

Digirail – ERTMS-Planung in Finnland und ihr Zusammenhang mit der Erneuerung von Signalanlagen

Digirail – Finnish ERTMS planning and its links to signalling system replacement

Jari Pylvänäinen | Juha Lehtola

Der finnische Eisenbahnsektor steht an der Schwelle eines Wandels. Das gegenwärtig zur Sicherung des Zugverkehrs genutzte System nähert sich dem Ende seines Lebenszyklus. Das nachfolgende System wird auf dem Europäischen Eisenbahnverkehrsleitsystem (European Rail Traffic Management System, ERTMS) basieren. ERTMS ist nur der Anfang, und das Hauptziel soll die Digitalisierung des Bahnsektors in Finnland sein. Das neue System wird auf dem funkbasierten europäischen Zugbeeinflussungssystem (European Train Control System, ETCS) basieren. Die anstehenden Änderungen werden sich auf den gesamten Bahnsektor auswirken. Vor allem erfordern die Veränderungen neues Fachwissen bei allen in diesem Bereich tätigen Akteuren. Das heißt, wir müssen nahtlos zusammenarbeiten. Das Programm namens Digirail ist ein zentraler Bestandteil dieses Wandels.

1 Digirail-Studie gibt die Richtung der Entwicklung vor

In Finnland wird gegenwärtig das Zugbeeinflussungssystem ATP-VR/RHK, das auf der EBICAB900-Technologie basiert und sich dem Ende seines Lebenszyklus nähert, verwendet. Zuvor hatte Finnland geplant, auf die Nutzung von ETCS-Level 1 (L1)-Systemen zu wechseln, weil es dem bestehenden System stark ähnelt und sich im Prinzip einfach in bestehende Stellwerke integrieren lässt. Um sicherzustellen, dass es in die richtige Richtung geht, wünschte der Bahnsektor eine Neubewertung der aktuellen Situation, und so wurde eine neue Machbarkeitsstudie eingeleitet. Das Ministerium für Verkehr und Kommunikation richtete eine Leitungsgruppe ein und ernannte ein Projektmanagement für die Studie. Die Studie wurde in Zusammenarbeit mit dem Ministerium für Verkehr und Kommunikation, der finnischen Behörde für Verkehrsinfrastruktur, der finnischen Behörde für Verkehr und Kommunikation Traficom, der Traffic Management Finland Group Ltd, Finrail Ltd, VR Group Ltd und Helsinki Regional Transport erstellt. Ziel der Studie war es zu untersuchen, wie die Erneuerung des gegenwärtig genutzten Zugbeeinflussungssystems unter Berücksichtigung der EU-Verordnungen und von Zukunftsperspektiven auf nationaler Ebene am effizientesten und kostengünstigsten modernisiert werden kann. Das Projekt, an dem sowohl finnische als auch ausländische Experten beteiligt waren, wurde am 2. April 2020 abgeschlossen und veröffentlicht.

Zu Beginn hieß die Studie Finnische ERTMS-Studie und mit ihr wurde Mitte 2019 begonnen, um die bestmögliche ERTMS-Lösung für Finnland zu bestimmen. Von Beginn der Studie an war klar, dass ERTMS nur der Anfang wäre und dass das Hauptziel in der Digitalisierung des Bahnsektors in Finnland bestände. Dies führte zur Umbenennung der Studie und aller damit zusammenhängenden

The Finnish rail sector is on the verge of change. The system that is currently used to secure train traffic is coming to the end of its lifecycle. The replacement will be based on the European Rail Traffic Management System (ERTMS). ERTMS is just the starting point and the main objective should be the digitalisation of the entire rail sector in Finland. The radio-based European Train Control System (ETCS) will be the foundation of the new system. The upcoming changes will affect the entire rail sector. Above all, the changes will require new know-how from all the stakeholders operating in the sector. This means we need to work together seamlessly. The Digirail program is a central part of this change.

1 The Digirail study has defined the direction for development

The train protection system currently used in Finland is ATP-VR/RHK based on EBICAB 900 technology and it is nearing the end of its lifecycle. Finland had previously planned to switch to ETCS Level 1 (L1) systems, as they are quite similar to the current system and in principle can be easily fitted to the exist-



Bild 1: Digirail-Logo

Fig. 1: The Digirail logo

Quelle / Source: Finrail Ltd. / Digirata

Arbeitsgruppen unter einem Namen: „Digirail“. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Digirail-Studie beschrieben.

Was die Bahnsysteme angeht, so werden wir große Veränderungen erleben, weil die Zuverlässigkeit und die wirtschaftliche Lebensdauer des in Finnland verwendeten Zugbeeinflussungssystems, einschließlich der strecken- und fahrzeugseitigen Ausrüstung, in den 2020er-Jahren auslaufen werden. Außerdem gehört Finnland zum europäischen Eisenbahnraum und muss daher seinen Verpflichtungen, beispielsweise zur Sicherstellung der Kompatibilität mit dem Transeuropäischen Verkehrsnetz (TEN-T) und zur Ausrüstung seiner Strecken mit dem Europäischen Eisenbahnverkehrsleitsystem, nachkommen. Es ist auch bekannt, dass in Zukunft eine größere Nachfrage nach Eisenbahnkapazitäten bestehen wird. Über die Verbesserung der technischen Infrastruktur kann die Nutzung der Kapazität des bestehenden Eisenbahnnetzes zudem optimiert werden. Somit sind Investitionen auch für den Erhalt der Qualität des finnischen Eisenbahnverkehrs auf seinem jetzigen Niveau unumgänglich. Die Investitionen müssen einen maximalen Gesamtnutzen für die Gesellschaft bieten.

In der Digirail-Studie wurden Eisenbahn- und Kommunikationstechnologien sowie deren Vorschriften und Effizienz unter verschiedenen Aspekten analysiert. Das Fazit der Studie ist, dass hinsichtlich der Technologie ein funkbasiertes Europäisches Zugbeeinflussungssystem (ETCS) am besten geeignet ist, um das derzeitige Zugbeeinflussungssystem zu ersetzen. Dies bedeutet, dass Finnland mit der Nutzung des Future Radio Mobile Communication System (FRMCS) beginnen muss. FRMCS basiert auf der 5G-Technologie und befindet sich derzeit in der Konzeptphase. Die aktuellen Bedingungen bieten Finnland die Gelegenheit, ein technologischer Vorreiter und in der Bahnbranche führend zu werden. Die Erfahrungen und Fähigkeiten, die hier gesammelt werden, können anderswo in Europa genutzt werden. Das Zugbeeinflussungssystem muss den Anforderungen eines ETCS-L2-Systems entsprechen, zu dem die ständige Überwachung von Zugbewegungen über Funksignale gehört. ETCS-L2-Systeme werden bereits von verschiedenen Herstellern angeboten. ETCS-L2-Systeme können auf ETCS-L3-Systeme hochgerüstet werden, was die Erhöhung der Kapazität des Eisenbahnnetzes, der Bahnübergangs- und Mitarbeitersicherheit sowie einen Automatisierungsgrad auf höchstmöglichem Niveau ermöglicht. Die derzeitige und zukünftige Kapazität des Eisenbahnnetzes kann durch die Nutzung der Technologie verbessert werden, um die Fahrzeugfolgen zwischen den Zügen zu verkürzen. Eine Steigerung der Kapazität des Eisenbahnnetzes ermöglicht es, das Volumen von Transportdiensten im Schienenverkehr zu erhöhen, was die Bemühungen zur Abschwächung des Klimawandels steigert, indem Fracht von der Straße auf die Schiene verlagert wird. Die Verbesserung und effizientere Nutzung der Kapazität des Eisenbahnnetzes trägt zudem dazu bei, Engpässe im Netz zu beseitigen und die Normalisierung nach Störungen zu beschleunigen, sie vereinfacht die Planung von Fahrplänen und verbessert die Pünktlichkeit. Darüber hinaus ist es auf bestimmten zweigleisigen Strecken möglich, die Anzahl der Züge wesentlich zu erhöhen, insbesondere im homogenen Verkehr, indem zusätzlich zur Erneuerung des Systems einige bestimmte Investitionen vorgenommen werden. Die moderne Technologie gewährleistet die Realisierung des maximalen Potenzials der Möglichkeiten, die die Digitalisierung bietet, ganz zu schweigen von dem Potenzial zur Senkung von CO₂-Emissionen, indem die Verfügbarkeit des Schienenverkehrs und die Leistungsqualität verbessert werden. Digirail trägt dazu bei, die Attraktivität öffentlicher Verkehrsmittel zu erhöhen und den Klimawandel wirkungsvoll abzuschwächen.

ing interlocking systems. The rail sector wished to re-evaluate the current situation in order to ensure that this was the right direction and this led to a new feasibility study. The Ministry of Transport and Communications established a steering group and nominated the study's project management. The study was carried out in cooperation with the Ministry of Transport and Communications, the Finnish Transport Infrastructure Agency, the Finnish Traficom Transport and Communications Agency, the Traffic Management Finland Group Ltd, Finrail Ltd, the VR Group Ltd and Helsinki Regional Transport. The aim of the study was to explore how the replacement of the currently used train protection system could be modernised in the most nationally effective and cost-efficient manner, while taking EU regulations and future prospects into account. The work, which involved both Finnish and foreign experts, was finalised and published on 2 April 2020.

The study was initially called the Finnish ERTMS-study and it was started in mid-2019 in order to determine the best possible ERTMS solution for Finland. From the very beginning of the study, it was clear that ERTMS was merely the starting point and that the main aim would have to be the digitalisation of the rail sector in Finland. This led to the study and all its related working groups being renamed Digirail. This chapter describes the results of the Digirail study.

In terms of railway systems, we are due to undergo a major change as the reliability and economic service life of the train protection system used in Finland, including the trackside and train-borne equipment, is due to end in the 2020s. In addition, as part of the European railway area, Finland must also fulfil its obligation to ensure compatibility with the Trans-European Transport Network (TEN-T), for instance, and equip its track network with the European Rail Traffic Management System (ERTMS). It is also clear that there will be increased demand for rail capacity in the future. The use of the current rail network's capacity can also be optimised by improving the technical infrastructure. Investments would therefore also be inevitable even for simply maintaining Finnish rail traffic at its current level of quality. These investments must provide maximum overall benefit to society.

The Digirail study analysed railway and communication technologies, as well as their regulations and effectiveness, from various perspectives. The study concluded that the radio-based European Train Control System (ETCS) is the best solution to replace the current train protection system in terms of technology. This means that Finland must begin using the Future Radio Mobile Communication System (FRMCS). FRMCS is based on 5G technology and it is currently in its definition phase. The current conditions provide Finland with an opportunity to become a technological pioneer and a leader in the railway communications industry. The experience and skills gained can then be utilised elsewhere in Europe. The train control system must comply with the requirements of an ETCS L2 system, which involves the continuous supervision of train movements using radio signals. ETCS L2 systems are already provided by various suppliers. They can also be upgraded to ETCS L3 systems, which allows for an upgrade in the rail network capacity, the level crossing and personal safety and the highest possible level of automation. The current and future rail network capacity can be improved using technology to shorten the headway between trains. Improving the rail network capacity will allow for increased volume in rail transport services and a boost in climate change mitigation efforts as a result of the transition of cargo from road transport

Bild 2: Digirail-Strecke

Fig. 2: The Digirail line

Quelle / Source: Finrail Ltd / Digirata



Vorläufigen Kostenschätzungen zufolge sind die für ETCS L1 und L2 sowie für das moderne L3 erforderlichen Investitionen in etwa gleich hoch. Die Anzahl an streckenseitiger Ausrüstung, die für ETCS L2 und L3 erforderlich ist, ist beträchtlich niedriger, weil Stellwerke über dieselbe Investition erneuert werden. Für ETCS L1 besteht kein unmittelbarer Bedarf, Stellwerke zu erneuern. Wenn man jedoch den ständigen Bedarf der Erneuerung bestehender Signalsysteme beachtet, ist die Höhe der Investitionen auf allen ETCS-Levels gleich. Laut einer Lebenszyklusanalyse für 2020–2065 sind die Gesamtkosten der modernen funkbasierten ETCS-Lösung um über 400 Mio. Euro niedriger als die Kosten der nächstgelegenen Alternative, des ETCS L1. Der aktuelle Bedarf zur Erneuerung von Stellwerken auf ETCS L1 wurde in dieser Analyse ebenfalls berücksichtigt. Angesichts des großen Umfangs der Investition muss die Finanzierung der gesamten Investition garantiert sein. Dies verlangt eine langfristige und neue Art der Verpflichtung zur Finanzierung, insbesondere vonseiten der finnischen Regierung. Wenn das Zugbeeinflussungssystem nicht im gesamten Schienennetz sorgfältig erneuert wird, verschlechtert sich die Qualität des Schienenverkehrs und die Gesamtkosten steigen. Dies liegt daran, dass im System verschiedene Arten von Signalanlagen genutzt werden, und an dem sich daraus ergebenden Bedarf in Bezug auf den Betrieb und die Instandhaltung. Basierend auf den Schlussfolgerungen der Digirail-Studie empfehlen die Beteiligten, das bestehende Zugbeeinflussungssystem durch ein modernes funkbasiertes ETCS-System, speziell ein landesweites System von mindestens ETCS L2 in der Anfangsphase, zu ersetzen. Das moderne funkbasierte ETCS bietet eine Plattform für digitalen, intelligenten Bahnverkehr und es ist die einzige Möglichkeit, um bei der Entwicklung des Personen- und Güterverkehrs auf der Schiene Daten und künstliche Intelligenz zu nutzen. Das Ziel ist, 2028 mit der umfassenden Einrichtung des Systems zu beginnen. Deshalb empfehlen die Projektleitung und Projektgruppen der Digirail-Studie und aller an der Studie beteiligten Organisationen, dass der nationale Plan Finnlands für die ERTMS-Implementierung überarbeitet und die erforderlichen Systemtests und weiteren Studien so bald wie möglich durchgeführt werden.

to rail. Improving and using the rail network capacity more efficiently will also help remove any bottlenecks in the network, boost recovery from disruptions, make it easier to plan timetables and improve punctuality. Furthermore, it is also possible to increase the number of trains significantly on some current double-track routes, particularly in homogeneous traffic, by making a few identified investments in addition to replacing the system. The modern technology will ensure that the maximum potential of the digitalisation is achieved, not to mention the potential to cut CO₂ emissions by improving the accessibility of rail traffic and the quality of the services. Digirail will contribute to increasing the attractiveness of public transport and effectively mitigating climate change.

According to the preliminary cost estimates, the investments required for ETCS L1 and L2 as well as the modern L3 are approximately the same. The amount of trackside equipment required for ETCS L2 and L3 is considerably lower as the interlocking systems are replaced as part of the same investment. ETCS L1 does not directly require the replacement of any interlocking systems. However, considering the constant need for renewing the current signalling systems, the level of investment would be the same at all ETCS Levels. According to a life cycle analysis for 2020–2065, the overall costs of the modern radio-based ETCS solution are more than 400 million EUR lower than the costs of its closest alternative, ETCS L1. This analysis has also taken into account the current need for replacing the interlocking systems with ETCS L1. Given its large scale, the funding of the entire investment must be guaranteed. This requires a long-term, new kind of commitment to financing, particularly on the Finnish government's behalf. If the train protection system is not replaced throughout the entire rail network, the quality of the rail services will deteriorate and the overall costs will increase. This is due to the diverse types of signalling equipment used in the system and the subsequent operations and maintenance needs.

2 Umweltfreundlicher Weg zu modernem funkbasierten System

In Europa liegt der Fokus auf modernen Systemen, die einen automatischen Zugbetrieb auf Grundlage von Digitalisierung ermöglichen. Auch Finnland muss sich an diesem aktuellen Trend beteiligen. Ehrgeizige Ziele bei der Reduktion von Emissionen erfordern außerdem effiziente Maßnahmen bei der Entwicklung des Schienenverkehrs. Was die Emissionsniveaus in Finnland angeht, ist der Schienenverkehr das umweltfreundlichste Verkehrsmittel (Gesamtverkehr 21 %, Schienenverkehr unter 1 %, Marktanteil beim Personen- und Güterverkehr 6 % bzw. 27 %) und ein wirksames Mittel, um Bemühungen zur Reduktion von Emissionen zu fördern. Um den Anteil des Schienenverkehrs zu erhöhen, sind Verbesserungen bei der Kapazität und Zuverlässigkeit des Betriebs erforderlich. Digirail ist ein ideales Instrument für gemeinsame Anstrengungen, die bei der Steigerung des Anteils des Schienenverkehrs auch erforderlich sind. Bei den Bemühungen um Entwicklung bedarf es einer gezielten Zusammenarbeit zwischen allen Parteien in der Eisenbahnbranche. Das digitale Umfeld erfordert eine nahtlose Zusammenarbeit zwischen allen Akteuren – keine der Parteien kann diesen Wandel allein durchführen.

Der Übergang von der Straße auf die Schiene ist auch ein von der EU angestrebtes Ziel, und er wird zum Beispiel auch in den Zielen des Green Deals der Europäischen Kommission stark betont. Ziel ist, dass der Schienenverkehr als umweltfreundliches Verkehrsmittel einen wesentlichen Teil des Güterverkehrs, der derzeit im Straßenverkehr unterwegs ist, übernehmen soll. Um ihre Ziele zu erreichen, muss die EU bei der Regulierung des Schienenverkehrs einen Sprung bei der Digitalisierung vornehmen. Die Europäische Kommission hat in Zusammenarbeit mit der Europäischen Eisenbahnagentur (ERA) die Erneuerung der Eisenbahnvorschriften, das Programm Digital Rail and Green Freight Revision eingeleitet.

3 Das Digirail-Programm wird fortgesetzt und mit der Vorbereitung wurde begonnen

Weitere Maßnahmen und Studien in Digirail laufen bereits. Ziel ist es, das finnische Eisenbahnsegment auf eine Systementwicklung und einen breiteren Ausbau vorzubereiten. Bei den Vorbereitungsarbeiten liegen bereits in der Studienphase dieselben organisatorischen Strukturen zugrunde. Das Ministerium für Verkehr und Kommunikation hat die Laufzeit der Leitungsgruppe verlängert, und dieselben Parteien führen die Zusammenarbeit auf Leitungsebene in der Vorbereitungsphase fort, das heißt neben dem Ministerium für Verkehr und Kommunikation die Finnische Behörde für Verkehrsinfrastruktur, die Finnische Behörde für Verkehr und Kommunikation Traficom, die Traffic Management Finland Group Ltd, Finrail Ltd, VR Group Ltd und Helsinki Regional Transport. Das Kooperationsmodell stellt sicher, dass alle Akteure die notwendigen Informationen für die Vorbereitung der nationalen Bereitschaft erhalten und liefern.

3.1 Ziele in der Vorbereitungsphase

Hauptziel der Vorbereitung ist es, Informationen für Entscheidungsträger zu liefern, um die Richtung bei der ERTMS-Umsetzung auf nationaler Ebene festzulegen und die Finanzierung für die langfristige Entwicklung sicherzustellen. Der Finanzierungsvorschlag und das Finanzierungsmodell werden genauer beurteilt. Die Vorbereitungsphase zielt auch darauf ab, Informationen über viele technische und betriebliche Perspektiven zu vertiefen. Das bedeutet, dass Finnland sich mit der Entwicklung in der europäischen Standardisierung vertrauter machen und an Arbeits-

Based on the conclusions of the Digirail study, the involved parties have recommended replacing the current train protection system with a modern radio-based ETCS system, specifically a nationwide system of at least ETCS L2 in the initial phase. The modern radio-based ETCS provides a platform for digital, intelligent rail traffic and it is the only way to utilise data and artificial intelligence in the development of passenger and freight services on rails. The goal is to begin the extensive installation of the system in 2028. Because of this, the steering and project groups from the Digirail study and all the organisations involved in the study have recommended that Finland's national ERTMS implementation plan should be updated and the required system tests and further studies should be carried out as soon as possible.

2 A green way to a modern radio-based system

The focus in Europe is on modern systems that support automatic train operations based on digitalisation. Finland must also take part in this current trend. Ambitious emission reduction targets also require efficient measures in the development of rail traffic. In terms of emission levels in Finland, rail traffic is the most environmentally friendly mode of transport (total traffic: 21 %, rail traffic: less than 1 %, the market share of passenger and freight transport: 6 % and 27 % respectively) and an effective way to boost emission reduction efforts. Improvements in the capacity and reliability of operations are required in order to increase the proportion of railway transportation. Digirail is an ideal tool for any joint efforts that are also required to increase the proportion of rail traffic. Well-targeted cooperation between all the parties in the rail industry is required in these developmental efforts. The digital environment requires seamless collaboration between all the stakeholders – no party is able to implement this change alone.

The transition from road to rail is also a goal of the EU and it is strongly emphasised in the goals of the European Commission's Green Deal, for instance. As an environmentally friendly mode of transport, the aim is for the rail sector to take over a significant proportion of the freight traffic which is currently active in road transport. The EU must therefore take a digital leap in rail traffic regulation in order to achieve its goals. The European Commission has initiated the replacement of the rail traffic regulations, the Digital Rail and Green Freight Revision programme, in cooperation with the European Union Agency for Railways (ERA).

3 The Digirail program is ongoing and preparation has started

Further actions and studies have already started under Digirail. The aim is to prepare the Finnish rail segment for the system development and wider roll out. The preparation work will be undertaken with a similar organisational structure to that already involved in the study phase. The Ministry of Transport and Communications has extended the duration of the steering group and the same parties as in the preparation phase have continued cooperating at the steering level, i.e. the Ministry of Transport and Communications with the Finnish Transport Infrastructure Agency, the Finnish Traficom Transport and Communications Agency, the Traffic Management Finland Group Ltd, Finrail Ltd, the VR Group Ltd and Helsinki Regional Transport. This cooperation model ensures that all the players will receive and provide the necessary information for the preparation of national readiness.

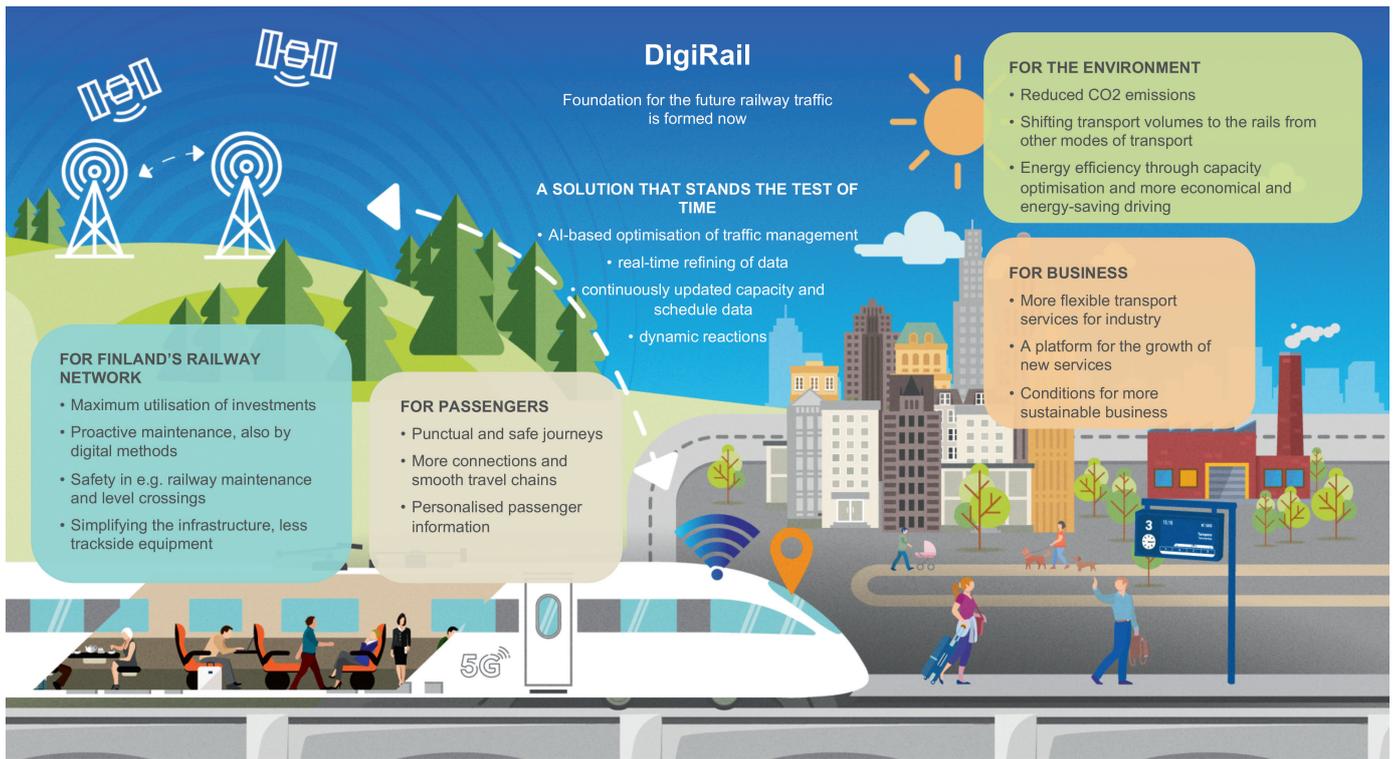


Bild 3: Digirail-Übersicht
Fig. 3: Digirail targets

Quelle / Source: Finrail Ltd / Digirata

gruppen, insbesondere im Bereich Telekommunikation, teilnehmen muss. Auch die vorläufigen Ausgestaltungen von Vorgaben zu Betrieb und Design müssen innerhalb der kommenden zwölf Monate abgeschlossen werden. Es gibt laufende und geplante Modernisierungsprojekte für Stellwerke, und diese müssen entsprechend neuer Informationen neu bewertet und der Bedarf einer Umsetzung muss abgeschätzt werden.

Eines der technischen Schlüsselemente ist es, die Verfügbarkeit des bestehenden ATP-Systems bis zur Bereitstellung des neuen Systems sicherzustellen. Dies erfordert eine Planung für einen Zeitraum von mindestens 20 Jahren für den Kauf und dem Umlauf von Geräten. Es ist zwingend erforderlich, das bestehende ATP-System in Betrieb zu halten und während der Einführung und Entwicklung das Wissen in Finnland zu erhalten. Der vorläufige Plan zur Einführung muss unter Berücksichtigung der operativen und technischen Begrenzungen weiter verfeinert werden. Nach einer genauen Planung der Einführung kann der offizielle nationale Plan zur Einführung von ERTMS aktualisiert werden.

Die Systemarchitektur wirkt sich auf viele Komponenten bei der landesweiten Systemerneuerung aus. Die Architektur bestimmt physikalische Standorte, Technologien, Schnittstellen, Modelle etc. und gibt zum Teil auch z. B. Vertragsstrukturen vor. D. h., dass die Definition der Architektur auch in der Vorbereitungsphase von Digirail eines der zentralen Themen ist und im nächsten Jahr viele Richtlinien festgelegt werden.

Alle Veränderungen, die von dem neuen System für die Eisenbahn beeinflusst werden, erfordern umfangreiche Ausbildungen und Kompetenzentwicklung. Viele Unternehmen müssen Schulungen anlaufen lassen, und Digirail plant, sie zu unterstützen, indem es öffentlich zugängliche Ausbildungsprogramme für alte und neue Bahnfachleute plant und veranstaltet. Die Entwicklung technischer Kompetenzen erfordert Einrichtungen, in denen man Systeme testen und untersuchen kann. Bei Digirail wurde dies berück-

3.1 The targets in the preparation phase

The main target in the preparation phase involves producing information for decision-makers to enable them to decide on the direction of the national ERTMS implementation and ensure the funding for long term development. The funding proposal and model will be evaluated in more detail. The preparation phase is also targeting the consolidation of the information from many technical and operational perspectives. This means that Finland needs to become more familiar with European standardisation development and must participate in any working groups, especially in the area of telecommunications. The preliminary definitions of operational and design rules also have to be finalised throughout the following twelve months. There are also ongoing and planned modernisation projects for interlockings and these have to be re-evaluated on the basis of any new information and the need for its implementation. Technologically speaking, one of the key elements involves ensuring the availability of the existing ATP system until the new system is fully operational. This will require planning for the purchasing of new and the circulation of existing devices over at least a 20-year period. It is mandatory to keep the current ATP system in operation and to maintain the necessary knowledge in Finland during the rollout and development of the new system. The preliminary rollout plan needs to be refined on a more detailed level by taking the operational and technical limits into account. The official national implementation plan for the ERTMS can be updated once the detailed rollout planning has been completed. The system architecture influences many components in the replacement of the national system. The architecture defines the physical locations, technologies, interfaces, models etc. and it also partially defines, for example, the contracting structures. This means that architecture definition is also one of the key topics in the Digirail preparation phase and a lot of guidelines will be established during next year.

sichtigt, indem damit begonnen wurde, eine Laborumgebung und Teststrecke für ein funkbasiertes ETCS-System in Finnland einzurichten. Zu den Zielen der Vorbereitung gehören Testfälle und die Definitionen der „Use Cases“.

3.2 Arbeitsmodell

Die Arbeit bei Digirail ist in Arbeitsgruppen unterteilt, und die Arbeit wird gemäß einem agilen Rahmen ausgeführt, der bereits in der Studienphase genutzt wurde. In der Vorbereitungsphase gibt es zehn verschiedene Arbeitsgruppen zu bestimmten Themen. Infrastruktur, Fahrzeugausrüstung und Telekommunikationssysteme sind hier gemeinsame Nenner, die sich durch alle Gruppen ziehen. Die Arbeit in Gruppen begann im Juni 2020, und unter dem Digirail-Dach arbeiten etwa 100 Menschen. Dies bedeutet, die Arbeit hat sich bereits stark erweitert und benötigt ein gut organisiertes Management.

In allen Arbeitsgruppen arbeiten Personen aus mehreren verschiedenen Organisationen. Ziel ist es, dass die Informationen aus den Arbeitsgruppen effizient unter den Teilnehmern verbreitet werden. Das Arbeitsmodell sorgt für Zusammenarbeit, und Ziel ist, dass alle erforderlichen Einzelheiten beachtet werden. Alle Gruppen werden gemäß dem Programmrahmen angeleitet, und alle zwei Wochen wird Bericht erstattet. Einmal alle vier Wochen treffen sich alle Teilnehmer des Programms, und die Gruppen tauschen ihre Erkenntnisse und nächsten Schritte miteinander aus. Ziel ist es, dass jeder über die laufenden Maßnahmen auf demselben Stand ist.

4 Teststrecke und Labor kommen

Die erste Phase der Einführung von ERTMS in Finnland erfolgte, nachdem die Finanzierung für die Teststrecke und zur Einrichtung des ERTMS-Labors im Juni 2020 genehmigt worden war. Zweck der Teststrecke ist es, ETCS L2 aufzubauen und dabei das kommerziell verfügbare LTE/5G-Funknetz zu nutzen. Ziel ist es, das Netz soweit wie möglich so einzurichten, dass es den FRMCS-Spezifikationen entspricht (in der dem Käufer und dem ausgewählten Lieferanten bekannten Form). Angesichts dieses Ziels ist es bemerkenswert, dass Finnland nichts außerhalb der Technischen Spezifikationen über die Interoperabilität (TSI) anstrebt, jedoch Spitzenreiter bei ETCS über FRMCS sein will. Ein weiteres Hauptziel ist es, Kompetenzen für finnische Fachleute zu erlangen. Finnland ist hinsichtlich des funkbasierten ETCS ein ziemlicher Neuling, und wir verfügen noch über kein fundiertes Fachwissen.

4.1 Einrichtung der Teststrecke

Das Funknetz wird komplett auf IP-Technologie basieren (das Ziel am Ende ist IPv6). Dies ist eine Herausforderung, weil die reinen IP-Lösungen bislang nicht kommerziell verfügbar sind, und es bedarf einer starken Verpflichtung zur Entwicklung seitens der Vertragsparteien. Die ETCS-Teststrecke wird nur Testzwecken dienen, und es ist nicht das Ziel, Züge im kommerziellen Betrieb zu betreiben. Gleichzeitig mit dem Aufbau der Teststrecke wird ein Zugbeeinflussungssystem nach dem alten System gebaut, und sie wird die gesamte Verantwortung über die Sicherheit des kommerziellen Zugverkehrs haben. Der Streckenabschnitt, auf dem die Teststrecke installiert wird, wird ohnehin erneuert, und bei dem Erneuerungsprojekt werden auch neue Stellwerke eingerichtet.

Der Start des Tests des ETCS über FRMCS ist für Mitte 2023 geplant. Der Vertrag wird entsprechend dem Ausschreibungsverfahren mit Verhandlungsverfahren vergeben, das für den Infrastruk-

All the changes influenced by the new rail system require wide-ranging training and competence development. Many organisations need to ramp up training and Digirail aims to support them by planning and arranging publicly available training programs for new and older railway experts. The development of technical competence requires facilities enabling the system to be tested and studied. This has been noted in Digirail by starting the construction of a test lab environment and a test track for a radio-based ETCS system in Finland. Test case planning and use case definition are among the preparation targets.

3.2 The working model

The work at Digirail is organised into working groups and the work has been carried out on the basis of the agile framework used in the study phase. There are ten different working groups for specific topics in the preparation phase and the common denominators for all the groups are infrastructure, onboard equipment and telecommunications systems which cut through all the groups. The group work started in June 2020 and approximately 100 people are working under the Digirail umbrella. This means the work has already widened significantly and it requires well-organised management.

All the working groups include people from several different organisations. The aim is to ensure that the working group information will be spread efficiently among the participants. This working model ensures cooperation and the goal is to pay attention to all the required details. All the groups are chaired and managed according to the program framework and the reporting is undertaken every two weeks. All the members of the program get together once every four weeks and the groups share their findings and inform each other of their next steps. The target is to keep everybody informed of the ongoing measures.

4 A test track and lab are coming

The first phase of Finland's ERTMS deployment took place once the funding for the test track and for establishing the ERTMS test laboratory was granted in June 2020. The purpose of the test track is to establish ETCS L2 using a commercially available LTE/5G radio network. The aim is to set up the network in order to comply with the FRMCS specifications as far as possible (in the form known by the buyer and the selected supplier). In light of this goal, it is notable that Finland has not targeted anything outside the Technical Specifications for Interoperability (TSI), but merely wishes to be the frontrunner in ETCS over an FRMCS carrier. Another main target involves providing Finnish experts with the necessary competence. Finland is a relative newcomer with regard to radio based ETCS and we do not yet have sufficiently deep expertise.

4.1 The establishment of the test track

The radio network will be based completely on IP technology (IPv6 is the end target). This constitutes a challenge, because pure IP solutions are not yet commercially available and a strong development commitment is required from the contract parties. The ETCS test track will only be used for testing purposes and it is not intended for commercial trains. A legacy ATP system will be built on the same line at the same time as the test track's ETCS installations. It will have total responsibility for the safety of the commercial train service. The track section where the test track will be installed is due to be replaced anyway and new interlockings have also been installed in the renovation project.

turteil für November 2020 vorgesehen ist, und der fahrzeugbezogene Teil wird ungefähr im Januar 2021 ausgeschrieben. Der Infrastrukturbetreiber wird das Funknetz zur Verfügung stellen, und die ausgewählten Lieferanten werden die Stellwerke und Radio Block Center (RBC) sowie die On-board Units (OBU) bereitstellen. Die Tests sollen zunächst über sechs bis zwölf Monate gehen. Die Tests werden so angelegt, dass der Streckenabschnitt während der Testzeiträume für den kommerziellen Verkehr gesperrt wird. Zwei Züge werden zu Testzwecken mit dem ETCS über FRMCS ausgestattet. Das Signalsystem soll in einer Weise aufgebaut sein, bei der das ETCS die ganze Zeit über im Shadow-Mode arbeitet. Dadurch wird bei der Einrichtung Zeit gespart, weil zwischen den Tests kein Bedarf besteht, das RBC ein- und auszuschalten.

4.2 Testlabor

Gleichzeitig wird das ERTMS-Labor eingerichtet. Der Infrastrukturbetreiber stellt die Einrichtungen zur Verfügung, und zunächst müssen die Lieferanten dem Labor die Testausstattung und die realen Systeme bereitstellen. Ziel ist es, das Labor für Tests und die Einrichtung des neuen Systems als Ganzes zu nutzen und die Laborumgebung auch im weitestmöglichen Umfang für Akzeptanztests zu nutzen. Es gilt, dass so wenig Tests wie möglich für die reale Umgebung übrigbleiben sollen.

Später wird das Testlabor sich zum finnischen ERTMS-Labor für die Akzeptanz der Einführung des neuen Systems und für Tests zur Interoperabilität entwickeln. Im großen Ganzen geht es darum, einen digitalen Zwilling des landesweiten Systems zu schaffen, um die Bestandsverwaltung einfach und kosteneffizient zu machen. Der Begriff „Digitaler Zwilling“ lässt sich auf viele Arten auslegen, und die Zukunft wird zeigen, wie die finnische Version am Ende aussehen wird.

4.3 Arbeitsweise

Die Arbeitsweise auf der Teststrecke und mit dem Labor wird „Zusammenarbeit“ sein. Zu Beginn des Vertrags wird eine Entwicklungsphase von etwa einem halben Jahr eingeräumt werden. In der Entwicklungsphase müssen der Käufer, die Fachleute des Käufers und der ausgewählte Hersteller in sehr enger Zusammenarbeit kooperieren. Die Arbeit wird in einem spezifischen „Großen Raum“ organisiert, in dem alle Parteien mit demselben Ziel, nämlich ein funktionales ETCS über FRMCS zu entwickeln, zusammenarbeiten. Das Ziel ist, dass alle Parteien von der Entwicklungsphase profitieren und das beste Ergebnis für das Projekt erzielt wird. ■

LITERATUR | LITERATURE

[1] Kohti digitaalista ja älykästä rautatieliikennettä – Digirata-selvityksen loppuraportti, ISBN 978-952-243-589-7

The start of testing for the ETCS over FRMCS is scheduled for mid-2023. The contract will be awarded according to a tendering process with a negotiated procedure that is due in November 2020 for the infrastructure section, while the onboard section will be tendered around January 2021. The infrastructure manager will make the radio network available and the chosen suppliers will provide the interlockings and the Radio Block Centre (RBC), as well as the test On-board Units (OBU). The testing is scheduled to take six to twelve months in the first phase.

The testing will be arranged so that the track section is closed to commercial traffic during the test periods. Two trains will be equipped with the ETCS over FRMCS onboard units for test purposes. The signalling system should be built so that the ETCS constantly operates in shadow mode. This will save time, because there will be no need to turn the RBC on and off between tests.

4.2 The test laboratory

The ERTMS laboratory will be established at the same time. The infrastructure manager will provide the facilities and the suppliers will initially provide the test equipment and the real systems to be tested in the lab. The goal is to use the lab for testing and establishing the new system as a whole and also to utilise the lab environment for the acceptance testing as far as possible. As little testing as possible should be left to the real environment.

The laboratory will later evolve into the Finnish ERTMS laboratory for system rollout acceptance and interoperability testing. The big picture involves the creation of a digital twin of the nationwide system to simplify asset management and make it cost efficient. A digital twin is a term with many interpretations and the future will show what the Finnish version will look like.

4.3 The procedure

The test track and the laboratory will cooperate. Initially, a developmental phase of about half a year will be arranged once the contract has been signed. During the development phase, the buyer, the buyer's experts and the chosen supplier will work in very close cooperation. The work will be arranged in a specific “big room” where all the parties will work together on the same goal, i.e. a functional ETCS over FRMCS system, on the same premises. The objective is that all the parties should benefit from the developmental phase which should lead to the best project outcome. ■

AUTOREN | AUTHORS

Juha Lehtola M.Sc, B.Sc, MIRSE
Projektmanager / *Project Manager*
Finnish Transport Infrastructure Agency
Anschrift / *Address*: Opastinsilta 13, FI-00521 Helsinki
E-Mail: juh.lehtola@vayla.fi

Jari Pylvänäinen M.Sc, B.Sc, MIRSE
Projektbeauftragter / *Project Officer*
Finrail Ltd.
Anschrift / *Address*: Palkkatilanportti 1, FI-00240 Helsinki
E-Mail: jari.pylvanainen@finrail.fi