

Ett välunderhållet spår på Trafikverksskolan

- *Inmätningar av spårlägesfel*



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institution - Teknik och samhälle

Bilal Hussam Hamid

© Copyright Bilal Hussam Hamid

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2021

Sammanfattning

Trafikverket ansvarar för den svenska järnvägen, även för vägtrafik, sjöfart och luftfart. De planerar byggande, drift och underhåll av de statliga järnvägarna i landet, samt kontrollerar underhållet för ca 14 000 spårkilometer. De 14 000 långa spårkilometrarna behöver kontinuerligt underhåll och enligt Trafikverket använder de ca 6 miljarder för detta ändamål (Trafikverket, 2016).

Syftet med rapporten var att upptäcka fel i Trafikverksskolans spår, det som har kontrollerats är, spårlägesfel det vill säga spårvidd, höjdläge, sidoläge, rälsförhöjning, mått i växel och skevningsfel. Det har även kontrollerats vad för typ av spår det är, vilka komponenter det finns, vilka fel det finns och vad man bör göra för att åtgärda det. I examensarbetet har de utförts mätningar på Trafikverksskolans spår i Ängelholm för att upptäcka fel på spåren. De fel som har hittats skall prioriteras för att sedan åtgärda dem. Metoden som har använts är att man varit ute på fält och mätt med instrumentpaneler för att få fram data, och därpå hitta de befintliga felen eftersom man vill ha ett välunderhållet spår på Trafikverksskolan. Resultatet visade att spår 22 är mer drabbat än spår 23, felen på spår 22 bestod av spårviddsfel och på spår 23 bestod felen av sidolägesfel. Utifrån hur kritiska felen var prioriterades dem, de prioriterades efter att felet visade ett kritiskt tillstånd. Skrivandet av examensarbetet ska underlätta för utbildarna att prioritera det underhåll som bland annat utförs under YH utbildningar.

Nyckelord: Underhåll, Spårlägesfel, Prioritering, Mätning, Åtgärd, Järnväg

Abstract

The Swedish Transport Administration is responsible for the Swedish railway, also for the road traffic, the shipping traffic and aviation. They are responsible for operating and maintaining the national railways but also, they control the maintenance for 14,000 track kilometers. The 14,000 kilometers long track needs continuous maintenance and according to the Swedish Transport Administration, approximately 6 billion SEK is used for this purpose (Trafikverket, 2016).

The purpose of the report was to detect errors in the Swedish Transport Administration's track, those that have been checked are, track position errors, track gauge, height position, side position, rail elevation, dimensions in gear and skew errors. It has also been checked what type of track it is, what components there are, what faults there are and what should be done to fix it. In the bachelor thesis there have been performed measurements at the track of the Swedish Transport Administration's school in Angelholm where the purpose was to detect errors. The errors that have been found should be prioritized and then corrected. The method that's have been used is that we have been out in the field and measured with instrument panels to obtain data and then found the existing faults because we want a well-maintained track at the school. The result showed that track 22 is more affected than track 23, the errors on track 22 consisted of track gauge errors and on track 23 the errors consisted of lateral position errors. Based on how critical the errors were, they were prioritized, they were prioritized after the error showed a critical condition. The writing of the bachelor thesis should facilitate for the educators in the school to prioritize the maintenance that is performed during higher vocational educations.

Keywords: Maintenance, Track Fault, Prioritization, Measurement, Measure, Railway

Förord

Detta arbete utgör examensarbetet på kandidatprogrammet med inriktning Byggteknik-Järnvägsteknik på Lunds Tekniska Högskola.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare Helena Svensson som har stöttat mig på vägen och bidragit med arbetet. Jag vill också rikta ett speciellt stort tack till Markus Gustavsson från Trafikverksskolan som har väglett mig att utföra korrekta inmätningar på Trafikverksskolans spår. Markus och Helena har varit tillgängliga vid behov och har kommit med råd samt hjälpt mig att få tag i viktiga dokument och tillbehör för examensarbetet.

Ett stort tack till familjer och vänner som stöttat mig under min utbildning, utan er hade jag inte klarat av det. Sist men inte minst, ett stort tack till Lunds Tekniska Högskola som har utvecklat mig till den personen jag är idag.

Bilal Hussam Hamid

1. Innehållsförteckning

1.1 Syfte	3
1.2 Frågeställningar	3
1.3 Avgränsningar	3
2 Brister och uppföljning av brister i spår	4
2.1 Spårlägesfel	4
2.1.1 Spårvidd	5
2.1.2 Höjdläge & Sidoläge	7
2.1.3 Rälsförhöjning	9
2.1.4 Skevning	10
2.2 Optram	11
2.3 Konsekvenser av ett spårlägesfel	14
2.3.1 Spårvidd & Skevning	14
2.3.2 Höjdlägesfel, sidolägesfel och rälsförhöjningsfel	20
2.3.3 Systemen BIS och Bessy?	22
3 Metod	23
3.1 Insamling av mätdata	23
3.2 Riskbedömning för att vistas i bana	27
3.3 Intervju	28
4 Resultat & Analys	29
4.1 Redovisning av datainsamlingen	29
4.2 Prioritering	36
5 Diskussion	38
6 Slutsats	40
6.1 Hur anordnar man ett optimalt underhåll på trafikverksskolans spår?	40
6.2 Hur kan man prioritera vilka fel som ska underhållas först?	40
6.3 Vilken typ av fel i spåren är urspårningsfarliga?	41
7 Bilagor	41
8 Källförteckning	49

Inledning

Trafikverket har ansvar för den svenska järnvägen, även för vägtrafik, sjöfart och luftfart. De planerar byggande, drift och underhåll av de statliga järnvägarna i landet, samt kontrollerar underhållet för ca 14 000 spår kilometer. De 14 000 långa spårkilometrarna behöver kontinuerligt underhåll och enligt Trafikverket används ca 6 miljarder kronor för drift och underhåll av järnvägsanläggningen per år (Trafikverket, 2016). Trafikverket (2020) beskriver att det är många människor som väljer tåg som färdmedel vilket anses vara en fördel för miljön, men å andra sidan är det en prövning för Trafikverket eftersom en ökad tillväxt på järnvägen innebär mer underhåll på spåret, fler tåg åker, längre och tyngre tåg sliter mer på spåret, kontaktledningarna samt växlarna blir hårt drabbade och därmed ökar underhållsbehovet. Vidare betonar Trafikverket att underhåll skall prioriteras på platser där tågtrafiken är tät, det vill säga tågen som passerar med minuters mellanrum eftersom spåret blir konstant drabbat av krafter från tågen. Underhållet av järnvägar innebär att man ska hålla spåren i ett bra skick. Man vill försäkra sig att ett tåg kan åka från punkt A till punkt B utan några fel i spåret som leder till förseningar. I ett spår kan det finnas fel, men det finns olika typer av fel. Fel som bör åtgärdas så snabbt som möjligt är urspårningsfel, sedan finns det fel som inte bör prioriteras lika högt som urspårningsfel, exempel på något som bör åtgärdas men inte har en hög prioritet är slipning på rälsen för att minska vibrationer från tåget men framförallt görs slipningen för att ta bort små sprickor som uppkommer för att undvika att de växer sig större. Underhåll är väldigt effektivt för järnvägen, underhåll på spåret förebygger störningar och minskar risken att fel på spåret utökas och skapar allvarliga konsekvenser, som exempelvis skevningsfel (Trafikverket, 2020). Enligt Ekholm (2018), betonar han att järnvägen är ett transportmedel som anses vara hållbart ur ett miljöperspektiv, med detta menar Ekholm att deras företag Inlandsbanan är stolta över att deras gods

färdas på ett hållbart sätt. Ur ett ekonomiskt perspektiv, samhällsperspektiv och miljömässigt finns det flera fördelar att transportera gods på järnväg menar Ekholm. Enligt regeringen (2020) beskriver de att transportpolitiska målen angående klimatet säger att transportererna inrikes bör sjunka till 70 % innan år 2030, en koppling kan dras till Ekholms betoning över de råvaror som först transporteras på vägen för att sedan lastas över till järnvägen eftersom de vill vara klimatsmarta och även locka till sig fler medarbetare som tänker på framtiden samt det målen som regeringen har valt att fokusera på. Enligt Järnvägsnyheter (2013) beskriver de att Trafikverket hade fått en del kritik angående deras brister på järnvägen, underhållet hade inte skötts på ett ordentligt sätt och gett upphov till urspårningar. Trafikverkets svar på kritiken bestod av att man gjort flera åtgärder och fokuserat på de befintliga felen som fanns tidigare på spåret. Vidare beskriver Trafikverket att man har prioriterat felen utifrån kontroller och mätningar, men att det kan ha uppstått felkällor man inte har tagit hänsyn till när man utfört kontroll och mätning, som leder till bland annat urspårningar. Chefen för underhåll fortsätter och säger att med facit i handen så hade en urspårning aldrig skett men samtidigt skall man förstå att när en åtgärd införs på ett spår är på grund av att minimera risken för urspårning, men att man exempelvis skulle ha prioriterat en annan åtgärd kan diskuteras på efterhand. Trafikverket skall härnäst införa ett hårt prioriterande av felen som upptäcks, prioriteringen planeras och sätts efter de planer som Trafikverket har tagit fram utifrån deras underhållsstrategi som det investeras miljarder i varje år (Järnvägsnyheter, 2017). Att mäta på järnvägsspår är väldigt vanligt detta för att ta reda på spårets underhåll, mätningarna sker vanligtvis med mätvagnar, för att ta reda på spårvidden mäter man med en vagn som kallas för mätvagn IMV200. Dessa mätvagnarna används vid banor där hastigheten är högre än 40 km/h. Skillnaden med det projektet är att spåren som skall mätas har en maxhastighet på 40km/h och det innebär att mätningen måste ske på ett annorlunda sätt, man ska mäta manuellt

med specifika verktyg beroende på vad det är man vill ta reda på, som till exempel solapass och pilhöjdsutrustning.

1.1 Syfte

Syftet med denna rapport är att upptäcka fel på Trafikverksskolans spår, det som ska kontrolleras är, spårlägesfel det vill säga spårvidd, höjdläge, sidoläge, rälsförhöjning, mått i växel och skevningsfel. Det ska även kontrolleras vad för typ av spår det är, vilka komponenter det finns, vilka fel det finns och vad man bör göra för att åtgärda det. All den data som samlas in skall analyseras för att prioritera vilka fel i spåret som ska underhållas först. Skrivandet av examensarbetet ska underlätta för utbildarna att prioritera det underhåll som bland annat utförs under YH utbildningar.

1.2 Frågeställningar

Hur anordnar man ett optimalt underhåll på Trafikverksskolans spår?

Hur kan man prioritera vilka fel som ska underhållas först?

Vilken typ av fel i spåren är urspårningsfarliga?

1.3 Avgränsningar

Det som ska studeras i examensarbetet är spår 22 & 23 på Trafikverksskolan.

2 Brister och uppföljning av brister i spår

Ett spårfel kan orsaka mycket skada på järnvägen. De spårfel som skall tas upp i de här kapitlet är skevningsfel, höjdlägesfel, sidolägesfel, rälsförhöjning och spårviddsfel.

I detta kapitel beskrivs olika aspekter inom spårteknikområdet samt vad som kännetecknar ett farligt spår. Det ska förklaras hur datatjänsterna Bis och Bessy tillämpas inom järnvägsteknik. Avsikten med kapitlet är att beskriva befintlig kunskap som sedan skall användas under analyskedet, för att sedan prioritera vilka åtgärder som bör utföras.

2.1 Spårlägesfel

Spårlägesfel omfattar fyra stycken aspekter som man skall ha i åtanke när spårläge diskuteras

1. Säkerheten
2. Komforten för passagerarna, inga plötsliga krafter och ett jämnt tåg gång.
3. Banans skick, att kontrollera spårlägesfel ger en indikation på banans skick samt när det är lämpligt att utföra underhåll innan vi får en ökad förslitning av komponenterna i spåret.
4. Planering av underhåll

Det vill säga man skall vara i aktsam samt vara beredd på att det kan uppstå stora krafter på spåret som inverkar över de ovanstående aspekterna. Ifall mätningarna på spåret inte utförs utifrån säkerhetskraven som Trafikverket ställer, skapas det osäkerhet i mätningarna och de försämrar säkerheten på banan. Spårlägesfel uppkommer alltid efter en tid, men farliga spårlägesfel kan undvikas genom kontinuerliga mätningar och underhållsåtgärder

(Trafikverket 2020). Vidare beskriver Trafikverket att spårlägesfel påverkas av underhåll utifrån det att kravet på spåret bör återställas till sitt normal läge, alltså det projekterade läget, med hjälp av att spåret återställs till sitt projektläge förhindras risker som geometrifel, positionsfel för tangentialpunkterna och fel räslängd. Om de uppstår att någon utav dessa fyra stycken nämnda aspekter brister, alltså att vissa delar av spåret inte är normenligt, behöver man kontrollera spåret och detta sker utifrån parametrar, upptäcks de fel genom kontrollen då innebär de att ett spårlägesfel har uppstått. Spårlägesfel kan definieras utav ytterligare aspekter och det är spårvidd, höjdläge, sidoläge, rälsförhöjning och skevning. Manuell mätning sker via mätinstrumenten solapass, geodetiskutrustning och pilhöjdmätning (samtal med M Gustavsson, spåringenjören på Trafikverksskolan). Den andra metoden är maskinell mätning och den utförs genom att en maskin belastar rälerarna genom en IMV 100 eller IMV 200 som är enheterna för det maskinerna, i rapporten TRVINFRA-00013 – spårläge, vid den maskinella mätmetoden krävs det att den största tillåtna hastigheten på spåret ska vara minst 130 km/h.

2.1.1 Spårvidd

Spårvidd definieras som det kortaste avståndet mellan två motstående räler från deras rälsöverkant och 14 mm ner från den. Spårvidd delas upp i tre kategorier, normalspår, bredspår och smalspår. Mätningen av spårvidd sker via ett manuellt mätinstrument tillexempel solapass, vid mätning av

spårvidden vid kurvor och växlar behövs det större spårvidd för att få en bättre kurvtagningsförmåga, då spårvidden annars blir för trång.

Fordonets hjul ska få tillräckligt mycket plats i sidled för att kunna ta svängen.

Annars kommer friktionen mellan hjul och räl bli för stor och risk för rälsklättring finns (hjulen klättrar upp på rälerna).

Nedan kommer en bild publiceras på rälernas farkanter för att läsaren skall få en bättre förståelse för vad det är.

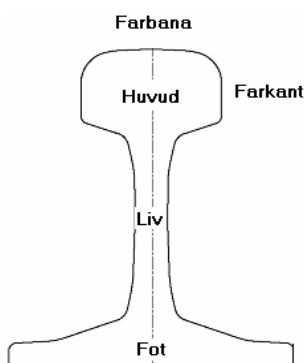


Bild 1. Bilden visar rälernas farkanter, huvud, fot, liv och farbana hos en vignolräl. Detta är vad en räl består av (Nilsson A, 2004)

Tabell 1. Tabellen visar spårviddens olika kategorier.

Kategori	Beskrivning	Mått (millimeter)
Normalspår	Exakt	1435 mm
Bredspår	Större än	1435 mm
Smalspår	Mindre än	1435 mm

Tekniska specifikationer för driftkompatibilitet (som förkortas TSD) för infrastruktur beskrivs i rapporten Banöverbyggnad- spåråge (Trafikverket, 2020). Där står att spårvidd har två definitioner, nominell spårvidd och konstruerad spårvidd. Det som menas med nominell spårvidd är normalspåret

som har spårvidden 1435 mm. Detta är till för att särskilja det svenska spårssystemet från andra system, exempelvis länder med andra spårvidd. Konstruerad spårvidd innebär den spårvidd som avgör sliprarnas struktur för att uppfylla spårssystemets behov. Enligt Trafikverket (2020) betonar de i rapporten TRVINFRA-00013 att det har fastställts ändringen av spårviddens storlek år 2015 från den normala spårvidden 1435 mm till 1437 mm, och det har skett efter order av TSD infrastruktur.

2.1.2 Höjdläge & Sidoläge

I en tabell från Trafikverket (2020) har det redovisats vilka krav som gäller för både höjdläge och sidoläge, beroende på vilken hastighetsklass spåret har. Höjdläge och sidoläge mäts oberoende av varandra och har olikheter, för höjdläge när mätning skall utföras bör man utgå ifrån två punkter och för sidoläge 5 punkter (spårläge- trvinfra-00013 Trafikverket, 2020). När höjd samt sidoläge skall projekteras bör de utgå från de befintliga geometrierna som är registrerade i Trafikverket (spårläge trvinfra-00013 Trafikverket, 2020).

Höjdläge:

- Rälens farbana, vilken nivå den har.
- Rälens höjdläge som omfattar medelnivån.

Sidoläge:

- Farbanans plan det vill säga spårplanen på rälen.
- Rälens läge som ligger vågrätt (liggandes).
- Spårets mittlinje.
- Höjdskillnad vid mätpunkten.
- Skillnaden i sidoläge mot rälens läge.

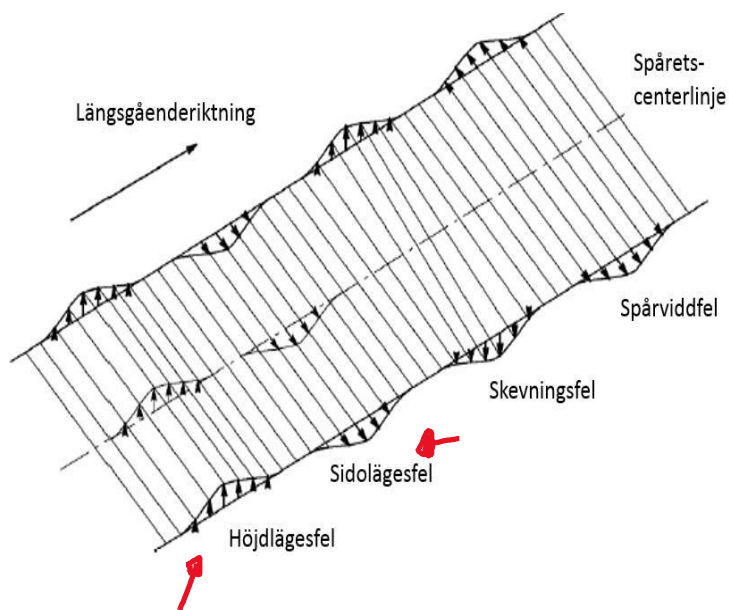


Bild 2. Bilden är markerad med två röda pilar som visar hur höjdläge respektive sidolägesfel ser ut (Asplund, 2017).

Ett höjdläge som överstiger den aktuella och lämpliga värdet beskrivs med + tecken och – tecken.

- För + är när läget går nedåt.
- för – är det när läget går uppåt.

Tabell 2. Tagen från trvinfra-00013 Trafikverket, tabellen beskriver gränsvärden för höjdlägets punktfel

Höjdläges för respektive räl, punktfel i +/- mm, mätbas 10 meter							
hastighetsklass	STH (km/h)	NYTT	NY JUST	PLAN	UH1	UH2	KRIT
H5	200<v<250	2	2	4	6	8	16
H4	160<v<200	2	2	5	7	9	20
H3	120<v<160	2	2	6	8	12	23
H2	80<v<120	3	4	8	10	15	26
H1	40<v<80	3	5	10	12	19	28
H0	V<40	3	6	12	15	25	28

Tabell 3. Tagen från trvinfra-00013 Trafikverket, tabellen beskriver gränsvärden för sidoläges punktfel

sidoläges för respektive räl, punktfel i +/- mm, mätbas 10 meter							
hastighetsklass	STH (km/h)	NYTT	NY JUST	PLAN	UH1	UH2	KRIT
H5	200<v<250	2	2	3	4	5	10
H4	160<v<200	2	3	3	4	6	12
H3	120<v<160	2	4	4	5	8	14
H2	80<v<120	3	5	5	7	11	17
H1	40<v<80	4	6	8	11	14	22
H0	V<40	5	7	10	14	17	22

2.1.3 Rälsförhöjning

Enligt en rapport (Lindahl, A. 2007) beskrivs det att rälsförhöjning är den givna höjdskillnaden mellan rälerna, de är vad som hade behövts för att ta ut alla krafter i sidled, den betecknas med bokstäverna (ha). Rälsförhöjningens skillnad mot den angivna rälsförhöjningen bör granskas tillsammans med det projekterade värdet, för rälsförhöjning finns det gränsvärden som beskriver hur stora punktfelen får vara för de olika hastighetsklasserna Enligt föreskrifter från Trafikverksskolan beskriver det att om spåret har en hastighetsgräns mindre än 50 km/h kommer den angivna rälsförhöjningen inte placeras på spåret. Trafikverket trvinfra-00013 beskriver att rälsförhöjningen i ett rakspår ligger på noll, däremot så är rälsförhöjningen i kurvspår förbestämd. Enligt Trafikverket trvinfra-00013 betonar de att rälsförhöjning bör anordnas för att den yttersta rälen skall ligga högre än innerrälen, skulle då den yttersta rälen ligga under den innersta rälen skall man beskriva den anordnade rälsförhöjningen med ett minustecken alltså att den är negativ. I Sverige finns det en gräns för hur stor

rälsförhöjningen maximalt kan vara, största tillåtna rälsförhöjning är 160 mm och utomlands är det mellan 160 - 180 mm, den lägsta rälsförhöjningen är 20 mm när rälsförhöjningen är utmed plattformen. Vid lägre kurvradier kan det hända att rälsförhöjningen måste avgränsas för att förhindra att urspårningsrisker för fordon på spåret som stannar i kurvan eftersom det kan bilda för kraftiga avlastnings krafter på hjulen (Lindahl, A. 2007, s 18).

2.1.4 Skevning

Skevning definieras som rälsförhöjningens förändring vid ett bestämt avstånd. Vid beräkning av skevning använder man enheterna promille, lutningsförhållande och millimeter. Det fordon som har störst risk att drabbas av skevningsfel har 6 meters avstånd mellan hjulen. Enligt Trafikverksskolan beskriver det i (Trafikverket, 2020) att spårlägesfel kan mätas på två olika sätt och det är manuellt samt maskinellt, skillnaden mellan dessa mätmetoder är att det har villkor som skall följas för att en mätning ska anses vara korrekt utförd, villkoren för den manuella mätningen är att det bör vara 6 meters mätbas mellan rälerna, 6 meter framför och 6 meter bakom inmätningen. De värden man får från de manuella mätningarna ska inte användas för att avskriva maskinella inmätningar.

Tabell 4. Tagen från trvinfra-00013 tabellen beskriver gränsvärden för skevnings punktfel (Trafikverket 2020).

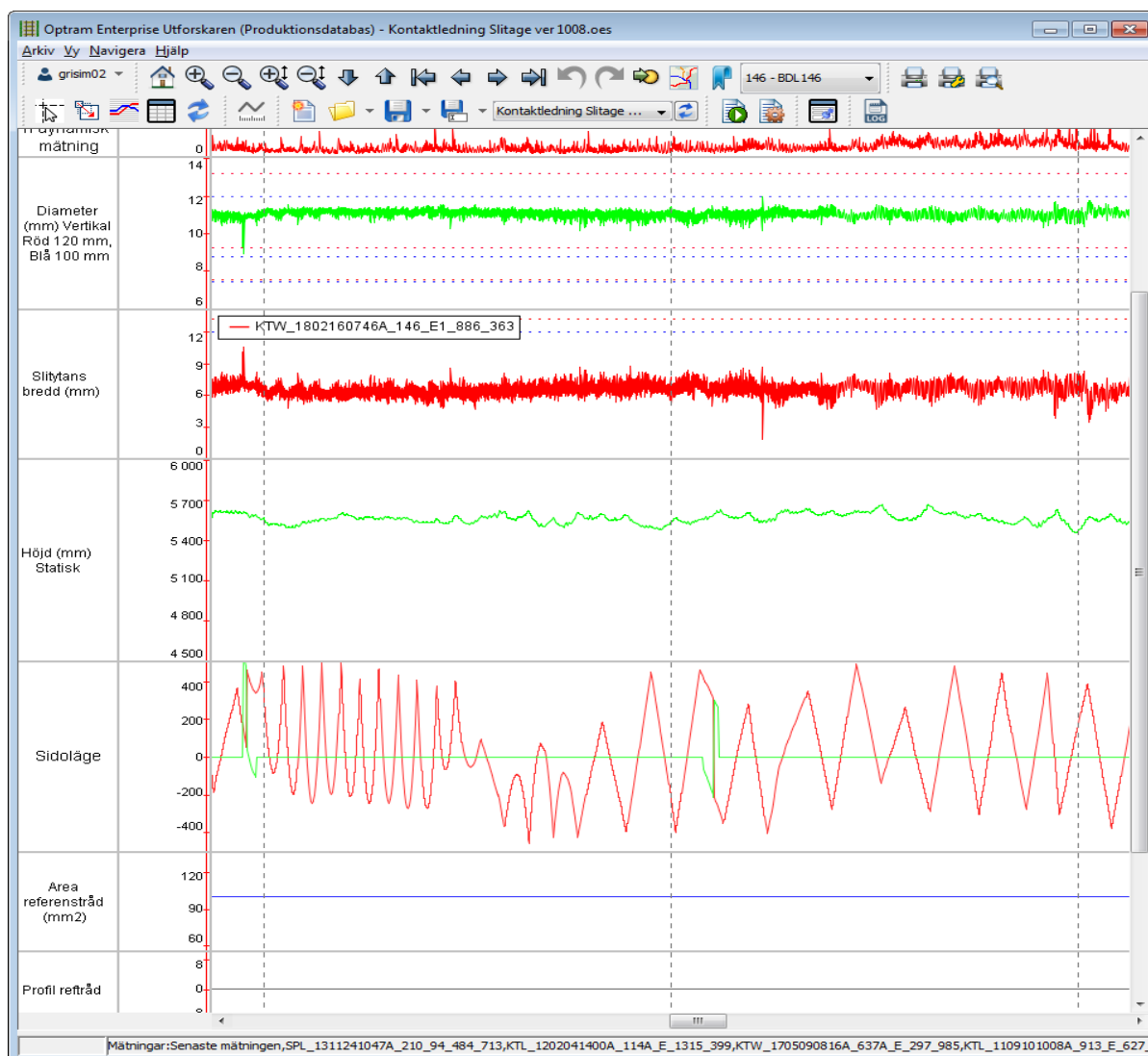
Skevnings punktfel med 6 m mätbas, i +/- mm							
hastighetsklass	STH (km/h)	NYTT	NY JUST	PLAN	UH1	UH2	KRIT
H5	200<v<250	4	4	6	7	10	15
H4	160<v<200	4	4	6	8	12	18
H3	120<v<160	4	4	7	9	14	20
H2	80<v<120	6	6	9	11	17	20
H1	40<v<80	8	8	11	14	20	25

H0	V<40	10	10	13	16	20	25
----	------	----	----	----	----	----	----

2.2 Optram

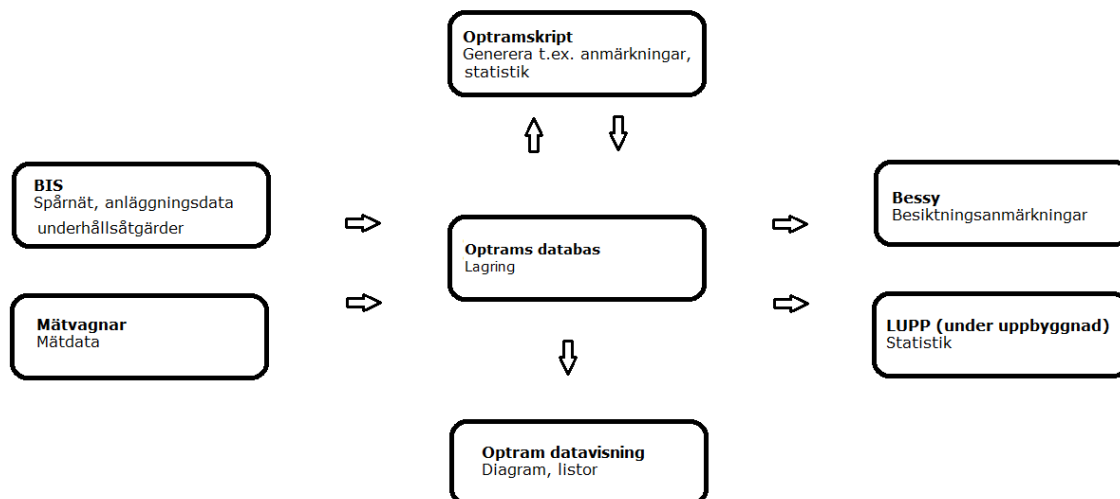
Trafikverket använder ett system som kallas Optram för att granska och analysera periodiska mätningar på spår och kontaktledningar. I de här kapitlet beskrivs Optram för att få en djupare förståelse hur en järnvägsanalys sker, eftersom de används mycket av entreprenörerna vid besiktning och planering av underhåll. Optram kommer inte användas i studien, endast fakta skall samlas in. Periodisk mätning skall utföras om det är över 130 km/h I de här arbetet är det endast 40 km/h.

Optram används inte endast av Trafikverket, det används av förvaltare på företag och entreprenörer som behöver utfärda en analys av en järnvägsanläggning för att sedan planera underhållsåtgärder och utvärdera resultat av utförda arbeten som kan leda till ett väl underhållet spår. Trafikverket beskriver flera typer av mätningar som kan granskas med hjälp av Optram och det är bland annat dessa, spårläge, vågor, ballastprofiler, rälsprofiler och kontaktledningar. Optram ger entreprenörerna och förvaltarna en möjlighet att ha koll på förändringarna i spårläget under en längre period där resultatet kan redovisas bland annat i våglängder. Nedan är en figur som beskriver hur Optram redovisar resultaten Bilden visar diametern i vertikalled, slitytans bredd, höjden, sidoläget. (Trafikverket 2020) betonar att spårlägesutvärdering granskas efter resultaten på Optram.



Figur 1. (Barthelemy, 2020, s 28). Bilden visar vad just ett specifikt Optram diagram kan innehålla inom spårläge och hur de kan se ut i ett Optram system, figuren visar hur våglängderna varierar beroende på om de är sidoläge, höjd eller area osv.

Optram använder sig av en process som lagrar informationen i databasen, informationen kommer framförallt från de periodiska. Databasen skall sedan skicka ut informationen till olika typer av kategorier som ska lagra den informationen som behövs för varje kategori, exempelvis alla delar som handlar om besiktning av spåret skall hamna inom aspekt bessy som betyder besiktningssystem. Nedan kommer processen för Optrams databas att visas för att öka förståelsen om hur processen fungerar.



Figur 2. Figuren visar Optrams databas-process, (Barthelemy, 2020, s 4)

2.3 Konsekvenser av ett spårlägesfel

Enligt (Trafikverket 2020) är ett spårlägesfel en typ av ojämnheter längs med spåret. Ett dåligt spårläge definieras med, höga belastningskrafter i spåret och som medför accelerationssvårigheter mellan hjul och räls. Sedan kan andra spårlägesfel orsaka urspårning som exempelvis spårvidd samt skevning.

2.3.1 Spårvidd & Skevning

Skevningsfel och spårviddsfel leder till stor risk för urspårning, för spårvidden gäller det när spårvidden är trång har den stor risk att urspås jämfört med när

spårvidden är bred. Dessa två aspekter blir uppmätta med en belastad och obelastad spårlägesmätning.

För skevning finns det en tabell som beskriver när det blir risk för urspårning på spåret, en tabell för 3 meters mätbas och en annan tabell för 6 meters mätbas. Anledningen till varför man har en för tre och en för sex är på grund av att de värdena är det mest prioriterade mätbaserna, de beskriver risken med hjälp av gränsvärden (Trafikverket 2020).

Tabell 5. Tagen från (Trafikverket 2020), beskriver gränsvärden för skevningsfel, som kan orsaka urspårningsfel.

Skevnings punktfel, mätbas 3 meter – uppmätt skevning (mm)		
Hastighets nivåer /	Nedsättning till 40 km/h	Trafiken stoppas
H5 / 200 <V<250 km/h	12 <värde <15	15 <värde
H4-H3 / 120<V<200 km/h	15 <värde <18	18 <värde
H2-H0 / 40<V<120 km/h	18 <värde <21	21 <värde

Tabell 6. Tagen från (Trafikverket 2020), beskriver gränsvärde för skevningsfel, som kan orsaka urspårningsfel.

Skevnings punktfel, mätbas 6 meter – uppmätt skevning (mm)		
Hastighets nivåer	Nedsättning till 40 km/h	Trafiken stoppas
H5 / 200<V<250 km/h	20 <värde <23	23 <värde
H4-H3 / 120<V<200 km/h	25 <värde <28	28 <värde

H2-H0 / 40<V<120 km/h	29 <värde <32	32 <värde	
--------------------------	---------------	-----------	--

Nedan publiceras tabellen, som beskriver spårviddens punktfel som kan orsaka urspårning.

Tabell 7. Tagen från (Trafikverket 2020), tabellen beskriver gränsvärden för maximala spårvidden.

Spårviddens maximala punktfel-uppmätt spårvidd (mm)		
Hastighets nivåer	Nedsättning till 40 km/h	Trafiken stoppas
H5 / 200 <V<250 km/h	28 <värde <33	33 <värde
H3-H2 / 120<V<200 km/h	33 <värde <35	35 <värde
H1-H0 / 40<V<120 km/h	35<värde <37	37 <värde

Enligt trvinfra-00013 beskriver det att vid trång spårvidd skall en granskning utföras i syfte att upptäcka risk för ostabil gång hos fordon på spåret. Det kan uppstå en ostabil gång hos fordon som kör på den trånga spårvidden för att det kan innefatta flera punktfel ju längre fram man kör på spåret, ungefär 100 meter eller mer (Trafikverket 2020).

Enligt Trafikverket beskriver de att alla fel som kan orsaka urspårningsfel skall anmälas och skötas enligt TDOK 2013:0658.

Nedan kommer bilder som visar hur skevningsfel och spårvidds fel ser ut, för spårvidd kommer det att visas när spårvidden är bred respektive trång.



Bild 4. Bilden visar hur ett skevningsfel kan se ut. Bilden visar att ena hjulet inte har kontakt med rälsen och det är så ett skevningsfel kan se ut, därmed kan man dra slutsatsen att det är risk att det sker en urspårning när alla hjulen på tåget inte har kontakt med spåret.



Bild 5. Bilden visar hur en bred spårvidd kan se ut. På bilden ser man tydligt hur hjulet fastnar innanför rälen och redan innan risk för urspårning kommer trång spårvidd och bred spårvidd att orsaka en ojämnt tåggång.



Bild 6. Bilden visar hur en trång spårvidd kan se ut. På bilden har redan en urspårning skett då hjulet klättrat upp på rälen under en snäv kurva med för trång spårvidd. Som det tidigare har nämnts i rapporten är en trång spårvidd mer farlig och innebär en större risk för urspårning än en bredare spårvidd.

Enligt Trafikverket (2020) skapas skevning på järnvägen av felaktiga sättningar, felaktigt underhåll, och när det inte är byggt på korrekt sätt, samt när man inte utgått från gränsvärden för att bilda en stabil bana. Dessa problemen leder även till att rälsförhöjningen kan överstiga 2,5 mm/m i rälsförhöjningsramp och det är förbjudet.

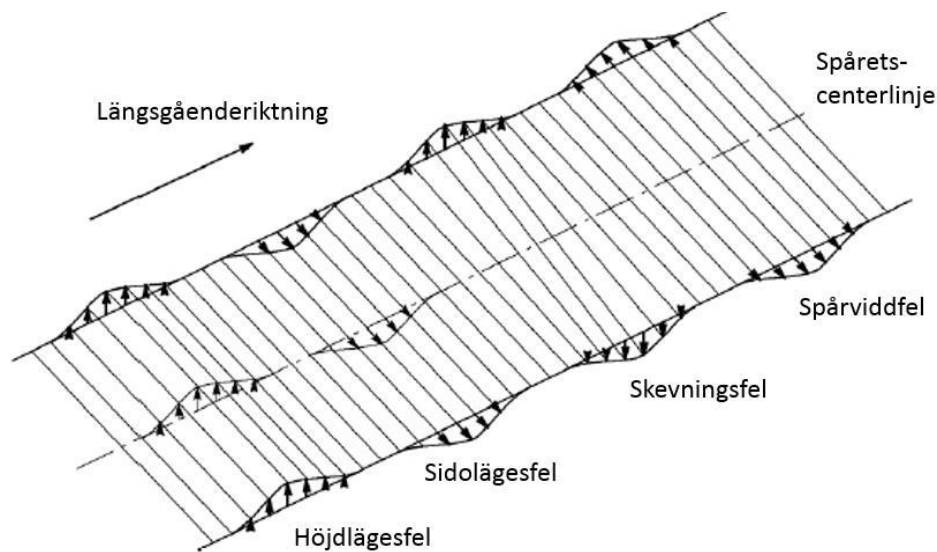
2.3.2 Höjdlägesfel, sidolägesfel och rälsförhöjningsfel

Höjdlägesfel är ett spårfel som kan orsaka flera konsekvenser för spåret, men det är inte urspårningsfarligt, vilket inte heller sidolägesfel och rälsförhöjningsfel är. Det här är fel som inte behöver prioritering i första hand så som spårvidd och skevning.

När det uppstår orenballast leder det till höjdlägesfel eftersom det blir en öppning mellan ballasten och jorden, det gör de enklare för vatten att samlas i banunderbyggnaden. Som tidigare nämnts är höjdlägesfel inte ett allvarligt fel, men man bör inte dröja med att åtgärda felet för de kan utvecklas och leda till skevningsfel, och det kan även leda till andra faktorer exempel ett mer ostabilt tåggång samt att spårets material slits snabbare, kontaktledningen blir också påverkad av höjd och sidolägesfel, och detta kan uppstå bland annat när man får problem med trumman (samtal med M Gustavsson). När de uppstår fel med trumman kan de innebära bland annat att jord har rasat in i trumman, en trumma kan också vara det som håller höjdläget bäst om den är hel och ballasten på sidorna av trumman sätter sig. Ett annat sätt att de bildas höjdlägesfel är genom att bankroppen inte fylls ordentligt med ballast, maskinen skall packa ballast för att inte spåret ska röra på sig och när maskinen packar otillräckligt med ballast riskerar det att leda till att höjdlägesfel bildas.

När det uppstår spårlägesfel leder det till en påverkan på spårets överbyggnad (samtal med M Gustavsson) och de bildas av bland annat den anledningen att man inte använder sig av regelverket när man lägger in räls mängd, för de kan uppstå fel räls mängd. Enligt Trafikverket (2020) orsakar sidoläge en ostabil överbyggnads kropp, och det innebär att det blir otillräckligt med ballast skuldror som håller sämre emot kraften från rälerna som uppstår tillexempel när

de. När ett spår inte håller emot krafterna från rälerna tågkroppens tyngd orsakar det ostabilitet och passagerarna får en känsla av otrygghet samt sämre komfort (föreläsning Mats Berg). Vid rälsförhöjningsfel beskriver Gustavsson vidare att det kan orsaka skevning om felet inte åtgärdas efter en längre tid. Vid sättning av rälsförhöjning skapas det skevning på ett enklare sätt, eftersom spåret redan skevar i en ramp krävs det väldigt lite för att det ska utvecklas ytterligare till ett skevningsfel. (samtal med M Gustavsson).



Figur 3. Figuren visar hur spårlägesfelen ser ut på spåret. (Asplund, 2017)

Figuren ovanför beskriver hur spårlägesfelen som tidigare har redovisats kan se ut, hur de felen kan påverka banan och ändra utformningen på järnvägen. Vid höjdlägesfel kan man tydligt se att rälsen går upp och bildar en puckel för tåget som kör på den drabbade järnvägen, vid sidolägesfel visar bilden att spåret förskjuts i sidled och ändrar utformningen på spåret, vid skevningsfel trycks spåret ned och marken sjunker, och kan hända att de höjts på ena sidan vilket kallas för sättning. Vid spårviddsfel ändrar spåret sin vidd och man får ett ostabilt spår.

2.3.3 Systemen BIS och Bessy?

Baninformationssystemet (BIS) och besiktningssystem (Bessy) är system som Trafikverket använder sig av. Enligt Trafikverket (2018) är BIS ett datasystem där avsikten med tjänsten är att samla datainformation angående banrelaterade anläggningar samt omständigheter på banan. Vidare berättar Trafikverket (2018) att BIS grund bygger på erfarenheter och referenssystem. Enligt Trafikverkets användarhandledning (Trafikverket, 2019) beskriver att BIS tar inte endast tar upp kurvor och räler, utan BIS kan redovisa järnvägsobjekt som kan besluta när slipers behöver besiktning samt vilken riktning spåret skall ha Bessy är ett IT-stöd, och enligt elektrologik (2020) är det ett system som lagrar och bearbetar information. Inom Bessy utförs säkerhetsbesiktning, underhållsbesiktning och övertagandebesiktning på järnvägarna runt om i Sverige.

3 Metod

I detta projekt skall det undersökas om spår 22 och 23 på Trafikverksskolan behöver åtgärdas. Författaren har varit ute och mätt på olika spår för att få fram värden som skall användas vid analys samt prioritering av vilket spår som ska åtgärdas först. I projektet har de utförts en dialog med Markus Gustavsson som kommer att användas som en muntlig källa i teoridelen som har nyttjats i projektet.

3.1 Insamling av mätdata

Vid datainsamlingen har man mätt med två mätinstrument och det är solapass och pilhöjdsmätningsutrustning. Solapass mäter spårvidden samt rälsförhöjningen, medans pilhöjdsmätningsutrustning mäter sidoläget på ett spår. Instrumenten är inte svåra att använda när man väl känner till det, det krävs en liten genomgång innan man kan påbörja inmätningar för att förstå hur det fungerar. Det kan möjligtvis vara lite komplicerat att använda sig av solapass vid kallare väder eftersom det krävs att den är noggrant placerad på rälsen. Det som är positivt med manuellt solapass är att det är en lättviktsutrustning. Innan mätningen utfördes gav spåringenjören Markus Gustavsson en inledande genomgång om hur instrumenten skall användas. Mätningen genomfördes tillsammans med spåringenjören Markus Gustavsson för att få fram korrekta värden samt undvika misstag. Mätningarna utfördes på dagen vid kl. 10:00 och varade till ungefär kl. 14:00. Mätningarna utfördes vid två olika årstider, en årstid där det var extremt kallt och snön hade täckt järnvägen, och en årstid där det var soligt och klart på järnvägen. Under en hel dag av insamlings data lyckades Markus och författaren mäta upp till 188 meter på järnvägen vilket är väldigt mycket data.

Vid ett tillfälle kunde författaren inte utföra mätningarna och fick därför hjälp av YH- studenter som mätte med liknande mätinstrument. Skillnaden var YH- studenterna fick mäta på spår 23 och författaren mätte på spår 22 söder om vändplattan på Trafikverksskolan.

Trafikverksdokument (TDOK) lästes där författaren fokuserade på aspekter som rälsförhöjning, spårvidd, sidoläge, höjdläge och skevning extra noggrant.

Baninformationssystemet BIS har använts för att få en kartläggning av spåren som finns på Trafikverksskolan, alltså en kartläggning för att följa noderna och ta reda på vilket område som skall studeras. Nedan är en bild för att visa kartläggningen ovanför spåren på Trafikverksskolan, tagen från BIS.

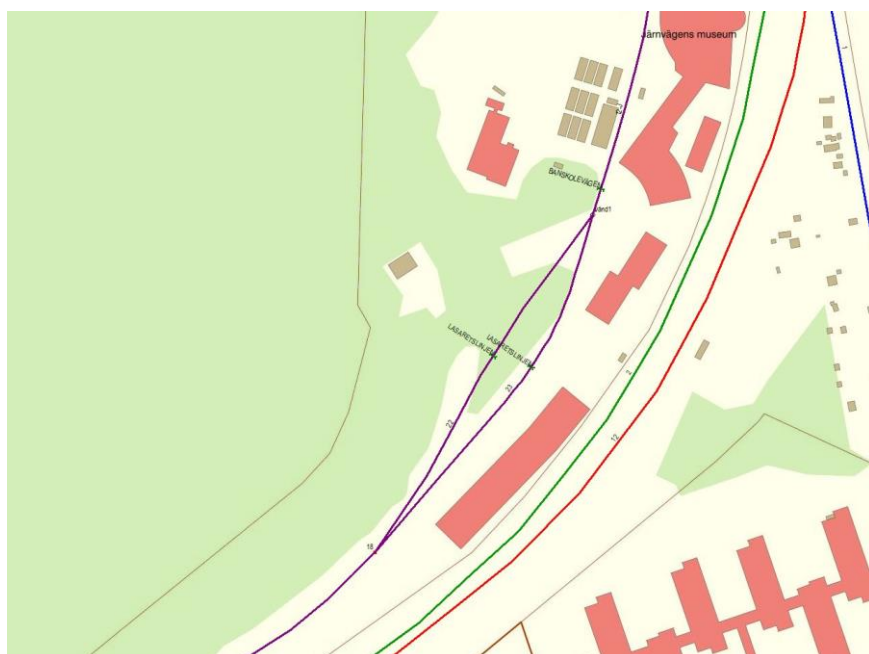


Bild 7. Förklarar kartläggningen över spåren på Trafikverksskolan som har använts vid datainsamlingen, tagen med hjälp av BIS-plastkarta. (Holmström, P-J. 2019)

Bilden ovan beskriver spåren i Trafikverket och författaren har valt att fördjupa sig i spår 22 och 23. Resultaten från mätningarna framgår av bilagor med Excell-ark för att ge en övergripande bild för läsaren om värdena som framtoqs under mätningarna. Detta för att enklare förstå vilka fel man upptäckte på respektive spår samt för att kunna prioritera vilket spår som skall vara i fokus att åtgärda vid ett senare skede.



Bild 8. Bilden visar ett solapass, i bilden mäts både spårvidd samt rälsförhöjning.

Kravnivå - Förkortning	Kravnivå - Benämning	Förklaring/krav på åtgärd	SS-EN 13848 och TSD
NYTT	Nybyggt	Krav för nybyggt och upprustat spår	
NYJUST	Nyjusterat	Krav för nyjusterat spår efter spårriktningsinsats	
PLAN	Planering	Krav för planering, PLAN-gräns. Spårlägesfel som överskrider PLAN-gräns ska analyseras för planering av kommande insatser	Alert Limit
UH1	Underhåll 1	Krav för underhåll, UH1-gräns. Spårlägesfel som överskrider UH1-gräns ska snarast åtgärdas så att nästa nivå, UH2-gräns, med marginal inte hinner nås före nästa besiktningstillfälle	Intervention Limit ('low')
UH2	Underhåll 2	Säkerhetskrav, UH2-gräns. Spårlägesfel ska åtgärdas innan de nått UH2-gräns. För spårlägesfel som överskrider UH2-gräns, dvs. ligger mellan gränsvärdena UH2 och KRIT, ska omedelbar planering av åtgärd ske och genomförande av åtgärd ske utan onödigt dröjsmål.	Intervention Limit ('high')
KRIT	Kritisk	Säkerhetskrav, KRIT-gräns. Vid uppmätta spårlägesfel som överskrider KRIT-gräns ska åtgärder omedelbart vidtas för att minska risken för säkerhetskonsekvens. Detta kan ske genom att felet åtgärdas, att det införs hastighetsnedsättning eller trafikstopp.	Immediate Action Limit

Bild 9. Bilden visar de olika kravnivåerna på spårfelen, där finns 6 stycken nivåer felet kan hamna på, beroende på om det är ett allvarligt fel som bör åtgärdas snabbt som möjligt eller ett fel som inte behövs åtgärdas nu (Trafikverket 2020).

Åtgärdsnivåerna kommer sedan att bestämmas på spårfelen, efter genomförandet av datainsamlingen. Utifrån vilka fel som hamnar på KRIT skall det prioriteras för att sedan åtgärdas eftersom det är felet som kan leda till allvarliga konsekvenser. Resterande fel som hamnar på Underhåll 2 och under kommer att tas med i prioriteringen efter att KRIT felet är åtgärdade.

3.2 Riskbedömning för att vistas i bana

Spåringenjören har även gjort en riskbedömning samt utfört nödvändiga åtgärder för att författaren skall arbeta säkert i spåret. En riskbedömning utförs för att se till att minimera risker och skador av personer på spåret, nedan kommer en riskbedömning publiceras



Riskbedömning av aktivitet i spårområde

Riskbedömning ska göras vid varje aktivitet i spårområdet. Checklistan används för aktiviteter i tillämpbara delar. Om det konstaterats att aktiviteter inte bedrivs inom eller påverkar spårområdet samt att ingen elektrisk fara finns, behöver riskbedömning inte upprättas.

VO:	Aktivitet/projekt: Examensarbete, studiebesöksmätning		
BAS-U:	Projektleddare/Beställare:		
Bevakningssträcka/Km - Driftplats/Spår: Å spår 22,23,12-J,5-8 och 9			
Datum: 2021-02-08	Starttid: 10:00	Sluttid: 14:00	
Inledande riskbedömning			
	Ja	Nej	
Aktivitet bedrivs inom eller påverkar spårområdet	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Arbete med spårfordon, TSA, TA, lätta arbetsredskap	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Elektrisk fara	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Andra risker	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Avstängt spår (trafikverksamhet)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Snöröjning under växling	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Tågvarning	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Kompletterande åtgärder	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	
Vid "Ja", gör fortsatt riskbedömning i resp. rubrik nedan - enligt TDOK 2016:0289 kap. 20.3			
Arbete med TSA/TA/Spårfordon			
Riskerna har beaktats och dokumenterats.			<input type="checkbox"/> Ja
Elektrisk fara			
Elsäkerhetsledare (namn): _____			
Tagit del av arbetsgivares inledande elsäkerhetsplanering			<input type="checkbox"/> Ja
Elsäkerhetsplanering på arbetsplatsen genomförd			<input type="checkbox"/> Ja
Instruktion till personalen genomförd			<input type="checkbox"/> Ja
Andra risker t. ex. trafik i intilliggande spår, dimma, buller, ras, plankorsning, materiallyft, m.m.			
Risker:			
Vidtagna skyddsåtgärder:			
Avstängt spår	A-skydd <input type="checkbox"/>	L-skydd <input type="checkbox"/>	E-skydd <input type="checkbox"/>
	Spärrfärd <input type="checkbox"/>	Växling <input type="checkbox"/>	
Tillsyningsman (namn): _____			
Snöröjning under växling			
Behov av besiktning avseende farbarhet efter utförd snöröjning:			<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nej
Besiktning av anläggning utförd efter snöröjning:			<input type="checkbox"/> Ja

TRAFIKVERKET Riskbedömning av aktivitet i spårområdet, Ver. 1.0

Bild 10. Bilden visar hur en riskbedömning ser ut, detta för att öka förståelsen för läsaren. Bilden förklarar hur man ska gå tillväga innan man går ut på spår och vistas för att minimera eventuella skador samt risker (Trafikverket, Markus Gustavsson 2021-02-08)

3.3 Muntlig Källa

En intervju har genomförts med spåringenjören Markus Gustavsson för att ta reda på vilka konsekvenser de olika spårfele, som har studerats i arbetet kan orsaka. Intervjun genomfördes via Zoom tjänsten och informationen som samlades in genom intervjun var främst redovisad under kapitlet ”Konsekvenser av spårfel”. Intervjun varade i ca 30–45 minuter och frågorna som ställdes var framtagna i förväg och det underlättade intervjun ytterligare för att avgränsa samtalet mellan parterna.

4 Resultat & Analys

I det här kapitlet redovisas de resultat som författaren har kommit fram till under datainsamlingen.

4.1 Redovisning av datainsamlingen

Här redovisas tabeller som visar felen som är mest vanliga på sträckan, därefter ska felen beskrivas och analyseras för att det sedan ska gå att prioritera vilka fel som bör åtgärdas först. Resultatet som redovisas i kapitlet är tagna från spår 22 söder om vändplattan samt spår 23.

Tabell 8. Tabellen visar det allvarligaste felet på spår 22 som man behöver känna till som angår skevningsfel.

Spår 22	Läge (var den befinner sig på sträckan)	Storlek (på felet)	Åtgärdsnivå (vilken nivå felet ligger på)
Skevningsfel	0 + 2 m	14 mm	PLAN
Skevningsfel	0+ 172 m	14 mm	PLAN
Skevningsfel	0+ 174 m	14 mm	PLAN
Skevningsfel	0+ 176 m	13 mm	PLAN
Skevningsfel	0+ 180 m	14 mm	PLAN

Som det nämndes i början av kapitlet skall de fel som är mest vanliga på sträckan redovisas för att införa en prioritering av dessa

Tabell 9. Tabellen visar det allvarligaste felet på spår 22 som angår spårviddsfel.

Spår 22	Läge (var den befinner sig på sträckan)	Storlek (på felet)	Åtgärdsnivå (vilken nivå felet ligger på)
Spårviddsfel	0 + 116 m	5 mm	UH1
Spårviddsfel	0 + 122 m	9 mm	KRIT
Spårviddsfel	0+ 124 m	9 mm	KRIT
Spårviddsfel	0+ 128 m	9 mm	KRIT
Spårviddsfel	0+ 132 m	9 mm	KRIT
Spårviddsfel	0+ 148 m	9 mm	KRIT
Spårviddsfel	0+ 152 m	9 mm	KRIT
Spårviddsfel	0+ 168 m	3 mm	Plan
Spårviddsfel	0+ 172 m	6 mm	UH1
Spårviddsfel	0 + 180 m	6 mm	UH1
Spårviddsfel	0+ 184 m	6 mm	UH1

Tabellen visar vilka nivåer felet skall ligga på och det underlättar för författaren att särskilja vilka fel som ska prioriteras. I tabellen beskrivs även var felet ligger samt hur stort felet är.

Tabellen nedan visar skillnaden mellan felet på spår 22, de hittades olika typer av spårfel och de fel som har hittats skall analyseras för att sedan bestämma vad som skall prioriteras först. Bilder kommer publiceras på spår 22 där man tydligt kan se att det finns nivåskillnader mellan rälerna.

Tabell 10. Tabellen visar ytterligare de fel som man hittat på spår 22 som skall åtgärdas efter spårlägesfelen.

Typ av fel	Åtgärdsnivå
Första kontaktledning, sidoläge (högra rälen)	NYJUST - Ny justerat
Vänstra sida, innan spårspärr, 6 m innan, ojämnt i sidoläge	PLAN- Planering

Skarv innan vägkurva, höjd och sidled	PLAN
Plankorsning, höjdled och sidledes skillnader	UH1 – underhåll 1
Tydlig dip vid hambo. Befästning (bild)	PLAN
Sidoläge, skarv innan fist befästning	UH1
Sidoläge mellan hambo, E-clipbefästning	UH1
Övergång till betong i slutet, sidoläge	NYJUST
I slutet av växeln ska det kollas, höjd och sidoläge	UH1

Det fel som redovisats ovanför är insamlade på spår 22 i Trafikverksskolan i Ängelholm, det finns fler än bara spårviddsfel och skevningsfel i det spåret och därför har författaren skapat en tabell som redovisar olika fel som också finns på spår 22. Där har författaren valt att berätta mer om vad felet är och var på spåret felet är.



Bild 11. Visar att de finns nivåskillnad i rälen, bilden visar en liten svacka sedan en förhöjning.



Bild 12. Bilden visar att ju längre fram man kommer så buktas det. Sedan uppstår det ett sidolägesfel vid pilmarkeringen samt ett höjdlägesfel.

Tabell 12. Tabellen visar de allvarligaste felen på spår 23 som angår sidolägesfel.

Spår 23	Läge (var den befinner sig på sträckan)	Storlek på felet (skillnaden av det korrekta värdet)	Åtgärdsnivå (vilken nivå felet ligger på)
Sidolägesfel	0+30 (långt innan plankorsning)	20 mm	Kritisk
Sidolägesfel	0+50 (precis innan plankorsning)	9 mm	UH1
Sidolägesfel	0 +75 (efter växel / plankorsning)	18 mm	Kritisk

Tabellen nedan visar de felen som man hittat på spår 23. Felen som har hittats skall analyseras för att sedan bestämma vad som skall prioriteras först. Bilder visas på spår 23 där man tydligt kan se att det finns nivåskillnader mellan rälererna.

Tabell 13. Tabellen visar ytterligare de fel som man hittat på spår 23 som skall åtgärdas efter spårlägesfelen.

Typ av fel	Åtgärdsnivå
Nivåskillnader i rälen.	UH1
Trång spårvidd snedställ slipers	UH1
Sidolägesfel	KRIT
Saknas befästningar	PLAN
Lösta befästningar	NYJUST
Gummimatta har glidit isär från rälen	PLAN



Bild 13. Bilden visar hur de monterade befästningarna har lossnat.

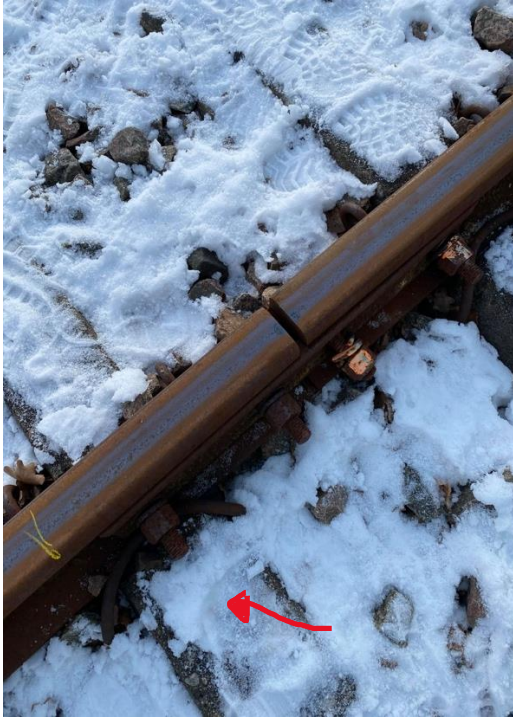


Bild 14. Bilden visar hur gummimattan har glidit isär från rälen och hamnat under befästningen.



Bild 15. Bilden visar att det saknas befästningar på rälen.



Bild 16. Bilden visar ett sidolägesfel.

4.2 Prioritering

I det här avsnittet skall det redovisas vilka fel som skall prioriteras, och varför man valt att prioritera just de felen. Sedan skall övriga fel sammanställas för att personalen på Trafikverksskolan skall ha en aning om vilka fel som närmast kan utvecklas och bli allvarliga. Detta görs för att hindra att det ska bli mera fel på spåret.

Tabell 14. Tabellen visar de valda felen som skall prioriteras på spår 22.

Spår 22	Läge (var den befinner sig på sträckan)	Storlek på felet (skillnaden av det korrekta värdet)
Spårviddsfel	0 + 122 m	9 mm
Spårviddsfel	0 + 124 m	9 mm
Spårviddsfel	0 + 128 m	9 mm
Spårviddsfel	0 + 132 m	9 mm
Spårviddsfel	0 + 148 m	9 mm
Spårviddsfel	0 + 152 m	9 mm

Tabell 15. Tabellen visar de valda felen som skall prioriteras på spår 23.

Spår 23	Läge (var den befinner sig på sträckan)	Storlek på felet (skillnaden av det korrekta värdet)
Sidolägesfel	0 + 30 m (Långt innan plankorsning)	20 mm
Sidolägesfel	0 + 75 m (efter växel / plankorsning)	18 mm

De valda felen ovanför är det allvarligaste felen på spår 22 och 23 på Tafikverksskolan som behöver åtgärdas. Varför man just valt de felen är på grund av att vid datainsamlingen upptäcktes det att sidolägesfelen och spårviddsfelen hamnade på åtgärdsnivån KRIT och då innebär det att det är ett akut läge. Utifrån tabellerna kan man tydligt se att spår 22 är det spår som skall prioriteras först, anledningen till det är att spårviddsfel har en större risk att orsaka urspårning än sidolägesfel och även att på spår 22 är det 6 stycken kritiska fel och på spår 23 är det två stycken kritiska fel. Antalet kritiska fel är större på spår 22 och därför skall det prioriteras först.

5 Diskussion

Den genomförda datainsamlingen var utförd på ett korrekt sätt och man fick ut rimliga värden som har redovisats i rapporten. När man väl var ute i spåret kunde man tydligt se att det fanns en del fel på Trafikverksskolans spår utan att mäta med några instrument. Författaren upptäckte fel på spåret innan mätningarna började utföras, vilket gjorde fältstudierna enklare att utföra med instrument. Det var bra upplagt redan från början vad man skulle utföra när man gick ut för att mäta, och det underlättade för författaren och den spåringsjören som genomförde datainsamlingen, eftersom det minimerade vår tid ute på fält. Det fel som skall prioriteras är spårviddsfel och sidolägesfel eftersom de uppmätta värdena visar nivå KRIT som innebär att felen bör åtgärdas omedelbart, de andra felen som redovisas på resultat ska också åtgärdas men det kan dröja ett tag till innan man behöver reparera. På resultat finns det under tabell rubriken "läge" och "åtgärdsnivå", rubriken läge beskriver var felet på sträckan befinner sig, anledningen till varför man valt att beskriva var felet är, ökar chanserna för personalen på järnvägsskolan att hitta det snabbare och inte behöver leta över hela sträckan. Rubriken "åtgärdsnivå" beskriver hur stora felen är, om det är allvarliga fel eller inte, vilket också underlättar för personalen på Trafikverksskolan att veta var man ska fokusera och lägga ner tid.

De andra felen som insamlades kan bli allvarliga fel, särskilt skevningsfel som visade åtgärdsnivå "plan" eftersom det har en stor risk att orsaka urspårning på järnvägen. Det finns även fel som har redovisats under kapitlet resultat där det beskrivs allmänna fel som behöver åtgärdas, bland felen är det befästningar som saknas, lösa befästningar och nivåskillnader i rälen, det kan möjligtvis köra ett tåg på sträckan vid det uppnämnda felen, men av säkerhetsskäl skall man försöka lösa problemet för att inte riskera allvarliga konsekvenser. De som har

varit ute i fält och utfört mätningar på sträckan skall göra det med avseende på att utvecklas och lära sig av mätningarna, inte endast mäta för att ta fram värden, utan vara noggrann med mätningarna och utföra insamlingen korrekt, för att ta med sig till kommande studier. Fördelen är att författaren kan också ta med sig flera metoder från insamlingen ute i arbetslivet, eftersom det praktiska bygger på det teoretiska. För att kontrollera underhållet på järnvägen utför Trafikverket periodiska mätningar, man mäter räler och spårväxlar med ett ultraljud, mätningarna genomförs för att säkerställa säkerheten i anläggningen. Den ultraljud kontrollen genomförs genom ett automatiserat fordon som också kan ställas till manuellt. När man har fått resultat från ultraljud och periodiska mätningarna publiceras då mätningarna i den aktuella bandelen i Optramsystemet samt BESSY. Den typen av mätningen är noggrannare och utförs vid spår som trafikerar tung trafik samt högre hastigheter på spåret. Den typ av mätning som skedde i projektet kallas för manuell mätning och den genomförs vid banor som har mindre hastighet än 40 km/h detta är taget enligt TDOK-00013 TRV. Den typ av mätning kan orsaka felaktiga resultat eftersom den sker manuellt och varför den kan orsaka felaktiga resultat är för att vädret har en stor påverkan hur mätningen sker samt så är människans kunskap väldigt viktig för den delen för att kunna använda dessa typer av instrument. Därför hade skribenten en genomgång med spåringsjören Markus innan man gick ut på fält och utförde sin mätning.

Felkällor som kan ha en påverkan på resultatet är

- Flera olika personer har mätt.
- Kyla, mätt under olika årstider som gör det komplicerat att jämföra de olika mätningarna.
- Fel på utrustning.
- Sidolägesfel och höjdlägesfel har mätts genom att lokalisera okulärt för att sedan mäta med utrustning, kan hända att man missat något fel.
- Is som har fastnat mellan rälerna.
- Missat befästningar som kan ha lossnat ur rälen.

6 Slutsats

6.1 Hur anordnar man ett optimalt underhåll på Trafikverksskolans spår?

Arbetet visar att ett optimalt underhåll på Trafikverksskolans spår anordnas genom att upptäcka befintliga spårlägesfel samt allmänna fel på järnvägsspåret. Felen upptäcks genom att utföra fältstudier på spåren för att få fram datainsamling.

6.2 Hur kan man prioritera vilka fel som ska underhållas först?

Man prioriterar felen utifrån vilken kravnivå som felet befinner sig på, efter att man utfört datainsamlingen skall man ta reda på vilken kravnivå som felet ligger i. Detta tar man reda på genom en tabell av gränsvärdet för det aktuella

felet, och därefter kan man få fram om det felet är ett kritiskt fel som måste prioriteras eller ett ny justerat fel som inte behöver prioriteras.

6.3 Vilken typ av fel i spåren är urspårningsfarliga?

De fel som är urspårningsfarliga är

- Spårviddsfel
- Skevningsfel

Resultatet visade att endast skevningsfel och sidolägesfel skall prioriteras för att åtgärdas och detta eftersom det befann sig på kravnivå KRIT. Därefter skall de resterande felen åtgärdas efter det prioriterade felen. Resultatet uppfyller syftet med arbetet eftersom det underlättar för utbildarna att prioritera det underhåll som bland annat utförs under YH utbildningarna. Under resultatet har författaren även kartlagt vad som ska prioriteras samt var på spåret felen är.

Resultatet kommer att användas på det sättet att navigera personalen på Trafikverksskolan vad det ska fokusera på när det utbildar YH-eleverna samt åtgärda de angivna felen.

7 Bilagor

De bifogade Excell tabellerna redovisar det uppmätta värdena från fältövningen som genomfördes tillsammans med Markus Gustavsson, värdena är tagna från

spår 22 söder om vändplattan på Trafikverksskolan. Värdena från spår 23 kommer att bifogas under kapitelbilagor.

My & haws

4/4

Skevningsmätning spår 23

TRAFIKVERKSSKOLAN
TRAFIKVERKET

Stationssträcka: -
Km:

Datum 02-11-20
Sign

Enkelspår Uppspår Nedspår

östa
trädet

Mätpunkt (varannan meter) m	Spårvidd mm	Rälsför- höjning mm	Rälsför- höjnings- ändring på 6 m mm	Ramptal 6000/ ändring	Anmärkning
0	1425	1.2			
2		1.7	1.5		
4		0.2	2.3		
6		3.5	5.3		
8		4.0	3.3		
10		5.5	5		
12		6.8	6.7		
14	1432	9.0	7.9		
16		12.2	8.6		
18		14.7	6.4		
20		17.6	7		
22		18.6	4.5		
24		21.7	10.6		
26		22.1	6.2		
28		29.2	9.2		
30		27.9	3.4		
32		31.3	8.8		
34		32.6	8.7		
36		36.7	7.2		

Linns - & My

4/4

Skevningsmätning spår 23



Stationssträcka: -
Km:

Datum 02-11-20
Sign

Enkelspår Uppspår Nedspår

Hinder
m hets
punkt

Mätpunkt (varannan meter) m	Spårvidd mm	Rälsför- höjning mm	Rälsför- höjnings- ändring på 6 m mm	Ramptal 6000/ ändring	Anmärkning
38		40			
40		39,8	2,6		
42		39,3	3		
44		43	2,8		
46		42,6	3		
48		42,5	0,2		
50		42,8			

2/4 Spår 23

Skevningsmätning



Stationssträcka: Luleå → plankorsning
Km:

Datum: 2/11-2020
Sign:

Enkelspår Uppspår Nedspår

Mätpunkt (varannan meter) m	Spårvidd mm	Rälsför- höjning mm	Rälsför- höjnings- ändring på 6 m mm	Ramptal 6000/ ändring	Anmärkning
		2,5			
		1	0,5		
		1,5	0,5		
		2	0,5		
		1,5	1,5		
		1	1		
		0,5	0		
		0,5	0		
		1	1		
		0,5	1		
		1,5	2		
		2	2,5		
		2,5	4		NYTT U. JUST
		4	4		
		6	2		
		6,5	0		
		6	0,5		
		6	3		
		5	3,5		

3
3,5
2

Mätpunkt (m)	Spårvidd (mm)	Rälsförhöjning (mm)
0	1446	13
2		-2
4	1435	-2
6		-1
8	1439	-2
10		-3
12	1437	0
14		-5
16	1436	-4
18		-2
20	1441	-3
22		-3
24	1435	-3
26		-4
28	1437	-2
30		-3
32	1440	-5
34		-3
36	1437	1

Tabell 1.

Tabell 2.

Mätunkt (m)	Spårvidd (mm)	Rälsförhöjning (mm)
38	1435	0
40		3
42	1441	0
44		-2
46	1438	-1
48		0
50	1438	-3
52		-3
54	1436	-1
56		0
58	1436	4
60		-3
62	1436	0
64		1
66	1436	1
68		0
70	1436	-1
72		-2
74	1437	1

Tabell 3.

Mät punkt (mm)	Spårvidd (m)	Rälsförhöjning (mm)
76	1436	7
78		2
80	1437	2
82		-4
84	1436	-4
86		-1
88	1440	-1
90		-1
92	1440	2
94		-2
96	1436	-1
98		-2
100	1436	-2
102		-3
104	1434	-1
106		-1
108	1430	-1
110		1
112	1426	-2

Tabell 4.

Mät punkt (m)	Spårvidd (mm)	Rälsförhöjning (mm)
114	1426	-2
116		-1
118	1426	-2
120		-1
122	1426	-1
124		-1
126	1435	1
128		3
130	1435	1
132		-1
134	1434	2
136		1
138	1426	-2
140		2
142	1426	-2
144		-1
146	1435	0
148		-1
150	1436	1

8 Källförteckning

Barthelemy, S, (2020-02-11). *Presentation av system Optram*. Tillgänglig:
><https://www.trafikverket.se/contentassets/872ff542f5cf429a8b330098424622ee/presentation-av-optram-200318.pdf> < Hämtad den (2020-10-20)

Nilsson, A. (2004). *Mätning av rälsprofil med STRIX*. Tillgänglig:> <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1032241/FULLTEXT01.pdf> < Hämtad den (2020-12-15)

Ekholm, T. (2013-11-25). *Fel att säga vi inte åtgärder brister i järnvägen*. Tillgänglig:
><https://www.jarnvagsnyheter.se/20190804/2203/fel-att-saga-att-vi-inte-atgardar-brister-i-jarnvagen> <Hämtad den (2021-01-07)

Elektrologik.se. *Informationssystem*. Tillgänglig:
><http://www.elektrologik.se/informationssystem.html> <Hämtad den (2020-11-19)

Lindahl, A. (2007). *Järnvägssignalteknik- Signalsystem*. Tillgänglig:
>https://www.kth.se/social/upload/513746c0f276547632647f1c/Järnväg%20S_pågeometri.pdf <Hämtad den (2020-12-15)

Regeringen.se. *Mål för transportpolitiken*. Tillgänglig:
><https://www.regeringen.se/regeringens-politik/transporter-och-infrastruktur/mal-for-transporter-och-infrastruktur/>> Hämtad den (2020-01-10)

Sten, R. (2000). *Spårvidder*. Tillgänglig:
><http://www.historiskt.nu/okbv/faktat1.htm#sp1> <Hämtad den (2020-12-05)

Trafikverket.se (2018-10-15) *Baninformation (BIS)*. Tillgänglig:
><https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-underhall/BIS---Baninformation/> <Hämtad den (2020-11-01)

Trafikverket.se (2020-07-01) *Banöverbyggnad*. Tillgänglig:
>https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/142b8a5a-4dc6-4198-8c7c-de583cb4e76c?fbclid=IwAR1ucJxzAsQ6DQXe6n0dc5DpGwrULLDopuTm9ss04FGAbvFvaS8xm1zJe_U < Hämtad den (2021-02-20)

Trafikverket.se (2020-04-01). *Banöverbyggnad (krav)*. Tillgänglig:
><https://puben.trafikverket.se/dpub/visa-dokument/24a8154f-996a-4805-aca1-ddd4e09ce933> <Hämtad den (2021-01-07)

Trafikverket.se (2021-01-27). *Bessy och Besiktningssplan*. Tillgänglig:
<<https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-underhall/Bessy/>< Hämtad den (2020-12-01)

Trafikverket.se (2021), *Optram*. Tillgänglig:
><https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-underhall/Optram/> <Hämtad den (2020-09-11)

Trafikverket.se (2021-03-30) *Periodisk mätning*. Tillgänglig:
><https://www.trafikverket.se/tjanster/system-och-verktyg/forvaltning-och-underhall/Periodisk-matning/> < Hämtad den (2021-04-01)

Trafikverket.se (2016-05-13). *Underhåll av väg och järnväg*. Tillgänglig:
><https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall-av-vag-och-jarnvag/>< Hämtad den (2020-10-13)

Trafikverket.se (2020-02-03). *Underhåll av järnvägssystemet*. Tillgänglig:
><https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall-av-vag-och-jarnvag/Sa-skoter-vi-jarnvagar/Underhall-av-jarnvagssystemet/><
Hämtad den (2020-12-05)

Trafikverket.se (2019-08-01). *Användarhandledning BIS (Ban Informations System)*. ><https://docplayer.se/15155782-Bis-anvandarhandledning-kapitel-1-5.html> < Hämtad den (2021-01-10)

