimuksien määrittelyssä voidaan havaita jo määrittelyvaiheessa.

Signon-konsulttiyhtiö on laatinut SysML-mallit P-, ILS-, LS- ja IO-rajapintojen tiedonsiirrosta. Näistä malleista on kehitetty simulaattorit, joita on käytetty vaatimusten tarkastuksessa ja hyväksynnässä. SysML-mallia on ihannetilanteessa mahdollista käyttää pohjana asetusosien ohjelmistokehityksessä.

3.2 Vaihe 1 (Konsepti)

3.2.1 *EULYNX Concept*

Standardin EN50126 mukaiseen järjestelmän elinkaaren ensimmäiseen vaiheeseen *Concept* kuuluu EULYNX-dokumentaatorakenteessa dokumentti *Eu.Doc.6 EULYNX Concept*.

EULYNX Concept sisältää

- perustelut EULYNX-hankkeelle
- EULYNX:n tarkoituksen ja kuvauksen
- järjestelmäkonseptin kuvauksen
- järjestelmän kehityksen prosessin kuvauksen
- eri maiden turvalaiteperiaatteiden vaihtelevuuden hallinnan (engl. variability management), tiedonvalmistelun ja EULYNX:n sisäisen hyväksyntäprosessin (engl. assurance) kuvauksen.

3.3 Vaihe 2 (Järjestelmän määrittely ja toiminnalliset riippuvuudet)

Phase 2 -kansio sisältää standardin EN50126 mukaisesti V-mallin toiseen vaiheeseen *System Definition and Operational Context* liittyvät dokumentit.

3.3.1 *EULYNX System Definition Eu.Doc.7*

EULYNX System Definition Eu.Doc.7 määrittelee standardoidun referenssiarkkitehtuurin ja sen alijärjestelmät rajapintoineen sekä turvalaitejärjestelmän suunnittelun lähtökohdat. EULYNX-rajapinnat ja -alijärjestelmät määrittävät yhdessä turvalaitejärjestelmän toiminnallisuuden. *System Definition* -dokumenttia voi käyttää eri alijärjestelmien välisten tai alijärjestelmien ja ulkoisten järjestelmien välisten rajapintojen hakuun ja tunnistukseen. Se sisältää myös vaatimukset eri alijärjestelmien toiminnallisuuksille.

Dokumentti sisältää:

- EULYNX-järjestelmän toiminnallisen kuvauksen
- EULYNX-järjestelmän tehtävän rautatiejärjestelmän osana
- EULYNX-järjestelmän rajat
- EULYNX-järjestelmän kokoonpanon eri alijärjestelmillä
- alijärjestelmien rajapinnat
- rajapinnat ulkoisiin järjestelmiin EULYNX-järjestelmästä
- alijärjestelmien toimintojen kuvaukset
- ulkoisten järjestelmien toimintojen kuvaukset.

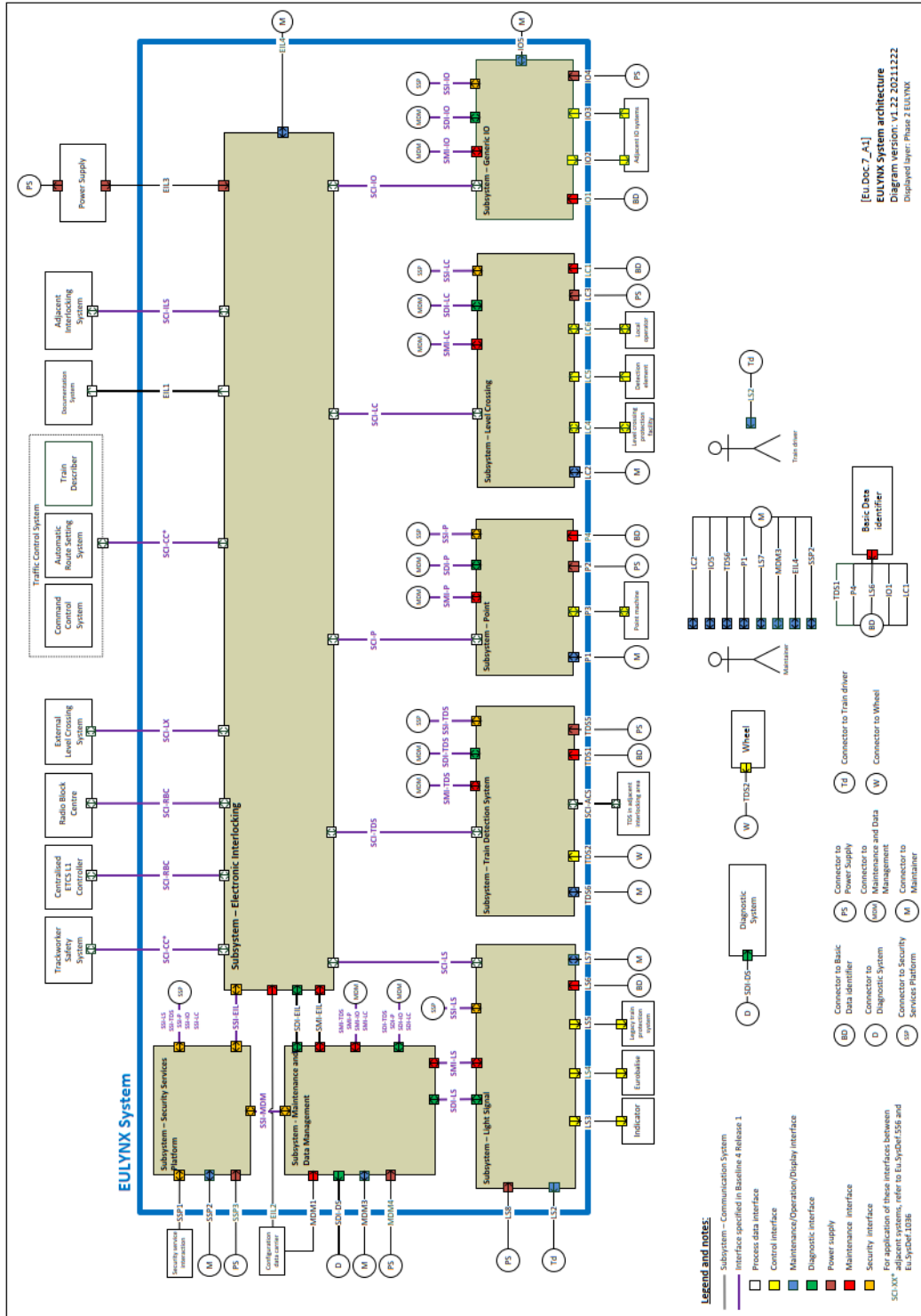
EULYNX System Definition määrittää yleiset vaatimukset koko EULYNX-järjestelmälle ja sisältää kuvauksen järjestelmälle sekä sen rajat. Dokumentti määrittää vaatimukset kaikille EULYNX-järjestelmän alijärjestelmille ja niiden toiminnallisuuksille:

- Subsystem Electronic Interlocking

-
- Subsystem Light Signal
 - Subsystem Point
 - Subsystem Train Detection System
 - Subsystem Generic IO
 - Subsystem Level Crossing
 - Subsystem Maintenance and Data Management
 - Subsystem Security Services Platform
 - Subsystem Communication System.

Dokumentissa määritetään rajapinnat (SCI, SDI, SMI, SSI) alijärjestelmille, jotka ovat yhteydessä toisiinsa, sekä alijärjestelmiin liittyvät ulkoiset järjestelmät tai toimijat (*adjacent systems and actors*) ja näiden rajapinnat (esim. LS, LC, EIL).

EULYNX System Definition liitteessä *Eu.Doc.7_A1 EULYNX System Architecture* on esitetty EULYNX-järjestelmän arkkitehtuurikaavio (*kuva 9*). Kaaviossa on esitetty EULYNX-järjestelmän rakenne, eri alijärjestelmät, alijärjestelmien rajapinnat ja ulkoiset järjestelmät sekä näihin liittyvät rajapinnat.



Kuva 9. EULYNX-järjestelmän arkkitehtuuri.

3.3.2 *EULYNX Security Concept Eu.Doc.15*

EULYNX Security Concept esittelee EULYNX-järjestelmän turvallisuuden ja tietoturvallisuuden periaatteet. Dokumentti sisältää myös vaatimukset infranhaltijoiden ja muiden osapuolten tehtäville, jotta turvallisuuskonseptin toteuttaminen on mahdollista tai siitä halutaan poiketa. Turvallisuuskonsepti pätee ja pohjautuu EULYNX- sekä RCA-hankkeisiin.

Dokumentti jakautuu kolmeen osaan, jotka käsittelevät EULYNX:n turvallisuuden periaatteita ja teknisiä määritelmiä. Kappale 2 *Security for EULYNX* määrittelee muun muassa yleiset strategiat ja menetelmät riskien vähentämiseksi, tietoturvallisuuden periaatteet ja prosessin sekä tietoturvallisuuden toimijat.

Kappaleessa 3 *Analysis* tunnistetaan EULYNX-järjestelmän rakenne, eri osat ja niiden tarkoitus ja toiminnot sekä järjestelmään liittyvät oletukset turvallisuuden kannalta.

Kappale 4 *Security Architecture* määrittää tietoturvallisuusjärjestelmän teknisen rakenteen ja siihen liittyvät rajapinnat.

3.4 Vaihe 3 (Riskianalyysi ja riskien arviointi)

Standardin EN50126 mukaisesti V-mallin kolmanteen vaiheeseen *Risk analysis & evaluation* liittyy vaarojen tunnistamisen ja riskianalyysin prosessia kuvaava dokumentti *EULYNX Security Threat and Risk Analysis (Eu.Doc.116)*.

3.4.1 *EULYNX Security Threat and Risk Analysis Eu.Doc.116*

EULYNX Security Threat and Risk Analysis (Eu.Doc.116) on informatiivinen dokumentti EULYNX-järjestelmälle suoritetusta vaara- ja riskianalyysistä turvallisuuskonseptin (*EULYNX Security Concept (Eu.Doc.15)*) mukaisesti.

Dokumenttiin liittyy myös ulkoinen Excel-taulukko, joka sisältää koko vaara- ja riskianalyysin. Taulukko ei ole ulkoisessa jakelussa, koska se on luokiteltu turvatasoltaan rajoitetuksi. Taulukko on saatavilla infranhaltijoille turvallisuusklusterin menettelyohjeen allekirjoittamisen jälkeen (*Security Cluster Code of Conduct*).

3.5 Vaihe 4 (Järjestelmävaatimusten määrittely)

Kansio Phase 4 sisältää CENELEC V-mallin mukaiseen neljänteen vaiheeseen *Specification of System Requirements* kuuluvat järjestelmän vaatimusten määrittelyyn liittyvät dokumentit. Dokumentointi on jaettu kolmeen ryhmään:

- *Requirements Specification:*
 - o sisältää yleiset vaatimukset rajapintojen ja alijärjestelmien toiminnolle
 - o yleiset ja spesifiset vaatimukset eri rajapinnoille SCI, SMI, ja SDI.
- *Security:*
 - o sisältää tietoturvallisuuteen liittyvät vaatimukset ja määrittelyt
- *System Architecture:*
 - o sisältää EULYNX:n järjestelmäarkkitehtuurin kuvauksen,
 - o ohjeistuksen tietoverkkoarkkitehtuurille,

- o sekä määrittelyt tietoliikennetoteutukselle (parametrit).

3.5.1 EULYNX System Architecture Specification Eu.Doc.16

EULYNX System Architecture Specification täydentää *EULYNX System Definition* -dokumentissa määriteltyä EULYNX referenssiarkkitehtuuria. Dokumentti kuvaa tekniset määrittelyt EULYNX-järjestelmän rakenteelle, (ulkolaite)alijärjestelmille ja ulkoisille järjestelmille.

Dokumentti kuvaa ja määrittelee vaatimukset standardoiduille rajapinnoille EULYNX-järjestelmässä, joihin kuuluvat

- *Process Data Interface (PDI)*
 - o SCI-XX-rajapinnat
- *Diagnostic interface*
 - o SDI-XX-rajapinnat
- *Maintenance interface*
 - o SMI-XX-rajapinnat
- *Security interface*
 - o SSI-rajapinnat.

Jokainen rajapinta kuvataan protokollatasolla ja rajapinnan toiminnoille kuvataan yleiset vaatimukset.

Alijärjestelmien ja ulkoisten järjestelmien järjestelmäarkkitehtuuriset vaatimukset määritellään dokumentin kappaleessa 5. Nämä vaatimukset sisältävät alijärjestelmien geneeriset sisäiset toiminnot ja toiminnot eri rajapinnoissa. Ulkoisten järjestelmien osalta määritellään vain SCI-rajapinta asetinlaitteen ja ulkoisen järjestelmän välillä, jonka kautta järjestelmän kommunikoivat.

3.5.2 Specification of Point of Service Signalling Eu.Doc.100

Specification of Point of Service Signalling -dokumentti määrittää vaatimukset EULYNX-tietoliikennealijärjestelmälle *Subsystem – Communication System* ja sen liityntäpisteille eri ali- tai ulkoisten järjestelmien välillä. Liityntäpistettä ali- tai ulkoisen järjestelmän ja *Subsystem – Communication System* välillä kutsutaan EULYNX-dokumentaatiossa termillä *Point of Service – Signalling (PoS – Signalling)*.

EULYNX-järjestelmässä eri alijärjestelmät ja ulkoiset järjestelmät kommunikoivat keskenään tietoliikennealijärjestelmän *Subsystem – Communication System* kautta. Tietoliikenne *Subsystem – Communication System* ja EULYNX-alijärjestelmän tai ulkoisen järjestelmän välillä voidaan toteuttaa joko fyysisellä yhteydellä tai langattomasti radioverkolla. Liityntäpiste *PoS – Signalling* voi olla fyysinen verkko-kaapelin liityntäpiste tai antenni langattoman tiedonsiirron tapauksessa.

Subsystem – Communication System sisäinen toteutus määritetään kansallisesti. *Guideline for network architecture Eu.Doc.25* antaa ohjeistuksia tietoverkkojen toteutukseen, mutta ei määritä vaatimuksia. *Specification of Point of Service Signalling* -dokumentti määrittää *PoS – Service* -toteutuksen vaatimuksia protokollatasolla ja liitântäkomponenttien osalta.

3.5.3 Generic interface and subsystem requirements Eu.Doc.20

Generic interface and subsystem requirements -dokumentti sisältää EULYNX-ulkolaitealijärjestelmiin (*EULYNX field element Subsystem, EfeS*) liittyviä yleisiä vaatimuksia, informaatiota ja oletuksia.

Dokumentti määrittää EULYNX-alijärjestelmän sisäisen toiminnallisen jaon ja arkkitehtuurin SysML-malleina *Modelling Standard*-dokumentin mukaisesti sekä yleiset rajapinnat, jotka liittyvät EULYNX-alijärjestelmiin.

Lisäksi dokumentti määrittää tekniset vaatimukset alijärjestelmän toteutukselle sisältäen rajapinnat teknisiin järjestelmiin, kuten *Point of Service -Signalling*, *Point of Power – Output* ja *Basic Data Identifier*, jossa säilytetään alijärjestelmän perusdataa.

Dokumentti sisältää vaatimukset alijärjestelmän konfiguraatio- ja suunnitteludatalle, sen oikeellisuuden varmistamiselle ja nimeämiselle.

3.5.4 Generic interface and subsystem requirements for SCI Eu.Doc.119

Generic interface and subsystem requirements -dokumentti kuvaa geneeriset toiminnalliset vaatimukset SCI-rajapinnalle (*Standard Communication Interface*)

- EULYNX-ulkolaitealijärjestelmän ja asetinlaitteen välillä,
- ulkoisen järjestelmän ja asetinlaitteen välillä, jolloin määritellään vain rajapinnan osat eri keskustelevien järjestelmien välillä.

Dokumentti määrittää kaikkia SCI-rajapintoja koskevat yleiset vaatimukset PDI-yhteyden muodostamiseen alijärjestelmän tai ulkoisen järjestelmän ja asetinlaitteen välillä. Vaatimukset sisältävät rajapinnan yli välitetyt komennot ja viestit, sekä toiminnot yhteydenmuodostus- ja yhteyskatkotilanteissa.

3.5.5 Generic interface and subsystem requirements for SMI Eu.Doc.120

Generic interface and subsystem requirements for SMI kuvaa geneeriset toiminnalliset vaatimukset SMI-rajapinnalle (*Standard Maintenance Interface*), jota käytetään liittynässä EULYNX-ulkolaitealijärjestelmän ja EULYNX-kunnossapitoalijärjestelmän Subsystem – Maintenance and Data Management välillä.

SMI-rajapinta on toiminnoiltaan sama kaikille alijärjestelmille. Rajapintaa ja *Subsystem – Maintenance and Data Management* -alijärjestelmää käytetään alijärjestelmien ohjelmaversioiden ja suunnitteludatan muokkaamiseen ja päivittämiseen. *Subsystem – Maintenance and Data Management* -alijärjestelmän määrittelyt ja vaatimukset on esitelty dokumentissa *Maintenance and data management specification Eu.Doc.18*.

3.5.6 Requirements Specification for subsystems

Requirements Specification for subsystem -dokumentit määrittävät toiminnalliset, ei-toiminnalliset ja tekniset vaatimukset tietyille EULYNX-järjestelmän alijärjestelmälle. Toiminnalliset vaatimukset määritetään alijärjestelmän ja asetinlaitteen väliselle rajapinnalle SCI.

Vaatimukset sisältävät käyttötapaukset tiedonsiirrossa alijärjestelmän ja asetinlaitteen välillä ja mahdollisten ulkoisten rajapintojen välillä. Rajapintojen vaatimuksiin sisältyy rajapinnassa kulkevien komentojen ja viestien määrittely, sekä rajapintojen toimintojen mallinnetut käyttötapaukset.

Vaatimusmäärittelyt on laadittu seuraaville alijärjestelmille ja rajapinnoille:

- *Requirements specification for subsystem Generic IO Eu.Doc.45*
 - o SCI-IO
- *Requirements specification for subsystem Point Eu.Doc.36*
 - o SCI-P
- *Requirements specification for subsystem Level Crossing Eu.Doc.108*
 - o SCI-LC
- *Requirements specification for subsystem Light Signal Eu.Doc.32*
 - o SCI-LS
- *Requirements specification for subsystem TDS Eu.Doc.43*
 - o SCI-TDS.

3.5.7 Requirements Specification for SCI-XX

Requirements Specification for SCI-dokumentit kuvaavat ja määrittelevät tiettyjen ulkoisten järjestelmien (*adjacent systems*) ja asetinlaitteen välisten rajapintojen toiminnalliset vaatimukset. Ulkoisten järjestelmien vaatimuksia ei määritellä, koska ne eivät kuulu EULYNX-järjestelmään.

Rajapintojen vaatimuksiin sisältyy rajapinnassa kulkevien komentojen ja viestien määrittely, sekä rajapintojen toimintojen mallinnetut käyttötapaukset.

Vaatimusmäärittelyt on laadittu seuraaville ulkoisten järjestelmien rajapinnoille:

- *Requirements specification for SCI-CC Eu.Doc.49*
 - o liikenteenohjausjärjestelmä
- *Requirements specification SCI-ILS Eu.Doc.41*
 - o viereinen asetinlaitejärjestelmä
- *Requirements specification SCI-RBC Eu.Doc.47*
 - o radiosuojastuskeskus
- *Requirements specification SCI-LX Eu.Doc.111*
 - o ulkoinen tasoristeyslaitos.

3.5.8 Security Specification Eu.Doc.114

Security Specification määrittelee tietoturvallisuuden vaatimukset koko EULYNX-järjestelmälle koko sen elinkaaren ajalle järjestelmämäärittelystä järjestelmän käytöstäpoistoon. Vaatimukset perustuvat EULYNX-riskienarviointiin. Infranhaltija voi myös päättää olla noudattamatta määritettyjä tietoturvallisuusperiaatteita, mutta riittävän tietoturvatason toteutuminen tulee taata.

Vaiheen 4 muita tietoturvallisuuteen liittyviä dokumentteja ovat *EULYNX Security Parameter Specification Eu.Doc.115*, joka määrittää vaatimukset *Security Specification* -dokumentissa viitatuille tietoturvallisuuden parametreille, jotka muuttuvat usein.

Security Services Specification Eu.Doc.121 taas määrittelee tietoturvallisuuteen liittyvät toiminnot. Dokumentissa määritetään myös EULYNX-järjestelmän tietoturvallisuusalijärjestelmä Subsystem – Security Services Platform (SSP). SSP on looginen tai virtuaalinen alijärjestelmä, joka tuottaa tietoturvallisuuteen liittyvät toiminnot käyttämällä standardoitua tietoturvarajapintaa SSI (*Standard Security Interface*).

3.6 Vaihe 5

CENELEC V-mallin viidenteen vaiheeseen *Architecture and apportionment of system requirements* kuuluu EN50126 mukaisesti EULYNX-dokumentaatioissa eri rajapintojen rajapintamäärittely eli *Interface Specification* -dokumentit.

3.6.1 *Interface definition SCI Eu.Doc.92*

Interface Definition SCI -dokumentti määrittelee protokollapinon (*Protocol Stack*) standardoidulle SCI-kommunikaatorajapinnalle asetinlaitteen ja EULYNX-alijärjestelmän tai ulkoisen järjestelmän välillä.

SCI-rajapinnan protokollapinon eri kerroksille määritellään geneeriset vaatimukset. Dokumentti käsittelee protokollapinon ylempiä kerroksia eli sovelluskerrosta, turvallisuuskerrosta (RaSTA) ja kuljetuskerrosta. Protokollapinon toteutukselle esitellään kaksi vaihtoehtoa, joista kumpikin käyttää sovelluskerroksessa PDI-protokollaa, turvallisuuskerroksessa RaSTA-protokollaa. Kuljetuskerroksen toteutus eroaa vaihtoehtojen välillä ja riippuu valitusta konfiguraatiosta.

3.6.2 *Interface specification SCI Generic Eu.Doc.93*

Interface Specification SCI Generic määrittelee SCI-rajapintojen sovelluskerroksen PDI (*Process Data Interface*) yhteiset vaatimukset ja tekniset määrittelyt kuten sanomien sisällöt. Dokumentissa esitellyt sanomat ja vaatimukset ovat samat kaikille aikaisemmissa EULYNX-dokumenteissa määritetyille rajapinnoille. Vaatimukset ja määrittelyt koskevat myös kaikkia EULYNX-hankkeen osanottajamaita.

3.6.3 *Interface specification SCI-XX*

Interface specification SCI -dokumentit määrittelevät tietyn SCI-rajapinnan sovelluskerroksen, joka on nimetty SCI-XX.PDI. Dokumentit sisältävät geneeriset vaatimukset tietoliikenteelle ja tekniset määritelmät. Tekniset määritelmät sisältävät SCI-XX.PDI-rajapinnassa kulkevat sanomat ja niiden sisällöt.

Rajapintamäärittelyt eivät määrittele rajapinnan osapuolien sisäisiä toimintoja tai tilanteita, joissa määriteltyjä sanomia käytetään.

Rajapinnat SCI-XX.PDI on määritelty kaikille aikaisemmissa EULYNX-dokumenteissa määritellyille rajapinnoille:

- *Interface specification SCI-CC Eu.Doc.50*
- *Interface specification SCI-ILS Eu.Doc.42*
- *Interface specification SCI-IO Eu.Doc.46*
- *Interface specification SCI-LC Eu.Doc.109*
- *Interface specification SCI-LS Eu.Doc.33*
- *Interface specification SCI-LX Eu.Doc.112*

- *Interface specification SCI-P Eu.Doc.38*
- *Interface specification SCI-RBC Eu.Doc.48*
- *Interface specification SCI-TDS Eu.Doc.44.*

3.6.4 Interface definition SDI Eu.Doc.77

Interface definition SDI määrittelee standardoidun diagnostiikkarajapinnan SDI (*Standard Diagnostics Interface*) tietoliikenteen EULYNX-alijärjestelmien ja palvelutoimintojen *Diagnostics collector ja Time synchronisation* välillä. Diagnostics collector vastaanottaa ja säilöö diagnostista tietoa EULYNX-ulkolaitealijärjestelmiltä tai ulkoisilta järjestelmiltä ja välittää tiedot keskitettyyn diagnostiikkajärjestelmään.

Dokumentti määrittelee geneeriset vaatimukset SDI-rajapinnan tietoliikenteelle ja tekniset määritelmät kuten protokollat ja viestit.

3.6.5 Interface specification SDI Generic Eu.Doc.94

Interface specification SDI Generic määrittelee diagnostiset viestit osana SDI-rajapintojen tietoliikenteen sanomia. Dokumentti sisältää yleiset geneeriset vaatimukset SDI tietoliikenteelle ja tekniset vaatimukset (sanomat) kaikille SDI-XX-rajapinnoille.

3.6.6 Interface specification SDI-XX

Interface specification SDI-XX määrittelee diagnostiset viestit osana SDI-rajapinnan tietoliikenteen sanomia tietyn EULYNX-ulkolaitealijärjestelmän ja -kunnossapitoalijärjestelmän Subsystem – Maintenance and Data Management välillä.

Dokumentit sisältävät diagnostiset viestit tietylle EULYNX-ulkolaitealijärjestelmälle. Määritelmät täydentävät rajapinnan geneerisiä määrittelyitä, jotka on esitetty *Interface specification SDI Generic* -dokumentissa.

SDI-rajapinta kunnossapitoalijärjestelmään Subsystem – MDM on määritetty kaikille EULYNX-ulkolaitealijärjestelmille:

- *Interface specification SDI-IO Eu.Doc.82*
- *Interface specification SDI-LC Eu.Doc.110*
- *Interface specification SDI-LS Eu.Doc.78*
- *Interface specification SDI-P Eu.Doc.80*
- *Interface specification SDI-TDS Eu.Doc.81.*

3.6.7 Interface definition and specification SMI Eu.Doc.76

Interface definition and specification SMI kuvaa standardoidun kunnossapitorajapinnan SMI palvelutoiminnolle *Loading procedure*. Toimintoa Loading procedure käytetään kunnossapitoalijärjestelmän Subsystem – Maintenance and Data Management ja EULYNX-alijärjestelmän välillä ohjelmistopäivityksien ja turvallisuuskriittisen sekä ei-turvallisuuskriittisen konfiguraatiodatan toimittamiseen.

Dokumentti sisältää yleiset vaatimukset tietoliikenteelle ja tekniset määritelmät kuten protokollat ja sanomamäärittelyt SMI-rajapinnalle.

3.6.8 *Interface definition and specification SSI Eu.Doc.117*

Interface definition and specification SSI kuvaa standardoidun tietoturvarajapinnan SSI tietoturvallisuuteen liittyvien toimintojen osalta. Toiminnot on määritetty tietoturvallisuusalijärjestelmän *Subsystem – Security Services Platform* ja EULYNX-alijärjestelmien välillä.

Dokumentti sisältää yleiset vaatimukset tietoliikenteelle ja tekniset määritelmät kuten protokollat ja sanomamäärittelyt SSI-rajapinnalle.

SSI-rajapintamäärittelyä on tarkoitus käyttää yhdessä aikaisemmin esiteltyjen tietoturvallisuuteen liittyvien EULYNX-dokumenttien kanssa, jos tietoturvallisuusrajapintaa halutaan käytettävän.

3.7 Vaatimusten sovellettavuus

Kappaleessa 2 esitellyt EULYNX-rajapinnat määritellään spesifillä tasolla kolmella eri dokumentilla

- *Requirements specification for subsystem*
- *Requirements specification for SCI-XX*
- *Interface Specification SCI-XX*.

Requirements specification for subsystem -dokumentit määrittävät tiedonkulun rajapinnassa sekä toiminnalliset vaatimukset EULYNX-alijärjestelmälle ja -rajapinnalle. Vaatimukset koskevat koko alijärjestelmää sekä sen rajapintaa, ja vaatimuksia täydennetään *Interface specification SCI-XX* -dokumentin rajapinnan sanomasiältöjen vaatimuksilla.

Requirements specification for SCI-XX määrittää rajapinnan ulkoiseen järjestelmään. Klusterityöryhmissä tietyn rajapinnan vaatimuksen sovellettavuus määritellään jokaisen klusterin osanottajamaan kohdalla erikseen, jos vaatimuksen ei todeta olevan yleisesti rajapintaa koskeva.

Vaatimuksen sovellettavuus merkitään *Requirements specification ja Interface specification* -dokumenteissa *Applicability*-sarakeeseen. Kaikkia klusterin osanottajamaita koskeva vaatimus merkitään Default-koodilla, ja tavoitteena on käyttää Default-koodia mahdollisimman usein rajapintojen mahdollisimman geneerisen toteutuksen mahdollistamiseksi. Jos jokin klusterin osanottajamaa toteaa, että tietty vaatimus ei sovellu kyseisen maan rautatiejärjestelmään, niin *Applicability*-sarakeeseen merkitään kaikkien niiden maiden IM-koodit (*Infrastructure Manager*), joita vaatimukset koskevat.

IM-koodit:

- 310900/310901 Väylävirasto (FTIA), Suomi
- 007000/007001 Network Rail, Iso-Britannia
- 007400 Trafikverket, Ruotsi
- 007600 Bane NOR, Norja
- 007800 HŽ, Kroatia
- 007900 SŽ, Slovenia
- 008000 DB Netz, Saksa
- 008100 ÖBB Infrastruktur AG, Itävalta

-
- 008200/008201 CFL, Luxemburg
 - 008300 RFI, Italia
 - 008400 ProRail, Alankomaat
 - 008500 SBB, Sveitsi
 - 008700 SNCF, Ranska
 - 008800 Infrabel, Belgia
 - 005400 Správa železnic, Tsekki
 - 999900 Neutraali IM-koodi.

IM-koodit ja niiden käyttötarkoitukset on määritelty dokumentissa *Variability and configuration management Eu.Doc.28*. Suomella on kaksi IM-koodia, joista ensimmäistä käytetään yleisesti ja jälkimmäistä SCI-RBC-rajapinnan dokumenteissa ETCS L2-tason vaatimuksien määrittelyssä.

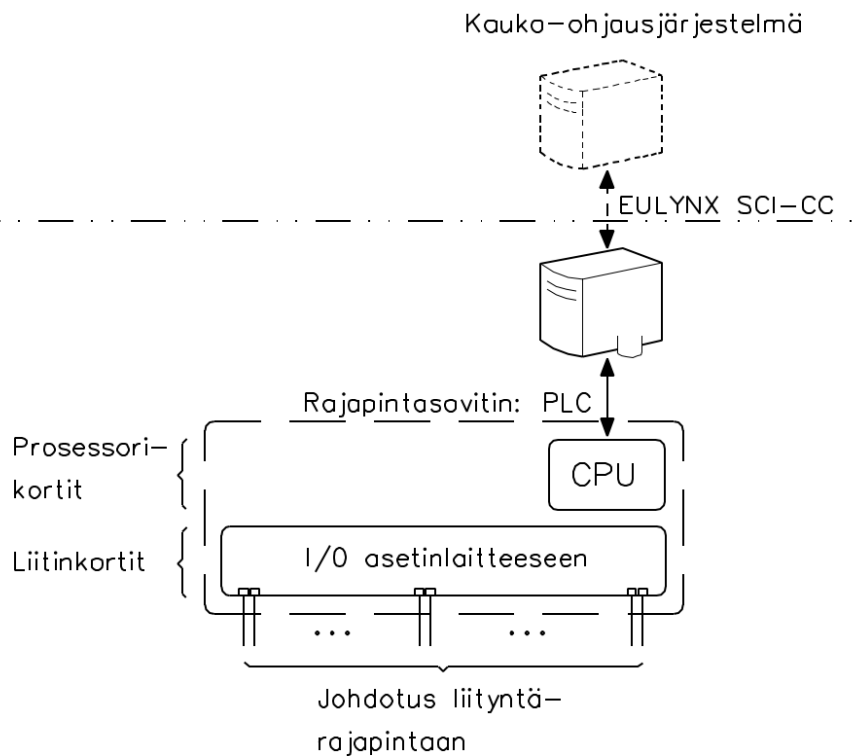
Huomioitavaa rajapintavaatimusten sovellettavuudessa ja IM-koodien käytössä on, että Default-maakoodi ei koske kaikkia EULYNX-osanottajamaita vaan pelkästään tietyn klusterityöryhmän osanottajamaita. Vaatimusten ei voida olettaa koskevan jotain osanottajamaata, jos kyseinen maa ei ole osallistunut klusterityöryhmässä vaatimusten määrittelyyn ja arviointiin.

4 Kokemukset Suomessa

4.1 Pohjois-Suomen kauko-ohjaus

Ensimmäinen käytännön sovellus EULYNX-rajapinnalle Suomessa on ollut Pohjois-Suomen kauko-ohjaushankkeen (POKA) releasetinlaitteiden liityntärajapinta. Ensimmäiset tällä menettelyllä kauko-ohjatut liikennepaikat otettiin Oulu–Kontiomäki-rataosalla keväällä 2023.

Erityisen rajapintasovittimen avulla muunnetaan kauko-ohjauskeskuksesta SCI-CC-protokollan mukaan vastaanotetut komennot I/O-ohjaimelle ja komennonvastanottoreiden kautta ohjataan releasetinlaitteiden painikereleitä. Ilmaisupuolella periaate on vastaava, mutta käänteinen. Relekoskettimilta tai asetinlaitetaulun rinnalta luetut ilmaisutiedot muunnetaan SCI-CC-formaattiin, josta kauko-ohjauskeskus ne lukee (ks. kuva 10).



Kuva 10. EULYNX SCI-CC-rajapinnan soveltaminen POKA-kauko-ohjauksessa (Tero Sorsimo).

Tässä toteutuu Suomessa ensi kerran EULYNX:n perusajatus, jossa standardirajapinnan eri osapuolien hankinta voidaan tehdä eri laitetoimittajilta. Standardirajapinnan myötä yhteensovitus eri valmistajien järjestelmien kesken on mahdollista, ja käytännössä myös onnistunut.

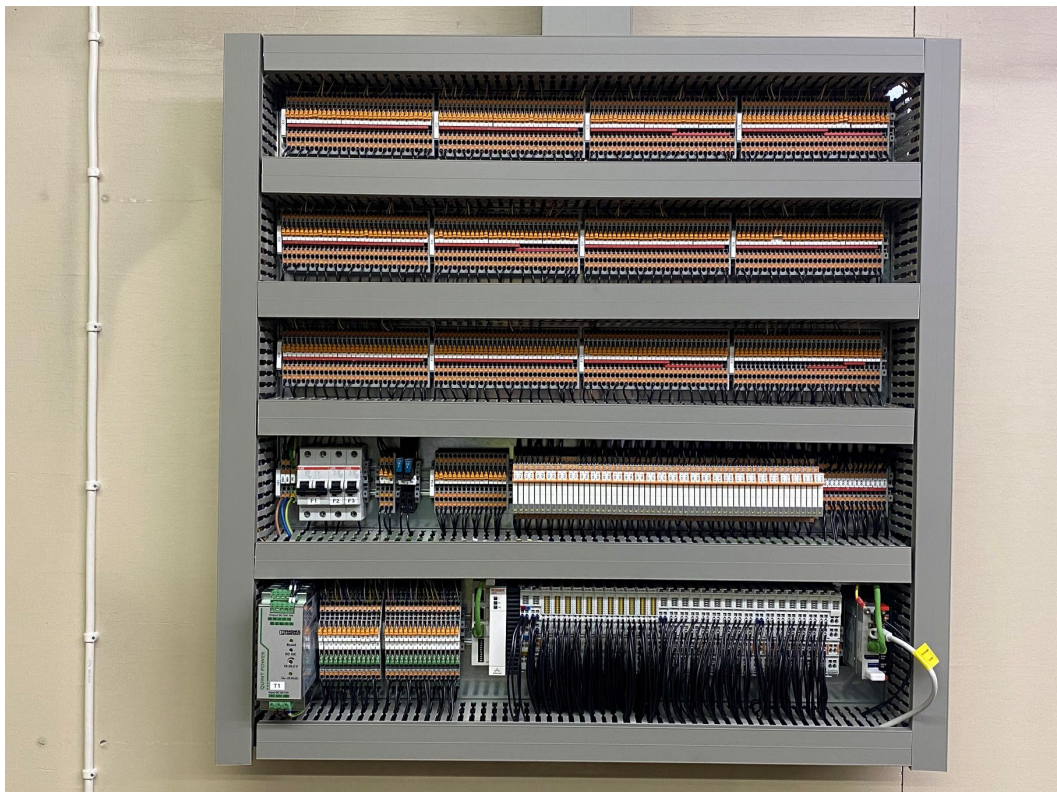
Spesifikaation saatettiin todeta olevan hyvin valmis sovellettavaksi. Puutteita siinä tosin työn edetessä havaittiin. Nämä kuitenkin koskivat eräitä erikoistapauksia, kuten vaihteenlämmitystä ja osakulkuteiden vaatimia tilatietoja. Puutteiden tultua työn edetessä ilmi, SCI-CC-spesifikaatiota päivitettiin osana klusterityöskentelyä tarvittavilta osin.

4.2 Laitetoimittajan kokemuksia

Relesoft Oy toteutti Pohjois-Suomen turvalaitteiden kauko-ohjauksen uusimisen eli POKA-hankeeseen kuuluvan toimitusosansa eli Väyläviraston kilpailutuksen mukaisen EULYNX-rajapintatoteutuksen releasetinlaitteisiin toimien GRK Suomi Oy:n alihankkijana. Alla on tämän uuden järjestelmätoimittajan edustajan Markus Melanderin näkemyksiä ja kokemuksia EULYNX-spesifikaatioaineistosta ja analyysia ohjelmistokehityksestä.

Hankinnan vaatimuspohjana käytössä ollut EULYNX-määrityksen Baseline 3 -versio teki projektin rajapintatoteutuksesta suoraviivaisen. Myöhemmin julkaistu Baseline 4 olisi helpottanut toteutusta vielä lisää, kuten määrittelyt siitä, miten asetusten päivittäminen rajapintasovittimelle tapahtuu. Se on nyt määritelty kunnossapidon SMI-rajapintana. Päivittynyt versio julkaistiin liian myöhään suhteessa POKA-projektin aikatauluihin. Projektin aikana SCI-CC Baseline 3 -määrityksistä löytyi kaksi puutetta, joista kumpikin on korjattu Baseline 4 -versiossa.

Projektin aikana Relesoft Oy:ssä opittiin nopeasti, että järjestelmätoteutus vaati ajateltua laajempaa näkökulmaa. Jotta pystyimme testaamaan rajapintasovittinta, vaati se myös asetinlaite- ja kauko-ohjausemulaattorin toteuttamisen. Rajapintasovittin-osajärjestelmää ei pysty testaamaan yksinään. Tulevaisuudessa markkinoilla tulee olla valmiita asetinlaitepään testijärjestelmiä. Niille on tarvetta, koska jokaisen EULYNX-osajärjestelmän testaaminen pitää olla mahdollista ennen niiden viemistä käytännön testaukseen.



Kuva 11. POKA-hankkeen EULYNX-rajapintasovitin ja I/O-osa käyttöönottovalmiudessa (Tero Sorsimo).

Kaikki POKA-hankkeessa esiin tulleet erityisyydet, kuten erillinen paikalliskäyttöprosessi, verrattuna siihen, mitä EULYNX-standardissa on alun perin suunniteltu, on kirjattu *National Implementation for SCI-CC interface specification* -dokumenttiin.

Kehitysajatuksina projektin yhteydessä on noussut seuraavanlainen havainto: Olisi hyödyllistä, jos EULYNX-rajapinnan yli pystyttäisiin välittämään tieto siitä, mitä ilmaisuja ja komentoja mikäkin asetinlaitteen elementti voi ottaa vastaan. Tämä tekisi asetinlaitteen ja kauko-ohjauksen yhteensovittamisen suoraviivaiseksi ympäristössä, jossa laitteita on eri vuosikymmeniltä ja saatavilla olevat komennot ja ilmaisut vaihtelevat.

Projekti on ollut Relesoftille hyvin mielekäs, ja he uskovat, että EULYNX-määrittely tullaan ottamaan Euroopassa laajasti käyttöön. Relesoftille projektin yhteydessä kehitetty EULYNX-testikeskus on potentiaalisesti hyvä lisäarvo moniin projekteihin ympäri Eurooppaa. Relesoft luonnollisesti toivoo, että EULYNX etenisi käyttöön mahdollisimman nopeasti. Suomi on asiassa yksi edelläkävijöistä.

4.3 Joensuun asetinlaitteen RBC-varaus

Mipro Oy on toteuttanut EULYNX SCI-RBC-rajapinnalla RBC-liitännän varauksen osana Joensuun uuden asetinlaitteen Mipro TCS-O toimitusta. Rajapinta on toteutettu EULYNX Baseline 3 Release 6 mukaisilla dokumenteilla, ja sille on suoritettu testaukset tehdastestausympäristössä.

Baseline 3 Release 6 mukaiset SCI-RBC-rajapintamäärittelyt olivat vielä Suomen vaatimusten osalta keskeneräiset, joten toteutuksessa on vain osa SCI-RBC-toiminnallisuuksista:

- *Msg_LX_Status*
- *Msg_Point_Status*
- *Msg_Signal_Status*
- *Msg_TVP_Section_Status*.

Kyseiset rajapinnan viestit asetinlaitteelta RBC:lle olivat *Baseline 3 Release 6* -dokumentaatioissa ainoat Default-koodilla merkityt vaatimukset, ja Suomen IM-koodia ei oltu määritetty muihin RBC-toiminnallisuuksiin. *Msg_IO_Element_Status*-viesti oli myös mahdollinen, mutta Mipro ei nähnyt tätä tarpeelliseksi toteuttaa.

Rajapinnan toteutus testattiin tehdastestausympäristössä simuloidulla asetinlaiteohjelmistolla ja simuloidulla RBC-protokollan vastinparilla. Testeissä todettiin asetinlaitteen tilatiedon ja SCI-RBC-rajapinnan kautta RBC:lle lähetettävän sanoman vastaavan toisiaan opastimien (*Signal Status*), vaihteiden (*Point Status*) ja raiteen vapaanaolon valvonnan (*TVP Section Status*) osalta.

Tasoristeyksen (*LX Status*) tilatiedon osalta pystyttiin testaamaan sanoman sisälöstä

- tasoristeyslaitos ei ole varoittanut riittävästi
- tasoristeyslaitos on varoittanut riittävästi.

Näiden viestien osalta määrittely oli kuitenkin puutteellista, eikä ollut tiedossa, missä tilanteessa kyseisiä tasoristeyksen tilatietoja pitäisi välittää RBC:lle. Sanoma kuitenkin oli mahdollista välittää rajapinnan yli, ja sisältö oli EULYNX-määrittelyjen mukainen.

Lisäksi tehdastestiympäristössä pystyttiin onnistuneesti testaamaan rajapinnan yhteydenmuodostusta, Heartbeat-virhettä (RaSTA-protokollan yhteyskatko) ja virheellisiä viestejä.

Mipron SCI-RBC-rajapinnan toteutuksen todettiin täyttävän EULYNX-vaatimukset, siltä osin kuin Baseline 3 Release 6 määritteli rajapinnan toiminnallisuuksia. Tämän raportin kirjoitushetkellä ei ole tiedossa rajapintatoteutuksen päivitystä Baseline 4 mukaiseksi.

5 Kokemukset ulkomailla

EULYNX-hankkeen pääkäynnistäjänä on toiminut DB Netze. Se ei kuitenkaan ole ollut ensimmäinen ja kaikkein aktiivisin pilotoija. Se on ollut BaneNOR. Norjan Re-signalling-hanke oli syynä, että norjalaiset kollegat olivat EULYNX-hankkeen alkuvaiheessa hyvin aktiivisesti mukana kirjoittamassa spesifikaatioita useassa eri klusterissa. Tavoite oli käyttää EULYNX-spesifikaatioita tarjouspyyntöaineistona Norjan jättihankinnassa. Se onnistui, sillä Baseline 2 -versio valmistui juuri ajoissa tätä tarkoitusta varten. BaneNOR teki hankintapäätöksensä vuonna 2018. Baseline 2 on ensimmäinen käyttökelpoinen versio, vaikka se onkin hyvin suppea ja puutteellinen verrattuna nykyiseen Baseline 4 -versioon /5/.

Merkittäviä muita tämän laajuuden EULYNX-spesifikaatioiden "totaali-implementoijia" ei ole, mutta DB Netz AG, CFL ja ProRail ovat käyttäneet hankkeissaan osaa valmistuneesta EULYNX-aineistosta.

DB on Finnentrop-pilottihankkeessa käyttänyt, ainakin jossakin laajuudessa, Data Preparation -klusterin aineistoa. Baseline 3 -aineiston yksittäisiä klusterispekskejä (SCI-P, SCI-LS ja SCI-IO) on myös käytetty toteutuneissa hankkeissa. Tällaisia ovat mm. 2023 käyttöön otettava high-speed-projekti *Zwiesel* (Pintsch), 2024 valmistuva high-speed-projekti *Gera-Weischlitz* (Hitachi), *high-speed*-projekti *Lichtenfels-Coburg* (Alstom) ja vuonna 2025 valmistuva *Digitaler Knoten Stuttgart* (Hitachi, ent. Thales). Nämä projektit on siis tilattu Baseline 3 -aineistolla /7/.

Luxemburgissa on käytetty eräiden klustereiden EULYNX-spesifikaatioita hankinnoissa myös jo vuonna 2018. Scheidt & Bachmann on toimittanut asetinlaitejärjestelmän, jossa on käytetty SCI-ILS- ja SCI-LX-rajapintaspekskejä. Bettembourgin raitapihan asetinlaitteiden uusinta tapahtunee EULYNX-spesifikaatioihin pohjautuvalla hankinta-aineistolla /7/.

ProRail on ollut kiihdyttämässä EULYNX-asetusosien kehitystä tekemällä yhteistyötä pääosin hollantilaisten laitevalmistajien kanssa. Ensimmäiset tulokset olivat vuonna 2018 Innotrans-messuilla esitellyt EULYNX-spesifikaatioihin perustuvat asetusosat vaihteelle, tasoristeyslaitokselle, valo-opastimelle ja raiteen vapaailmaistekniikalle /5/.



Kuva 12. EULYNX-hankkeella on ollut oma osastonsa Berliinin Innotrans-messuilla vuodesta 2018. Kuvassa vuodelta 2022 Aki Härkönen vierailmassa osastolla. Taustalla vasemmalla ProRailin Lex Moscou, eräs EULYNX:n "perustajista". (Anastasiia Hrytsyshyna).

Vuonna 2022 on ProRail tehnyt hankintapäätöksen Thalesilta tehdystä koko maan kattavasta turvalaitehankinnasta *ERTMS Baseline 3 Level 2*. Siinä hankinta-aineistona on koko EULYNX-spesifikaatioaineisto. Hanke kestää vuoteen 2030 /7/.

Muut osanottajamaat ovat olleet EULYNX-aineiston implementoinnissa ja hankintapäätöksensä teossa varovaisempia. Pääosin eri maissa on odotettu viime vuonna valmistunutta EULYNX:n Baseline 4 -versiota. Vasta se on melko riskitön hankinta-aineistona käytettäväksi, koska siinä on aiempien versioiden virheitä korjattu ja aukkoja paikattu.

EULYNX-hankkeen verkkosivuilta on ladattavissa tuorein vuosikertomus, josta on luettavissa tarkempia tietoja yo. hankkeista ja eri maiden suunnitelmista EULYNX-spesifikaatioiden hyödyntämiseksi.

Näiden esimerkkien perusteella Suomi on muiden osanottajamaiden rinnalla mukana EULYNX-aineiston tehokkaassa hyödyntämisessä. POKA-projektin SCI-CC-rajapinnan soveltaminen on hyvä alku.

6 EULYNX-linkki FIR:iin

Nykyisissä Suomen asetinlaitevaatimuksissa ei ole mitään mainintoja rajapintoihin liittyen, joten mitään esteitä EULYNX-spesifikaatioiden hyödyntämiseksi nykytilanteessakaan ei olisi. Vaatimus EULYNX-spesifikaatioiden hyödyntämisestä voidaan määrittellä jokaisessa asetinlaitehankinnassa erikseen. Lisäämällä vaatimukset EULYNX-spesifikaatioiden hyödyntämisestä Suomen asetinlaitevaatimukseen tekisi siitä uuden normaalin ja yhdenmukaistaisi hankintoja.

Asetinlaitelogiikkaan EULYNX-spesifikaatioilla ei ole vaikutusta, joten asetinlaitteen toiminnallisiin vaatimuksiin ei tarvittaisi muutoksia. Ulkolaitevaatimukseen sen sijaan lisäyksiä tarvitaan. Vaadittavat lisäykset olisi toteutettava siten, että viitataan kussakin ulkolaitevaatimusten osiossa EULYNX-vaatimuskokonaisuuteen, jota vaaditaan käytettävän. FIR:n päivitystarpeiden minimoimiseksi viittaus EULYNX-vaatimukseen olisi mahdollisuuksien mukaan muotoiltava siten, ettei siinä mainita tiettyä EULYNX-spesifikaation versiota vaan esimerkiksi viimeisin julkaistu versio.

Digirata-hanke on ottanut EULYNX-aineiston oman CSS-spesifikaation lähtöaineistoksi laatiessaan *FIR-A*-dokumenttia ETCS-pohjaiseen turvalaitejärjestelmään.

7 EULYNX-hankkeen seuraavat askeleet

7.1 Yleinen kehitys

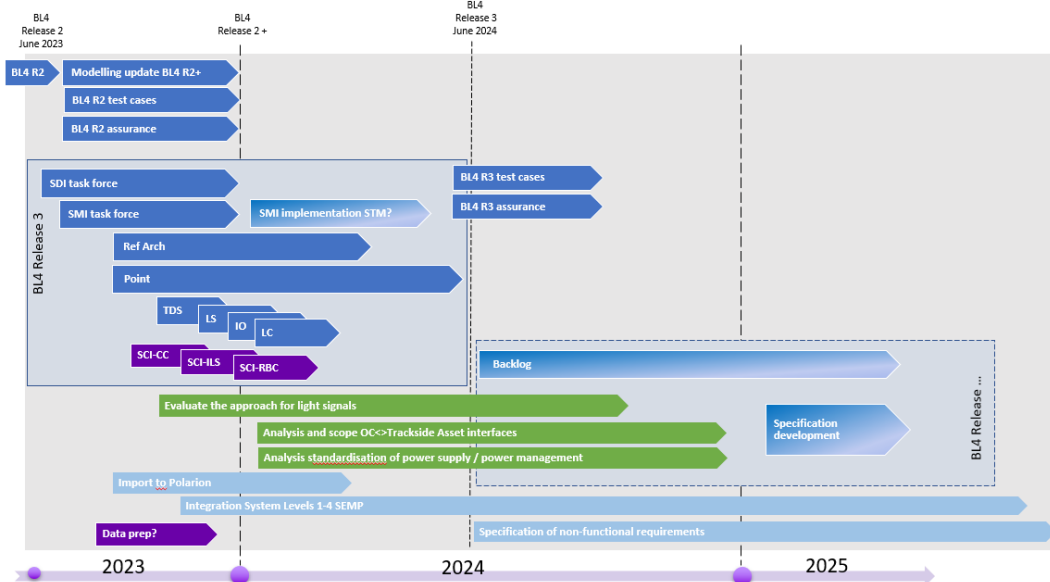
Työtä on tehty vuodesta 2013 alkaen EULYNX-dokumenttien kehittämiseksi. Baseline 4 alkaa olla valmis hankintadokumenttina käytettäväksi. Työ ei ole kuitenkaan vielä valmis, ja panostusta vaaditaan edelleen vielä lähivuosina. On ollut tärkeää, että Väylävirasto on ollut mukana alusta lähtien ja saanut läpi omia vaatimuksiaan kehitystyössä. Tuloksia on päästy Suomessa jo hyödyntämään käytännössä. Syytä on olla hankkeessa mukana jatkossakin.

EULYNX on hyväksytty Euroopan rautatiet -yhteisyrityksen (ERJU) osaksi, mikä takaa hankkeen jatkon vuosiksi eteenpäin.

Kuvassa 13 on esitetty EULYNX-hankkeen vuosille 2023–2025 suunniteltuja kehitysaskelia. Tärkeimpänä tämän raportin kirjoitushetkellä tiedossa olevana merkki-paaluna on kesäkuussa 2024 julkaistu Baseline 4 Release 3. Tämän jälkeen työ jatkuu Baseline 4 Release 4 valmistelulla, joka vaikuttaa kuvan vasemmassa laidassa kehystettyinä oleviin aihekokonaisuuksiin.

Baseline 4 Release 2 on jo mukana *ERJU System Pillar (SP) Operational Concepts* -osuuden alaosana *Trackside Assets Control and Supervision (TACS)* ensimmäisenä konkreettisenä yhteistyötuloksena.

SP TACS / EULYNX Roadmap



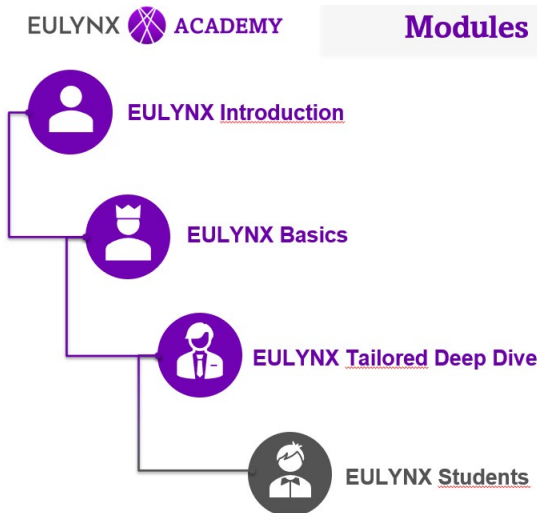
Kuva 13. EULYNX-hankkeen vuosille 2023–2025 suunniteltuja kehitysaskelia /10/.

7.2 EULYNX-akatemia

Edellä mainittujen kehitysaskelien lisäksi EULYNX-hanke on aloittamassa EULYNX-akatemiaa, jonka tarkoitus on levittää osaamista spesifikaatioaineiston käyttäjille.

Akatemia on suunnattu rautatiealan asiantuntijoille, infranhaltijoille, laitetoimittajille ja yliopistoille. Akatemian konsepti on tällä hetkellä kehitteillä, ja sille on saatu hyväksyntä kesäkuussa 2023. Käynnissä on valmistelut, jotta akatemia voidaan käynnistää tammikuussa 2024.

Akatemiassa on neljä tasoa, kuten kuvassa 14 on esitetty. Ensimmäisen taso on kahden tunnin mittainen perustason EULYNX-esittely (*EULYNX Introduction*), joka on tarkoitettu yleisesti EULYNX:stä kiinnostuneille, eikä sillä ole osaamisvaatimuksia. Koulutukseen ei ole osallistumismaksua.



Kuva 14. EULYNX-akatemian tasot.

Toinen taso EULYNX-perusteet (*EULYNX Basics*) on kahden päivän mittainen perustason koulutus, joka on myös tarkoitettu yleisesti EULYNX:stä kiinnostuneille. Perustietämys EULYNX-hankkeesta tai EULYNX-esittely on ennakko vaatimuksena osallistumiselle.

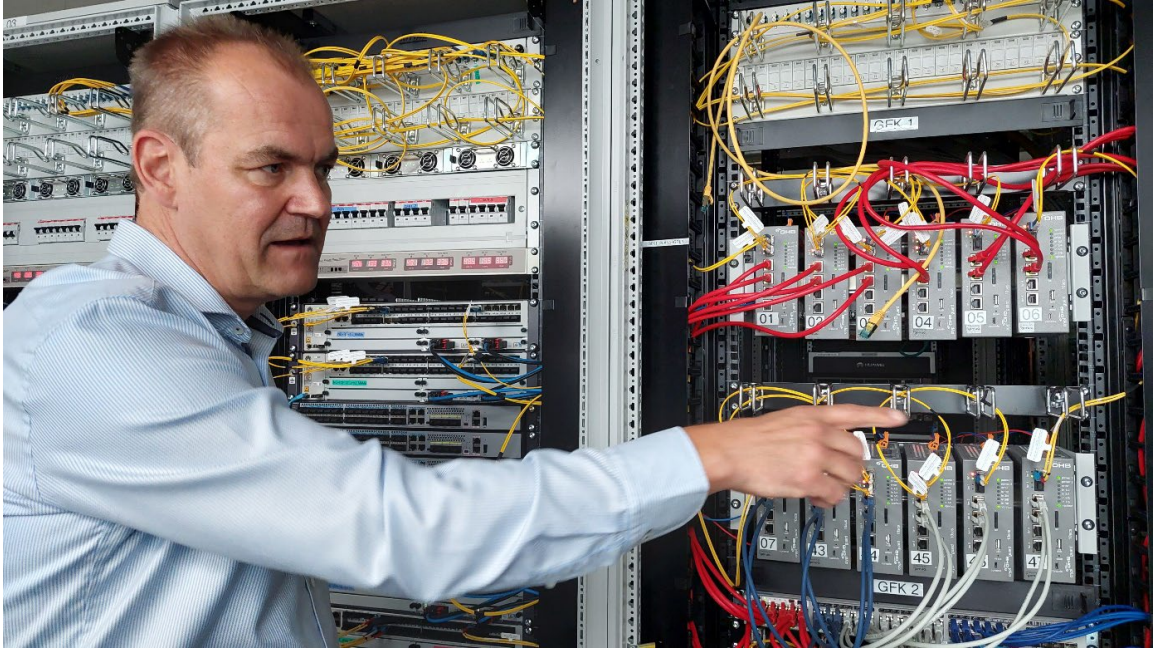
Kolmas taso on kohdennettu syvä sukellus EULYNX:iin (*EULYNX Tailored Deep Dive*), joka on rautatiealan asiantuntijoille suunnattu koulutus. Sen lähtötietovaatimuksena on perustietämys EULYNX:stä. Tarkoituksena on, että osallistujilla on mahdollisuus keskittyä koulutuksessa itselleen hyödyllisiin aihepiireihin ja valita itselleen sopiva koulutuspaketti.

Neljäs taso EULYNX-opiskelijat (*EULYNX Students*) on yliopisto-opiskelijoille tai muille vastaavan tason rautatie-, turvallisuus-, ohjelmisto- tai laitteistokehitysalan insinööriopiskelijoille. Opintojen ennakotietovaatimuksena on perustietojen osaa minen rautateistä tai rautatieliikennöinnistä. Opintojaksot sisältävät perustason koulutusta EULYNX:stä. Lisäksi tarkoitus on järjestää yhteistyöprojekteja opiskelijoiden ja EULYNX-jäsenorganisaatioiden välillä.

7.3 Testilaboratorio

Yksi tärkeimmistä tuoreimmista aloitetuista EULYNX:n kehityshankkeista on testilaboratorio. Sellaisen koeversio sijaitsee DB:n tiloissa Frankfurtissa. Se on alun perin tarkoitettu DB:n uusien digitaalisten asetinlaitteiden testaukseen, mutta se kattaa myös EULYNX-tekniikan rajapintojen testaukseen osana DB:n NeuPro-konseptia.

Laboratorio koostuu kahdesta huoneesta. Näistä toinen on varsinainen testihuone, jossa on työpisteitä useilla monitoreilla varustettuna. Toinen huone on tietokonehuone, johon on asennettu varsinaiset asetinlaitepalvelimet ja tietoliikennelaitteet.



Kuva 15. DB:n tri. Berndt Elsweiler esittelee DB:n EULYNX-testilaboratorion laitteistoa (Lassi Matikainen).

Päättestauskohde laboratoriossa on kirjoitushetkellä Stuttgartin vuonna 2025 valmistuva *Digitaler Knoten Stuttgart*-asetinlaiteprojekti. Ulkolaiteohjaimet eli asetusosat voivat sijaita hajautettuna. Vaihteen asetusosat ja jopa testeissä käytettävät kääntölaitteet tässä projektissa sijaitsevat valmistajan tehtaalla.

Tavoite on akkreditoida laboratorio ISO/IEC 17025 -standardin mukaiseksi testi- ja kalibrointilaboratorioksi. Tämä tapahtunee vuonna 2024. Etuna akkreditoinnista on, että laboratorio voi toimia puolueettomana kolmantena osapuolena esimerkiksi testattaessa kahden eri toimittajan laitteiden yhteentoimivuutta.

Tämä laboratoriokonsepti on tarkoitus monistaa generiseksi muidenkin jäsenmaiden käyttöön.

7.4 Aineiston saatavuus

EULYNX-työ jatkuu. Uusia määrittelydokumenteja kirjoitetaan ja jo julkaistuja täydennetään. Tämän raportin kirjoitushetkellä on julkaistu EULYNX-dokumenttien versio Baseline 4 release 2. Se ja tulevat tuoreemmat versiot ovat rekisteröityneiden organisaatioiden ladattavissa korvauksetta verkkosivuilta osoitteesta <https://eulynx.eu/index.php/documents/published-documents>.

Lähdeluettelo

- /1/ *20220405 EULYNX_ Consortium Management Plan_V0G
(Recovered)*
- /2/ *EN 50126-1:2017 Railway Applications - The Specification and
Demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety
(RAMS) - Part 1: Generic RAMS Process*
- /3/ *20220517 EULYNX Documentation plan Eu.Doc.11 v4.0 (0.A)*
- /4/ *20220517 Documentation Plan - Appendix A1 Eu.Doc.11_A1 v4.0
(0.A)*
- /5/ *EULYNX Annual report 2018*
- /6/ *EULYNX Annual report 2020*
- /7/ *EULYNX Annual report 2021*
- /8/ *Europe's Rail. https://rail-research.europa.eu/system_pillar/.
Ladattu 28.6.2023*
- /9/ *20221214 EULYNX introduction guideline v0B (adapted for SP)*
- /10/ *20230629 EULYNX_SC-Presentation V0A*



Väylävirasto
Trafikledsverket

ISSN 2490-0745
ISBN 978-952-405-106-4
www.vayla.fi