

Datum 2009-08-24      Ert datum      Diarienummer      Er beteckning

Leverans  
Anläggning  
SE-781 85 BORLÅNGE  
Sweden  
Besöksadress:

Telefon 0243-445000  
Telefax 0243-445617  
www.banverket.se

Slutrapport

## **SAMBA 7 - Spårstyvhet och spårunderhåll**

Under åren 2002 till 2009 har projektet SAMBA 7 – Spårstyvhet och spårunderhåll genomförts på KTH. Huvudpartners i projektet har varit Banverket Produktion som utvecklat och byggt en ny mätvagn: RSMV (Rullande Styvhets MätVagn), samt Banverkets huvudkontor (i nya organisationen avdelning Leverans Anläggning). Projektet har genomförts som ett industridoktorandprojekt där Eric Berggren såsom doktorand genomfört huvuddelen av projektet i samband med sin anställning på Banverket.

Projektet har huvudsakligen bestått av två etapper. Etapp ett löpte från 2002 till 2005 och bestod främst i att utveckla och utvärdera en ny mätvagn för styvhetsmätning. Etapp ett resulterade i en licentiatavhandling. Etapp två löpte från 2006 till 2009. Denna del av projektet löpte parallellt med EU-projektet Innotrack, som delfinansierade mätningar och Eric's tid. Huvuduppgift i etapp två var att koppla spårstyvhet och spårunderhåll på olika sätt. Projektet avslutades med doktorsavhandling i maj 2009.

Styrgruppen för projektet har varierat något under åren. Mest framträdande har Åke Jalenius BV Produktion, Alexander Smekal BV XT, Bengt-Erik Bengtsson ZETA Instrument, Anders Bodare KTH och Mats Berg KTH varit, men ytterligare 5 – 8 personer har i perioder deltagit och bidragit med synpunkter på projektet.

Olika delar av projektet har presenterats på flera konferenser. Några uttryck för det internationella intresset är:

- Best paper award vid IHHA-konferensen 2005
- Inbjuden talare till TRB annual meeting 2007 (även 2010)
- Stygruppsmedlem för spanskt spårstyvhetsprojekt 2007-2008

Handläggare:  
Eric Berggren  
Tel. 0243-445658  
Mobil 070-7245658  
eric.berggren@  
banverket.se

**RSMV**

Mätvagnen som Banverket Produktion utvecklat i projektet kallas RSMV, Rullande Styvhets MätVagn. Vagnen är en ombyggd tvåaxlig godsvagn och har belastningsutrustning över en av axlarna, se figur 1 – 2.



Figur 1. RSMV.

Mätningen utförs genom att belastningsutrustningen oscillerar, samtidigt som vagnen framförs upp till hastigheter kring 50 km/h. Från uppmätta krafter och accelerationer på axeln beräknas spårstyvheten.



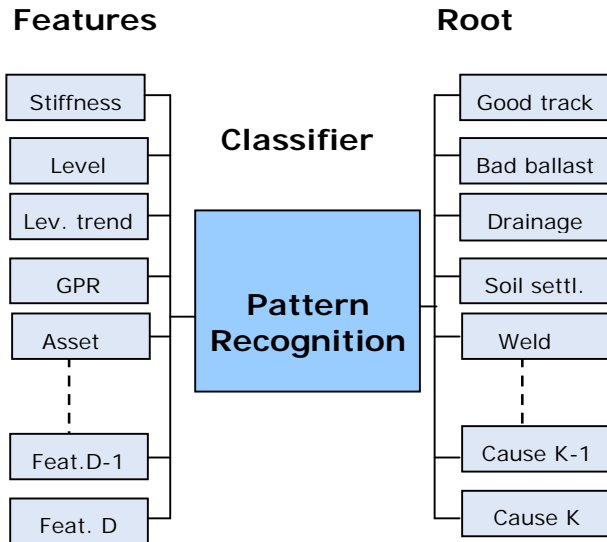
Figur 2: Belastningsutrustning

### **Mätningar**

Ett stort antal mätningar har utförts i projektet. Flera banor i Sverige med specifika frågeställningar (främst uppgraderad axellast) har mätts med mätvagnen. Inom ramen för Innotrack projektet har även mätningar utförts i Tjeckien, Tyskland och Frankrike. Vagnen har även använts i KTH och Chalmers projekt (ett av dessa även i Schweiz). Vid flertalet mätningar i Sverige har även georadar använts för att detektera olika lagertjocklekar. Dessutom har spårlägesmätningar (höjdläge) använts i de flesta utvärderingar.

### **Innotrack**

Etapp två av projektet har löpt tillsammans med Innotrack SP2 WP2.1 som handlar om innovativa metoder för att undersöka banunderbyggnaden. Här har olika mätningar (styvhet, georadar, spårläge) använts för att statistiskt kunna bedöma vilken typ av grundorsak det finns till olika typer av fel på banan. En modell liknande figur 3 har undersökts.



Figur 3. Modell för statistisk behandling av mätdata.

### Analys

Ett flertal utredningar har gjorts kring specifika mätningar. Det finns ofta god möjlighet att förklara vissa beteenden i banan med hjälp av styvhet. Däremot är det svårare att peka på framtida, eller potentiella problem från en specifik mätning. Den sista delen av forskningen försöker dock göra detta. Resultaten är lovande, men ännu inte helt implementerbara.

### Publikationer

<b>A</b>	Berggren E, Jahlénius Å and Bengtsson B-E: <i>Continuous Track Stiffness Measurement - An Effective Method to Investigate the Structural Conditions of the Track</i> , Proceedings of the conference Railway Engineering - 2002, London, 3-4 July, 2002. ISBN: 0-947644-49-0
<b>B</b>	Berggren E, Jahlénius Å, Bengtsson B-E and Berg M: <i>Simulation, Development and Field Testing of a Track Stiffness Measurement Vehicle</i> , Proceedings of 8th International Heavy Haul Conference, Rio de Janeiro, 13-16 June, 2005. ISBN: 0-646-33463-8
<b>C</b>	Berggren E, Kaynia A and Dehlbom B: <i>Identification of Substructure Properties of Railway Tracks by Dynamic Stiffness Measurements and Simulations</i> , resubmitted to Journal of Sound and Vibration.
<b>D</b>	Smekal A, Berggren E and Silvast M: <i>Monitoring and Substructure Condition Assessment of Existing Railway Lines for Upgrading to Higher Axle Loads and Speeds</i> , Proceedings of

	7th World Congress on Railway Research, Montreal, 5-7 June, 2006.
<b>E</b>	Berggren E: <i>Measurements of Track Stiffness and Track Irregularities to Detect Short Waved Support Conditions</i> , Proceedings of International Conference on Railway Track Foundations, Birmingham, 11-13 September, 2006. ISBN: 0-704426-00-5
<b>F</b>	Berggren E, Li M and Spännar J: <i>A New Approach to the Analysis and Presentation of Vertical Track Geometry Quality and Rail Roughness</i> , Proceedings of 7th International Conference on Contact Mechanics and Wear of Rail/Wheel Systems (CM2006), Brisbane, 24-27 September, 2006. Also in journal of WEAR, Vol 265, pp 1488-1496, 2008.
<b>G</b>	Berggren E: <i>Efficient Track Maintenance - Methodology for Combined Analysis of Condition Data</i> , submitted to the conference IHHA 2009. Candidate paper to Special Issue of Journal of Rail and Rapid Transit.
<b>H</b>	Li M and Berggren E: <i>A Study of the Effect of Global Track Stiffness and its Variations on Track Performance: Simulation and Measurement</i> , submitted to the conference IHHA 2009. Candidate paper to Special Issue of Journal of Rail and Rapid Transit.

**Övrig:**

Smekal A. and Berggren E., Mitigation of Track Vibration at Ledsgård Sweden - Field Measurements Before and After Soil Improvement. Proceedings of the conference Eurodyn 2002, Munich, 2-5 September, 2002.

Smekal A., Berggren E. and Hrubec K., Track-Substructure Investigations using Ground Penetrating Radar and Track Loading Vehicle. Proceedings of the conference Railway Engineering - 2003, London, 30 April - 1 May, 2003.

Berggren E., Dynamic Track Stiffness Measurement – A New Tool for Condition Monitoring of Track Substructure, Licentiate Thesis TRITA AVE 2005:14, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm 2005.

Berggren E., The role of vertical track stiffness measurements in condition based maintenance of railway tracks – A pilot study, Report TRITA AVE 2005:31, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm 2005.

Li M., Berggren E. and Berg M., Assessment of Vertical Track Geometry Quality based on Simulations of Dynamic Track-Vehicle Interaction, Proceedings of 9th International Heavy Haul Conference, Kiruna, June, 2007. Also in Proc. IMechE, Part F: J. Rail and Rapid Transit, 2009, 223 (F2), 131-139.

Li M., Berggren E., Berg M. and Persson I., Assessing of Track Geometry Quality based on Wavelength Spectra and Track-Vehicle Dynamic Interaction, Proceedings of 20th International Symposium on Dynamics of Vehicles on

Datum  
2009-08-24

Diarienummer

Roads and Tracks, Berkeley, 13-17 August, 2007. Also in Vehicle System Dynamics, Volume 46, Supplement, September 2008 , pp. 261-276.

Berggren E., Vertical Track Stiffness Measurements - A Literature Review for the REVA project at Cenit, Barcelona, 2007.

Burrow M., Teixeira P., Dahlberg T., Berggren E., Track Stiffness Considerations for High Speed Railway Lines, to appear in the book N. P. Scott (ed.), Railway Transportation: Policies, Technology and Perspectives, Nova Publishers, in print.

Berggren E., A Novel Approach for Whitening of Versine Track Geometry, to be presented at the IAVSD symposium, Stockholm, 17-21 August 2009. Paper on the symposium CD.