

Besiktning av järnvägsanläggningar

Alternativa besiktningmetoder vid järnvägen



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för Teknik och samhälle

Examensarbete:

Axelsson John

Thomasson Britt-Marie

© Copyright Axelsson John, Thomasson Britt-Marie

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 2013

Förord

Detta examensarbete är sista delen av vår högskoleingenjörsutbildning inom byggt teknik med inriktningen järnvägsteknik vid Lunds Tekniska Högskola, Campus Helsingborg. Examensarbetet har genomförts i samarbete med järnvägsentreprenören Infranord AB via Lunds Tekniska Högskola, Institutionen för teknik och samhälle, under våren 2013.

Vi vill tacka Niklas Sundel för tillfället att utföra vårt examensarbete på Infranord.

Ett varmt tack till våra handledare Ensio Puronranta och Patrik Kriborg för deras otroliga stöd och positiva inställning, all personal på Infranord som på olika sätt tillfört sin samlade kunskap och gjort det här arbetet möjligt. Slutligen vill vi tacka vår examinator András Várhelyi för akademisk rådgivning.

Helsingborg 2013

John Axelsson och Britt-Marie Thomasson

Sammanfattning

Järnvägen är ett komplext transportsystem med toleransmått ner på millimeternivå. Några millimeter för mycket slitage på fel ställe kan innebära en urspårning och därmed en katastrof. Tågtrafikens säkerhet är således en viktig aspekt i det dagliga arbetet med underhåll av järnvägsanläggningar. I underhållet har besiktning en central roll. Besiktningen syftar till att upprätthålla säkerheten och funktionen genom att uppmärksamma brister i anläggningen innan de orsakar fel och störningar i driften av tågtrafiken.

I takt med att godstrafiken och att persontrafiken har ökat i Malmöområdet ökar också slitaget av järnvägsanläggningarna. När trafiken har ökat har även utrymmet för besiktningen av järnvägsanläggningen minskat vilket gör det svårt för besiktningsmännen att utföra sitt arbete. Behovet av att analysera och identifiera tänkbara alternativa arbetsmetoder är högst aktuellt.

Syftet med rapporten är att identifiera alternativa besiktningsförfarande och slutligen presentera det förslag som är mest tids- samt kostnadseffektivt.

Information till rapporten har samlats in med hjälp av en genomgång av Trafikverkets föreskrifter, handböcker och standarder som reglerar besiktning av järnvägsanläggningar, analys av tidigare besiktningsanmärkningar, utförda studiebesök och samtal med personal från ett statligt företag som arbetar med besiktning av järnvägsanläggningar.

Fyra alternativa besiktningsförfarande har arbetats fram och beräknad tidsåtgång och kostnad har jämförts med dagens besiktningsförfarande. Det alternativa besiktningsförfarandet som rekommenderas enligt rapporten är att samordna besiktningsmännen i en organisation utan koppling till ett specifikt funktionsentreprenadkontrakt. Detta beräknas sänka tidsåtgången med 60 procent och kostnaderna med 30 procent jämfört med dagens besiktningsförfarande.

Nyckelord: järnväg, besiktning, tidseffektiv, kostnadseffektiv.

Summary

The railway is a complex transport system with tolerance dimensions down on millimeter level. A few millimeters too much wear at the wrong place may cause a derailment and cause a disaster. The safety of railway traffic is an important aspect in the daily work of maintenance of the railway. Inspections of the railway have a central role of maintenance. The inspection is intended to maintain the safety and function by addressing deficiencies in the system before they cause errors and disruptions in the daily traffic.

The traffic has increased, leaving less time for inspection of the railway system. With the increased freight- and passenger traffic in the Malmö area the wear of railway infrastructure also increase. As traffic has increased, the space for the inspection of the railway system has decreased, making it difficult for inspectors to do their work. The need for analyzing and identifying potential alternative methods is crucial.

This report aims to provide various options for a more efficient railway inspection process and present the alternative which is the most time- and cost efficient.

Information has been collected through reviews of the Swedish Transport Administration's regulations, handbooks and standards governing inspection of railway, analysis of previous inspection results, visits and conversations with Infranord's staff, a public railway entrepreneur.

Four alternative inspection procedures have been developed and the estimated time and cost has been compared with current inspection procedures. The alternative inspection procedure recommended in the report is to coordinate inspectors in an organization with no connection to different maintenance contracts. This is expected to reduce the time spent by 60 percent and costs by 30 percent compared to current inspection procedure.

Keywords: railway, railway inspection, time-efficient, cost-efficient.

Innehållsförteckning

Definitioner	1
1 Inledning	3
1.1 Besiktning av järnväg	3
1.2 Besiktningsförfarande idag	4
1.2.1 Besiktningsystemet BESSY	5
1.3 Infranord AB	5
1.4 Problemformulering	5
1.5 Syfte	6
1.6 Avgränsningar	6
1.7 Antagande	9
1.8 Interna kostnader	9
2 Metod	11
2.1 Regelverk	11
2.2 Dataanalys	11
2.2.1 Bearbetning av datainformation	13
2.3 Studiebesök	14
2.4 Samtal med Infranords personal	14
3 Analys	15
3.1 Regelverk	15
3.1.1 Säkerhet vid arbete i spårmiljö	17
3.1.2 Säkerhetsbesiktning	18
3.1.3 Underhållsbesiktning	22
3.1.4 Ibruktagandebesiktning	23
3.1.5 Kontrollbesiktning	24
3.2 Dataanalys av besiktningsanmärkningar	25
3.3 Studiebesök	33
3.4 Samtal med Infranords personal	34
3.4.1 Besiktningsanmärkningar	34
3.4.2 Verktyg	35
3.4.3 Övrigt	35
4 Alternativ på besiktningsförfarande	37
4.1 Alternativ 0	38
4.1.1 Genomförande	38
4.1.2 Tidsåtgång	38
4.1.3 Kostnad	38
4.1.4 Fördelar	39
4.1.5 Nackdelar	39
4.2 Alternativ 1	40
4.2.1 Genomförande	40
4.2.2 Tidsåtgång	41

4.2.3 Kostnad.....	41
4.2.4 Fördelar	42
4.2.5 Nackdelar.....	42
4.3 Alternativ 2.....	43
4.3.1 Genomförande	43
4.3.2 Tidsåtgång	43
4.3.3 Kostnad.....	44
4.3.4 Fördelar	44
4.3.5 Nackdelar.....	44
4.4 Alternativ 3.....	45
4.4.1 Genomförande	46
4.4.2 Tidsåtgång	46
4.4.3 Kostnad.....	46
4.4.4 Fördelar	47
4.4.5 Nackdelar.....	47
4.5 Alternativ 4.....	48
4.5.1 Genomförande	48
4.5.2 Tidsåtgång	48
4.5.3 Kostnad.....	48
4.5.4 Fördelar	49
4.5.5 Nackdelar.....	49
4.6 Jämförelse av alternativen.....	50
5 Diskussion.....	51
5.1 Felkällor.....	51
5.2 Fortsatta studier	52
6 Litteraturförteckning.....	53
6.1 Figurförteckning	55
6.2 Tabellförteckning.....	56
7 Bilagor	57
7.1 Bilaga I.....	57
7.2 Bilaga II.....	58

Definitioner

Anläggning	En järnväg i sin helhet, med alla delsystem som krävs för att den skall vara funktionell för trafikering av järnvägsfordon.
A-skydd	Ett bestämt område stängs av från tågtrafik eller rörelser med spårfordon och spårarbeten kan utföras utan risk.
Balis	En sändare i spåret som ger tågen information om tillåten hastighet, spårets lutning och avståndet till nästa balis.
Ballast	Makadam eller grus som ligger runt sliprarna för att fördela tryck och krafter samt hålla sliprarna och spåret på plats.
Bana	Spåranläggningen inklusive banunderbyggnad, banöverbyggnad kontaktledning och signalanläggning.
Bandel	En järnvägssträcka mellan olika orter, kan också vara en större bangård, driftplats.
Bangård	Större spårområde för uppställning och växling av fordon.
Banunderbyggnad	Bär banans överbyggnad, består av bearbetad terräng som skärningar och bankar samt konstbyggnader som broar och tunnar.
Banöverbyggnad	Består av spår och ballast som tar upp krafter från fordonen och för över dem till banunderbyggnaden.
Befästning	Komponent som fäster rälen i slipern, finns i olika typer till exempel spik-befästning, Heyback-befästning eller Fast-clip-befästning. Befästningarna har som uppgift att överföra krafter, hålla spårvidden och förhindra vridning av rälerna.
Besiktning	Trafiksäkerhetskontroll av järnvägsanläggningar.
Besiktningsman	Den person som är kvalificerad att utföra besiktning.
BESSY	Trafikverkets besiktningsssystem.
BIS	Trafikverkets baninformationssystem.
BVF	Trafikverkets föreskrifter om järnväg.
BVH	Trafikverkets handböcker om järnväg.
BVS	Trafikverkets standarder om järnväg.
Driftplats	En mötes- eller hållplats skild från linjen som kan övervakas mer detaljerat än linjen.
Entreprenör	Företag som på uppdrag av förvaltaren bedriver arbete i järnvägsmiljö.
Förvaltare	Organisation eller myndighet som äger och förvaltar järnväg, till exempel Trafikverket.
Isolerskarv	Isolerad skarv i rälen som utgör spårledningens gränser.
Komponent	Del som bygger upp objekt i järnvägsmiljö.
Kontaktledning	Högspänningsledning som är upphängd över spåret och överför elkraft till fordonen.

Linje	Banan utanför driftplatsernas gränser, utgör det egentliga trafikeringsstråket.
L-skydd	Endast ett område på en bevakningssträcka stängs av från tågtrafik för arbeten med lättare arbetsredskap.
Objekt	Del av anläggning, till exempel en spårväxel.
OFP	Oförstörande provning, till exempel ultraljud för att undersöka räler efter inre skador.
Räl	Stålskena som i par utgör farbana för spårgående fordon.
Rälsförhöjning	Anlagd höjdskillnad mellan inre och yttre räl i en kurva.
Signal	Ljussignal som ger information till lokföraren. Finns i olika varianter till exempel huvudsignal, dvärgsignal och försignal.
SISÄ-behörighet	Befogenhet att kontrollera signalteknikers justeringar.
SJ	Statens Järnvägar, statligt affärsdrivande aktiebolag.
Skarv	Sammanfogning av två räler genom svetsning eller med skarvjärn.
Sliper	Trä- eller betongbalk under räler. Överför belastningen från rälerna till ballasten, tillsammans med befästningen verkar slipern för att spårvidden hålls inom toleransvärden.
SOS-ledare	Skydd- och säkerhetsledare, ansvarar för personalens säkerhet vid arbete i spårmiljö.
Spår	Enhet av räler, slipers, befästningar och spårväxlar.
Spårledning	Elektrisk lågspänningskrets som används för att detektera fordon på spåret.
Spårvidd	Mått mellan rälens insidor, mäts 14 mm under rälshuvudets överkant.
Spårväxel	Del av spåret med rörliga delar för att göra det möjligt för fordon att byta spår.
Sth	Största tillåtna hastighet i spåret.
Stoppbock	Stål- eller betongkonstruktion vid spårets slut vars uppgift är hindra fordon att rulla av spåret.
Styrvidd	Måttet mellan moträlens utsida och korsningsspetsen i en spårväxel.
Säkerhetszon	Område som ska vara hinderfritt för trafik.
TC	Trafikcentral som övervakar Sveriges tågtrafik.
Tågklarare	Person som arbetar på TC och ansvarar för tågrörelser och annan verksamhet på spår.
Växeldriv	Eldriven eller pneumatiskt driven motor för omläggning av växeltungor.
Växeltunga	Rörlig rälsdel som leder fordon genom spårväxel.
Växelvärme	Värmeslingor i en spårväxel vars uppgift är att smälta snö och is.

1 Inledning

1.1 Besiktning av järnväg

Järnvägen i Sverige har en lång historia. Redan under 1700-talet användes vagnar som gick på spår av trä i landets gruvor. Vagnarna drogs med hjälp av hästar eller sköts fram för hand. Metoden utvecklades och träskenor byttes ut mot räler av järn. Den första järnvägen (Frykstadsbanan) som var avsedd för allmän trafik öppnades år 1849 och gick mellan sjön Fryken och Klarälven. Fram till år 1856 användes hästar som dragkraft, efter det började lok att trafikera spåren. (Nationalencyklopedin, 2013)

År 1854 beslutade Sveriges riksdag att staten skulle bygga ett järnvägsnät av stambanor som var av rikets intresse. Stambanorna skulle ägas och drivas i statlig regi. Västra stambanan mellan Stockholm och Göteborg stod klar 1862. Mycket järnväg byggdes även i privat regi av företag för att frakta varor mellan städer och till hamnar. (Nationalencyklopedin, 2013)

När staten byggt en järnväg anställdes banvakter vars uppgift var att besiktiga och underhålla järnvägen. Vanligtvis var det rallare som varit med och byggt järnvägen som fick fast anställning som banvakt. Banvakten fick en liten stuga intill järnvägen och blev tilldelad en sträcka på ungefär två och en halv kilometer som han hade i uppgift att se efter. I början, när det gick få tåg, skulle järnvägen besiktigas före och efter varje tåg. Efterhand som tågtrafiken ökade minskade kraven på besiktning av järnvägen till en gång om dagen, om inte speciella förhållanden rådde och krävde extra besiktningar. Banvakten kontrollerade spårvidden, att bultar var åtdragna, att skarvarna var jämna och att inga träd eller stenblock fallit ner på spåret. Banvakten hade verktyg med sig på besiktningen och åtgärdade mindre fel direkt. Större fel skulle anmälas till banmästaren för beslut. Om banvakten upptäckte ett fel som innebar fara för tåget kunde lokföraren varnas genom att en liten krutladdning sattes fast på spåret. Krutet exploderade när tåget körde över krutladdningen och ljudet av explosionen fungerade som en stoppsignal för lokföraren. Banvakten hade också i uppgift att kontrollera alla tåg som passerade. Med tiden förändrades banvakternas sträckor beroende på trafikintensiteten och underhållet blev mer prioriterat än besiktningen. (Utbult, 2009)

I slutet av 1800- och början av 1900-talet började staten köpa upp privata banor för att komplettera sitt stambansnät. År 1939 kom ett beslut på, att förutom vissa undantag, genomförandet av ett förstatligande av järnvägen i Sverige. Förstatligandet hade sin grund i att bilismens intågande konkurrerade ut tågtrafiken samt att den ekonomiska depressionen minskade efterfrågan av tågtrafik under mitten av 1930-talet. (Nationalencyklopedin, 2013)

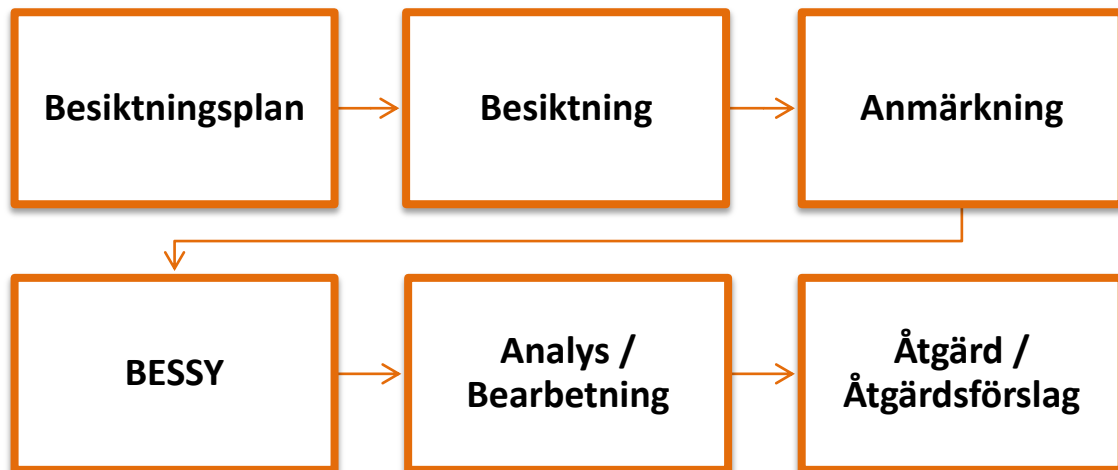
SJ gjorde tappra försök att öka resandet men det var förgäves. Under 1950-och 1960-talen lades flera banor ner. Under 1990-talet ökade intresset för järnväg igen och nya banor byggdes. (Nationalencyklopedin, 2013)

Antalet personkilometer på järnvägen har ökat sedan 1992. Godstrafiken har ökat sedan 2002 undantaget en mindre nedgång runt 2009. (Trafikanalys, 2012)

1.2 Besiktning förfarande idag

Det är viktigt att besiktiga järnvägen, det har utvecklats utrustning som kan mäta olika parametrar från en så kallad mätvagn, ett tåg som körs främst för att mäta spårets geometri, men det kan även identifiera ojämnheter i rälsen, mäta rälsprofilen och slitaget på rälsen. Trots all maskinell utrustning ger besiktningsmän en ovärderlig bedömning av spårets kondition. (Nemtanu m.fl., 2012) (Nemtanu, 2012)

Varje bandel har en egen besiktningsplan där säkerhetsbesiktningar och eventuella underhållsbesiktningar planeras in med jämna mellanrum över året. Besiktningsplanen upprättas ett år i förväg av entreprenören och ska godkännas av förvaltaren. Besiktningsmännen utför besiktning av järnvägsanläggningen genom okulär besiktning och i vissa fall mätning. Vid besiktningsstillfällena använder sig besiktningsmannen av en handdator som laddas med en lista av de punkter som skall bedömas under dagen. Punkterna hämtas från Trafikverkets besiktningsystem (BESSY). Beroende på besiktningsklass besiktigas en bandels objekt olika många gånger per år. Därför skiljer sig antalet besiktningspunkter per bandel från besiktningsstillfälle till besiktningsstillfälle. Eventuella avvikelser på anläggningen rapporteras in som besiktningsanmärkningar till BESSY. Från BESSY hämtas sedan anmärkningarna av en ansvarig person, exempelvis en arbetsledare, som planerar ut åtgärder och tider i spår till teknikerna. Teknikerna åtgärdar därefter besiktningsanmärkningarna. Beroende på besiktningsanmärkningens prioritet kan den planeras in under ett större underhållsarbete om det sker inom en acceptabel tid. En schematisk bild över besiktnings arbetsprocess ges i figur 1.1.



Figur 1.1 Arbetsprocessen vid besiktning.

1.2.1 Besiktningsystemet BESSY

BESSY är ett system som Trafikverket har för dokumentering och uppföljning av besiktning av Trafikverkets fasta järnvägsanläggningar. För att få tillgång till systemet krävs en behörighet som tillhandahålls av Trafikverket. Systemet kan nås via en dator och informationen kan laddas över till en handdator. Handdatorn är den enhet som besiktningsmännen använder sig av vid besiktning i spårmiljö. De anmärkningar som noterats vid en besiktning lagras sedan i BESSY. (Trafikverket, 2013 B)

1.3 Infranord AB

Infranord bildades år 2010 genom att dåvarande Banverket produktion ändrade verksamhetsform och bolagiserades. Banverket produktion var en del av Banverket som bildades när SJ delades upp år 1988. Vid delningen fick Banverket produktion ansvaret för infrastrukturen och ansvaret för tågtrafiken tillföll SJ. Idag är Infranord ett statligt ägt företag som arbetar med anläggning, drift, underhåll och besiktning av järnvägsanläggningar. Infranord har verksamhet i Sverige, Norge och Danmark. Deras kunder är främst spårägare och förvaltare. (Infranord, 2013 B)

Huvudkontoret ligger i Solna i Stockholm. Infranord är nordens största entreprenör inom järnvägsbranschen, år 2012 omsatte företaget 4 516 MSEK. Infranord har många spårgående underhållsmaskiner och de tillverkar även järnvägstekniska produkter och komponenter. Idag är antalet anställda inom Infranord 2 682 stycken, varav cirka 2 000 stycken är tekniker. (Infranord, 2013 A)

1.4 Problemformulering

I takt med att tågtrafiken ökar, reduceras de tider som är tillgängliga i spåret för underhåll och besiktning av anläggningen. Samtidigt ökar också slitaget av

anläggningen, vilket ger fler besiktningsanmärkningar. Dessa faktorer gör det svårt för Infranords besiktningsmän att hinna med all besiktning. För att inte riskera säkerheten för besiktningsmännen eller tågtrafiken på järnvägsanläggningen är behovet av tidseffektiva besiktningsmetoder högst aktuellt.

1.5 Syfte

Det här examensarbetet har syftet att identifiera alternativa arbetsmetoder vid besiktning av järnvägsanläggningar och föreslå det alternativ som är mest tids- och kostnadseffektivt.

1.6 Avgränsningar

Rapporten avgränsas till:

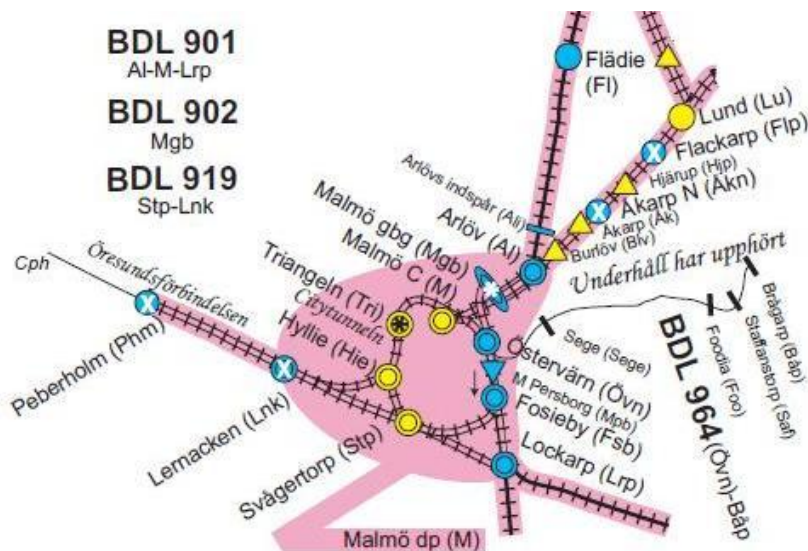
- Infranords kontrakt i Malmöområdet. De bandelar som ingår i uppdraget beskrivs i tabell 1.1 och deras sträckning visas nedan i figur 1.2 och 1.3.
- Säkerhetsbesiktning och besiktningsmännens arbetsuppgifter kopplade till säkerhetsbesiktning.
- Besiktningsanmärkningar, från perioden 01 01 2008 - 01 01 2013. Perioden har begränsats för att få en hanterbar mängd data.

Avgränsningarna leder till att följande inte tas med i rapporten:

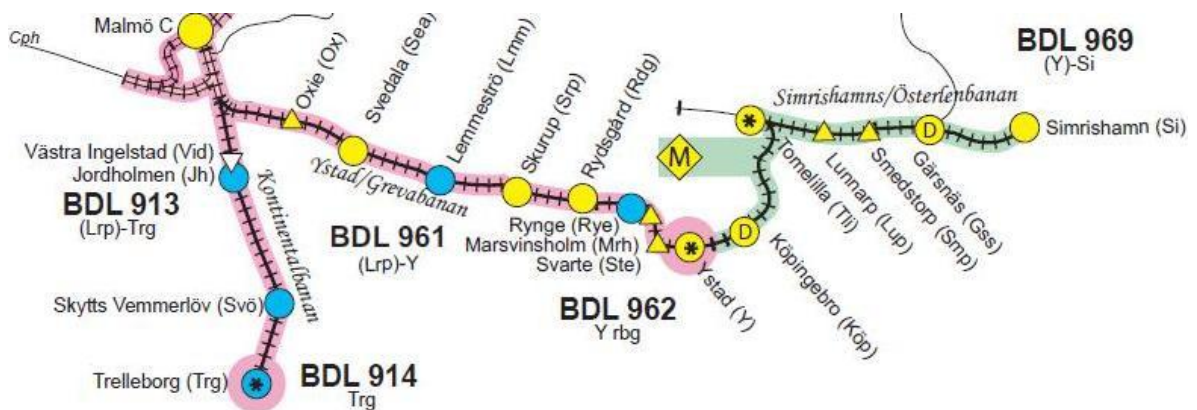
- Järnvägens banunderbyggnad och de OFP-undersökningar som genomförs på anläggningen.
- Besiktning av kontaktledning, växelvärme och vägskyddsanläggningar eftersom det görs av tekniker med speciell utbildning.

Tabell 1.1 Bandelar som ingår i Infranords Malmökontrakt. (Baserad på figur 1.2 och 1.3.)

Bandelar	Sträckning
901	Arlöv - Malmö C, Arlov - Lockarp
902	Malmö godsbandgård
913	Lockarp - Trelleborg
914	Trelleborg godsbandgård
919	Svågertorp - Lernacken
961	Lockarp - Ystad
962	Ystad godsbandgård
964	Östervärn - Brågarp
969	Ystad - Simrishamn



Figur 1.2 Geografisk översiktsbild på bandelarna i centrala Malmö samt Öresundsbron. (Trafikverket, 2013 C)



Figur 1.3 Geografisk översiktsbild på bandelarna sydöst om Malmö. (Trafikverket, 2013 C)

På bandelarna 902, 913, 914, 962, 964 och 969 är det möjligt att utföra all säkerhetsbesiktning på dagtid, inklusive växelbesiktning. På bandelarna 901, 919 och 961 måste besiktningsmännen utföra säkerhetsbesiktning av spårväxlarna på natten på grund av den höga trafikbelastningen. Tabell 1.2 visar en sammanställning över antalet spårväxlar och spårmeter linje som ingår i Infranords Malmökontrakt samt antal besiktningstillfällen per år.

Tabell 1.2 Sammanställning av antal besiktningstillfällen för spårväxlar och linje som ska besiktigas per år.

Besiktningssklass	Spårväxlar (st)	Tillfällen /år (st)	Summa tillfällen/år (st)	Spårmeter (m)	Summa spårmeter/år (m)
Växelbesiktning nattetid					
B1	84	1	84	2 312	2 312
B2	13	3	39	311	933
B3	42	4	168	1 420	5 680
B4	73	6	438	3 484	20 904
B5	39	6	234	2 404	14 424
Totalt	251		963	9 931	44 253
Växelbesiktning dagtid					
B1	75	1	75	1 793	1 793
B2	123	3	369	2 947	8 841
B3	62	4	248	1 485	5 940
B4	60	6	360	1 522	9 132
Totalt	320		1 052	7 747	25 706
Linjebesiktning					
B1		1		35 811	35 811
B2		2		48 875	97 750
B3		3		76 340	229 020
B4		3		118 141	354 423
B5		3		31 616	94 848
Totalt				310 783	811 852

1.7 Antagande

Det krävs en del generaliseringar för att kunna utföra beräkningar på de olika alternativa besiktningsförfarandena i rapporten. På grund av att området som kontraktet gäller är stort tar det olika lång tid att förflytta sig mellan anläggningarna. För att få jämförbara värden på alternativen har samma antagande gjorts för samtliga besiktningsförfarande. Antagande och uppskattningar har gjorts i samråd med Infranords personal.

De antaganden som har gjorts är:

- Vid nollalternativet utförs besiktning av linjen med en hastighet av fyra km/h.
- Vid nollalternativet tar besiktning av en spårväxel 20 minuter på dagtid.
- Vid nattarbete ökar tidsåtgången med 20 procent.
- För etablering mellan spårväxlarna och mindre pauser uppskattas ett tidspåslag per spårväxel till fem minuter.
- Etableringstiden antas vara 30 minuter från teknikernas utgångspunkt till anläggningen, därför räknas en timme per arbetspass bort.
- Kommande besiktningsanmärkningar kommer vara ungefär samma som de varit de senaste fem åren.
- Vid beräkning av tidsåtgång och kostnad har tider begärts i förväg för säkerhetsbesiktning av spårväxlar.
- A- och L-skydd kommer användas som skyddsform då det krävs vid säkerhetsbesiktning.
- En återetablering beräknas totalt ta 90 minuter.

1.8 Interna kostnader

Delar av rapportens innehåll behandlar Infranords interna kostnader. På grund av att interna kostnader är känsliga ur ett konkurrenssyfte, har kostnaderna multiplicerats med en förändringsfaktor. Därmed är förhållandena mellan kostnaderna rätt men den verkliga kostnaden är dold.

$$\text{Ursprungsvärde (kr)} * \text{Förändringsfaktor} = \text{Slutvärde (kr)}$$

2 Metod

De metoder som använts är:

- Genomgång av Trafikverkets föreskrifter, handböcker och standarder gällande säkerhetsbesiktning av järnvägsanläggningar.
- Dataanalys av besiktningsanmärkningar som noterats i BESSY.
- Studiebesök vid besiktning i spårmiljö.
- Samtal med besiktningsmän, arbetsledare och projektledare inom besiktning.

2.1 Regelverk

För att kunna föreslå alternativ till dagens besiktningsförfarande krävs kunskap om vad förvaltaren kräver vid säkerhetsbesiktning. I Infranords fall är Trafikverket förvaltare och för att ta reda på deras krav har en genomgång av Trafikverkets gällande föreskrifter, handböcker och standarder utförts. Dessa dokument utgör de regler och normer som reglerar Sveriges järnväg. Dokumenten har identifierats på Trafikverkets hemsida via deras sökmotor för ”*styrande och vägledande dokument*” (Trafikverket, 2013 E).

2.2 Dataanalys

Besiktningsanmärkningar som gjorts på anläggningarna tidigare har analyserats för att få en djupare förståelse för vilka objekt och komponenter som fått flest besiktningsanmärkningar. Analysen ger även kunskap om vilken teknikkompetens besiktningspersonalen är i behov av, samt vilken teknikkompetens som behövs för att åtgärda besiktningsanmärkningarna.

En besiktningsanmärkning byggs upp av 31 olika attribut. Tabell 2.1 är ett exempel på en besiktningsanmärkning från BESSY där besiktningsmannen anser att en räl i en spårväxel ska bytas ut på grund av slitage.

Tabell 2.1 Exempel på en besiktningssmärkning.(Hämtad från BESSY)

Attribut	Värde
Id	2008-961-46
År	2008
Bandel	961
Löpnr	46
Prio	M
Åtgärdsdatum	2008-04-28
Besiktningdatum	2008-01-14
Besiktningstyp	S
Tpl/str	y-y
une	E
Sp	4
Km+m från	62 + 877
Km+m till	62 + 889
Anläggningsbenämning	1
Lägesinfo	Ktlstlp 9
Anläggningstyp	Spårväxel-EV-SJ50-11-1:9
Besiktningpunkt	Mätkod c1
Position	\Mätpunkter EV\Mätkod c1
Anmärkning	Felaktig mätpunkt
Värde/Enhet	1455 mm
Min	1441 mm
Max	1453 mm
Status	Åtgärdad
Ändrat	2008-04-30 13:01
Beställningsnummer	-----
Åtgärdsförslag	Bytes
Notering	sliten räl
Föreslaget åtgärdsdatum	2008-04-14
Extern referens	-----
Text	Byte av räl som B tillhandahåller från 45:an i TRG/EH
Teknikgren	Ban

2.2.1 Bearbetning av datainformation

Besiktningens anmärkningar exporterades från BESSY till Microsoft Excel för analys och vidare bearbetning. Med hjälp av Excels inbyggda verktyg ”filter” och ”pivottabell” har datainformationen rensats och sorterats.

För att komma inom rapportens avgränsningar har följande punkter separerats och rensats från besiktningens anmärkningar:

- En besiktningens anmärkning från år 2005, då den är registrerad utanför den avgränsade tidsperioden.
- 262 stycken besiktningens anmärkningar som tillkommit vid besiktning ”O”, dessa är orelevanta eftersom de noterats på besiktning utanför rapportens avgränsning.
- Följande besiktningens anmärkningar är noterade på objekt som besiktigas av tekniker med särskild teknisk kompetens och besiktigas inte av besiktningens män.
 - tåg och lokvärmeanläggning-1000V
 - signalställverk
 - tåg och lokvärmeanläggning-tågvarmetransformator
 - teknikgren el
- Följande besiktningens anmärkningar är noterade på anläggningsdel som klassificeras in till järnvägens underbyggnad, vilket är utanför rapportens avgränsningar:
 - byggnad
 - trumma
 - broar
 - tunnlar
 - dränering och vägskyddsanläggningar
 - glacismur
 - jordskärning
 - kabelanläggning

Efter sortering och gjorda avgränsningar återstår 8 604 stycken vilket är cirka fem säkerhetsbesiktningens anmärkningar om dagen.

2.3 Studiebesök

Vid två tillfällen i slutet av mars genomfördes studiebesök på två av bandelarna i Malmöområdet. Måndagen den 25 mars 2013 var studiebesöket förlagt till Malmö godsbangård och bandel 902, där underhållsbesiktning av spårväxlar stod på schemat. Tisdagen den 26 mars 2013 var studiebesöket förlagt till driftplats Svågertorp på bandel 919, där det utfördes underhålls- och säkerhetsbesiktning av spårväxlar. Syftet med studiebesöken var att få en uppfattning om hur besiktningsmännens vardag ser ut, att studera och uppleva vilka svårigheter och problem som besiktningsmännen stöter på i sitt arbete och vilka verktyg de använder. Syftet var också att få inspiration och idéer till förbättringar så att besiktningen kan göras mer effektivt.

2.4 Samtal med Infranords personal

Samtal med Infranords personal har förts löpande under hela examensarbetets gång. De personer som ställt upp har olika roller, till exempel arbetsledare, besiktningsmän och projektledare. Samtalens syfte har varit att få en helhetsbild av hur företaget arbetar med besiktning i dagsläget. Frågorna har varit av sporadisk art och de har ställts efterhand som de har uppkommit. Personerna anges inte som källor eftersom det inte skall gå att urskilja vem som sagt vad. Personerna listas i bilaga II.

3 Analys

I det här kapitlet kommer resultaten från de metoder som använts att analyseras.

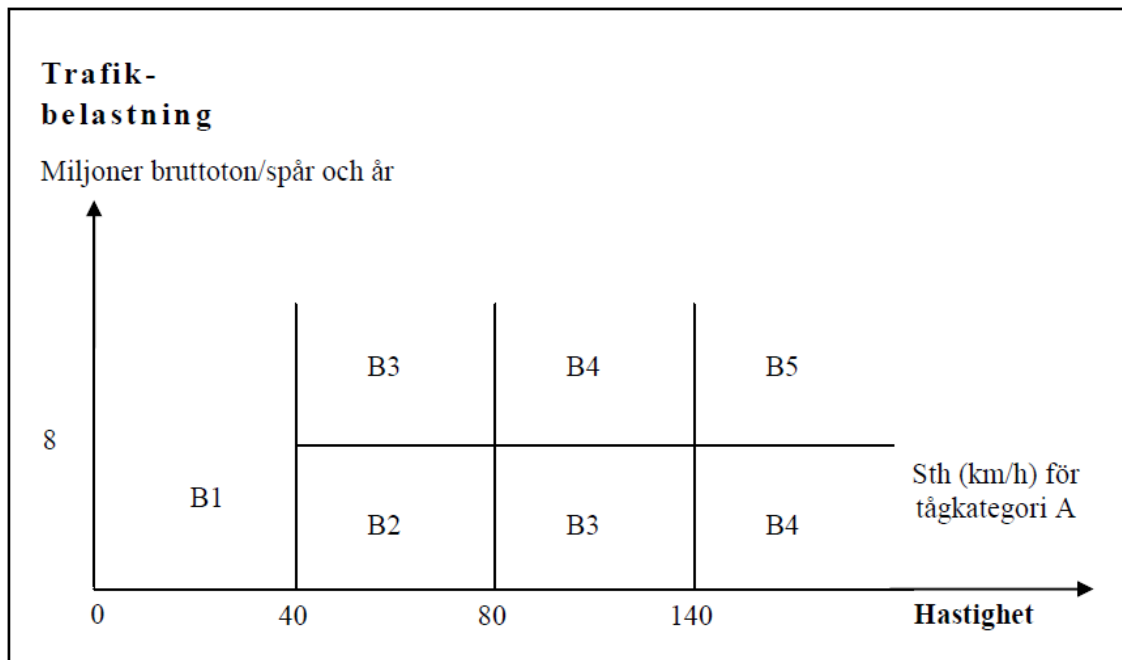
3.1 Regelverk

Trafikverket definierar och delar upp arbete med underhåll av järnvägsanläggningar i två kategorier, förebyggande och avhjälpande underhåll. Det förebyggande underhållet består av tillståndsbaserat underhåll och förutbestämt underhåll. (Trafikverket, 2003)

Arbetet med besiktning ingår som en del i det tillståndsbaserade underhållet av järnvägsanläggningar. Besiktning syftar till att förutse behovet av underhåll och för att säkerställa driften på järnvägsanläggningen. Alla objekt på järnvägen tilldelas en besiktningsklass, det finns fem olika besiktningsklasser (B1-B5). Besiktningsklassen beror i grunden på trafikbelastningen (bruttoton per spår och år) och banans största tillåtna hastighet, det visas i figur 3.1. Andra faktorer som kan göra att objekt får en högre besiktningsklass än vad som avses i figur 3.1 är:

- trafiktyp
- klimat
- geodetiska förhållanden
- objektets ålder och kvalitet
- teknisk uppbyggnad

(Trafikverket, 2012 A)



Figur 3.1 Tilldelning av en besiktningsklass till anläggningsobjekt. (Trafikverket, 2007)

Beroende på besiktningsklass och objektstyp skall ett visst antal säkerhetsbesiktningar utföras per år. I tabell 3.1 ges exempel på objekt, den besiktningsklass de tillhör och antalet besiktningar per år som krävs. (Trafikverket, 2012 A)

Tabell 3.1 Exempel på antal besiktningsstillfällen per besiktningsklass och år.

Objekt	Antalet säkerhetsbesiktningsstillfällen/år				
	B1	B2	B3	B4	B5
Balisgrupp	1	1	1	1	1
Detektor	2	2	2	2	2
Hägnad	1	1	1	1	1
Plattform och lastkaj	1	2	2	2	2
Spår	1	2	3	3	3
Spårspärr	1	3	4	4	4
Spårväxel	1	3	4	6	6
Stoppbock	2	3	3	3	3
Tavla	2	2	2	2	2

Det finns flera former av besiktning. De utförs på ungefär samma sätt men de används vid olika tillfällen och för att uppfylla olika syften. Exempel på besiktningsformer som utförs är; säkerhets-, underhålls-, ibruktagande- och kontrollbesiktning. Trots rapportens avgränsning till säkerhetsbesiktning ges det kortare beskrivningar av de andra besiktningsformerna. Detta för att läsaren skall få en helhetsbild av de besiktningar som utförs på järnvägen.

3.1.1 Säkerhet vid arbete i spårmiljö

Alla aktiviteter inom säkerhetszonen kräver en särskild behörighet samt att en riskbedömning har genomförts. Personal som utför planering och riskbedömning ska ha kompetens motsvarande SOS-planerare. En riskbedömning skall göras för varje arbete i spårområdet. För att få utföra arbeten inom säkerhetszonen skall personal skydda sig själv och sina medarbetare med en skyddsåtgärd. (Trafikverket, 2011)

De skyddsåtgärder som kan användas vid besiktning i spårmiljö är:

A-skydd	Ett område stängs av från tågtrafik och arbeten kan utföras utan risk.
L-skydd	Endast en bevakningssträcka stängs av från tågtrafik för arbeten med lättare arbetsredskap. Lätta arbetsredskap får väga upp till 120 kg.
Tågvarning	Tågtrafiken fortsätter som vanligt under arbetet och en person i arbetslaget får i uppgift att varna de andra om tåg närmar sig.

Besiktningsmannen måste vid A-skydd och L-skydd ringa Trafikcentralen och begära tillåtelse för att få disponera spåret för arbeten. Tågklararen godkänner arbetsskyddet om det är möjligt och lägger in ett hinder så att det inte kan ställas tågvägar genom arbetsområdet. Vid arbete med tågvarning skall en SOS-ledare utse och instruera personal som ska tågvarna med de uppgifter som behövs för arbetets säkerhet. (Transportstyrelsen, 2010)

3.1.2 Säkerhetsbesiktning

Säkerhetsbesiktning är obligatorisk för all järnväg som förvaltas av Trafikverket. (Trafikverket, 2012 A)

Syfte

Säkerhetsbesiktning genomförs för att undersöka järnvägsanläggningen efter brister och försämringar. De punkter som kontrolleras anses ha väsentlig betydelse för säkerheten på anläggningen. Åtgärder som föreslås vid en säkerhetsbesiktning förväntas öka tillgängligheten av anläggningen och även minska störningar som påverkar driften av tågtrafiken. Syftet är också att förebygga och förhindra fel som kan leda till tillbud eller olyckor av olika art. Säkerhetsbesiktningen kan om det passar genomföras tillsammans med andra typer av besiktningar och kontroller. (Trafikverket, 2012 A)

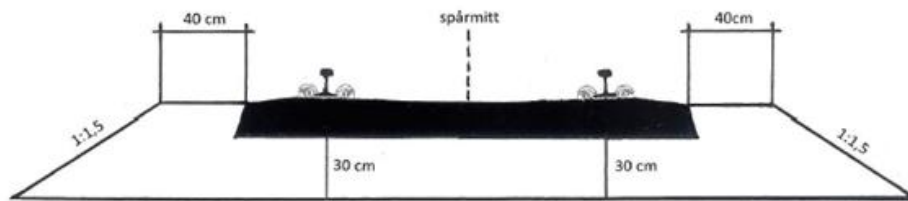
Genomförande

Besiktningsmannen genomför besiktning av anläggningen okulärt samt i vissa fall genom mätning. Anläggningen bedöms utifrån dess aktuella tillstånd och det tas ställning till om anläggningen anses kunna uppfylla sin funktion fram till nästa säkerhetsbesiktning. Anser besiktningsmannen att någon komponent i anläggningen inte uppfyller kraven, görs en besiktningsanmärkning med en prioritet. Besiktningsanmärkningen kan åtgärdas i samband med säkerhetsbesiktningen om det bedöms vara passande. Vid säkerhetsbesiktning kan fyra olika prioriteter anges:

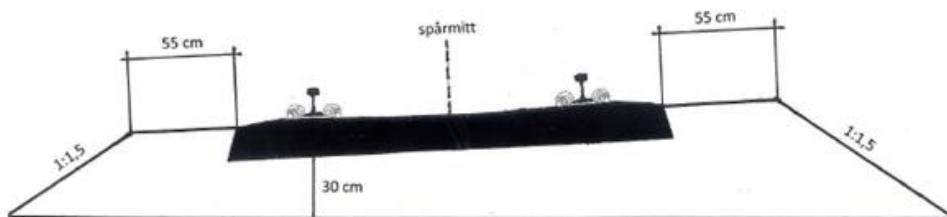
- A En A-anmärkning innebär en risk för att en olycka eller en tågstörning kan inträffa. Anmärkningen skall åtgärdas så fort som möjligt.
- V En V-anmärkning innebär att anmärkningen skall åtgärdas senast två veckor från besiktningstillfälle.
- M En M-anmärkning innebär att anmärkningen skall åtgärdas inom tre månader från besiktningstillfället.
- B En B-anmärkning innebär att anmärkningen skall åtgärdas före nästa besiktningstillfälle.

Vid en säkerhetsbesiktning kontrolleras en betydande mängd komponenter. Utifrån rapportens avgränsningar ges här exempel på komponenter som kontrolleras vid en säkerhetsbesiktning. En fullständig förteckning ges i trafikverkets föreskrift: BVF 807.2 (Trafikverket, 2012 A)

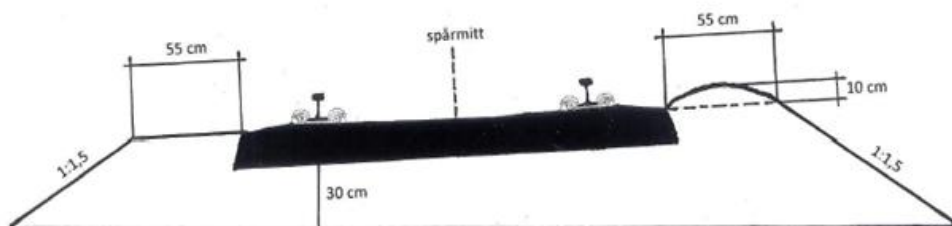
- Räler:** Kontrolleras efter synliga defekter och tecken på att rälsbrott kan uppstå, att farbanan är jämn samt efter rostangrepp eller beläggningar som äventyrar den elektriska ledningsförmågan mellan hjul och räl.
- Sliper:** Kontrolleras efter sprickor, röta, sliperbrott och så att inga slipers påverkar spårvidden negativt.
- Befästning:** Kontrolleras så att befästningar och isolatorer inte saknas eller är skadade. Kontroll sker också av att spårvidden hålls samt att inga skrapmärken uppstått på rälsfoten eller isolatorer, vilket kan vara tecken på att befästningarna har för låg klämkraft.
- Skarv:** Kontrolleras så att bultar är väl åtdragna och att rälsändarna inte är skadade samt att makadammen vid skarvsliprarna är väl stoppad.
- Skarv i skarvspår:** Dessa skall förutom det som kontrolleras vid skarvar även kontrolleras så att skarvöppningarnas storlek inte avviker från säkerhetsintervallet. I skarvspår finns också rälsvandringshinder. Dessa kontrolleras så att de sitter på plats och ligger an mot slipern.
- Isolerskarv:** Kontrolleras så att mellanlägget är helt och att räls materialet inte valsats över isolerskarven, samt att makadammen vid skarvsliprarna är väl stoppad.
- Ballast:** Kontrolleras så att ballastsektionen har rätt mått för den aktuella spårtypen och spårgeometrin. Ballastsektionen ser olika ut beroende på anläggningens anlagda geometri. De olika måtten anges i figur 3.2, 3.3 och 3.4.



Figur 3.2 Ballastsektion för radier över 500m. (Trafikverket, 2012 A)



Figur 3.3 Ballastsektion för radier mellan 400m och 500m. (Trafikverket, 2012 A)



Figur 3.4 Ballastsektion för radier under 400m. (Trafikverket, 2012 A)

Spårväxlar:

I spårväxlar kontrolleras allt det som är nämnt ovan samt spårviddsmått och styrviddsmått enligt bilaga I. Besiktningpersonalen kontrollerar även att alla komponenter är hela, oförorenade, inte onormalt slitna och att komponenterna uppfyller sin funktion. I spårväxlar kontrolleras också värdet på omlägningsanordningens motorström samt om spårväxeln går i kontroll för rätt mellanlägg mellan tunga och stödräl. Spårväxeln ska gå i kontroll för tre mm mellanlägg men inte för fem mm. Finns tungkontrollkontakter skall en liknande kontroll ske vid dessa. Spårväxeln skall vid tungkontrollkontakterna gå i kontroll för tio mm mellanlägg mellan stödräl och växeltunga men inte för tretton mm. Att spårväxeln är i kontroll innebär att den signaltekniskt är låst i ett läge och att trafikering kan ske säkert, för stora mellanrum mellan stödräl och tunga kan leda till urspårning.

Plattform och lastkaj:	Inga sättningar skall ha inträffat, utrustning ska inte hindra tågtrafik eller innebära risk för trafikanter. Eventuella skyddsräcken ska vara intakta och skyddsmarkeringar skall vara väl synliga.
Stoppbock:	Kontroll av att inga skador uppstått och att dess funktion kan uppfyllas.
Balis:	Kontrolleras så att baliser inte lossnat eller skadats.
Signal:	Kontrolleras så att signalen är hel och uppfyller siktkraven.
Tavla:	Kontrolleras så att tavlor är fastsatta, hela och att de uppfyller siktkraven.
Hägnad:	Kontrolleras så att stängsel är helt och stabilt och att skyltarna ”varning för tåg” är uppsatta. Kontroll sker också av gångfällor och eventuella grindar att de går att öppna, stänga och låsa samt att skyddsjordningen är intakt.
Spårläge:	Kontroll av spårvidd, skevning, höjd och sidoläge. Genomförs maskinellt eller manuellt.

(Trafikverket, 2012 A)

Krav på behörighet

För att få behörighet att utföra säkerhetsbesiktning på järnvägsanläggningar skall den blivande besiktningsmannen kunna använda de aktuella redskapen och ha kunskap om gällande lagar och bestämmelser som rör anläggningen. De egenskaper som eftersöks är: god iakttagelseförmåga, ansvarskänsla samt integritet att avsäga sig uppdrag som den sökande inte anser sig ha tillräcklig kompetens för. Den utbildning som krävs är kurserna: banteknik för underhållspersonal, banteknik för underhållspersonal fortbildning, säkerhetsbesiktning av fasta anläggningar eller att den blivande besiktningsmannen har motsvarande kunskaper. Ett behörighetstest som består av ett praktiskt och ett teoretiskt prov skall avläggas vid järnvägsskolan i Ängelholm. Behörigheten skall förnyas vart tredje år. (Trafikverket, 2007)

3.1.3 Underhållsbesiktning

Underhållsbesiktning ingår inte alltid i ett kontrakt men är ett bra komplement till säkerhetsbesiktningen. Underhållsbesiktningen är mer omfattande och är dyrare att genomföra än en säkerhetsbesiktning. Därför ingår den sällan vid upphandlingar av funktionsentreprenadkontrakt idag. Det eventuella antalet underhållsbesiktningar som ska utföras per år är upp till förvaltaren att bedöma utifrån banans högsta tillåtna hastighet, trafikbelastning, trafiktyp, klimat och miljöförhållanden, markförhållanden, ålder och kvalitet samt anmärkningar från säkerhetsbesiktningar. I Infranords kontrakt i Malmö området ingår det en underhållsbesiktning per år.

Syfte

Underhållsbesiktning ska utgöra ett underlag för planeringen av underhållet av järnvägsanläggningen de närmsta åren. Alltså utreds behovet av det förebyggande underhåll som krävs för att banan skall vara funktionell och hålla samma eller bättre standard i upp till tre år framåt. (Trafikverket, 2005)

Genomförande

Vid en underhållsbesiktning bedömer besiktningsmännen vilket underhåll som krävs för att anläggningen skall uppfylla de krav som ställs för trafikering av spårfordon. Vid underhållsbesiktning används endast tre prioriteter:

M	En M-anmärkning innebär att anmärkningen skall åtgärdas inom tre månader från besiktningstillfället
Å	En Å-anmärkning innebär att anmärkningen skall åtgärdas inom tre år från besiktningstillfället.
Ö	En Ö-anmärkning innebär att anmärkningen bör åtgärdas vid lämpligt tillfälle.

Besiktningsmän ska utöver prioritet ge ett förslag på ett senaste åtgärdsdatum. De komponenter som vid brister skulle innebära en anmärkning med prioritet A eller V kontrolleras inte, eftersom besiktningsmannen inte kan notera anmärkningar med de prioriteterna. Om fel eller anmärkningar som borde åtgärdas direkt ändå upptäcks skall besiktningsmännen vidta lämpliga åtgärder. (Trafikverket, 2005)

Krav på behörighet

För att få utföra underhållsbesiktningar på järnvägsanläggningar behövs inga kurser eller behörighetstest. Det räcker att besiktningsmannen har tillräcklig kompetens för aktuell anläggning, god ansvarsförmåga, kan använda de hjälpmedel som används vid besiktning, kunskap om gällande lagar, författningar och säkerhetsföreskrifter samt integritet att avsäga sig uppdrag som besiktningsmannen inte har kompetens för. (Trafikverket, 2005)

3.1.4 Ibruktalandebesiktning

Ibruktalandebesiktning görs av nybyggda anläggningar eller efter större genomförda arbeten. Ibruktalandebesiktningen görs innan trafik tillåts köra på banan. Exempel på när ibruktalandebesiktning krävs är vid:

- Spårbyte
- Spårväxelbyte
- Totalbyte av sliprar eller räler
- Ballastrening

(Trafikverket, 2012 B)

Syfte

Besiktningens syfte är att kontrollera att anläggningen är byggd enligt gällande föreskrifter och bygghandlingar samt att anläggningen är färdig för att tas i bruk. Eventuella behov av trafikrestriktioner skall också bedömas. (Trafikverket, 2012 B)

Genomförande

Ibruktalandebesiktningen planeras av en ibruktagningsledare utifrån projektets övergripande planering. Ibruktalandebesiktningen utförs genom en kontroll av bygghandlingar och ritningar samt en säkerhetsbesiktning ute i fält. Vid större arbeten kan detta genomföras successivt efterhand som etapper av anläggningen står färdig. (Trafikverket, 2012 B)

Bedömningen sker endast av att anläggningen motsvarar de handlingar som tagits fram inför arbetet. Eventuella anmärkningar rapporteras sedan i relationshandlingar och skall åtgärdas innan anläggningen överlämnas till förvaltaren.

Krav på behörighet

Ibruktalandebesiktning genomförs, liksom säkerhetsbesiktning av en behörig besiktningsman. Se vidare kapitel 4.1.3 (Trafikverket, 2012 B). Besiktningsmannen skall även uppfylla krav på oberoende och opartiskhet och får därför inte ha projekterat, granskat handlingar eller planerat besiktningen på de delar av anläggningen som denne skall besiktiga (Trafikverket, 2012 C).

3.1.5 Kontrollbesiktning

Kontrollbesiktning är en lättare version av ibruktagandebesiktning och utförs efter mindre arbeten. Exempel på när kontrollbesiktning skall genomföras är:

- Byte av ett mindre antal slipers
- Påläggssvetsning
- Inläggning av passräl
- Ballastkomplettering eller ballastprofilering

(Trafikverket, 2012 B)

Syfte

Syftet med kontrollbesiktning är att säkerställa att arbetet har utförts korrekt och fackmannamässigt efter aktuella handlingar och normer (Trafikverket, 2012 B). Kontrollbesiktning kan även användas som en sorts egenkontroll.

Genomförande

Kontrollbesiktningen görs genom kontroll mot beställning och andra bygghandlingar samt med en säkerhetsbesiktning av berörda delar i fält. Behov av trafikrestriktioner skall bedömas och eventuella åtgärder vidtas. Kontrollbesiktningens resultat skall rapporteras till arbetsledaren. Skulle bankkontrollanten vara osäker på anläggningens duglighet skall en ibruktagandebesiktning göras. (Trafikverket, 2012 B)

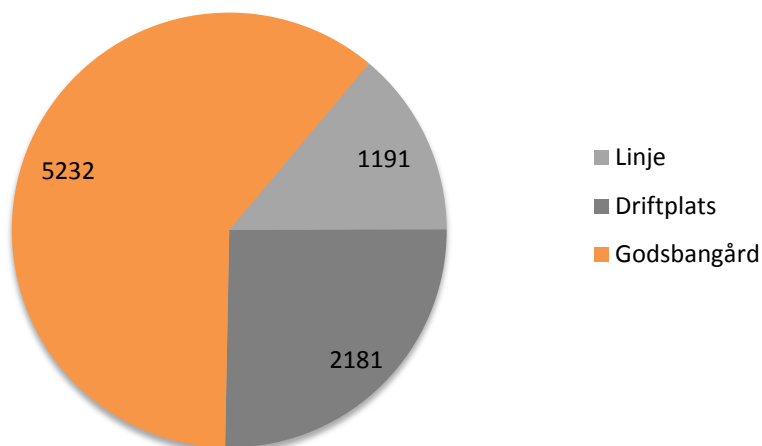
Krav på behörighet

Kontrollbesiktning utförs av en behörig bankkontrollant. Bankkontrollanten ska godkännas av ansvarig chef hos förvaltaren (Trafikverket, 2012 B). Bankkontrollanten skall ha banteknisk grundutbildning, kunna använda de verktyg som krävs för att utföra besiktningen, ha kunskap om lagar och säkerhetsbestämmelser som rör anläggningen. Bankkontrollanten bör ha god iakttagelseförmåga, ansvarskänsla och integritet att avsäga sig uppdrag som denne inte anser sig ha kompetens för. (Trafikverket, 2012 D)

3.2 Dataanalys av besiktningsanmärkningar

Nedan redovisas en sammanställning av dataanalysen av de besiktningsanmärkningar som noterats vid säkerhetsbesiktningar på aktuella bandelar. Generellt är det många anmärkningar som gjorts på godsbangårdar och driftplatser medan anmärkningarna på linjen är färre, vilket visas i figur 3.5.

Besiktningsanmärkningar år 2008 - 2012



Figur 3.5 Besiktningsanmärkningarna, uppdelade efter anläggningstyp.

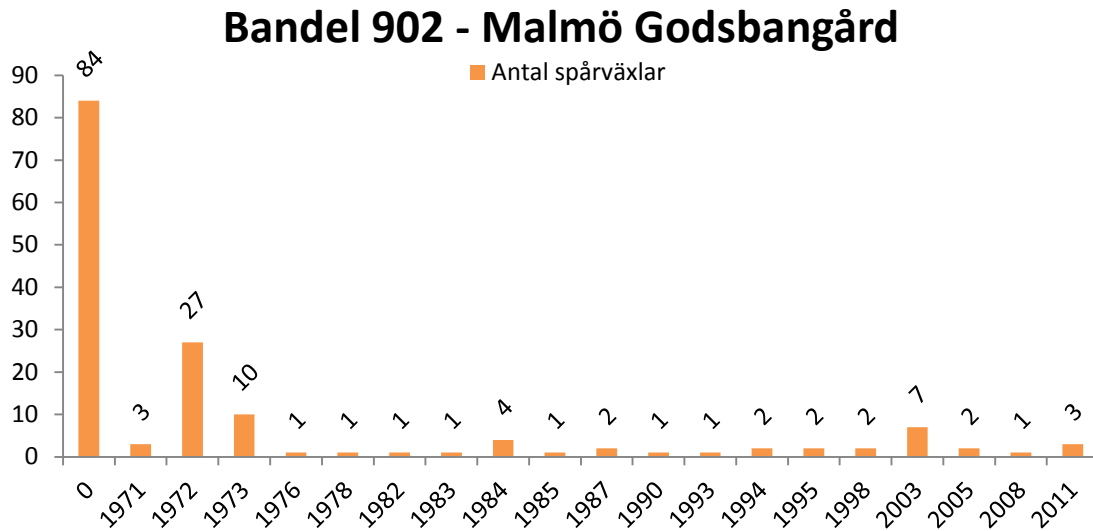
Tabell 3.2 Antal besiktningsanmärkningar på bandelarna under perioden 2008-2012.

Bandel	2008	2009	2010	2011	2012	Totalt	Medelvärde/år	%
901	292	236	133	304	318	1 283	256,6	14,9
902	691	416	347	507	823	2 784	556,8	32,4
913	113	105	93	49	44	404	80,8	4,7
914	578	340	208	145	191	1 462	292,4	17,0
919	19	37	13	51	109	229	45,8	2,7
961	438	381	332	217	210	1 578	315,6	18,3
962	136	58	33	16	37	280	56	3,3
969	171	150	124	74	65	584	116,8	6,8
Totalt	2 438	1 723	1 283	1 363	1 797	8 604	1 720,8	100

Tabell 3.2 visar att det är bandel 902 som har haft flest antal besiktningsanmärkningar under den period som studerats. Bandelen har haft totalt 2 784 stycken (32,4 procent) besiktningsanmärkningar. Förklaringar till varför bandel 902 har haft mycket anmärkningar kan vara att det är en godsbangård med många spårväxlar och mycket tung godstrafik.

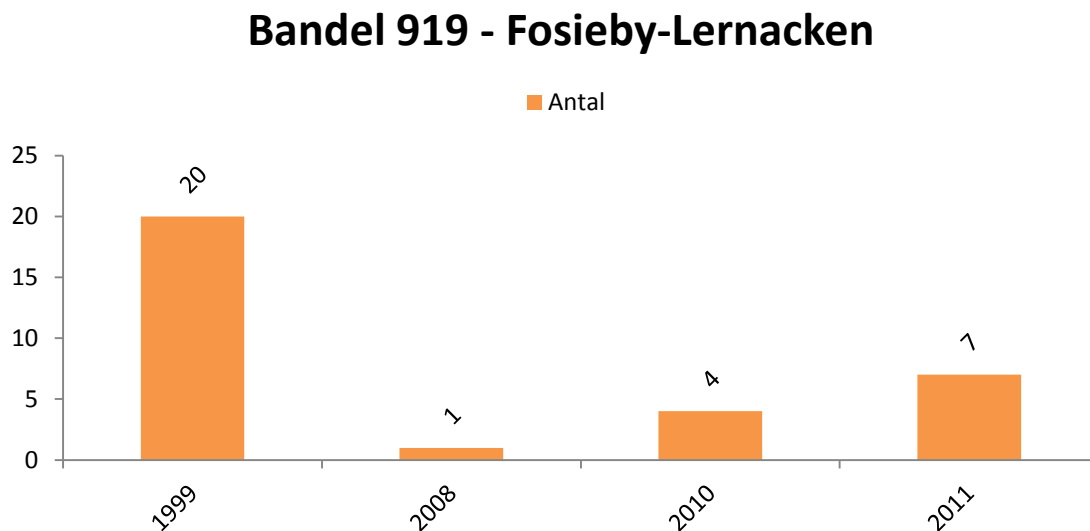
En spårväxels tekniska livslängd beräknas vara 30 år (Trafikverket, 2013 D). 44 stycken (28,2 procent) av alla spårväxlarna på bandelen 902 överstiger sin tekniska livslängd. Inläggningsåren för spårväxlar på bandel 902 illustreras i

figur 3.6. Årtal 0 innebär att spårväxlarnas inläggningsår är okänt. Att årtalet är okänt kan bero på att ansvaret för införandet av objekten i baninformationssystemet BIS har legat på olika aktörer vid olika tillfällen. Informationen kan därför ha tappats någonstans på vägen på grund av oklarheter i vilka uppgifter som ska anges vid införandet.



Figur 3.6 Spårväxlarnas inläggningsår och antal på bandel 902 – Malmö Godsbangård.

I tabell 3.2 visas även att bandel 919 har haft minst antal besiktningsanmärkningar. Det kan ha sin förklaring i att bandel 919 är relativt nyöppnad, har nyare spårväxlar och i relation till de andra anläggningarna har bandelen inte trafikerats av lika mycket tågtrafik. Inläggningsåren för spårväxlar på bandel 919 presenteras i figur 3.7.



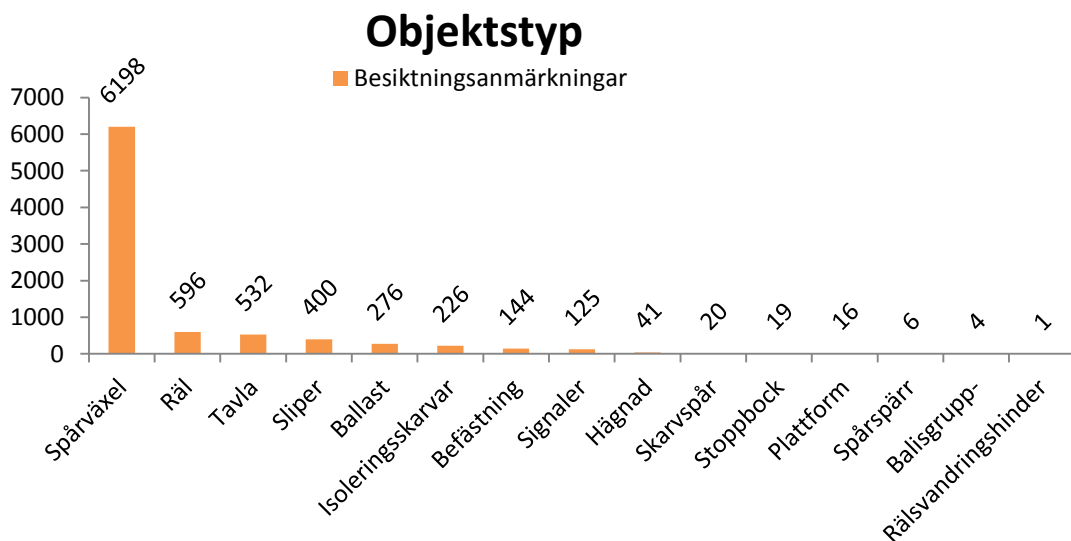
Figur 3.7 Inläggningsår för spårväxlar på bandel 919 – Fositeby – Lernacken.

Tabell 3.3 Antalet besiktningsanmärkningar uppdelat på prioritet och bandel.

Besiktningsanmärkningar	Bandel								
Prioritet	901	902	913	914	919	961	962	969	Totalt
A	29	21		6	22	11	1	22	112
B	244	874	33	142	25	61	29	51	1459
M	956	1841	272	1131	152	1220	236	416	6224
V	53	45	99	182	30	286	14	95	804
(blank) ^a	1	3		1					5
Totalt	1283	2784	404	1462	229	1578	280	584	8604

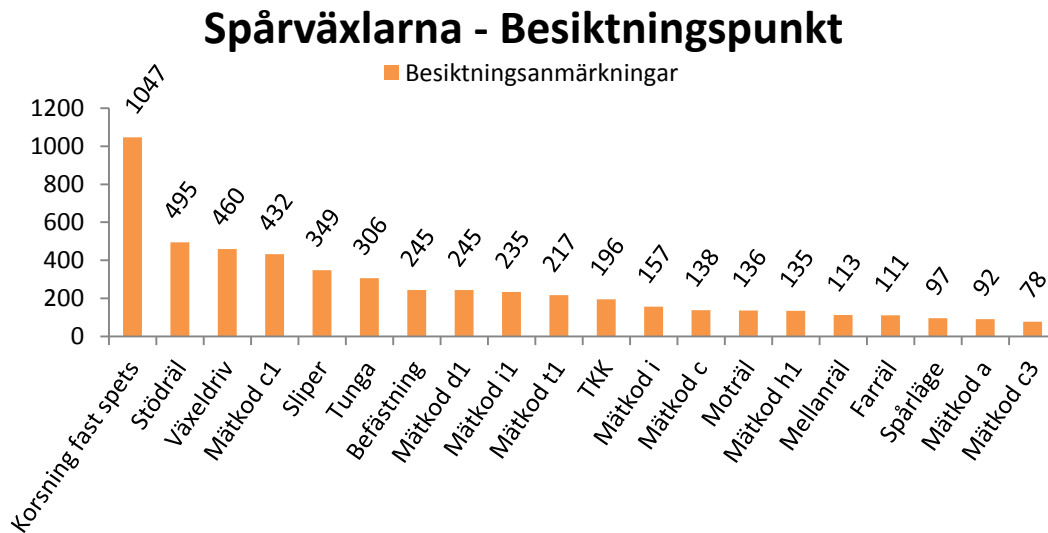
a) besiktningsanmärkningen har inte tilldelats en prioritet vid införandet i BESSY.

Tabell 3.3 visar vilken prioritet anmärkningarna har haft under perioden. Flest antal besiktningsanmärkningar med prioritet A har bandel 901, 29 stycken (25,9 procent av A-anmärkningarna). Bandel 902 sticker ut med flest antal registrerade besiktningsanmärkningar med prioriteten M, 1841 stycken (29,6 procent av M-anmärkningarna), bandel 902 har även flest anmärkningar med prioritet B, 874 stycken (59,9 procent av alla B-anmärkningar). Bandelen 961 har flest antal besiktningsanmärkningar med prioritet V, 286 stycken (35,6 procent). Vidare så visar tabell 3.3 att den vanligaste prioriteten en besiktningsanmärkning har fått är prioriteten M.



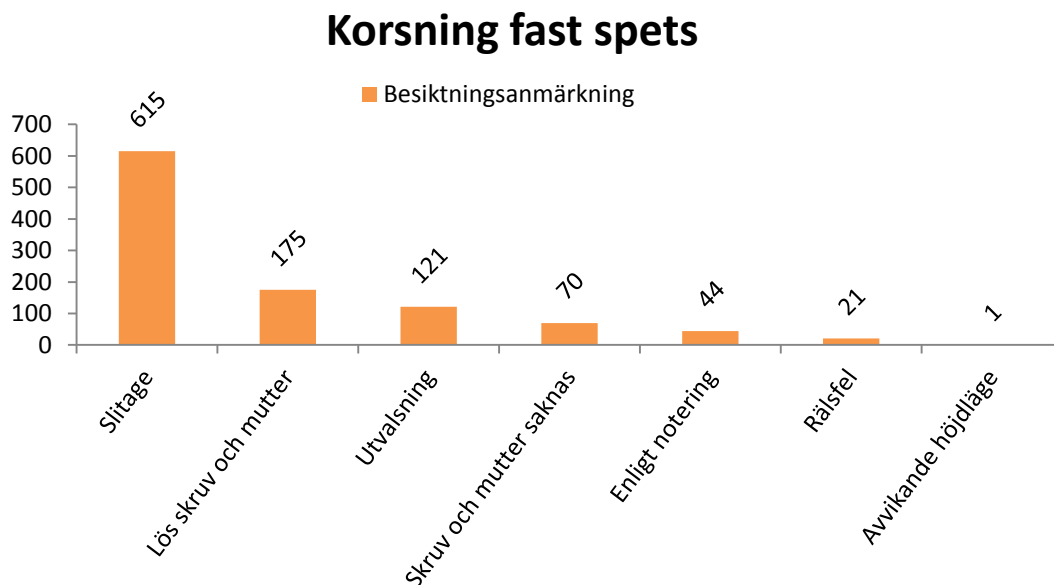
Figur 3.8 Besiktningsanmärkningar fördelat på objektstyp.

Vid närmare granskning av det totala antalet besiktningssanmärknings visar figur 3.8 att det är spårväxlar som har haft flest antal besiktningssanmärknings. Totalt sett har spårväxel 6198 stycken (72 procent) av alla anmärknings. Eftersom spårväxlar har haft så stor del av besiktningssanmärkningarna, granskas dessa besiktningssanmärknings närmare för att få en bild av vilka komponenter i spårväxlarna som orsakat flest besiktningssanmärknings.



Figur 3.9 De 20 vanligaste besiktningsspunkterna och antal besiktningssanmärkningarna i spårväxlarna.

Figur 3.9 visar att i spårväxlarna är det besiktningsspunkten ”korsningar fast spets” som fått flest anmärknings under den aktuella perioden. Därefter kommer komponenterna stödräl och växeldriv. De tre besiktningsspunkter som ger upphov till flest besiktningssanmärknings i spårväxlar skildras närmare i figurer 3.10, 3.12 och 3.14.



Figur 3.10 Orsakerna till besiktningssanmärkningarna på korsning med fast spets.

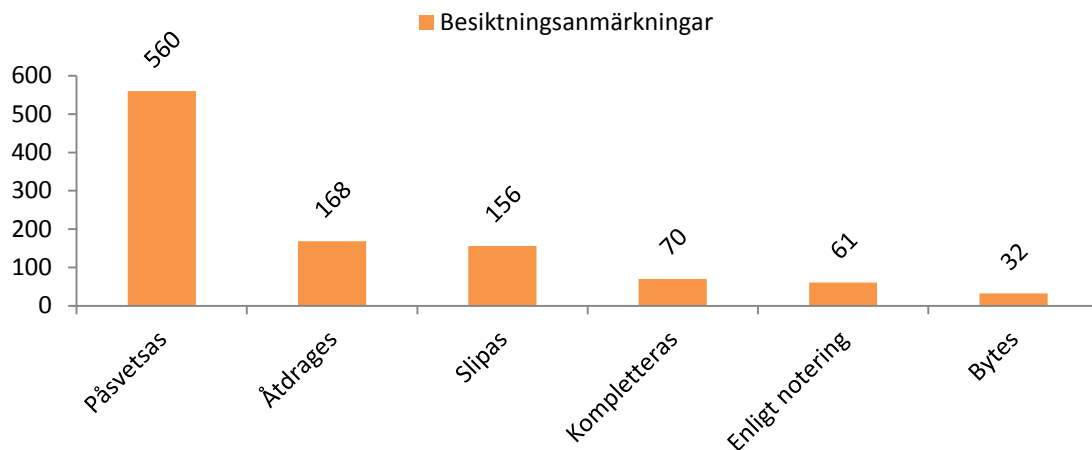
Figur 3.10 visar att slitage har varit den främsta orsaken till varför det gjordes en besiktningsanmärkning på spårväxlarna med fast korsningsspets. Med slitage menas att spårväxeln rälsmaterial har varit slitet vid korsningspartiet, tågtrafiken har nött på korsningen. I kategorin, ”enligt notering” har besiktningsman noterat mer utförligt vad som har varit fel i spårväxeln då de alternativ handdatorn gett inte räckt till. Besiktningsmannen kan även beskriva närmare vad som behövs göras för att åtgärda anmärkningen. Kategorin enligt notering har vid några tillfällen även innehållit flera olika åtgärder, vilket gör att antalet åtgärder har ökat. I tabell 3.4 presenteras vilka åtgärder som föreslås, under kategorin ”enligt notering”, på just besiktningspunkten ”korsning fast spets”.

Tabell 3.4 Åtgärder i kategorin: enligt notering på korsning fast spets.

Enligt notering	Antal	%
Stoppning av korsning	11	23,9
Pinnlödning av jordningar	9	19,6
Lödning av tvärförbindning	5	10,9
Slipa till korsning	4	8,7
Påsvets av korsning	4	8,7
Klämplatt skruvar åtdrages	3	6,5
Krossår svetsas	2	4,3
Komplettera bultar	1	2,2
Påsvets av stödräl	1	2,2
Brott i skarvjärn	1	2,2
Spricka i vänster vingräl.	1	2,2
Synlig spricka slipas för kontroll	1	2,2
Korsningsben mycket slitna	1	2,2
Slirsår ev spricka vid inoxskarv	1	2,2
Sprickor i huvud intill inoxskarv	1	2,2
Totalt	46	100

I kategorin ”enligt notering” har de tre vanligaste åtgärderna varit som följer: stoppning av korsning, vilket innebär att korsningspartiet har varit lågt i förhållande till sin omgivning. Då måste korsningen lyftas och makadam tryckas in under sliparna. Stoppningar av korsningspartier är vanligtvis en banteknisk åtgärd. De två näst vanligaste åtgärderna ”enligt notering” är pinnlödning av jordningar och tvärförbindningar. Pinnlödning är en signalteknisk åtgärd som är lätt utförd men kräver tung utrustning.

Korsning fast spets - åtgärdsförslag

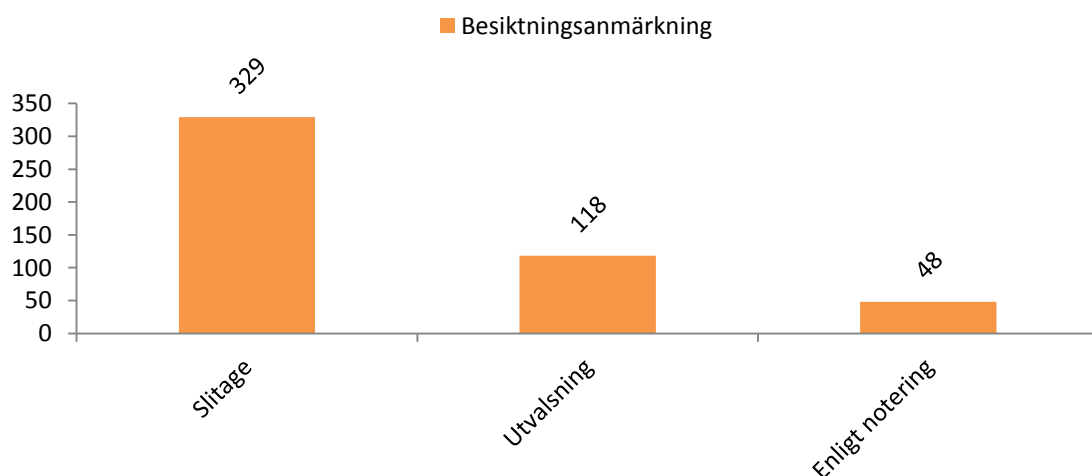


Figur 3.11 Åtgärdsförslag på korsning fast spets.

En total sammanställning av åtgärdsförslagen för korsning fast spets ges i figur 3.11. Reparation genom svetsning har varit det vanligaste åtgärdsförslaget som noterats av besiktningsmän för korsningar med fast spets. Här anges ”enligt notering” som ett åtgärdsförslag och det innebär att besiktningsmannen förtydligar åtgärden i anteckningar om anmärkningen.

Figur 3.12 visar besiktningensanmärkingar som gjorts på stödräl. Även här har slitaget varit den främsta anledningen till att besiktningsmannen gjort en anmärkning. Påsvetsning och slipning är därför de åtgärder som har rekommenderats. Påsvetsningar utförs av svetsare, oftast en bantekniker med svetskompetens. Slipning utförs av svetsare eller en bantekniker med kap- och sliputbildning.

Stödräl



Figur 3.12 Besiktningensanmärkingar på stödräl i spårväxlarna.

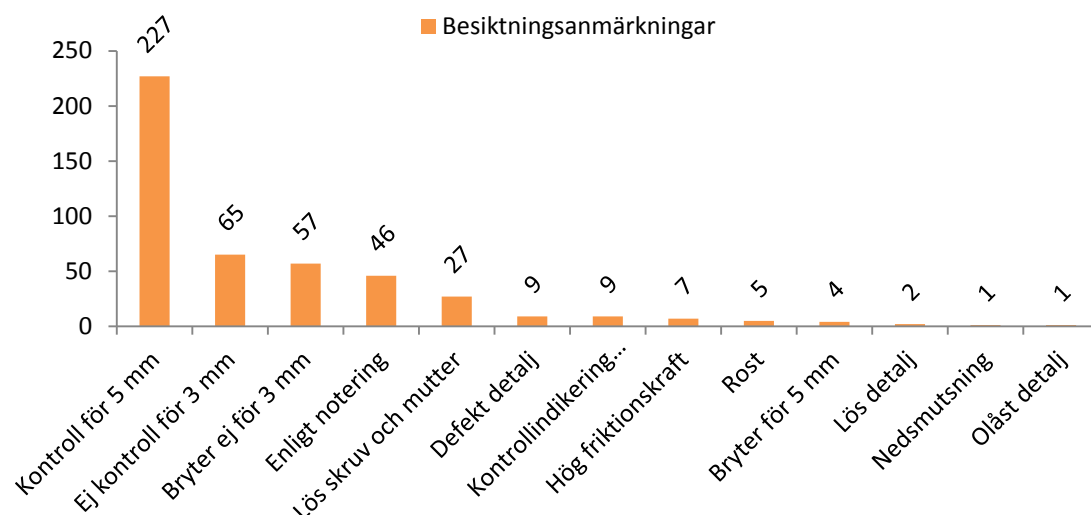
I figur 3.13 ses att påsvetsning och slipning tillsammans utgör 372 stycken (75,2 procent) av de totala åtgärdsförslagen.

Stödräl - åtgärdsförslag



Figur 3.13 Åtgärdsförslag på stödräl i spårväxlarna.

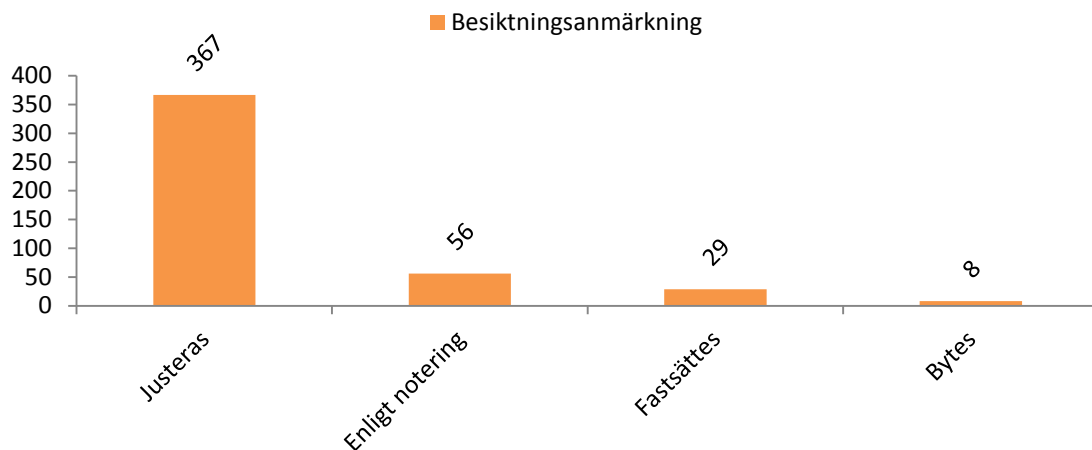
Växeldriv



Figur 3.14 Besiktningssmärkningar på spårväxlarnas växeldriv.

Figur 3.14 illustrerar vilka besiktningssmärkningar som noterats på spårväxlarnas växeldriv. Den vanligaste besiktningssmärkningen har varit att spårväxeln går i kontroll för 5 mm mellanlägg mellan tunga och stödräl, 227 stycken (49,3 procent) av det totala antalet. De tre första staplarna kan härröras till den främre delen av en spårväxel och spårväxels tungor.

Växeldriv - åtgärdsförslag



Figur 3.15 De vanligaste åtgärdsförslagen på växeldriven.

Figur 3.15 visar att ”Justeras” har varit det vanligaste åtgärdsförslaget på spårväxeln växeldriv. Med ”justeras” menas att en signaltekniker måste flytta stagen som sitter monterade i tungan och drivs av växeldrivet vid omläggning av tungan, så att tungan ligger an mot stödrälen med rätt tryck. Omläggningen sker från ena sidan till den andra och tungan styr vilken väg ett fordon kommer att gå igenom växeln.

Tabell 3.5 Anmärkningar uppdelat på teknikgren.

Antal besiktningssanmärkningar										
	Bandel	901	902	913	914	919	961	962	969	Totalt
Teknikgren										
Banteknik		995	2706	243	1309	147	1024	267	414	7105
Signalteknik		286	73	160	153	82	554	9	170	1487
(blank)^a		2	5	1				4		12
Totalt		1283	2784	404	1462	229	1578	280	584	8604

a) anmärkningen har inte tilldelats en teknikgren vid införandet i BESSY.

Tabell 3.5 visar besiktningssanmärkningarna uppdelade på teknikgren. Bandel 902 har flest banteknikanmärkningar, 2 706 stycken (38,1 procent) av alla banteknikanmärkningar. I banteknik ingår även åtgärder som kräver en bantekniker med svetskompetens. Flest antal signalteknikanmärkningar har bandel 961, den har 554 stycken (37,3 procent) av alla signalteknikanmärkningar.

3.3 Studiebesök

I Malmöområdet arbetar besiktningsmännen till störst del med tågvarning som skyddsåtgärd eftersom trafikläget här är mycket ansträngt. När besiktningsmannen skall genomföra en besiktning används en tekniker som tågvarnare.

En besiktningsmans dag börjar med förberedelser, handdatorn laddas med information om de objekt som ska besiktigas. Besiktningsmannen och teknikern åker ut till anläggningen och besiktigar de olika objekten och antecknar resultaten i handdatorn. När besiktningsmannen sedan kommer tillbaka till kontoret överför han resultatet av dagens besiktningar till BESSY. Anmärkningarna hämtas från BESSY av exempelvis en arbetsledare som planerar och fördelar arbetet till underhållspersonal.

Besiktningsmännens arbetsmiljö var utsatt och upplevdes farlig vid arbete med tågvarning. Det moment som verkade mest tidskrävande var kontakten med TC (trafikcentralen). Efter kontakten med TC upplevdes det som att bedömningen och kontrollen av alla komponenter i spårväxeln tog mest tid. Mätningproceduren upplevdes ur arbetsmiljösynpunkt som en belastning för besiktningsmännen och kändes inte så modern.

Genomsnittstiden för besiktning av en enkel spårväxel exklusive väntetiden för att få tillgång till spåret är 20 minuter.

Det verkade även som att det är möjligt att genomföra mindre underhållsjobb tillsammans med säkerhetsbesiktningen av spårväxlarna. Idéer och tankar väcktes om andra metoder att utföra besiktningar på till exempel:

- Kanske finns ett snabbare mätningssverktyg?
- Utförs förebyggande underhåll innan besiktningar kan antalet besiktningsanmärkingar minska.
- En möjlig metod skulle kunna vara ett besiktningslag bestående av en besiktningsman och tekniker, eftersom att det då är möjligt att utföra vissa åtgärder och på så sätt minska antalet besiktningsanmärkingar. Till exempel två signaltekniker i ett lag med besiktningsman: halva tiden sätts på att följa med besiktningsman och halva sätts på åtgärdande av besiktningsanmärkingar.
- Anställa fler besiktningsmän eftersom de har svårt att hinna med.

Enligt besiktningsmännen var det små saker som kunde förbättras, digitala spårviddsmått, handdatorer med större skärm och att föregående besiktningsanmärkingar med lägre prioritet (M- och B-anmärkingar) ligger

kvar i handdatorn så att alla värden på besiktningsanmärkningen inte behöver knappas in på nytt, utan bara ändra datumet.

3.4 Samtal med Infranords personal

I det här avsnittet redovisas en sammanställning av det viktigaste som kom fram under samtalen med Infranords personal.

3.4.1 Besiktningsanmärkningar

Samtalen med Infranords personal har lett fram till att det är komponenter med flest antal besiktningsanmärkningar som är mest intressanta att undersöka närmare. Utifrån statistiken går det att urskilja vilka typer av åtgärder som förekommer mest i underhållsverksamheten och vilka tekniker som behövs. Det har även framkommit att det är möjligt att åtgärda vissa besiktningsanmärkningar i samband med säkerhetsbesiktning. Dessa listas nedan.

Exempel på anmärkningar en bantekniker kan åtgärda under en säkerhetsbesiktning är:

- Spänna klämplattor
- Byta ett fåtal befästningar av typen Pandrol
- Dra åt bultar
- Rensa staggropar
- Fylla på batterivätska
- Fylla på olja
- Smörja detaljer i en växel
- Justera taylor
- Slipa bort mindre övervalsningar

Exempel på anmärkningar en signaltekniker kan åtgärda under en säkerhetsbesiktning är:

- Justera en tungkontrollkontakt
- Dra åt bultar
- Rensa staggropar
- Fylla på batterivätska
- Fylla på olja
- Smörja detaljer i en växel
- Byta lampor

Åtgärder som inte kan utföras under en säkerhetsbesiktning är åtgärder som kräver mycket material, stora maskiner eller som tar för lång tid.

3.4.2 Verktyg

Det som kom fram under samtalen gällande verktyg är:

- Ett digitalt spårviddsmått som överför mätvärdena via Bluetooth-kompatibilitet till handdatorn skulle kunna effektivisera mätningarna.
- Oavsett vilket verktyg som används måste överföringen till BESSY vara smidig.

3.4.3 Övrigt

Övrig information som kom fram under samtalen är:

- En betydande mängd av det underhåll som utförs grundas på besiktningssanmärkningar från säkerhetsbesiktning.
- Det är svårt att få tid i spår för besiktning.
- Besiktningssmännen i Malmö har svårt att hinna med all besiktning som ingår i kontraktet.
- Besiktningssmän är certifierade av Trafikverket för att utföra besiktningar av spåret. De har alla olika bakgrund och olika kunskaper. Trots att deras bedömningar kan skilja sig från varandra så kan ingen säga att de gjort fel, eftersom de är certifierade av Trafikverket.
- Att besiktningssmännen har olika bakgrund gör att det är positivt om de går tillsammans då de kan diskutera med varandra.

4 Alternativ på besiktningsförfarande

I det här kapitlet presenteras de förslag som utarbetats, baserat på de analyser som redovisats i tidigare kapitel. Dessa kommer sedan jämföras i en sammanställning under kapitel 5. De beräkningar på tidsåtgång som redovisas är inklusive personalens etableringstid mellan spårväxlar och pauser. Den tid som inte ingår är personalens etableringstid i början och slutet av dagen, de 30 minuter som det antas ta för personalen att komma ut i spår miljön. Med en arbetsvecka på 39 timmar ger det ett medelvärde på sex timmar och fyrtioåtta minuter arbetad tid per arbetspass på dagtid. Vid nattarbete räknas medelvärdet till sju timmar eftersom en arbetsvecka då bara är fyra nätter lång med åtta timmars arbetspass. Under rubriken ”genomförande” beskrivs hur alternativen bör utföras i praktiken.

4.1 Alternativ 0

Nollalternativet innebär att man inte ändrar dagens besiktningsförfarande. Det redovisas för att kunna jämföra tidsåtgång och kostnader för framtagna alternativa besiktningsförfarande mot dagens besiktningsförfarande.

4.1.1 Genomförande

I Malmökontraktets fall betyder nollalternativet att en besiktningsman och en signaltekniker tillsammans åker ut och besiktigar järnvägsanläggningen. Bedömningen görs okulärt efter brister på komponenter i anläggningen och i spårväxlar görs även mätningar med hjälp av ett spårviddsmått. Spårviddsmåttet är ett instrument som är cirka en och en halv meter långt och väger mellan tre och fyra kilo. Instrumentet kan mäta spårvidd, styrvidd och rälsförhöjning. Det finns i olika utföranden och den typen som används av besiktningsmännen i Malmöområdet är ett SOLA-pass med manuell avläsning. Det innebär att besiktningsmannen sätter ner passet på spåret och läser av värdet på spårviddsmåttet.

4.1.2 Tidsåtgång

Tabell 4.1 visar beräknad tidsåtgång för den säkerhetsbesiktning som utförs under ett år i Malmökontraktet. Det totala antalet timmar som behövs är 1 106,8 timmar i spårmiljö. Uppdelat på arbetspass blir det 94,3 dagpass och 66,5 nattpass. Beräkningarna bygger på de antaganden och iakttagelser som gjorts.

Tabell 4.1 Tidsberäkning för nollalternativet.

Nollalternativ	Växelbesiktning Dag	Växelbesiktning Natt	Besiktning Dag	Linje
Tid/spårväxel (min)	25,0	29,0		
Besiktningstillfällen (st)	1 052,0	963,0		
Total tid (min)	26 300,0	27 927,0	12 178,5	
Total tid (h)	438,3	465,5	203,0	
Längd (km)	25,7	44,3	811,9	
Hastighet (km/h)	0,1	0,1	4,0	
Antal arbetspass (st)	64,5	66,5	29,8	

4.1.3 Kostnad

Tabell 4.2 visar beräknad kostnad för ett års säkerhetsbesiktning som utförs i Malmöområdet. Kostnaden per arbetspass är beräknad på en besiktningsman, en signaltekniker och en bil.

Tabell 4.2 Beräknad kostnad för ett års besiktning enligt nollalternativet.

Nollalternativ	Antal (st)	arbetspass	Kostnad/arbetspass (kr)	Kostnad/år (kr)
Dag	94,3		9 407,52	887 223,67
Natt	66,5		12 298,72	817 777,03
Totalt				1 705 000,70

4.1.4 Fördelar

Fördelarna med nollalternativet är:

- Signalteknikern kan hjälpa besiktningsmannen i bedömningen av signaltekniska anläggningar.
- Lätt instrument.

4.1.5 Nackdelar

Nackdelarna med nollalternativet är:

- Mindre säkert, då tågvarning används även vid spårväxelsbesiktning.
- Besiktningspersonalen får vänta på att TC ger ut växlar i lokal kontroll.
- Besiktningsmännen får böja sig flera gånger vid besiktning av spårväxlar.
- Inga åtgärder utförs.
- En signaltekniker innebär en högre kostnad än en bantekniker.

4.2 Alternativ 1

På marknaden för underhållsverktyg till järnvägsentreprenörer och spårägare finns det olika mätverktyg. Ett av dessa verktyg läser automatiskt av upp till tio olika parametrar, några exempel är: spårvidd, styrvidd och rälsförhöjning. Verktöget kan avläsa mätvärden efter inprogrammerade värden eller ner till var femte millimeter.

Besiktningsmannen kan mata in önskad spårväxeltyp och definiera vilka mått som skall mätas samt vilka toleranser måtten har. Fyra mätsonder samlar in data och sparar den på en medföljande dator. Om en mät punkt över- eller understiger sin toleransnivå, ges en varningssignal och punkten markeras i mät rapporten.

Den medföljande datorn har möjlighet att överföra data trådlöst genom Bluetooth och WiFi. Verktöget är isolerat och kortsluter inte spårledningen. Verktöget väger 24 kilo och kan fällas ihop vid transport.

4.2.1 Genomförande

Besiktningsmannen monterar och startar upp instrumentet utanför säkerhetszonen. Instrumentet placeras på spåret och besiktningsmannen definierar spårväxels första mät punkt, sedan kan mätningen starta. Instrumentet leds genom växeln av besiktningsmannen. När sista mät punkten på rakspåret har mätts upp stoppas mätningen och besiktningsmannen backar tillbaka och lägger om växeln till sidoläget. Därefter mäter besiktningsmannen spårväxeln mot sidospåret. Besiktningsmannen kan under tiden som mätningen sker även mata in egna anmärkningar på spårväxels övriga komponenter.

Besiktningsmannen kan efter genomförd mätning utvärdera resultatet i grafisk form eller i tabellform. Informationen kan sedan överföras till Microsoft Excel för vidare bearbetning/analys. Resultatet kan även sparas på USB eller minneskort. På begäran kan ett gränssnitt installeras som möjliggör att mätvärdena kan överföras direkt till BESSY.

Säkerhetsbesiktning av linjeavsnitten kommer att utföras enligt nollalternativet.

4.2.2 Tidsåtgång

Tabell 4.3 visar beräknad tidsåtgång för den säkerhetsbesiktning som ska utföras under ett år i Malmökontraktet. Eftersom besiktningsmannen leder instrumentet genom spårväxeln antas samma hastighet som vid linjebesiktning, därför skiljer sig tidsåtgången per spårväxel från nollalternativet. Dock blir hastigheten inte fyra km/h efter tidspåslag enligt antaganden.

Det totala antalet timmar som behövs är 569,6 timmar i spårmiljö. Uppdelat på arbetspass blir det 56,7 dagpass och 26,3 nattpass. Beräkningarna bygger på de antagande som gjorts.

Tabell 4.3 Tidsberäkning för alternativ 1.

Alternativ 1	Växelbesiktning Dag	Växelbesiktning Natt	Besiktning Linje Dag
Tid/spårväxel (min)	10,4	11,5	
Besiktningstillfällen (st)	1 052,0	963,0	
Total tid (min)	10 940,8	11 055,2	12 178,5
Total tid (h)	182,3	184,3	203,0
Längd (km)	25,7	44,3	811,9
Hastighet (km/h)	0,1	0,2	4,0
Antal arbetspass (st)	26,8	26,3	29,8

4.2.3 Kostnad

Tabell 4.4 visar kostnaden för ett års säkerhetsbesiktning i Malmöområdet enligt alternativ ett. Kostnaden per arbetspass är beräknad på en besiktningsman, en bantekniker, en bil och kostnaden för arbetsinstrumentet avräknat på tio år.

Tabell 4.4 Beräknad kostnad för ett års besiktning enligt alternativ 1.

Alternativ 1	Antal (st)	arbetspass	Kostnad/arbetspass (kr)	Kostnad/år (kr)
Dag	56,7		9 774,48	553 870,43
Natt	26,3		12 665,68	333 386,03
Totalt				887 256,46

4.2.4 Fördelar

Fördelarna med alternativ ett är:

- Besiktningsmännens arbetsmiljö förbättras eftersom att de slipper böja sig ner för att läsa av sitt spårviddsmått.
- Instrumentet kan samla in mer information än dagens verktyg.
- Det behövs endast en besiktningsman för att sätta ihop och använda verktyget.
- Risken för felavläsning av nuvarande spårviddsmått minskar.
- Vid utförandet av en säkerhetsbesiktning kan måtten för en underhållsbesiktning fås samtidigt.
- Instrumentet kan även användas efter vissa arbeten i spår då skevning och spårvidden ska kontrolleras, till exempel vid spårbyte.

4.2.5 Nackdelar

Nackdelarna med alternativ ett är:

- Hög inköpskostnad.
- Utbildningar för användning av instrumentet.
- Instrumentets vikt är betydligt högre än dagens spårviddsmått.

4.3 Alternativ 2

På marknaden finns det även en annan spårgående produkt som kan effektivisera säkerhetsbesiktningen av linjer och godsbangårdar. Produkten är en vagn av aluminium med elmotor och sittplats för två personer. Vagnen kan köras i upp till 15km/h beroende på vilken noggrannhet som eftersträvas.

Det finns även tilläggsutrustning till produkten som gör att den kan mäta spårvidd, spårgeometri, ultraljudsprövning (OFP) och även mätning av fria rummet. Informationen kan sedan granskas och analyseras. Vagnen kan drivas miljövänligt av en elektrisk motor som strömförsörjs med batterier. Det går att välja om vagnen skall vara kortslutande eller inte. Vagnen väger cirka 100kg beroende på vilken utrustning som väljs till.

4.3.1 Genomförande

Vagnen kan framföras på linjen under ett L-skydd men på en driftplats krävs A-skydd. Vagnen lyfts på spåret och sträckan mellan två driftplatser kan besiktigas okulärt från vagnen. Har besiktningsmännen med sig ett spårviddsmått finns även möjlighet att utföra säkerhetsbesiktning av spårväxlar på linjen såväl som på driftplatser. Eftersom det krävs ett L-skydd för att få använda vagnen på spåret, beräknas linjebesiktningen ske på natten då det är troligare att det ges tider i spår.

Säkerhetsbesiktning av spårväxlar kommer att ske enligt nollalternativet.

4.3.2 Tidsåtgång

Tabell 4.5 visar beräknad tidsåtgång för den säkerhetsbesiktning som ska utföras under ett år i Malmökontraktet enligt alternativ två. Vagnen kan köras i en hastighet upp till 15 km/h men eftersom besiktningsmännen skall hinna besiktiga samtidigt antas hastigheten begränsas till åtta km/h. Det totala antalet timmar som behövs är 1 014,3 timmar i spårmiljö. Uppdelat på arbetspass blir det 80,7 dagspass och 66,5 nattpass. Beräkningarna bygger på de antagande som gjorts.

Tabell 4.5 Tidsberäkning för alternativ 2.

Alternativ 2	Växelbesiktning Dag	Växelbesiktning Natt	Besiktning Dag	Linje
Tid/spårväxel (min)	25,0	29,0		
Besiktningstillfällen (st)	1 052,0	963,0		
Total tid (min)	26 300,0	27 927,0		
Total tid (h)	438,3	465,5	110,5	
Längd (km)	25,7	44,3	811,9	
Hastighet (km/h)	0,1	0,1	8,0	
Antal arbetspass (st)	64,5	66,5	16,2	

4.3.3 Kostnad

Tabell 4.6 visar kostnaden för ett års säkerhetsbesiktning som ska utföras i Malmöområdet enligt alternativ två. Kostnaden per arbetspass är beräknad på en besiktningsman, en bantekniker, en bil och kostnaden för arbetsvagnen utan tilläggsutrustning, avräknad på tio år.

Tabell 4.6 Beräknad kostnad för alternativ 2.

Alternativ 2	Antal arbetspass (st)	Kostnad/arbetspass (kr)	Kostnad/år (kr)
Dag	80,7	11 064,40	892 996,06
Natt	66,5	13 955,60	927 947,72
Totalt			1 820 943,78

4.3.4 Fördelar

Fördelarna med alternativ två är:

- Besiktningsmännen kommer att hinna med fler spårmeter besiktning på kortare tid jämfört med om besiktningsmännen skulle gå linjen fram. Enligt antagandet att en besiktningsman går med en hastighet av 4 km/h, kan hastigheten på besiktningen ökas med upp till 100 procent.
- Med tilläggsutrustning så kan mer information om anläggningen samlas in.
- Vagnen kan även användas till andra underhållsåtgärder när den inte används som resurs för besiktning. Till exempel kan den användas till att transportera material och tung underhållsutrustning.
- Det finns ergonomiska fördelar med vagnen. Besiktningspersonalen slipper att gå långa avstånd, vilket leder till mindre slitage på fotleder och knäleder vilket annars uppträder vid gång i makadam.

4.3.5 Nackdelar

Nackdelarna med alternativ två är:

- Hög inköpskostnad.
- Tung att förflytta.
- Växelbesiktning måste fortfarande utföras separat.

4.4 Alternativ 3

Alternativ tre bygger på att tekniker följer med besiktningsmännen och åtgärdar besiktningsanmärkningarna direkt i samband med säkerhetsbesiktningen. För beräkningarna i det här alternativet har data från kapitel 3.2 jämförts med de åtgärder som enligt uppgift från samtal med Infranords personal skulle kunna utföras på femton minuters effektivt arbete i spår. Resultatet visas i tabell 4.7.

Tabell 4.7 Antal besiktningsanmärkningar som kan åtgärdas på plats under säkerhetsbesiktning.

	Antal 5 år (st)	Antal 1 år (st)	Procent (%)
Bantekniker kan åtgärda	651	130	7,6
Signaltekniker kan åtgärda	299	60	3,5
Totalt antal BESSY-anmärkningar	8604	1721	100

Fördelen med att en tekniker åtgärdar en del av besiktningsanmärkningarna direkt är att Infranord inte behöver skicka ut tekniker efter besiktningen för de mindre besiktningsanmärkningarna. Vinsten ligger i att antal återetableringar minskar.

För att beräkna återetableringskostnaderna har det förutom antagandet om etableringstiden, antagits att förberedelser, lokalisering och åtgärdande av besiktningsanmärkningen tar sammanlagt en halvtimme. Totalt blir tiden för en återetablering en och en halv timme. Kostnaden för de besiktningsanmärkningar som skulle kunna åtgärdas direkt redovisas i tabell 4.8

Tabell 4.8 Beräknade kostnader på grund av onödiga återetableringar.

	Antal etableringar (st)	Kostnad/etablering (kr)	Kostnad/år (kr)
Banteknik	130	1 605,45	208 708,50
Signalteknik	60	2 147,55	128 853,00

Ska åtgärder utföras i samband med säkerhetsbesiktning bör teknikerlaget utformas så att flest antal anmärkningar kan åtgärdas direkt. Den statistik som tagits fram ur BESSY och de samtal som har genomförts med experter visar på att bantekniker är lämpligast. Bantekniker är lämpligast eftersom flest besiktningsanmärkningar gjorts på bantekniska detaljer samt att bantekniker kan åtgärda flest besiktningsanmärkningar i samband med säkerhetsbesiktning. Detta ses i tabellerna 3.5 och 4.7.

Vid dagens besiktningar går en signaltekniker med besiktningsmannen. Ett signaltekniskt arbete måste kontrolleras av en annan signaltekniker med SISÄ-behörighet, därför kan inte signalteknikern åtgärda de signaltekniska

anmärkningar som besiktningsmannen gör. Exempelvis en justering av en spårväxel som går i kontroll för 5 mm. Om besiktningsmannen tar med sig två signaltekniker, varav den ena har SISÄ-behörighet kan vissa anmärkningar åtgärdas direkt.

4.4.1 Genomförande

Besiktningsmannen utför sitt arbete som i nollalternativet men den tekniker som följer med kan utföra mindre åtgärder direkt och antalet återetableringar minskar.

4.4.2 Tidsåtgång

Tabell 4.9 visar beräknad tidsåtgång för den säkerhetsbesiktning som ska utföras under ett år i Malmökontraktet enligt alternativ tre. Det totala antalet timmar som behövs är 1 106,8 timmar i spårmiljö. Uppdelat på arbetspass blir det 94,3 dagspass och 66,5 nattpass. Beräkningarna bygger på de antagande som gjorts.

Tabell 4.9 Tidsberäkning för alternativ 3.

Alternativ 3	Växelbesiktning Dag	Växelbesiktning Natt	Besiktning Dag	Linje
Tidsåtgång/växel (min)	25,0	29,0		
Besiktningstillfällen (st)	1 052,0	963,0		
Total tid (min)	26 300,0	27 927,0	12 178,5	
Total tid (h)	438,3	465,5	203,0	
Längd (km)	25,7	44,3	811,9	
Hastighet (km/h)	0,1	0,1	4,0	
Antal arbetspass (st)	64,5	66,5	29,8	

4.4.3 Kostnad

Tabell 4.10 visar kostnaden för ett års säkerhetsbesiktning i Malmöområdet enligt alternativ tre. Kostnaden per arbetspass är beräknad på en besiktningsman, en bantekniker och en bil.

Tabell 4.10 Beräknad kostnad för alternativ 3.

Alternativ 3	Antal pass (st)	Kostnad/pass (kr)	Kostnad/år (kr)
Dag	94,3	8 884,88	837 933,47
Natt	66,5	11 776,08	783 025,21
Totalt			1 620 958,67

Tabell 4.11 Kostnad per år med hänsyn till minskade kostnader för återetablering.

Teknikslag	Kostnad (kr)	Minskad kostnad (kr)	Kostnad/år (kr)
Banteknik	1 620 958,67	208 708,50	1 412 250,17

Tabell 4.11 ger kostnaden för ett års säkerhetsbesiktning med hänsyn till att kostnaderna för återetableringar minskar om tekniker åtgärdar några anmärkningar redan i samband med säkerhetsbesiktningen.

4.4.4 Fördelar

Fördelarna med alternativ tre är:

- Besiktningens anmärkningar blir åtgärdade direkt, Infranord slipper göra en ny etablering och ta kostnader för den.

4.4.5 Nackdelar

Nackdelarna med alternativ tre är:

- Besiktningen kan ta något längre tid om åtgärderna drar ut på tiden. Men har teknikerna ett A-skydd kan besiktningssmannen fortsätta besiktiga inom A-skyddsområdets gränser, eftersom spåret är avstängt.
- Teknikern behöver ha med sig verktyg för att kunna utföra vissa åtgärder.

4.5 Alternativ 4

Alternativ fyra innebär en omorganisation av besiktningspersonalen. Besiktningsmän samordnas till en organisation oberoende av kontraktsgrenser. Lag av besiktningsmän bildas och besiktningslagen går ut samtidigt och besiktigar en bandel i taget.

Vid exempelvis säkerhetsbesiktning på en mindre driftplats kan ett A-skydd tas ut på hela driftplatsen. Besiktningslaget kan då arbeta ostört och eftersom de är flera besiktningsmän tar säkerhetsbesiktningen av driftplatsens spår och spårväxlar mindre tid. Under A-skydd och L-skydd är det tillåtet för besiktningsmän att arbeta ensamma.

4.5.1 Genomförande

Besiktningen utförs som i nollalternativet, den enda skillnaden är att det är fler besiktningsmän som arbetar på samma bandel. Det gör att besiktningen på en bandel går fortare. Tidsåtgången per spårväxel blir den samma som i alternativ ett. På linjen måste de gå två besiktningsmän tillsammans för tågvarningens skull, även där blir hastigheten den samma som för alternativ ett.

4.5.2 Tidsåtgång

Tabell 4.12 visar beräknad tidsåtgång för den säkerhetsbesiktning som ska utföras under ett år i Malmökontraktet enligt alternativ fyra. Det totala antalet timmar som behövs är 402,75 timmar i spårmiljö. Antal arbetspass blir 94,3 dagpass och 66,5 nattpass om besiktningen görs med dagens laguppställning. Beräkningarna bygger på de antagande som gjorts.

Tabell 4.12 Tidsberäkning för alternativ 4.

Alternativ 4	Växelbesiktning Dag	Växelbesiktning Natt	Besiktning Dag	Linje
Tidsåtgång/växel (min)	25,0	29,0		
besiktningstillfällen (st)	1 052,0	963,0		
Total tid (min)	26 300,0	27 927,0	12 178,5	
Total tid (h)	438,3	465,5	203,0	
Längd (km)	25,7	44,3	811,9	
Hastighet (km/h)	0,1	0,1	4,0	
Antal arbetspass (st)	64,5	66,5	29,8	

4.5.3 Kostnad

Tabell 4.13 visar kostnaden för ett års säkerhetsbesiktning.

Kostnaden per pass är beräknad på fyra besiktningsmän och två bilar. Antalet arbetspass på linjebesiktningen delas på två eftersom besiktningsmännen går i två par. Arbetspassen på spårväxelbesiktning delas på tre eftersom besiktningsmännen kan arbeta själva vid avstängt spår men behöver hjälp av varandra för att kontrollera motorström och 3/5-måtten.

Tabell 4.13 Beräknad kostnad för alternativ 4.

Alternativ 4	Antal arbetspass (st)	Kostnad/arbetspass (kr)	Kostnad/år (kr)
Dag	36,4	18 414,72	670 508,69
Natt	22,2	24 197,12	536 311,88
Totalt			1 206 820,57

4.5.4 Fördelar

Fördelarna med alternativ fyra är:

- Mer besiktning utfört på mindre tid.
- Besiktningsmännen har kollegorna nära till hands om en anmärkning skulle behöva diskuteras.
- Olika besiktningsmän gör olika bedömningar, roterar besiktningsmännen blir bedömningen på objekten mer allsidig.
- Risken att besiktningsmännen blir ”hemmablinda” minskar.
- Besiktningsmännen slipper fylla ut sina arbetstider med andra uppgifter om det till exempel i ett kontrakt bara behövs en besiktningsman på en 50-procents tjänst.

4.5.5 Nackdelar

Nackdelarna med alternativ fyra är:

- Besiktningsmännen är samlade vid en ort jämfört med idag då de är placerade vid olika kontor.

4.6 Jämförelse av alternativen

I det här kapitlet kommer alternativen att jämföras mot varandra. Detta för att urskilja det mest tidseffektiva samt det mest kostnadseffektiva alternativet.

Tabell 4.14 Sammanställning av kostnader och tidsåtgång för de olika alternativen.

	Alternativ 0	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3	Alternativ 4
Kostnad (kr)	1 705 001	887 256	1 928 322	1 412 250	1 206 821
Del av dagens kostnad (%)	100,00	52,04	113,10	82,83	70,78
Tidsåtgång (h)	1 107	570	1 044	1 107	403
Del av dagens tidsåtgång(%)	100,00	51,46	94,31	100,00	36,39

Tabell 5.1 visar en jämförelse över de olika alternativen.

Alternativ noll är nollalternativet som de andra alternativen jämförs med för att få reda på om de alternativa besiktningsförfarandena är mer effektiva än nollalternativet.

Alternativ ett är effektivare både i tids- och kostnadsperspektiv. Tidsåtgången och kostnaden minskar till ungefär hälften jämfört med nollalternativet.

Alternativ två är mer kostnadskrävande, kostnaden ökar till 113,10 procent, men minskar tidsåtgången till 94,31 procent.

Alternativ tre minskar kostnaden 82,83 procent men tidsåtgången blir den samma jämfört med nollalternativet.

Alternativ fyra är det alternativ som är mest tidseffektivt då tidsåtgången minskar till 36,39 procent. Kostnaden minskar till 70,78 procent av nollalternativet.

Det finns flera alternativa arbetsmetoder som jämfört med nollalternativet är mer tid- och kostnadseffektiva. Säkerhetsbesiktning kan genom omorganisering effektiviseras så att tiden i spår minskar betydligt. Inköp av olika verktyg kan i vissa fall effektivisera tidsåtgång och kostnad medan i andra fall öka kostnaden. Att under säkerhetsbesiktning utföra vissa åtgärder effektiviserar inte tidsåtgången men däremot effektiviserar den entreprenörens resursanvändning och på så sätt minskar kostnaden.

5 Diskussion

Författarnas slutsats med den här rapporten är att säkerhetsbesiktning kan utföras med alternativa besiktningsförfarande som är mer tids- och kostnadseffektiva än det besiktningsförfarande som används idag.

Alternativ tre och fyra är inte aktuella eftersom alternativ tre är dyrare och alternativ fyra minskar inte tidsåtgången jämfört med dagens förfarande.

Alternativ två är mest kostnadseffektivt och innebär besparingar för entreprenörer men alternativet kräver en investering och en implementeringsperiod där besiktningsmännen måste lära sig använda det nya instrumentet. Samt att alla spårväxlar specifika mätpunkter ska lagras i instrumentet. Detta gör att det kan bli mer besvärligt att implementera än alternativ fyra. Vikten på instrumentet är dessutom högre än dagens instrument, vilket är en betydande nackdel.

Alternativ fyra är det alternativ som är mest tidseffektivt och kräver endast en omstrukturering av resursplaneringen av besiktningsmännen. Vilket vi tror blir lättare att förverkliga än alternativ två.

Det är bristen på tider i spår som är det största problemet vid dagens säkerhetsbesiktning. Det faktum att alternativ fyra är det mest tidseffektiva besiktningsförfarandet samt instrumentens skillnad i vikt gör att vi rekommenderar alternativ fyra, trots att alternativ fyra inte är lika kostnadseffektivt som alternativ två.

5.1 Felkällor

I följande avsnitt resonerar vi runt de faktorer som kan ha påverkat Författarnas resultat negativt.

Tidsuppskattningar har gjorts utan hänsyn till den tid som besiktningsmännen ägnar på kontoret åt förberedelser. Därför kan ingen definitiv tidsåtgång beräknas men förhållandet mellan de olika alternativen stämmer eftersom antagandena har varit de samma för alla alternativ.

Beräkningarna har baserats på uppgifter från BIS vad gäller antal spårväxlar, spårväxlarnas längd samt antal spårmeter. Tidsuppskattningarna har dock baserats på tiden för säkerhetsbesiktning på en enkel spårväxel, spårväxlar finns i ett antal varianter och tidsåtgången kommer givetvis förändras beroende på växlarnas storlek.

Avgränsningen kring besiktningsanmärkningarna kan ha varit för snäv. Om tidsperioden hade utökats är det möjligt att det hade förändrat resultatet. De flesta objekten i en järnvägsanläggning har en längre teknisk livstid än fem år. Dock är anläggningen inte byggd samtidigt, så data från en längre period kunde gett besiktningsanmärknings på komponenter som redan är utbytta.

Två dagars studiebesök var kanske i minsta laget. Det faktum att vi endast hann närvara på spårväxelbesiktning kan vara en faktor till att vi inte fått ett helhetsperspektiv. Besiktningsmännen gjorde sitt bästa för att förklara besiktningsförfarandet på linjen, men det är skillnad att i praktiken få se hur det går till. Andra idéer och tankar hade kanske väckts om vi hade fått tillfälle att närvara vid besiktning av linjen.

Arbetet med besiktningsanmärkningarna i Excel har krävt mycket tid, speciellt eftersom författarnas kunskaper i programmet från början var begränsade. Hade vi behärskat Excel bättre redan från början skulle rensningen av besiktningsanmärkningarna, beräkningar och skapande av diagrammen och tabellerna gått mycket fortare. Därmed skulle vi kunnat ha lagt ner mer tid på att utveckla Författarnas alternativa metoder.

5.2 Fortsatta studier

Det finns flera analys- och mätverktyg som kan monteras på tåg eller tvåvägsfordon. Ett av författarnas alternativa besiktningsförfaranden innehöll ett sådant mätverktyg. Tanken med alternativet var att använda verktyget till hälften av säkerhetsbesiktningarna på linjen. Verktyget som kan monteras på ett spårgående fordon kan samla in information om överbyggnaden i upp till 200 km/h, vilket hade sparat mycket tid, även om besiktningsmannen hade behövt använda tid till att analysera den insamlade informationen från verktyget.

Vi har ansträngt oss mycket för att försöka få fram all fakta om det här instrumentet men inte lyckats och vi var därför tvungna att stryka alternativet. Det hade varit mycket intressant att se vad det verktyget skulle sluta på i Författarnas beräkningar.

6 Litteraturförteckning

Elektroniska källor:

Infranord. (den 20 02 2013 B). *Infranord, Historik*. Hämtat från Infranord.se: <http://www.infranord.se/Om-foretaget/Historik/> den 20 02 2013

Infranord. (2013 A). *Infranord, Om företaget*. Hämtat från <http://www.infranord.se/Om-foretaget/Foretagspresentation/> den 20 02 2013

Nationalencyklopedin. (2013). *Nationalencyklopedin, Järnväg*. Hämtat från http://www.ne.se/lang/j%C3%A4rnv%C3%A4g?i_whole_article=true den 17 05 2013

Nemtanu, F, Franklin, F, Teixeira, P. (2012). *Rail infrastructure, ITS and access charges*. Hämtat från <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0739885912001588> den 06 06 2013

Trafikverket. (2013 A). *Trafikverket, Västra Stambanan*. Hämtat från Trafikverket.se: <http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sveriges-jarnvagsnat/Vastra-stambanan/> den 20 02 2013

Trafikverket. (2013 B). *Trafikverket, BESSY*. Hämtat från Trafikverket: <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/System-verktyg-och-tjanster-for-jarnvagsjobb/Bessy/> den 05 04 2013

Trafikverket. (2013 C). *Bandelskartor*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2013 D). *Trafikverket, spårväxelpbyte*. Hämtat från <http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Nationell-projekt/Sparvaxelbyten/Bakgrund/> den 28 05 2013

Trafikverket. (2013 E). *Styrande och vägledande dokument*. Hämtat från Trafikverket: <http://www.trafikverket.se/Foretag/System-och-e-tjanster/Sok-och-bestall-dokument/Styrande-och-vagledande-dokument1/> den 06 06 2013

Tryckta källor:

Trafikanalys. (2012). *Bantrafik 2011 Statistik*. Stockholm: Brita Saxton.

Trafikverket. (2003). *BVF 817 Förutbestämt underhåll*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2005). *BVH 807.30 Underhållsbesiktning av banöverbyggnad*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2007). *BVF 807.21 Behörighetskrav för BVF 807.2 Säkerhetsbesiktning för fasta anläggningar*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2010) *BVC 1523.0041 Spårväxel Besiktningsrapport EV*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2011). *BVF 923 Regler för arbetsmiljö och säkerhet vid aktiviteter i spårområde*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2012 A). *BVF 807.2 Säkerhetsbesiktning av fasta järnvägsanläggningar*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2012 B). *BVS 807.50 Ibruktalandebesiktning av järnvägsanläggning*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2012 C). *Teknisk säkerhetsstyrning banöverbyggnad*. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket. (2012 D). *BVS 1807.22 Kompetenskrav för kontrollbesiktning av bananläggning*. Borlänge: Trafikverket.

Transportstyrelsen. (2010). *Järnvägsstyrelsens trafikföreskrifter*. Norrköping: Transportstyrelsen.

Utbult, M. (2009). *Vägval och spårbyten*. Lund: Väg- och Banbranschen, SEKO.

6.1 Figurförteckning

Figur 1.1 Arbetsprocessen vid besiktning.	5
Figur 1.2 Geografisk översiktsbild på bandelarna i centrala Malmö samt Öresundsbron. (Trafikverket, 2013 C)	7
Figur 1.3 Geografisk översiktsbild på bandelarna sydöst om Malmö. (Trafikverket, 2013 C).....	7
Figur 3.1 Tilldelning av en besiktningssklass till anläggningsobjekt. (Trafikverket, 2007)	16
Figur 3.2 Ballastsektion för radier över 500m. (Trafikverket, 2012 A).....	20
Figur 3.3 Ballastsektion för radier mellan 400m och 500m. (Trafikverket, 2012 A)	20
Figur 3.4 Ballastsektion för radier under 400m. (Trafikverket, 2012 A).....	20
Figur 3.5 Besiktningssanmärkningarna, uppdelade efter anläggningstyp.	25
Figur 3.6 Spårväxlarnas inläggningsår och antal på bandel 902 – Malmö Godsbangård.....	26
Figur 3.7 Inläggningsår för spårväxlar på bandel 919 – Fosieby – Lernacken.	26
Figur 3.8 Besiktningssanmärkningar fördelat på objektstyp.	27
Figur 3.9 De 20 vanligaste besiktningssanmärkningarna och antal besiktningssanmärkningarna i spårväxlarna.	28
Figur 3.10 Orsakerna till besiktningssanmärkningarna på korsning med fast spets.	28
Figur 3.11 Åtgärdsförslag på korsning fast spets.....	30
Figur 3.12 Besiktningssanmärkningar på stödräl i spårväxlarna.....	30
Figur 3.13 Åtgärdsförslag på stödräl i spårväxlarna.	31
Figur 3.14 Besiktningssanmärkningar på spårväxlarnas växeldriv.	31
Figur 3.15 De vanligaste åtgärdsförslagen på växeldriven.	32

6.2 Tabellförteckning

Tabell 1.1 Bandelar som ingår i Infranords Malmökontrakt. (Baserad på figur 1.2 och 1.3.).....	6
Tabell 1.2 Sammanställning av antal besiktningstillfällen för spårväxlar och linje som ska besiktigas per år.	8
Tabell 2.1 Exempel på en besiktningensanmärkning.(Hämtad från BESSY).....	12
Tabell 3.1 Exempel på antal besiktningstillfällen per besiktningssklass och år.....	16
Tabell 3.2 Antal besiktningensanmärkningar på bandelarna under perioden 2008-2012.	25
Tabell 3.3 Antalet besiktningensanmärkningar uppdelat på prioritet och bandel.	27
Tabell 3.4 Åtgärder i kategorin: enligt notering på korsning fast spets.	29
Tabell 3.5 Anmärkningar uppdelat på teknikgren.	32
Tabell 4.1 Tidsberäkning för nollalternativet.	38
Tabell 4.2 Beräknad kostnad för ett års besiktning enligt nollalternativet.	39
Tabell 4.3 Tidsberäkning för alternativ 1.	41
Tabell 4.4 Beräknad kostnad för ett års besiktning enligt alternativ 1.	41
Tabell 4.5 Tidsberäkning för alternativ 2.	43
Tabell 4.6 Beräknad kostnad för alternativ 2.....	44
Tabell 4.7 Antal besiktningensanmärkningar som kan åtgärdas på plats under säkerhetsbesiktning.	45
Tabell 4.8 Beräknade kostnader på grund av onödiga återetableringar.	45
Tabell 4.9 Tidsberäkning för alternativ 3.	46
Tabell 4.10 Beräknad kostnad för alternativ 3.....	46
Tabell 4.11 Kostnad per år med hänsyn till minskade kostnader för återetablering.....	47
Tabell 4.12 Tidsberäkning för alternativ 4.	48
Tabell 4.13 Beräknad kostnad för alternativ 4.....	49
Tabell 4.14 Sammanställning av kostnader och tidsåtgång för de olika alternativen.....	50

7 Bilagor

7.1 Bilaga I

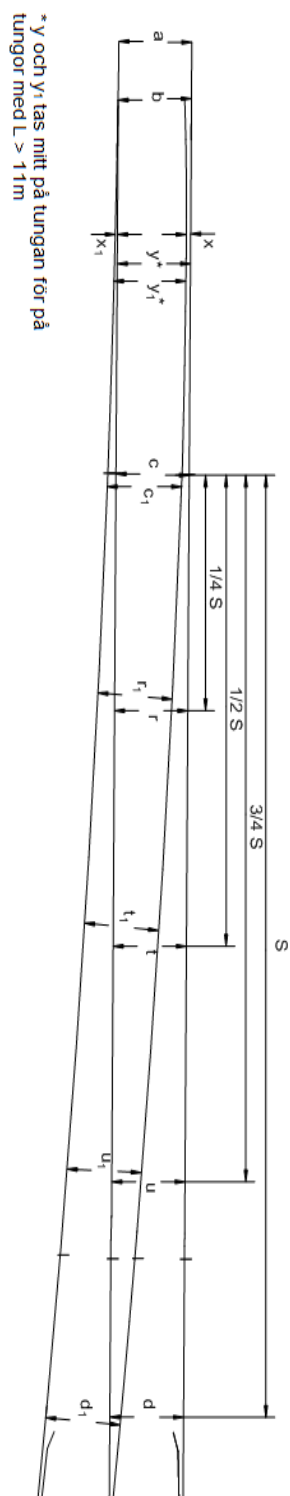
De mått som tas i en spårväxel vid en säkerhetsbesiktning är:

a, c, c_1 , t, t_1 , d, d_1 , h, h_1 , i och

i1. Samtliga mått tas vid en underhållsbesiktning.

Bilden är hämtad från:

(Trafikverket, 2010)



7.2 Bilaga II

Följande personer har svarat på de frågor vi haft under arbetets gång:

Ensio Puronranta, Entreprenadingenjör.
Patrik Kriborg, Biträdande arbetschef.
Niklas Sundel, Arbetschef.
Klas Nilsson, Besiktningsman.
Seved Persson, Besiktningsman .
Roland Bengtsson, Besiktningsman.
Mats Karlsson, Besiktningsman.
Erik Porsin, Besiktningsman.
Mats Olsson, Arbetsledare.
Jörgen Weiland, Arbetsledare.
Mikael Persson, Arbetsledare.
Hans Lindén, Arbetsledare.
Håkan Strömberg, Arbetsledare.
Yngve Hult, Säkerhetsingenjör.
Mikael Matthiasson, Planerare.
Roger Vesterelve, Projektledare besiktning.
Kenneth Johansson, Planerare.
Peter Bjers, Entreprenadingenjör.
Alfred Elmelid, Entreprenadingenjör.

Ett extra stort tack till er alla!