



## सेमी-हाई स्पीड एवं हेवी एक्सल लोड वाले मिश्रित ट्रैक की बनावट एवं अनुरक्षण चुनौतियाँ

इंजी. एन आर बैरवा\*

### भूमिका:

रेलवे के बुनियादी ढांचे की समस्याओं से रेल प्रबन्धक भली प्रकार से अवगत हैं। आज के समय में विश्व के विकसित देश, जहाँ एक ओर हाई-स्पीड और हेवी एक्सल लोड/हेवी हॉल के नए कीर्तिमान स्थापित किए जा रहे हैं, वहाँ पर दूसरी ओर विश्व के अधिकतर देशों की रेलवे, एक ही मिश्रित ट्रैक को साझातौर पर यात्री और माल गाड़ियों के लिए प्रयोग करती आ रही है जबकि दोनों की जरूरत डिजाइन, निर्माण और रेलवे प्रणाली के रखरखाव के लिए महत्वपूर्ण प्रभाव डालती है। विश्व बैंक की अनुशंसा के अनुसार सभी देशों को अपने यात्री और माल परिवहन गतिविधियों को अलग करने के लिए आगे बढ़ना चाहिए और विश्व के अनेक देश नए रेल इन्फ्रास्ट्रक्चर इस संदर्भ में विकास पर विचार कर रहे हैं और नई नीतियाँ निर्धारित करके उत्तरोत्तर इस लक्ष्य की ओर अग्रसर हैं।

### परिचय:

दुनिया भर के अधिकतर देशों में यात्री गाड़ियों और माल गाड़ियों के आवागमन के लिए अधिकतर एक ही मिश्रित रेलपथ (ट्रैक) का प्रयोग होता आ रहा है और यह कई वर्षों से रेलवे क्षेत्र में बुनियादी नियम रहा है। देखा जाए तो यह एक कम लागत वाला बुनियादी ढांचा है, जिस पर अधिकाधिक गाड़ियाँ प्रसारित करके अर्थव्यवस्था को मजबूत रखने में सहायक है; किन्तु एक ही ट्रैक पर विभिन्न एक्सल लोड के संचालन के कारण, अनुरक्षण सम्बन्धी अनेक समस्याओं का कारण बनता है। माल डिब्बों की बनावट, यात्री डिब्बों से काफी अलग होती हैं, जिसके फलस्वरूप, एक ही मिश्रित ट्रैक प्रत्यक्ष या परोक्ष रूप से एक रेलवे प्रणाली के डिजाइन, निर्माण, संचालन और रखरखाव को अत्यधिक प्रभावित करता है।

\*सीनियर सेक्सन इंजीनियर (रेलपथ) अहमदाबाद, पश्चिम रेलवे



विश्व में भारतीय रेल सबसे बड़ा और व्यस्ततम रेलवे नेटवर्क होने के साथ-साथ सार्वजनिक परिवहन का एक महत्वपूर्ण साधनों में से एक है। यह बहु गेज प्रणाली मुख्यतः ब्रॉडगेज, मीटरगेज और नैरोगेज का नेटवर्क है तथा भारत के परिवहन की जरूरतों को किफायती, कुशल और सुरक्षित रूप में पूरा करते हुए, भारतीय अर्थ-व्यवस्था में योगदान प्रदान करता है। भारतीय रेलवे देश के लिए सामाजिक भूमिका पैसेंजर और माल ढुलाई दोनों ही क्षेत्र में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, विशेषतः अयस्क एवं मिनरल्स, फूड-ग्रेन, उर्वरक, खनिज, थोक माल ढुलाई, तेल, लोहा और इस्पात, कंटेनरीकृत कार्गो इत्यादि परिवहन में भारतीय रेल की सेवा मूल्यवान है। भारतीय रेलों पर भारी एक्सल लोड और उच्च गति की शुरूआत के बाद से मिश्रित यातायात के कारण अभूतपूर्व बदलाव देखा जा रहा है। आज के परिदृश्य में भारी एक्सल लोड संचालन और यात्री गाड़ियों के मिश्रित ट्रैक पर संचालन के कारण उत्पन्न परिस्थितियों के संदर्भ में संरचनाओं की विश्वसनीयता और सुरक्षित चालन के लिए वर्तमान में सुरक्षा के मुख्य मापदंडों, रोलिंग स्टॉक, विभिन्न ट्रैक बलों, बढ़े हुए एक्सल लोड का प्रभाव के अध्ययन की आवश्यकता है। विशेषतौर पर रेल/वेल्ड और रोलिंग स्टॉक में दोष का पता लगाना तथा अत्यंत प्रभावी निगरानी और निवारक उपाय के साथ सुरक्षा और विश्वसनीयता से समझौता किए बिना एक्सल लोड बढ़ाने के लिए सक्षम बनाना ही मुख्य लक्ष्य है। वर्तमान में भारतीय रेलों पर निगरानी प्रक्रिया, ट्रैन संचालन के दौरान आ रही चुनौतियों के लिए बहुमूल्य अंतर्दृष्टि प्रदान किया है, जिसे प्रभावी ढंग से पूरा करने के लिए की निगरानी करने के लिए तय सूचकांक/चुनौतियाँ निर्धारण, रेल/वेल्ड डिफेक्ट जनरेशन रेट (DGR), ट्रैक ओगमेंट, ट्रैक मॉड्यूल्स, लेटरल फोर्सेस, कंडीशन मॉनिटरिंग इत्यादि के विस्तृत अध्ययन की आवश्यकता हैं।

भारतीय रेल का आधुनिकीकरण और भारी एक्सल लोड कार्यक्रम : भारतीय रेलवे में पारम्परिक रूप से 20.32T एक्सल लोड को उत्तरोत्तर बढ़ातरी करके 32.5T के साथ, डेडिकेटेड फ्रेट कॉरिडोर (DFC) लोडिंग और भारी माल-समान को १०० कि.प्र.घण्टा कि गति क साथ गोल्डन फ्लाईलेटरल कॉरीडोर के साथ चार महानगरों को जोड़ने वाली महत्वाकांक्षी परियोजना को अंजाम देने की ओर अग्रसर है। ऐसे समय में विभिन्न संरचनाओं और माल-गाड़ियों/सवारी गाड़ियों के लिए मिश्रित ट्रैक की समीक्षा और विचार, रखरखाव और निगरानी प्रथाओं के लिए गहन अध्ययन की आवश्यकता ही महत्वपूर्ण मुद्दा है। अतः एक्सल लोड में वृद्धि, सैद्धांतिक विश्लेषण के



साथ ही क्षेत्र परीक्षण द्वारा महत्वपूर्ण तकनीकी मानकों के आंकलन और गहन विश्लेषण/अध्ययन के आधार पर सुरक्षा सुनिश्चित करने के उपायों की निगरानी पर अच्छी तरह से मार्ग प्रशस्त किया है।

**इन्फ्रास्ट्रक्चर मूल्यांकन :** वर्तमान में अधिक भारी एक्सल लोड और बढ़ाई गति के लिए, पूर्व निर्धारित ट्रैक-पेरामीटर्स और ट्रैक स्ट्रेसेस के बारे में एक बार पुनः विश्लेषण करके उनकी पुनर्वैधीकरण निर्धारण, ट्रैक मोड्यूलस एवं डायनेमिक ओगमेंट के लिए फेक्टर निर्धारण निम्न मापदंडों को अपनाया गया है -

v ट्रैक मोड्यूलस अध्ययन :- अपग्रेड ट्रैक स्ट्रक्चर :

रेल	:	60 KG (90UTS).
स्लीपर	:	PRC १६६० स्लीपर प्रति कि.मी.
बेलास्ट कुशन	:	न्यूनतम ३०० MM
फोरमेशन	:	स्टेबल एवं सब-ग्रेड कुशन सहित,
वेलिंग	:	फ्लैश बट वेलिंग

v डायनेमिक ओगमेंट अध्ययन : व्हील इम्पेक्ट लोड डिटेक्सन (WILD)

v रोलिंग स्टॉक ट्रायल्स : विभिन्न गतियों पर रोलिंग स्टॉक की विभिन्न एक्सल लोड के साथ परीक्षण,

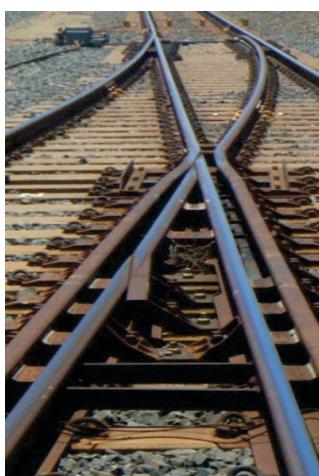
**रेलपथ संरचना :** सैद्धान्तिक गणना के आधार पर ट्रैक कम्पोनेंट जैसे - रेल, स्लीपर, गिट्री और फोरमेशन पर महसूस किए जाने वाले प्रतिबलों (स्ट्रेसेस) और चालन के दौरान उत्पन्न होने वाले स्ट्रेसेस को सहन करने हेतु उन्नत रेलपथ संरचना और अधिक बेलास्ट कुशन की आवश्यकता है।



Traditional fastening system



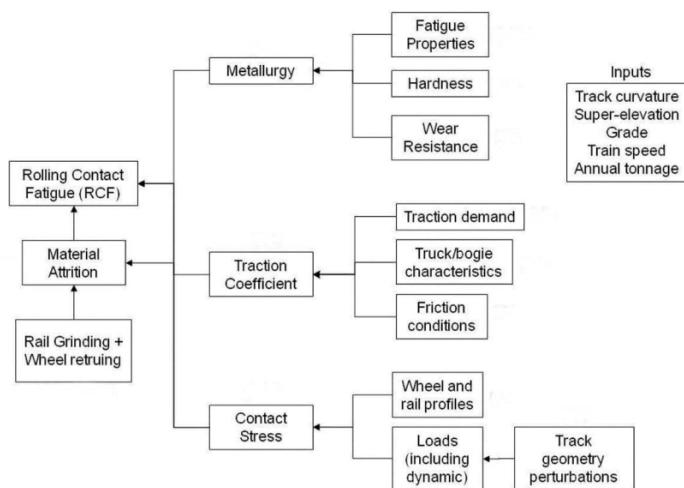
Resilient fastening system





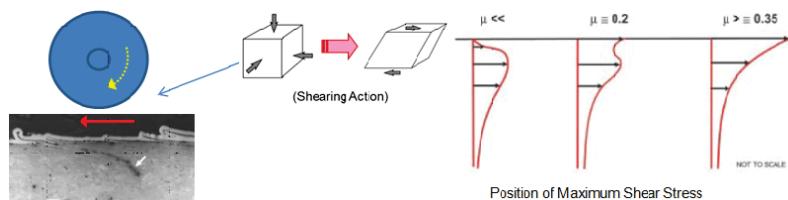
**निगरानी और रखरखाव प्रक्रिया :** मौजूदा ट्रैक संरचना को उत्तरोत्तर उन्नत बनाया जा रहा है। मौजूदा हालत में विशेषतः यात्री गाड़ियों वाले रेलपथ पर 90UTS और अधिक यूटीएस ग्रेड वाली रेलों की तुलना में हल्के ग्रेड वाली रेलों में में रोलिंग कॉटेक्ट फटिंग (RCF) डिफेक्ट के मामले अधिक पाए गए हैं। इस प्रकार के दोष, संरक्षा की दृष्टि से पता लगा कर दूर किया जाना जरूरी है। इस सम्बंध में निगरानी और रख-रखाव हेतु योजना नीचे वर्णित किया जा रहा है-

- ✓ लोडिंग पॉइंट और मार्ग में योग्य स्थलों पर “वे-ब्रिजेज़” की स्थापना करना,
- ✓ लोडिंग स्पेक्ट्रम रिकॉर्डिंग के लिए पर्याप्त मात्रा में व्हील इम्पेक्ट लोड डिटेक्सन (WILD) स्थापित करना,
- ✓ रास्ते में अचानक रुकने / खड़ा होने से बचाव हेतु ट्रेनों पर योग्य और सही शक्ति वाले ट्रेन पॉवर लगाना, ताकि रेल/पहिया को नुकसान से बचाया जा सके,
- ✓ रेल कॉटेक्ट फटिंग (RCF) के मामलों का पता लगाने हेतु उल्ट्रासोनिक टेस्टिंग द्वारा नियमित जाँच के दौरान गेज फेस कॉर्नर (GFC) खराबी मालूम करने हेतु विशेष जोर देना,
- ✓ डिफेक्ट जनरेशन रेट (DGR) पर कड़ी निगरानी रख कर रेल/वेल्ड को सेवा के दौरान विफल होने से रोकना,
- ✓ अल्ट्रासोनिक जाँच के दौरान पाई गई कमियों पर योग्य कार्यवाही, निगरानी और रखरखाव कार्यों का ज़ोनल रेलवे के प्रमुख अधिकारियों/महाप्रबंधक द्वारा निरीक्षण और आवधिक कार्यवाही रिपोर्टरेलवे बोर्ड को प्रस्तुत करना।

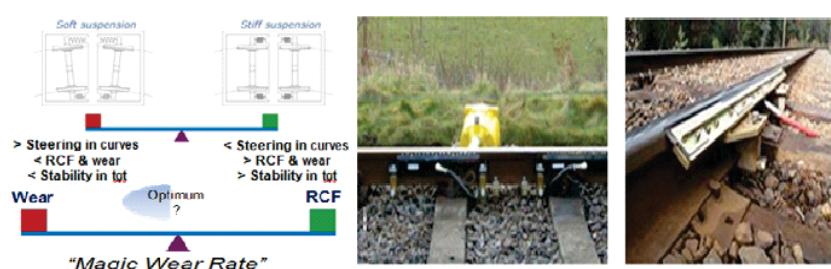
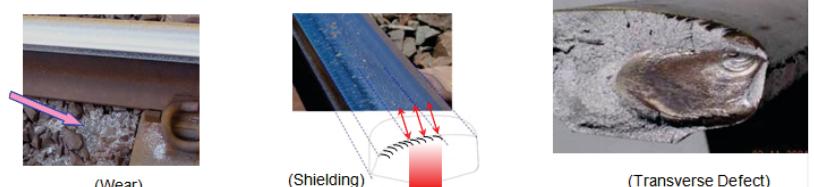


## अनुरक्षण के लिए दवाब क्षेत्र : व्हील घिसाव एवं खराबी, रेल घिसाव एवं क्रीप तथा निगरानी प्रक्रिया :-

भारी एक्सल लोड के फलस्वरूप रेल खराबियों के सम्बन्ध में विशेष प्रभाव देखने को मिला है, साथ ही रेल-फुट कोरोजन और सरफेस मासिंग इफेक्ट के कारण ट्रांसवर्स डिफेक्ट से रेल फेल्यूयर में बढ़ोतरी हुई है; जो अल्ट्रासोनिक टेस्टिंग के दौरान ज्ञात नहीं हो सकी थी। इस प्रकार की अन-डिटेक्टेड डिफेक्ट्स के बारे में पता लगाना और विफलताओं को रोकने की क्षमता बावत ध्यानाकर्षण और रेल के अंतर्निहित क्षेत्र में फ्लों ग्रोथ रेट सम्बन्धित डाटा इकट्ठा करने की जरूरत है।

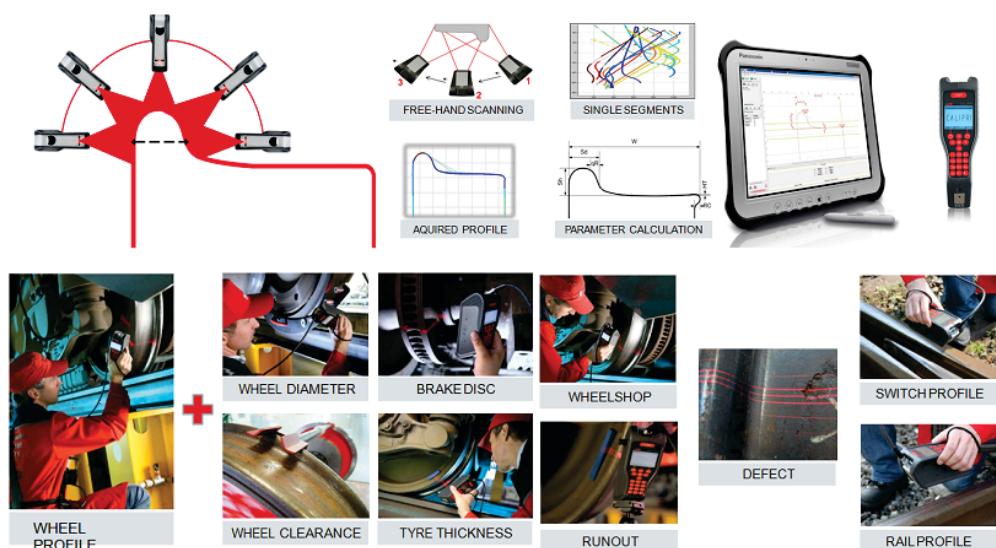


- ☞ रेल डिफेक्ट डिटेक्सन टेक्नोलॉजी – उद्देश्य : रेल फ्रेक्चर एवं डी-रेलमेंट के खतरे को कम करना,

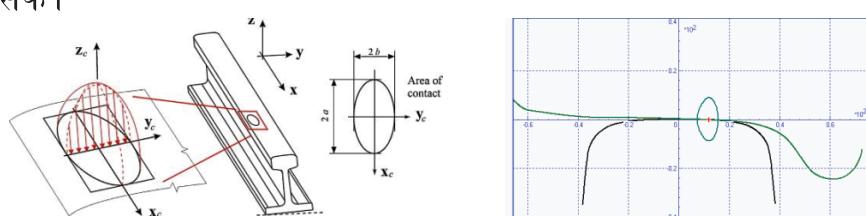


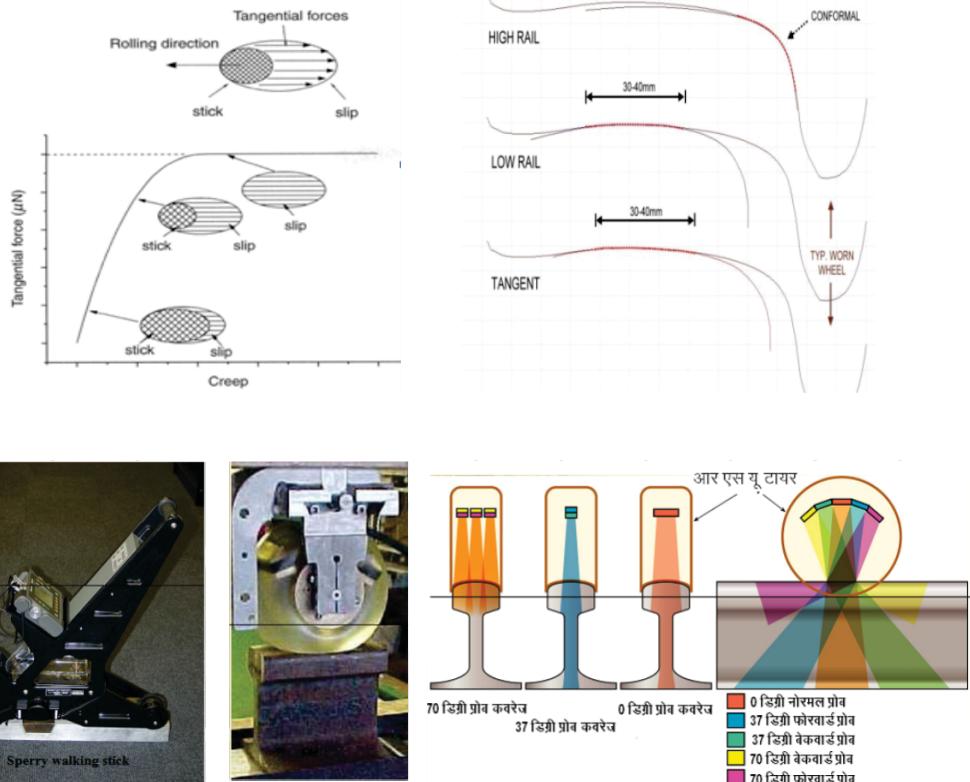
रेल खराबी का पता लगाने हेतु चरणबद्ध तरीके से एनालॉग टेस्टिंग संसाधनों के स्थान पर डिजिटल टेस्टर में तब्दील करना। रेल डिफेक्ट मेनेजमेंट (RDM) के लिए विश्वसनीय और बेहतर, प्रभावी और डाटा हेंडलिंग के लिए अति आसान, वेहीकूलर टेस्टिंग सिस्टम को बढ़ावा देना।

- ☞ रेल वेलिंग – रेलपथ में वेल्ड एक कमजोर कड़ी है और कुल विफलताओं का 60% और वेल्ड विफलताओं का 85% से अधिक हिस्सेदारी AT वेल्ड की ही है। इन फेल्यूर्स के विश्लेषण के आधार पर रिपेयर वेलिंग के लिए सिंगल-शॉट क्रूसिबल के प्रयोग को बढ़ावा और सभी नए निर्माण और दोहरीकरण परियोजनाओं में फ्लैश बटु वेलिंग किया जाना अनिवार्य किया गया है।
- ☞ व्हील डिफेक्ट डिटेक्सन टेक्नोलॉजी :



- ☞ रेल वेहिकल इंटरेक्सन - रेल व्हील इंटरफेस के प्रबंधन को शुरू करने पर भर दिया जा रहा है। साथ ही वेहीकूलर टेस्टिंग के आधार पर रेल सरफेस मासिंग अंतर्निहित गेज फेस कॉर्नर क्रेक्स को दूर करने के लिए रेल प्रोफाइल ग्राइन्डर तकनीक की शुरुआत की गई है ताकि रेल सतह के नीचे छिपे क्रेक्स के कारण रेल फ्रेक्चर को रोका जा सके।





☞ कंडीशन मॉनिटरिंग सिस्टम - हालात पर निगरानी रखने के सम्बन्ध में RDSO द्वारा तेजी से विकास किया जा रहा है। टेक्नोलोजी मिशन ऑन रेलवे सेफ्टी (TMRS) पर परीक्षण अंतिम चरण में है और कंडीशन मॉनिटरिंग बाबत निरंतर परीक्षण जारी है। इसके लिए रेलपथ संरचना और ट्रैक पेरामीटर्स, चालू गाड़ी के दौरान गाड़ी खराबियों का पता लगाना इत्यादि का समावेश है। स्थिति की निगरानी सम्बन्धी प्रगति –



- व्हील इम्पेक्ट लोड डिटेक्सन (WILD)
- ट्रैक परफॉर्मेंस डिटेक्टर (TPD)
- इन-मोशन वे-ब्रिज
- ड्रेगिंग इक्विपमेंट डिटेक्टर (DED)



० रोलीग स्टॉक डिफ्रेक्ट जनरेशन –

- हॉट बीयरिंग डिटेक्टर (HBD)
- हॉट व्हील डिटेक्टर (HWD)
- व्हील प्रोफाइल मॉनिटरिंग सिस्टम

० रेल / वेल्ड डिफ्रेक्ट जनरेशन

- ट्रेंड इन डिफ्रेक्ट जनरेशन रेट (DGR)
- ट्रेंड ऑफ DGR इन वेल्ड

✓ **सेल्फ स्टियरिंग बोगी** – भविष्य के लिए ट्रेक फ्रेंडली कोचेज़ का विकास

**निष्कर्ष:** भारतीय रेलवे में हाई एक्सल लोड प्रोग्राम को जारी रखने के लिए गहन निगरानी तंत्र और रेलपथ संरचनाओं को और अधिक सक्षम बनाया जा सकता है। मिश्रित ट्रेक पर पर प्रचलित परिस्थितियों के लिए अंतर्दृष्टि प्रदान करने की आवश्यकता है। कंडीशन मॉनिटरिंग स्स्टम के तहत विभिन्न तकनीक को लागू करके हेवी एक्सल लोड वाले रूट पर मे स्थित परिसंपत्तियों (Assets) पर से तनाव कम करने के लिए तेजी से व्हील इम्पेक्ट लोड डिटेक्टर (WILD), इन-मोशन वे-ब्रिज, रेल-व्हील इंटरेक्सन के लिए रेल कॉर्नर फटिंग (RCF) रोकने हेतु अनुकूल परिस्थितियाँ एवं रेल प्रोफाइल ग्राइन्डर का प्रयोग, सर्विस के दौरान अल्ट्रासोनिक टेस्टिंग के दौरान मास्कड सरफेस की अन-डिटेक्टेड डिफ्रेक्ट्स दूर करने के साथ उन्नत वेल्डिंग तकनीक का प्रयोग से डिफ्रेक्ट गनरेशन रेट को स्वीकार्य लेवल में लाकर रेल फ्रेक्चर के खतरे को कम किया जा सकता है। नई प्रौद्योगिकियों पीढ़ी के परीक्षण की शुरूआत के साथ भारतीय रेल एक बड़ी छलांग लगाने के लिए तैयार है।

**References:**

- (i). Indian Railway Institute of Civil Engineering (IRICEN)-Pune and RDSO-LKO
- (ii). Federal Railroad Administration report May 2013, Investigating Technical Challenges and Research Needs Related to Shared Corridors for High-Speed Passenger and Railroad Freight Operations
- (iii). The problems of the presence of passenger and freight trains in the



- same track and their impact on the profitability of the railway companies by Prof Christos Pyrgidis, Evangelos Christogiannis, Msc Civil engineer, Aristotle University of Thessaloniki, Greece
- (iv). Overview of issues and research related to special trackwork for shared high-speed- rail passenger and heavy-axle-load freight operations, Christopher T Rapp, Ryan G Kernes and Mohd Rapik Saat.
  - (v) Heavy Haul Turnouts by Glenn Lorenz Vossloh Cogifer Australia Pty Ltd, May 2014 Brisbane
  - (vi) MIT open access article : Track maintenance scheduling and its interactions with operations: Dedicated and mixed high-speed rail (HSR) scenarios
  - (vii) Guidelines and Specifications for Design of Formation for Heavy Axle Load Report No. RDSO/2007/GE : 0014
  - (viii) CONTACT-FREE WEAR MEASUREMENTBy CALIRI,
  - (ix). High-Speed Rail: Lessons for Policy Makers from Experiences Abroad,  
Daniel Albalate and Germà Bel GiM-IREA Universitat de Barcelona