

RAPPORT

Nya stresstest i samband med växelvärmeunderhållet

Tillämpning av arbetssätt inom ramen för
Verklighetslabb digital järnväg

Trafikverket

Postadress: Sundsbacken 4, 972 42 Luleå

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

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Nya stresstest i samband med växelvärmeunderhållet

Författare: Peder Lundkvist

Dokumentdatum: 2018-11-07

Kontaktperson: Peter Söderholm

Acknowledgements

Arbetet 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 arbetet 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.



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 besiktningsklasser som anger hur ofta olika delar av anläggningen ska underhållas och besiktas. Det står även att besiktningsklasserna 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 ytterligare stresstester utförts på växelvärme 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 växelvärmeunderhåll inför vinterhalvåret.

Det nya stresstestet består av två delar. I den första delen stressades anläggningen på likande sätt som tidigare, dvs slå av och på anläggningen med full effekt. Resultatet från denna del validerar tidigare resultat, vilket påvisade att det inte går att provocera fram några defekta enheter på detta sätt. I den andra delen testades att stressa anläggning genom att simulera verklig drift, vilket gjordes genom att pulsa anläggning 480 gånger under 24 timmar. Resultatet av den andra delen påvisade att det inte gick att stressa fram några defekter. Orsaken till detta kan dels bero på att det inte fanns några defekter att stressa fram eller för att det inte går att stressa fram denna typ av defekter. Därför skulle det vara av intresse att följa upp driftplatsen som testades under hela vintern och kontrollera om några defekter uppstår.

Innehåll

ACKNOWLEDGEMENTS	3
SAMMANFATTNING	4
1. SYFTE OCH AVGRÄNSNINGAR.....	6
2. RELEVANT BAKGRUND	6
3. RESPONSVARIABLER	7
4. FÖRSÖKSAKTÖRER	7
5. KONSTANTHÅLLNA FAKTORER.....	8
6. STÖRFAKTÖRER.....	8
7. SAMPELSEFFEKTER	8
8. BEGRÄNSNINGAR	8
9. FÖRSÖKSUPPLÄGG	9
10. RESULTAT	9
11. ANALYS OCH DISKUSSION	9
12. FORTSÄTTA STUDIER	10
13. BILAGA 1 – TESTFORMULÄR STRESSTEST	11
14. BILAGA 2 – SAMMANSTÄLLNING AV FÖRSÖKSRESULTATEN	12

1. Syfte och avgränsningar

Syftet med stresstestet är att undersöka om det går att provocera fram defekta enheter inför växelvärmeunderhållet så att merparten av komponentbytena kan göras då, dels genom att slå av och på värmeelementen med full effekt samt genom att pulsa effekten under en bestämd tid.

Försöken är avgränsad till växelvärme, från centralskåp till samtliga värmeelement, installerade på Malmbanan. Testerna gjordes i anslutning till det årliga växelvärmeunderhållet.

2. Relevant bakgrund

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 ett växelvärmeunderhåll per år, vilket sker på hösten. Ett återkommande problem är att ett betydande antal enheter tappar sin funktion i början av vintern, vilket medför att avhjälpande underhåll måste göras. För att minimera det avhjälpande underhållet är det av intresse att undersöka om det går att stressa fram dessa defekter innan växelvärmeunderhållet görs och således minska det avhjälpande underhållet.

Ett tidigare stresstest har utförts genom att slå av och på anläggningen med full effekt. Utifrån det stresstestet identifierades inga signifikanta effekter, dock är det av intresse att validera tidigare stresstest.

Utifrån tidigare stresstest upptäcktes att många defekter uppstod i anslutning till första snön, dvs efter växelvärmeunderhållet och stresstestet. Utifrån detta är det av intresse att undersöka om det går att simulera ett snöfall genom att manuellt pulsa anläggningen.

2.1. Involverad personal från Trafikverket

Försöksledare: Peder Lundkvist

Telefon: 070-670 64 83

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

2.2. Involverad personal från BDX

Försöksledare: Mikael Jakobsson

Telefon: 070-286 70 47

E-postadress: mikael.jakobsson@bdx.se

3. Responsvariabler

Tabell 1 visar vald responsvariabel för stresstestet.

Tabell 1. Lista över responsvariabler.

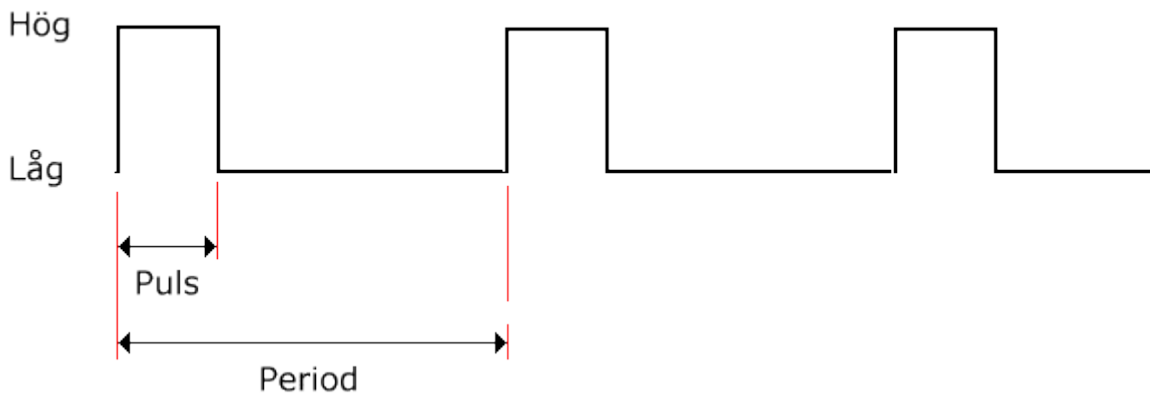
Responsvariabel (enhet)	Samband mellan respons och experimentets syfte
Antalet defekta enheter (antal)	Identifiera antalet defekta enheter för att således se om vi kan provocera fram fel som annars skulle inträffa efter växelvärmeunderhållet.

4. Försöksfaktorer

Tabell 2 visar vald försöksfaktor vid stresstestet.

Tabell 2. Lista över försöksfaktorer.

Försöksfaktor (enhet)	Föreslagna nivåval baserad på förutspådd effekt	Förutsedd effekt
Stressning av anläggningen med full effekt	Låg nivå = Ingen aktivering av värmeelementen. Hög nivå = Värmeelementen aktiveras sex (6) gånger. Vid aktivering ska värmeelementen uppnå full temperatur. Innan nästa aktivering ska värmeelementen hunnit svalnat till utetemperaturen.	Fler defekta enheter efter att anläggningen stressats.
Stressning av anläggningen med pulserande effekt	Hög nivå = Värmeelementen aktiveras manuellt med en pulseffekt på 50 % under 24 timmar. Eftersom pulsningsperiodtiden är 180 sekunder betyder det att värmeelementen går på full effekt halva tiden (90 sekunder) för att sedan vara frånslaget resterande tid (90 sekunder). Totalt utförs 480 pulsningsperioder under 24 timmar. Figur 1 illustrerar pulsningen.	Defekta enheter efter att anläggningen stressats.



Figur 1. Illustration över hur pulsning av värmeelement fungerar, där pulsningssperioden är 180 sekunder. När pulseffekten är 100% är värmeelementen ständigt på (inget frånslag). En pulseffekt på 50 % ger 90 sekunders tillslagstid och 90 sekunders frånslagstid. Pulseffekt på 33 % ger 60 sekunders tillslag och 120 sekunder frånslag etc.

5. Konstanthållna faktorer

Konstanthållna faktorer vid stresstestet kan ses i Tabell 3.

Tabell 3. Lista över konstanthållna faktorer.

Konstanthållen faktor (enhet)	Hur hålls faktorn konstant?	Förutsedd effekt (om störfaktor)
Utförare	Samma personer genomför stresstesten.	Tolkar resultaten annorlunda.
Utrustning	Samma utrustning används vid megning och kontroll av värme.	Ger annorlunda resultat.

6. Störfaktorer

Inga störfaktorer som kan påverka stresstestet är identifierade.

7. Samspelseffekter

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

8. Begränsningar

Det finns inga begränsningar som påverkar stresstestet.

9. Försöksupplägg

Först kontrollerades alla värmeelement utan stresstest (ingen effekt) vid Bredvik, Gammelstad, Gåsträslen, Holmfors, Kosjärv, Morjärv, Niemisel, Notviken, Sågbäcken och Vuonoskogen. Därefter stressades (full effekt) ovan nämnda anläggningar och en ny kontroll gjordes, enligt testformuläret i bilaga 1, i samband med växelvärmeelement. Efter att växelvärmeelement utförts gjordes ytterligare ett stresstest (pulserande effekt) vid Gammelstad, vilket kontrollerades två dygn senare.

10. Resultat

En sammanställning av tidigare och nya försöksresultat kan ses i Tabell 4. En mer detaljerad sammanställning av de nya stresstesterna kan ses i Bilaga 2.

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

	Gammalt (2017) stresstest med full effekt	Nytt (2018) stresstest med full effekt	Nytt (2018) stresstest med pulserade effekt
Växelvärmeelement			
Totalt antal enheter	364	300	64
Antal defekta enheter före stresstest	7	6	0
Antal defekta enheter efter stresstest	7	5	0
Tungvärmeelement			
Totalt antal enheter	114	74	18
Antal defekta enheter före stresstest	2	1	0
Antal defekta enheter efter stresstest	1	0	0
Staggrosvärmeelement			
Totalt antal enheter	52	52	-
Antal defekta enheter före stresstest	3	1	-
Antal defekta enheter efter stresstest	4	0	-

11. Analys och diskussion

Utifrån resultatsammanställningen i Tabell 4 och analyser i Minitab®18 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.

12. Fortsatta studier

En intressant observation utifrån resultatsammanställningen är att för tungelementen minskade antalet defekta enheter efter stresstestet, där liknande resultat identifierades även vid tidigare stresstest. Vad orsaken till det beror på skulle kunna vara intressant att undersöka vidare genom att göra fler tester på det berörda tungelementet.

Det är även intressant att följa upp driftplatsen där anläggningen stressades med pulserande effekt för att kontrollera om några defekter uppstår under vintersäsongen. Om det uppstår defekter är det dessutom intressant att undersöka vilken typ av defekter det är.

13. Bilaga 1 – 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				
Staggropsselement				
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 $\geq 60^{\circ}\text{C}$.



14. Bilaga 2 – Sammanställning av försöksresultaten

Tabell 5. Sammanställning av försöksresultaten före och efter de nya stresstesterna.

	BDL 119	BDL 119	BDL 119	BDL 119	BDL 119	BDL 119	BDL 119	BDL 118	BDL 118	BDL 118	BDL 137	BDL 137	BDL 137	BDL 137
	Notviken	Notviken	Nvn Vxv 002	Slav	Slav	Gammelstad	Gammelstad	Gammelstad	Hfs Vxv 001	Holmfors	Holmfors	Nmi Vxv 002	Nmi Vxv 003	Gen Vxv 001
Centralskåp	Master	Master	11	13	1,2a,2b,3a,3b	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK
Master eller slav	Master	Master	11	13	1,2a,2b,3a,3b	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK
Växel	Master	Master	11	13	1,2a,2b,3a,3b	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK
Datum test 2	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	2018-09-03	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK
Utförare test 2	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK	JP,MK
Datum pulstest														
Utförare pulstest														
Kontrollerad (BDX)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Antal utförda stressningar (TRV)														
Mån 2018-09-09 (2ggr)	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Tis 2018-09-10 (2ggr)	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Ons 2018-09-11 (2ggr)	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX	XX
Fre-Sön 2018-10-19 (48h) pulstest														
Växelvärmeelement														
Totalt (antal)	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
Defekta (antal) test 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defekta (antal) test 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defekta (antal) pulstest														
Tungelement														
Totalt (antal)	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Defekta (antal) test 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defekta (antal) test 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defekta (antal) pulstest														
Staggropelement														
Totalt (antal)	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
Defekta (antal) test 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Defekta (antal) test 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Anteckningar test 1														
Anteckningar test 2														

[illegible]



TRAFIKVERKET

Trafikverket, 972 42 Luleå, Besöksadress: Sundsbacken 4
Telefon: 0771–921 921, Texttelefon: 020–600 650

www.trafikverket.se