



Sammanfattning av avslutande teknisk rapport

Edited by Anders Ekberg & Björn Paulsson



Sammanfattning av den avslutande tekniska rapporten

HIGHLIGHTS

1. Tillståndsbedömning för spårunderbyggnad
2. Spårstyvhet
3. Fyra metoder för förstärkning av undergrunden
4. Två innovativa ballastfria spår lösningar
5. Riktlinjer för val av optimal rälkvalitet
6. Tillväxt av "squats"
7. Korrugering
8. Isolskarvar
9. Rälspickor
10. Rältester
11. Inspektionsmetoder och utrustning för att upptäcka rälspickor
12. Rälslipning
13. Svetsar med smal värmepåverkad zon
14. Kartläggning och redovisning av kostnader
15. Optimeringar av spårväxlar och spår korsningar
16. Numerisk prediktering av skada och optimering av växelkomponenter
17. Öppen standard för elektronisk förreglering och ihålliga sliprar
18. Nyckelparametrar för automatisk övervakning av växlar
19. Utvärderingsmetod för livscykelkostnader
20. Logistiklösningar

Syftet med INNOTRACK

INNOTRACK har varit ett gemensamt projekt där de viktigaste aktörerna inom järnvägssektorn – infrastrukturförvaltare (IM), järnvägsindustri och forskare – ytterligare har utvecklat en kostnadseffektiv, högpresterande spårstruktur. Detta har skett genom framtagning av innovativa lösningar vilka ger betydande minskningar av infrastrukturens investerings- och underhålls-kostnader.

INNOTRACK har varit ett unikt tillfälle att samla järnvägens infrastruktur-förvaltare och leverantörer för att koncentrera på de forskningsfrågor som har ett starkt inflytande på en minskning av järnvägens livscykelkostnader (LCC). INNOTRACK har stöttats av EU-kommissionen inom ramen för 6e ramprogrammet, kontrakt nr TIP5-CT-2006-031415.

INNOTRACKs filosofi

Den framtida betydelsen av järnvägen kan öka om nya krav på järnvägssystemet kan uppfyllas – verktyg för att möta många av dessa krav utvecklas inom INNOTRACK

Idag står järnvägen inför nya krav. Exempel på dessa är högre hastigheter och högre axellaster (ofta i kombination), högre tillgänglighet, färre störningar och minskade livscykelkostnader. Samtidigt måste miljökrav och säkerhetskrav uppfyllas. De flesta järnvägssystem innehåller även många flaskhalsar där det finns mycket små marginaler för störningar. Om järnvägen kan leva upp till dessa nya krav, kan dess framtida betydelse öka.

De utmaningar järnvägen står inför beskrivs närmare i kapitel 2 i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport. Det är viktigt att förstå att alla dessa krav och utmaningar inte är tomma fraser, utan en realitet i järnvägsingenjörernas dagliga arbete.

Resultaten från INNOTRACK är en hjälp att tillfredsställa kraven inom området spår och undergrund. Detta område motsvarar 50–60% av kostnaderna för underhåll och reinvestering hos en typisk järnväg. Av denna anledning kommer resultaten från INNOTRACK att ha en betydande

inverkan på den totala kostnads-reduktionen för järnvägen.

Resultaten från INNOTRACK är som en verktygslåda med många innovativa lösningar. Vissa utvalda lösningar presenteras i detta kapitel som "highlights". Syftet med detta är att ge en överblick över innehållet i INNOTRACK. Några av de "highlights" som presenteras är mycket tekniskt inriktade, medan andra är av mer övergripande karaktär. Utöver detta finns en fullständig förteckning över implementerbara resultat från INNOTRACK i bilaga VI i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport.

Järnvägssystemet är mycket komplext

Den främsta orsaken till komplexiteten hos järnvägssystemet är att det ofta är en blandning av komponenter med olika ålder och status vilka måste fungera tillsammans i ett system. Utbyte av komponenter är också en kontinuerlig och pågående process. Av denna anledning måste förändringar genomföras på ett noggrant och systematiskt sätt. Idag är järnvägens infrastruktur snarast att betrakta som ett lapptäcke av olika tekniska lösningar vilket skall leva upp till allt högre krav.

En annan viktig faktor är att en betydande del av kunskapen om järnvägar i allmänhet och om spårstrukturer i synnerhet är empirisk. Det betyder att vi vet vad som händer om situationen är konstant. Men om vi måste möta nya krav kommer dessa ofta att orsaka en radikal förändring av hur systemet beter sig, vilket inte alltid stämmer överens med den tidigare erfarenheten. Vi måste därför veta inte bara ”hur” (vilket för närvarande är det normala fallet), utan också ”varför” för att kunna förutsäga effekten av förändringarna. Inom INNOTRACK förs en hel del ny kunskap fram för att förstå exakt ”varför” fenomen inträffar. Därigenom blir det möjligt att även förutsäga den framtida responsen hos spårstrukturen.

Om man vill uppgradera delar av systemet med nya, effektivare komponenter innebär detta att de nya komponenterna måste passa in i det komplexa järnvägssystemet. Att föra in nya komponenter är en nödvändighet eftersom många gamla komponenter behöver bytas och/eller inte kan möta nya krav. Men för att undvika en situation med ”trial-and-error”, finns det ett behov av att göra denna förändring på ett kontrollerat sätt där det säkerställs att tekniska, ekonomiska och logistiska krav är uppfyllda. Även denna process har varit i fokus inom INNOTRACK.

För att ytterligare komplicera situationen finns en tendens (i allmänhet positiv) att komponenter blir mer och mer internationella. Vidare har industrins roll i att utveckla nya produkter förstärkts

och kommer att förändras ytterligare (se kapitel 7 i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport). Detta innebär att nya komponenter i mindre utsträckning kommer att vara skräddarsydda för särskilda nationella behov, samt att infrastrukturhållaren har mindre kontroll över utvecklingen av produkter, utan måste sätta sina specifikationer utifrån funktionskrav. Detta ställer nya krav på både infrastrukturhållare och industri i att säkerställa att komponenterna har rätt kvalitet och beter sig på förväntat sätt i järnvägssystemet. INNOTRACK har granskat denna fråga ur både ett tekniskt perspektiv och utifrån inverkan på livscykelkostnader.

De flesta kostnadsdrivare är internationella

INNOTRACK har för första gången identifierat de spårrelaterade europeiska kostnadsdrivarna och de bakomliggande orsakerna när det gäller undergrund, spår och spårväxlar / korsningar. Utredningarna inom INNOTRACK har visat att de viktigaste kostnadsdrivande faktorerna är internationella. Därför kommer genomförandet av flera av de föreslagna implementeringsprojekten bli effektivare om de utförs i ett internationellt samarbete. Om det är möjligt att skapa aktiva internationella arbetsgrupper, kommer genomförandet av nya lösningar dessutom gå snabbare och kräva mindre resurser. För att ytterligare stödja denna process har INNOTRACK varit (och är fortfarande) aktivt i att initiera och samordna implementeringen på en europeisk nivå.

Forskning och utveckling är en nödvändighet och ett effektivt sätt göra framsteg, särskilt på järnvägsområdet

Idag är forskning och utveckling (FoU) inom järnvägsområdet en nödvändighet för att minska kostnader och förbättra prestanda. Det är även en bra samarbetsform mellan infrastrukturhållare och industri för att säkerställa att behoven hos infrastrukturhållarna kan matchas av produktutvecklingen inom branschen. Detta kommer även att öka sannolikheten för att den utvecklade produkten / tjänsten / processen passar in i järnvägssystemet och fungerar på avsett sätt.

Detta är mycket viktigt idag då en stor del av FoU idag sker i miljöer där industrins andel successivt ökar och i dag anses ha gått om infrastrukturhållarnas volym.

Införande av ny kunskap är svårt men en nödvändighet

Det har traditionellt varit svårt att introducera nya kunskaper inom järnvägen. Detta är även idag forskningens akilleshäla. Här måste infrastrukturhållarna bli effektivare och säkerställa att produktintroduktioner sker på ett korrekt och ordnat sätt (se ovan) och även att kunskap som rör den nya produkten införlivas i organisationen. Inom INNOTRACK har betydande resurser anslagits från UIC och UNIFE för att stödja en professionell implementering.

INNOTRACK – en kort sammanfattning av några av de viktigaste resultaten

Tillståndsbedömning för spårunderbyggnad

Kostnadsdrivare

Variationer i markens tillstånd leder till instabil spårgeometri och stora underhållsbehov.

Lösning

INNOTRACK har gjort en jämförelse mellan flera undersökningsmetoder och bedömt deras prestanda och

noggrannhet. Dessutom har en databas utvecklats där undersökningsdata kan lagras, hittas och visualiseras.

Nytta

Resultaten från INNOTRACK ger möjligheter att optimera förstärkningsinsatser, vilket minskar spårets geometri-nedbrytning, samt behovet av spårriktning.

Nästa steg

Optimerad internationell användning av nuvarande nationella bedömningsmetoder. Detta inkluderar definitioner av bedömningsmetodikerna, ökad användning och tillägg av ytterligare mätdata till den utvecklade databasen, samt utvärdering av spårnedbrytningens tidsberoende.

Spårstyvhet

Kostnadsdrivare

Spårstyvheten är en viktig faktor i samspelet mellan tåg och spår. Förenklat styr spårstyvheten spårets inverkan på fordonet. Detta är särskilt viktigt för höghastighetståg och för tunga gods-transporter. Det bör här påpekas att det normalt inte är den specifika styvheten som är viktigast, utan snarare styvhetsvariationen. Vidare har spårstyvheten en naturlig variation på grund av klimatvariationer. En varierande spårstyvhet som är för låg eller för hög orsakar högre dynamiska laster, vilket är en viktig kostnadsdrivande faktor.

Lösning

INNOTRACK har tagit ett stort steg framåt när det gäller att utreda denna fråga. Tekniker har utvecklats för att mäta och utvärdera spårstyvheten. Därigenom har förståelsen för vilken påverkan spårstyvheten ger ökat, vilket har gjort det möjligt att optimera spårets styvhetsdistribution.

INNOTRACK har därutöver, för första gången, genomfört en internationell jämförelse av spårstyvhetsvariationer i spårväxlar. Resultatet visar tydligt den betydande potential som finns för att minska de dynamiska krafterna. De mätningarna som har utvecklats inom INNOTRACK är ett verktyg för att övervaka och underhålla en korrekt styvhet i växlar, men även i t.ex. övergångszoner.

Utveckling och utvärdering / jämförelse av flera metoder för mätning av spårstyvhet har genomförts inom INNOTRACK. För att bedöma inverkan av varierande undergrundsförhållanden har det inom INNOTRACK dessutom utvecklats och utvärderats ett antal numeriska och experimentella tekniker och metoder.

Nytta

Bättre kunskaper om spårstyvheten ger möjligheten att optimera banans styvhet och därigenom minska de dynamiska krafterna, vilket leder till minskad nedbrytningen av spår och spårväxlar / korsningar.

Nästa steg

Spårstyvheten har ett starkt inflytande på belastning av bana och rullande materiel. Spårstyvhet är fortfarande en öppen fråga i den tekniska specifikationen för driftskompatibilitet (TSD) gällande infrastruktur. Resultaten från INNOTRACK är en bra början för att förbättra denna TSD.

Resultaten från INNOTRACK kommer vidare att användas för att optimera spårväxlar och spårkorsningar.

Fyra grundförstärkningsmetoder

Kostnadsdrivare

Att förstärka undergrunden är mycket dyrt. Kostnaderna inkluderar inte bara arbetskraft och material, utan även trafikstörningar, hastighetsnedsättningar etc.

Lösning

INNOTRACK har utvecklat, provat och utvärderat fyra olika grundförstärkningsmetoder. Dessa är en optimerad användning av geonät och geotextilier, användning av vertikala kalkcementpelare, samt användning av lutande kalkcement pelare. Den senare metoden har demonstrerats fungera under tågdrift. Att spåret kan hållas öppet under arbetet leder till betydande kostnadsbesparingar och minimering av trafikstörningar. Samtliga metoder har verifierats genom numeriska simuleringar / beräkningar och/eller experimentella tester.

Nytta

De förbättrade och optimerade metoderna minskar LCC avsevärt, vilket har visats och kvantifierats inom INNOTRACK. De ger därutöver möjligheter att reducera driftsstörningar vid förstärkningsarbeten.

Nästa steg

De utvecklade lösningarna måste nu integreras i nationella och internationella regelverk.

Två ballastfria spårlosningar

Kostnadsdrivare

Förändring i spårets upplagsstyvhet är en viktig faktor som kan orsaka en

accelererad spårnedbrytning. Detta gör att spåret kräver tätare spårriktning för att korrigera linje och nivå, slipning för att avlägsna ytdefekter såsom kontaktutmattningsprickor, samt oförstörande provning av rälen för att förhindra rälbrott och garantera en säker drift. Situationen är än värre för växlar och korsningar på grund av deras komplexa geometri och de högre dynamiska krafter som genereras här.

Den centrala drivkraften för utvecklingen av de nya ballastfria spårlosningarna var att minska livscykelkostnaderna genom att utveckla spårlosningar som till stor del eliminerar variationer i spårstyvhet.

Lösning

Två spårlosningar har utvecklats inom INNOTRACK:

The Embedded Rail System

Systemet har en hög produktionseffektivitet med sekventiell högkapacitetsgjutning, anpassning och montering av räl. Produktionskapaciteten är upp till 1,5 meter per minut för ett höghastighetsspår. Inga spårriktnings- eller ballasteringskostnader. En innovativ rälform som tillåter 25% mer rälsitage och fullt utnyttjande av hårdare rälstål. En fordonsvänlig design för att minimera fordonskostnader. Det kontinuerligt upplagda, enkla och låga systemet tillåter automatiserad fordonsbaserad inspektion inklusive video, ultraljudsprovning, samt geometrimätningar. Det finns också en potential för fiberoptiska sensorer i betongen för att kontrollera sättningar.

The Two-Layer Steel Track

Detta system är speciellt utformat för högt belastade växlar och korsningar. Spårlosningen innefattar ett helt nytt koncept som har tagits från idé till prototyp inom INNOTRACK. Den ger genom sin design en jämn upplagsstyvhet vilket minimerar underhållsbehovet. Det är en modulär konstruktion vilket underlättar en snabb installation och därigenom minskade installationstider och kostnader.

Nytta

The Embedded Rail System

Hög produktivitet med 30% minskad byggtid, lägre byggkostnader –

konkurrenskraftig gentemot ballastspår. Låg kostnad för anläggningsmaskiner vilka kan samordnas med vägsektorn. Lösningen ger även ökat utrymme i tunnlar på grund av sin låga konstruktionshöjd. Underhållet reduceras på grund av den förbättrade fordonsinteraktionen, elimineringen av ballastunderhållet, ökad livslängd hos rälerna (på grund av minskad utmattning och slitage) och över 60 års livslängd för spåret. Förenklar automatisk inspektion med fullständig ultraljudsprovning. Möjliggör även helt automatisk video / geometri inspektion. Därutöver eliminerar konstruktionen flera av de haverimoder som kan uppstå på konventionella spår.

The Two-Layer Steel Track

Konstruktionen garanterar ett jämnt upplag och justerbarhet. Den modulära uppbyggnaden med en panelbaserad design möjliggör en snabb och kostnads-effektiv installation, samt en effektiv logistik. Konstruktionen ger möjlighet att öppna spåret för linjehastighet efter varje spårinnehav. Nedbrytningen av bankroppen är betydligt lägre vilket resulterar i minimalt underhåll (ingen spårriktning) och ökad spårtilgänglighet. Därutöver ger det jämnare upplagsstödet samt de minskade kontaktkrafterna en ökad livslängd för rälerna. Installationskostnaderna är jämförbara med ballasterade spårväxlar / spårkorsningar när tågstörsningskostnader beaktas.

Nästa steg

De utvecklade lösningarna implementeras nu i drift.

Riktlinjer för val av optimal rälkvalitet

Kostnadsdrivare

Odifferentierad användning av konventionella (ej värmebehandlade, medelhållfasta) rälstål i kurvor med radier upp till 5 000 m resulterar i alltför höga underhållskostnader och / eller förtida investeringskostnader för rälyte.

Lösning

Baserat på en mängd långvariga spårmatningar har INNOTRACK kunnat utveckla och kalibrera prognosmodeller för övergripande rälnedbrytning i form av slitage och

rullkontaktutmattning (RCF). Jämfört med konventionella rälstål har värmebehandlade rälvisat överlägsna slitageegenskaper och rullkontaktutmattningshållfasthet. Två olika urvalskriterier för rälstål – en ”radiebaserad” och en ”nedbrytningsbaserad” – har tagits fram. Bägge dessa kriterier har konsekvent visat de tekniska och ekonomiska fördelarna av en omfattande användning av värmebehandlade stålkaliteter.

Nytta

Den förbättrade hållfastheten som fås genom en omställning till värmebehandlat stål leder till en betydligt längre livslängd, avsevärt sänkta livscykelkostnader, samtidigt med en ökad spårtilgänglighet. De investeringar som krävs kan betala sig inom en mycket kort tid. De kostnadsbesparingar som fås i de specifika fallen kan utvärderas med hjälp av den LCC-modell som utvecklats inom INNOTRACK. Exempel på sådana beräkningar har redovisats i projektet.

Nästa steg

De riktlinjer som utvecklats inom INNOTRACK har nu skickats vidare till UICs Track Expert Group och föreslås ligga till grund för en UIC / UNIFE TecRec (att ersätta UIC 721).

Tillväxt av “squats”

Kostnadsdrivare

Squats blir allt vanligare på det europeiska järnvägsnätet. Avhjälpande underhållsåtgärder innefattar slipning, återställande genom påläggssvetsning, eller genom inläggning av en passräl. Dessa åtgärder är kostsamma och har en betydande inverkan på underhållsbudgeten.

Lösning

Kunskap om orsakerna till varför squats bildas och vilka faktorer som påverkar tillväxten måste utökas så att optimerade och riktade åtgärder kan sättas in. Arbetet inom INNOTRACK, vilket inkluderar såväl fältmätningar som numeriska simuleringar, har varit ett viktigt steg i denna riktning. Speciellt har frågan om vilka ytdefekter som kommer att växa till fullt utvecklade squats undersökts noga.

Nytta

Arbetet i INNOTRACK ger hjälp i att optimera underhållsåtgärder och kommer att underlätta en övergång till planerat underhåll. Minskningen i underhållsrelaterade kostnader kommer att bero av spåregenskaper och trafikering, men förväntas bli betydande.

Nästa steg

Den förvärvade kunskapen behöver inkluderas i operationella normer / föreskrifter och i underhållshandböcker. Slutsatserna baseras i huvudsak på undersökningar från den nederländska järnvägen. Undersökningen bör utvidgas till att undersöka om resultaten är lika tillämpliga för andra europeiska nätverk. Det finns även ett fortsatt stort behov av ytterligare kunskap, t.ex. vad gäller tillväxt av squats under generella driftsförhållanden..

Korrugering

Kostnadsdrivare

Korrugering leder till ökade bullernivåer, samt högre kontaktkrafter mellan hjul och räl. Den normala underhållsåtgärden är slipning, vilket är kostsamt och orsakar trafikstörningar. Det finns även belägg för en ökad risk för squats på korrugerade spår.

Lösning

INNOTRACK har utvecklat en metod för att bestämma tillåtna korrugeringsnivåer både med avseende på buller och risken för sprickbildning i hjul och räl.

Nytta

Den numeriska verktygslåda som utvecklats kan användas för att bestämma slipningsintervall m.m.

Nästa steg

Den förvärvade kunskapen behöver inkluderas i operationella normer / föreskrifter och i underhållshandböcker. För att ytterligare optimera underhållsåtgärderna skulle en djupare kunskap om korrugeringstillväxt, samt om relationen mellan driftsförhållande och spricktillväxt vara värdefull.

Isolskarvar

Kostnadsdrivare

Isolskarvar innebär en diskontinuitet i rälerna. På grund av detta kommer de att

utsätts för höga belastningar vilket kan leda till nedkörning av skarven (vilket i sin tur leder till ännu högre belastning) och materialutvalsning (vilket kan orsaka kortslutning av signalsystemet). Om inte nedbrytningen upptäcks på ett tidigt stadium innebär de korrigerande åtgärderna ofta skarvbyte och därigenom betydande underhållskostnader och trafikstörningar.

Lösning

INNOTRACK har genomfört omfattande simuleringar vad gäller mekanisk nedbrytning av isolskarvar. Därutöver har fältmätningar genomförts för att kontrollera simuleringarna. Resultatet är en betydligt bättre förståelse av inverkan av olika driftsparametrar och relaterade nedbrytningsmekanismer.

Nytta

Arbetet inom INNOTRACK lägger grunden för att föreskriva skarvgeometri och tillåtna toleranser under olika driftsförhållanden. Dessutom förväntas den ökade förståelsen av nedbrytningsmekanismerna bidra till en förbättrad design av isolskarvar.

Nästa steg

Den förvärvade kunskapen behöver inkluderas i operationella normer / föreskrifter och i underhållshandböcker. En ökad kunskap krävs om inverkan av driftsförhållanden, spårstyvhet, materielegenskaper etc.

Rälsprickor

Kostnadsdrivare

Sprickor i räler är i slutändan ett säkerhetsproblem. För att undvika att sprickor växer till brott, måste de detekteras och åtgärdas då de är små. Dessutom måste höga överlaster undvikas. Bristen på precision hos förebyggande åtgärder, inklusive vilka lastnivåer som kan tillåtas, leder till ökade kostnader och / eller äventyrar säkerheten.

Lösning

Tillväxt av rälsprickor har studerats inom INNOTRACK. Syftet var att kvantifiera vilken påverkan olika operativa parametrar har, samt att prediktera inspektion och underhållsbehov. Ett exempel på användning är en

kvantifiering av vilka lastnivåer från hjulplattor som kan tillåtas.

Nytta

Det arbete som utförts inom INNOTRACK har ökat precisionen i operativa beslut och underhållsåtgärder. En särskild fördel är att befintliga underhållsåtgärder kan utvärderas och verifieras / revideras med hjälp av vetenskapligt beprövade metoder.

Nästa steg

Resultaten från INNOTRACK har redan använts för att förbättra föreskrifter gällande tillåtna operativa laster. En harmonisering på europeisk nivå behövs. Därutöver behöver de delar av arbetet som relaterar till underhållsintervall implementeras i form av underhållshandböcker och föreskrifter. Metoden bör utvidgas till att även omfatta andra viktiga defekter inom det europeiska järnvägsnätet.

Rältester

Kostnadsdrivare

Bra tester av räler främjar utvecklingen av lämpliga rälkvaliteter och tillhörande underhållsstrategier. Detta leder till minskade underhållskostnader. Fälttester är mycket kostsamma och svåra att genomföra under kontrollerade förhållanden. Om laboratorietester kan ersätta dessa kommer betydande kostnadsbesparingar uppnås. Dock innehåller inte den nuvarande europeiska standarden (prEN 13674: 2009) något direkt mått på olika parametrar som relaterar rälkvaliteten till de två viktiga nedbrytningsmekanismerna slitage och rullkontaktutmattning (RCF). Istället förlitar sig standarden (och järnvägsingenjörer) på indirekta mått såsom ythårdhet och draghållfasthet. Utöver detta problem kan man notera att resultat från test som idag genomförs av olika organisationer (infrastrukturhållare, rältillverkare, och forskarsamhället) för att utvärdera slitage och RCF inte är jämförbara och endast ger en indikation på de operativa egenskaperna hos de olika rälkvaliteterna. Alla dessa faktorer leder till mindre effektiva och mer kostsamma tester än vad som borde vara fallet. Det kan även bidra till ett val av rälkvalitet som inte är optimalt.

Lösning

INNOTRACK har genomfört ett grundläggande arbete för att harmonisera laboratorieprov av rälstål (såväl nedskalade som i full skala). Dessa test har relaterats till operationella driftsförhållanden genom numeriska simuleringar och laboratorieundersökningar av den mikrostrukturella deformationen / skadan. Detta systematiska tillvägagångssätt är unikt inom järnvägssektorn. Resultaten har givit ytterligare vetenskapliga belägg för vilken nytta högre stålqualiteter ger.

Nytta

Arbetet i INNOTRACK har resulterat i en metod för jämförelse av rälkvaliteter. De riktlinjer som getts förväntas ingå i framtida rälspecifikationer i Euronorm.

Nästa steg

Arbetet fortskrider både med att formalisera och standardisera rapportering av tester (inkluderat fältförsök), samt med att hitta bättre metoder för att jämföra prov och driftsförhållanden genom numeriska simuleringar och undersökning av den mikrostrukturella deformationen / skadan. Ett initiativ kommer att tas för att föra fram detta som ett viktigt bidrag till en ny CEN-standard.

Inspektionsmetoder och utrustning för att upptäcka rälsprickor

Kostnadsdrivare

Oförmåga att upptäcka rälsprickor på ett tidigt stadium försvårar planeringen av underhållsåtgärder såsom slipning. Detta kan resultera i att sprickor tillåts växa för länge innan de avlägsnas, vilket leder till högre slipningskostnader och mer driftstörningar, samt en minskning av rälens operativa livslängd. I svåra fall kan det även vara en säkerhetsfråga.

Lösning

Ett betydande antal inspektionsmetoder och utrustningar för att upptäcka rälsprickor har testats inom INNOTRACK. De olika metoderna har jämförts med avseende på noggrannhet i att detektera olika typer av sprickor. Utrustningen har utvärderats i laboratoriemiljö, samt i fält.

Nytta

Arbetet i INNOTRACK ger en infrastrukturtherållare en god grund att välja lämplig utrustning för att detektera rälsprickor.

Nästa steg

Arbetet fortsätter inom de europeiska projekten INTERAIL och PM 'n' IDEA.

Rälslipning**Kostnadsdrivare**

Slipning är en nödvändig underhållsåtgärd som används för att öka rälens tekniska och ekonomiska liv och minska livscykelkostnaderna. Slipningskostnaderna är idag höga. Två skäl till detta är dålig planering av logistiken och brist på genomgripande strategier för slipning av järnvägsstråk.

Lösning

INNOTRACK har tagit fram riktlinjer för optimerade slipningsförfaranden. Dessa riktlinjer omfattar inte bara tekniska specifikationer (t.ex. profiltoleranser), utan också logistiska och strategiska överväganden..

Nytta

INNOTRACKs riktlinjer ger stöd för att avgöra vilka målprofiler slipningen skall sträva mot. De är även ett hjälpmedel för infrastrukturtherållare dels för att optimera slipningen ur ett logistikperspektiv och dels för att införa en tydlig slipningsstrategi för hela nätverket.

Nästa steg

Arbetet fortsätter i en arbetsgrupp som utarbetar en TecRec baserat på INNOTRACKs riktlinjer. Denna nya TecRec skall utvidgas jämfört med riktlinjerna inom följande områden: Hur strategin skall genomföras, logistik-aspekter, ekonomiska aspekter, samordning med andra underhålls-åtgärder och en harmonisering av målprofiler.

Svetsar med smal värmepåverkad zon**Kostnadsdrivare**

Svetsar innebär en störning i spårets egenskaper. Detta kan leda till ökad belastning, vilken påskyndar spårets nedbrytning. Dessutom förbrukar svetsningen stora mängder energi, vilket

är negativt både ur ett LCC- och ett miljöperspektiv.

Lösning

INNOTRACK har utvecklat och utvärderat nyttan av svetsar med en smal värmepåverkad zon.

Nytta

Svetsar med en smal värmepåverkad zon är överlägsna ur ett energiperspektiv. Dessutom har INNOTRACK utvärderat vilka gynnsamma mekaniska egenskaper man får på grund av den smala värmepåverkade zonen.

Nästa steg

Svetsar med en smal värmepåverkad zon måste nu introduceras på en bredare front i operativ drift. Nationella och internationella föreskrifter behöver anpassas för att inkludera de resultat som tagits fram inom INNOTRACK.

Kartläggning och redovisning av kostnader**Kostnadsdrivare**

Brist på ett standardiserat sätt att hålla koll på kostnader och koppla dem till komponenter, arbetsuppgifter etc, förhindrar en identifiering av kostnadsdrivare och en optimering av livscykelkostnaderna för nätverket.

Lösning

INNOTRACK har genomfört en kartläggning av de viktigaste kostnadsdrivande faktorerna på en europeisk nivå och en detaljerad kartläggning av kostnadsfördelningen för spår, växlar och korsningar. Denna kartläggning har visat var potentialen för kostnadsbesparingar finns. Därutöver har INNOTRACK har föreslagit ett ramverk för en enhetlig kostnadsredovisning.

Nytta

Utifrån de kostnadsdrivande faktorer som identifierats inom INNOTRACK kan arbetet med att minska livscykelkostnader utföras på ett effektivt sätt. Därutöver kan en harmoniserad kostnadsstruktur främja internationellt samarbete och utbyte av information och kunskap.

Nästa steg

Arbetet i INNOTRACK är ett första steg. För att få allmän acceptans måste

arbetet föras framåt i standardiseringsorgan.

Optimeringar av spårväxlar och spårkorsningar**Kostnadsdrivare**

Spårväxlar och korsningar innebär en diskontinuitet i spårsystemet. Detta resulterar i höga dynamiska belastningar på spår och rullande materiel. Växlar och korsningar är även känsliga komponenter vilka har en relativt hög benägenhet för mekaniska fel.

Lösning

Genom numeriska simuleringar kalibrerade från fältmätningar har man inom INNOTRACK kunnat föreslå flera åtgärder för att optimera de mekaniska egenskaperna hos växlar och korsningar och därigenom förbättra deras egenskaper. Dessa åtgärder omfattar spårviddsökning, optimerad styvhet och en geometrioptimering hos komponenter.

Nytta

De innovativa lösningarna ger en minskning av de operativa lasterna. Detta kommer att minska nedbrytningen av växlar och korsningar, samt den skadliga inverkan på passerande fordon.

Nästa steg

De föreslagna åtgärderna är nu under fullskalig utvärdering. Resultaten hittills tyder på en markant ökad prestanda för de optimerade spårväxlarna och korsningarna.

Numerisk prediktering av skada, samt optimering av växelkomponenter**Kostnadsdrivare**

Växlar är utsatta för mycket höga dynamiska belastningar. På grund av detta drabbas de ofta av skador, vilket resulterar i kostsamt underhåll och / eller utbyte. Utöver de direkta kostnaderna resulterar åtgärderna även ofta i betydande trafikstörningar.

Lösning

Inom INNOTRACK har man för första gången någonsin utvecklat en metod för att numeriskt prediktera detaljerad

nedbrytning av växeln i form av plastiska deformationer, slitage och rullkontakt-utmattning. Modellen har applicerats för operativa korsningsspetsar. För att genomföra detta har en mängd avancerade simuleringspaket kombinerats. Dessutom har relevanta materialegenskaper tagits fram. Validering mot operativa komponenter visar en mycket god noggrannhet. Inom INNOTRACK har även innovativa material för växelkomponenter testats i laboratorieförsök med mycket intressanta resultat. Ramverket för att ta hänsyn till de mekaniska egenskaperna hos dessa innovativa material i de numeriska simuleringar har utvecklats.

Nytta

Resultaten från INNOTRACK kan ses som en verktygslåda vilken kan användas för att optimera växelkomponenter redan i utformningsskedet. Detta kommer att leda till betydande besparingar i behovet av framtida spårtester. Det ger även förutsättningar för att göra bättre val av både materialegenskaper och geometri hos spårväxlar och korsningar. Därutöver har undersökningen av vilka materialegenskaper och tester som krävs för att kunna genomföra simuleringarna gett ett välbehövligt stöd till metallurgiska design och utveckling av nya stål för korsningsspets och andra komponenter.

Nästa steg

I dagsläget fortsätter arbetet med en analys av effekterna av att införa nya material. Därutöver genomförs fullskaleförsök vilka även inkluderar några innovativa material för att ytterligare validera simuleringarna. Arbetet måste nu fortsätta mot att utveckla optimerade lösningar och operativ integrering av dessa i växelsystemet.

Öppen standard för elektronisk förregling och ihåliga sliprar

Kostnadsdrivare

Den nuvarande bristen på ett standardiserat gränssnitt för förregling är ett hinder för att uppnå skaleffekter inom produktionen och för en ökad konkurrens inom Europa. Detsamma gäller för

ihåliga sliprar, där en standardiserad geometri även skulle stimulera anpassningen av maskiner för spårriktning.

Lösning

INNOTRACK har föreslagit en öppen standard för elektronisk förregling. Dessutom har INNOTRACK föreslagit en standardiserad ihålig sliper för att hållbarhets växels drivmekanismer.

Nytta

Som nämnts ovan kommer de framtagna lösningarna ge skalfördelar m.m. Dessutom kommer standardiseringen att underlätta inköp. Av dessa skäl kommer den standardisering som föreslagits inom INNOTRACK sannolikt att leda till betydande besparingar.

Nästa steg

Den föreslagna standarden för ihålig sliper behandlas nu inom CEN. Det standardiserade gränssnittet för elektronisk förregling behöver viss ytterligare utveckling och kommer därefter överlämnas till standardiseringsorgan.

Nyckelparametrar för automatisk övervakning av växlar

Kostnadsdrivare

Oplanerat underhåll av spårväxlar är dyrt och leder till trafikstörningar. Problemet förvärras ytterligare om det finns en brist på information som kan hjälpa underhållspersonal att lokalisera felet.

Lösning

Nyckelparametrar för att automatiserad övervakning av växlar har identifierats inom INNOTRACK. Algoritmer för att upptäcka fel har utvecklats. För att validera övervakningssystemet har tester utförts i laboratorium och i fält.

Nytta

Det arbete som utförs inom INNOTRACK stödjer utvecklingen av automatiska övervakningssystem vilka kan indikera fel i växelkomponenter och därmed minska tidsåtgången för reparation. De kan också användas för att identifiera uppkommande fel så att underhåll kan genomföras innan dessa

blir kritiska och orsakar driftstörande fel i växeln.

Nästa steg

Lösningarna framtagna inom INNOTRACK måste nu utvecklas ytterligare och integreras i kommersiella produkter.

Utvärderingsmetod för livscykelkostnader

Kostnadsdrivare

En av de mest betydande komplikationerna vid införandet av innovativa lösningar inom bantekniken är bedömningen av deras inverkan på livscykelkostnaden. En bristfällig bedömning kan leda till felaktiga beslut och tillhörande kostnadsökningar.

Lösning

INNOTRACK har utvecklat en stringent, enhetlig metodik på europeisk nivå för utvärderingar av livscykelkostnader. Metoden ger en möjlighet att utvärdera konsekvenserna av olika scenarier i form av förändrade livscykelkostnader. Ett ytterligare resultat är att metoden ger väldefinierade analyser vilka tydligt indikerar vilka faktorer som har beaktats.

Nytta

Förutom att erbjuda ett objektiva verktyg för beslutsfattande kan den modell för livscykelkostnadsanalys som utvecklats inom INNOTRACK även användas för att jämföra olika scenarier. Den kan även användas för att utvärdera den påverkan olika parametrar har, t.ex. effekten av att anta olika räntesatser eller att fördröja insatser.

Nästa steg

Metoderna används för närvarande operativt t.ex. inom DB. Den fortsatta europeiska användningen förutses leda till förbättringar i analysen. Exempel på områden där detta förväntas är mer omfattande analyser av hur den statistiska spridningen påverkar prognoserna, samt införande av förbättrade modeller för att prediktera nedbrytning av spåret.

Logistiklösningar

Kostnadsdrivare

Kostnadsdrivare relaterade till logistik omfattar förvaltnings / organisatoriska, strategiska och tekniska frågor, såsom:

- brist på strategi för spårdispositioner med tydlig planering av personella och maskinella resurser, samt identifiering av strategier och förfaranden för att minimera störningar
- otillräcklig långsiktig planering och finansiering, med åtaganden från finansierande organ
- brister i projektkledning och verksamhetsplanering

Därutöver är lokala regler och föreskrifter ofta de viktigaste hindren för öppnandet av nationella marknader. Inom INNOTRACK har dock bara tekniska kostnadsdrivare behandlats.

Lösning

INNOTRACK har föreslagit lösningar som minimerar behovet av spårdispositioner, tillåter underhåll med minimala trafikstörningar, ger höga produktionsnivåer, samt minimerar de negativa effekterna av regler och bestämmelser genom användning av standardmaskiner. Exempel på sådana lösningar är:

- Relaterat till spårets underbyggnad: Lutande kalkcementpelare, inbäddat ballastfritt spår, samt ballastfri växel utvecklad för mycket snabb montering.
- Relaterat till växlar och korsningar: Införandet av en modulär växel, ”plug-and-play” - lösningar, samt den ballastfria växeln som nämns ovan.
- Relaterat till räler och svetsar: Användning av ultra-långa räler (upp till 120m osvetsade), mindre

svetsning, ”just-in-time” transport till byggsplatsen, minskad hantering och lagerhållning.

Nytta

Beräknade besparingar i livscykelkostnader är 30%. Detta inkluderar kvalitativa uppskattningar, som dock bygger på konkreta uppskattningar av operativ drift och därmed anses vara rimliga.

Nästa steg

Viktiga logistikrelaterade frågor rör ofta processer, människor och kulturer. En nyckel till framgång är att bygga en närmare och öppnare relation mellan infrastrukturförvaltare, industriföretag och entreprenörer. Ett viktigt nästa steg är arbetet i den gemensamma arbetsgrupp som har bildats mellan branschorganisationerna EIM / CER / EFRTC och andra sammanslutningar.

Att utvärdera effekterna av INNOTRACK

Utvärdering av logistikvinster

I kapitel 7 i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport ges en översikt över pågående förändringar till följd av en mer internationell strategi inom det europeiska järnvägsområdet. Där ges även en bild av den nuvarande situationen som bakgrund för att identifiera möjliga förbättringar utgående från en identifiering av logistikbegränsningar och hur dessa kan övervinnas. Intervjuer med både entreprenörer och infrastrukturhållare har indikerat betydande potential för besparingar enbart genom att tackla dessa logistikrelaterade frågor. Möjliga förbättringar är mer samarbete, partnerskapbaserade strategier i syfte att optimera användningen av tillgängliga spårdispositioner, sänka kostnader och / eller leverera mer inom den tillgängliga budgeten och därigenom öka effektiviteten.

Teknisk och ekonomisk utvärdering

Att utvärdera livscykelkostnaden för anläggningen är ett viktigt verktyg i beslutsprocessen. I INNOTRACK har detta studerats i ett särskilt delprojekt. Arbetet sammanfattas i kapitel 8 i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport.

Ett viktigt resultat från INNOTRACK är att en harmoniserad beräkningsmetod för livscykelkostnad har tagits fram på europeisk nivå. Denna metod gör det möjligt att identifiera kostnadsdrivare, bedöma kostnaderna för spårkomponenter / moduler och göra jämförelser mellan länder. I utvärderingarna visar det sig att diskonteringsräntan har en betydande inverkan på beräknad livscykelkostnad. Detta har beskrivits och kvantifierats för olika situationer.

Ett flertal komplikationer vid utförandet av livscykelkostnadsanalyser har beskrivits. Exempel på sådana är att

kunna uttrycka relationen mellan tekniska och ekonomiska aspekter och hur den operativa livslängden beror av felfrekvensen för olika komponenter i järnvägssystemet. Andra faktorer, såsom tillgänglighet och inverkan av reparationsfrekvens, beaktas också.

Eftersom större delen av livscykelkostnaden läses innan installationsfasen är det här de största besparingar kan göras. Detta innebär även att det är mycket viktigt att infrastrukturhållare ger återkoppling till leverantörer i syfte att minska livscykelkostnaderna.

Utvärdering av RAMS (tillförlitlighet, tillgänglighet, underhållbarhet och säkerhet) har också behandlats inom INNOTRACK. Användning av RAMS inom spår och konstbyggnadsområdena befanns vara i ett tidigt skede. Därför gjordes vissa grundläggande utredningar inom INNOTRACK. Dessa presenterades tillsammans med förslag till fortsatt utveckling.

Total kostnadsreduktion

Mål för den totala kostnadsreduktionen som resultaten från INNOTRACK kan ge upphov till beskrivs i detalj i kapitel 2 i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport. Arbetet inom INNOTRACK har visat att det inte är möjligt att presentera en gemensam internationell siffra på den totala kostnadsminskningen relaterad till de lösningar som utvecklats inom INNOTRACK. Anledningen till detta är främst att varje

infrastrukturhållare har sin egen underhållsstrategi och att kostnaderna för underhåll och reinvestering varierar mycket.

Mer intressant är troligen vilken minskning som kan uppnås för en viss järnväg. Detta är en viktig fråga eftersom det fullständiga införandet av resultaten från INNOTRACK är en process som kommer att ta många år. Vilka delar och områden skall en viss järnväg prioritera i denna process? I kapitel 9 i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport redovisas en utvärdering av den

potentiella totala minskningen i livscykelkostnad som erhålls genom tillämpning av en rad INNOTRACK-innovationer hos fyra infrastrukturhållare.

Utvärderingarna visar att den potentiella minskningen i livscykelkostnad ligger i nivå med det mål som fastställts. Detta resultat har också stöd från detaljerade analyser av vissa innovativa lösningar med hjälp av en standardiserad process för utvärdering av livscykelkostnad som har utvecklats inom INNOTRACK.

Informationsspridning och implementering

Många EU-projekt avslutas när projektet formellt avslutats. Anledningen är helt enkelt att det inte finns några ekonomiska fördelar för många av de deltagande medlemmarna att fortsätta med implementeringsarbetet. Av denna anledning producerar alltför många EU-projekt ”hyllvärmare” vilka inte implementeras operativt. Inom INNOTRACK har det ända från början varit en ambition att fokusera på implementering. Detta är orsaken till det engagemang och det bidrag med extra

resurser som internationella järnvägsunionen UIC har ställt upp med.

Under projekttiden och efter den formella avslutningen av projektet har ett omfattande arbete genomförts för att förbereda och stödja implementeringen av resultat från INNOTRACK. Detta arbete har engagerat många järnvägar både inom och utanför INNOTRACK-konsortiet, samt flera organisationer och tillsynsmyndigheter. Detta beskrivs mer i

detalj i kapitel 10 i INNOTRACKs avslutande tekniska rapport.

Därutöver har en implementeringsgrupp bildats utifrån INNOTRACKs styrkommitté och samordningsgrupp. Syftet med denna grupp är att främja och samordna implementeringen av resultaten från INNOTRACK på en europeisk nivå. Detta gör INNOTRACK till ett unikt projekt när det gäller hur implementeringen organiseras.