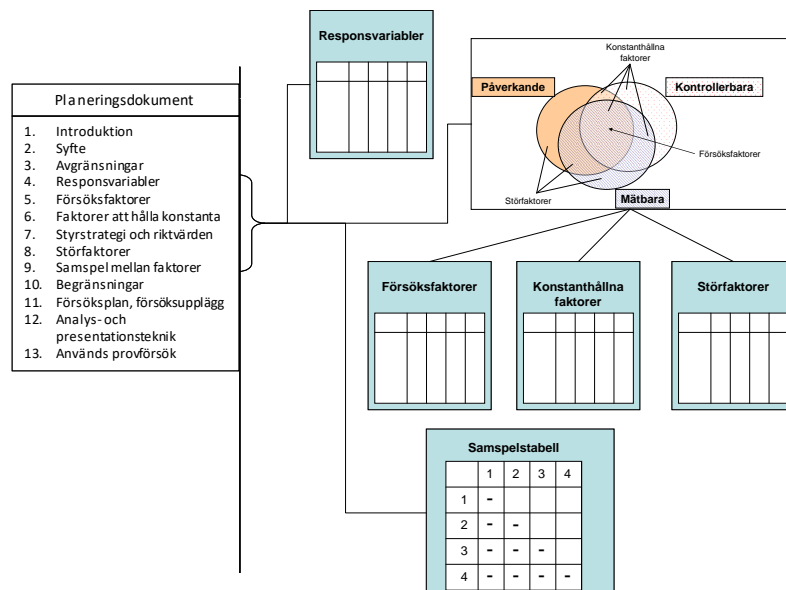


Rapport

Stresstest i samband med besiktning av växelvärme

Tillämpning av arbetssätt inom ramen för Verklighetslabb digital järnväg

2018-08-28



Acknowledgements

Detta arbete har genomförts inom ramen för projektet ”Verklighetslabb digital järnväg” (ärendenummer TRV 2017/67785). Grundfinansiering för projektet kommer från Vinnova (diarienummer 2017-02139) och Trafikverkets forskningsportfölj Vidmakthålla. Kompletterande finansiering för detta arbete kommer från projektet ”Metod för verifiering av effektsamband genom statistisk försöksplanering” (FUD-id 6372) samt Underhållsdistrikt Nord.

Utöver det finansiella stödet, skulle arbetet inte kunna ha genomförts utan deltagande av personer vid Trafikverket och BDX. Ett särskilt tack riktas till följande personer:

Peter Söderholm, Rikard Granström, Tore Nilsson, Jonny Huuva, Birre Nyström, Clas-Göran Rydén, Mikael Jakobsson och Kent Eliasson.



Författare: Peder Lundkvist

Företag: Licab AB

Adress: Storgatan 11, 972 39 Luleå

Tel: 0920-184 40

www.lic-ab.se

Sammanfattning

Vid förändringar av arbetssätt eller teknik i järnvägsanläggningen kan det vara en utmaning att mäta vilka effekter som erhålls. Detta beror på att järnvägsanläggningen är komplex och påverkas av en mängd faktorer som väder, klimat, trafik och markförhållanden. Samtidigt består järnvägsanläggningen av en kombination av ny och gammal teknik med olika tidpunkter och genomförande för byggnation, installation, drift och underhåll. Allt detta ger upphov till variation som måste kunna hanteras på ett systematiskt sätt.

En grund i förvaltningen av järnvägsanläggningen är underhållsprogrammet som anger hur anläggningens ska underhållas. Delar av underhållsprogrammet återfinns i regelverket för säkerhets- respektive underhållsbesiktning. I dokumentet för säkerhetsbesiktning används hastighet och tonnage som två faktorer för att upprätta besiktningsskyltar som anger hur ofta olika delar av anläggningen ska besiktas. Det står även att besiktningsskyltarna kan justeras utifrån lokala förutsättningar, i likhet med de som anges i föregående stycke. Hur denna anpassning ska göras framgår dock inte.

För att förbättra underhållet och ta tillvara de möjligheter som ny teknik erbjuder behöver underhållsprogrammet bli mer dynamiskt. Utöver detta krävs ett systematiskt arbetssätt för att kunna utvärdera effekten av förändringar i underhållsprogrammet. Syftet med denna rapport är att exemplifiera tillämpningen av ett systematiskt arbetssätt för att utvärdera effekten av förändringar i underhållsprogrammet.

Grunden för planering, genomförande och analys av försökstillämpningen är ett strukturerat arbetssätt med stöttande mallar för statistisk försöksplanering. Tillämpningen är förenklad, men dock ett exempel på hur ett systematiskt test/försök kan utföras i Trafikverkets kärnverksamhet inom järnväg. Detta bidrar således även till Trafikverkets förmåga inom ramen för Verklighetslabb digital järnväg (TRV 2017/67785). I försökstillämpningen har ett stresstest utförts på växelvärmesystem tillhörande Malmbanan för att undersöka om det går att provocera fram defekta enheter som eventuellt redan är på väg att gå sönder och därmed undvika att de går sönder under vintern. Stresstestet har samordnats med befintlig besiktning inför vinterhalvåret.

Resultatet av stresstestet visar att det inte går att provocera fram några defekta enheter genom att stressa anläggningen. Vid fortsatt arbete skulle det kunna vara intressant att testa någon annan typ av stressning än den som användes i denna försökstillämpning. Det skulle även vara intressant att följa felutfallet efter vintern och se om det finns någon skillnad mellan de växelvärmesystem som ingick i testet respektive ej ingick i testet. Detta för att fånga upp eventuellt mer långsiktiga effekter. Även en mer omfattande identifiering av underhållsåtgärder som lämpar sig för en tillämpning av statistisk försöksplanering i syfte att fastställa kausala effektsamband är av stort intresse för att förbättra verksamheten.

Innehållsförteckning

1. Introduktion	1
Involverad personal från Trafikverket	1
Involverad personal från BDX	1
2. Syfte	1
3. Avgränsningar	1
4. Övergripande metod	1
5. Responsvariabler	2
6. Försöksfaktorer	3
7. Konstanthållna faktorer	4
8. Störfaktorer	4
9. Samspel mellan försöksfaktorer	4
10. Begränsningar för experimentet	5
11. Försöksupplägg	5
12. Analys och diskussion av försöksresultat	6
13. Fortsatta studier	6
14. Referenser	7
Bilaga 1 – TDOK 2014:0240	2 sidor
Bilaga 2 – TDOK 2014:0727	3 sidor
Bilaga 3 – TDOK 2014:0516	2 sidor
Bilaga 4 – Jämförelse av besiktningsföreskrifter (TDOK)	3 sidor
Bilaga 5 – Testformulär stresstest	1 sida
Bilaga 6 – Sammanställning av försöksresultaten	2 sidor

1. Introduktion

För att minimera störningar i Trafikverkets anläggning är det viktigt att samtliga växlar är fria från snö och is. Genom att värma upp växlarnas rörliga delar med hjälp av värmeelement hålls dessa delar således fria från snö och is. För att värmeelementen ska fungera felfritt utförs två besiktningar per år (höst och vår) enligt TDOK 2014:0240 (Trafikverket, 2015) och TDOK 2014:0727 (Östlund, 2015), vilka har ersatt TDOK 2014:0516 (Westerberg, 2015). För mer information om de tre besiktningsdokumenten se Bilaga 1–3. Allt eftersom ny teknik utvecklas och introduceras ställs även nya krav på utförandet av besiktningarna, vilket kan testats genom exempelvis statistiska försök.

För att förstå hur växelvärme fungerar gjordes en FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis), vilket är ett standardiserat arbetssätt för att analysera och dokumentera funktioner och egenskaper om ett system. Exempelvis jämfördes nuvarande och tidigare besiktningsdokument, se Bilaga 4.

Involverad personal från Trafikverket

Försöksledare: Peder Lundkvist

Telefon: 070-670 64 83

E-postadress: peder.lundkvist@lic-ab.se

Involverad personal från BDX

Försöksledare: Mikael Jakobsson

Telefon: 070-286 70 47

E-postadress: mikael.jakobsson@bdx.se

2. Syfte

Syftet med stresstestet är att undersöka om det går att provocera fram defekta enheter vid besiktningen så att merparten av komponentbytena kan göras vid höstens besiktningsperiod och inte mellan de två besiktningsperioderna, dvs mitt i vintern.

3. Avgränsningar

Försöken är avgränsad till växelvärme, från centralskåp till samtliga värmeelement, installerade på Malmbanan samt besiktningsperiod höst.

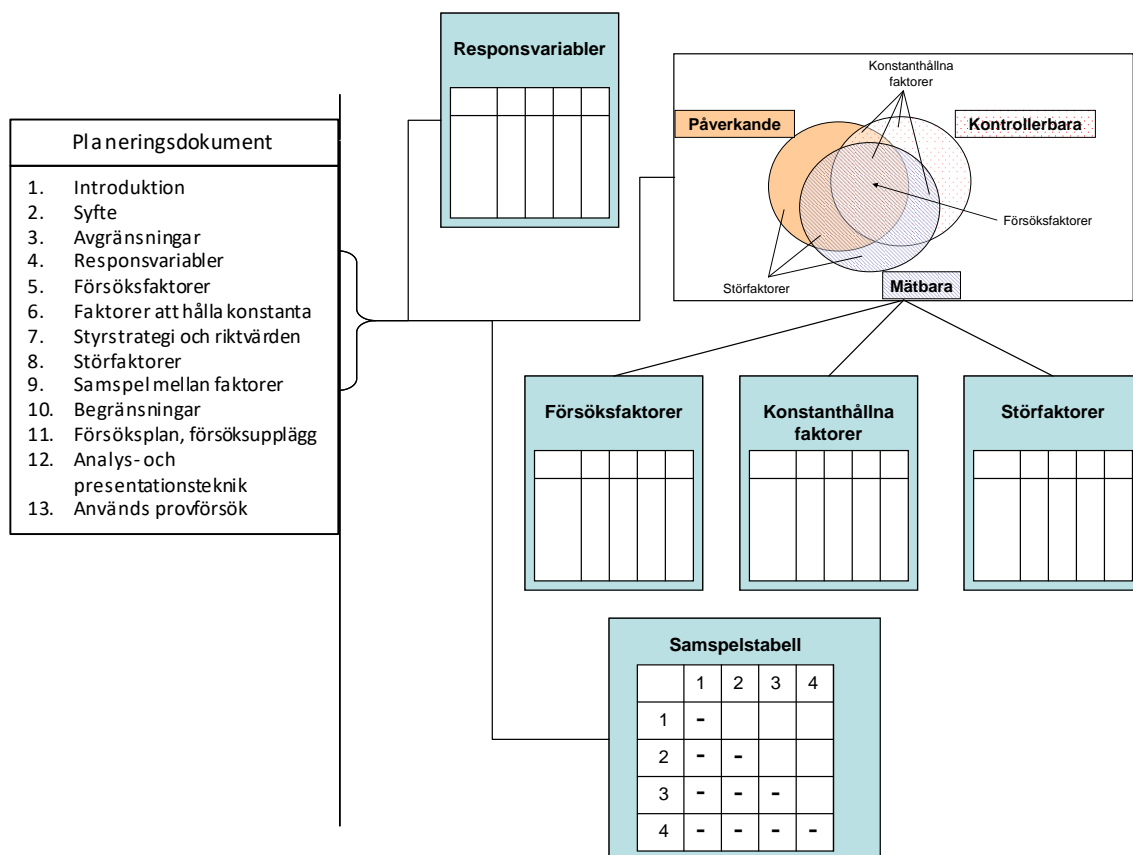
4. Övergripande metod

Att utföra komplexa experiment kräver noggrann planering där även det som kan tyckas vara detaljer ges uppmärksamhet. Ett experiment börjar med en idé och går sedan vidare genom en process med planering, genomförande och utvärdering. Coleman & Montgomery (1993) menar

att planering i förväg ofta görs mer informellt och kanske slarvigare än önskvärt. De menar att användning av det som de kallar för "Pre-design experiment guide sheets" ger en möjlighet att systematisera sättet, på vilket, experiment planeras. Coleman & Montgomery (1993) menar vidare att detta kan vara ett sätt att på ett tydligare sätt definiera mål och omfång för experimentet samt att ge information som behövs för att välja lämplig försöksdesign.

Metoden som är tillämpad i denna rapport är till stor del baserad på rekommendationer i artikeln "A Systematic Approach to Planning for a Designed Industrial Experiment" av Coleman & Montgomery (1993) och "Special Considerations when Planning Experiments in a Continuous Process" av Vanhatalo & Bergquist (2007).

I figur 1 nedan ges en överblick av vad denna rapport innehåller. Genom att följa punkterna nedan systematiseras planeringen av ett nytt experiment. Här kan också ses resultat såsom listor för responsvariabler och försöks-, konstanthållna och störfaktorer samt en tabell för samspel.



Figur 1: En överblick av innehållet i detta planeringsdokument och återspeglas som delkapitel.

5. Responsvariabler

En bra responsvariabel bör:

- Vara kontinuerlig (ex. temperatur), eftersom en kontinuerlig variabel bär på mer variation än en binär variabel eller en variabel med ordinalskala.
- Mätas i lämpliga enheter.

- Ha ett mål (ex. ett specifikt värde, minimera, maximera).
- Inte innebära förstörande mätning så att upprepade mätningar kan utföras.
- Inte ligga nära en naturlig gräns (ex. kan det vara svårt att skilja mellan ett utbyte på 99,6 % och 99,8 %).
- Ha konstant varians sett över hela experimentområdet.

Tabell 1 visar vald responsvariabel för stresstestet.

Utifrån FMECA-arbetet upptäcktes att insamling av data från tidigare besiktningar i Bessy var tidskrävande eftersom de olika värmeelementen benämndes olika beroende på vem som utfört arbetet. För att kunna samla in antalet defekta värmeelement utifrån stresstestet behövs således Bessy uppdateras så att alla enheter är fördefinierade.

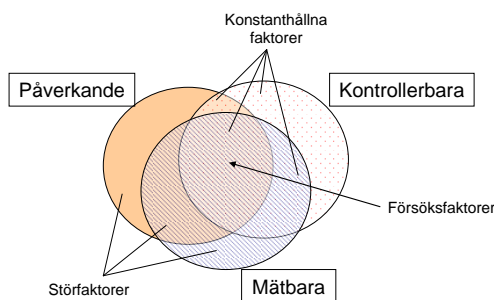
Tabell 1. Lista över responsvariabler.

Responsvariabel (enhet)	Samband mellan respons och försökets syfte
Antalet defekta enheter (antal)	Identifiera antalet defekta enheter för att således se om vi kan provocera fram fel som annars skulle inträffa mellan besiktningarna.

6. Försöksfaktorer

När man diskuterar potentiella försöksfaktorer kan det vara bra att ta ett Venndiagram till hjälp, se figur 2 nedan. När försöksfaktorer väljs bör även konstanthållna och störfaktorer identifieras och elimineras i den mån det går. Tabell 2 visar vald försöksfaktor vid stresstestet. En beskrivning av Venndiagrammet nedan är att:

- Försöksfaktorer är mätbara, styrbara och tros ha (stor) påverkan på responserna.
- Konstanthållna faktorer är möjliga att styra
- Störfaktorer styrs ej (antingen på grund av att de inte går att styra eller på grund av att man tillåter dem att variera)



Figur 2: Venndiagram som beskriver att försöksfaktorer bör hämtas ur den delmängd av potentiella faktorer som är påverkande, mätbara och kontrollerbara under ett experiment. (Coleman & Montgomery, 1993)

Tabell 2. Lista över försöksfaktorer.

Försöksfaktor (enhet)	Föreslagna nivåval baserad på förutspådd effekt	Förutspådd effekt
<i>Stressning av anläggningen (Nej/Ja)</i>	<p>Låg nivå = Nej, dvs ingen stressning av anläggningen.</p> <p>Hög nivå = Ja, dvs anläggning aktiveras (på) och inaktiveras (av) sex (6) gånger med tio (10) minuters intervaller så att samtliga värmeelementen hinner uppnå full temperatur och svalna innan nästa aktivering (på).</p>	<i>Fler defekta enheter då anläggningen stressas.</i>

7. Konstanthållna faktorer

Konstanthållna faktorer är styrbara faktorer vars effekter inte är av intresse i experimentet. Ett vanligt tankesätt är exempelvis följande: ”i detta experiment vill vi undersöka effekten av försöksfaktor A, B och C på responserna y_1 och y_2 . Alla andra styrbara faktorer ska vi försöka hålla konstanta på deras nominella nivå. Vi vill inte ha irrelevanta faktorer som förvränger resultaten”. Konstanthållna faktorer vid stresstestet kan ses i tabell 3.

Tabell 3. Lista över konstanthållna faktorer.

Faktor (enhet)	Hur håller vi faktorn konstant?	Förutspådd effekt (om störfaktor)
<i>Besiktningssperson</i>	<i>Samma person genomför alla besiktningar som tillhör stresstestet.</i>	<i>Använder annan utrustning. Tolkar resultaten annorlunda.</i>

8. Störfaktorer

Störfaktorer är inte styrbara och heller inte av primärt intresse i experimentet. Störfaktorerna skiljer sig från konstanthållna faktorer på det sätt att det inte är möjligt att ställa in faktorerna på en konstant nivå under hela experimentet. Om nivån hos störfaktorerna kan styras till vissa värden under delar av experimentet kan strategier som *randomisering* och *blockning* vara lämpliga. Om nivån hos störfaktorerna inte kan styras alls blir störfaktorn ett kovariat i analysen. Om en störfaktor inte är mätbar men tros ha stor påverkan på responsvariablerna så kan störfaktorn också kallas för en riskfaktor.

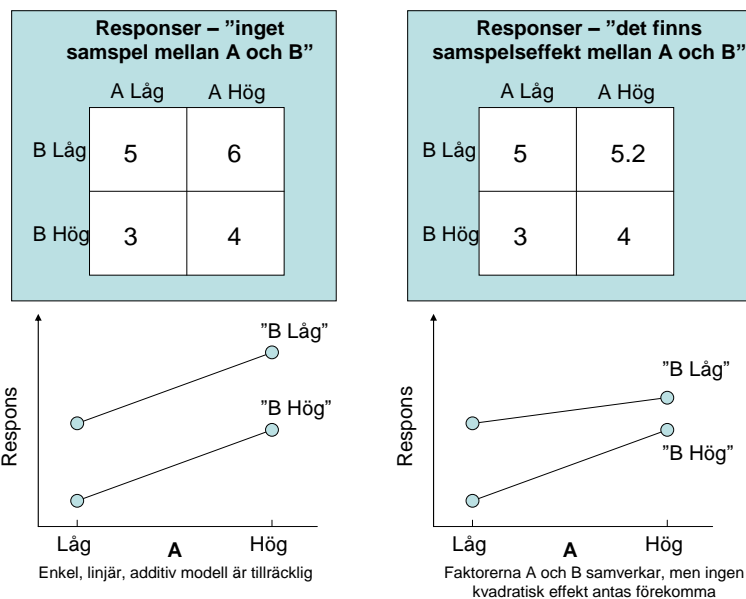
Inga störfaktorer som kan påverka stresstestet är identifierade.

9. Samspel mellan försöksfaktorer

Begreppen ”samspelseffekter” och ”samspelsfaktorer” är tyvärr inte helt självförklarande. Nedan i figur 3 följer en kort grafisk förklaring av hur samspelseffekter kan uppträda och se ut. Att i förväg försöka förutse vilka samspel som kan finnas mellan försöksfaktorer är viktigt för att längre fram kunna välja en lämplig försöksplan vid faktorörsök (framförallt när det gäller valet av upplösning för reducerade försöksplaner).

Samspelseffekter gör att ”effekten (förändringen av responsen) när vi förändrar våra försöksfaktorer inte kan tolkas oberoende av varandra eftersom effekten av att öka en

försöksfaktor (exempelvis A nedan) beror på inställningen på en annan eller flera andra försöksfaktorer (exempel B nedan)". Detta fenomen kallas alltså för samspelseffekter.



Figur 3: Grafisk presentation av samspelseffekter. Att linjerna i den högra figuren inte är parallella indikerar att en samspelseffekt finns. (Coleman & Montgomery, 1993)

Inget samspels finns mellan försöksfaktorerna eftersom vi endast testar en försöksfaktor.

10. Begränsningar för experimentet

Denna del av planeringen av ett försök handlar om att försöka ge uppmärksamhet till detaljer, detta bestämmer ofta om ett försök blir lyckat eller inte. Teoretiskt optimala planerade försök och praktiskt genomförbara experiment är ofta två skilda saker. Det är ofta olika typer av begränsningar som gör skillnaden mellan teori och praktik. En begränsning som inte tas hänsyn till i planeringen av ett försök kan innebära att resultaten av ett, i övrigt, välplanerat försök blir värdelösa. Några exempel på begränsningar av ett försök är:

- Svårigheter och kostnader förknippade med att förändra nivåer hos försöksfaktorer.
- Datainsamlingsmetoder.
- Hur länge en viss typ av råmaterial varar.
- Gränser för hur mycket det går att randomisera.
- Irrelevanta experimentregioner.

Det finns inga begränsningar som påverkar stresstestet.

11. Försöksupplägg

Först kontrolleras alla värmeelement utan stresstest (låg nivå på försöksfaktorn) vid Bredvik, Gammelstad, Gåsträslen, Holmfors, Kosjär, Morjär, Niemisel, Notviken, Sågbäcken och

Vuonoskogen. Därefter stressas (hög nivå på försöksfaktorn) ovan nämnda anläggningar och en ny kontroll görs enligt testformuläret i bilaga 5.

12. Analys och diskussion av försöksresultat

En sammanställning av försöksresultaten kan ses i tabell 4 och Bilaga 6.

Tabell 4. Resultatsammanställning över antalet defekta enheter före och efter stresstestet för respektive typ av värmeelement.

Växelvärmeelement	
Totalt antal enheter	364
Antal defekta enheter före stresstest	7
Antal defekta enheter efter stresstest	7
Tungvärmeelement	
Totalt antal enheter	114
Antal defekta enheter före stresstest	2
Antal defekta enheter efter stresstest	1
Staggropsvärmeelement	
Totalt antal enheter	51
Antal defekta enheter före stresstest	3
Antal defekta enheter efter stresstest	4

Utifrån resultatsammanställningen i tabell 4 och analyser i Minitab®i8 kan inga signifikanta effekter identifieras, vilket betyder att det inte går att provocera fram några defekta enheter genom att stressa anläggningen. Själva försöket är enkelt utformat med endast en försöksfaktor. Fördelen med ett sådant upplägg är att det är enklare att genomföra med minimal påverkan av störfaktorer medan nackdelen är att inga eventuella samspelseffekter går att undersöka, vilket är en av styrkorna med försöksplaneringen. Vid mer komplexa försöksupplägg fungerar Minitab®i8 bra som ett stöttande verktyg vid framtagande av försöksplan och analys av försöksresultaten.

Ett annat resultat var att Bessy uppdaterades med fördefinierade namn på alla enheter inom växelvärmeelement, vilket underlättar framtida insamling och analys av data.

13. Fortsatta studier

En intressant observation utifrån resultatsammanställningen är att för tungelementen minskade antalet defekta enheter efter stresstestet. Vad orsaken till det beror på skulle kunna vara intressant att undersöka vidare genom att göra fler tester på det berörda tungelementet.

Det skulle också vara av intresse att undersöka hur många defekta enheter som har rapporterats in under vinterhalvåret fram till nästa besiktningssperiod (våren 2018) samt hur många defekter som upptäckts vid denna besiktning. Resultatet kan sedan jämföras med föregående år etc.

Undersöka om resultatet kan bli annorlunda om vi testar längre försöksperioder med full effekt på värmeelementen (ex. 2–3 timmar), vilket upprepas (ex. 5–6 gånger) efter att värmeelementen kallnat. Alternativt simulera ett riktning snöfall där värmeelementen först får gå i full effekt (ex. 30–60 minuter) för att sedan pulsa (ex. 1–2 timmar), vilket upprepas (ex. 2–4 gånger) efter att värmeelementen kallnat.

14. Referenser

- Coleman, D. E., & Montgomery, D. C. (1993). A Systematic Approach to Planning for a Designed Industrial Experiment. *Technometrics*, 12.
- Trafikverket. (den 1 Oktober 2015). TDOK 2014:0240 Version 4.0. *Säkerhetsbesiktning av fasta järnvägsanläggningar*. Sverige: Trafikverket.
- Vanhatalo, E., & Bergquist, B. (2007). Special considerations when planning experiments in a continuous process. *Quality Engineering*, 155-169.
- Westerberg, M. (den 1 April 2015). TDOK 2014:0516 Version 1.0. *BVH 807.30 Underhållsbesiktning av banöverbyggnad*. Sverige: Trafikverket.
- Östlund, J. (den 2 Mars 2015). TDOK 2014:0727 Version 1.0. *BVS 1807.32 - Underhåll, Förebyggande underhåll av lågspänningsanläggningar för järnväg*. Sverige: Trafikverket.

Bilaga 1 – TDOK 2014:0240

Säkerhetsbesiktning av fasta järnvägsanläggningar

8.14 Växelvärmes/staggropsvärme

Avgränsningar för växelvärmes; från matande huvudcentral till och med växelvärmeelement. Transmissionsutrustning för fjärrmanöver ingår inte.

Kontrollera (inför och under vintersäsong):

- Växelvärmens funktion (driftstörningar)
- Att triacdonen kan larva (driftstörningar)

8.14.1 Central

Kontrollera:

- Att objektet är jordat mot S-räl. Om det inte kan göras genom okulär besiktning ska förbindelsen kontrolleras genom mätning (Akut).
- Att kapsling är hel (Akut)
- Att låsanordning är intakt (Akut)
- Att alla säkringsplatser har propphuv (Akut)
- Att skyddsglas finns och är helt (Akut)
- Beröringsskydd (Akut)

8.14.2 Transformator (mellantransformator)

Kontrollera:

- Att skyddsjordningen sitter fast i båda ändarna dvs. i objektet och i S-räl (Akut)
- Att kapsling är hel (Akut)

8.14.3 Kablar

Kontrollera:

- Att kabelskydd är helt och fastsatt (B)

Förklaring av besiktningsanmärkningar:

Akut anmärkning av sådan art att den medför en omedelbar risk för olycka eller tågstörning. För dessa anmärkningar ska nödvändiga åtgärder vidtas omedelbart (inklusive eventuell avstängning av spår) och besked om detta ofördröjligen lämnas till ansvarig enhet. Då driftledningen kontaktas sker också rapportering enligt TDOK 2013:0143.

B anmärkning som ska behandlas på något av följande sätt:

1. åtgärdas innan nästa besiktningstillfälle

2. enligt TDOK 2014:0228 Plankorsning siktmätning, som behandlar ouppfyllda siktkrav för vägtrafikant i plankorsning
3. chefen för underhållsdistriktet följer upp anmärkningen

Bilaga 2 – TDOK 2014:0727

BVS 1807.32 - Underhåll, Förebyggande underhåll av lågspänningsanläggningar för järnväg

9 Växelvärmeanläggningar

9.1 Centraler

Två gånger per år (en gång direkt före vintern och en gång under vintersäsongen) ska följande kontrol-leras för centraler i växelvärmeanläggningar:

- Att skyddsjordningarna sitter fast i båda ändar, det vill säga i central och S-räl
- Att kapslingarna är oskadade
- Att låsanordningarna är intakta
- Att säkringsplatserna har propphuvar
- Att propphuvarna inte saknar skyddsglas eller har skador i porslinet
- Att beröringsskydden är intakta
- Att huvudbrytarnas mekaniska funktion är utan anmärkning
- Att jordfelsbrytarna löser ut i samband med aktivering av den inbyggda testfunktionen
- Att det inte finns några främmande föremål, exempelvis råttor och getingbon, i centralerna
- Att stålkonstruktionerna är oskadade
- Att fundamenten är oskadade

9.2 Styrutrustning

Två gånger per år (en gång direkt före vintern och en gång under vintersäsongen) ska följande kontrol-leras för styrutrustning i växelvärmeanläggningar:

- Att reglerkurvorna är rätt justerade
- Att till- och fränkoppling från TLC fungerar
- Att larmöverföring till TLC fungerar
- Att kontaktorer inte ger ifrån sig onormala missljud
- Att kontaktorerens temperatur inte är onormalt hög (varmgång)
- Att termistorgivarna på rälsen (rälsgivarna) är oskadade. Mät motståndet på givarna och kontrollera att värdet överensstämmer med värdet i tabell 1 för aktuell temperatur.
- Att rälsgivarna är rätt fastsatta mekaniskt
- Att termistorgivarna för utomhustemperatur (utegivarna) är oskadade. Mät motståndet på givarna och kontrollera att värdet överensstämmer med värdet i tabell 1 för aktuell temperatur.
- Att termostaten fungerar
- Att reglercentralernas testfunktion fungerar
- Att reglercentralerna ger rätt styrspänning till styrdonen
- Att pulsning sker

- Att styrdonens larminställningar fungerar
- Att snödetektorerna fungerar utan anmärkning
- Att snödetektorerna är korrekt fastsatta

9.3 Kabelanläggningar

Två gånger per år (en gång direkt före vintern och en gång under vintersäsongen) ska följande kontrol-leras för kabelanläggningar i växelvärmearnläggningar:

- Att kabelskydden är oskadade
- Att kabelskydden är ordentligt fastsatta
- Att kabelmantlarna är oskadade
- Att kablarna är ordentligt fastsatta

9.4 400/230 V-transformatorer

Två gånger per år (en gång direkt före vintern och en gång under vintersäsongen) ska följande kontrol-leras för 400/230-transformatorer i växelvärmearnläggningar:

- Att skyddsjordningarna sitter fast i båda ändar, det vill säga i transformator och S-räl
- Att kapslingarna är oskadade
- Att fundamenten är oskadade
- Att transformatorernas beröringsskydd är intakta

9.5 Kopplingslådor

Två gånger per år (en gång direkt före vintern och en gång under vintersäsongen) ska följande kontrol-leras för kopplingslådor i växelvärmearnläggningar:

- Att kopplingslådorna är oskadade
- Att kopplingslådorna är ordentligt fastsatta
- Att skyddskåporna är oskadade

9.6 Växelvärmeelement

Två gånger per år (en gång direkt före vintern och en gång under vintersäsongen) ska följande kontrol-leras för växelvärmeelement i växelvärmearnläggningar:

- Att värmeelementen är oskadade
- Att värmeelementen är ordentligt fastsatta
- Att värmeelementen blir varma
- Att isolationen på samtliga gruppledningar inklusive värmeelement har godkända isolationsvärden.

Vid provspänningen 500 V får isolationsresistansen inte understiga 3 Mohm vid triacstyrning och 1 Mohm i övriga fall.

Vid isolationsmätning ska S- och I-räl sammanbindas.

9.7 Staggropsvärmeelement

Två gånger per år (en gång direkt före vintern och en gång under vintersäsongen) ska följande kontrolleras för staggropsvärmeelement i växelvärmearläggningar:

- Att staggropsvärmeplåtarna är anslutna till matande kabels skyddsjord
- Att värmeelementen är oskadade
- Att värmeelementen är ordentligt fastsatta
- Att värmeelementen blir varma
- Att isolationen på samtliga gruppledningar inklusive värmeelement har godkända isolationsvärden

Vid provspänningen 500 V får isolationsresistansen inte understiga 3 Mohm vid triacstyrning och 1 Mohm i övriga fall.

Bilaga 3 – TDOK 2014:0516

BVH 807.30 - Underhållsbesiktning av banöverbyggnad

6.9 Växelvärme

Omfattar Från matande huvudcentral till och med växelvärmeelement. Transmissionsutrustning ingår ej.

6.9.1 CENTRAL

Kontrollera:

- Att centralen inte är blockerad
- Att inga skador finns på propphuv
- Att den mekaniska funktionen på huvudbrytaren är utan anmärkning
- Jordfelsbrytaren med den inbyggda testfunktionen
- Att vegetation inte försvårar åtkomst av anläggningen
- Att inga främmande föremål finns i anläggningen
- Att enlinjeschemat överensstämmer med anläggningen
- Att stålkonstruktionen är oskadad
- Att fundamentet är helt

6.9.2 STYRUTRUSTNING

Kontrollera:

- Att till- och fränkoppling från tåg/drifledningscentral fungerar
- Att överföring av larm från övervakande central fungerar
- Att testfunktionen på reglercentralen fungerar
- Att pulsning sker
- Att larmets inställning på styrdonet, efter att alla element är kontrollerade
- Att utegivaren är hel, genom att motståndsmäta den och jämföra värdet med tabell för aktuell
- Temperatur
- Att reglercentralen ger rätt styrspänning till styrdonen för aktuell central
- Att styrdonet pulsar ut under rätt tid
- Att snödetektorns funktion är utan anmärkning
- Att snödetektorns fastsättning är utan anmärkning
- Att kontaktorn inte är behäftad med missljud och varmgång
- Att termostaten har avsedd funktion
- Att dokumentationen överensstämmer med anläggningen

6.9.3 KABELANLÄGGNING

Kontrollera:

- Att kabelmärkning i anslutningspunkt (avser inte kabelmärkning i kanalisation) är läsbar och
- oskadad
- Att kabelmärkningen sitter fast
- Att skavskyddet är oskadat
- Att kabeln är oskadad (avser mekanisk skada)
- Att brandtätningen är intakt (när kabel passerar genom brandcellsbegränsande vägg eller
- bjälklag skall öppningen tätas på sådant sätt att tätningen har minst samma brandtekniska
- klass som den genombrutna byggnadsdelen)
- Att kabelns fastsättning är intakt (avståndet mellan fästpunkterna)

6.9.4 TRANSFORMATOR

Kontrollera:

- Att mellantransformatorns fundamentet är helt
- Att mellantransformatorns stålkonstruktion är oskadad

6.9.5 KOPPLINGSLÅDA

Kontrollera:

- Att kopplingslådan är oskadad
- Att fastsättningen är intakt

6.9.6 SKYDDSKÅPA FÖR KOPPLINGSLÅDA

Kontrollera:

- Att fastsättningen är intakt (kontrolleras extra noga i höghastighetsspår)
- Att skyddskåpan är hel

6.9.7 VÄRMEELEMENT

Kontrollera:

- Att inga fastsättningsklammer saknas
- Att ingen klämskada förekommer
- Att värmeelementen blir varma

Bilaga 4 – Jämförelse av besiktningföreskrifter (TDOK)

Tabell 5. Jämförelse mellan gällande och tidigare besiktningföreskrifter avseende säkerhet och underhåll: **TDOK 2014:0240** Säkerhetsbesiktning av fasta järnvägsanläggningar, **TDOK 2014:0727** BVS 1807.32 - Underhåll, Förebyggande underhåll av lågspänningsanläggningar för järnväg och **TDOK 2014:0516** BVH 807.30 - Underhållsbesiktning av banöverbyggnad (har ersatts av TDOK 2014:0727).

Besiktningssdel i respektive besiktningföreskrift	TDOK 2014:0240	TDOK 2014:0727	TDOK 2014:0516
Central – Kontrollera...			
att skyddsjorden sitter fast i båda ändar, dvs i central och S-räl	●	●	
att kapslingarna är oskadade	●	●	
att låsanordning är intakt	●	●	
att alla säkringsplatser har propphuvar (oskadade)	●	●	●
att skyddsglas och porslin finns och är oskadat	●	●	
att beröringsskydd är intakt	●	●	
att huvudbrytarnas mekaniska funktion är utan anmärkning		●	●
att jordfelsbrytarna löser ut i samband med aktivering av den inbyggda testfunktionen		●	●
att det inte finns några främmande föremål i anläggningen		●	●
att stålkonstruktionerna är oskadade		●	●
att fundamenten är oskadade		●	●
att centralen inte är blockerad			●
att vegetation inte försvårar åtkomst av anläggningen			●
att enlinjeschemat överensstämmer med anläggningen			●
Styrutrustning – Kontrollera...			
att reglerkurvorna är rätt justerade		●	
att till- och fränkoppling från tågledningscentral (TLC) fungerar		●	●
att larmöverföring till TLC fungerar		●	●
att kontaktorerna inte ger ifrån sig onormala missljud		●	●
att kontaktorernas temperatur inte är onormalt hög (varmgång)		●	●
att termistorgivarna på rälsen (rälsgivarna) är oskadade		●	
att rälsgivarna är rätt fastsatta mekaniskt		●	

att termostorgivarna för utomhustemperatur (utegivarna) fungerar och är oskadade		●	●
att termostaten fungerar		●	●
att reglercentralernas testfunktion fungerar		●	●
att reglercentralerna ger rätt styrspänning till styrdonen		●	●
att pulsning sker		●	●
att styrdonet pulsar ut under rätt tid			●
att styrdonens larminställningar fungerar		●	●
att snödetektorerna fungerar utan anmärkning		●	●
att snödetektorerna är korrekt fastsatta		●	●
att dokumentationen överensstämmer med anläggningen			●
Växelvärmeelement – Kontrollera...			
att värmeelementen blir varma (växelvärmens funktion)	●	●	●
att värmeelementen är ordentligt fastsatta och oskadade		●	●
att isolationen på samtliga gruppledningar inklusive värmeelement har godkända isolationsvärden		●	
att triacdonen kan larma	●		
att inget fastsättningsklammer saknas			●
Staggropsvärmeelement – Kontrollera...			
att staggropsvärmeplåtarna är anslutna till matande kabels skyddsjord		●	
att värmeelementen blir varma		●	
att värmeelementen är ordentligt fastsatta och oskadade		●	
att isolationen på samtliga gruppledningar inklusive värmeelement har godkända isolationsvärden		●	
att triacdonen kan larma	●		
Transformator – Kontrollera...			
att skyddsjordningarna sitter fast i båda ändarna, dvs i transformatorn och S-räl	●	●	
att kapslingarna är oskadade	●	●	
att fundamenten är oskadade		●	●
att stålkonstruktion är oskadad			●
att transformatorernas beröringsskydd är intakta		●	
Kablar – Kontrollera...			
att kabelskydd är oskadat och fastsatt	●	●	●

<i>att kabelmantlarna är oskadade</i>		●	
<i>att kablarna är ordentligt fastsatta</i>		●	●
<i>att kablarna är oskadade (avser mekanisk skada)</i>			●
<i>att kabelmärkning i anslutningspunkt är läsbar och oskadad</i>			●
<i>att kabelmärkningen sitter fast</i>			●
<i>att brandtätningen är intakt</i>			●
Kopplingslådor – Kontrollera...			
<i>att kopplingslådorna är oskadade</i>		●	●
<i>att kopplingslådorna är ordentligt fastsatta</i>		●	
<i>att skyddskåporna är oskadade</i>		●	●
<i>att kopplingslådornas fastsättning är intakt</i>			●
<i>att skyddskåpornas fastsättning är intakt</i>			●

Bilaga 5 – Testformulär stresstest

Grunddata	Testomgång 1 (utan stress)		Testomgång 2 (med stress)	
Bandel				
Driftplats				
Centralskåp				
Master eller slav				
Växel				
Datum				
Utförare				
Kontroll med IR-kamera	Totalt antal	Defekta*		Defekta*
Växelvärmeelement				
Tungelement				
Staggropselement				
Anteckningar				
Specificera placering av element som inte fungerar utifrån tungspetsen enligt bild nedan.				

* Definitionen av ett defekt element är när hela eller en del av elementet inte uppnår en temperatur $\geq 60^{\circ}\text{C}$.



BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 132	BDL 132	BDL 132	BDL 132	BDL 132	BDL 133	BDL 133	BDL 133
Gästråken Gen Vxv 002	Sågbäcken Sbå Vxv 001	Sågbäcken Sbå Vxv 002	Morjärv Mjv Vxv 001	Morjärv Mjv Vxv 002	Morjärv Mjv Vxv 002	Kosjärv Koj Vxv 001	Kosjärv Koj Vxv 001	Kosjärv Koj Vxv 002	Kosjärv Koj Vxv 002	Bredviken Ben Vxv 001	Bredviken Ben Vxv 002	Bredviken Ben Vxv 002	Bredviken Ben Vxv 001	Bredviken Ben Vxv 002	Vuonoskogen Vsk Vxv 001	Vuonoskogen Vsk Vxv 002	Vuonoskogen Vsk Vxv 003	
Master	Slav	Master	Master	Slav	Slav	Master	Master	Master	Master	Master	Master	Master	Master	Slav	Slav	Master	Master	
22,32	22	21,24,31	22	21,31	21,31	22,32	22,32	21	21	22,32,37	21,33,34,35,36	22,35	22,35	21,33,34,35,36	31,32	31,32	21,36	
12/9	13/9	13/9	13/9	13/9	13/9	13/9	13/9	13/9	13/9	14/9	14/9	14/9	14/9	14/9	14/9	14/9	14/9	
FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,EE	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	
19/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	18/9	
FP,MJ	FP,EE	FP,EE	FP,EE,MJ	FP,EE,MJ	FP,EE,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	FP,MJ	
18	10	24	8	14	14	18	18	10	10	22	42	20	20	16	16	16	16	
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	4	8	2	4	4	6	6	4	4	8	12	6	6	4	4	6	6	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	2	4	2	2	2	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	
Stagv. 2 Def. Vxl 22 Bild 113,114				V1 Defekt Bild 119,120		Stagv. 2 def Bild 121,122		Tungelement ojämn värme Vxl 33		Stagv. Driv 2 ojämn värme Vxl 22		Th + Tv ojämn värme vxl 32		Stagv. Driv 2 ojämn värme Vxl 21				
Stagv. 2 Def. Vxl 22 Bild 113,114 Känns ljummen				V1 Defekt Bild 119,120		Stagv. 1 & 2 def Bild 121,122		Tungelement ojämn värme Vxl 33		Stagv. Driv 2 ojämn värme Vxl 22		OK		Stagv. Driv 2 ojämn värme Vxl 21				