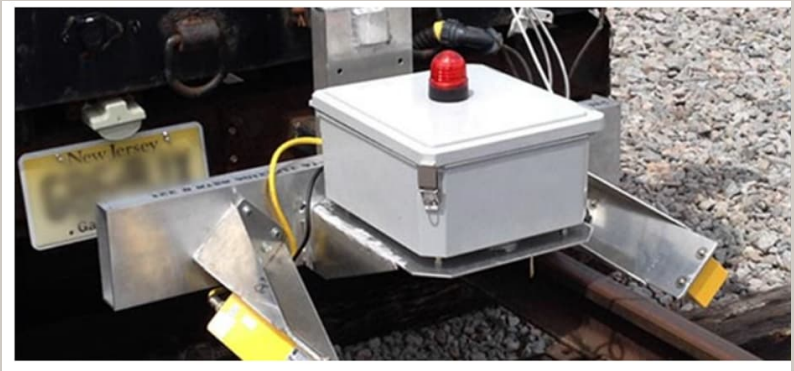
TRAFIKVERKET

Slutrapport:

Test av utrustning för digital belastad spårlägesmätning monterad på arbetsfordon. (TSA)



Innehåll

1. BAKGRUND TILL TESTET. 3
2. SYFTE MED TESTET 3
3. RESULTAT AV TESTET 4

3.1. Protran - Callisto 4
3.1.1. Fältbesök Salt Lake City - Callisto HyRail. 4
3.1.2. Callisto Rapporter 5
3.1.3. Summering av Callisto 7
3.1.4. Callisto i Spårriktare - Mark 4 http://www.harscorail.com/equipment/surfacing/mark-iv-tamper.html#available-options 7

3.2. Latronix LTM (TSPL) 8
3.2.1. Installation på arbetsmaskinen 9
3.2.2. LTM (TSPL) beskrivning 10
3.2.3. LTM (TSPL) rapporter 11
3.2.4. Kalibrering / serviceavtal 15
3.2.5. Mekanik 17
3.2.6. Användarvänlighet för operatören 17
3.2.7. Funktion datainsamling 18
3.2.8. Funktion hos entreprenör 18
3.2.9. Förbättringsförslag från entreprenör 18

3.3. Redemptor TMS19 19
4. SLUTSATS 22

4.1. Harsco 22

4.2. Latronix 22

4.3. Redemptor 22

4.4. Allmänt 22

TMALL 0004 Rapport generell v 2.0

1. Bakgrund till testet.

Ett av Trafikverkets mål är att tillhandahålla en ”Robust och tillförlitlig infrastruktur ”och därför måste bl.a. spårläge på järnväg uppfylla nationella krav och EU krav angivna .

Trafikverket har ett begränsat antal (4 st) mätfordon för belastad spårlägesmätning tillgängliga. Detta medför ofta en fördröjning innan spårläget kan godkännas för en spårsträckas STH efter utfört arbete. Denna brist på tillgängliga resurser för belastad spårlägesmätning kan leda till onödiga förseningar i tågtrafiken.

Dessa mätfordon används främst vid säkerhetsbesiktning av spårläge. Säkerhetsbesiktning av spårläge utförs fler gånger per år och resultatet av dessa mätningar registreras i vissa fall som besiktningsanmärkningar som måste åtgärdas inom en fastställd tidsperiod.

Då mätfordon sällan används för kontroll av spårläge efter utförda arbeten så finns ett stort behov av fler fordon/spårarbetsmaskiner med spårlägesmätutrustning som kan utföra belastad spårlägesmätning efter utfört arbete.

Trafikverkets kravdokument *TRVINFRA-00013 Banöverbyggnad Spårläge* anger om belastad spårlägesmätning krävs, eller om obelastad spårlägesmätning tillåts, vid godkännande av spårläge efter arbete för en spårsträckas STH.

Trafikverket erbjöd flera leverantör att presentera och testa sin spårlägesmätutrustning för mätning av spårläge belastat. Efter många arbeten krävs belastad spårlägesmätning t.ex. stabilitetspåverkande arbeten.

Denna rapport innehåller en sammanställning av test utfört med tre olika utrustningar för digital belastad spårlägesmätning monterad på arbetsfordon. (TSA)

2. Syfte med testet

Syfte med testet var att utvärdera olika leverantörers utrustningar för digital belastad spårlägesmätning monterad på arbetsfordon.
Krav som ska uppfyllas framgår av:

- SS-EN 13848-3 Järnvägar - Spår - Spårlägeskvalitet. Del 3: Mätsystem - Maskiner för spårbyggnation och spårunderhåll

- TRVINFRA00013 Banöverbyggnad- Spårläge

  Vår förhoppningen på testet var att kunna verifiera de mätutrustningar som identifierats i förstudier skulle fungera i Sverige med Trafikverkets interna system, t.ex. Optram.

3. Resultat av testet

3.1. Protran - Callisto

David Geering, Harsco som var delaktig i Stoneblower projekt och vid diskussioner om spårläges kontroll efter utfört arbeta fick vi veta om Callisto systemet. David skickade över en övergripande beskrivning om produkten.

Vi tyckte att detta system var mycket intressant och borde kunna använder i Sverige med några mindre modifiering programvara.

Orlando Parra Ruiz från Harsco Tyskland tog kontakt med oss och vi bokade in ett möte i Halmstad. Vid mötet diskuterade vi vårt behov och Orlando presenterade Harsco produkter.

Vi var intresserat att ser produkten "live" och diskuterade möjlighet att få en mätutrustning till Sverige. Orlando föreslog att vi kunna ser en befintlig mätutrustning som används i ett UH kontrakt i USA, och då skulle vi få möjlighet att ser hela system, dok enligt USA standarder (FRA, Federal Railroad Administration). Utöver det skulle vi få möjlighet att diskutera för och nackdelar med slutanvändaren. Orlando samordnade en träff med UTA (Utah Transit Authority) och representant från Harsco in Salt Lake City.

3.1.1. Fältbesök Salt Lake City - Callisto HyRail.

Exempel till montering på fordon

UTA Underhålls kontrakt
UTA är ansvarig för ca 500 km spår.
En Projektledare, sex arbetsledare, tjugofyra bantekniker
En HyRail pick-up med Callisto samt fler arbetsfordon med HyRail funktion.
En 5 ton lastbil med kran och flak för utrustning och 7 meter räl
t.ex. Hydraulisk rälsdrag utrustning, mm. Samt fler arbetsfordon/pickup.

Vi träffade Dave Filby, Projektledare och Andrew arbetsledare/operatör från UTA.

Vi tittade på Callisto som var monterat längst bak på ett tvåvägsfordon (pickup), montage verkar enkel med snabbkopplings kablage och några monterings bultar.

Callisto system är uppbyggd av laser som läsa av räls position, accelerometer, gyroskop och GPS mottagaren som positionera mätning.

Vikten på tvåvägsfordon var ca 3 ton, vilken ge en axellast av ca 1 ton vid bakaxel, för att ökar belastning och kördynamik av rälsföljare (hjul) använder UTA rälslängder på flak.

Vid snäva kurvor finns det risk att rälsföljaren kan kliva av från spåret, för att minimera denna risk har UTA installerat ett enkelt vatten smörjning system som sprider vatten framför främre rälsföljare. Vatten tank innehåller ca100 liter som i sin tur ge högre belastning på bakaxel.

Kalibrering av Callisto måste göras varje gång fordonet blir spårbundet, det utförs med hjälp av ett Solapass där skevning och spårvidd kontrolleras och detta resultat registreras i Callisto kalibrerings program. Callisto synkroniserar därefter den manuella mätningen med sin egen positionerings system.

Hela kalibreringen tar bara några minuter.

När fordon är spårbunden och system är kalibrerat måste anläggningsinformation registreras i system.
- Spår sektion - Bandel, Mile + foot
- Mätnings ritning Upp/Ner
- Bantyp (klass 1-5, FRA klass 5 är höghastighet 128km/t frakt, 145 km/t persontrafik)

Gränsvärde är färdig inställt enligt banklass, men det finns möjlighet att skapa fler banklass med anpassat gränsvärde.

Mätfordon kan mäta upptill 40km/t, de första 40 meter används för att system ska stabilisera och börja leverera mätdata till styrenhet. Under mätning kan man konnektera längdsektion mot KM stolpar med en enkel knapptryckning på pekskärm. Anläggningsobjekt kan registreras som "event" under körning, t.ex. plankorsning, växlar mm. Dessa objekt blir grå markerad i system och ge viktigt information till spårriktaren att spårgeomteri måste rampa in och ut vid objektet.

På skärmen syns tydligt och kontinuerlig mätdiagram med gränslinjer. Avvikelser som överstiger fastställde toleranser visa i text längst ned på skärm. Då har operatör möjlighet att rapportera akuta anmärkningar direkt till trafikledning och UH personal.

Mätdata från tvåvägsfordon används i dag i UTA som periodiskmätning och underlag till spårriktaren, mätdata (bl.a. CSV fil) överförs med USB minne.

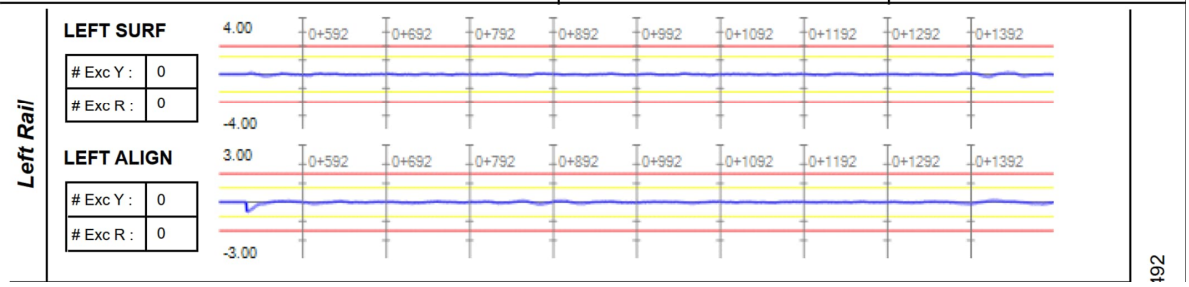
Det finns möjligheter under pågående mätning att visar en tidigare mätning som skugglinjer till realtidsmätning för att ser skillnad.

3.1.2. Callisto Rapporter

Vi har fått kopior av mätdata(csv) från en mätning som skulle verifiera vilken skillnad Callisto obelastad mätning jämförs med Ensco belastat mätning. FRA använder Ensco för den årlig kontroll enligt regelverk. Vi har också fått kopior av PDF rapport/spårläges diagram som används av UH kontrakt att planera in åtgärdar.

På spårläges rapport syns tydliga gränslinjer och värde, position, mätdatum, mätningslängd, mätningslängd på sidan och eventuell "events" på sidan (t.ex. driftplats eller plankorsning)

Location : UTA FRONTRUNNER / North / Main | Measure Date : Mar-10-2019 | RPT Span : 0+493 to 2+1204



I slutet av rapport finns en sammanställning av avvikelser och förslag till max STH i kurvor

Location : UTA FRONTRUNNER / North / Main | Measure Date : Mar-10-2019 | RPT Span : 0+493 to 2+1204

Exceptions Report

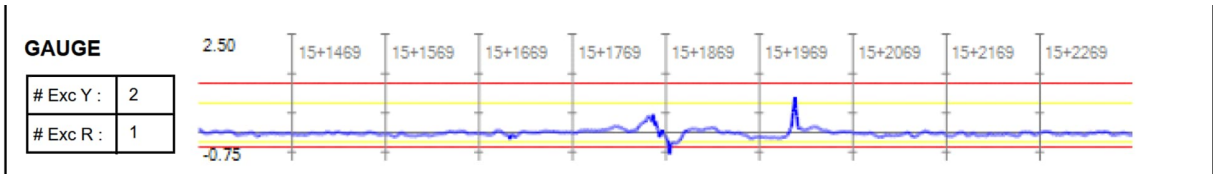
ID	START	END	L/R/B	TYPE	R/Y	MAX_VAL	MAX_LAT	MAX_LONG	COMMENTS
1	0+1898	0+1898	B	gauge	Y	0.858	40.76539993	-111.91057587	
2	1+2284	1+2284	B	gauge	Y	-0.254	40.77907562	-111.90516663	
3	1+2358	1+2360	B	gauge	Y	-0.279	40.77927780	-111.90516663	
4	2+0685	2+0687	B	gauge	Y	0.798	40.78929520	-111.90566254	

Location : UTA FRONTRUNNER / North / Main | Measure Date : Mar-10-2019 | RPT Span : 0+493 to 2+1204

Curve Table

Start_Loc	Start_GPS	End_Loc	End_GPS	Curve Dir	Curve_Len(FT.) (InS/Body/OutS/Total)	Deg_Curve (Min/Avg/Max)	Super_E (Min/Avg/Max)	VMax (FRT/Pass)	Trk_Class
0+1490	40.76434207 -111.91011876	0+1781	40.76509467 -111.91045926	R	117.00 / 104.00 / 69.50 290.50	1.71 / 1.92 / 2.04	0.14 / 0.29 /0.63	49.48 / 56.50	4
0+1988	40.76563544 -111.91066844	0+3579	40.76916802 -111.90855457	R	333.00 / 936.00 / 321.50 1590.50	5.26 / 6.45 / 8.00	2.31 / 3.27 /3.56	37.27 / 40.13	4
0+3901	40.76947621 -111.90747458	0+4861	40.77145189 -111.90532500	L	194.50 / 511.50 / 254.00 960.00	-8.60 / -8.17 / -7.30	-2.61 / -2.35 /-2.09	30.59 / 33.33	4

Exempel av Akut fel som överskrider den röda gränslinjen.



Location :	UTA FRONTRUNNER / North / Main	Measure Date :	Mar-10-2019	RPT Span :	8+1 to 38+837

Exceptions Report

ID	START	END	L/R/B	TYPE	R/Y	MAX VAL	MAX LAT	MAX LONG	COMMENTS
1	8+0760	8+0760	B	gauge	Y	0.827	40.87833405	-111.90422058	
2	10+2364	10+2364	B	gauge	Y	0.877	40.91017914	-111.89197540	
3	15+1873	15+1874	B	gauge	R	-0.560	40.98077393	-111.89781189	

3.1.3. Summering av Callisto

Callisto enhet levererade till Halmstad i Sverige och monterade på en traktorgrävare utrustat med rälshjul. Vi upptäckte problem med ”runtom svängbare maskin att genomföring för kablage blir snabbt upptagen med alla säkerhets funktioner t.ex. lutningsvarning mm.

Vid initiala diskussioner med Harsco skulle konversation av Mile till Kilometer i programvara inte vara ett problem.

Vi påbörjade test körning efter installation med US programvara, överlag var test körning godkändbart.

Men tyvärr visade sig att ändring i programvara var mycket mer komplex och hittills har Harsco inte färdigställt programvaror för användning i Sverige. Idag utförs ingen fler test av Callisto på traktorgrävare.

3.1.4. Callisto i Spårriktare - Mark 4

http://www.harscorail.com/equipment/surfacing/mark-iv-tamper.html#available-options

I dag i USA behövs bara en operatör för spårriktning, i med att Callisto gör nivellerarans arbeta och automatiken gör en del av maskinoperatörens (stoppningsmoment) arbetsuppgifter.

Vi fick en demonstration av hur spårriktaren fungerade och hur Callisto system arbeta tillsammans med ombord Jupiter system. Spårriktare kan använda mätdata från tidigare tvåvägs fordons mätning som ökar produktion av spårriktaren markant. Det finns också möjlighet att ändvänder sin egen Callisto system för att mäta in spår innan spårriktning. Spårriktaren kan mäta upptill 48 km/t. Callisto system bearbeta mätdata och förslår en spårriktningsplan, operatör har möjlighet att införa ändring i förslag om de anser är nödvändigt.

Med hjälp av sensorer (tie finder) som upptäcka befästningar/sliper och tidigare inläste mätdata kan spårriktaren kör på automatikläge. Det ger operatör möjligheter för bättre framförhållning på avvikelser eller förändringar på kommande sträcka av föreslagna spårriktningsplan.

En fördel med en spårriktare med Callisto system är att vid spårriktning i kurvor kan man se direkt om TP läge är felaktig och göra justering i spårriktningsplan för att ge en bättre spårgeomteri.

Produktion på linje med bra framförhållning kan spårriktaren uppnå ca 300-500 meter i timme, ca 5 km på en 8-10 timme skift.

I spårriktaren operativ display visas 3 olika mätlinje per mätkanal.
- En grön som representera de nuvarande spårgeomteri.
- En gul som representera den föreslagna spårgeomteri.
- En röd som representera den resultat efter spårriktning.

En Mark 4 spårriktaren byggt till USA standards, inklusive Callisto kosta ca 1,2 million USD

3.2. Latronix LTM (TSPL)

Eric Berggren, EBER Dynamics AB, presenterade ett förslag till spårläges mätning från en TSA (Tung Spårgående Arbetsfordon) till Trafikverket. Därefter har vi besökt Latronix i Stockholm för att diskutera djupare deras förslag.
Fördel med montage på TSA är axellast uppnår krav på ≥5 ton enligt SS-EN 13848-3

Vi tittade på utrusning (prototyp, under utveckling) som var monterat i ett ram med två räls placerat på golv. Här kunde man se laser strålar ner mot räls. Vi diskuterade de praktiska detaljerna av montering och kontroll inför mätning.

Mätutrustning ska kalibrera i verkstad innan leverans till entreprenör för montage av snabb infästnings detalj på TSA. Det finns fler olika varianter av infästning beroende på typ av TSA.

Mätutrustning kan bygga i olika moduler, fördel med det är att utökning av önskade tjänster kan tilläggas efter behov.

Vi fick en enkel presentation av några parametrar från utrusning på verkstads dator, vi kunde se hur ett grafiskt diagram visade ändring när man simulerade förändring. Latronix förklarade att visnings program var i en tidig fas av utveckling och kan lätt ändras efter kundens behov.

Latronix testa spårläges utrustning på persontåg som trafikera Roslagsbanan i Stockholm.

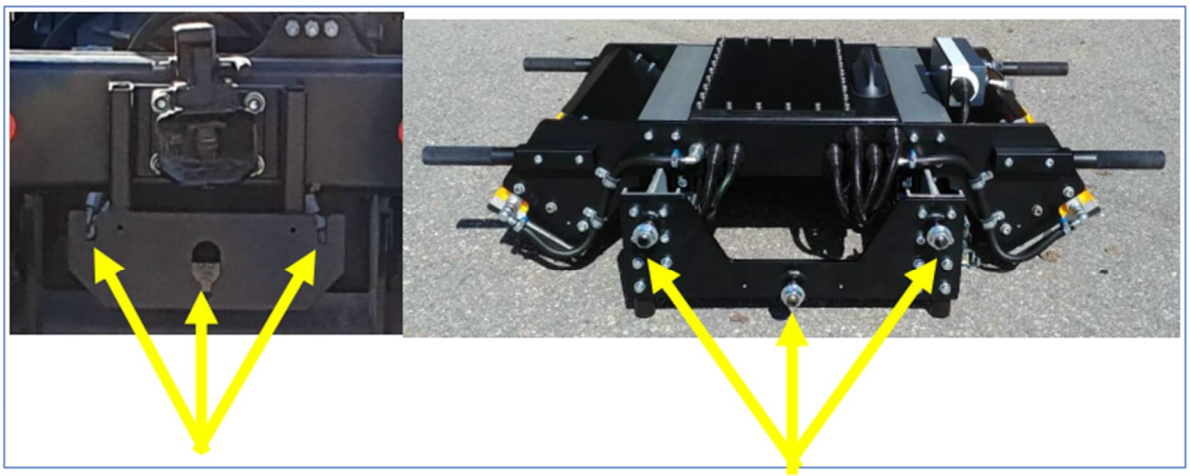
Tillsammans har Latronix AB, EBER Dynamics AB, MethoTech AB, JH Spårservice utvecklat och testat ”LTM (TSPL)” system under fler år.

En större test med utrustning monterat på en grävare som utförde slipersbyte i UH kontrakts regi visade positiv resultat.

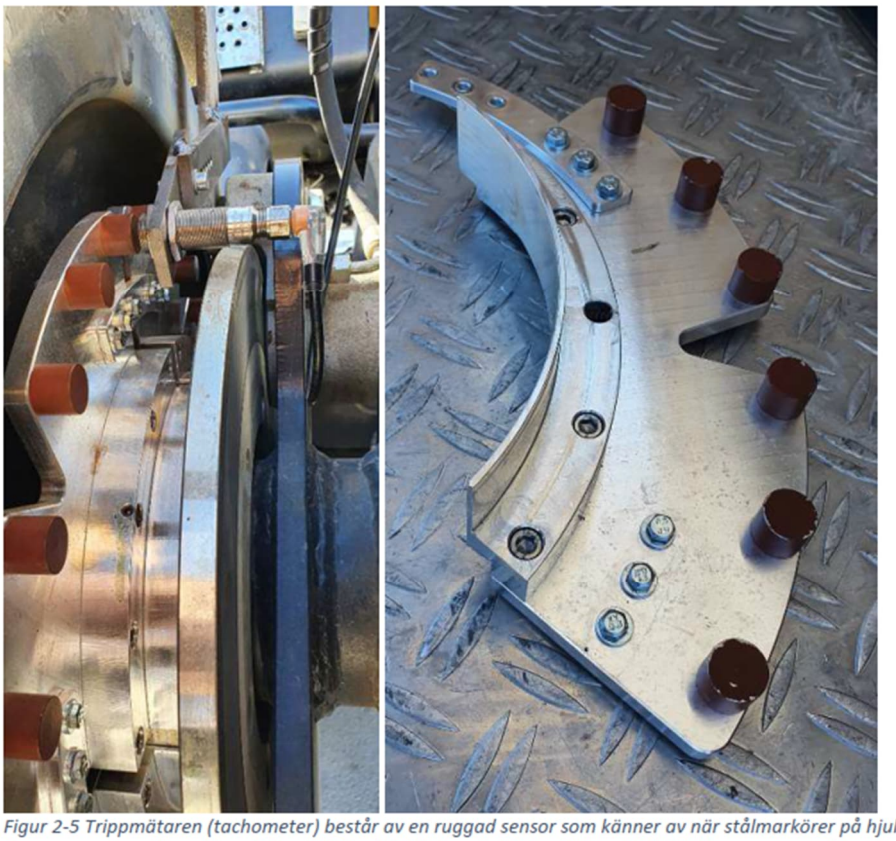
3.2.1. Installation på arbetsmaskinen

Installationen på vagnen består av en fästvinkel för mätenheten (figur 2.4) och en trippmätare (figur 2.5) på ett hjul. Matningsspänningen tas från släpvagnskontakten som finns på alla TSA.

Det ta ca 2 minuter för 2 person montera mätutrustning. Trippmätare installeras i förväg.



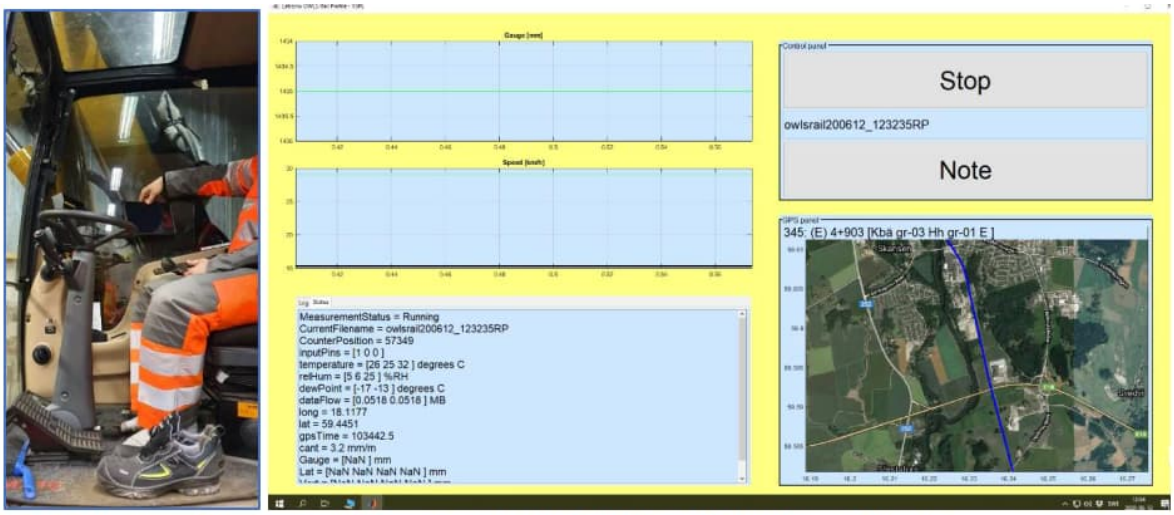
Figur 2-4 Fästvinkeln monteras under dragkroken med dragkrokens fyra skruvar. Fästvinkeln är inte i vägen när draget används. Tre urfräsningar i fästvinkeln (vänster) passar mot tre skruvar på mätenheten (höger).



Figur 2-5 Trippmätaren (tachometer) består av en ruggad sensor som känner av när stålmarkörer på hjulet roterar förbi. Fyra segment med markörer (höger) fösts på hjulet med ett skruvförband. Fästet för sensorn punktsvetsas på maskin.

3.2.2. LTM (TSPL) beskrivning

Systemet styrs trådlöst via en platta i styrhytten.
Under testet användes Teamviewer för fjärrstyrning men vi har även Anydesk som backup. Båda mjukvarorna har fördelen att en entreprenör med flera maskiner kan ha flera mätenheter och styrplattor grupperade så att alla plattorna kan anslutas mot valfri mätenhet. Upplägget ger även enkel möjlighet till serviceuppkoppling från leverantör eller servicetekniker för uppdatering, felavhjälpning eller utbildning. Mätenheten ger både Wi-Fi och 4G-uppkoppling så operatör/servicetekniker kan befinna sig var som helst.



Figur 2-6 Vänster - Mätningen kontrolleras från en 10" Ipad eller Android Tablet. Höger – Operatörens vy under pågående mätning. Spårvidd och hastighet för senaste km i grafer. Status och log nedanför. Start/stopp, notering och karta (inklusive BIS) för positionering i högra delen.

Före och efter mätningen verifierar operatören vilket spår maskinen befinner sig på. Valen hämtas från TRVs databas med hjälp av aktuell GPS-position. Normalt finns bara ett eller två förslag vid enkelspår/dubbelspår men systemet fungerar även inne på trafikplatser. Automatisk positionering mot BIS finns implementerad i efterbearbetning av spårläget. Den automatiken inbegriper Bandel, km, m, spår och hastighetsklass. Om GPS inte finns tillgänglig, eller om BIS-koordinater är av dålig kvalitet, kommer det finnas möjlighet att orientera sig och välja position mha karta eller manuell inmatning.

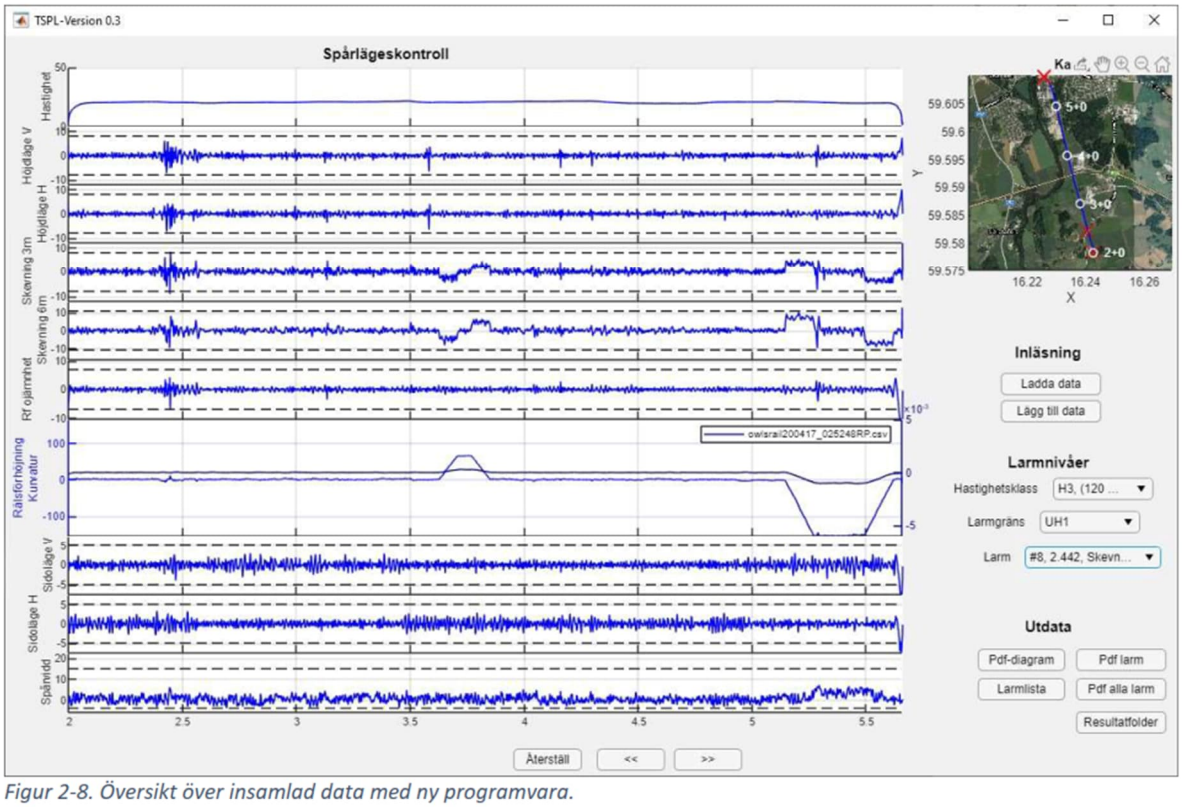
Mätningen startas och stoppas med en stor, vänlig knapp i användargränssnittet. Det går att lägga till en "Note" under körningen, för att spara extra information om mätningen. Under testet fanns knappar för Up/Down men dessa automatiseras nu bort och ersätts med spårval.

När operatören trycker "Stop" körs beräkning av spårläge igång. Resultatet publiceras i en csv-fil på samma format som idag importeras i Optram (exempelfil kan skickas till TRV för testning). Filen läggs i en Dropboxmapp som genast laddas upp. Entreprenören kan administrera sin Dropbox och dela med de som behöver tillgång till mätfilen. Varje mätenhet har bara tillgång till sin egna mätdata men en arbetsledare med laptop kan ha direkt access till all mätdata med några sekunders fördröjning.

I beräkningen av spårläge genomförs också en positionering av hela sträckan med hjälp av insamlad GPS, operatörens inmatning av start/stopp och ett utsnitt av Trafikverkets BIS-databas. Teststräckan går på enkelspår och är således mycket enkel att positionera. Positioneringen är dock utvecklad från mätdata med mer komplext spårnät, inklusive genomgång av några större trafikplatser.

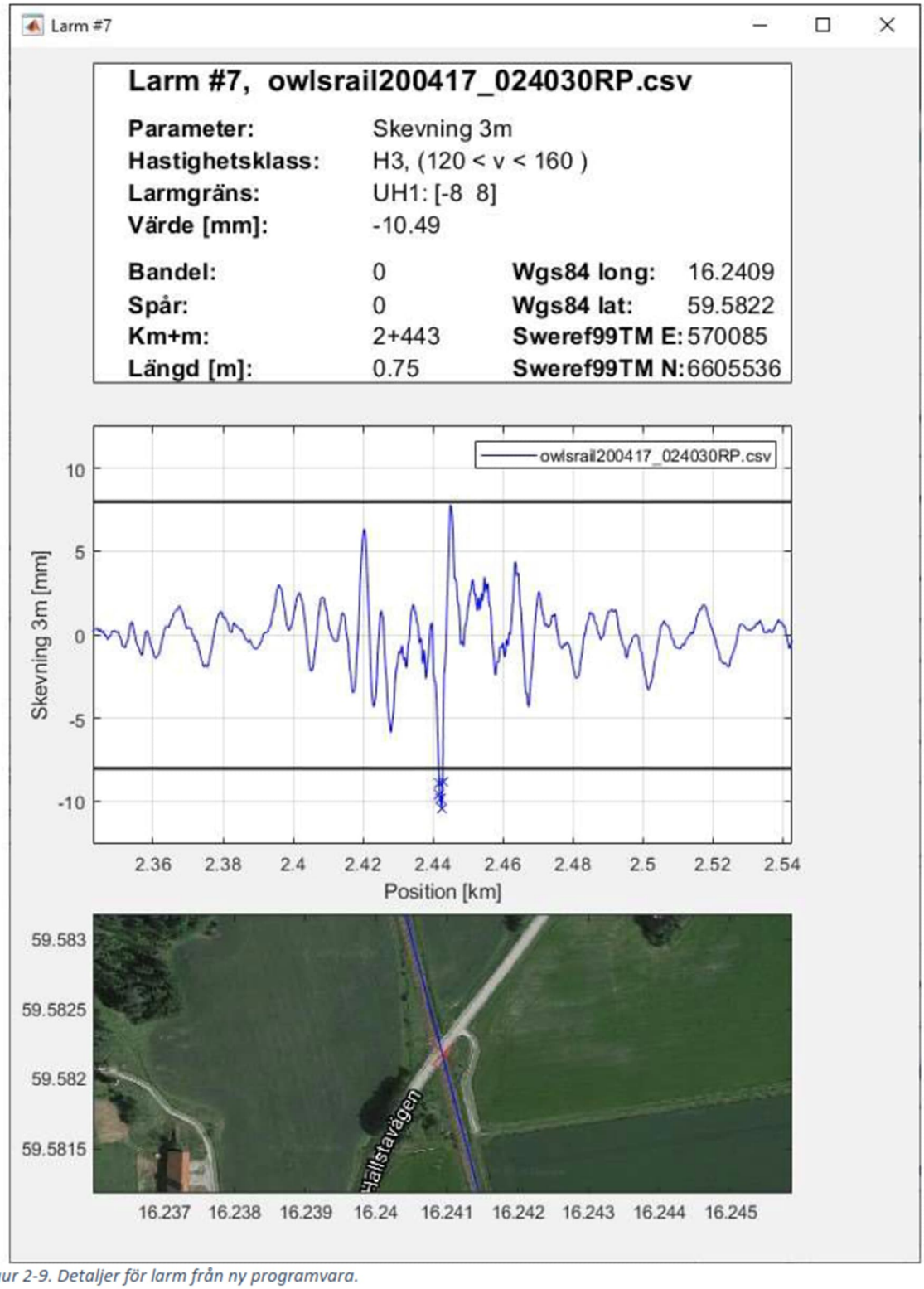
3.2.3. LTM (TSPL) rapporter

Efter avslutad mätning öppnar operatören ett användargränssnitt för att granska mätningen. Korrekt hastighetsklass finns redan med, eftersom BIS information är inkluderad vid utvärderingen. Gränsvärden från TRV:s föreskrift finns inlagda och väljs i en rullningslist.



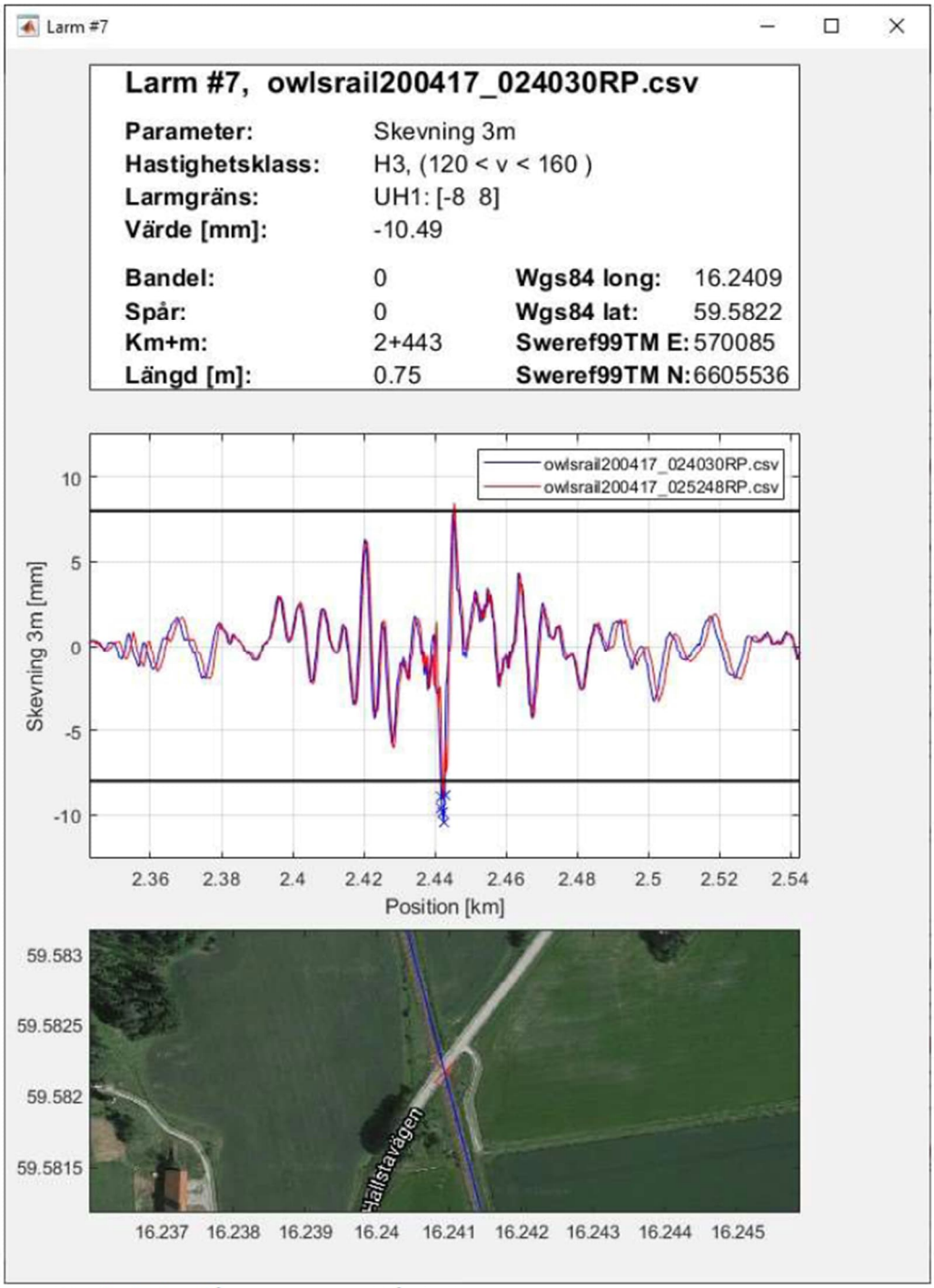
Figur 2-8. Översikt över insamlad data med ny programvara.

Efter val av larmgräns uppdateras en larmlista. När något larm väljs kommer automatiskt detaljer om aktuellt larm upp, se exempel i Figur 2-9.



Figur 2-9. Detaljer för larm från ny programvara.

Larmet är inzoomat, och en kartbild visas (i just detta fall är det tydligt att felet ligger vid en plankorsning). Det är lätt att återvända till platsen för felet genom att ta hjälp av systemets presentation av km/m eller GPS-koordinat och kartbilden. Efter att felet har åtgärdats mäts sträckan igen och den nya mätningen läses in. Ett exempel visas i Figur 2-10, (här har dock inget fel åtgärdats).



Figur 2-10. Detaljer för larm från ny programvara. Två mätningar.

Programvarorna är utvecklade för att både vara ett stöd direkt för operatören, men också för arbetsledare/kontorspersonal (som genom Dropbox-lösningen kan se och arbeta med data direkt efter mätningen). Rapporter och diagram kan sparas som PDF-filer och utgöra dokumentation för utförd felavhjälpning.

3.2.4. Kalibrering / serviceavtal

Utrustningen är byggd för hög noggrannhet och enkelt handhavande. Utrustningen fabrik-kalibreras innan leverans till kund. Den klarar därför upprepad montering/demontering; variation i montage, eller om maskinen i sig skulle gå lite snett utan extra kontroll/kalibrering.

Leverantör föreslår att utrustningen säljas med ett serviceavtal där mätfunktionen (i enlighet med EN13848-3) upprätthålls under förutsättning att man följer anvisningar, såsom t ex årlig kalibrering och korrekt handhavande. I serviceavtalet kommer även licenser för programvara, mobilabonnemang etc att ingå. Naturligtvis kommer även reservdelshållning och användarsupport att ingå i serviceavtalet.

Operatören kommer att behöva genomgå en utbildning i handhavande av utrustningen för att få använda den (vilket är en del i att upprätthålla slutgiltig kvalitet av mätningen).

Repeterbarhet och reproducerbarhet
Enligt standarden EN13848-3 ska en verifiering av mätsystemet genomföras som innehåller test av repeterbarhet och reproducerbarhet. För repeterbarhet nyttjar man flera mätningar under samma förutsättningar (hastighet, riktning, orientering av mätsystemet), medan man i reproducerbarhetstestet varierar hastighet, riktning och orientering av mätsystemet.

EN13848 specificerar vilka krav som ska uppnås för både mätvagnar (EN13848-2) och arbetsredskap (EN13848-3). Tabellerna nedan redovisar aktuella krav:

Tabell 3-3 Repeterbarhet

Parameter	**EN13848-2**	**EN13848-3**
Höjd D1	0.5 mm	1.5 mm
Sida D1	0.7 mm	1.5 mm
Spårvidd	0.5 mm	0.8 mm
Skevning (3/6m)	0.33/0.33 mm/m	0.5/0.3 mm/m
Rälsförhöjning	1.5 mm	1.5 mm

Tabell 3-4 Reproducerbarhet

Parameter	EN13848-2	EN13848-3
Höjd	0.8 mm	2 mm
Sida	1.1 mm	2 mm
Spårvidd	1 mm	1 mm
Skevning	0.5/0.5 mm	0.67/0.42 mm/m
Rälsförhöjning	2.5 mm	2.5 mm

Värdena är angivna som 95% percentil. Vid normalfördelade fel motsvarar det 2* felets standardavvikelse (σ).

På teststräckan används två kilometer (3+000 – 5+000) för reproducerbarhet och en kilometer (3+500 – 4+500) för repeterbarhet. Orsaken till kortare sträcka för repeterbarhetstest är att bara inkludera en körning som inkluderar ett stopp. Sträckan innehåller rakspår och en kurva med 65 mm rälsförhöjning. Kurvan orsakar inget extra tillskott i de olika parametrarna.

Resultat – repeterbarhet

Följande mätningar har använts för repeterbarhetsverifiering.

Tabell 3-5 Mätningar för repeterbarhet

Mätning	Hastighet	Orientering	Riktning
20200416_011945	20 km/h	A	Fallande km
20200417_003345	20 km/h	A	Fallande km
20200417_015118	20 km/h	B	Stigande km
20200417_025248	20 km/h	B	Stigande km
20200417_024030	20 km/h	B	Fallande km
20200417_030646	20 km/h	B	Fallande km

Här jämförs körning 1 och 2, 3 och 4, samt 5 och 6.

Tabell 3-6 Repeterbarhet – medelvärde

Parameter	Resultat	EN13848-2	EN13848-3
Höjd	0.38 mm	0.5 mm	1.5 mm
Sida	0.46 mm	0.7 mm	1.5 mm
Spårvidd	0.26 mm	0.5 mm	0.8 mm
Skevning 3m	0.08 mm	0.33 mm/m	0.5 mm/m
Skevning 6m	0.06 mm	0.33 mm/m	0.3 mm
Rälsförhöjning	0.53 mm	1.5 mm	1.5 mm

Repeterbarheten är mycket god och uppfyller med god marginal standarden, trots att en mätning innehåller ett stopp.

Resultat – reproducerbarhet

Följande mätningar har använts för reproducerbarhet

Tabell 3-7 Mätningar för reproducerbarhet

Mätning	Hastighet	Orientering	Riktning
20200416_011945	20 km/h	A	Fallande km
20200417_001035	10 km/h	A	Stigande km
20200417_020335	10 km/h	B	Fallande km
20200417_025248	20 km/h	B	Stigande km
20200417_030646	20 km/h	B	Fallande km

Det saknas en 10 km/h körning i orientering B, stigande km enligt schema i EN13848-3. Den svåraste kombinationen med lägsta hastighet och både olika orientering och riktning finns dock med. Mot bakgrund av att marginalen till gränserna i standarden är stora, samt att svåraste kombinationen av

mäthastighet, orientering och riktning finns med anser vi att EN13848-3 är uppfylld.
För reproducerbarhet redovisas medelvärde och maximalt värde för samtliga

Tabell 3-8 Resultat reproducerbarhet

Parameter	Resultat	EN13848-2	EN13848-3
Höjd	0.64/0.99 mm	0.8 mm	2 mm
Sida	0.59/0.85 mm	1.1 mm	2 mm
Spårvidd	0.5/0.76 mm	1 mm	1 mm
Skevning 3m	0.1/0.12 mm/m	0.5 mm/m	0.67 mm/m
Skevning 6m	0.06/0.07 mm/m	0.5 mm/m	0.42 mm/m
Rälsförhöjning	0.52/0.87 mm	2.5 mm	2.5 mm

Enligt mätsystemet uppfyller aktuell standard, EN13848-3, med god marginal. Faktum är att även EN13848-2 (mätvagnar) uppfylls för alla parametrar utom för höjdläget. Höjd- och sidoläget innehåller en dubbelintegrerad accelerometersignal, vilket gör att det är svårare att mäta rätt vid låga hastigheter. Det är också jämförelsen mellan två körningar i 10 km/h som ger värdet 0.99 för höjdläget och överskrider mätvagns-standarden. Utvecklingen av moderna givare går ofta fort framåt, och vår leverantör av accelerometrar uppgraderar inom kort sensorn. Den nya accelerometern har mycket bättre prestanda och planeras använda från och med hösten 2020, vilket kommer förbättra lågfartsprestanda ytterligare.

Erfarenheter
En stor del av syftet med testerna var undersöka hur mätsystemet fungerade sin tilltänkta miljö. Överlag fick vi mycket positiva erfarenheter. Det allra mesta har blivit rätt i den första designen. Några förbättringsförslag dök också upp under testerna, som kommer värderas och troligen implementeras.

3.2.5. Mekanik

Den mekaniska konstruktionen gav mycket positiva svar. Servicefolket hos entreprenören JH Spårservice var nöjda med

- montering och demontering
- hur takometer monteras på hjulet och kan flyttas vid hjulbyte / svarvning
- systemets tålighet och placering

Rutor på rälsmätarna behövde inte rengöras överhuvudtaget. Transportskydd över rutorna var lätt att manövrera med handskar på. Utformningen med spoiler runt rutorna fungerar bra vid mätning.

Gummidämparna mellan stativet och mätenheten gav bra avvägning mellan mjuk (snällt mot elektronik och positivt för mätnoggrannhet) och stadigt (begränsade rörelser vid transport).

3.2.6. Användarvänlighet för operatören

Operatören lärde sig snabbt att behärska:

- Fjärrstyrning via Teamviewer.

- Användargränssnittet med Start/Stopp och möjlighet att göra Notes
- Mätningen tog inte nämnvärt fokus från uppgiften att säkert framföra arbetsmaskinen på spår. Endast vid start och stopp krävs fokus.

3.2.7. Funktion datainsamling

- Mätfunktionen fungerade stabilt från första stund och gav bra svar på mätnoggrannhet.
- Uppvärmning fungerade bra i kyla, regn och blåst.
- Larmfunktioner och miljökontroll varnade på det som krävde översyn.

3.2.8. Funktion hos entreprenör

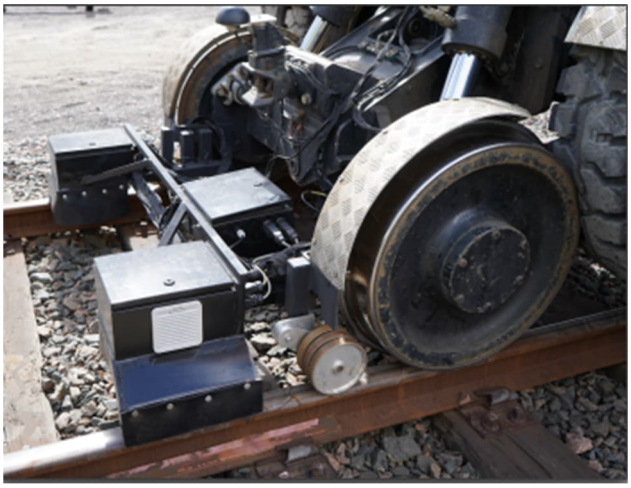
- Entreprenören har lätt att identifiera nyttan med mätningen och hur det passar in i de arbeten som utförs.
- Entreprenören vill ta ett oväntat stort ansvar för service och felsökning av systemet. De vill lära sig komponenter så att de kan felsöka och lösa de fel som kan uppkomma på plats. Latronix kommer lägga mer tid på att förenkla systemet och göra komponenter lättåtkomliga.

3.2.9. Förbättringsförslag från entreprenör

JH Spårservice hade mycket engagerad personal på plats under hela testet och kom med mycket värdefulla förbättringsförslag. Bland annat diskuterades hur elektronik-lådan kunde bli mer servicevänlig genom en större lucka.

Matningsströmmen kan bli stor när utrustningen värms upp till arbetstemperatur. Det visade sig att olika matningsalternativ i maskinen klarade uppgiften på olika sätt. Med en sådan uppgift är det lättare att både ställa krav på elektriskt gränssnitt mellan maskin och mätutrustning, samt att föreslå bästa möjliga lösning till entreprenörers olika maskiner.

3.3. Redemptor TMS19



Enkelt beskrivet vad TMS 19 gör steg för steg:
Mätningar kan utföras på två olika sätt, antingen efter en mätplan som i förväg har upprättats för att underlätta för operatören. Alternativt kan operatören i systemet ange vart han befinner sig och starta en mätning direkt. Oavsett om man mäter efter en förplanerad mätplan eller oplanerad mätning skiljer sig inte mätmetod eller resultat.

Först anger man sin position (km+m) alternativt låter systemet lokalisera sig själv, sedan anger man hastighetsklassen man vill mäta för samt vilka som ska få ta del av mätresultatet.
Systemet är uppkopplat mot Trafikverkets E-tjänst Lastkajen och hämtar aktuell baninformation kontinuerligt.

Nu kommer systemet utföra ett självtest samt en kalibrering och därefter startar man mätningen. Optimal mäthastighet är 10km/h. (+/-3km/h) Under mätningen har du möjlighet markera platser

samt anteckningar i mätprotokollet.
Om man stöter på något hinder under pågående mätning eller man behöver kliva av spåret av någon anledning, går det bra att pausa mätningen för att sedan fortsätta och avsluta den senare.
När man nått sitt slutmål avslutar man mätningen och strax där efter skickas mätresultatet till de mottagare man angett. Mätresultatet redovisas både som graf och i Excel-format, om du missat eller vi lägga till någon som behöver ta del av resultatet går det bra att göra det här med.

I grafen ser man enkelt resultatet av mätningen samt övriga omständigheter under mätningen.
Vi redovisar idag fel så som Plan, UH1, UH2, Krit samt STOPP.

Val av bärare till TMS 19:
Beroende på vilken maskin eller fordon man väljer att montera systemet på krävs de mer eller mindre erfarenhet och aktivitet av operatören.

TSA där maskinens gummihjul i direktkontakt med rälsen driver maskinen framåt:
Dessa maskiner kväver mest av operatören, beroende på om maskinen är utrustad med aktiv tryckreglering på rälsbryggan osv. enkelt sett lämpar dessa maskiner sig främst för kortare mätningar och modellutbildningen är en heldag

Samtliga maskiner nedan passar dom montage där man tex. har flera olika operatörer och då erfarenheten mellan operatörerna varierar, detta då möjligheten för fel orsakat av den mänskliga faktorn är minimal.
• TSA där maskinens spårföljarhjul driver maskinen framåt, antingen hydrauliskt eller med anliggande gummihjul
• TSA bogserade (ex. tralla)
• Rälslastbil (FRB, LRB & MRB)
• Spårfordon med egendrift eller bogserad
(makadamplogar och spårriktare som saknar möjlighet att skriva ut spårläges rapport inkluderas i spårfordon)

Mätprotokoll

I mätprotokollet (Excel-format) redovisas följande:
• Distans
• Spår nr
• Rälsförhöjning mm
• Rälsförhöjning BIS
• Rälsförhöjningens ojämnhet d1 mm
• Skevning mm (6 m)
• Skevning mm (3 m)
• Spårvidd mm
• Sidoläge d1 höger mm

- Sidoläge d1 vänster mm
- Höjdläge d1 höger mm
- Höjdläge d1 vänster mm
- Hastighetsklass
- Objekt (befintliga: Växel, Trumma, Plankorsning, Spårkors)
- Noteringar under mätning

Distansen mellan varje redovisat värde är 0,5m

4. Slutsats

4.1. Harsco

Vi hade stor förväntning från Callisto systemet men tyvärr på grund av saknade europeiska värde (km/m) finns ingen användning av produkten i dag. Skulle programvara uppdateras kan Callisto var av intresse igen.

4.2. Latronix

LTM har utvecklas under de senaste år och Latronix har levererat ett system till Turkiet för spårlägesmätning av deras järnvägsnät (25 000km).

LTM har också används vid verifiering av nybyggd järnväg i Senegal.

I med att LTM har utvecklas mot både EN13484-2 och EN13484-3 finns fler användnings område.

LTM är uppbyggd i olika moduler och därför finns det möjlighet att skala bort avancerade funktioner om utrustning används på TSA eller andra arbetsfordon. ”LTM kompakt” är anpassat till arbetsfordon.

För mer information om LTM system ta kontakt med Mattias Mattsson, +46 70 821 43 08, mattias.mattsson@latronix.se

4.3. Redemptor

Redemptor arbeta dagligen med spårarbete och insåg själv att det fanns en brist i mätutrustning för att uppnår spårläges föreskrifter. Under fler år har de utvecklat sin utrustning i egen takt och samarbetat med fler entreprenör.

Redemptor har när samarbeta med Railcare och planera installera 5 mätutrustningar på Railcares, Railvac arbetsfordon. I dag finns en Railcare/Railvac fordon utrustat med Redemptors mätutrustning.

För mer information om TSM19 ta kontakt med Kristoffer Hogmalm, +46 70 819 19 64, kristoffer@redemptor.se

4.4. Allmänt

Det är viktigt att notera att Trafikverket inte godkänner mätutrustning, Trafikverket tillåta mätning av spårläge från arbetsfordon enligt spårlägesnorm TRVINFRA00013 och EN SS-EN 13848-3.

Det är entreprenörens ansvar att kontrollera leverantör kan bevisa att deras utrustning uppfylla krav enlig TRVINFRA-00013 och SS-EN 13848-3.

Den största utmaning är implementering av denna typ av utrustning för att uppnår krav i Trafikverkets befintliga föreskrifter.

Mätutrustning finns på marknad och därför har entreprenör möjlighet att uppnår Trafikverkets gällande krav.

TRAFIKVERKET

Trafikverket, 172 90 Sundbyberg
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 020-600 650

www.trafikverket.se