

TAKO – Integration kleinerer regionaler Verkehrsleitzentralen in Westfinnland

TAKO – Integration of smaller regional control centres in Western Finland

Suvi Hyyryläinen | Jari Pylvänäinen

Eisenbahnen müssen effizient sein und gleichzeitig immer anspruchsvollere Sicherheitsanforderungen erfüllen. Die Verkehrssteuerung wird daher auf einige wenige Betriebsleitzentralen mit hoch verfügbaren Steuerungssystemen und Automatisierungsfunktionen konzentriert. Mit zunehmender Automatisierung steigt der Bedarf an richtigen und aktuellen Informationen sowie an effizienten Werkzeugen für das Störfallmanagement. Mipro errichtet eine Betriebsleitzentrale in Westfinnland – das System TAKO – das mit innovativem Verkehrsmanagement ebenso wie mit Schnittstellen zu bestehenden Stellwerken und Informationssystemen ausgerüstet ist.

1 Entwicklung des Verkehrsmanagements – Trend zur Zentralisierung

In Finnland gibt es einen anhaltenden Trend zur Zentralisierung der Verkehrssteuerung hin zu größeren Verkehrsleitzentralen. Das Ziel der Zentralisierung ist die Erhöhung der Effizienz der Verkehrssteuerung. Der Ausbau der Zentralisierung birgt auch Risiken, wobei eins der größten darin besteht, dass lokales Wissen von Fahrdienstleitern verloren geht. Im Allgemeinen hat die finnische Verkehrssteuerung die administrativen und technologischen Änderungen recht gut bewältigt. Dies lässt sich daraus schließen, dass die jährliche Anzahl der auf die Verkehrssteuerung bezogenen Vorfälle konstant geblieben ist und die Verkehrssteuerung keine signifikanten Gefahren für den Eisenbahnverkehr verursacht hat [1].

1.1 Start der Zentralisierung durch Modernisierung der Stellwerke

Mipro hat mit der Modernisierung des Bahnverkehrssteuerungssystems in Finnland zusammen mit der Finnischen Transportagentur FTA (der früheren Finnischen Eisenbahnverwaltung) im Jahr 2002 begonnen (Bild 1). Die Arbeit begann mit der Modernisierung eines Stellwerks und ging dann mit immer jeweils einem Streckenabschnitt weiter. Heute sind fast alle regionalen Betriebsleitzentralen mit einer Computer basierten Fernsteuerung ausgerüstet. Die Entscheidung der FTA, die Steuerung regionaler Linien zu modernisieren und sie mit dem mit automatischer Zugsicherung (Automatic Train Protection – ATP) ausgestatteten Schienennetz zu verbinden, hatte großen Einfluss auf den Fortschritt der Computer basierten zentralen Fernsteuerung. Dank dieser strategischen Entscheidung konnte die Verkehrssteuerung in einigen Regionen parallel zur Stellwerkmodernisierung wirksam zentralisiert werden. Elektrische Stellwerke bieten eine geeignete Grundlage für die Zentralisierung des Verkehrsmanage-

Railways are having to face up to two challenges at once: being efficient at the same time as satisfying tougher safety demands. To achieve efficiency, traffic control is being centralised in a few control centres with high-availability control systems and automation functions. As automation increases, there is a growing need to have the right information at the right time – and also to have efficient tools available for incident management. Mipro is building a control centre in Western Finland, the TAKO system, which is equipped with innovative new traffic management tools and multiple interfaces to existing interlocking installations and other information systems.

1 Development of traffic management – trend towards centralisation

There is an ongoing trend in Finland to centralise traffic control, moving it from local control centres to bigger ones. The aim of centralisation is to increase the efficiency of traffic con-

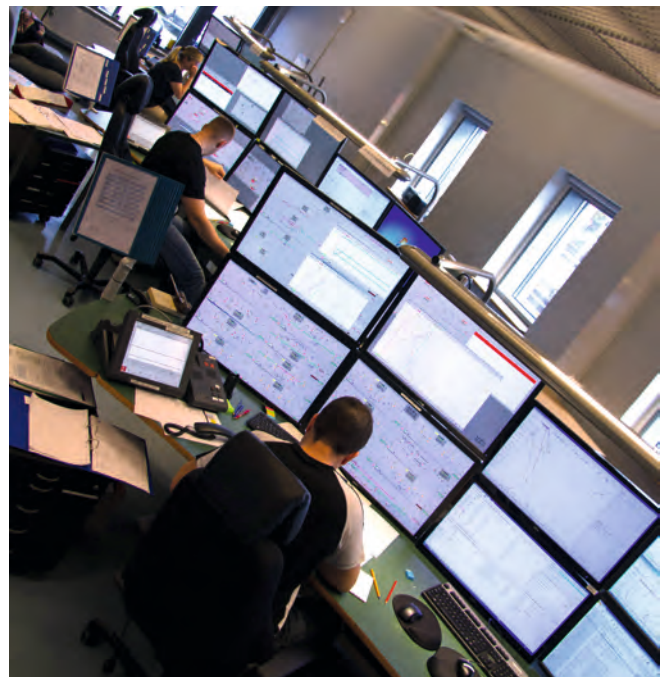


Bild 1: In Finnland gibt es einen Trend zur Zentralisierung der Verkehrssteuerung und zur Verbesserung ihrer Effizienz.

Fig. 1: There is an ongoing trend in Finland to centralise traffic control with the aim of increasing its efficiency.

ments, auch ohne alle Systemschichten modernisieren zu müssen.

Das erste Ziel bei der Zentralisierung der Verkehrssteuerung war die Zentralisierung in jeder Region sowie die Vereinheitlichung der Kontrollumgebung und der Werkzeuge. Die Arbeitsumgebung der Fahrdienstleiter sollte die gleichen Meldungen und grundlegenden Befehle aufweisen, unabhängig vom verwendeten Stellwerktyp. Heutzutage haben die meisten finnischen Verkehrsleitzentralen eine einheitliche Betriebsumgebung, einheitliche Datenverbindungen mit allen zusätzlichen Systemen und einheitliche Benutzeroberflächen auf den Workstations.

Der nächste Schritt war und ist noch die Bereitstellung von Automatikfunktionen und besseren Verkehrsstatusinformationen für Fahrdienstleiter. Der Trend geht heute hin zu einem effizienteren Einsatz der Arbeitskräfte, was wiederum einen höheren Automatisierungsgrad der täglich eingesetzten Funktionen erfordert. Die Automatisierung erlaubt den Anwendern, sich auf die Lösung von Problemen anstatt auf simple operative Aufgaben zu konzentrieren. Gleichzeitig hat sich die Arbeit der Fahrdienstleiter erweitert, und die von ihnen kontrollierten Bereiche sind größer geworden. Dies erfordert eine flexible Verwendung von Workstations, so dass sie je nach Verkehrsanforderungen und Arbeitslast genutzt werden können.

1.2 Herausforderungen der Modernisierung und Zentralisierung

Eine der größten Herausforderungen bei der Zentralisierung bestand in der Variantenvielfalt der im finnischen Schienennetz installierten Stellwerke. Es lassen sich unterschiedliche Arten Relais basierter Stellwerke finden, deren Ursprünge teils viele Jahrzehnte zurückliegen. Zusätzlich wurden verschiedene Computer basierte Stellwerke auf Bahnstrecken installiert. Eine korrekte Steuerung und präzise definierte Schnittstellen zu Computer basierten Systemen sind obligatorisch, um eine nahtlose Integration in und zwischen den Verkehrsleitzentralen zu erreichen.

Heute erfordert die Arbeit eines Fahrdienstleiters permanente Aufmerksamkeit und Interaktion mit Mitarbeitern der Instandhaltung, Lokführern und Rangierpersonal. Dies bedeutet, dass Fahrdienstleiter eine zentrale Rolle für die Gewährleistung vieler verschiedener Funktionen im Schienennetz spielen. Die Verkehrssteuerung arbeitet normalerweise an sieben Tagen in der Woche rund um die Uhr, und wenn es nicht viel Zugverkehr gibt, gewährleisten die Fahrdienstleiter die Sicherheit der Bahninstandhaltung [1].

Aktuell gibt es bei der Verkehrssteuerung in Finnland verwaltungstechnische Änderungen, da der Güterverkehr für Mitbewerber geöffnet wurde und alle Verkehrsleitfunktionen auf ein neues Unternehmen namens Finrail Ltd. [1] übertragen wurden. Es ist nicht davon auszugehen, dass sich diese administrative Änderung auf die tägliche Arbeit der Fahrdienstleiter auswirkt, aber natürlich werden einige Aufgaben abgestimmt werden müssen, bevor alle Verwaltungsfunktionen nahtlos zusammenarbeiten.

2 Das Projekt TAKO – Einheitliche Verkehrssteuerung für bestehende und neue Kontrollzonen

Vor dem Start des Projekts TAKO war die finnische Bahnverkehrssteuerung in sieben lokalen Betriebsleitstellen organisiert, von denen jede für operative Funktionen verantwortlich war, z. B. für die Fahrterlaubnis der Züge entsprechend der Fahrpläne. Darüber hinaus überwachte das nationale Verkehrsmanagementzentrum den Tagesverkehr und verwaltete komplexere Ausnahmesituationen im finnischen Schienennetz, wie etwa die Priorisierung

von Zügen. Es tut dies, aber es birgt auch Risiken, und eines der wichtigsten ist, dass das lokale Wissen der Verkehrsleiter verloren geht. Allgemein gesprochen, hat die finnische Verkehrssteuerung administrative und technologische Änderungen sehr gut bewältigt. Dies ist vor allem dadurch bedingt, dass die jährliche Anzahl von Unfällen, die mit der Verkehrssteuerung zusammenhängen, konstant geblieben ist und die Verkehrssteuerung keine signifikante Gefahr für den Schienenverkehr [1].

1.1 Zentralisierung begann mit der Modernisierung von Sperrensystemen

Mipro begann mit der Modernisierung von Schienenverkehrssteuerungssystemen in Finnland gemeinsam mit der finnischen Transportbehörde, FTA (die ehemalige finnische Eisenbahnverwaltung) im Jahr 2002 (Abb. 1). Die Arbeit begann mit der Modernisierung von nur einem Sperrensystem und wurde seither schrittweise von einer Strecke zu einer Strecke durchgeführt. Heute sind fast alle regionalen Verkehrssteuerungszentren unter computerbasierter Fernsteuerung. Die Entscheidung der FTA, die Steuerung regionaler Strecken zu modernisieren und diese mit dem Schienennetz auszustatten, das mit automatischer Zugbeeinträchtigung (ATP) ausgestattet ist, hat einen großen Einfluss auf die Entwicklung computerbasierter zentralisierter Fernsteuerung gehabt. Dank dieser strategischen Entscheidung ist die Verkehrssteuerung in einigen Regionen effektiv zentralisiert worden, parallel zur Modernisierung von Sperrensystemen. Elektrische Sperrensysteme bilden eine solide Basis für die Zentralisierung des Verkehrsmanagements, auch ohne die Notwendigkeit, alle Systemebenen zu modernisieren.

Das erste Ziel bei der Zentralisierung der Verkehrssteuerung war es, die Verkehrssteuerung in jeder Region zu zentralisieren und die Steuerungsumgebung und -werkzeuge zu vereinheitlichen. Die Verkehrsleiter sollten dieselben Nachrichten und Grundbefehle erhalten, unabhängig von der Sperrensystemart, die im Einsatz ist. Heute haben die meisten finnischen Verkehrssteuerungszentren eine einheitliche Steuerungsumgebung, einheitliche Datenverbindungen zu allen zusätzlichen Systemen und einheitliche Benutzeroberflächen an den Workstations.

Das nächste Ziel bei der Zentralisierung war – und ist – die Bereitstellung von Automatikfunktionen und besserer Verkehrsstatusinformationen für Verkehrsleiter. Der Trend geht heute hin zu einer effizienteren Nutzung der menschlichen Ressourcen, was wiederum eine höhere Automatisierung von Routinefunktionen erfordert. Die Automatisierung ermöglicht es den Benutzern, sich auf die Lösung von Problemen anstatt auf einfache operative Aufgaben zu konzentrieren. Gleichzeitig hat sich die Arbeit der Verkehrsleiter erweitert, und die geografischen Bereiche, die sie kontrollieren, sind größer geworden. Dies erfordert eine flexible Verwendung von Workstations, die sie je nach Verkehrsanforderungen und Arbeitslast ein- und ausschalten können.

1.2 Herausforderungen der Modernisierung und Zentralisierung

Eine der größten Herausforderungen bei der Zentralisierung besteht in der Variantenvielfalt der im finnischen Schienennetz installierten Sperrensysteme. Es lassen sich unterschiedliche Arten Relais basierter Sperrensysteme finden, deren Ursprünge teils viele Jahrzehnte zurückliegen. Zusätzlich wurden verschiedene computerbasierte Sperrensysteme auf Bahnstrecken installiert. Eine korrekte Steuerung und präzise definierte Schnittstellen zu computerbasierten Systemen sind obligatorisch, um eine nahtlose Integration in und zwischen den Verkehrsleitzentralen zu erreichen.

Heute erfordert die Arbeit eines Verkehrsleiters permanente Aufmerksamkeit und Interaktion mit Mitarbeitern der Instandhaltung, Lokführern und Rangierpersonal. Dies bedeutet, dass Verkehrsleiter eine zentrale Rolle für die Gewährleistung vieler verschiedener Funktionen im Schienennetz spielen. Die Verkehrssteuerung arbeitet normalerweise an sieben Tagen in der Woche rund um die Uhr, und wenn es nicht viel Zugverkehr gibt, gewährleisten die Verkehrsleiter die Sicherheit der Bahninstandhaltung [1].

Aktuell gibt es bei der Verkehrssteuerung in Finnland verwaltungstechnische Änderungen, da der Güterverkehr für Mitbewerber geöffnet wurde und alle Verkehrsleitfunktionen auf ein neues Unternehmen namens Finrail Ltd. [1] übertragen wurden. Es ist nicht davon auszugehen, dass sich diese administrative Änderung auf die tägliche Arbeit der Verkehrsleiter auswirkt, aber natürlich werden einige Aufgaben abgestimmt werden müssen, bevor alle Verwaltungsfunktionen nahtlos zusammenarbeiten.



Bild 2: Geografische Ausdehnung des Verkehrsmanagementsystems TAKO

Fig. 2: Mipro's TAKO system is modernising Western Finland's remote control and centralising smaller control centres in one location.

von Betriebstätigkeiten und die Organisation von Ersatzverkehr bei Bedarf (Bild 2) [2].

2.1 Projektziele

Das Projekt TAKO wurde initiiert, um alle westfinnischen Betriebsleitzentralen an einem Standort zu kombinieren. Dies bedeutet, dass alle Fahrdienstleitaufgaben an einem Ort zentral zusammengefasst werden und die Kontrollumgebung für alle Stellwerke im Bereich gleich sein wird. Andere Ziele und Auswirkungen des Projekts sind u. a. eine höhere Schienenkapazität und die Kostenreduzierungen bei Lifecycle-Diensten, Investitionen und Personal [2]. Infrastrukturbetreiber in Europa verlangen eine gleichmäßige Aufteilung der Schienenkapazität und Bedienfunktionen, die eine Aufteilung der Bedienung auf mehrere Bedienern zulassen. Durch die Zentralisierung von Aktivitäten und den Erwerb größerer Einheiten lassen sich Skaleneffekte erzielen. Eine größere Systeminvestition kann als attraktiver angesehen werden, weil sich die Amortisationszeit des Systems durch Lebenszyklus- und Personalkosten reduzieren lässt.

Die Projektierungsphase hat bereits im Jahr 2009 begonnen, als die Finnische Transportagentur die Systemdefinition in die Wege leitete. Nachdem die Definitionen im Jahr 2013 modifiziert und präzisiert waren, begann im gleichen Jahr das offizielle Ausschreibungsverfahren. Anfang 2014 wurde der Vertrag mit Mipro Oy abgeschlossen, und das neue System sollte mit MiSO CTC-Technologie realisiert werden.

Das Projekt verfolgt das Ziel, das seit über zwanzig Jahren genutzte Verkehrssteuerungssystem TAIKA in Tampere zu modernisieren. Außerdem werden die Verkehrsleitzentrale von Seinäjoki und einige in der Leitstelle von Pieksämäki behandelte Bereiche in das neue System übertragen. Vollständig neue Bereiche für die Betriebszentrale sind die Rangierbahnhöfe von Tampere und Seinäjoki. Das Projekt wird auch genutzt, um die diversen laufenden Entwicklungsprojekte der Finnischen Transportagentur zu synchronisieren, weshalb das Projekt auch eine bedeuten-

competition and all traffic control functions have been transferred to a new company called Finrail Ltd. [1] This change is not expected to have an impact on the daily work of traffic controllers, but naturally certain tasks will call for coordination before all administrative functions work smoothly together.

2 The TAKO project – unified traffic control for existing control areas and new ones

Before the launch of the TAKO project, Finnish railway traffic control used to be organised in seven local control centres, each one with responsibility for operational functions, for example for granting train movement authorities in accordance with the timetables. Furthermore, the national traffic management centre supervises daily traffic and manages more comprehensive exceptional situations in the Finnish railway network, such as prioritisation of operational activities and arranging replacement services when needed (fig. 2) [2].

2.1 Project goals

The TAKO project was launched with the aim of combining all Western Finland's control centres in one location. That means that all the work of traffic control will be centralised in one location and the control environment will be the same for all interlocking systems within the area. Other objectives and impacts involved in the project include increasing track capacity and reducing the costs of lifecycle services, investments and personnel [2]. Infrastructure managers throughout Europe require an equal track capacity division and functions created for a multi-operator environment. By centralising activities and purchasing larger entities, economies of scale can be achieved more efficiently. A larger system investment can be considered to be more attractive if the payback time for it is reduced thanks to lower lifecycle and personnel costs.

The project design phase started back in 2009, when the FTA launched the system definition work. The definitions were mod-



Bild 3: Das System TAKO wird in sieben Phasen in Betrieb genommen.
 Fig. 3: The TAKO system is to be commissioned in seven phases and traffic control transferred to the new location in stages.

de Rolle beim Ausbau des nationalen Verkehrsmanagementsystems spielt.

2.2 Projektphasen

Das neue Verkehrsmanagementsystem soll in sieben unterschiedlichen Phasen in Betrieb genommen werden. Es wird im April 2018 im betrieblichen Einsatz sein. Die Verkehrssteuerungsarbeiten werden gemäß vordefiniertem Zeitplan phasenweise auf einen neuen Standort in Viinikka transferiert.

In Viinikka wird das vorhandene Ablaufberg-Kontrollgebäude modernisiert, um die neuesten Anforderungen an eine moderne Leitstellen-Arbeitsumgebung zu erfüllen. Die heutigen Anforderungen an die Informationssicherheit des Gebäudes und Vulnerabilitäten finden bei der Planung der Modernisierung Berücksichtigung. Bis zur Fertigstellung der endgültigen Arbeitsplätze im modernisierten Gebäude arbeiten die Fahrdienstleiter an einem provisorischen Steuerplatz. Die endgültige Leitstelle wird Ende 2016 fertig sein.

Aktuell werden die Bahnstrecken Lielähti–Rauma, Kokemäki–Mäntyluoto und (Turku)–(Toijala) bereits vom neuen System gesteuert. Drei Projektphasen sind schon abgeschlossen (Bild 3). Logisch lassen sich die drei Bahnstrecken direkt mit drei Phasen verbinden, aber tatsächlich wurde die erste Phase des Arbeitsplatzprojekts zu Trainingszwecken mit Simulationsfunktionen realisiert, bevor die Fahrdienstleiter ihre Arbeit mit dem neuen System aufgenommen haben.

3 Das System TAKO – dynamische Steuerungsinstrumente und erweiterte Automatikfunktionen

Das neue Verkehrssteuerungssystem erfordert gegenüber der einfachen Zugsteuerung zusätzliche erweiterte Funktionen. Sie erleichtern die täglichen Operationen, z. B. die Fahrplan basierte Zugstreckenautomatisierung mit Zugnummernfunktionen. Die Zugstreckenautomatisierung muss über die meiste Zeit im Einsatz sein, auch wenn sich Züge verspäten und Zugbegegnungen nicht wie geplant durchgeführt werden können. Der Simulator war eine der Hauptanforderungen für das neue System. Daneben wurde auch die Wiedergabefunktion als unerlässlich betrachtet, die z. B. zur Lösung außergewöhnlicher Situationen herangezogen wird.

3.1 Flexibilität und Anpassungsfähigkeit zur Unterstützung der Arbeit des Fahrdienstleiters

Zwei zentrale Merkmale des Systems sind Flexibilität und Anpassbarkeit (Bild 4). Das System verfügt über Werkzeuge, mit denen die Benutzer ihren Arbeitsplatz an ihre individuellen Anforderungen an-

fiert und detailliert in 2013 und die offizielle Tendering procedure started the same year. The contract was concluded with Mipro Oy at the beginning of 2014, and the new system was to be implemented using MiSO CTC technology.

The aim of the TAKO project is to modernise the existing TAIKA traffic control system in Tampere, which has been in operation for more than twenty years. Furthermore, the Seinäjoki traffic control centre is to be transferred to the new TAKO system, and some areas handled in the Pieksämäki traffic control centre are also to be implemented in the TAKO system. Totally new areas, which will be transferred to the computer-based controlling system, are the Tampere and Seinäjoki marshalling yards. The TAKO project is also to be used to synchronise the various FTA development projects in progress. It is thus also playing a significant role in development of the national traffic management system.

2.2 Project phases

It is planned to have the new traffic management system enter service in seven phases. The entire system is to be operational by April 2018. Traffic-control work will be transferred phase by phase to a new location in Viinikka following a pre-planned schedule.

In Viinikka the existing hump yard control building is being modernised to fulfil the latest requirements stipulated for the working environment in a modern control centre. Today's requirements for the building's information security and vulnerabilities are being taken into account in designing its modernisation. Until such time as the final control site inside the modernised building has been finalised, the traffic controllers are working in a temporary control location. The definitive control room will be ready at the end of 2016.

Currently, the first three lines are already under the control of the new TAKO system: Lielähti–Rauma, Kokemäki–Mäntyluoto and (Turku)–(Toijala). Three project phases have already been completed (fig. 3). Logically, the three lines and three phases can be directly linked with one another. In point of fact, however, the first phase of the control environment project was realised with simulation functions for training purposes before the traffic controllers started their work with the new system.

3 TAKO system – dynamic control tools and advanced automatic functions

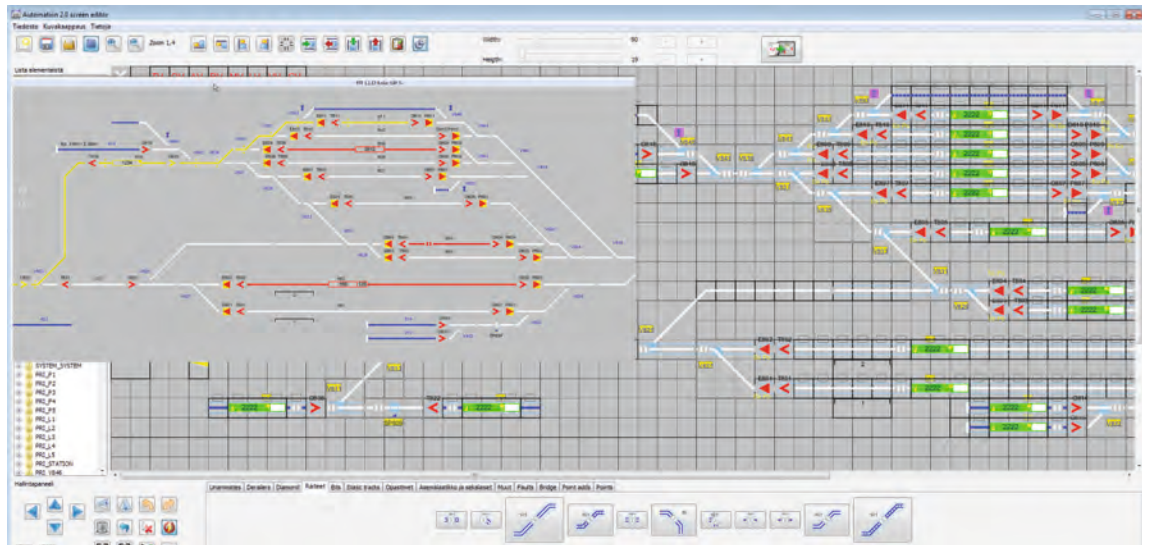
The new traffic control system requires additional advanced functions compared with simple train control. These facilitate routine operations, for example timetable-based train route automation with train number functions. It is necessary to have the train route automation in use most of the time, even when trains are running late and trains cannot pass one another as planned. The simulator was one of the primary requirements for the new system. Alongside the simulator, playback was also considered a vital function and is to be used, for example, to resolve exceptional situations.

3.1 Flexibility and adaptability to support traffic controllers' work

Two of the system's central characteristics are flexibility and adaptability (Fig. 4). The system has tools for users to adapt their workspace to meet their requirements and to support their work as far as possible. Since the automation level of the system is high, it is important for the traffic controller to notice abnormal situations and elements in good time. The clearly comprehensible windows and layers with different information were designed in cooperation with traffic controllers. In situations in

Bild 4: Der Simulator erleichtert und beschleunigt das Training der Fahrdienstleiter.

Fig. 4: The simulator enhances and accelerates training for traffic controllers.



passen und sich die Arbeit so weit wie möglich erleichtern können. Da das System einen hohen Automatisierungsgrad aufweist, ist es wichtig, dass der Fahrdienstleiter anomale Situationen und Elemente rechtzeitig bemerkt. Die anschaulichen Fenster und Ansichten mit unterschiedlichen Informationen wurden in Zusammenarbeit mit Fahrdienstleitern gestaltet. In einer Situation, in der sich keine Automatisierung nutzen lässt oder automatische Streckeneinstellungen aktualisierte Regeln benötigen, bietet TAKO mehrere Möglichkeiten zur Anpassung automatischer Streckenregeln. Der Benutzer kann die Werkzeuge und das System auf eine Weise verwenden, die seinen Anforderungen am besten entspricht.

Da TAKO in mehreren Phasen aufgebaut wird, unterstützt es auch geographische Flexibilität. Das neue System ist parallel zum alten System TAIKA in Betrieb. Aktuell gibt es TAKO-Arbeitsplätze an fünf Standorten in Finnland (Bild 5). Diese Auslegung ermöglicht eine Anpassung des Systems an die jeweiligen Anforderungen des Projekts und der Fahrdienstleiter. So sind beispielsweise die Systemunterstützung für Fahrdienstleiter der zweiten Ebene und die Wartung der ersten Ebene Teil des Mipro-Dienstes für die FTA. Der Support ist am Hauptsitz von Mipro in Mikkelä angesiedelt, der sich 300 km entfernt von Tampere befindet. Der Support verwendet die gleichen Arbeitsplätze wie die Fahrdienstleiter des TAKO-Systems, was eine sehr effiziente Unterstützung von hoher Qualität ermöglicht.

3.2 Schnittstellen zu verschiedenen Stellwerken

Da das System TAKO unter Verwendung der vorhandenen Stellwerke aufgebaut ist, verfügt es über mehrere Schnittstellen. Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, gibt es bei voll funktionstüchtigem System Schnittstellen zu sechs unterschiedlichen, über mehrere Jahrzehnte entstandenen Stellwerken. Die ältesten Stellwerke sind Relais basiert und stammen aus den 1970er Jahren, während die jüngsten elektronischen Stellwerke im 21. Jahrhundert entstanden sind.

TAKO fasst mehrere unterschiedliche Stellwerke in einem Verkehrssteuerungssystem zusammen. Das größte einheitliche Stellwerk im Bereich ist Ebilock 850, das auf zwei Strecken zum Einsatz kommt. Ebilock wird über ein definiertes Schnittstellenprotokoll mit dem System TAKO verbunden. Das zweitgrößte Stellwerk ist Simis C, das auf drei Strecken und in einer Stationsanlage verwendet wird. Der dritte Stellwerktyp ist das Relais basierte Domino 55, das auf einer Bahnstrecke genutzt wird. Das vierte und ebenfalls Relais basierte System kommt von Siemens und nennt sich

which automation cannot be used or in which the rules for automatic route setting need to be updated, the TAKO system has several ways to adapt automatic routing rules. Users can use the tools and the system in a manner that best suits their needs.

Given that the TAKO system is being built in several phases, it also supports geographic flexibility. The new system is in operation in parallel with the old TAIKA one. Currently, there are TAKO workstations in five locations around Finland (fig. 5). This arrangement makes it possible for the system to be adapted to meet the needs of the project and the traffic controllers. For example, the system's second-level support for the traffic controllers and its first-level maintenance are part of Mipro's service for the FTA. Support is based at Mipro's headquarters in Mikkelä, which is 300 kilometres from Tampere. Support uses the same TAKO workstations as the traffic controllers, which is very efficient and ensures high quality.

3.2 Interfaces to various interlocking systems

Since the TAKO system is being built using the existing interlocking systems, it has several interfaces available to it. As listed in Table 1, when the system is fully operational there will be interfaces to six different interlocking systems installed over several decades. The



Bild 5: TAKO verfügt über Automatikfunktionen und Anpassungsfähigkeit zur Unterstützung der Fahrdienstleiter.

Fig. 5: The TAKO system provides automatic functions and adaptability in supporting the traffic controller's work.

Ebilock 850, Bombardier	(Riihimäki)–(Tampere) (Tampere)–(Seinäjoki)
Simis C, Siemens	(Turku)–(Toijala) (Tampere)–(Länkipohja) Lielahdi–Kokemäki–Rauma/Pori– Mäntyluoto Jyväskylä
Domino 55, Ganz	Lahdenperä–(Jyväskylä)
Spurplan, Siemens	Tampere Seinäjoki
MikroLok, Ansaldo	(Jyväskylä)–(Pieksämäki)
MiSO TCS, Mipro	(Seinäjoki)–Haapamäki–(Jyväskylä) (Haapamäki)–(Orivesi) (Seinäjoki)–Vaasa (Seinäjoki)–Kaskinen (Jyväskylä)–Äänekoski

Tab. 1: Stellwerktypen im TAKO-Bereich

Tab. 1: Interlocking types in the TAKO area

Spurplan, es wird aktuell in den Stationsanlagen von Tampere und Seinäjoki verwendet. Des Weiteren findet sich das Ansaldo-Mikro-Lock-System auf einer Bahnstrecke im Bereich und wird über ein Schnittstellprotokoll mit TAKO verbunden. Der sechste Stellwerktyp im Bereich ist das MiSO TCS von Mipro. Es wird auf fünf Bahnstrecken verwendet und ebenfalls per Protokollschnittstelle mit dem System TAKO verbunden.

Die Vielzahl an vielseitigen Stellwerken erfordert diverse Kenntnisse und Fähigkeiten seitens des Projektteams. Zum Projektteam gehören Personen, die über jahrzehntelange Erfahrungen mit Relais basierten Stellwerken verfügen, sowie Software-Ingenieure, die aus der Computerspielbranche kommen. Die Relais-systemschnittstelle wird mit Hardware umgesetzt, während die Schnittstellen bei elektronischen Stellwerken mit Softwareprotokollen implementiert werden. Die Kenntnis der Stellwerkregeln ist ebenfalls ein entscheidender Punkt bei der Auslegung der Fernsteuerung für Stellwerke.

3.3 Mehr Integration und Transparenz der Daten

Um die Automatisierung und Datentransparenz zu erhöhen, verfügt das System über Schnittstellen zu unterschiedlichen Stellwerken sowie zu Managementsystemen der Verkehrssteuerung und der Instandhaltung (Bild 6). Da die FTA landesweite Informationssysteme für Wartung, Gleisarbeiten, Telefon und Fahrplanmanagement unterhält, verfügt das System TAKO bereits über Schnittstellen zu allen diesen landesweiten Systemen und wird diese auch beibehalten. Einige Beispiele für die Verwendung dieser Schnittstellen:

- Störungen an der Gleisrüstung können über TAKO dem landesweiten Managementsystem der Instandhaltung gemeldet werden.
- Gleisarbeiten können vom landesweiten System aus automatisch lokalisiert und in das System TAKO übertragen sowie über dieses gesteuert werden.
- Telefonanrufe an Lokführer können über TAKO unter Nutzung der Schnittstelle zu dem landesweiten Telefonsystem getätigt werden.
- Der Fahrplan des Zuges wird vom landesweiten Fahrplansystem automatisch bereitgestellt, und TAKO übermittelt die tatsächliche Position des Zuges an das Fahrplansystem.

Durch die Schnittstelle zu den anderen Informationssystemen der FTA brauchen die Fahrdienstleiter weniger unterschiedliche Systeme zu verwenden und können sich auf die Verkehrssteuerung konzentrieren.

3.4 Sicherheit

Die dem finnischen Staat gehörenden Informationssysteme müssen den spezifischen VAHTI-Vorschriften für die Informations- und

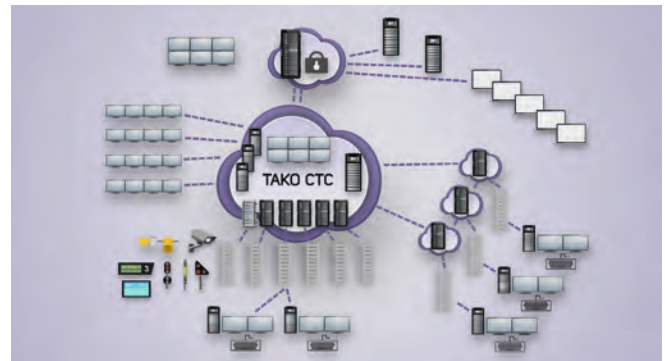


Bild 6: Systemschnittstellen zu unterschiedlichen Stellwerken sowie Managementsystemen der Verkehrssteuerung und der Instandhaltung
Fig. 6: The TAKO system has interfaces to different interlocking systems as well as to several maintenance management systems

oldest interlocking systems are relay-based from the 1970s, and the most recent electronic ones were commissioned in the 21st century. TAKO combines several different interlocking systems in one traffic control system. The largest uniform interlocking system in the area is Ebilock 850, which is used on two lines. Ebilock is to be connected to the TAKO system through a defined interface protocol. The second largest system is Simis C, which is used on three lines and in one station. The third type is the relay-based Domino 55, which is used on one railway line. The fourth system, which is also relay-based, comes from Siemens and is called Spurplan. It is currently in use in the interlocking systems in Tampere and Seinäjoki stations. Fifthly, the Ansaldo MikroLock system is to be found on one line in the area and is to be connected through an interface protocol to the TAKO system. The sixth type in the TAKO area is MiSO TCS made by Mipro. MiSO TCS is in use on five railway lines and is also to be connected to the TAKO system through a protocol interface.

The variety of differing interlocking systems requires a whole range of knowledge and skills from the project team. The project team includes people with decades of experience in relay-based interlocking systems as well as software engineers with backgrounds in the computer games. The interfaces to the relay systems are to be implemented as hardware, whereas the interfaces to the electronic ones are to be implemented with software protocols. The knowledge of interlocking system rules is also a vital part of designing remote control for the interlocking system.

3.3 More integration and data transparency

To increase automation and data transparency, the system has interfaces to several traffic and maintenance management systems (fig. 6). Since the FTA has nationwide information systems for maintenance, track work, telephone and timetable management, the TAKO system already has interfaces to all these nationwide systems and will keep them. Some examples of the use of these interfaces are:

- Malfunctions of the track equipment can be reported through the TAKO system to the nationwide maintenance management system;
- Engineering work can be located automatically from the nationwide system and transferred to the TAKO system and checked by it;
- Telephone calls to locomotive drivers can be made through the TAKO system by using the interface between that system and the nationwide telephone system; and
- The train's timetable is automatically provided by the nationwide timetable system, and the TAKO system provides the current location of the train to the nationwide timetable system.

Netzsicherheit entsprechen. Diese Vorschriften gehören zu den weltweit umfassendsten und strengsten Sicherheitsanforderungen. Da das System TAKO für eine reibungslose Zugverkehrssteuerung in Westfinland und darüber hinaus in gesamt Finnland unverzichtbar ist, ist die Einsatzfähigkeit des Systems von größter Bedeutung. Einsatzfähigkeit und Verfügbarkeit hängen von der Zuverlässigkeit des Systems wie auch von seiner Sicherheit ab. Die Sicherheit des Zugverkehrs kann gefährdet sein, wenn das System nicht sicher ist. Nur Fahrdienstleiter dürfen den Zugverkehr regeln.

Alle Arbeitsplätze und Server befinden sich im Hochsicherheitsrechenzentrum, in dem Zugangskontrolle, unterbrechungsfreie Stromversorgung, Kühlung, Brandschutz usw. nach Best-Practice-Prinzipien realisiert sind. Alle Server und Netzwerkgeräte sind redundant, es gibt keine einzelne Fehlerstelle, die das System stoppen könnte. Die Anlage ist so konfiguriert, dass das System für keine andere Aufgabe als die Verkehrssteuerung eingesetzt werden kann, und externe Speichergeräte können nicht verwendet werden.

Ein wichtiger Teil ist das Netzwerk, da die Stellwerke wie auch die Arbeitsplätze über ein weites geografisches Gebiet verteilt sind. Das Netzwerk ist nur für das System TAKO vorgesehen, und die Datenverbindungen sind wo immer möglich redundant. Mipro bietet an sieben Tagen in der Woche rund um die Uhr Support für das System. Ein Fernzugriff ist nur über eine dedizierte Datenverbindung möglich.

Alle im und über das System ausgeführten Ereignisse und Befehle werden in Protokolldateien verzeichnet, die schreibgeschützt sind und somit nicht verändert werden können. Die Ereignisse können im Protokollformat untersucht oder mit der Wiedergabefunktion abgespielt werden, die sie in einem grafischen Format präsentiert.

4 Stakeholder und Zusammenarbeit

Um ein praktikables, wirksames und innovatives System zu planen und zu entwickeln, ist eine enge Kooperation mit unterschiedlichen Beteiligten erforderlich. Zum TAKO-Projektteam gehören Vertreter des Eigentümers und seiner Berater, Fahrdienstleiter und andere Eisenbahngesellschaften.

Die Finnische Transportagentur war und ist mit vielen Personen aus unterschiedlichen Abteilungen in dieses Projekt involviert. Die Projektsteuerung mit der Hilfe professioneller Berater und der Beschreibung des aktuellen Status und der Zukunft der Verkehrssteuerung hat sich als konstruktiv erwiesen. Auch die täglichen Gespräche mit den Mitarbeitern von Finrail und deren Rückmeldungen waren sehr fruchtbar und wichtig, um die wesentlichen Funktionen der Verkehrssteuerung besser zu verstehen.

Mit der Erfahrung und den Kenntnissen anderer finnischer Stellwerkexperten können die Schnittstellen und Funktionen unterschiedlicher Stellwerke aus verschiedenen Jahrzehnten optimiert werden, um die bestmögliche Verkehrssteuerung zu realisieren. ■

AUTOREN | AUTHORS

Suvi Hyyryläinen

Head of Projects, Safety Related Systems, Mipro Oy
 Anschrift/Address: Kunnamäki 9, FI-50600 Mikkeli
 E-Mail: suvi.hyyrylainen@mipro.fi

Jari Pylvänäinen

Director, Safety Related Systems, Mipro Oy
 Anschrift/Address: Kunnamäki 9, FI-50600 Mikkeli
 E-Mail: jari.pylvanainen@mipro.fi

The interface from the TAKO system to the FTA's other information systems means that the traffic controllers' have fewer different systems to use and enabling them to concentrate more on traffic control.

3.4 Safety and security

The information systems belonging to the Finnish state must follow the specific VAHTI requirements stipulated for information and cybersecurity. These provisions are among the most comprehensive and tightest security requirements anywhere in the world. Since the TAKO system is vital for smooth traffic control on the railways in Western Finland and, beyond that, in the whole of Finland, the usability of the system is important. Usability and availability depend on the reliability of the system as well as on its security. The safety of railway traffic may be endangered if the TAKO system is not secure. Only traffic controllers are allowed to control train traffic.

All the workstations and servers of the TAKO system are located in the high-security data centre, where access control, uninterruptible power supply, cooling, fire alarms, and so on are implemented in accordance with best-practice principles. All servers and network devices are redundant; no single point of failure can stop the system. The equipment has configured so that it is not possible to use it for any actions other than traffic control, and external memory devices cannot be used.

The network is an important part of the TAKO system, since the interlocking systems are distributed over a wide geographical area, as are the workstations. The network is dedicated for the TAKO system, and data links are redundant wherever possible. Mipro provides 24/7 support for the system, and remote access is allowed only through a dedicated data link.

All events and commands performed through or in the TAKO system are written in log files that are read-only and so cannot be changed. The events can be examined in log format or with the playback function, which shows them in a graphic format.

4 Stakeholders and cooperation

To design and develop a system which is highly usable, effective and innovative, close cooperation with various stakeholders is needed. The TAKO project team includes participants from the owner's own organisation, consultants representing the owner, traffic controllers and other railway companies.

The FTA was – and is – involved in this project with many individuals from different departments. The control of the project with the help of professional consultants and the description of the current status and future of traffic control has shown itself to be constructive. Daily dialogue with and feedback from Finrail's personnel has also been fruitful and important for a better understanding the essential functions of traffic control.

With the experience and knowledge of other Finnish interlocking experts, the interfaces and functions of various interlocking systems originating from different decades are being optimised to serve traffic control in the best possible way. ■

LITERATUR | LITERATURE

[1] TRAFI, Finnish Annual Railway Safety Review, 2013, (http://www.trafi.fi/filebank/a/1385544073/03b3425210d55c2f6fee3cf41283600e/13666-Trafi_Rautateiden_turvallisuuskatsaus_2013_eng.pdf), 27 February 2016 at 14:45)

[2] IRSE, Result of the questionnaire on Centralised Control Centres (<http://www.irse.org/knowledge/publicdocuments/Questionnaire%20Centralisation%20Control%20Centres.pdf>), 28 February 2016 at 16:30)