

OpenTrack 제품 소개

2019.08.23.

(주)알에스씨(RSC)

목 차

1	개요.....	3
2	주요 기능.....	4
2.1	데이터.....	4
2.2	시뮬레이션.....	8
2.3	Headway Calculator / 운전시각 계산.....	9
2.4	출력 데이터.....	9
2.5	OpenTrack 사용 환경.....	10
2.6	OpenTrack 스크린샷.....	10
2.7	출력물.....	10
2.8	OpenTrack API.....	16
3	고객 현황.....	17
3.1	철도 운영사.....	17
3.2	메트로 및 트램 운영사.....	19
3.3	철도 산업/광산 산업.....	20
3.4	컨설팅 회사.....	22
3.5	대학 및 연구 기관.....	26
4	구매 문의.....	32

1 개요

OpenTrack은 90년대 중반 스위스연방기술연구소(Swiss Federal Institute of Technology)에서 연구 과제로 시작되었다. 이 과제는 “Object-Oriented Modeling in Railways(철도 객체 지향 모델링)”로 복잡한 철도 기술 문제에 대한 실질적이고 경제적인 해결책을 마련하기 위한 목표로 개발되었다.

오늘날, 철도 시뮬레이션 도구인 OpenTrack은 철도 운영 계획용으로 자리를 잡은 소프트웨어로서 전세계 여러 국가의 철도 산업, 컨설팅 및 교육 기관에서 사용되고 있다.

OpenTrack은 다음과 같은 철도 시스템을 모델링, 시뮬레이션 및 분석할 수 있다.

- 고속철도
- 중량 철도 / 도시 간 철도
- 통근 열차 시스템
- 중량 화물 운송
- 광산용 철도 시스템
- 지하철 시스템
- 경량 철도(LRT)
- 노면전차(트램) 시스템
- 피플 무버(People Mover) 시스템
- 랙(Rack) 철도 / 산악 철도
- 자기 부상 시스템 (예: Transrapid)

OpenTrack은 다음과 같은 종류의 작업을 지원한다.

- 철도 인프라 요구사항 결정
- 선로 용량 분석
- 최소 운전 시격 분석 (OpenTrack 도구인 Headway Calculator 사용)
- 철도차량 연구(예를 들면, 향후 요구사항)
- 운행 시간 계산
- 시각표 수립; 시각표의 강건성 분석(단일 또는 다중 시뮬레이션 실행, 몬테카를로 시뮬레이션 실행)
- 다양한 신호시스템 설계 및 평가, 예를 들면, discrete block systems, short blocks, moving blocks, LZB, CBTC (communication-based train control), ATP, ATO, ETCS Level 1, ETCS Level 2, ETCS Level 3, PTC (Positive Train Control)
- 시스템 고장(인프라 또는 열차 고장)이나 지연의 영향 분석
- 열차 운행 시 소비 전력 및 에너지 소모량 계산
- 철도 전력 공급 시스템의 시뮬레이션(OpenPowerNet 소프트웨어 사용)

2 주요 기능

2.1 데이터

1) 네트워크 데이터

OpenTrack은 double vertex graphs라고 하는 특수 그래프로 철도 네트워크를 나타낸다. 사용자는 그래픽으로 철도 네트워크 토폴로지를 편집할 수 있다. 그래프의 모든 요소에는 다양한 속성이 있다. 예를 들어, 가장자리는 길이, 경사도, 다른 열차 범주에 대한 최대 속도 등을 가지고 있다. 사용자는 모서리와 꼭지점, 그리고 신호기, 선로전환기, 역 및 진로에 대한 개체를 만들고 관리할 수 있다. 다음 Figure 2-1은 토폴로지의 일부를 보여준다.

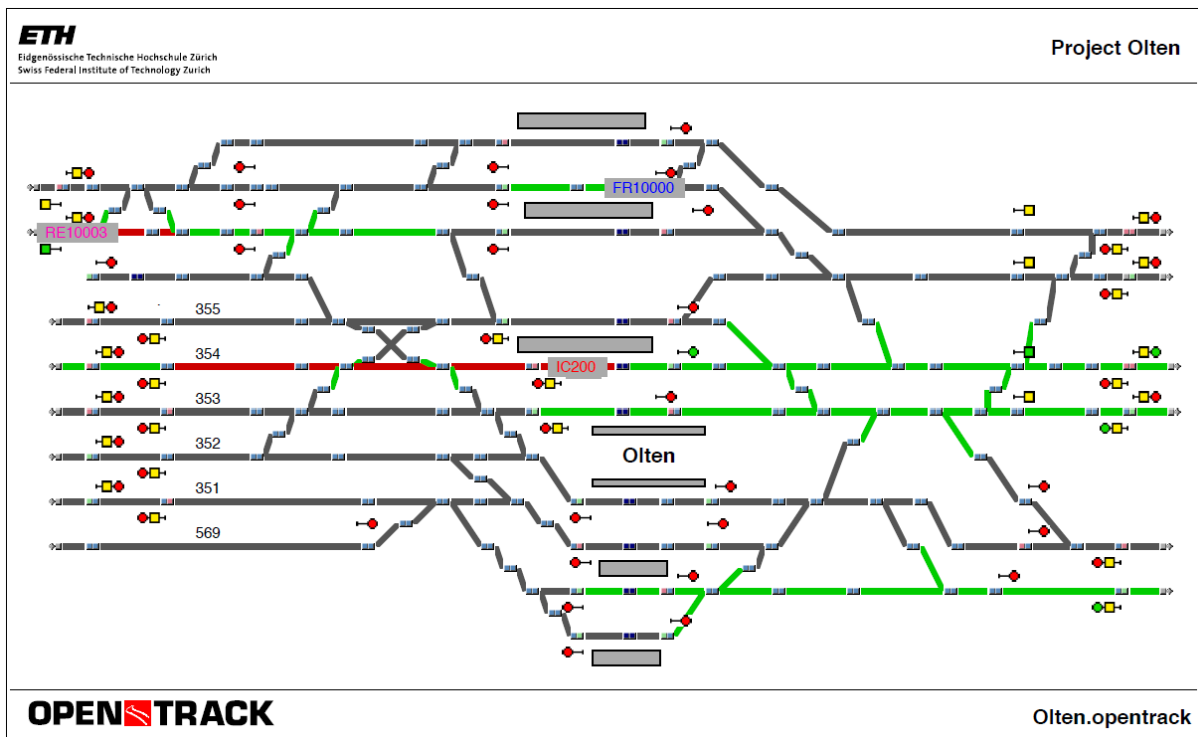


Figure 2-1. 스위스 Olten 역 토폴로지 사례

2) 철도차량 데이터

OpenTrack은 견인력 / 속도 다이어그램, 하중, 길이, 점착 계수(adhesion factor) 및 전력 시스템을 포함하여 각 기관차의 기술적 특성을 저장한다. 하나의 데이터베이스는 기관차를 저장소(depot)라고 하는 그룹으로 구성한다. 시뮬레이션이 된 열차는 여러 대의 객차 또는 화차와 함께 하나의 저장소에서 가져온 한 개 이상의 기관차를 사용한다. 또한 열차 편성은 한 개의 데이터베이스로 구성된다.



Figure 2-2. 철도 차량 데이터

3) 시각표 데이터

시각표 데이터베이스는 도착 및 출발 시간, 최소 정차 시간 및 다른 열차에 대한 연결을 포함하여 각 역의 각 열차에 대한 정보를 저장한다.

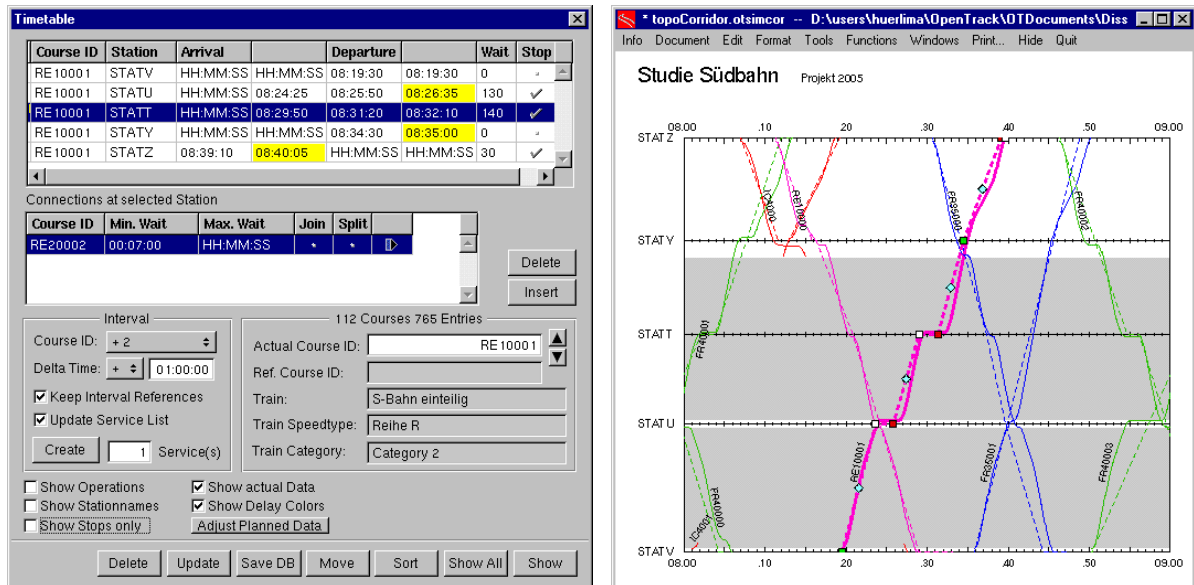


Figure 2-3. 시각표 데이터

Figure 2-3에서 사용자는 텍스트 형식 (왼쪽 창) 또는 열차 그래프 내에서 마우스 (오른쪽 창)를 사용하여 시각표 데이터를 편집할 수 있다. 또한 사용자는 표 또는 기차 그래프에서 직접 시각표와 실제 데이터를 비교할 수 있다.

4) 인터페이스

OpenTrack은 ASCII 및 XML과 같은 일반적인 데이터 형식과 FBS, Protim, Simu VII 및 기타를 포함한 일부 철도 형식에 대한 인터페이스를 제공한다.



OpenTrack은 철도 데이터의 교환을 위한 XML 기반의 표준 형식, railML을 지원한다.

시각표 데이터	가져오기	내보내기
railML (Version 1.0 and 2.2)	X	X
Netvisio (SMA)		X
ASCII		X
MS Excel	X	X
OpenTrack ASCII	X	X
OpenTrack XML	X	X

시각표 데이터	가져오기	내보내기
Viriato (via railML)	X	X
FBS (via railML)	X	X
OpenTimeTable (via railML)	X	X
Simu VII (IBS GmbH)	X	
UK Planning Interface Format (.PIF-Format, Protim)	X	
SimWalk (via railML)	X	X
Treno (via railML and Treno-Format)	X	X

인프라 데이터	가져오기	내보내기
railML (Version 1.0 and 2.2)	X	X
ASCII		X
MS Excel	X	X
Google Earth (station data)		X
OpenTrack ASCII	X	X
SBB ZLR	X	X
Siemens Infrastructure Format	X	
ETC Infrastructure Format	X	
SIMON (ÄF-Industrietechnik)	X	
Infraspeed Infrastructure Format	X	
Treno Format	X	X
Bentley Rail Track	X	

철도차량 데이터 (견인력 / 속도 다이어그램)	가져오기	내보내기
railML (Version 1.0 and 2.2)	X	X
OpenTrack ASCII	X	X
SimWalk (via railML)		X

2.2 시뮬레이션

다음 Figure 2-4는 시뮬레이션 도구의 작동 방식을 보여준다. 미리 정의된 열차는 철도 네트워크의 시각표에 따라 운행된다. 시뮬레이션 도중에 OpenTrack은 신호 시스템과 시각표의 제약하에 열차 운행을 계산한다. 시뮬레이션 실행 후 OpenTrack은 다이어그램, 열차 그래프, 점유 다이어그램 및 통계의 형태로 결과 데이터를 분석하고 표시할 수 있다.

OpenTrack은 무작위 생성기가 다른 초기 지연 및 역에서의 지연을 생성하여 단일 시뮬레이션 실행에다가 다중 시뮬레이션 실행도 처리한다.

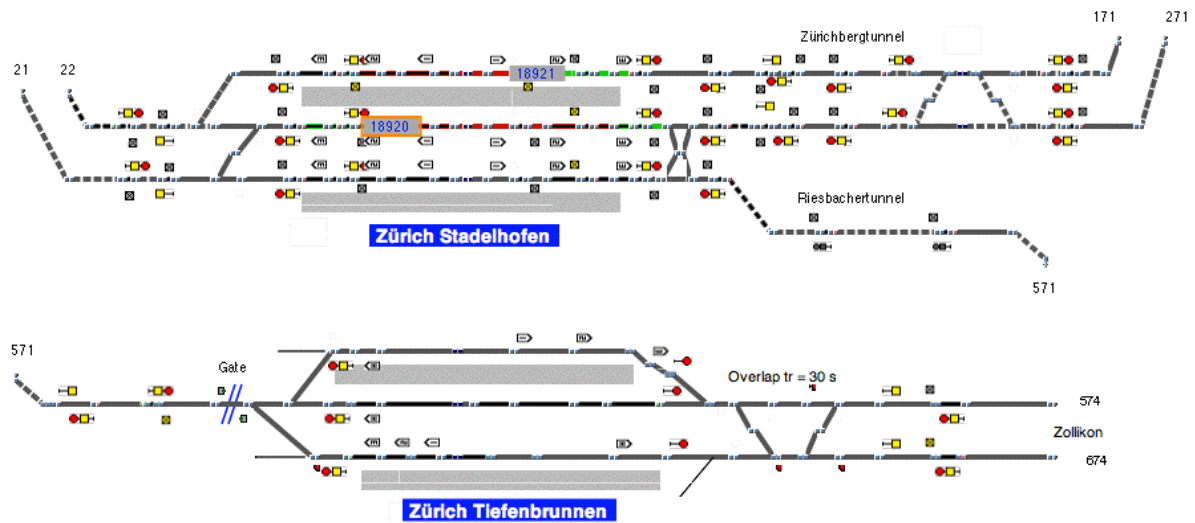


Figure 2-4. 시뮬레이션 중의 OpenTrack 화면

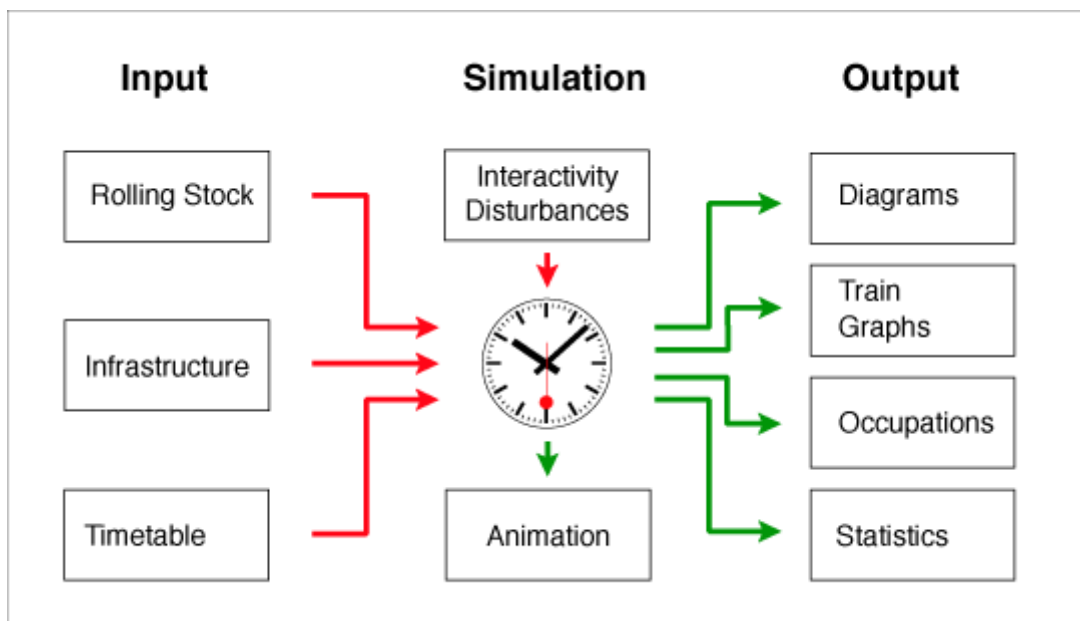


Figure 2-5. 시뮬레이션 모듈

시뮬레이션 도중 열차는 주어진 시간표를 준수하려고 한다. 속도와 거리에 대한 미분 방정식은 열차 운동을 계산하는 기초가 된다. 철도망의 신호 시스템에는 제약이 따른다. 점유된 선로 및 제한적인 신호 측면은 열차의 진행을 방해할 수 있다.

시뮬레이션 동안 모든 열차는 속도, 가속도, 위치, 전력 소비 및 기타 데이터를 지속적으로 저장한다. 이 데이터는 시뮬레이션 후에 평가될 수 있다.

사용자는 열차가 운행하는 것을 보여주는 애니메이션 모드에서 시뮬레이션을 시청할 수 있으며 사용자가 점유된 선로, 예정된 선로 및 신호 측면을 분석할 수 있다.

2.3 Headway Calculator / 운전시각 계산

여러 가지 입력 매개변수를 기반으로 Headway Calculator은 두 열차 사이의 최소 운전시각을 계산하고 중요 폐색 구간을 식별할 수 있다. 두 열차는 종류 (예: 도시 간, 통근 열차, 화물 등), 경로 및 정지 패턴이 다를 수 있다. 운전시각 계산은 고정 폐색, 이동 폐색 및 CBTC 시스템에 적용된다.

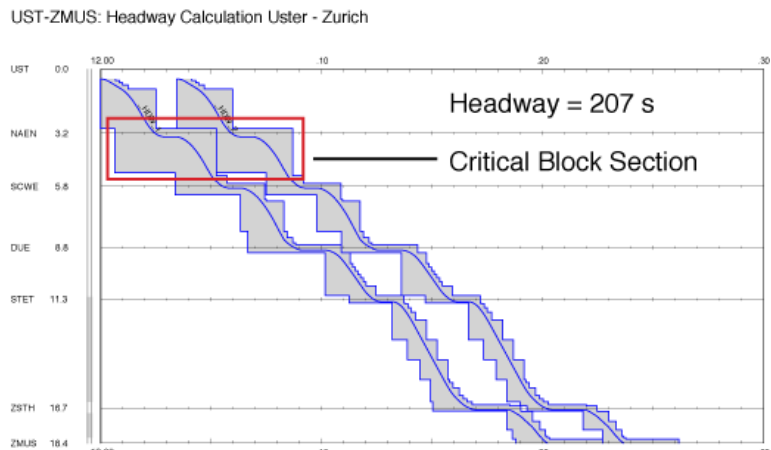


Figure 2-6. 운전시각 계산

2.4 출력 데이터

시뮬레이션 후 OpenTrack은 여러 가지 평가 결과를 제공한다. 열차, 노선 또는 역에 대한 평가가 가능하다. 열차의 경우, OpenTrack은 가속도 대 거리, 속도 대 거리 및 장애물과 같은 다이어그램을 제공한다. 한 개 노선의 경우, 열차 이동, 진로 점유 및 노선 프로파일의 다이어그램 형식으로 평가된다. 모든 역은 도착, 정차 및 출발 시간을 포함하여 모든 역에서 사용된 모든 열차에 대한 출력을 생성한다.

사용자는 다이어그램에서 출력 데이터를 보거나 읽을 수 있는 ASCII 테이블에서 데이터를 내보내거나 평가할 수 있다.

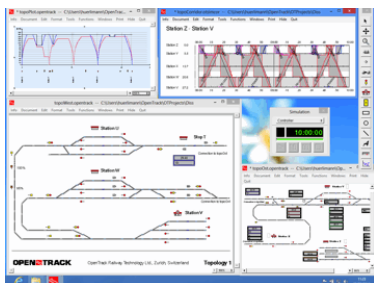
2.5 OpenTrack 사용 환경

OpenTrack 응용 프로그램은 Windows XP, Windows Vista, Windows 7 (32 및 64 비트), Windows 8 (32 및 64 비트), Windows 10 (32 및 64 비트), Mac OS X 및 Mac OS X 서버에서 사용 가능하다.

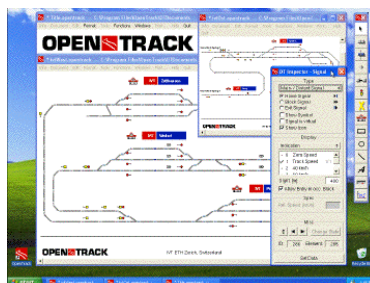
이 응용 프로그램은 두 가지 버전으로 제공된다. OpenTrack의 정식 버전은 시뮬레이션당 실행하는 열차의 수에 제한이 없다. OpenTrack Light 버전은 시뮬레이션당 두 대의 열차로 제한된다.

2.6 OpenTrack 스크린샷

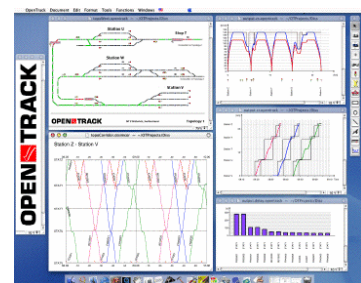
다음 이미지는 다양한 Windows 버전 및 Mac OS X에 대한 OpenTrack의 그래픽 사용자 인터페이스 예이다.



Windows 8



Windows XP



Mac OS X

2.7 출력물

OpenTrack은 텍스트 또는 그래픽 형식으로 여러 가지 출력물을 생성한다.

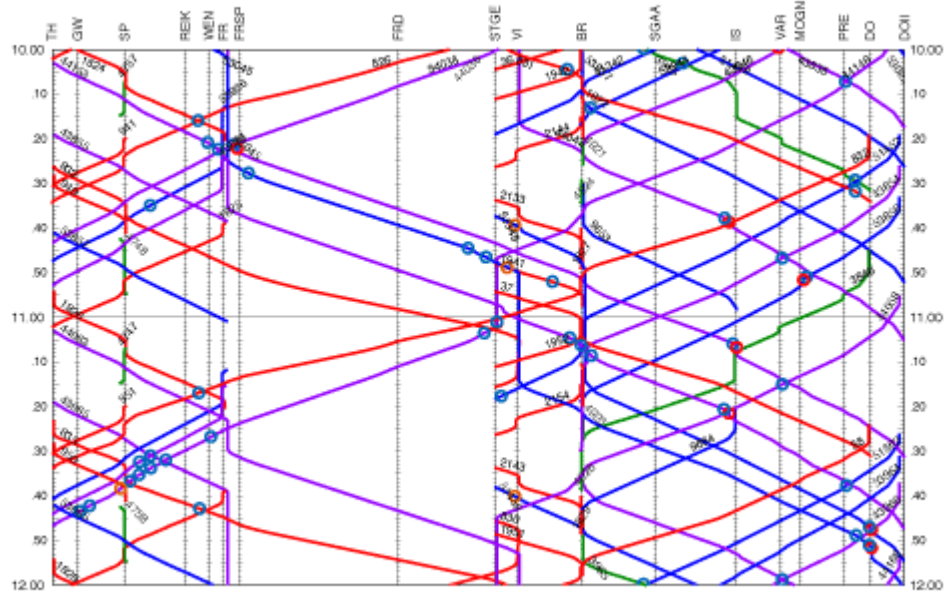


Figure 2-7. 열차 그래프

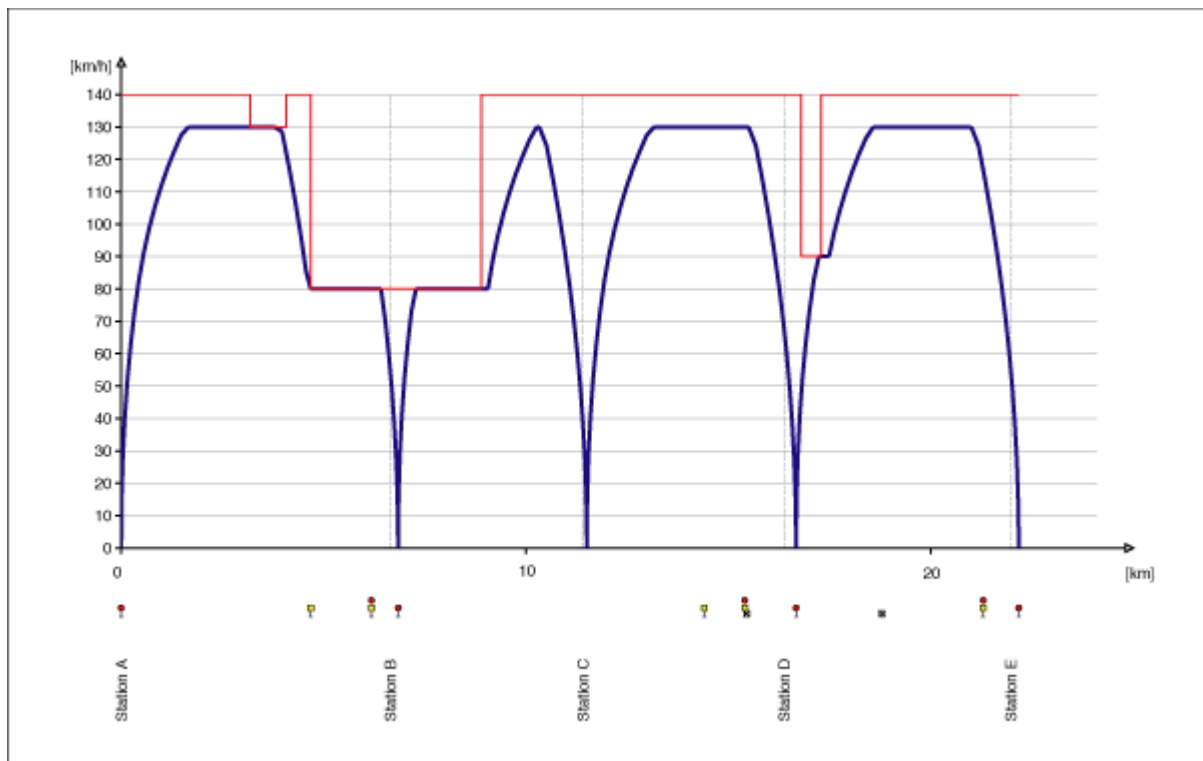


Figure 2-8. 속도/거리 다이어그램

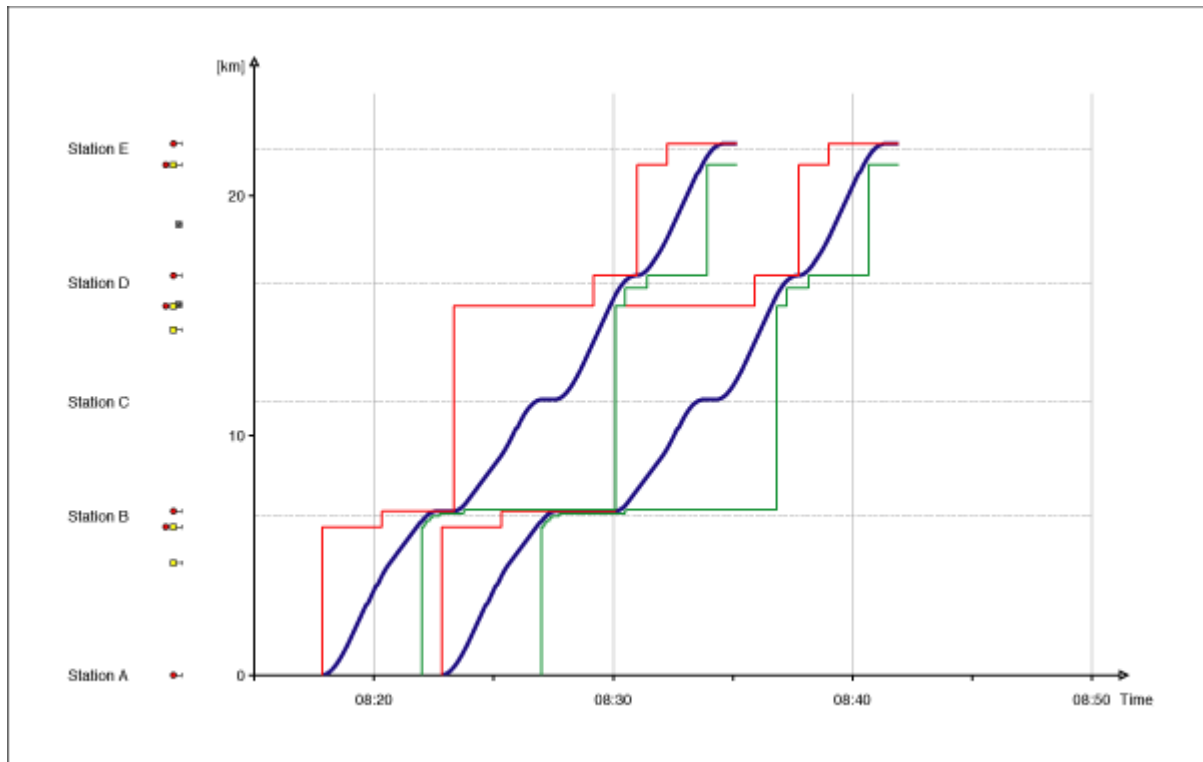


Figure 2-9. 거리/시간 다이어그램

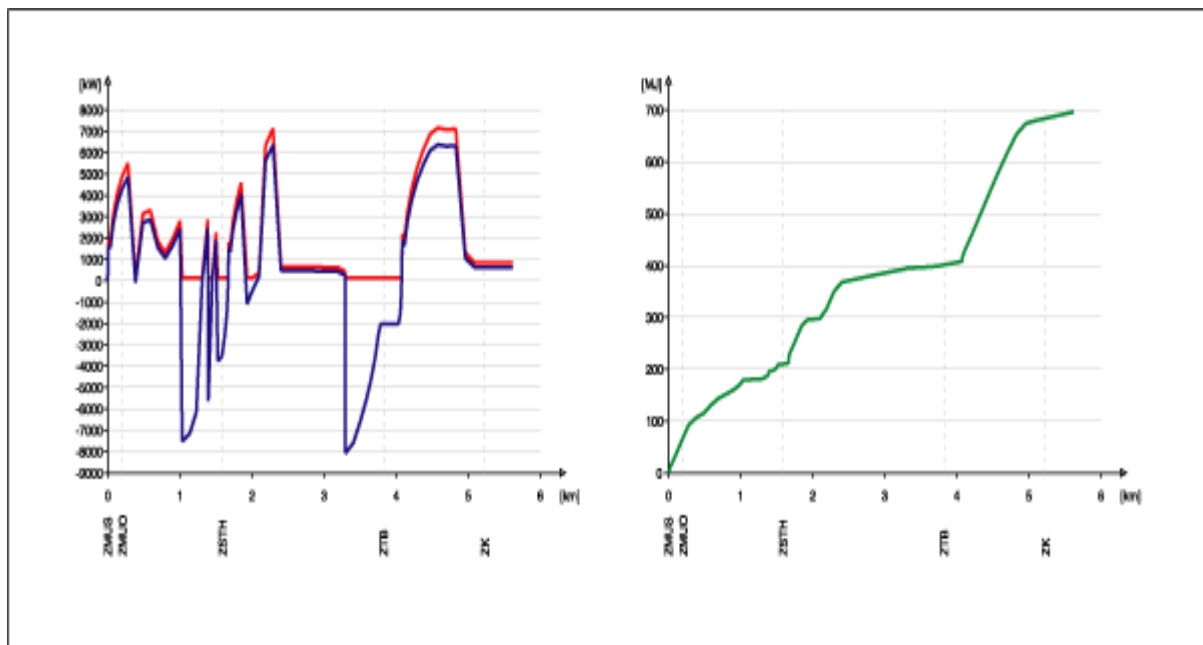


Figure 2-10. 전력 및 에너지 출력

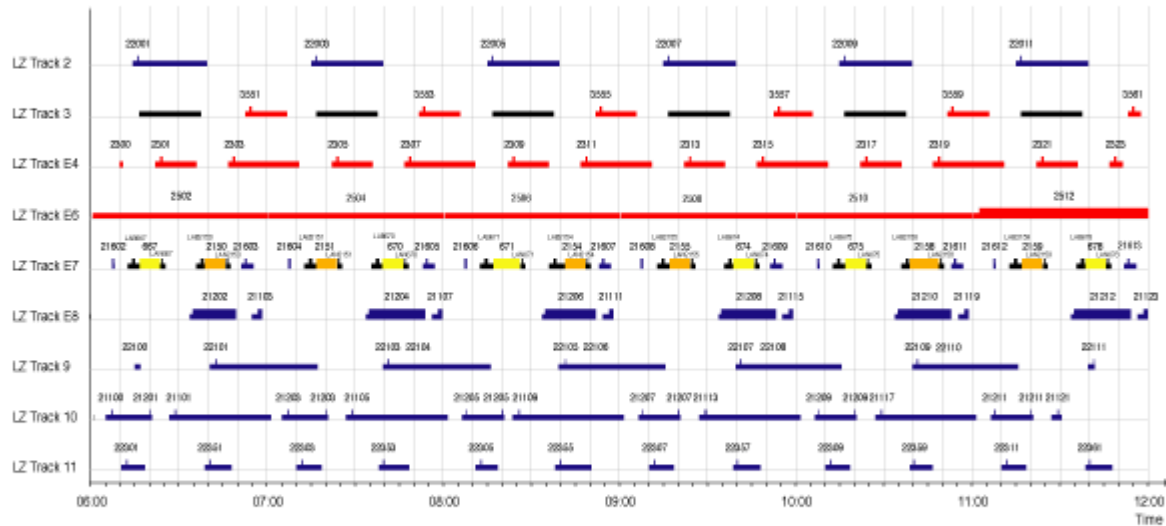


Figure 2-11. 점유 다이어그램

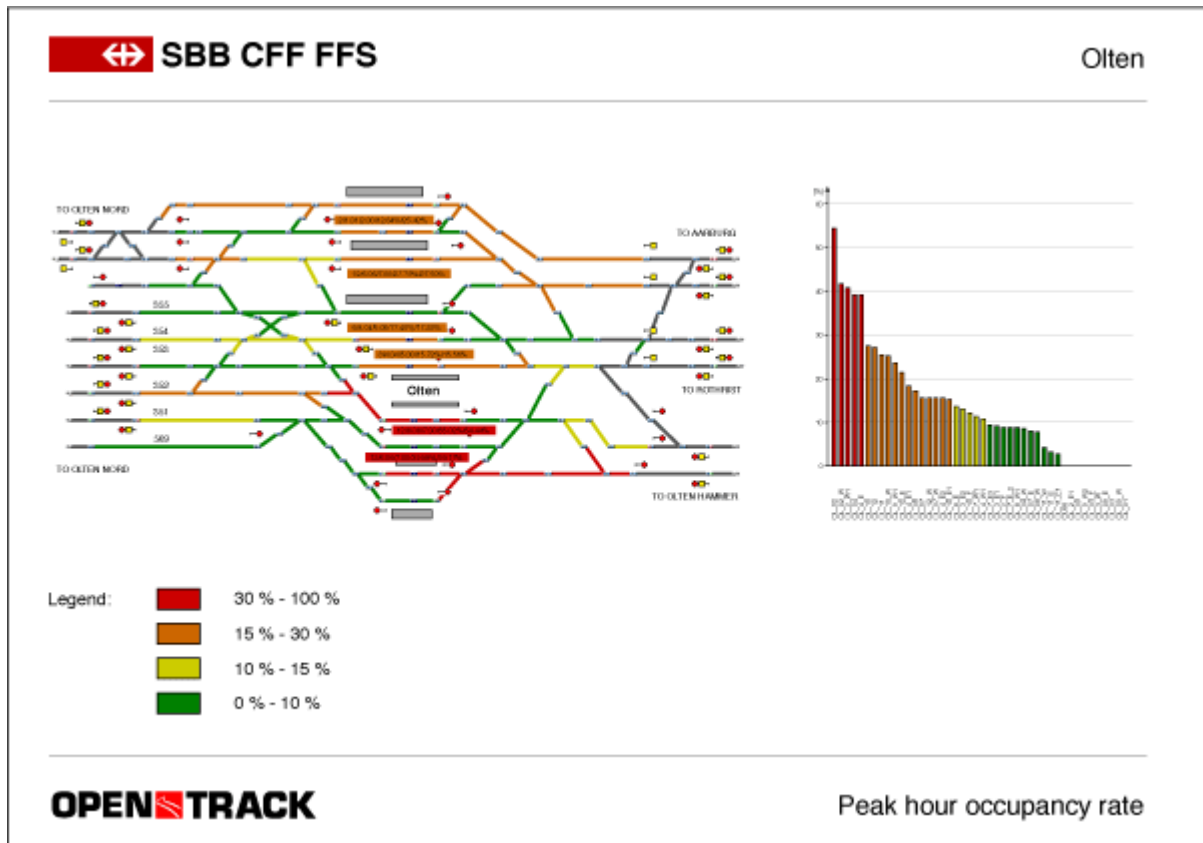


Figure 2-12. 점유 통계

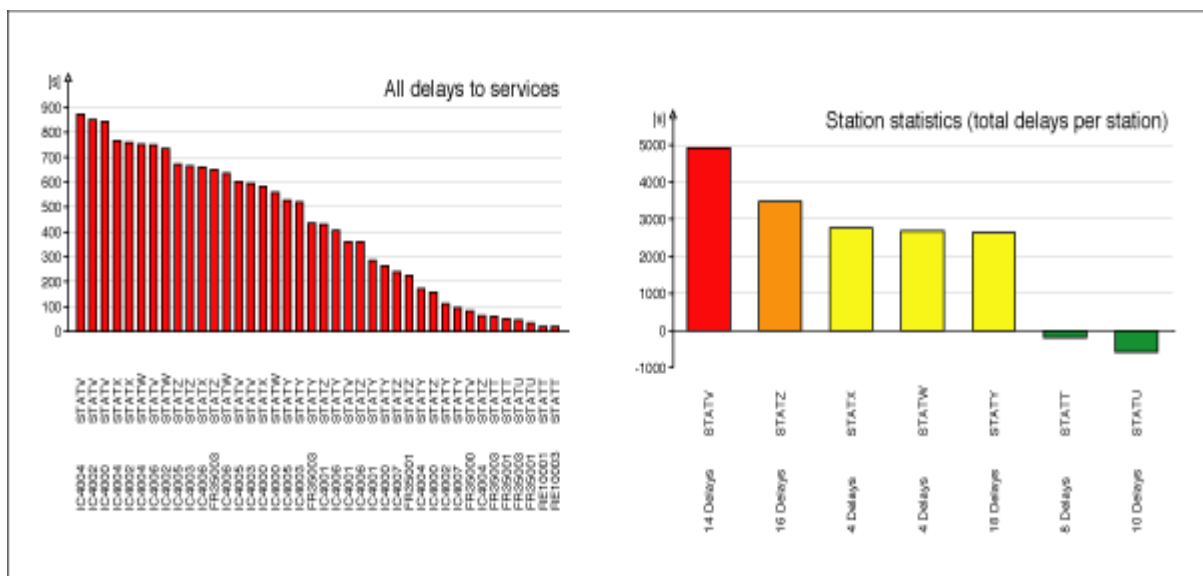


Figure 2-13. 지연 통계

Microsoft Excel - OT_100.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Type a question for help

A17

4	// Produced by OpenTrack: Thu Oct 01 13:34:00 2009															
5	// Timetable of Course: 100															
6	// Desc: :															
7	// Train: IC 460 mit 14 EW IV ETCS															
8	// Train Speedtype: Reihe A															
9	// Itineraries: 1. I: STA_A_02-STA_H [542] P1 / 2. I: STA_A_02-STA_H [542] P2															
10	// Scenario: Adh. Outside: normal / Adh. Tunnel: normal / Delay: None / Global Perf.: 100.0 % / Course on Time Perf.: 100.0 % / Course Delay Perf.: 100.0 % / Step: 1.0 s															
11	//															
12	// Type : OT_Text															
13	// Desc. : OT_it															
14	// x-Legend: none															
15	// y-Legend: none															
16	//															
17																
18	Actual Timetable vs. Planned Timetable															
19																
20	Station		Planned		Actual		Difference		Stat. Pos		Train. Pos		Avg. Speed [km/h]			
21																
22	Station A	Dep.	08:00:00		28900	08:00:00	28900	+00:00:00	0	0	0					
23	Station B	Arr.	HH:MM:SS	-1	08:04:16	29056	+00:00:00		5.5	5.5	5.5	5.5	77.3	77.3		
24	Station B	Dep.	HH:MM:SS	-1	08:05:16	29176	+00:00:00		6.5	0	6.5	0	52.7	0		
25	Station C	Arr.	HH:MM:SS	-1	08:10:36	29436	+00:00:00		9.5	4	9.5	4	53.8	55.4		
26	Station C	Dep.	HH:MM:SS	-1	08:12:36	29556	+00:00:00		9.5	0	9.5	0	45.2	0		
27	Station D	Arr.	HH:MM:SS	-1	08:16:13	29773	+00:00:00		13.6	4.1	13.6	4.1	50.3	68		
28	Station D	Dep.	HH:MM:SS	-1	08:18:13	29893	+00:00:00		13.6	0	13.6	0	44.8	0		

Ready

Figure 2-14. 엑셀로 변환한 데이터

사용자는 예를 들어 Microsoft Excel로 가져 오기 위해 ASCII 텍스트 형식으로 모든 출력을 얻을 수 있습니다.

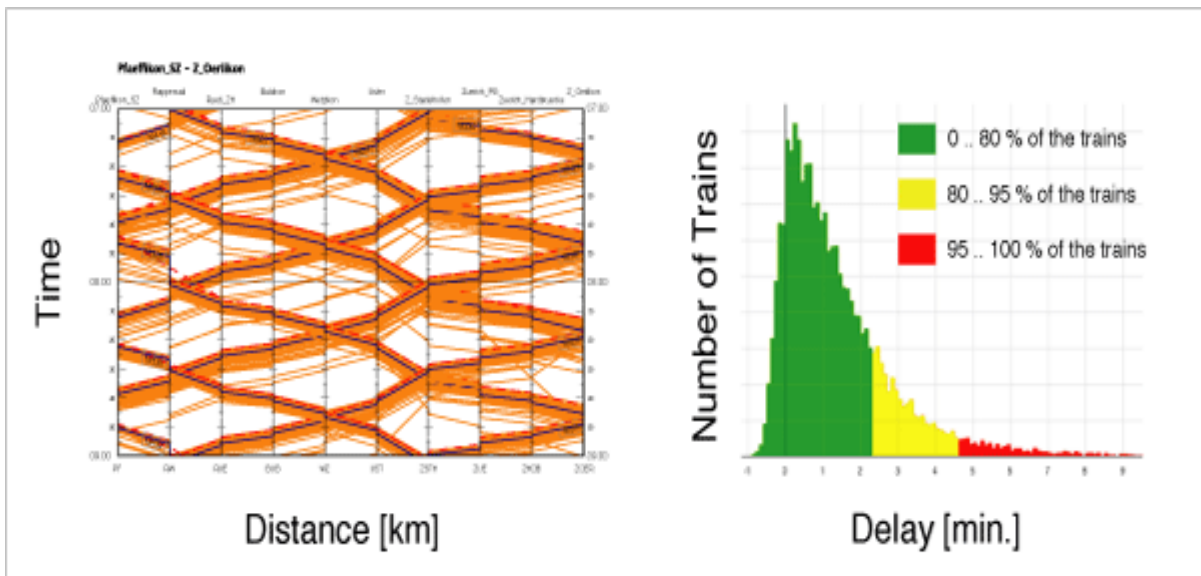


Figure 2-15. 다중 시뮬레이션 결과 출력

OpenTimeTable은 여러 OpenTrack 시뮬레이션 실행의 출력을 시각화하고 분석 할 수 있습니다.

2.8 OpenTrack API

OpenTrack은 다른 응용 프로그램과 OpenTrack을 연결하는 API (application programming interface)를 제공한다. 다른 응용 프로그램은 표준화된 명령을 OpenTrack에 보내고 정의된 상태 메시지를 OpenTrack에서 다시 가져올 수 있다. 엄밀히 말하면, SOAP-메시지는 HTTP (SOAP over HTTP)를 통해 교환된다.

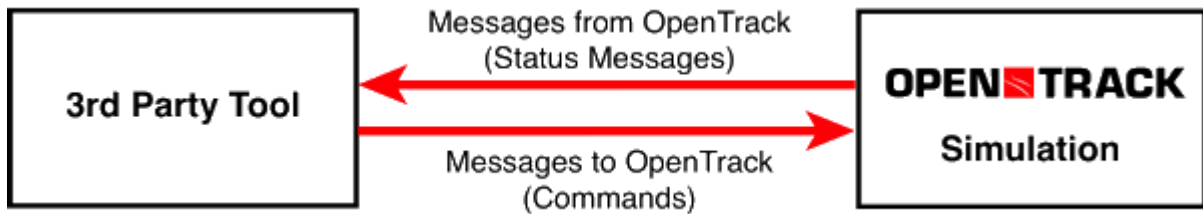


Figure 2-16. OpenTrack API

가능한 응용 분야는 다음과 같다.

- 고객별 디스패치 알고리즘 구현
- 새로운 디스패치 전략 비교
- 열차 제어의 새로운 개념 개발 및 분석 (예: 에너지 소비 최적화, 지연 및 충돌 감소)
- 철도 운영에 대한 세부 평가

3 고객 현황

3.1 철도 운영사

	Swiss Federal Railways, Bern, Switzerland	since 1999
	REFER E.P., Rede Nacional Ferroviaria (National Railway Network), Lisbon, Portuga	since 2000
	Rhaetian Railways, Chur, Switzerland	since 2002
	TransAdelaide, Adelaide, Australia	since 2002
	German Railways, Frankfurt a. M., Germany	since 2002
	Finnish Rail Administration (RHK), Helsinki, Finland	since 2004
	VLine, Melbourne, Australia	since 2004
	Ferrovie Nord Milano, Milano, Italy	since 2004
	Northern Ireland Railways, Belfast, UK	since 2005
	BLS Loetschbergbahn AG, Bern, Switzerland	since 2005
	ProRail, Rotterdam, The Netherlands	since 2005
	Circumvesuviana, Naples, Italy	since 2005
	VR Track Ltd., Helsinki, Finland	since 2006
	KiwiRail - New Zealand Railways Corporation, Wellington, New Zealand	since 2008
	NSB, Oslo, Norway	since 2009
	Ferrovie Nord Barese, Bari, Italy	since 2009
	Jernbaneverket (Norwegian National Rail Administration), Oslo, Norway	since 2009
	SZDC (Czech Railway Infrastructure Administration), Prague, Czech Republic	since 2009



Ferrovie del Sud Est, Bari, Italy

since 2009



SNCF (Société Nationale des Chemins de Fer Français), Metz, France

since 2009



Ferrovie del Gargano, San Severo, Italy

since 2009



Victoria - Department of Transport, Melbourne, Australia

since 2010



FAL - Ferrovie Appulo Lucane, Bari, Italy

since 2010



FCU - Ferrovie Centrale Umbra, Perugia, Italy

since 2010



ADIFSE - Administración de Infraestructuras Ferroviarias, Buenos Aires, Argentina

since 2010



RFI - Rete Ferroviaria Italiana, Rome, Italy

since 2010



Regione Umbria, Perugia, Italy

since 2011



Ferrovie Emilia Romagna, Bologna, Italy

since 2011



Réseau Ferré de France, Paris, France

since 2011



Queensland Rail, Brisbane, Australia

since 2012



Ferrocarrils de la Generalitat de Catalunya (FGC), Barcelona, Spain

since 2013



Auckland Transport, Auckland, New Zealand

since 2014



Taiwan High Speed Rail Corporation, Taipei, Taiwan

since 2014



Saudi Railway Company, Riyadh, Kingdom of Saudi Arabia

since 2014



CPTM, São Paulo, Brazil

since 2014



Sitarail, Abidjan, Ivory Coast

since 2014



PKP Polskie Linie Kolejowe, Warsaw, Poland

since 2014



Aurizon, Brisbane, Australia

since 2015



Public Transport Authority (PTA), Perth, Australia

since 2016



SNCF - Innovation & Research, Paris, France

since 2016



NS - Nederlandse Spoorwegen, Utrecht, The Netherlands

since 2016



Ethiopian Railways Corporation (ERC), Addis Ababa, Ethiopia

since 2016

3.2 메트로 및 트램 운영사



De Lijn, Hasselt, Belgium

since 2007



Metro Santiago, Santiago, Chile

since 2008



TfGM (Transport for Greater Manchester), Manchester, UK

since 2009



RATP (Régie autonome des transports Parisiens), Paris, France

since 2009



Guangzhou Metro, Guangzhou, China

since 2010



Shenzhen Metro, Shenzhen, China

since 2011



MetroRio, Rio de Janeiro, Brazil

since 2012



Transport for London, London Tramlink, London, UK

since 2013



Beijing Subway, Beijing, China

since 2013



Macau LRT, Macau

since 2014



Move São Paulo, São Paulo, Brazil

since 2014



Metro de Lima, Lima, Peru

since 2014



Sporveien Oslo, Oslo, Norway

since 2014



MTR Corporation, Hong Kong

since 2014



Seoul Metro, Seoul, Korea

since 2015



Metro de Medellín, Medellín, Colombia

since 2016



Helsinki Region Transport - HSL, Helsinki, Finland

since 2016



Land Transport Authority - LTA, Singapore

since 2016

3.3 철도 산업/광산 산업



Siemens Schweiz AG, Transportation Systems, Wallisellen, Switzerland

since 1999



Siemens AG, Transportation Systems, Turn Key Projects, Berlin, Germany

since 2000



Infraspeed, Zoetermeer, The Netherlands

since 2002



Mipro Oy, Mikkeli, Finland

since 2004



BAM Rail, Breda, The Netherlands

since 2005



Bombardier Transportation USA, Pittsburgh, USA

since 2006



Consorzio TAT, Bodio, Switzerland and Implenia AG, Lucerne, Switzerland

since 2007



Siemens AG, Industry Mobility, Brunswick, Germany

since 2010



Fortescue Metals Group Ltd, Perth, Australia

since 2010



Vale, Maputo, Mozambique

since 2011



Hyundai Rotem, Seoul, Korea

since 2011



Alstom Transport, Bologna, Italy

since 2012

ABB - Asea Brown Boveri S.A., Madrid, Spain

since 2012



Alstom Transport, Charleroi, Belgium

since 2013

Posco Engineering Co. Ltd., Seongnam-city, Korea

since 2013



GE Transportation, Paris, France

since 2013



Thales Portugal SA, Parçó de Arcos, Portugal

since 2013



ICONTROLS, Seongnam-Si, Korea

since 2014



ABB Brasil, Guarulhos, Brazil

since 2014

Raytheon, Dulles VA, USA

since 2014



Krauss-Maffei Wegmann, Munich, Germany

since 2014



ComSource, Frederick MA, USA

since 2014



Toshiba Corporation, Kawasaki, Japan

since 2014



Hitachi Ltd., R&D, Yokohama, Japan

since 2015



Bombardier Transportation Sweden, Stockholm, Sweden

since 2015



Alstom Transport, Madrid, Spain

since 2016



PSI Transcom, Berlin, Germany

since 2016



Bombardier Transportation UK, Derby, UK

since 2016



Shinwoo ENG Co., Ltd., Seoul, Korea

since 2016



IBM Singapore, Singapore

since 2016



DAEATI Co., Ltd., Gyeonggi-Do, Korea

since 2016



Meidensha Corporation, Tokyo, Japan

since 2016



CRRC Corporation Limited, Beijing, China

since 2016



BHP Billiton, Melbourne, Australia

since 2017

3.4 컨설팅 회사



SMA und Partner AG, Zurich, Switzerland and Santa Ana, CA, USA

since 1999



ETC Transport Consultants GmbH, Berlin, Germany

since 1999



Pöyry Infra AG, Zurich, Switzerland

since 1999



REFER Engineering, Lisbon, Portugal

since 2000



Ernst Basler + Partner AG, Zurich, Switzerland

since 2001



NET engineering, Monselice, Italy

since 2001



Institut für Bahntechnik (Inst. for Railway Engineering), Dresden, Germany

since 2001



Cicerone Performance, Zürich, Switzerland

since 2001



Plateway Pty Ltd, Sydney, Australia

since 2001



Movares Nederland, Utrecht, The Netherlands

since 2003



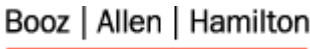
systranis Ltd, Zug, Switzerland

since 2003



SNC-Lavalin Rail & Transit, Derby, UK

since 2004

	Tyréns AB, Kristianstad, Sweden	since 2005
	COWI A/S, Lyngby, Denmark	since 2005
	Royal HaskoningDHV, Amersfoort, The Netherlands	since 2005
	Ingenieurbüro Gunther Zierl, Bludenz / Vienna, Austria	since 2006
	Egis Rail, Lyon, France	since 2006
	TTK - TransportTechnologie-Consult Karlsruhe GmbH, Karlsruhe, Germany	since 2007
	Norconsult AS, Sandvika, Norway	since 2007
	Laboratorio di Ingegneria Ferroviaria e Traffico, Trieste, Italy	since 2008
	IBV Hüsler AG, Zurich, Switzerland	since 2008
	TPS Transport Planning Service, Perugia, Italy	since 2008
	Booz Allen Hamilton, Newark NJ, USA	since 2008
	Dessau Inc., Montréal, Canada	since 2008
	Geodata SpA, Torino, Italy	since 2008
	Ramböll Sverige AB, Stockholm, Sweden	since 2008
	WorleyParsons Services Pty Ltd, Sydney / Perth, Australia	since 2008
	EADE, Rome, Italy	since 2008
	Emch + Berger AG, Berne, Switzerland	since 2009
	Aurecon, Brisbane, Australia	since 2009
	D'Appolonia, Genova, Italy	since 2009
	DB International, Berlin, Germany	since 2009



SIYUAN (China Railway Siyuan Survey And Design Group Co.), Wuhan, China since 2009



Italferr, Rome, Italy since 2009



Calibre Rail, Perth / Brisbane, Australia since 2009



Ramboll Finland Oy, Espoo, Finland since 2010



ILF - Consulting Engineers, Zurich, Switzerland since 2010



Rambøll Danmark A/S, Virum / Fredericia, Denmark since 2010



TSD Consulting Services, Randburg, South Africa since 2010



Rail Systems Engineering Sdn. Bhd., Kuala Lumpur, Malaysia since 2010



SNC-LAVALIN

SNC-Lavalin Rail & Transit, Wellington, New Zealand since 2010



JG Afrika, Cape Town, South Africa since 2011



Aurecon, Pretoria, South Africa since 2011



Parsons Brinckerhoff, Sydney, Australia since 2011



Förnterv, Budapest, Hungary since 2011



SYSTRA, Paris, France since 2011



The Third Railway Survey and Design Institute, Tianjin, China since 2011



The China Railway Eryuan Engineering Group Co. Ltd., Chengdu, China since 2011



CH2M, Parsippany NJ, USA since 2011



SIGNON, Berlin, Germany since 2012



Vecturis, Brussels, Belgium since 2012



Ingérop, Courbevoie, France

since 2012



Prodex spol. s r.o., Bratislava, Slovakia

since 2012



Engenicom, Maitland NSW, Australia

since 2012



Setec Ferroviaire and Setec its, Paris, France

since 2012



Metrolab, Paris, France

since 2012



Parsons, Markham Ontario, Canada

since 2013



Yapi Merkezi Insaat, Istanbul, Turkey

since 2013



taktici.cz, s.r.o., Praha, Czech Republic

since 2013



SENER, Barcelona, Spain

since 2013



Hatch, Mississauga / Montréal, Canada

since 2013



Nippon Koei Co., Ltd., Tokyo, Japan

since 2013



China Railway Engineering Consulting Group Co., Beijing, China

since 2014



Aarvee Associates, Hyderabad, India

since 2014



Sintra, Mexico City, Mexico

since 2014



Beijing Urban Construction & Development Group Co., Beijing, China

since 2014



Paragon Tecnologia Ltda, São Paulo, Brazil

since 2014



TRENECON COWI, Budapest, Hungary

since 2014



BBF Sp. z o.o., Poznań, Poland

since 2014



Beijing Rail and Transit Design and Research Institute, Beijing, China

since 2014



Ramboll Transport Germany, Karlsruhe, since 2014
Germany



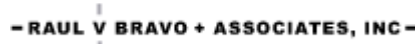
Sweco TransportSystem AB, Stockholm, since 2014
Sweden



SNC-Lavalin Rail & Transit, Vancouver, Canada since 2014



Instytut Kolejnictwa, Warsaw, Poland since 2014



Raul V. Bravo + Associates, Inc., Reston VA, since 2014
USA



WYG Consulting, Warsaw, Poland since 2014



Hatch, Woodmead, South Africa since 2015



Idom, Madrid, Spain since 2015



AECOM, Melbourne, Australia since 2015



COWI Norway, Oslo, Norway since 2016



TRENOLab, Trieste, Italy since 2016



Tractebel Engie, Brussels, Belgium since 2016



Mott MacDonald, Pleasanton, USA since 2016



COWI Polska, Wroclaw, Poland since 2017



Mota-Engil, Linda-a-Velha, Portugal since 2017



SUDOP BRNO, Brno, Czech Republic since 2017



RSE (Rail Solution Engineering) Co. Ltd., Seoul, Korea since 2017

3.5 대학 및 연구 기관



ETH Zürich, Institute for Transport Planning and Systems (IVT), Zurich, Switzerland since 1999



Laboratory for Intermodality, Transport, and Planning - LITEP, ETH Lausanne, Switzerland

since 1999



University of Sheffield, Dept. of Mechanical Engineering, Sheffield, UK

since 2001



Fraunhofer Institut für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI (Fraunhofer Institute for Transportation and Infrastructure Systems), Dresden, Germany

since 2001



Fraunhofer Institut für Rechnerarchitektur und Softwaretechnik FIRST (Fraunhofer Institute for Computer Architecture and Software Engineering), Berlin, Germany

since 2001



Technical University of Vienna, Institut für Eisenbahnwesen, Verkehrswirtschaft und Seilbahnen (Institute for Railway Engineering, Traffic Economics and Ropeways), Vienna, Austria

since 2002



German Aerospace Center, Institute of Transportation Systems (Institut für Verkehrssystemtechnik), Brunswick and Berlin, Germany

since 2002



TU Brunswick, Institute of Railway Systems Engineering and Traffic Safety, Brunswick, Germany

since 2003



Czech Technical University, Faculty of Transportation Science, Prague, Czech Republic

since 2003



University of Trieste, Department of Civil Engineering, Trieste, Italy

since 2004



Technical University of Berlin, Berlin, Germany

since 2004



Instituto Superior Técnico, Grupo de Transportes - DECivil, Lisbon, Portugal

since 2005



TU Delft, Department Transport and Planning, Delft, The Netherlands

since 2006



TU Dresden, Institut für Verkehrssystemtechnik, Dresden, Germany

since 2006



University of Pardubice, Dept. of Transport Technology and Control, Pardubice, Czech Republic

since 2006



China Academy of Railway Sciences (CARS), Beijing, China

since 2006



CENIT - Center for Innovation in Transport - Technical University of Catalonia (UPC), Barcelona, Spain

since 2006

	Hanyang University - Dept. of Transportation Engineering, Asnan, Korea	since 2006
	Beijing Jiaotong University, Beijing, China	since 2007
	Westfaelische Hochschule, Gelsenkirchen, Germany	since 2008
	TU Berlin, Section of Electric Railway Systems, Berlin, Germany	since 2008
	Tongji University, Shanghai, China	since 2008
	Nanjing University, Nanjing, China	since 2008
	TU Dresden, Institut für Bahnfahrzeuge und Bahntechnik, Dresden, Germany	since 2008
	Universita' di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Idraulica, Trasporti e Strade, Roma, Italy	since 2008
	Universidad de Zaragoza, GITEL, Grupo de Investigación en Transporte y Logística, Zaragoza, Spain	since 2008
	Vocational Training Council (VTC), Hong Kong, China	since 2009
	ENEA - Italian National Agency for New Technologies, Energy and the Environment, Rome, Italy	since 2009
	University of Ljubljana, Faculty of Civil and Geodetic Engineering, Ljubljana, Slovenia	since 2009
	Shijiazhuang Railway Institute, Shijiazhuang, China	since 2009
	IFSTTAR - Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux, Bron, France	since 2009
	University of Naples - Federico II, Naples, Italy	since 2009
	The Institute of Transportation CIP, Belgrade, Republic of Serbia	since 2009
	Southwest Jiaotong University, Chengdu, China	since 2009



Universidad Tecnológica de Panamá, Panama,
Panama

since 2009



Széchenyi István University, Győr, Hungary

since 2010



Politecnico di Torino, Dipartimento DITIC -
Trasporti, Torino, Italy

since 2010



Norwegian University of Science and
Technology, Trondheim, Norway

since 2010



Birmingham Centre for Railway Research and
Education, Birmingham, UK

since 2011



ZHAW - Zürcher Hochschule für Angewandte
Wissenschaften, Winterthur, Switzerland

since 2011



Roma Tre University, Rome, Italy

since 2011



Shanghai University of Engineering Science,
Shanghai, China

since 2011



Beijing Union University, Beijing, China

since 2011



IBM Research - Zurich, Zurich, Schweiz

since 2011



University of Zagreb, Faculty of Transport and
Traffic Sciences, Zagreb, Croatia

since 2012



Michigan Tech. University, Rail Transportation
Program, Houghton, USA

since 2012



Wuyi University, Jiangmen, China

since 2012



University of Wollongong, Wollongong, NSW,
Australia

since 2013



Budapest University of Technology and
Economics (BME), Department of Control for
Transportation and Vehicle Systems, Budapest,
Hungary

since 2013



University of Applied Sciences Erfurt, Erfurt,
Germany

since 2013



Newcastle University, Newrail, Newcastle, UK

since 2014



KTH - Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden

since 2014



FH Joanneum - University of Applied Sciences, Energy & Transport Management, Kapfenberg, Austria

since 2014



University of Belgrade, Faculty of Transport and Traffic Engineering, Belgrade, Serbia

since 2014



University of Maribor, Faculty of Civil Engineering, Maribor, Slovenia

since 2014



Gdansk University of Technology, Gdańsk, Poland

since 2015



Universidad Pontificia Comillas, Madrid, Spain

since 2015



Kunming University of Science and Technology, Kunming, China

since 2015



University of Toronto, Faculty of Applied Science & Engineering, Toronto, Canada

since 2015



St. Poelten University of Applied Sciences, St. Poelten, Austria

since 2015



Universidad de Málaga, Málaga, Spain

since 2015



Mahidol University, Nakhon Pathom, Thailand

since 2015



Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems IAIS, Sankt Augustin, Germany

since 2015



University of Žilina, Žilina, Slovakia

since 2015



University of Stuttgart - Institute of Railway and Transportation Engineering, Stuttgart, Germany

since 2015



Beijing University of Civil Engineering and Architecture, Beijing, China

since 2016



Karlsruhe Institute of Technology - KIT, Karlsruhe, Germany

since 2016



Technical University of Denmark - DTU, Department of Transport, Kgs. Lyngby, Denmark

since 2016



Dalian Jiaotong University, Dalian, China

since 2016



KOREA NATIONAL
UNIVERSITY OF TRANSPORTATION

Korea National University of Transportation,
Uiwang-si, Gyeonggi-do, Korea

since 2016



廈門理工學院
XIAMEN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

Xiamen University of Technology, Xiamen,
China

since 2016



Lanzhou Jiaotong University (LZJTU), Lanzhou,
China

since 2016

4 구매 문의

판매사: (주)알에스씨(RSC), SE 부서

- 주소: 05248 서울시 강동구 올림픽로 651, 9층 (천호동, 예경빌딩)
- Head Office: 9F, Yekyong Bldg, 651, Olympic-ro, Gangdong-gu, Seoul, 05248, Korea
- Tel: +82-(0)2-2038-9269
- Fax: +82-(0)2-6280-9269
- Email: info@rscservice.net
- Web: www.rscservice.net

개발사: OpenTrack Railway Technology Ltd.

- 주소: Gubelstr. 28 CH 8050 Zürich Switzerland
- Phone: +41 -44- 310 19 90
- Fax: +41 -86- 044 310 19 90
- Web: <http://www.opentrack.ch>