

POLITICA E ECONOMIA



Itaque architecti, qui sine litteris contenderant, ut manibus essent exercitati, non potuerunt efficere, ut haberent pro laboribus auctoritatem; qui autem ratiocinationibus et litteris solis confisi fuerunt, umbram non rem persecuti videntur. At qui utrumque perdidicerunt, uti omnibus armis ornati citius cum auctoritate, quod fuit propositum, sunt adsecuti

M. Vitruvii Pollionis
De Architectura
Liber Primus, Praefatio, Caput 1, 2

Divagazioni sull'ingegnere ferroviario Osservazioni e proposte

Digressions about the railway engineer Observations and proposals

Dott. Ing. Massimiliano BRUNER^(*)
Prof. Ing. Giuseppe Romolo CORAZZA^(**)
Dott. Arch. Maria Vittoria CORAZZA^(*)

1. Introduzione

1.1. Da qualche tempo è dato di cogliere un rinnovato interesse per il tema dell'ingegnere ferroviario, visto sotto gli aspetti attinenti la sua professione, la sua collocazione e la sua formazione sia iniziale che permanente [1, 2]. Si tratta di un tema molto delicato e complesso [3, 4, 5], sul quale agiscono ancora gli sconvolgimenti intervenuti nelle imprese, nelle industrie, nelle tecnologie, nel modo di operare delle ferrovie. A questi si aggiungano gli analoghi fenomeni nelle università.

Una volta la definizione professionale dell'ingegnere ferroviario era molto semplice; essa configurava un ingegnere che lavorava nelle ferrovie o nell'industria, che a sua volta produceva per le ferrovie su progetti o specifiche, elaborati nelle ferrovie stesse o fortemente influenzati da queste.

Il contributo delle università alla caratterizzazione professionale ferroviaria è stato sempre modesto, se non trascurabile, salvo una o due eccezioni.

1. Introduction

1.1. For some time it is understood that there is a renewed interest in the topic of railway engineers, from the aspects relating to their profession, position and initial and permanent formation [1, 2]. This is a very sensitive and complex issue [3, 4, 5], still influenced by the upheavals occurring in enterprises, industries, technologies, in railway operation methods. To these similar phenomena in universities must be added.

Once the professional definition of railway engineer was very simple; it was represented by an engineer working in railways or in the industry, which in turn produced projects for railways or specifications, processed in the railways themselves or heavily influenced by these.

The contribution of academia to railway professional characterisation has always been modest, if not negligible, except for one or two exceptions.

The afore-mentioned brief definition was valid for most of the twentieth century, while today's European railways

^(*) DICEA "Sapienza" Università di Roma.

^(**) Prof. a r. DICEA "Sapienza" Università di Roma.

^(*) DICEA "Sapienza" University of Rome.

^(**) Prof. a r. DICEA "Sapienza" University of Rome.

POLITICA E ECONOMIA

La sommaria definizione prima accennata è stata valida per quasi tutto il novecento, mentre oggi le ferrovie europee si sono divise in reti e imprese di trasporto; i progetti, la sperimentazione, i controlli di sicurezza e talvolta la manutenzione sono affidati anche a terzi, questi ultimi privati, statali o notificati. Solo alcune grandi holding ferroviarie mantengono la proprietà di società d'ingegneria con compiti di progettazione, controllo durante le costruzioni e di ricerca. Di tutto rispetto. L'industria ferroviaria elabora a sua volta progetti destinati ad una molteplicità di clienti, operando in un ambito intercontinentale. L'unica struttura che conserva una sostanziale somiglianza con le vecchie ferrovie è quella dei gestori delle infrastrutture.

Su tutti gravano varie autorità nazionali e sovranazionali, alle quali compete di sovrintendere alla sicurezza del funzionamento dei sistemi ferroviari, di regolare i complessi rapporti che si instaurano fra gli attori anzidetti, di emanare norme e raccomandazioni, nonché di inquisire su incidenti e simili. Le figg. 1 e 2 schematizzano ed esemplificano i processi di acquisto di un bene utile alla produzione ferroviaria, sia esso un rotabile, un impianto o altro. La prima di queste figure si riferisce alla situazione prima della riforma delle strutture ferroviarie, quando cioè le aziende di stato erano monolitiche ed autoreferenziate, nonché sottoposte solo ai più alti livelli ministeriali.

La fig. 2 riproduce invece la situazione attuale, che vede l'azienda, una volta monolitica, generare un unico grande gestore di infrastrutture e molteplici imprese di trasporto operanti secondo un'ampia gamma di dimensioni, la più grande delle quali è di diretta discendenza dell'azienda di stato.

Le grandi imprese di gestione e produzione, a loro volta, fanno capo ad una società finanziaria, non rappresentata in figura. I costruttori e i fornitori debbono immaginarsi come stratificati e ad ogni strato corrisponde una impresa concorrente. Dopo la gara resta solo l'impresa vincitrice.

Una conseguenza dei fatti esaminati è che gli attori già richiamati sono indipendenti fra loro, quando non in conflitto di interessi, inoltre ognuno è proprietario, di solito geloso, di una fetta di saperi tecnologici, operativi e commerciali, dei quali sarebbe invece auspicabile una spontanea condivisione.

1.2. È possibile percepire un riflesso di quanto si è accennato prima osservando anche la letteratura tecnico-scientifica che si manifesta nella stampa periodica, da sempre fonte principale di conoscenze avanzate e strumento ineliminabile per la loro diffusione.

L'analisi che qui viene proposta si fonda sulle impressioni che si ricavano ponendo a raffronto lavori di attualità e lavori apparsi 40-50 anni fa, quando possibile a parità di temi. Allora abbondavano i disegni tecnici, i diagrammi, gli schemi elettrici e quant'altro occorresse; i calcoli erano riprodotti non di rado in dettaglio. Pertanto l'at-

are divided into networks and transport enterprises; projects, testing and security checks and sometimes maintenance are entrusted to private, state or notified third parties. Only a few large holding companies retain ownership of engineering companies with design and monitoring tasks during construction and research..The railway industry in turn processes projects intended for a variety of clients, working in an intercontinental sphere. The only structure that retains a substantial resemblance to the old railways is that of infrastructure managers.

Various national and supranational authorities that are responsible for supervising the operational safety of railway systems, for regulating the complex relationships that are established between these actors, for issuing norms and recommendations, as well as investigating accidents and the like weigh on all. Figures 1 and 2 illustrate and exemplify the purchasing processes of goods useful to railway production, whether it be rolling stock, a system or other. The first of these figures refers to the situation before the reform of railway organizations, that is to say when state enterprises were monolithic and self-referenced, as well as subjected only at the highest ministerial levels.

Fig. 2 instead represents the current situation that sees the once monolithic company, generate a single large infrastructure manager and many transport companies operating according to a wide range of dimensions, the largest of which descends directly from the state company.

Large business and production management companies, in turn, are part of a holding company, not represented in the figure. Manufacturers and suppliers must imagine themselves as layered and that each layer corresponds to a competitor company. Only the winner enterprise remains after the tender.

A consequence of the facts examined is that the actors already mentioned are independent of each other, when not in conflict of interest, furthermore each one is usually a jealous owner of a slice of technological, operational and commercial know-how, of which spontaneous sharing would instead be desirable.

1.2. *It is possible to perceive an influence of what has been mentioned before by looking at technical and scientific literature represented in the periodical press, always a main source of advanced knowledge and an indispensable tool for its dissemination.*

The analysis proposed here is based on impressions that are obtained by comparing current works and articles appeared 40-50 years ago. At the time technical drawings, diagrams, electrical circuit diagrams and anything else that was necessary were plentiful; calculations were often reproduced in detail. Therefore the careful reader could go in depth into the subject, seizing a particularly useful tool in similar or different cases. Few and influential magazines and journals fulfilled this function.

Today the graphical part of magazines (many more and certainly more appealing) largely uses perspective photos of

POLITICA E ECONOMIA

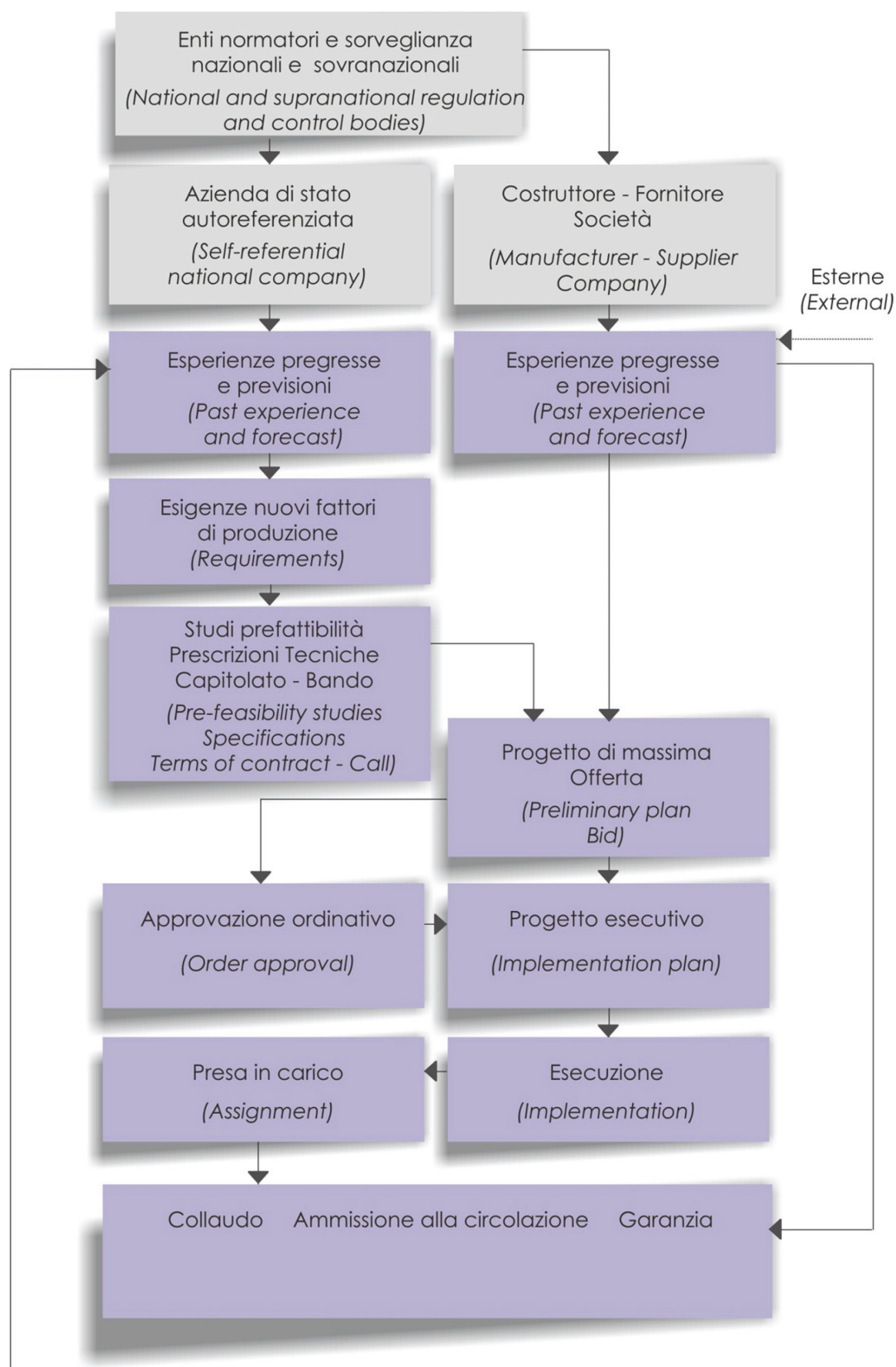


Fig. 1 - Processi di acquisto (prima della riforma).
Fig. 1 - Procurement processes (before the reform).

POLITICA E ECONOMIA

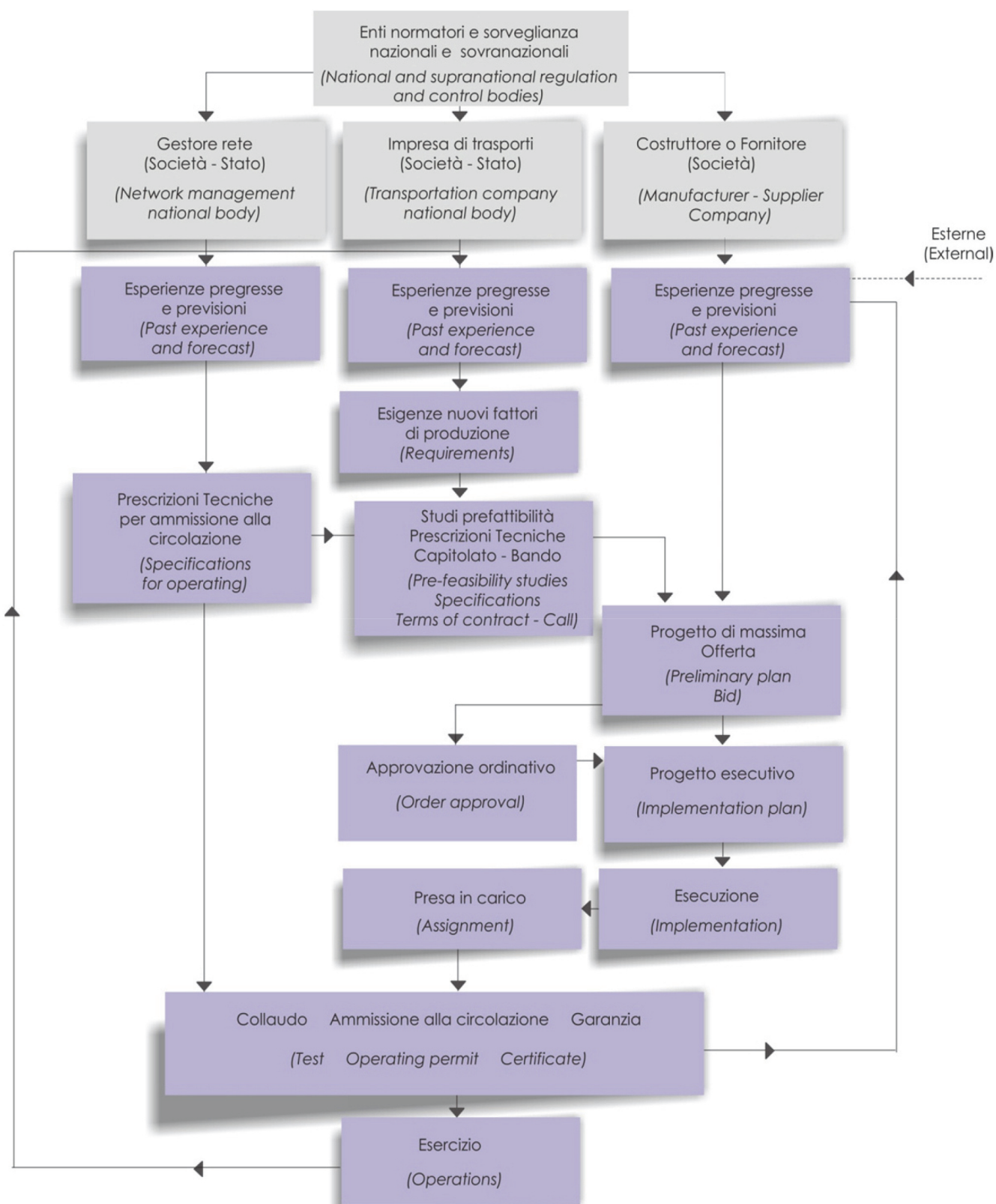


Fig. 2 - Processi di acquisto (dopo la riforma).
Fig. 2 - Procurement processes (after the reform).

POLITICA E ECONOMIA

tento lettore poteva entrare in profondità nell'argomento, impossessandosi così di un particolare strumento utile in casi simili o diversi. Poche ed autorevoli riviste assolvevano questa funzione.

Oggi la parte grafica delle riviste (molte di più e certamente più attraenti) utilizza largamente foto prospettiche di rotabili e loro organi o d'impianti e simili. I dati vengono elargiti in misura parsimoniosa mentre in luogo dei disegni vengono non di rado proposte assonometrie o prospettive CAD, più o meno reticenti. I calcoli analitici tendono a scomparire a beneficio della citazione di programmi di calcolo commerciali o fatti in casa. I risultati descritti finiscono con l'imporre al lettore una componente fideistica di accettazione, quando non presentano problemi interpretativi. Il lettore infine viene posto in una situazione di recettore passivo di informazioni, non sempre facilmente utilizzabili, e spinto a rivolgersi a chi possiede le conoscenze. In ogni caso non sono da tralasciare due possibilità di risolvere, almeno parzialmente, le difficoltà in esame. La prima prevede che le conoscenze vengano inglobate in programmi informatici; questi essere convalidati da organi di sicurezza pubblicamente riconosciuti, rispetto ai quali ogni barriera di riservatezza sia stata fatta cadere. La seconda prende atto del fatto che le conoscenze – anche se protette – tendono comunque a trapelare e diffondersi, ciò però genera seri dubbi derivanti da lentezza, difficoltà di accesso e mancanza di autorevolezza degli argomenti in esame.

2. Un caso di riferimento

2.1. Un'altra constatazione spinge nella stessa direzione del confronto sulla pubblicistica e riguarda non più le riviste bensì le persone, nella fattispecie gli ingegneri ferroviari. Infatti da qualche tempo si svolge un dibattito, principalmente in Germania, su un certo svilimento dell'ingegnere ferroviario tradizionale, e sulla sua ipotetica contrapposizione ad una potente classe dirigenziale di estrazione industriale o finanziaria. Va sottolineato che ogni approfondimento e dibattito rappresentano un fatto positivo, perché da un confronto di idee sviluppato in modo non fazioso possono solo derivare vantaggi per una politica ferroviaria industriale e per l'aggiornamento o la ridefinizione del profilo professionale dell'ingegnere ferroviario.

È giusto allora domandarsi come questa figura si collochi in un mondo complesso ed in particolare quale patrimonio di conoscenze, funzioni ed attitudini debba caratterizzarlo.

Non è semplice dare una risposta in proposito sia per una certa sfuggevolezza di taluni argomenti sia per la difficoltà di raccogliere dati di fatto. Chi scrive è pienamente cosciente di ciò e soprattutto del fatto che quanto segue si pone solo l'obiettivo di far riflettere il lettore e, possibilmente, di innescare almeno una discussione.

2.2. Una opportunità, limitata alla realtà italiana, è offerta dall'Agenda Ferroviaria edita annualmente dal Collegio degli Ingegneri Ferroviari Italiani, la quale fornisce det-

rolling stock and their bodies or of systems and the like. The data is given to a thrifty extent while more or less reticent axonometric or CAD perspectives are often proposed instead of drawings. Analytical calculations tend to disappear in favour of a quotation of commercial or homemade computational programmes. The results described end up forcing a totally uncritical component of acceptance to the reader, when there are no interpretation problems. The reader is eventually placed in a passive information receptor situation, not always easily usable, and pushed to turn to those with the knowledge. In any case two possibilities to solve the difficulties in question, at least in part, should not be left out. The first envisions that knowledge retains this characteristic, for whatever reason, and is incorporated in computer programmes; these must be validated by publicly recognised security agencies, against which every privacy barrier was made to fall. The second acknowledges that knowledge – although protected – however tends to leak out and spread, hence raises serious doubts stemming from slowness, difficulty of access and lack of authority of the topics under consideration.

2. A reference case

2.1. Another finding pushes in the same direction as the comparison on publications no longer concerns magazines but people, namely railway engineers. In fact, for some time a debate is being held, mainly in Germany, on a certain debasement of the traditional railway engineer and on its alleged opposition to a powerful managerial class of industrial or financial extraction. It should be noted that each in-depth study and debate are a good thing, because from a comparison of ideas developed in a non-partisan way only benefits for an industrial and railway policy for the updating or redefinition of the professional profile of the railway engineer can derive.

Is it fair then to wonder how this figure is placed in a complex world and in particular what wealth of knowledge, functions and attitudes should characterise it.

It is not easy to give an answer in that regard both due to a certain evasiveness of certain arguments and due to the difficulty of gathering facts. The authors are fully aware of this and especially of the fact that what follows has the sole objective of making the reader reflect and, possibly, trigger at least a discussion.

2.2. An opportunity, limited to the Italian reality, is offered by the Agenda Ferroviaria published annually by the Collegio degli Ingegneri Ferroviari, which provides detailed information about business structures of bodies dealing with railways and transport in Italy and to some extent even abroad. The organisation charts of RFI, Trenitalia, Italferr and Italcertifier in particular stand out.

The function performed for the main positions is defined; the academic title is specified for the names of the holders. This provides a detailed picture of the presence of engineers in the most important management levels. It must

POLITICA E ECONOMIA

tagliate informazioni sulle strutture aziendali degli organismi che si occupano di ferrovie e trasporti in Italia ed in qualche misura anche all'estero. Risaltano in particolare gli organigrammi di RFI, Trenitalia, Italferr ed Italcertifer.

Per le principali posizioni dirigenziali viene definita la funzione svolta; per i nomi dei titolari viene specificato il titolo accademico. Ciò fornisce un quadro dettagliato della presenza degli ingegneri nei livelli dirigenziali di maggior rilievo. Va detto che i dati in tabella 1 più avanti sono affetti da qualche imprecisione per effetto di modifiche sopravvenute nel frattempo o per attribuzioni interinali. Il quadro che così si delinea è comunque completo e più che attendibile se non altro come ordine di grandezza.

Esaminando nella tabella 1 i dati relativi al gruppo FSI è da constatare una prevalenza numerica degli ingegneri, resa più marcata dalla presenza di una ventina di medici fra i non ingegneri. La prevalenza degli ingegneri può in parte spiegarsi nella molteplicità di strutture territoriali in cui sono in buona parte incardinati. Il gruppo degli ingegneri si rivela in ogni caso determinante per il funzionamento dell'Azienda.

Pur restando nell'ambito di confronti molto approssimativi, si osservi il perfetto equilibrio fra le due categorie in Trenitalia a fronte di una marcata prevalenza degli ingegneri in RFI. Una spiegazione può farsi risalire ad un diverso peso di attività amministrative e gestionali ed alla genesi di strutture aziendali più articolate prodotte dalla riforma ferroviaria europea, nonché dall'espulsione verso l'industria privata di attività di progettazione, ricerca e sviluppo.

2.3. Sulla base dei dati di sintesi della tabella 1 è possibile fare un'osservazione di carattere globale riguardante un sistema ferroviario che è fra i più importanti in Europa per estensione, traffico e tecnologie utilizzate. Emerge con chiarezza che la struttura di comando delle ferrovie poggia su due pilastri ben distinti e di consistenza quanto meno paragonabile, i quali svolgono le funzioni amministrative-commerciali e quelle della gestione tecnica-operativa. Nel prosieguo si farà riferimento solo al secondo gruppo di attività in un tentativo di analisi funzionale ed operativa, allargando la base di informazioni utili con dati disponibili di altri sistemi ferroviari. Le risposte cercate sono volte a stabilire quanti ingegneri occorrono in una ferrovia, verso quali settori siano indirizzati e come debbano essere formati.

3. Quanti ingegneri servono in una ferrovia?

3.1. Una prima difficoltà nasce nella definizione stessa d'ingegnere che presenta notevoli differenze tra un paese e l'altro e talvolta anche all'interno di un medesimo paese. Nell'Unione Europea è in corso un processo di standardizzazione della formazione universitaria basata sul sistema 3+2 orientato a produrre due diversi tipi d'ingegnere, che in proporzioni ignote vanno ad inserirsi in una popolazione formata in buona parte da ingegneri pro-

TABELLA 1 - TABLE 1

Personale FSI di livello dirigenziale, 2014
FSI Managerial level staff, 2014

Azienda Company	Personale	
	Non Ingegneri Non-Engineers	Ingegneri Engineers
RFI	86	170
Trenitalia	133	130
Italferr	11	64
Italcertifer	1	8
Totale Gruppo FS Total FS Group	231	373

be said that the data in table 1 below are affected by some inaccuracy due to changes in the meantime or for temporary assignments. The picture that emerges is complete and more than reliable, if nothing else as an order of magnitude.

Examining the data relating to the FSI Group in table 1 a numerical prevalence of engineers can be seen, marked by the presence of a score of medical doctors among non-engineers. The prevalence of engineers may be partly explained in the multiplicity of local structures in which they are largely based. The Group of engineers in any case proves to be crucial to the operation of the Company.

While remaining within the scope of very approximate comparisons, the perfect balance between the two categories in Trenitalia against a marked prevalence of engineers in RFI should be noted. An explanation can be traced back to a different weight of administrative and management activities and to the genesis of more complex company structures produced by the European railway reform and the dismissal of design, research and development activities to the private industry.

2.3. *Based on the summary information in table 1 we can make a global observation concerning a railway system that is one of the most important in Europe for dimension, traffic and technologies used. It is clear that the command structure of railways is based on two distinct pillars and with at least comparable consistency, that carry out administrative and commercial functions and technical and operational management. Later on we will refer only to the second group of activities in an attempt to make a functional and operational analysis, broadening the information base with available data of other railway systems. The answers sought are aimed to establish how many engineers are needed in a railway, to which sectors they are addressed and how they should be trained.*

3. How many engineers are required in a railway?

3.1. *A first difficulty arises in the very definition of engineer that has considerable differences between one country*

POLITICA E ECONOMIA

dotti dalle università secondo i vecchi ordinamenti generalmente più gravosi e con scarse possibilità di scelte curriculari per gli studenti [6].

Un caso limite si registra in Austria dove, da un lato, si constata un ordinamento universitario molto simile a quello italiano, ma al tempo stesso il titolo semplice di *Ingenieur* può essere conseguito fuori dall'università, al termine delle scuole medie superiori ad indirizzo tecnologico.

Senza farsi scoraggiare da queste ragioni d'incertezza, non va dimenticato che nei contatti con colleghi stranieri si ha modo di percepire una sostanziale comunanza di saperi e comportamenti, ciò che permette di postulare l'esistenza di un denominatore comune che costituisce l'essenza dell'Ingegnere Ferroviario.

3.2. Una prima stima riguarda le ferrovie italiane, per le quali si è osservata una struttura con circa 400 ingegneri in posizione dirigenziale. È ovvio che ognuno di questi debba aver un certo numero di ingegneri collaboratori. Prudenzialmente si ritiene di poter quantificare questa dotazione in 3 ingegneri per ogni posizione dirigenziale, ciò che porta ad un totale arrotondato di 1600 ingegneri. Una ragione di incertezza va ricercata nel fatto che possono esservi posizioni caratterizzate da modeste esigenze tecnico-scientifiche suscettibili rientrare nelle competenze di periti o geometri di adeguata esperienza.

Ad una stima convergente si arriva prendendo a riferimento la "vecchia" categoria A del CIFI, improvvidamente soppressa negli anni novanta. Essa raccoglieva circa 1300 soci FS, di cui un 20% pensionati; si riteneva, altresì, che non più del 60% degli ingegneri FS fosse iscritto al CIFI. L'aritmetica conduce a un valore appena superiore.

Per trovare una cifra superiore occorre risalire nel tempo all'epoca delle successive trasformazioni dell'Azienda di Stato FS. Informazioni ufficiose attinte dalle FS facevano assommare a 2000 circa gli ingegneri in servizio, quando i dipendenti FS erano il doppio di quelli odierni.

3.3. La fonte Agenda CIFI consente ancora qualche approfondimento che riguarda la localizzazione delle singole strutture dirigenziali.

Sia per Trenitalia che per RFI le sedi ricoperte da ingegneri coincidono, per circa la metà, con le rispettive sedi centrali, per le quali si sono considerate, nell'ordine, Roma+Firenze e Roma.

Se si considera che le rimanenti sedi esterne sono legate ad attività di produzione e gestione in tempo reale mentre quelle centrali possono collegarsi a quelle di studio, programmazione e controllo si possono riconoscere due "masse pensanti", una centrale ed una di prima linea. La prima è in qualche modo indipendente dalle dimensioni della rete, mentre per la seconda va postulato un qualche legame di proporzionalità.

Va osservato anche che l'insieme di problemi che si presentano dovrebbe essere almeno simile per tutti i sistemi ferroviari salvo a differenziarsi per singolarità aziendali.

and another and sometimes even within the same country. A standardisation process of university education in under way in the European Union based on the 3+2 system oriented to produce two different types of engineers, that in unknown proportions fit into a population formed largely by engineers from universities according to the old system generally more cumbersome and with little chance of curricular choices for students [6].

There is a borderline case in Austria where, on the one hand, a university system very similar to the Italian one can be found, but at the same time the simple title of Ingenieur can be achieved outside the university, at the end of secondary schools specialising in technology.

Undeterred by these reasons of uncertainty, we must not forget that a substantial commonality of knowledge and behaviours can be perceived through contacts with foreign colleagues, allowing postulating the existence of a common denominator that constitutes the essence of the Railway Engineer.

3.2. *An initial estimate concerns Italian railways, for which a structure with approximately 400 engineers in a management position was observed. It is obvious that each of these must have a number of engineer collaborators. Conservatively it is believed that this provision can be quantified in 3 engineers for each management position, which leads to a rounded total of 1600 engineers. One reason for uncertainty lies in the fact that there may be positions characterised by modest technical and scientific needs likely to fall within the competencies of experts or surveyors with adequate experience.*

Such a convergent estimate is obtained by considering the "old" A category of the CIFI, suddenly abolished during the '90s. It gathered about 1300 FS members, including 20% of pensioners; it was also believed that no more than 60% of FS engineers were enrolled in the CIFI. Arithmetics lead to a value just above.

We need to go back in time to the period of subsequent transformations of the State-owned FS company for higher numbers. Unofficial information drawn from FS did add up to about 2000 engineers in force, when FS employees were double those of today.

3.3. *The Agenda CIFI source still allows some close examination regarding the localisation of individual management structures.*

Both for Trenitalia and for RFI the locations covered by engineers coincide, for about half, with their respective headquarters, for which, in this order, Rome+Florence and Rome were considered.

Considering that the remaining external sites are related to real time production and management activities while the central ones can be linked to study, planning and control, two "thinking masses", a central one and a front line one can be recognised. The first is somehow independent of the size of the network, while for the second some proportionality connection should be postulated.

POLITICA E ECONOMIA

I dati raccolti (tabella 2) si riferiscono all'anno 2013, in piena crisi, con tendenze generalmente in declino.

Le prime tre righe della tabella presentano dati strutturali mentre le rimanenti riferiscono sugli aspetti strumentali e prestazionali dei sistemi di cui trattasi. Non va anche dimenticato che i processi di scomposizione societaria introducono elementi di incertezza, tuttavia i dati presentati appaiono del tutto paragonabili ad altri dati d'insieme apparsi su questa rivista circa quarant'anni fa [8].

3.4. Gli elementi fin qui raccolti permettono di azzardare un ordine di grandezza, per gli ingegneri di più elevato livello accademico, stimabile in 1000 ingegneri ogni 15000 km per reti di una buona consistenza. Le ferrovie tedesche [9, 10, 11, 12] evidenziano 8000 ingegneri di livello convenzionalmente definito FH, ai quali per le ferrovie italiane dovrebbero corrispondere i tecnici diplomati. Per questi non si hanno dati attendibili ma il dato tedesco resta comunque un punto di riferimento degno della massima attenzione.

It should be noted also that the set of problems that arise should be at least similar for all railway systems except for differentiation due to business exceptionality.

The data collected (table 2) refer to the year 2013, in the midst of a crisis, with trends generally in decline.

The first three rows of the table show structural data while the remaining report instrumental and performance aspects of the systems in question. We should also remember that the company breakdown processes introduce elements of uncertainty, however the data shown appear altogether comparable to other overall data appeared in this magazine about forty years ago [8].

3.4. *The items collected so far allow risking an order of magnitude, for higher academic level engineers, estimated at 1000 engineers every 15000 km for networks with good consistency. German railways [9, 10, 11, 12] show 8000 conventionally defined FH level engineers that should correspond to graduated technicians for Italian railways. There*

TABELLA 2 - TABLE 2

Sintesi delle statistiche ferroviarie UIC 2014 [7]
Summary of the 2014 UIC railway statistics [7]

	Reti Networks					
	Unità Units	FS	DBAG	SNCF RFF	Renfe ADIF	PKP
Estensione rete totale Total network extension	km	16.727	33.446	30.013	15.215	18.959
Estensione rete doppio binario Double track network extension	km	7.541	18.206	17.072	5.550	8.611
Estensione rete elettrificazione Electrification network extension	km	11.969	19.876	15.768	9.270	11.817
Personale Staff	unità units	71.000	294.000	165.000	29.000	93.000
Treni x km – Trains x km -	10 ⁶	266	825	460	188	144
Tonnellate x km lorde totali Total gross tons x km	tkm 10 ⁶	183.000 ^(*)	378.224	199.549	64.206	89.782
Passeggeri Trasportati Passengers Carried	pax 10 ⁶ pers 10 ⁶	513	2.008	1.114	466	151
Passeggeri x km Passengers x km	paxkm 10 ⁶ perskm 10 ⁶	37.752	79.905	85.634	22.563	12.941
Tonnellate trasportate Tons carried	t 10 ⁶	39	390	63	19	123
Tonnellate x km Tons x km	tkm 10 ⁶	10.521	104.259	31.616	7.347	33.256
Locomotive Locomotives	unità units	2.139	4.374	2.858	459	2.992
Automotrici ed unità multiple Railcars and multiple units	unità units	1.215	1.004	3.044	1.235	1.004
Vetture Carriages	unità units	9.356	18.290	16.621	4.390	5.963
(*) Conto Nazionale Trasporti 2012 (*) 2012 National Transport Count						

POLITICA E ECONOMIA

È bene precisare che non è stata tentata alcuna valutazione più avanzata di quella sopra azzardata perché la quantità di dati relativi alla variabile “ingegneri” è assolutamente insufficiente allo scopo.

4. Che fanno gli ingegneri nelle ferrovie?

4.1. A ben riflettere le molteplici attività di un ingegnere ferroviario sono riconducibili ai seguenti settori o categorie:

- sicurezza;
- regolarità;
- disponibilità;
- capacità.

Ogni categoria si articola e si concretizza gradualmente non appena se ne definiscano competenze e strumenti tecnico scientifici ed individuali da porre in atto per conseguire un risultato prefissato, che si tratti dell'ingegnere sia di un'impresa ferroviaria, sia di un'industria o in altro settore affine. Anche gli strumenti si prestano a un inquadramento sintetico e meno astratto di quello dei settori:

- preparazione universitaria di base;
- preparazione specialistica;
- esperienza professionale;
- severa adesione ai principi dell'etica professionale;
- capacità di ricerca ed acquisizione di conoscenze pregresse attinenti problemi nuovi;
- attitudine all'analisi ed alla sintesi di problemi complessi;
- capacità di formazione, organizzazione e gestione dei collaboratori;
- conoscenza piena degli strumenti informatici di settore.

Un esempio può essere utile a chiarire come in concreto si estrinsechino categorie e strumenti. Si faccia riferimento al settore “Sicurezza” visto da un ingegnere di trazione, da uno dell'armamento e da un progettista di piani di stazione [13]. Il primo dovrà porre in atto tutti gli interventi necessari a garantire la stabilità di marcia di veicoli e treni di veicoli, nel quadro dei profili di missione previsti. Gli strumenti informatici di cui potrà avvalersi sono quelli della dinamica di marcia [14] e quelli rientranti nella sfera della manutenzione [15].

Il secondo dovrà applicarsi col medesimo scopo a un tratto di linea per renderlo compatibile con tutti i profili di missione previsti per i rotabili [16, 17, 18], mentre i principali strumenti informatici presentano analogie con quelli del materiale rotabile. Quest'analogia postula l'esistenza di un punto di sintesi nella compatibilità dei risultati conseguibili dall'uno e dall'altro ingegnere.

Completamente diverso è il compito dell'impiantista per il quale la sicurezza dovrà scaturire dall'applicazione della topologia dei piani di stazione e dal calcolo della risposta

are no reliable figures for these but the German data is still a landmark worthy of utmost attention.

It is worth noting that no more advanced assessment was attempted compared to the one risked above because the amount of data relative to the “engineers” variable is totally inadequate for the purpose.

4. What do engineers do in railways?

4.1. Thinking about it the multiple activities of a railroad engineer can be ascribed to the following sectors or categories:

- safety;
- reliability;
- availability;
- skills.

Each category is divided and gradually takes shape as soon as the skills and scientific and technical and individual tools to be implemented are defined in order to achieve a predetermined result, whether it concerns an engineer both of a railway undertaking, and an industry or other related sector. Tools also lend themselves to a synthetic framework and less abstract than that of sectors:

- basic academic preparation;
- specialised training;
- professional experience;
- strict adherence to the principles of professional ethics;
- research skills and acquisition of knowledge pertaining to new problems;
- aptitude for analysis and synthesis of complex problems;
- employee training, organisation and management skills;
- full knowledge of sector computer tools.

An example may be helpful to clarify how categories and instruments are specifically expressed. Please refer to the “Safety” sector seen from the point of view of a traction engineer, of one of the permanent way and of a designer of station plans [13]. The first will have to implement all the necessary steps to ensure the operation stability of vehicles and vehicle trains, in the context of the anticipated mission profiles. The computer tools that it can resort to are those of driving dynamics [14] and those that fall within the scope of maintenance [15].

The second will have to work for the same purpose on a stretch of line to make it compatible with all anticipated mission profiles for rolling stock [16, 17, 18], whereas the main computer tools have similarities with those of rolling stock. This analogy postulates the existence of a point of synthesis in the compatibility of the results achieved by both one and the other engineer.

The task of the plant technician is completely different for which security will have to come from the application of

POLITICA E ECONOMIA

probabilistica dell'impianto alla tipologia di circolazione prevista. Sono disponibili in letteratura vari strumenti informatici [15]. Le esemplificazioni potrebbero proseguire a lungo, ciò che va di là degli scopi di questa memoria.

5. Prospettive

5.1. Queste divagazioni erano nate con l'intenzione di fornire una sintetica introduzione ad un altro tema, si sono invece autonomamente sviluppate fino a tratteggiare un'immagine passabilmente definita di una materia complessa in una situazione evolutiva. La relativa ristrettezza dei dati disponibili e il problema della loro generalizzazione suggeriscono l'opportunità di non trarre conclusioni; resta però uno spazio per ragionevoli ipotesi di sviluppo delle riflessioni fin qui fatte. In particolare:

- a) approfondimento del legame fra quantità e tipologia degli ingegneri da un lato e prestazioni di una rete ferroviaria dall'altro;
- b) elaborazione di severi percorsi formativi che assicurino contiguità e continuità fra tecnici diplomati e ingegneri;
- c) pianificazione di attività didattiche, che non escludano l'autoformazione, e di modalità di verifica;
- d) elaborazione di un sistema che renda facile agli ingegneri aziendali l'accesso alle fonti bibliografiche periodiche;
- e) studio della fattibilità di edizioni di testi in italiano, tradotte dal tedesco o da altra lingua poco nota come il russo o il ceco;
- f) come per la bibliografia, elaborazione di una lista di software completa delle condizioni di uso/acquisto;
- g) bozza di un piano economico;
- h) ricerca di sponsor potenziali.

Chi ha avuto la pazienza di leggere fino a questo punto avrà già elaborato delle idee sui potenziali interessati ai possibili sviluppi, sui quali si è ampiamente "divagato". In questa sede va comunque espresso il forte auspicio che le nuove autorità CIFI facciano proprio questo tema ed agiscano in conseguenza.

Infine, ma non per questo meno importante, una nota positiva: dalla fine del 2015 le principali riviste ferroviarie europee presentano un maggior numero di articoli, anche i temi affrontati mostrano maggior originalità ed approfondiscano aspetti nuovi dell'esercizio delle ferrovie, mentre sembra aumentare anche il numero di autori operanti nelle imprese o nelle reti ferroviarie.

the topology of station plans and from the calculation of probabilistic response of the system to the type of expected traffic flow. Various IT tools are available in literature [15]. The examples could continue for a long time, which goes beyond the scope of this paper.

5. Outlooks

5.1. *These digressions were born with the intention of providing a brief introduction to another topic, they have rather developed independently outlining an acceptably defined image of a complex matter in an evolutionary situation. The lack of available data and the problem of their generalisation suggest the desirability of not drawing conclusions; there is however space for reasonable hypotheses of development of the reflections so far made. In particular:*

- a) in-depth analysis of the link between quantity and type of engineers on the one hand and performance of a railway network on the other;*
- b) processing of severe training courses that ensure continuity and continuity between qualified technicians and engineers;*
- c) planning of educational activities, which do not exclude self-training, and of verification procedures;*
- d) development of a system that allows easy access for company engineers to periodic bibliographic sources;*
- e) feasibility study of editions of texts in Italian, translated from German or another little-known language like Russian or Czech;*
- f) as for the bibliography, elaboration of a complete software list of the conditions of use/purchase;*
- g) draft of a business plan;*
- h) search for potential sponsors.*

Those who have had the patience to read this far will have already developed ideas about those potentially interested in possible developments, on which we have largely "digressed". Here we must however express the strong hope that the new CIFI authorities make this topic theirs and act accordingly.

Last but not least, a positive note: since the end of 2015 the main European railway magazines have a greater number of articles, even the topics addressed show greater originality and make an in-depth analysis of new aspects of railway operation, while the number of authors working in enterprises or in rail networks also appears to increase.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] RIESSBERGER H., "Die Bahnen brauchen Ingenieure", in ETR, ottobre 2013, pagg. 50-52.
- [2] NEUMANN B., "Brauchen Eisenbahnen Ingenieure?", in ETR, agosto 2014, pagg. 84-85.

POLITICA E ECONOMIA

- [3] AA.VV., *“Atti della Tavola Rotonda CIFI - Formazione e Ruolo dell’Ingegnere in una Azienda Ferroviaria”*, Orvieto, 1974, in *Ingegneria Ferroviaria*, allegato al numero di dicembre 1974, pagg. 214-231.
- [4] AA.VV., *“Atti della Tavola Rotonda CIFI - L’Ingegnere Ferroviario nella sfida dello Sviluppo dei Trasporti”*, Venezia, 1995, in *Ingegneria Ferroviaria*, marzo 1995, pagg. 214-231.
- [5] PERILLI M., *“Un’Accademia Ferroviaria in Europa”*, in *Ingegneria Ferroviaria*, maggio 1992, pagg. 314-315.
- [6] BRUDER F., *“Les apports de l’Ingénierie Système dans les projets de matériels roulants ferroviaires”*, in *Revue Générale des Chemins de Fer*, dicembre 2015, pagg. 32-45.
- [7] UIC – Union International des Chemins de Fer., *“2014 - International Railway Statistics - Full year”*, in: <http://www.uic.org/statistics>,
- [8] CORAZZA G.R., *“Prestazioni di sistemi ferroviari ed impiego di materiale rimorchiato e manodopera”*, in *Ingegneria Ferroviaria*, luglio-agosto 1975, pagg. 17-25.
- [9] WAECHTER C., *“Kommt die Eisenbahn zukünftig ohne Ingenieure aus? Gewinnung und Förderung von Nachwuchssingenieuren aus Sicht der Studierenden”*, in *ZEVrail*, gennaio-febbraio 2016, pagg. 5-10.
- [10] HENNEMAN C., *“Kommt die Eisenbahn zukünftig ohne Ingenieure aus? Gewinnung und Förderung von Nachwuchssingenieuren aus Sicht der Deutschen Bahn”*, in *ZEVrail*, gennaio-febbraio 2016, pagg. 11-19.
- [11] SALANDER C., *“Kommt die Eisenbahn zukünftig ohne Ingenieure aus? Gewinnung und Foerderung von Nachwuchssingenieuren aus Sicht der Wissenschaft”*, in *ZEVrail*, gennaio-febbraio 2016, pagg. 20-27.
- [12] s.a., *“Diplom Ingenieur, ein Markenzeichen verschwindet”*, in *Spiegel on-line*, 18 febbraio 2010, in: <http://www.spiegel.de/unispiegel/studium/diplom-ingenieur-ein-markenzeichen-verschwindet-a-678009.html>.
- [13] WITTINGTON R.B., *“The Blame Machine - Why human errors cause accidents”*, Elsevier, Butterworth - Heinemann, Burlington, MA, 2004.
- [14] IWNICKI S. (a cura di), *“Manchester Benchmarks for Rail Vehicle Simulation”*, Supplement Vehicle System Dynamics, Vol. 31, Taylor & Francis, New York, 1999.
- [15] HANSEN I.A., PACHL J., (a cura di), *“Railway Timetabling and Operations”*, DVW Media Group, Hamburg, 2014.
- [16] ESVELD C., *“Modern Railway Track”*, MRT-Productions, Zaltbommel, 2007,
- [17] FRYBA L., *“Vibration of solids and structures under moving loads”*, Nordhoff International Publishing, Groningen, 1972.
- [18] LICHTBERGER B., *“Track compendium”*, Eurail Press – Hestra Verlag, Hamburg, 2005.