

**מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – מרכז בקרה כללי**

Tunneling: Road tunnels – Operations – General control center

*מסמך זה הוא הצעה בלבד  
לביקורת ציבורית*

תקן זה הוכן על ידי ועדת המומחים 830203 – ניהול ובקרת תנועה למנהרות לתחבורה, בהרכב זה:  
זוהר ביברמן, אהוד גרוסמן, גבריאל לוי, עזרא לוי

כמו כן תרמו להכנת התקן: ראובן בראל, Benno Ring, ו-Goetz Vollmann, Markus Thewes.

תקן זה אושר על ידי הוועדה הטכנית 8302 – מערכות למנהרות לתחבורה, בהרכב זה:

- נטלי אבן, מלכיאל חגיבי	- איגוד לשכות המסחר
- לירון גבע, ירמי לימור	- התאחדות התעשיינים בישראל
- יעל גואל	- מהנדסים/אדריכלים/טכנולוגים
- יאיר סינגר	- מוריה – החברה לפיתוח נמלים בע"מ
- נחום הנדלסמן	- מכון התקנים הישראלי – אגף תעשייה
- פיליפ פראן	- משרד התחבורה ונתיבי ישראל
- חיים תמם	- נציבות הכבאות וההצלה
- אריק אבוטבול (סי יו"ר)	- נתיבי ישראל – חטיבת הבריחה הלאומית לרשתות תחבורה בע"מ
- גבריאל לוי	- רשות ההסתדרות לצדקה

יצחק אקרמן ריכז את עבודת הכנת התקן.

הודעה על מידת התאמת התקן הישראלי לתקנים או למסמכים זרים  
תקן ישראלי זה, למעט השינויים והתוספות הלאומיים המצוינים בו,  
זהה לתרגום הבלתי רשמי לאנגלית של פרק 10 מתוך מסמך התקנות  
של רשות הכבישים הפדרלית הגרמנית

RABT 2016

Chapter 10: Process control, automation and surveillance  
Systems

#### מילות מפתח:

מרכז בקרה, מערכות בקרה, תפעול, מנהרה, מנהור.

#### Descriptors:

control center, control systems, operation, tunnel, tunneling.

#### עדכניות התקן

התקנים הישראליים עומדים לבדיקה מזמן לזמן, ולפחות אחת לחמש שנים, כדי להתאימם להתפתחות המדע והטכנולוגיה.  
המשתמשים בתקנים יודאו שבידיהם המהדורה המעודכנת של התקן על גיליונות התיקון שלו.  
מסמך המתפרסם ברשומות כגיליון תיקון, יכול להיות גיליון תיקון נפרד או תיקון המשולב בתקן.

#### תוקף התקן

תקן ישראלי על עדכוני נכנס לתוקף החל ממועד פרסומו ברשומות.  
יש לבדוק אם התקן רשמי או אם חלקים ממנו רשמיים. תקן רשמי או גיליון תיקון רשמי (במלואם או בחלקם) נכנסים לתוקף  
60 יום מפרסום ההודעה ברשומות, אלא אם בהודעה נקבע מועד מאוחר יותר לכניסה לתוקף.

#### סימון בתו תקן

כל המייצר מוצר, המתאים לדרישות התקנים הישראליים החלים  
עליו, רשאי, לפי היתר ממכון התקנים הישראלי, לסמנו בתו תקן:



#### זכויות יוצרים

© אין צלם, להעתיק או לפרסם, בכל אמצעי שהוא, תקן זה או קטעים ממנו, ללא רשות מראש ובכתב ממכון התקנים הישראלי.



## הקדמה לתקן הישראלי

תקן ישראלי זה הוא התרגום הבלתי רשמי באנגלית של פרק 10 (Process control, automation and surveillance Systems) מתוך מסמך התקנות של רשות הכבישים הפדרלית הגרמנית RABT משנת 2016, שאושר כתקן ישראלי בשינויים ובתוספות לאומיים.

התקן כולל, בסדר המפורט להלן, רכיבים אלה:

- חלות התקן הישראלי (בעברית)
  - אזכורים נורמטיביים (בעברית)
  - פירוט השינויים והתוספות הלאומיים לפרק 10 של המסמך הגרמני (בעברית)
  - תרגום פרק 10 של המסמך הגרמני (באנגלית)
- הערות לאומיות לתקן הישראלי מובאות כהערות שוליים וממוספרות באותיות האלף-בית.

תקן זה הוא חלק מסדרת תקנים החלים על תפעול במנהרות לרכב.

חלקי הסדרה הם אלה:

- ת"י 5827 חלק 1.2<sup>(א)</sup> - מנהור: מנהרות לרכב: תפעול – אספקת כוח
- ת"י 5827 חלק 8.2 - מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – מערכות תקשורת
- ת"י 5827 חלק 9.2 - מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – מערכות גילוי אש
- ת"י 5827 חלק 10.2 - מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – מערכות מעקב
- ת"י 5827 חלק 11.2 - מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – מרכז בקרה כללית
- ת"י 5827 חלק 12.21 - מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – מדריך לתאורה של מנהרות רכב ושל מעברים תחתיים לרכב
- ת"י 5827 חלק 12.22 - מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – תאורת חירום במנהרות רכב

## חלות התקן הישראלי

תקן זה קובע את אילוצי התכן, את התכנון ואת המתווה של מרכז בקרה כללי במנהרות לרכב. תקן זה קובע דרישות בסיסיות הנוגעות לארכיטקטורת מרכז הבקרה ולתהליך העברת המידע בו, הן בשגרה והן במצבי חירום. תקן זה מביא תיאור סכמתי של מרכז בקרה כללי במנהרות לרכב.

## אזכורים נורמטיביים

תקנים ומסמכים המוזכרים בתקן זה (תקנים ומסמכים לא מתוארכים – מהדורתם האחרונה היא הקובעת):

### תקנים ישראליים

- ת"י 5827 חלק 8.2 - מנהור: מנהרות לרכב – תפעול – מערכות תקשורת

---

<sup>(א)</sup> התקן בהכנה.

## פירוט השינויים והתוספות הלאומיים לפרק 10 של המסמך הגרמני

### 10.1 General

בפסקה הרביעית, המתחילה במילים "All measures", בסוף השורה הראשונה לאחר המילים "without delay", יוסף:  
כפי שנקבע בתכן המערכת

### 10.2 Functions of the hierarchy levels

#### 10.2.2 System control and automation control levels

בסעיף המשנה g), לאחר המילים "Data point" יוסף:  
או שיטה דומה

### 10.3 System structure

#### 10.3.1 General

- בפסקה הראשונה, המתחילה במילים "In addition", בסוף סעיף המשנה k) יוסף:  
כמוגדר בתקן ישראלי ת"י 5827 חלק 8.2
- בפסקה המתחילה במילים "Switching between programs", בשורה החמישית לאחר המילים "MARZ [43] guidelines" יוסף:  
או אלגוריתם דומה

#### Figure 37 – System architecture

ב-"Automation control level", לאחר המילים "Connection to TLS over IP" יוסף:  
או פרוטוקול אחר מעל IP

#### 10.3.2 Service panels and service locations

##### 10.3.2.2 Service and observation locations

בפסקה הרביעית, המתחילה במילים "The service/observation", בסעיף המשנה c) המילים "in the German language" אינן חלות, ובמקומן יחול:  
בשפה העברית

Table of content

- 10 Process control, automation and surveillance Systems..... 1
- 10.1 General ..... 1
- 10.2 Functions of the hierarchy levels ..... 1
- 10.2.1 Superordinate control level..... 1
- 10.2.2 System control and automation control levels ..... 1
- 10.2.3 Field control level ..... 2
- 10.3 System structure ..... 2
- 10.3.1 General ..... 3
- 10.3.2 Service panels and service locations ..... 4
- 10.3.2.1 General ..... 4
- 10.3.2.2 Service and observation locations..... 4
- 10.3.2.3 manual operation level..... 5
- 10.3.2.4 Electrical cabinet level..... 5
- 10.3.3 Operational modes and priorities ..... 7
- 10.3.3.1 General ..... 7
- 10.3.3.2 Automatic operation ..... 7
- 10.3.3.3 Semi-automatic operation..... 7
- 10.3.3.4 Manual operation..... 7
- 10.3.3.5 Priorities ..... 7
- 10.3.4 Reaction times and redundancies ..... 8
- 10.3.5 Computer systems, communication and data storage ..... 8
- 10.3.6 Data types..... 9
- 10.4 Connections to external systems ..... 10
- 10.5 Event matrix for tunnel operations ..... 10
- 10.6 Commissioning of operations and System maintenance ..... 10
- 10.7 Tunnel surveillance..... 11

## 10 Process control, automation and surveillance Systems

### 10.1 General

In general, the technical equipment and equipment systems installed within a tunnel should be automatically controlled, regulated, and monitored. In order to enable this level of automation, all equipment systems, which form an extensive interdependent system, must function effectively smoothly.

Operational sequences must be developed for all switching and monitoring levels for individual equipment groups. In doing so, system specific requirements must be defined and accurately described. The capabilities of the equipment installations, and the descriptions thereof, should be described using, flow charts, structograms, and data-point lists. Software descriptions, product descriptions, specifications sheets, and a description of the interactions between, and connections to, separate equipment groups must be provided. Systems are to be installed that guarantee that all technical installations within the tunnel (i.e. equipment and systems) mutually communicate in a standardized fashion. Interactions and connections between separate equipment systems must be designed and laid out in a clear and open fashion so that manufacturer-independent connections or modifications to systems and system connections may be easily implemented. Systems installed or manufactured by separate organizations (e.g. ventilation and traffic control systems) must communicate through standardized data exchange formats, and all systems must be connected to a central process control system.

The process control and automation systems must ensure that all functional blocks function smoothly and autonomously. These systems must also insure the mutually interoperability of all functional blocks.

All measures or processes initiated by technical equipment must be performed without delay, and may not be impaired by equipment within another, or the same functional block. The organizational levels must be hierarchically ordered as follows:

Superordinate control level

System control level

Automation control level

Field control level

The system control, automation control, and field control levels must always be implemented at the local tunnel level. All equipment and systems classified into levels that are at or above the automation level in the hierarchy must be able to fulfill their designated tasks and services autonomously, i.e. independently of the next higher level.

### 10.2 Functions of the hierarchy levels

#### 10.2.1 Superordinate control level

The Superordinate control level enables the tunnel operations center to monitor and collectively operate all systems contained in subordinate control levels.

The Superordinate control level has the following functions and must therefore fulfill the following functional requirements.

- a) It must support the tunnel personnel with standardized text and visual notifications
- b) It must have an interactive contextually relevant assistance system

#### 10.2.2 System control and automation control levels



The systems that constitute the systems control level (i.e. process control level) are the local process control systems that are responsible for the operation and monitoring of the local subordinate systems and equipment. The systems in this level are responsible for condensing the data collected from the equipment belonging to subordinate systems.

The systems that make up the automation level are responsible for executing the commands given by the process control level and any other higher levels. This level therefore controls and regulates equipment systems in lower control levels.

The capabilities and functional requirements of the systems that constitute the automation control and systems control levels are given in the list that follows in this section.

It must be guaranteed that, in all cases and in all tunnels, the automation control and systems control levels have the following capabilities. If needed, redundancies may be foreseen for between this and the next highest control level.

- a) Monitoring of the System functions and visualization of all equipment and operations conditions through visualization equipment/software
- b) Provide a user-friendly and standardized visualization of all Systems and usable functions
- c) Central user administration system (Groups / Roles / Users)
- d) Administration and adaptation of System functions i.e. parameter configurations
- e) General alarms, disturbance alarms, and monitoring alarms
- f) Administration and export of video recordings
- g) Data point based tunnel process control based
- h) Monitoring of the subordinate levels
- i) A complete handling of the orders given, parameters exchanged, and notifications made between all interacting adjacent network elements.
- j) Data storage of measurement levels, disturbance and system notifications, and activated alarms within the tunnel at the superordinate systems control level

The following additional responsibilities of the systems control level can, on a project specific basis, be relegated to the superordinate control level:

- a) Providing service access to the network
- b) Adjustment of the System functions (i.e. parameter configuration)
- c) Data storage and recovery (of the operating systems, system configurations, parameterization of the program modules, operational data, etc.)
- d) Providing a data summary in a compact form
- e) Statistical and archival functions

### 10.2.3 Field control level

The field control level is composed of the sensors and actuators that are connected to and operated by the automations control level.

The responsibilities and functions of the control level are the following:

- a) Collect data taken from the sensors and to prepare the data for transfer to the next higher control level
- b) Issue commands to the actuators

## 10.3 System structure

### 10.3.1 General

In addition to being hierarchically configured into control levels, the systems within the field level must be laid out so as to take into account, with regard to operational groups, the following functional blocks (FB):

- a) FB 1: Lighting equipment
- b) FB 2: Traffic equipment
- c) FB 3: Ventilations equipment / ventilation of the escape routes
- d) FB 4: Fire alarm system
- e) FB 5: Escape route markings, orientation markings and active directional guidance systems
- f) FB 6: Video systems
- g) FB 7: Loud speaker equipment
- h) FB 8: Emergency call equipment
- i) FB 9: Water supply for firefighting
- j) FB 10: Drainage systems
- k) FB 11: Tunnel radio equipment
- l) FB 12: Energy supply systems
- m) FB 13: Building equipment (Room ventilation systems, Burglary alarms, etc.)
- n) FB 14: Communication (Switches, routers, Network management, etc.)

If necessary, additional functional blocks can be foreseen.

The required functionality of the complete system must be covered, however, an index of functional blocks sorted with respect to function is not necessary. Functional blocks should be, in particular at the automations control level, grouped together with respect to their spatial arrangement.

If a tunnel has been equipped with, or designed with, basic or extended equipment installations, a subordinate control office (SCO) coupled with the systems control and the superordinate control levels must be present. A central coupling with a direct access to specific, safety relevant components of the traffic control equipment at the equipment control levels through the tunnel-IOC (IOC = Input-Output Concentrator) must be provided. Based on the existence of the SCO, the systems control level can either send its switching commands to the SCO or access the security components of the tunnel equipment directly through the tunnel-IOC.

Appropriate measures must be implemented to monitor the interface in case of failure. The interface between the equipment control level and the SCO must exchange the following information:

(Remark: the abbreviations above are non-technical. That said we decided to translate them "word by word". )

- a) Prepared traffic information of the SCO intended to be given to the control equipment
- b) Switching of lighting levels from the control equipment to the SCO in order to control the brightness levels of displays
- c) Switch commands from the control equipment to the SCO
- d) Response of the SCO to the control equipment concerning the switch commands

Switching of the relevant programming of the SCO can be triggered manually or automatically. The events, or rather, trigger criteria (e.g. fire in the tunnel, opening of an emergency call booth, exceedance of an SI threshold value) must be compiled in an event matrix (Table 17). The appropriate switching figures should be included on the SCO.

In order to control the brightness of the equipment displays in the tunnel, the switching levels of the adaptive and transit lighting systems must be provided. Control of the switching should be based in the switching levels of the equipment control levels provided by the SCO.

Switching between programs should be relayed by the SCO. The traffic conditions determined through the SCO must be relayed to the equipment control levels for each tunnel section. The traffic condition data should be used, among other things, for the control of the ventilation. In case of traffic congestion, the camera in the affected section must be automatically turned on. Based on the specific project, preparing traffic data according to the MARZ [43] guidelines may be useful.

Functional blocks must be able to exert control over their specific domain independently of other functional blocks, i.e. functional blocks must be able to be decoupled. As soon as a functional block delegates responsibilities or tasks to another functional block, measures must be implemented to directly couple the interacting functional blocks.

The system architecture is displayed schematically in figure 37.

### 10.3.2 Service panels and service locations

#### 10.3.2.1 General

Generally, a distinction is made between control panels and control locations. The choice of control elements is to be made based on the requirements and duties of the respective control levels. Whether to use a single or multiple similar control elements should be carefully considered. In what follows, a prioritization of the control levels, or rather, hierarchical user guidelines are described. However, these guidelines must be determined individually on a project specific basis.

#### 10.3.2.2 Service and observation locations

In order to properly monitor the tunnel and to correctly handle any events that may occur, an intuitive and user-friendly software must be included as a component of the process control and automations systems. Additionally, this software should aid in the system maintenance and support any administrative duties.

Operation of the systems constituting the systems control level and, potentially, the superordinate control level must take place at the service panel at the service and observation location of the respective systems. The service panel must graphically depict the systems that it controls. All relevant process data must be displayed as color figures that are dynamically shaded when the depicted systems are in use.

All information must be automatically and/or by request be able to be displayed at the observation location in a prepared/organized fashion (hydrographs, network schematics, detailed depictions of specific network elements, malfunction windows, lists, etc.).

The service/ observation location and the software installed there must be ergonomically designed. To this end, the following must be regarded:

- a) Simple interaction with the system
- b) Consistent design concept
- c) Input and output in the German language

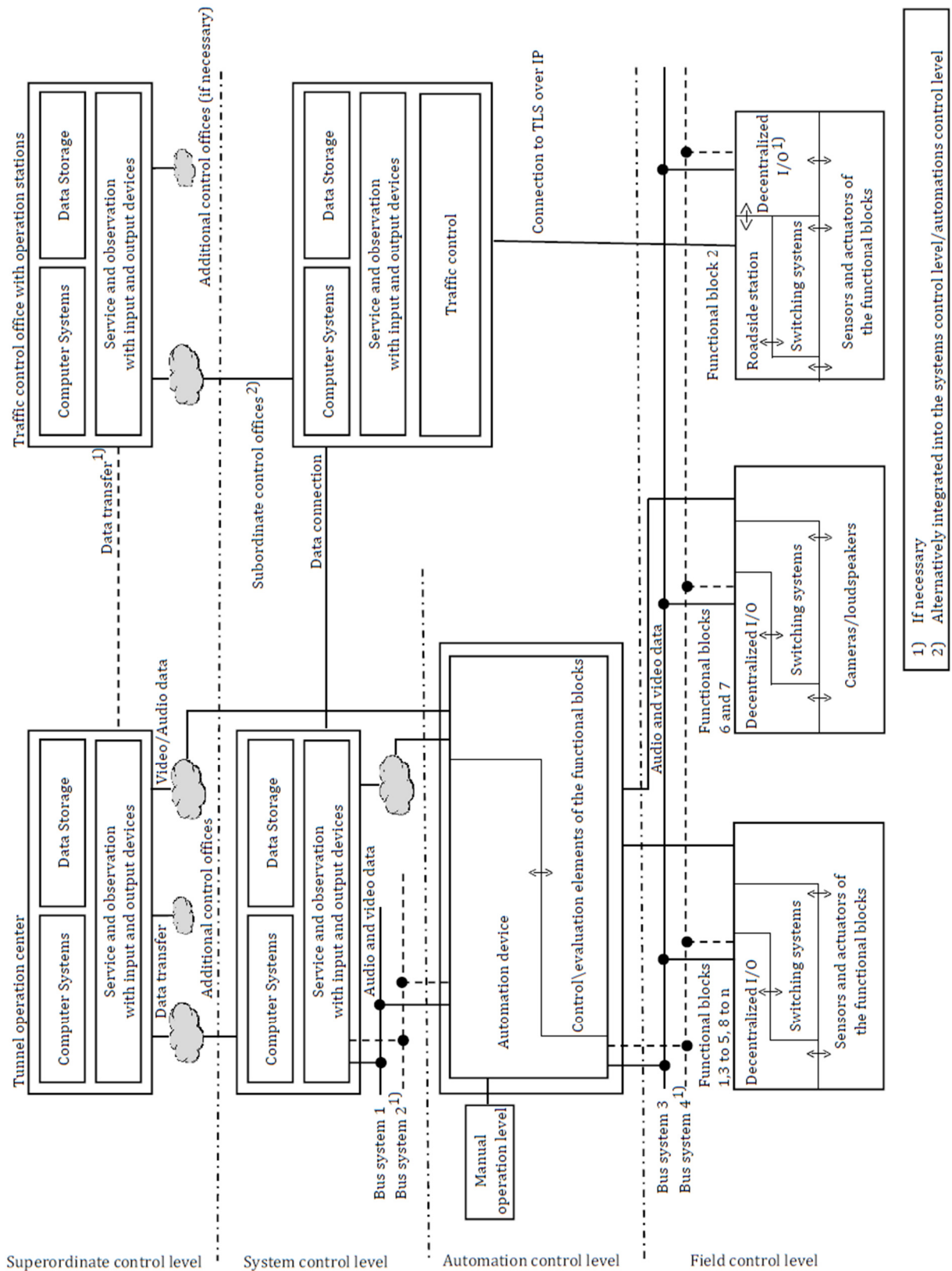


Figure 37 – System architecture