

Driftstörningar relaterade till järnvägens kontaktledningssystem

**– begränsa och förebygga förseningar orsakade av
strömavtagare och kontaktledning**



**LUNDS
UNIVERSITET**

Lunds Tekniska Högskola

**LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Teknik och samhälle**

Examensarbete:
Margareta Nielsen
Amanda Nilsson

© Copyright Margareta Nielsen, Amanda Nilsson

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

Sammanfattning

Antalet anmälda fel på kontaktledningen är få i jämförelse med de övriga felanmälningarna på järnvägssystemet som rapporteras. Detta är intresseväckande, då kontakledningsrelaterade fel står för 30 % av alla merförseeningstimmar som orsakas på järnvägen. Den stora merförseeningseffekten kan bero på att det är många aktörer som skall samarbeta samt att flera tekniska komponenter ska fungera parallellt.

Det finns flera faktorer som påverkar felstatistiken. Exempel på dessa är: åldrande kontaktledning, bristande uppföljning av underhåll, dålig kommunikation mellan aktörer samt varierat väderförhållande. Vi skall försöka fastställa hur de olika faktorerna hänger ihop och på vilket sätt de påverkar varandra.

De fordon som trafikerar järnvägen är ständigt bundna till spåret, vilket gör att systemet blir känsligt för störningar. Det finns inga ”omkörningsfiler” om fel uppstår, och förseeningseffekter blir därmed snabbt omfattande. Examensarbetets resultat pekar på att det är viktigt att beakta helheten för att hitta de kritiska punkterna i systemet. Med hjälp av dessa kan en förbättring av driftsäkerhet hos kontaktledningssystemet ske, samt även i det övriga järnvägssystemet. Kritiska punkter som kräver förbättring och som framgår av vår analys är bland annat:

- Samarbete och kommunikation
- Uppföljning av arbete
- Hänsynstagande till befintlig lagstiftning

Nyckelord: kontaktledning, strömavtagare, kontakledningsnedrivning, underhåll, tågförseeningar

Abstract

The number of reported errors on the catenary is relatively few in comparison with errors relating to the remaining parts of the railway system. This is an interesting fact, as errors linked to the catenary causes 30% of the total train delays. The substantial delay effect may be due to the many different companies participating in the railway business, and the several technical components correlating within the railway system.

There are several factors affecting the error statistics. These can be among other things aging catenaries, lack of maintenance follow-up and poor communication between companies linked to the railway and varying weather conditions. In this thesis we try to determine how the various factors are interrelated and how they affect each other.

The railway vehicles are constantly tied to the track. Therefore the system is vulnerable to disturbances. There are no "passing lanes" if errors occur, and delay effects will thus quickly reach extensive levels. The thesis highlights the importance of looking at the big picture to be able to identify the critical points of the system. This will in the long-term improve the reliability of the catenary system and the railway system as a whole. Critical points that require improvement, and which are covered and analysed in our thesis include:

- Cooperation and communication
- Follow-up work
- Consideration of the existing legislation

Keywords: catenary, pantograph, catenary damage, maintenance, train delay

Förord

Detta examensarbete är ett sista delmoment av vår utbildning, högskoleingenjör med inriktning på järnvägsteknik. Vi tycker att ämnet vi valt att fördjupa oss i är mycket intressant tekniskt, samtidigt som det är väldigt angeläget för järnvägens framtid.

Vi hade hoppats på att göra arbetet tillsammans med någon teknisk kunnig inom området. Då inget företag snabbt nog tillmötesgick vår idé, har vi istället förlitat oss mycket på vår egen förmåga. Vi är nöjda med det arbete vi åstadkommit. Bortsett från några svårigheter vid litteratursökningen är fördelarna många av att jobba "självständigt". Exempel är att vi under arbetets gång kunnat forma vår rapport efter våra egna tankar och idéer, samt att vi har förbättrat vårt kritiska tänkande.

För att kunnat göra examensarbetet till verklighet, vill vi tacka följande personer som har hjälpt oss på vägen (alfabetisk ordning):

Lena Hiselius (Lunds Tekniska Högskola)

Peter Larsson (Trafikverket)

Alaksei Laureshyn, handledare (Lunds Tekniska Högskola)

Kjell Lundgren (Sensys)

Anders Olofsson (Green Cargo)

Mårten Reijm (Trafikverket)

Anders Wretstrand, examinator (Lunds Tekniska Högskola)

Innehållsförteckning

Definitions- och begreppsförklaring	1
1 Inledning	5
1.1 Bakgrund.....	5
1.2 Syfte.....	5
1.3 Metod.....	7
1.4 Avgränsningar	7
2 Järnvägens historia	8
2.1 Elektrifiering	8
2.2 Avreglering	9
2.3 Järnvägens branschstruktur.....	10
2.4 BIS, BESSY och Ofelia.....	11
2.5 Tekniska Specifikationer för Driftkompatibilitet- TSD	12
3 Grundläggande kontaktledningsteori	13
3.1 Kraftförsörjning	13
3.1.1 BT-system	13
3.1.2 AT-system	14
3.2 Kontaktledning	14
3.2.1 Upphängningsystem.....	15
3.2.2 Trådförning	17
3.2.3 Kontakttrådens egenskaper.....	17
3.3 Strömavtagare	18
3.3.1 Krav	19
3.3.2 Kolslitskena	19
3.3.3 Europaströmavtagare	20
3.3.4 Vinterströmavtagare	20
4 Samspel mellan kontaktledning och strömavtagare	21
4.1 Idealtillstånd	21
4.2 Problematik kring samspel mellan kontaktledning och strömavtagare.....	21
4.2.1 Vinterklimat.....	21
4.2.2 Defekt kolslitskena	22
4.2.3 Upplyft	23
4.2.4 Spårlägesfel.....	23
4.2.5 Vind	24
4.2.6 Träd	24
4.2.7 Vågutbredningshastighet.....	25
4.2.8 Följdproblem.....	25
5 Teknik för att begränsa fel	27
5.1 Inom Trafikverket	27

5.1.1 KIKA.....	27
5.1.2 Auto drop device	28
5.1.3 Upplyftsdetektor, BUBO	29
5.1.4 Avisning.....	29
5.2 Inom Europa	29
5.2.1 Eye Train.....	29
5.2.2 Intelligent kol	30
5.2.3 Avisningsystem	30
6 Statistik	32
6.1 Årsrapport över Elkraft 2011	33
6.1.1 Diagram över förseningar och fel.....	33
6.1.2 KIKA-detektorer.....	35
6.1.3 Trafikverkets åtgärder 2011	36
6.2 Årsrapport över Elkraft 2012	36
6.2.1 Kika-detektorer.....	37
6.2.2 Trafikverkets åtgärder 2012	38
6.3 Trafikverkets funderingar	38
7 Intervjuer	39
7.1 Anders Olofsson, Eltekniker på Green Cargo.....	39
7.1.1 Automatic Drop Device	39
7.1.2 Vilka problem med kontaktledning upplever du vara allvarligast?	39
7.1.3 Samspel mellan entreprenörer och Trafikverket	40
7.1.4 Samspel mellan tågoperatörer och Trafikverket	40
7.1.5 KIKA-detektorer.....	41
7.1.6 Vilka problem upplever du att man inte tar nog hänsyn till inom branschen?.....	41
7.1.7 Hur räknar ni på era kostnader i samband med kontaktledningshaveri och förseningar?.....	41
7.1.8 Intressant kuriosa.....	42
7.2 Peter Larsson, driftanalytiker elkraft på Trafikverket.....	42
7.2.1 Allvarliga problem relaterad till kontaktledning.....	42
7.2.2 Problem relaterad till strömavtagare	43
7.2.3 Underhåll.....	43
7.2.4 KIKA.....	44
7.2.5 BUBO	45
7.2.6 ADD.....	45
7.2.7 Skuldfrågan	46
7.2.8 Ny teknik	46
8 Analys och åtgärdsförslag	47
8.1 Analys	47
8.1.1 Underhåll.....	47

8.1.2 ADD	47
8.1.3 KIKA	48
8.1.4 Vinterproblematik.....	48
8.1.5 Ansvarsfördelning	49
8.2 Åtgärdsförslag.....	49
8.2.1 Förbättrat samarbete	49
8.2.2 Utöka driftdepåer	50
8.2.3 Kunskap om ny teknik	51
8.2.4 Kameraövervakning.....	51
9 Diskussion och slutsats.....	53
10 Referenser	56

Definitions- och begreppsförklaring

AT-system	Autotransformatorsystem, där en matarledning med negativ spänning placeras vid kontaktledningen. Dessa är förbundna med varandra via en autotransformator.
ADD	Auto Drop Device. En teknik som installeras i strömavtagaren för att vid skada på kolslitsskenan direkt fälla ner strömavtagaren.
BESSY	System för underhållsbesiktning, säkerhetsbesiktning och övertagandebesiktning.
Beställare	Beställaren är den ”person” som fattar beslut om att starta ett projekt. Beställaren är sedan ansvarig under hela processen för att uppnå önskat slutresultat.
BIS	BanInformationSystem. Databas med all bandata som rör Trafikverkets anläggning.
BT-system	Ett system där återgångsströmmen går via återledning och sugtransformator, vilket är en transformator med omsättning 1:1.
BUBO	Ett detektorsystem för att mäta kontaktrådets upplyft när ett tåg passerar. Om upplyftet avviker från standard ges ett larm till lokföraren.
Detektor	Utrustning som skyddar järnvägssystemet genom att larma om något är fel vid tågpassage.
Eldriftsledare	En person vars arbetsuppgift är att ansvara för den elektriska anläggningen inom ett angivet driftområde.
Entreprenör	Anlitas av beställaren för att utföra det arbete som ingår i entreprenaden. Idag finns många olika entreprenörer som ansvarar för olika delar av järnvägsnätet.
EU-kommissionen	En kommitté med en medborgare från varje medlemsstat. Gruppen besitter ensamrätt att lägga fram lagförslag inom nästan alla områden.

Fjärrtågklarerare	En person som övervakar och ansvarar för tågrörelser för fjärrbevakade stationer.
Green Cargo	Ett stort svenskt transportföretag, som trafikerar gods på svensk och europeisk järnväg.
Höghastighetsbana	En bana som är dimensionerad för högre hastigheter än 250 km/h. Det finns även höghastighetsbanor i kategori II resp. kategori III med minst 190 km/t som STH.
I-räl	Den räl som är isolerad från det övriga rälsystemet, med hjälp av isolskarvar. I-rälen verkar för signaländamål.
KIKA	K olslits I tskene K amera. En detektorkamera som fotograferar av strömavtagaren för att sedan analysera och larma om slitna och trasiga kolslitskenor.
Kolslitsskena	En skena av kol, som är placerad på strömavtagartoppen, som ständigt berör kontaktledningen för att överföra el.
Kontaktledning	En högspänningsledning som är upphängd över spåret, och fungerar som energidistribution för eldrivna fordon. Kontaktledningen består av kontaktråd, bärlina, bärtrådar, utliggare och ibland en förstärkningslina.
Kontaktråd	Den tråd som kolslitsskenan har kontakt med.
Konventionell bana	En uppgraderad eller nybyggd bana för person- och godståg. Maxhastigheten är 200-250 km/h
Ofelia	Felrapporteringssystem där information om åtgärder/status för felet förs in av entreprenör.
Omformarstation	Den omvandlar elektrisk energi till den spänning och frekvens som krävs för att driva tågen.
Petards	Ett brittiskt företag inom produktdesign, tillverkning och leverans av elektroniska lösningar till den globala transportmarknaden.

S-räl	Oisolerad elektriskt sammanhängande räl.
Schunk AB	Ett företag som härstammar från Tyskland, som jobbar bl.a. med utveckling av strömavtagare.
Skyddssektion	En kort spänningslös sektion för att skilja elmatningar med olika fasläge åt.
Spårledning	En strömkrets som påverkas då ett spårfordon beträder spårledningen och på grund av hjulaxlarnas kontakt med rälen kortsluts strömkretsen. Detta är en viktig egenskap för signalanläggningen, då det ger besked om att ett fordon finns på spåret.
Spårmitt	Den uppmätta punkten mittemellan inner- och ytterräl.
STH	Största Tillåten Hastighet. Den högsta hastigheten som är tillåten på banan eller för fordonet.
Strömavtagare	En metallanordning monterad på fordonstaket, vars uppgift är att överföra ström från kontaktledningen till fordonet.
Trafikverket	TRV ansvarar för långsiktig planering av transportsystemet för vägtrafik, järnvägstrafik, sjöfart och luftfart. TRV är också ansvariga för byggande, drift och underhåll av statliga vägar och järnvägar. TRV är förövrigt Sveriges största beställare.
TSD	Tekniska Specifikationer för Driftskompatibilitet. Fastställs av EU-kommissionen och ska följas av samtliga medlemsländer.
Tågoperatör	De som trafikerar svensk järnväg med fordon.
Upplyft	Den upplyftskraft som strömavtagaren skapar mot kontaktledningen, vilken eftersträvas att vara så stabil som möjligt. Kallas även upptryck.
Överbryggnings	Sker då ett fordon med uppfälld strömavtagare leder över spänning från en spänningssatt kontaktledning till

en frånkopplad kontaktledning där arbete utförs, eller mellan sektioner med fasskillnad.

Överkopplingslina Kopparledare som vid rälsbyte används för att leda returströmmen förbi arbetsstället, eller mellan sektioner med fasskillnad.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

”Ledningsrasen bakom tågkaoset” (Kristianstadsbladet, 2010-08-31)

”Tusentals resenärer försenade, neddriven kabel orsakade tågstopp”
(SVT, 2012-08-03)

Listan kan göras lång över nyhetsrubriker som rapporterar om kontaktledningsnerrivningar, då följderna av denna typ av skador ofta blir mycket stora.

De senaste åren har järnvägstrafiken upplevt stora förtroendeproblem från resenärer, detta som konsekvens av bristande punktlighet och stora förseningar. I dag ser vi att resandet ökar för alla transportslag. För att järnvägen skall kunna vara konkurrenskraftig gentemot bil, buss och flyg krävs en förbättring av punktligheten.

Cirka 30 % av alla tågförseningar beror på kontaktledningsfel. Järnvägssystemet är väldigt beroende av att det alltid fungerar, då fordonen ständigt är bundna till spåret och ingen möjlighet för omkörning existerar. Det är därför viktigt att begränsa samt fastställa felorsakerna för att uppnå en mer driftssäker järnväg och samtidigt säkra den samhällsekonomiska lönsamheten.

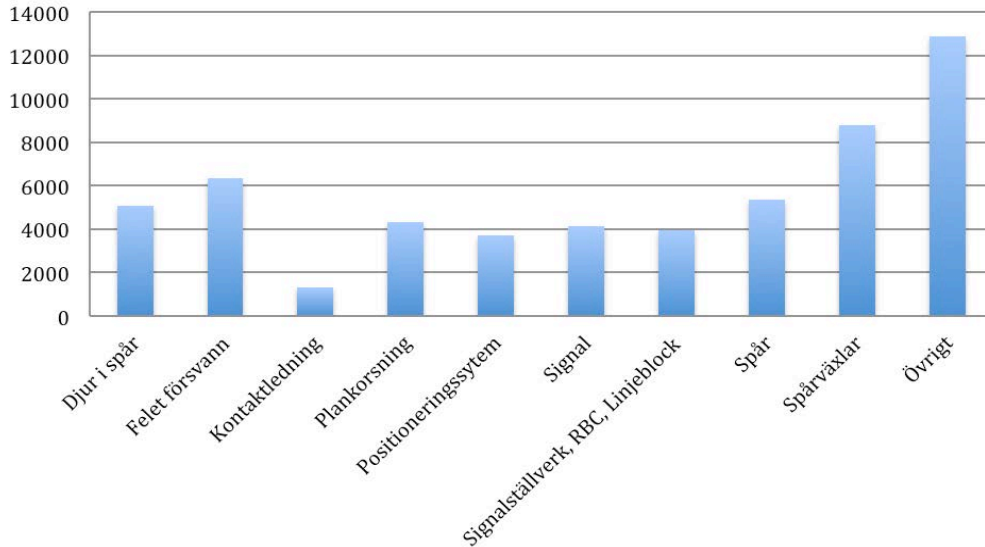
Anmärkningsvärt är att antalet anmälda fel på kontaktledning är få i jämförelse med övriga anläggningstyper på järnvägen. Ändå kan en stor andel av merförseningstimmarna härledas till kontaktledningsfel. Denna problematik ansåg vi vara väldigt intressant och aktuell att studera, se figur 1 och 2.

1.2 Syfte

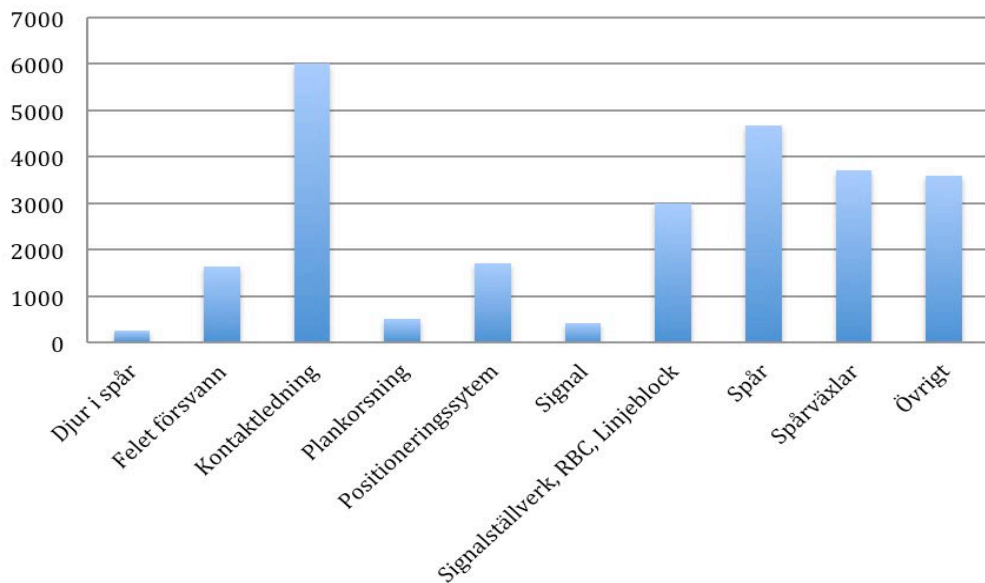
Examensarbetets syfte är att analysera aktuella problem kring strömvtagning mot kontaktledning. Genom att identifiera problemen och studera dessa, är målet att kunna presentera olika åtgärdsförslag på en övergripande nivå för hur dagsläget kan förbättras. Arbetet har skett utifrån en bred infallsvinkel, för att få med involverade faktorer och lättare kunna se samband.

För att uppnå vår målsättning har nedanstående punkter studerats:

- Varför genererar kontaktledningsfel så stora förseningar?
- Varför uppkommer felen, och vilka typer av fel är vanliga?
- Hur sköts underhållet?
- Vilken teknik förekommer för att förebygga och begränsa fel?
- Vilken lagstiftning är aktuell?
- Hur ser ansvarsfördelningen ut mellan de olika aktörerna?



Figur 1: Antal anmälda fel på samtliga anläggningstyper (Trafikverket 2012)



Figur 2: Antal merförseningar på samtliga anläggningstyper (Trafikverket 2012)

1.3 Metod

Examensarbetet bygger på litteratursökning, intervjuer och bearbetning av statistik. Arbetet har utförts i tre olika delar, vilka kort presenteras nedan:

Litteraturstudie: Litteratursökningen utgör grunden i faktabeskrivningen av angelägen teknik. Denna har vi tagit fram genom att ha sökt på databaser och internet, samt studerat Trafikverkets föreskrifter.

Intervjuer och statistik: För att få en djupare inblick i hur problemet uppfattas inifrån har vi utfört telefonintervjuer med nyckelpersoner. Vilket samtidigt har visat oss om vilka frågor som anses vara angelägna. Vidare har insamling och bearbetning av statistik över fel och förseningstimmar gjorts.

Analys och diskussion: Vi har analyserat och jämfört statistik och intervjuer med den teoretiska kunskapen vi tillägnat oss i litteraturstudien. Grundat på analysen, har övergripande åtgärdsförslag formulerats och diskuterats.

1.4 Avgränsningar

Vi kommer att begränsa oss till att studera problem relaterat till kontaktledning och strömvtagare som ger upphov till förseningar.

2 Järnvägens historia

2.1 Elektrifiering

Järnvägen har spelat en betydande roll för utvecklingen av dagens samhällsstrukturer. I Sverige påbörjades byggandet av järnväg på 1800-talets andra halva, då riksdagen beslöt att låta bygga statliga stambanor som skulle förvaltas och drivas offentligt. När stambanorna byggdes ville staten använda järnvägen för att få människor att flytta till de då relativt obebodda områdena, ofta belägna i inlandet. Ytterligare en anledning till att bygga stambanorna i inlandet var av försvarsskäl, för att försvåra möjligheten att den viktiga transportådran skulle kunna skadas av en attack från en fientlig flotta. Norra Stambanan är ett tydligt exempel på att den byggts utifrån dessa principer.

Under 1900-talets första halva var järnvägen det viktigaste färdssättet för människor och även för frakt av gods. Vilket har resulterat i att samhällen har växt fram längs de viktigaste järnvägssträckorna. Ett samhälles öde har ofta bestämts beroende på om det fanns en station eller inte (Trafikverket, 2009).

På 1800-talet och 1900-talets första halva ansågs järnvägen vara en symbol för industrialisering, framgång och modernitet, samt även som ett sätt för storstadsbor att komma i kontakt med naturen. En del av detta synsätt finns kvar än idag, även om den romantiska bilden av järnvägen har mattats av något. Idag symboliserar järnvägen för många ett ansvarsfullt och rationellt sätt att transportera sig miljövänligt (Salomon, 2012).

I Kina, Japan, och Centraleuropa har höghastighetståg slagit igenom med full kraft. Med korta restider tar höghastighetståg marknadsandelar från flyg, vilket är en viktig del i arbetet mot ett mer bärkraftigt samhälle. Att använda eldrivna fordon är ett effektivt utnyttjande av energi. I Sverige drivs järnvägen på förnybar elkraft, så kallad grön el.

I Sverige introducerades eldrift på järnvägsanläggningar redan år 1905. År 1915 blev Malmbanan elektrifierad. Elektrifieringen bidrog till att både hastigheten och vikten som loket kunde dra fördubblades i jämförelse med ångloket. Något som resulterade i att kapaciteten på banan tredubblades. Framgången med elektrifieringen av Malmbanan satte fart på elektrifieringen av de resterande svenska järnvägslinjerna. År 1942 var Sverige världens längsta sammanhängande elektrifierade järnväg, mellan Trelleborg-Riksgränsen (2022 km) (Trafikverket 2011).

När järnvägen elektrifierades i Sverige var valet av spänning och frekvens en viktig fråga. Lättare tåg och spårvägar kunde enkelt drivas med likström, där

hastigheten reglerades med olika parallell-, serie-, och shuntkopplingar. För tyngre tåg som t.ex. malmtågen i Norrland behövdes en kraftigare teknik. Förr var det enda sättet att reglera större strömmar och spänning via transformatorer, vilka behöver växelström (Trafikverket 2011-a).

En växelströmsmotorns varvtal styrs av frekvensen. Eftersom det inte fanns likriktare på den tiden användes istället en seriemagnetiserad motor, där rotorn och statorns fält växlar samtidigt. Förlusterna hos den här typen av motor blir mycket stora om fältets riktning växlar för ofta (hög frekvens), och 15 Hz blev en kompromiss. En annan anledning till att lägre frekvens ville uppnås var storleken på motorn, då en motor för 50 Hz hade blivit allt för stor. Det byggdes egna kraftverk för järnvägen som matade ut 15 kV enfas 15 Hz men eftersom det var enklare att köpa in elkraft från kraftbolag ändrades matningsfrekvensen till $16 \frac{2}{3}$ Hz, som är $\frac{1}{3}$ av 50 Hz (Banverket, 2006).

I dag finns det flera olika spännings- och frekvensnivåer i drift på europeiska järnvägar. Sveriges val: 15 kV $16 \frac{2}{3}$ Hz, används i flera länder. Fordon som gränsar länder med olika frekvenser och spänning är utrustade med dubbla system för att kunna ställa om (Trafikverket 2011-a).

2.2 Avreglering

I järnvägens tidiga år rådde marknadskrafterna, vilket betydde att vem som helst kunde bygga en bit järnväg och köra tåg på den. På slutet av 1800-talet rådde det kaos, vilket krävde en enhetliggörning av järnvägsverksamheten (Nyberg 2011).

På 1930-talet spelade arbetarrörelsen en viktig roll i förstatligandet av järnvägen, samtidigt rådde det ekonomisk kris och krig vilket gjorde att motståndet för statligt järnvägsmonopol blev svagare. År 1939 började staten köpa upp privata järnvägar och företag i anknytning till dessa. Därefter skedde förstatligandet stegvis över en tioårsperiod (Trafikverket 2011).

Beslutet om att successivt avreglera järnvägen kom år 1988, då hade SJ (Statens Järnvägar) haft monopol sedan förstatligandet år 1939.

Första steget i uppdelningen blev att SJ från och med 1988 enbart ansvarade för att köra tågen, och det nybildade Banverket hade ansvar för infrastrukturen. Sedan har avregleringen pågått gradvis fram till 1 januari år 2012, då järnvägen räknades som helt avreglerad.

År 2001 delades Statens Järnvägars verksamhet upp i sex bolag, vilka var, SJ AB, Green Cargo AB, Jernhusen AB, TraffiCare AB, EuroMaint AB och Unigrig AB.

2010 upphörde Banverket att existera, istället gick Vägverket och Banverket samman och bildade Trafikverket.

På samma sätt som att uppdelningen av SJ gav upphov till nya självständiga bolag, finns det även bolag som stammar från Banverket. Konsultföretaget Vectura är en sammanslagning av Vägverket Konsult och Banverket Projektering. Underhållsentreprenören Infranord hette fram till år 2010 Banverket Produktion och var tidigare en egen resultatenhet inom Banverket.

Att räl, hjul, elledningar och signalsystem hänger ihop råder det ingen tvekan om. I dag är det olika entreprenörer som tar hand om allt, och därför blir samordningsbehovet enormt. De indirekta kostnaderna för underhåll ökade med 135 % från 2002 till 2009 (Nyberg 2012).

Många röster talar för att det är järnvägens avreglering som bär skulden i de senaste årens stora problem på järnvägen. Skuldfördelning, bristande nyckelkompetens och ansvarsområden är ord och begrepp som ofta dyker upp kring debatten om järnvägens bolagisering.

2.3 Järnvägens branschstruktur

Riksdagen

Tar beslut om större infrastrukturprojekt.

Trafikverket

Trafikverket är infrastrukturförvaltare och beställare, och ansvarar för att bygge, underhåll och drift av statliga vägar och järnvägar.

Konsulter

Konsultföretag består av ingenjörer och andra med tekniskt kunnande som ritat och projekterat nybyggnationer och ombyggnationer.

Entreprenörer

I dag finns det flera olika järnvägsentreprenörer som konkurrerar om jobben på järnvägen som trafikverket lägger ut på entreprenad.

Tågoperatörer

Bedriver transportarbete på järnvägarna, antingen av personer eller gods. Betalar banavgift till Trafikverket för att få köra på statliga järnvägar.

Transportstyrelsen

Transportstyrelsen är den övervakande myndighet som utformar regler och ser till att de följs inom transportbranschen.

2.4 BIS, BESSY och Ofelia

All bandata skall finnas i Trafikverkets baninformationsdatabas, BIS. Här finns alla objekt som rör järnvägen ner på detaljnivå. När ändringar på infrastrukturen utförs, t.ex. vid ombyggnationer eller utbyte av komponenter vid underhåll, ska det föras in i BIS. Det ska bland annat finnas information om var objektet ligger, datum när det lades in, vilken modell av objektet, banklass och mycket mer. Information från BIS används som underlag för projektering, budgetering, planering av drift- och underhåll, trafikanalys och planering av tidtabeller, samt statistik och utredningar (Trafikverket 2013).

BESSY är Trafikverkets databas för genomförande av säkerhets-, underhålls- och övertagsbesiktningar. I BESSY läggs fel från besiktningar in och delas bland annat upp i månads-, besiktning- och veckoanmärkningar. Entreprenörerna ansvarar för att åtgärda felen inom utsatt tid (Trafikverket 2012).

Ofelia är databasen för akuta fel. Entreprenör registrerar uppgifter om felet, orsak till felet, åtgärder och om felet är åtgärdat eller ej. Ofelia är ett mycket viktigt verktyg för att analysera fel och dess orsaker. Ju mer detaljer om händelsen som entreprenören rapporterar in, desto bättre (Trafikverket 2012).

Ansvar att föra in information i BIS, BESSY och Ofelia ligger till största del på entreprenörerna, då det är dessa som arbetar med anläggningen och utför ändringar och felavhjälplingar.

2.5 Tekniska Specifikationer för Driftkompatibilitet- TSD

TSD är en samling av tekniska specifikationer som EU-kommissionen har tagit fram och beslutat om. Det finns två TSD:er, den ena är för höghastighetsbanor och den andra är för konventionell trafik (Transportstyrelsen, 2012).

Varje TSD är indelad i olika delsystem och sammanlagt finns det åtta stycken. Fyra av dessa är strukturella delsystem; energi, trafikstyrning, signalering och rullande materiel. Resterande fyra är driftsystem; underhåll, miljö, drift och användare (Europa Kommissionen, 2004).

En TSD för ett visst delsystem anger vilka tekniska krav systemet måste uppfylla för att vara överensstämmande med hela det europeiska järnvägssystemet. TSD:n består av två delar, varav den första delen alltid redovisar EU-kommissionens beslut i en lagstiftande text. Den andra delen beskriver de tekniska specifikationerna. Den TSD som är viktig inom kontaktledningssystem är ”Energi – för höghastighetsbanor” (Transportstyrelsen, 2012).

Genom att tillämpa TSD:er möjliggörs ett mer likformigt europeiskt järnvägssystem - det vill säga ett driftskompatibelt system. Om samtliga medlemsländer applicerar kraven från TSD:erna på sina anläggningar förenklas möjligheterna för en gränsöverskridande trafik. På sikt bidrar också införandet av TSD:er till lägre kostnader för transporter samt en god översikt över tillverkning, provning och godkännande av fordon och infrastruktur på det europeiska järnvägsnätet (Transportstyrelsen, 2012).

Det finns möjlighet att begära dispens från kraven, exempelvis vid ekonomiska svårigheter för någon att uppnå kraven. I Sverige har vi mängder av undantag från TSD:erna, varav en är dispens från Europa Strömavtagaren. Vilket studeras närmre i avsnitt 3.3.3 (Transportstyrelsen, 2011).

Skillnaden mellan en TSD och Trafikverkets föreskrifter, är att föreskrifterna tar med detaljregler inom det berörda området. Föreskrifterna innehåller också viktiga delar som Trafikverket anser vara betydande för att kunna utföra arbetet korrekt, samtidigt görs lagtexten mer läsbar och förståelig. TSD:erna är av högre i rang och gäller alltid före en föreskrift, om inte undantag medgivits.

Om missförstånd mellan TSD:erna och Trafikverkets föreskrifter skapas, kan dyra komplikationer uppstå vid eventuella fel.

3 Grundläggande kontaktledningsteori

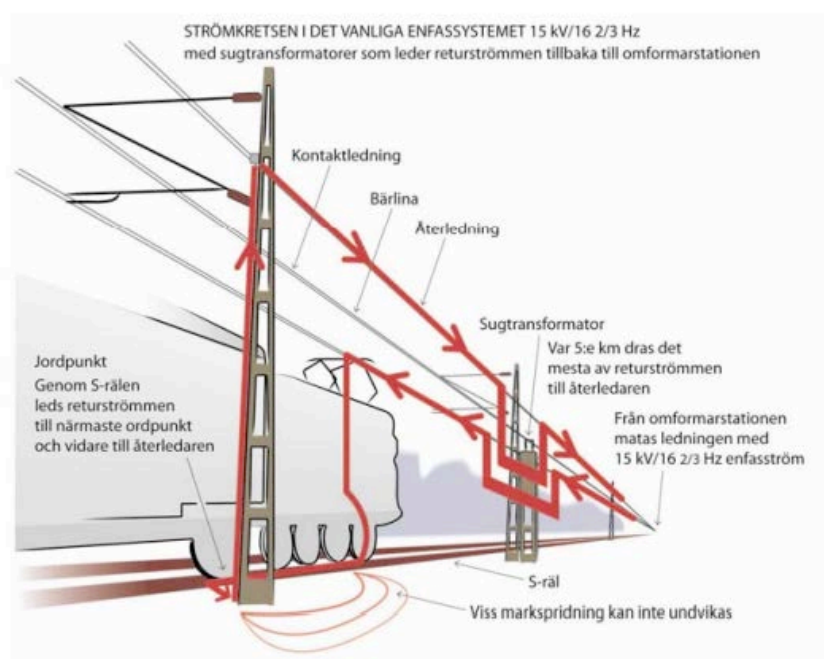
3.1 Kraftförsörjning

80 % av Sveriges järnvägslinjer är elektrifierade, vilket är 11 152 spårkilometer (Trafikverket, 2013). I Sverige går tågen nästintill helt på grön el som Trafikverket köper in. Kraftbolag levererar el som trefas 132 kV 50 Hz, med hjälp av omformarstationer görs den om till enfas 15 kV 16 2/3 Hz. Från omformarstationerna matas strömmen ut till kontaktledningen (Banverket, 2006).

Tågen har en strömavtagare på taket som försörjer loket med el för drivning av motorer samt olika hjälpsystem (värme och ventilation, ljus, etc.). Strömmen leds genom kontaktledningen, sedan via strömavtagaren och passerar därefter motorn för att sedan föras till rälen via fordonets hjul. Strömmen återleds antingen via en sugtransformator (BT-system) eller en spartransformator (AT-system) (Banverket, 2006).

3.1.1 BT-system

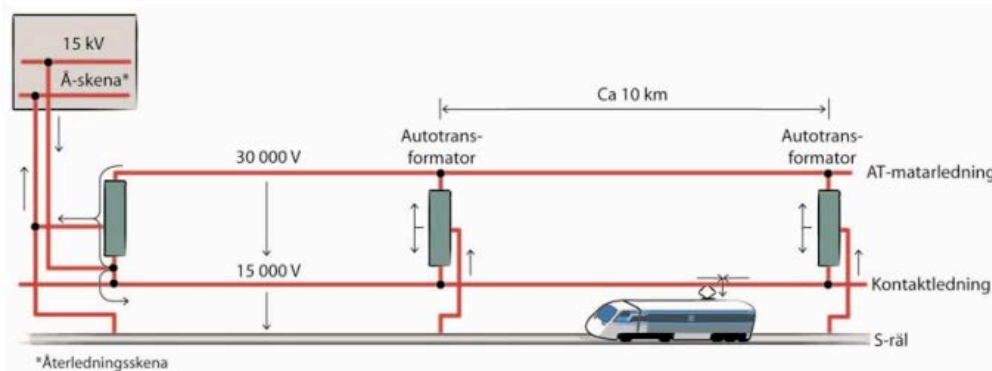
Sugtransformatorer används för återledning av returströmmen. Drivströmmen är seriekopplad med primärlindningen och den återledda strömmen är seriekopplad med sekundärlindningen. Primär- och sekundärlindning har lika många lindningar, d.v.s. att spänningen är den samma på bägge sidor om transformatorn. Primärlindningen skapar ett ”elektriskt sug”, en EMK (elektromotorisk kraft), som gör att sekundärlindningen kommer att sträva efter samma ström som går genom primärlindningen (Banverket, 2006).



Figur 3: BT-system (Banverket, 2006)

3.1.2 AT-system

Spartransformator (autotransformator) används för återledning av returströmmen. I en spartransformator fungerar en och samma lindning både som primär- och sekundärlindning. Spartransformatorer är kopplade mot en matarledning i motfas till kontaktledning och räl. Matarledningen har då tvåfas 30 kV, och spänningen i kontaktledningen blir 15 kV (Trafikverket, 2006).



Figur 4: AT-system (Banverket, 2006)

3.2 Kontaktledning

Kontaktledningen har en kontaktråd som tågets strömavtagare glider mot. Kontaktråden hängs upp i en bärlina med hjälp av flera bärtrådar. För att hålla kontaktledningen på plats både i vertikal- och lateralläge sitter den fast i en utliggare som är monterad i en kontaktledningsstolpe. Kontaktråden sitter fast i en rörlig del av utliggaren, som kallas tillsatsrör. Den rörliga delen är viktig då den används för att minska massan som strömavtagaren behöver lyfta vid passage (Trafikverket, 2006).

För att minimera slitage på tågens strömavtagare finns utliggarna i olika längder som tillåter kontaktledningen att sicksacka över spåret (Banverket, 2006).

Kontaktledningen spänns upp mellan två avspänningspunkter, vilket kallas för en sektion. En sektion är ungefär 1200 m lång. Eftersom kontaktledningens längd är temperaturberoende måste det finnas utrymme för längdändringar utan att strömavtagningen berörs. Detta regleras genom att ha fjäderavspänning eller viktavspänning i ändarna på varje sektion, så att kontaktledningen alltid ska ha samma nerhäng. Den kraft som kontaktledningen är inspänd med spelar stor roll för hur snabbt tåget kan köra på banan, högre inspänningskraft möjliggör en högre fordonshastighet (Banverket, 2006).

3.2.1 Upphängningsystem

S-system

Om kontakttråden är direkt upphängd i utliggarens underrör, utan tillsatsrör, kallas det för S-system. Systemet är vanligt på bangårdar och banor med 120 km/h som STH, då det är en enklare form av upphängning. System S ska endast väljas på ombyggnationer av bana eller nybyggnation på bangård (Trafikverket, 2013).



Figur 5: Utliggare system S. (Foto: Nielsen, M. 2013)

ST-system

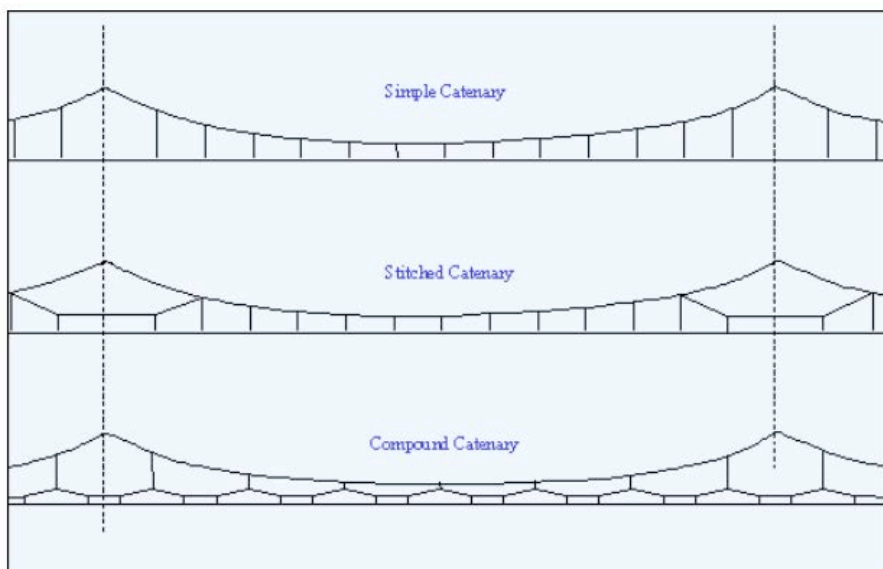
Kontakttråden hängs upp i ett rörligt tillsatsrör som sitter fast i utliggarens underrör. Beroende på val av inspänningskraft möjliggörs högre hastigheter, med STH från 140-200 km/h. I dag används inspänningskrafter på ST-system från 7,1 -15 kN. Både S-system och ST-system har en kontakttråd som är upphängd i bärlinan med bärtrådar (Banverket, 2006).



Figur 6: Utliggare system ST (Foto: Nielsen, M. 2013)

SYT-system

Kontakttråden monteras i ett tillsatsrör, men första och sista bärlinan vid utliggaren hängs upp i bärlinan med hjälp av en Y-lina. Upphängningsmetoden möjliggör högre hastigheter då elasticiteten kring utliggaren blir högre. Med SYT-system blir STH 250 km/h och inspänningskraften är mellan 9,8 kN och 15 kN (Banverket, 2006).



Figur 7: Upphängningsmetoder (Banverket, 2006)

3.2.2 Trådförning

Kontakttråden fästs upp efter i ett sicksackmönster över spårmit. Denna trådförning väljs dels för att slitaget på kolslitskenan ska bli så jämnt som möjligt, men även för att hålla kontaktledningen spänd i sidled. Enligt Trafikverkets krav finns det fem faktorer att ta hänsyn till vid nyprojektering (Trafikverket, 2006):

- Trådläget skall vara lika med eller mindre än 400 mm.
- Trådläget skall vara större än eller lika med 200 mm, för 800 mm tillsatsrör.
- Vindavdriften skall vara mindre än 500 mm för system anpassade till dagens strömavtagare. För kontaktledningssystem S 4.9/5.9 och ST 7.1/7.1 accepteras en vindavdrift på 600 mm respektive 550 mm på rakspår och ner till radie 2500 m. Vindavdriften skall vara mindre än 400 mm för system anpassade till europaströmavtagaren. (För kontaktledningshöjder över 5300 mm och i kurvor skall den tillåtna vindavdriften för europaströmavtagaren ytterligare reduceras).
- Draget skall vara större än 70 N.
- Draget skall vara mindre än 900 N.

3.2.3 Kontakttrådens egenskaper

Kontakttråden består antingen av rent koppar eller av en kopparlegering. Rent koppar leder ström bra och med en mycket liten resistens. För att öka draghållfastheten tillsätts andra metaller i en kopparlegering. Hur kopparlegeringen väljs kommer alltid att vara en avvägning av för och nackdelar mellan låg resistens, vikt och draghållfasthet (Banverket, 2006).

När tågets strömavtagare rör sig mot kontaktledningen kommer en stående våg att bildas på kontaktledningen. På grund av att STH måste begränsas till 70 % av vågutbredningshastigheten som sker på tråden, eftersträvas en så lätt tråd som möjligt med en hög inspänningskraft. Resonemanget grundas i att vågutbredningshastigheten v beror på inspänningskraften F och trådens massa per meter m enligt:

$$v = \sqrt{\frac{F}{m}}$$

3.3 Strömavtagare

Järnvägens strömavtagare introducerades för omkring 100 år sedan, dess uppgift var då och är fortfarande att förse fordonet med el. Strömavtagaren är placerad på fordonstaket och vanligtvis ska minst två strömavtagare finnas tillgängliga per lok/motorvagn. Då strömavtagaren alltid måste ha kontakt med kontakttråden för att kunna tillföra energi, genereras ett stort slitage på strömavtagarens kolslitskena. För att minska slitaget på skenan är kontaktledningen upphängd efter ett sicksack-mönster (Banverket, 2006).

Strömavtagaren måste även klara av att ta emot höga strömmar, därför finns det olika modeller. Utseendet hos den äldsta modellen är nästintill oförändrad i jämförelse med de strömavtagare som används idag, bortsett från att dagens strömavtagare är enbent istället för tvåbent (Azevedo et al, 2004). I Sverige finns det 8 olika typer av strömavtagare som används, till exempel WBL 85/88 som sitter på bland annat X2-motorvagnar och på godstågens RC-lok (Banverket, 2007).

För att ett strömavtagarsystem ska vara så effektivt som möjligt krävs en god elektrisk kontakt, ett bra ledande material samt en god slitstyrka hos både kontakttråd och strömavtagartopp (Azevedo et al, 2004).

Kontakttryck, tågastighet, vindstyrka, placering av strömavtagare och vågutbredningshastighet är också väldigt viktiga parametrar att se över för att uppnå en god strömtillförsel med minsta möjliga belastning (Kommissionen, 2008).



*Figur 8: Strömavtagare (DSA 200) på ett Öresundståg
(Foto: Nilsson, A.)*

3.3.1 Krav

En god strömtillförsel ska vara jämn och ske utan avbrott. För att åstadkomma detta ska strömavtagaren uppfylla de tekniska krav som finns i Sverige.

En strömavtagares geometri beror på vilken bredd kontaktledningen är dimensionerad för. I Sverige är kravet att strömavtagartoppen skall vara 1800 mm bred, bortsett från sträckan på Öresundsbron där 1950 mm är tillåtet (Banverket, 2007). En strömavtagares arbetsområde, dess område som den i vertikalled rör sig, dimensioneras mellan 4800 och 6100mm. Med hjälp av att överarmen är rörlig och tillåter rörelse i vertikalled kan önskad kontaktkraft uppnås (Banverket, 2006).

Kontaktkrafterna mellan en strömavtagare och en kontaktledning är summan av alla krafter som verkar på kontaktpunkterna hos en strömavtagare. Vilka är de statiska, dynamiska och aerodynamiska krafterna. Vid hastigheter ≥ 200 km/h skall kontaktkraften hållas mellan 0-200 N (Banverket, 2006).

En annan viktig aspekt är placeringen av en strömavtagare på ett fordontak, detta med hänsyn till de statiska och aerodynamiska effekter som skapas. Därför ska de yttersta strömavtagarna placeras maximalt 400 meter ifrån varandra. Avståndet mellan den första och den tredje strömavtagaren ska vara större än 143 meter (Kommissionen, 2002).

Kontaktskenan, ofta kallad kolslitsskena, är den som har kontakt med kontakttråden. För att minska trådslitage ska skenan vara av mjukt material. I Sverige är materialvalet alltid kol, en närmre beskrivning av kolslitsskenan sker nedan.

3.3.2 Kolslitsskena

Kolslitsskenan är placerad högst upp på strömavtagaren och är den del av strömavtagaren som har kontakt med kontaktledningen. För att öka och förbättra strömöverföringen utrustas en strömavtagare alltid med två kolslitsskenor.

Ett riktvärde över vad en kolslitsskena kan överföra är 8 A/mm kol. En strömavtagare har alltid två aktiva kolskenor uppe samtidigt, då dessa är 35 mm breda blir strömnedtagningen: $35 \times 2 = 70 \times 8 = 560$ A (Olofsson, 2013).

Skenan är gjord av aluminium och har en yta av materialet kol, vilken förbättrar elöverföring och minskar radiostörningar. Materialvalet bidrar också till ett minskat slitage på kontaktledningen, då kol är väldigt mjukt. Dessvärre leder det mjuka materialet till att kolslitsskenan slits snabbt. En sliten kolslitsskena kan bidra till stora skador på kontaktledningen, i värsta fall en

nedriven kontaktledning (Trafikverket, 2006). Slitaget hos en kolslitsskena påverkas av många parametrar såsom tåghastighet, strömförhållande, dynamiska krafter, kontaktkraft och aerodynamiska förhållanden (Azevedo et al, 2004).

För att upptäcka felen i tid finns kolslitsdetektorer, KIKA, vilka är belägna på 22 fasta platser utspridda över det svenska järnvägsnätet (Trafikverket, 2010). En närmre beskrivning av dessa sker i avsnitt 5.1.1.

3.3.3 Europaströmavtagare

Europaströmavtagaren är den TSD-standard som ska följas inom Europa för att möjliggöra och förbättra gränsöverskridandetrafik. Bredden på strömavtagartoppen är mindre än vad det svenska systemet är dimensionerat för, nämligen 1600 mm (Järnvägsstyrelsen, 2007). Att bygga om dagens kraftmatningssystem för att istället dimensionera det för europaströmavtagarens 1600 mm anses vara alldeles för dyrt. Sverige har därför berättigats tillstånd att fortsätta använda dagens strömavtagare, men vid nybygge skall systemet dimensioneras efter en europaströmavtagare.

3.3.4 Vinterströmavtagare

Vinterskenans uppbyggnad skiljer sig från de övriga strömavtagare som är i drift i Sverige. Enkelt beskrivet är att kolet går ner på sidorna om aluminiumet på kolslitsskenan, vilket skyddar övergången mellan kol och aluminiumdelen från gnistsprut, fukt och ljusbåge. Limmet hos Vinterskenan klarar av en högre temperatur och har också en betydligt större limyta än hos de andra strömavtagare som används, vilket gör vinterskenan mer tålig (Olofsson, 2013).

Ett problem vid nerisad kontaktledning är att första skenan glider på isen och upp mot 70-80% av strömmen måste därför överföras genom den bakre skenan. Det har visat sig att den nya vinterskenan klarar detta under betydligt längre tid än vad den tidigare använda strömavtagaren gör (Olofsson, 2013).

Green Cargo kör idag med vinterskenan på samtliga lok året runt. SJ använder vinterskenan enbart under vintertid på alla sina lok och har testkört den på X2-motorvagnar (Olofsson, 2013).

4 Samspel mellan kontaktledning och strömavtagare

4.1 Idealtillstånd

Ett idealtillstånd innebär att relativt låga kontaktkrafter verkar på systemet detta för att minimera skador och slitage på strömavtagare och kontaktledning. Samtidigt måste krafterna vara så pass höga att de säkerställer en beständig kontakt mellan de ovan nämnda (Pombo et al, 2012).

4.2 Problematik kring samspel mellan kontaktledning och strömavtagare

4.2.1 Vinterklimat

Isbildning på kontaktledningen orsakar dålig kontakt mellan strömavtagare och kontaktledning, vilket kan resultera i ett överslag i form av en ljusbåge. När en ljusbåge uppstår blir påfrestningarna på materialet stora, och livslängden kan påverkas. En ljusbåge kan under längre tid även resultera i att kolslitskenan kollapsar.

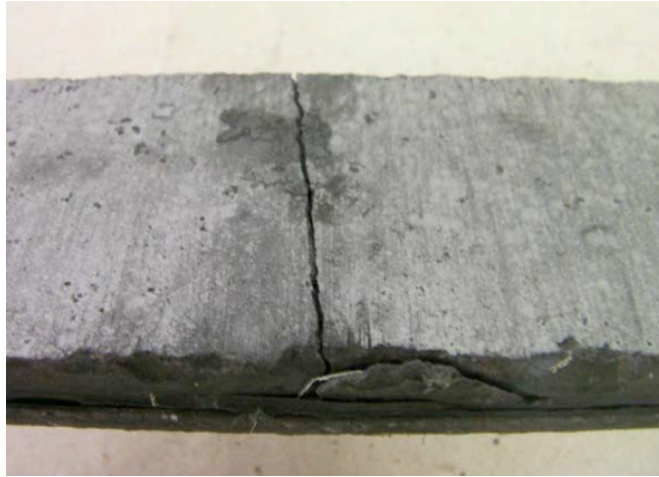
När en kontaktledning är nerisad ökar även dess vikt, något som påverkar systemets dynamiska egenskaper då påkänningen på inspänningspunkter och rörliga delar blir större. När kontaktledningen blir tyngre blir även upplyftet i strömavtagaren lägre, vilket ger en ytterligare försämrade kontakt mellan tråd och strömavtagare, som vidare kan resultera i att ljusbågar bildas. Isbildning på kontaktledning anses vara en viktig faktor när det kommer till kontaktledningsnedrivning på vintern (Haag, 2010).



*Figur 9: Isbildning på kontaktledning
(Foto: Olofsson, A)*

4.2.2 Defekt kolslitsskena

Slitage på kolslitsskenan är en oundviklig konsekvens, då den rör sig mot kontakttråden. Detta beskrivs närmre i kapitel 3.3.2.



Figur 10: Sprickbildning i kolet (Foto: Olofsson, A)



Figur 11: Sönderbränd kolslitsskena pga ljusbåge (Foto: Olofsson, A)

Händelseexempel, hämtat från Trafikverkets månadsrapporter 2011

Var: Karlstad - Vingåker, 9 januari

Orsak: Tåg 624 kör med trasig strömavtagare från Karlstad till Vingåker och orsakar där en nedrivning. 3 tåg som kommer efter får även de trasiga strömavtagare och orsakar nedrivningar.

Merförsening: 155 timmar

Åtgärd: Flera KIKA - detektorer och ADD.

4.2.3 Upplyft

Strömavtagarens upplyftskraft mot kontaktledningen ska vara så stabil som möjligt, innanför givna värden. Fluktuerande upplyftskraft gör att strömavtagningen blir instabil. Felaktiga upplyftskrafter av strömavtagare mot kontaktledning kan medföra skador på kolslitskena och kontaktledning, och i värsta fall orsaka nedrivning.

För litet upplyft bidrar till dålig kontakt och kan även göra att spänningen förloras. När fordonet förlorar kontakten med kontaktledningen förvinner primärspänningen och tågets transformator kopplas ur (Sølvberg, 2008). Då upplyftet är för litet kan även ljusbågar bildas och det finns risk för att systemet skadas.

För stor upplyftskraft ger för stora krafter på systemet och medför risk för brott eller andra skador på kontaktledningen. Mekaniskt slitage på strömavtagare och kontakttråd ökar av för stort upplyft, vilket gör att livslängden på komponenterna minskar (Schröder, 2013).

Händelseexempel, tagna ur Trafikverkets månadsrapporter 2011

Var: Godstågsviadukten vid Göteborg

Orsak: Vid sex tillfällen när X40 mot Göteborg passerat godstågsviadukten har det blivit spänningslöst.

Åtgärd: Elkraft bör titta på anläggningen men även föra en diskussion med SJ angående upptrycket på strömavtagarna för X40.

4.2.4 Spårlägesfel

Trådläget är beräknat utifrån spårmittn och funktionen är beroende av att spåret håller sig på plats. Spåret består av räil, slipers, befästning och ballast (makadam), vilka har samlingsnamnet: banöverbyggnad. Ballasten håller sliperarna på plats. Räilen fästs på sliperarna med hjälp av speciella klämmor, befästningar. Vid temperaturförändringar vill rälsen ändra längd, men slipers, ballast och befästning håller räilen på plats i både sidled och i längdled. Spänningarna kan bli mycket stora, men vid normala förhållanden ska inga möjligheter för spåret att röra sig finnas.

I verkligheten råder inte alltid perfekta förhållanden, då och då uppkommer solkurvor och utknäckningar. Om spänningarna i rälsen blir större än de spänningar som håller rälsen på plats, kan utknäckning ske. Orsakerna till detta kan exempelvis vara att ballasten är för dåligt packat eller att det fattas ballast, finns slitna befästningarna eller om många befästningar i rad fattas. Att räilen rör på sig påverkar hela systemet negativt, strömavtagaren kan

exempelvis hamna utanför kontaktledningen och riva den med sig (Trafikverket, 2011-a).

4.2.5 Vind

En sektion är ungefär 1200 m lång. För att ge utrymme åt kontaktledningen att utvidga sig vid temperaturändringar, utan att ändra uppgångningshöjd, har ledningen inga fasta punkter mellan sektionens avspänningspunkter. Vid stora sidovindar förflyttar sig kontaktledningen i sidled, vilket kan leda till att den hamnar utanför strömvagnen och kontaktledningen kan rivas ner. Detta kallas vindavdrift och gränsvärden för maximal vindavdrift beskrivs i kapitel 3.2.2 Trådförning (Banverket, 2006).

Händelseexempel, tagna ur Trafikverkets månadsrapporter 2011

Var: Algutsgården - Alingsås, 12 september

Orsak: Kraftig blåst gjorde att ett träd blåste ner över ledningarna. Kontaktledningen åkte ner på i- rälen vilket gjorde att signalanläggningen skadades. Mycket av tiden beror på återställande av signalanläggningen. Trädet blåste ner i Alingsås där det inte var trädsäkrat.

Åtgärd: Fortsätta att trädsäkra och ta bort riskträd.

4.2.6 Träd

Att träd faller över järnvägen orsakar årligen stora svårigheter i form av trafikstörningar. Träden ligger inte bara i vägen för tågtrafiken, de kan även falla över kontaktledningen och riva ner denna.

Stormen Gudrun år 2006 visade hur stor skada järnvägen kan ta av nerfallna träd, och hur känsligt systemet är. 75 miljoner kubikmeter skog fälldes under stormens härjning, och järnvägsnätet slogs delvis ut helt. Hela 41 km kontaktledning revs ner. Återställningsprocessen blev långvarig och inte förrän efter en månad var alla järnvägslinjer öppnade igen (Riksdagens Trafikutskott, 2007).

Trafikverket har sedan 2006 ett pågående projekt för att trädsäkra järnvägen, där all skog avverkas inom ett avstånd på 20 meter ifrån spårmittpunkt. Att trädsäkra järnvägen ingår även i det ordinarie underhållsarbetet (Trafikverket, 2013).

Det är inte bara vind som kan fälla träden och orsaka störningar, djurlivet invid spåret kan också bjuda på problem för kontaktledningen. Vissa bandelar

har haft stora problem med bävvar som faller träd över kontaktledningsanläggningen.

Händelseexempel, hämtat från Trafikverkets månadsrapporter 2011

Var: Kil - Ställdalen, 13 november

Orsak: Bäver faller ett träd över kontaktledningsanläggningen.

Merförsening: 55 timmar

Åtgärd: Bävrar ställer till stor skada vid järnvägen inte bara genom att fälla träd över trådarna utan även när de dämmer upp trummor och andra vattendrag längs järnvägen. Undersök möjligheten att flytta bävvar alternativt trädsäkra runt bäverdammar. På bandel 326 finns det 10 st. Ofelior sedan 2006 där bävvar fällt träd över kontaktledningen, på bandel 327 4 st., bandel 391 2 st.

4.2.7 Vågutbredningshastighet

Som tidigare nämnt skapar tågets rörelse och strömavtagarens tryck mot kontaktledningen en våg i ledningen. Vid händelse om tåget kör ikapp vågen kommer kontakten mellan kontaktledningen och strömavtagaren förloras.

Lyftet som sker hos kontaktledningen kommer inte bara att orsaka driftproblem, utan kan också skapa stora skador hos strömavtagaren och kontaktledningen genom exempelvis stor ljusbågsbildning. För att minimera risken för dessa problem är det viktigt att STH hålls till max 70 % av vågutbredningshastigheten.

4.2.8 Följdproblem

När en kontaktledning rivs ned påverkas inte bara själva kontaktledningssystemet, utan även andra delar av järnvägen riskerar att ta skada. Dessa skador orsakar ofta stora förseningar eftersom det är tidkrävande att återställa samt att underhållspersonal från både bana, el och signal kan vara tvungna att rycka in.

Om den nedrivna ledningen hamnar på I-rälen kan stora skador uppstå. Då I-rälen är kopplad till signalsystemet för att indikera om ett spåravsnitt, en så kallad spårledning, är belagd med ett fordon. I-rälen är också kopplad till reläer i signalställverken/kiosker/kurer längs med linjen. Reläerna är inte gjorda för att klara så stora strömmar eller spänningar som uppstår om kontaktledningen trillar ner på I-räl. Komponenterna i signalställverken riskeras då att bränna sönder. Strömmen kan även bli så stor att rälsstålet smälter och skapar en brygga över isolatorn i I-rälen. Nedan följer några bilder på följder av att en kontaktledning trillat ner på I-rälen.



Figur 12: Smält rälsstål (Foto: Nielsen, M. 2012)

Bilden ovan visar att rälsstålet smält vid en isolator efter att kontaktledningen träffat I-rälen. Åtgärden blir att kapa rälsbiten, för att sedan placera en passräl på minst 6 meter. Passrälen svetsas dit och efteråt måste spårledningen mätas och kalibreras för att försäkra att fordonsindikeringen fungerar som den ska.



Figur 13: Sönderbrända plintar och spolar (Foto: Nielsen, M. 2012)

Bilden ovan visar hur det kan se ut i ett ställverk efter att kontaktledningen ramlat ner på I-rälen och ”blåst ut” innehållet i det. Bilden visar tydligt bränmärken efter urladdningen. Som åtgärd måste sönderbrända relä, motstånd och plintar bytas ut.

Bilderna 13-14 är tagna 2 augusti 2012 på bandel 910 utanför Höör. Denna händelse visade sig bli en av de värsta kontaktledningsnedrivningar 2012, då händelsen orsakade en total merförsening av tågtrafiken på 287 timmar (Trafikverket, 2012).

5 Teknik för att begränsa fel

5.1 Inom Trafikverket

Nedan beskrivs några utvalda tekniker som Trafikverket använder sig av idag för att förhindra fel och upptäcka skador i tid.

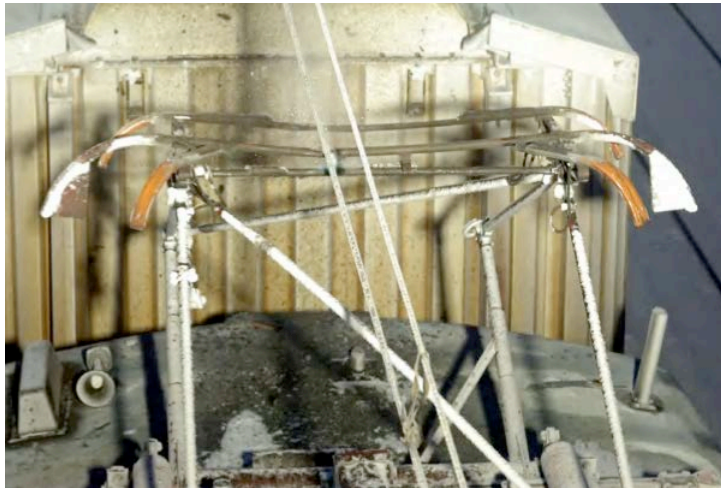
5.1.1 KIKA

Detektorn består bland annat av en kamera som är strategiskt utplacerad vanligtvis vid viadukter eller vid tunnlar och i dag finns det 22 stycken. Trafikverket har två olika typer av KIKA-detektorer som används, en äldre modell som heter KIKA I och den nyare som benämns KIKA II.

Detektorn fotograferar strömavtagaren när tåget befinner sig cirka 7 meter ifrån kameran (Sensys, 2013). Kameran kan ta bilder med god bildkvalité på fordon som färdas med en hastighet upp till 250 km/h (Sensys, 2010).



Figur 14: KIKA-detektor på bro (Foto: Trafikverket)



Figur 15: Foto av KIKa-detektor (Foto: Olofsson, A)

Detektorn analyserar sedan kvalitén hos strömavtagaren, först genom att studera bilden i ett bildbehandlingsprogram där en utsortering av möjliga skador sker. Den viktigaste komponenten att analysera är kolslitsskenan, då den ska bidra till en god kontakt mellan strömavtagare och kontaktledning. Vid skadad kolslitsskena blir kontakten sämre och risken är stor för att allvarliga fel uppkommer. Om detektorn upptäcker fel på strömavtagare larmar den och skickar bilden till fjärrtågklararen för att där analyseras manuellt. Om några oklarheter uppkommer ska fjärrtågklararen ta hjälp av eldriftledaren (Banverket, 2009).

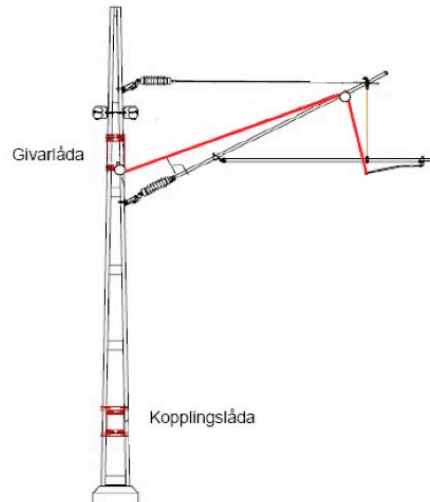
Om en skadad strömavtagare uppmärksammas, ska detektorn direkt ge larm. Vid larm måste lokföraren skifta strömavtagare och om denna möjlighet inte finns, exempelvis hos lok med enbart en fungerande strömavtagare, får lokföraren högst hålla 20 km/h för att ta tåget till närmsta driftplats och därefter reparera skadan (Banverket, 2009).

5.1.2 Auto drop device

Auto drop device är en annan typ av detektor som finns för att skydda kontaktledningen och strömavtagaren. ADD är en teknik som gör att strömavtagaren automatisk fälls ned då kontakten mellan kolslitsskenan och kontakttråden är dålig och risk för nedrivning finns. Det finns två olika typer av ADD-tekniker, båda reagerar på lufttrycksskillnad. I den ena tekniken har ett rör installeras inuti kolslitsskenan, då skenan skadas läcker luft från röret ut, vilket i sin tur tvingar ner strömavtagaren. Den andra tekniken bygger på att ett luftutrymme skapas i fästet för kolslitsskenan, och då denna skadas fälls strömavtagaren ner (Trafikverket, 2012). Enligt TSD rullande materiel skall alla nyttillverkade tåg för höghastighetsbana vara utrustade med ADD (Europa Kommissionen, 2008).

5.1.3 Upplyftsdetektor, BUBO

Detektorns uppgift är att varna om upplyftet är för stort eller för litet. Detta gör detektorn genom att mäta av den vertikala lägesförändringen hos kontakttråden (Trafikverket, 2005). I bild 16 visas hur en upplyftsdetektor är placerad.



Figur 16: Upplyftsdetektor (Trafikverket, 2009)

5.1.4 Avisning

Idag används inget bestämt avisningsystem i Sverige. Trafikverket har med hjälp av andra aktörer tittat på olika tekniker för att tillmötesgå vinterproblematiken, vilka är (Olofsson, 2013):

- Att värma tråden
- Att skrapa tråden med en isskrapa
- Att rolla tråden med förebyggandemedel

5.2 Inom Europa

Nedan redogörs några av de tekniker som används ute i Europa och också ny teknik som än så länge enbart finns på testnivå.

5.2.1 Eye Train

Företaget Petards har tagit fram ett smart system vid namn "EyeTrain".

EyeTrain är en serie av olika typer av övervakningskameror, vars uppgift är att övervaka olika faktorer som ingår i järnvägssystemet, så som resenärer, fordon och infrastruktur (Petards, 2012).

Petards lösning för att övervaka strömavtagare och kontaktledning är en robust kamera som monteras på fordonstaket. Kameran filmar sedan kontakten mellan ledning och strömavtagare dag och natt, vid mörker används en LED-lampa för att ge önskad bildkvalité. Om en störning uppstår, exempelvis

nedrivning av en kontaktledning, kan orsaken till skadan fastställas i eterhand genom att titta på filmen (Petards, 2012).

En mer avancerad teknik kan väljas att installeras på systemet, vid exempelvis hårt trafikerade sträckor eller sträckor med återkommande fel. Kameran analyserar då statusen mellan kontaktledning-strömavtagare och varnar tågoperatören vid avvikande beteende eller vid hög ljusbågsbildning. Med hjälp av Eyetrain kan behovet av underhåll kartläggas samt störningar i trafiken minskas (Petards, 2012).

5.2.2 Intelligent kol

En intressant teknik som det tyska företaget Schunk har tagit fram, är den så kallade "Intelligent Carbon for pantographs", intelligent kol för strömavtagare. Tekniken kan liknas vid svenska KIKA, men istället för att använda kameror används ett datorsensorsystem. Övervakningssystemet är monterat vid en strategisk utvald punkt på banan, en tillhörande trådlös sensor placeras ut på loket under strömavtagaren, samt monteras flera sensorpunkter inuti kolslitskenan. När tåget sedan passerar övervakningssystemet, mäts kolslitskenans status. Med hjälp av ett datorprogram och tåginformation kan ett rekommenderat datum ges om när kolslitskenan skall bytas. Informationen skickas sedan vidare till tågoperatören med e-mail eller SMS (Schunk, 2013).



Figur 17: Sensorsystem i "Intelligent carbon for pantograph", (Schunk, 2013)

Hittills finns ett testsystem på plats i Darmstadt i Tyskland, vilket fungerade mycket bra under vintertid 2012. Schunk planerar att utöka testsystemet i vår 2013 (Fleishhauer, 2013).

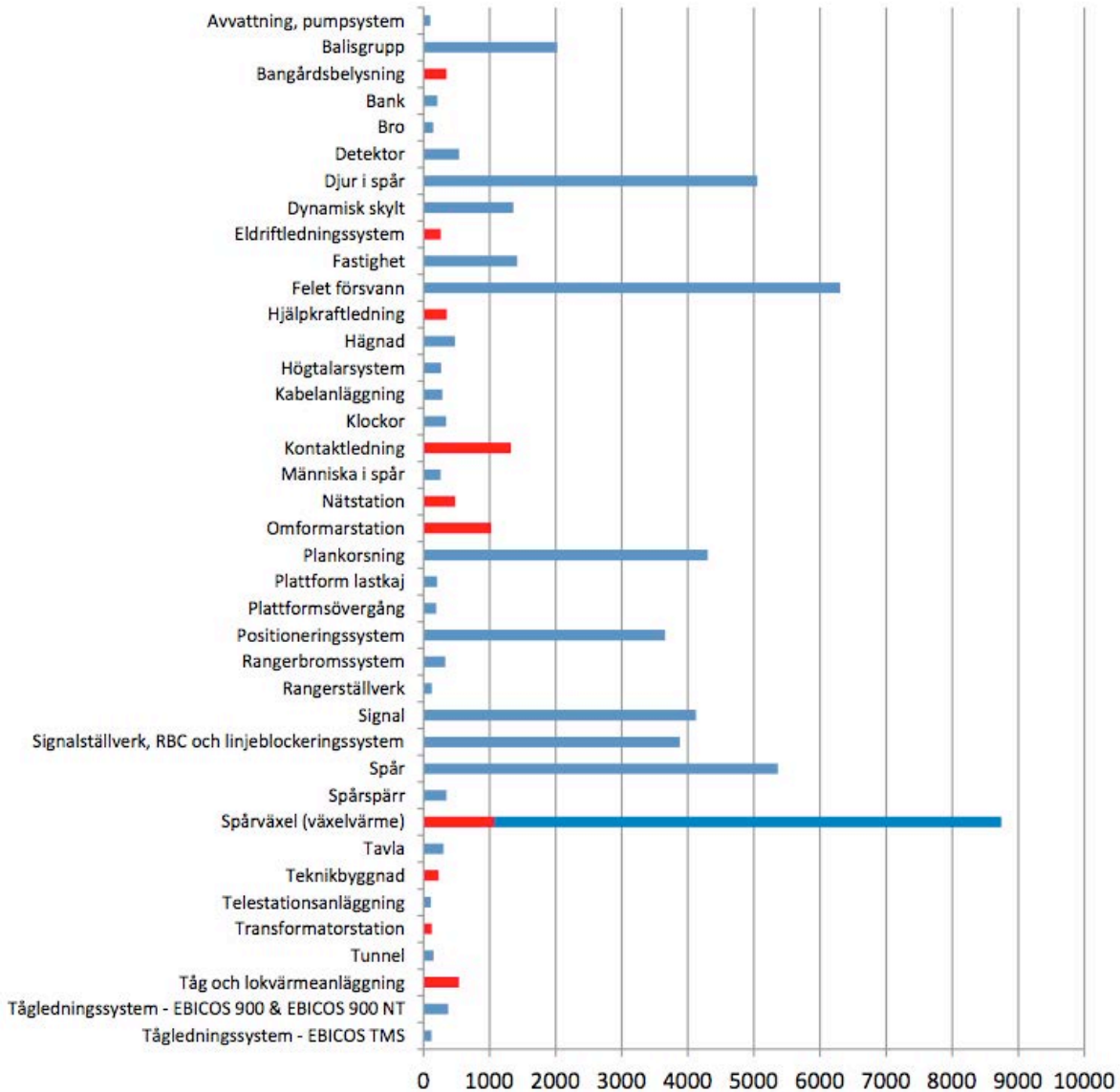
5.2.3 Avisningsystem

Frostbildning på kontaktledningen är ett stort problem under vintertid. Isbildningen ökar slitaget på kolslitskenan och försämrar kontakten nämnvärt, vilket i sin tur påverkar strömöverföringen negativt. Även risken för skadliga ljusbågar ökar.

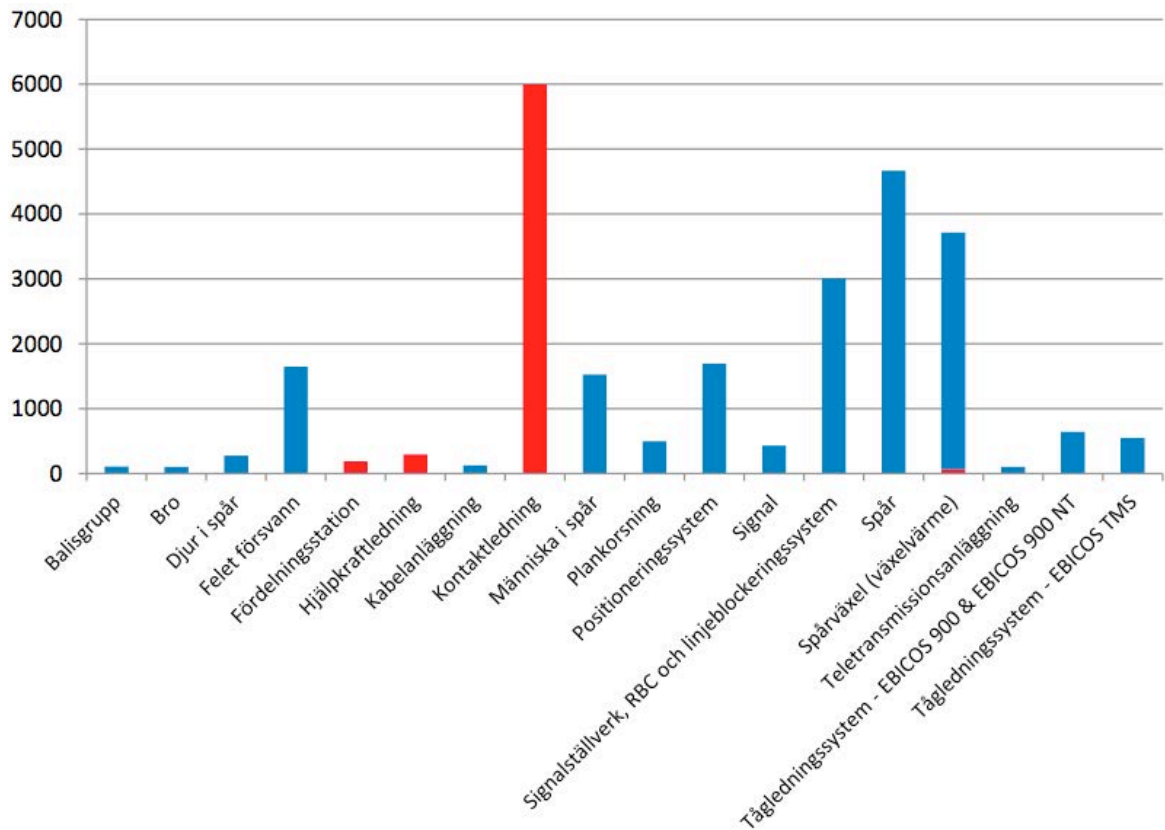
Flera tekniker finns idag för att tillmötesgå problemet. Ett är företagets, Stemann-Technik, "Non-Icing-System". Avisningen sker genom att bespruta kontaktledningen med en glycerinblandning. Systemet består utav två delar, där en är placerad i fordonet och den andra är monterad likt en strömavtagare på fordonet. Strömavtagarens kolslitsskenor har ersatts av en besprutningsutrustning. Systemet användas i förebyggande syfte och fungerar bäst mellan 0°C och -15°C. Avisningen beräknas hålla i 2-3 dagar (Stemann-Technik, 2005).

6 Statistik

Dessa två diagram belyser förseningsproblematiken vid kontaktledningsrelaterade fel väl. Staplarna markerade i rött är i anknytning med kontaktledning.



Figur 18: Antal anmälda fel på samtliga anläggningstyper år 2012



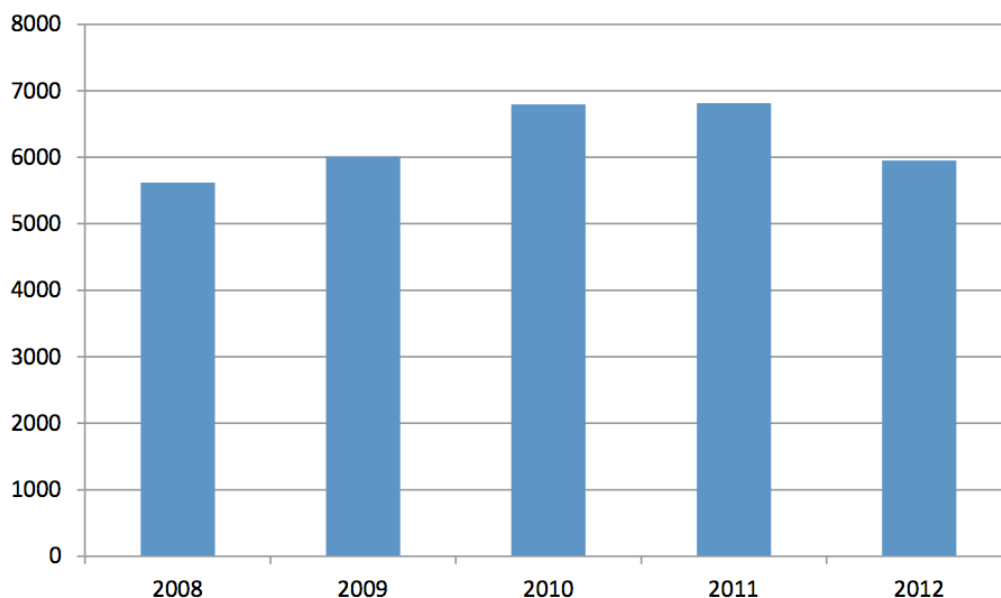
Figur 19: Antal merförseningstimmar på samtliga anläggningstyper (över 100 timmar) år 2012

6.1 Årsrapport över Elkraft 2011

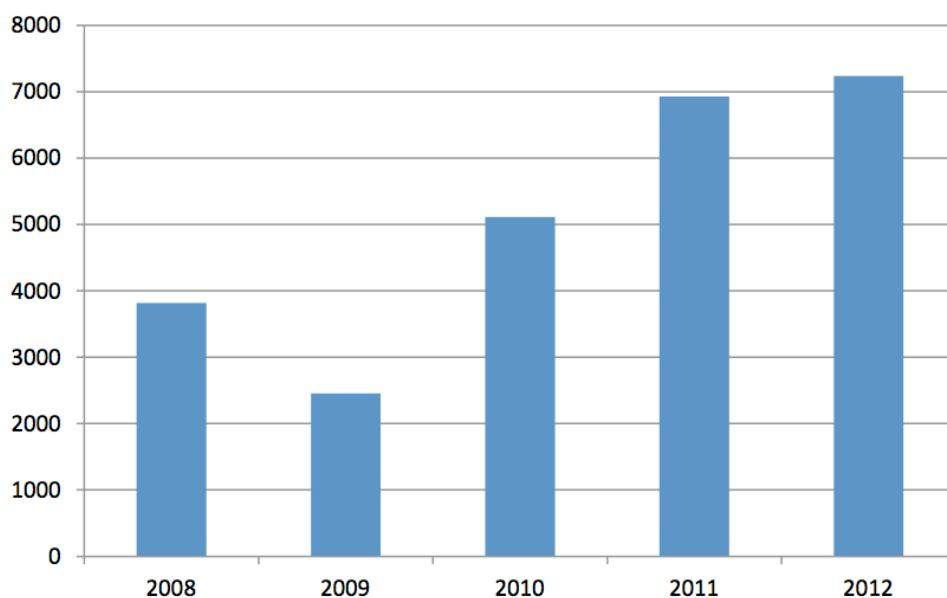
Hela avsnittet fr.o.m. 6.1 t.o.m. 6.3 bygger på samma källa, Trafikverkets årsrapporter för 2011 och 2012.

6.1.1 Diagram över förseningar och fel

Elkraftsanläggningarna står för 30 % av alla förseningar som skedde under år 2011. Sammanlagt 1024 stycken fel påverkade framkomligheten hos trafiken och resulterade i 7691 förseningstimmar. Av dessa var 448 stycken kontaktledningsfel, vilka resulterade i 5903 förseningstimmar.



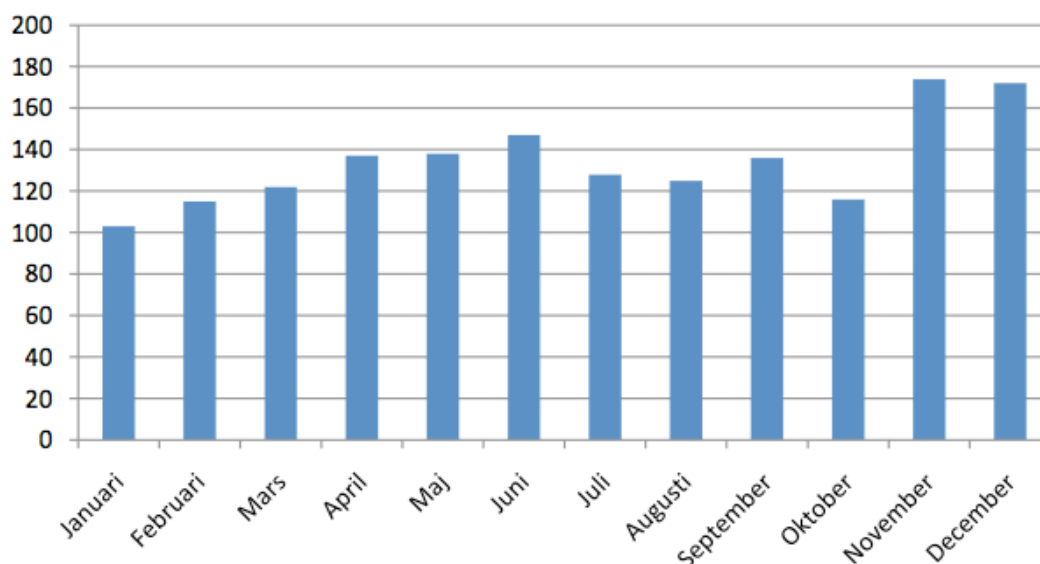
Figur 20: Antal anmälda fel under perioden 2008-2012 för elkraftanläggningar.



Figur 21: Merförseningstimmar under perioden 2008-2012 för elkraftanläggningar.

76 % av alla förseningstimmar på elkraftsanläggningen beror på fel på kontaktledningen. I figur 22 visas hur förseningarna var fördelade under året. Störst antal felanmälningar skedde kring november och december (ca 170 på vardera månad).

Anledningen till att det uppstår fler fel under vintermånaderna beror på att det kalla klimatet påverkar kontaktledningen negativt, bland annat genom frostbildning på ledningen. Viktigt att ta hänsyn till vid avläsning av diagrammet är att inte alla felanmälningar leder till förseningstimmar.



Figur 22: Antal anmälda fel på kontaktledningen år 2011 (fördelat månadsvis).

Antal anmälda fel på elkraftanläggningen, vilket kan vara fel hos bärtrådar, bärlinor och strömavtagare, uppnådde 600 stycken år 2011. Dessa fel på anläggningen genererade hela 1440 timmar i merförsening, vilket är 27 % av alla merförseningstimmar på grund av kontaktledningsfel.

Fel som kan härledas till trafikutövare stod för 27 % av den totala merförseningen som gäller kontaktledning. Fel hos trafikutövare kan till exempel bero på en trasig strömavtagare. År 2011 anmäldes det sammanlagt 133 stycken fel och dessa genererade 1436 merförseningstimmar.

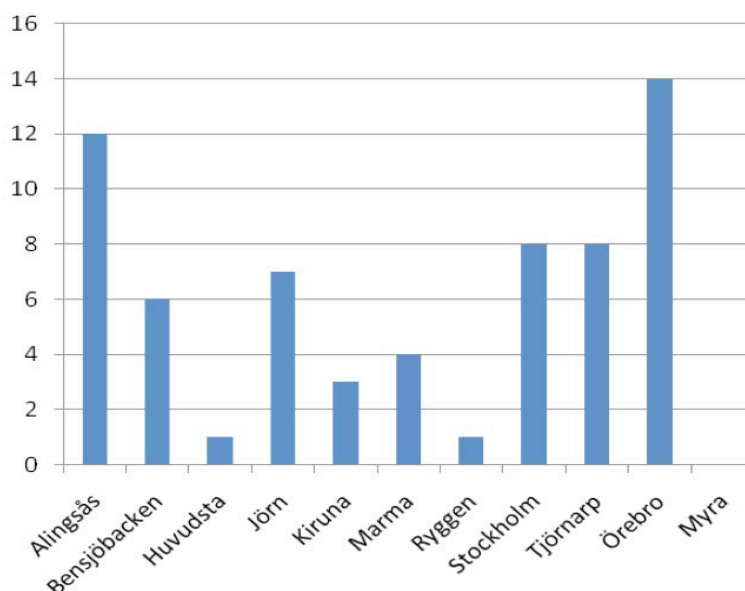
Övriga anmälda fel på kontaktledningen beror bland annat på väder och vind, entreprenad, sabotage och vägfordon.

Skador på anläggning samt hos trafikutövare stod för mer än hälften av alla merförseningstimmar under 2011. Ett exempel på en omfattande skada var händelsen vid Hallsberg och Laxå den 20 mars 2011. En skyddssektion havererade, vilket resulterade i hela 427 merförseningstimmar.

Dessa situationer är mycket viktiga att se över, då merförseningstimmar kostar samhället enorma pengar och framförallt skapar det stort missnöje bland resenärer.

6.1.2 KIKA-detektorer

Under hösten 2011 placerades 12 nya KIKA-detektorer ut för att komplettera de existerande 10. De nu sammanlagda 22 detektorerna upptäckte själva 18 skador. Med hjälp från extrapersonal på driftledningscentralen upptäcktes 46 stycken skador med manuell granskning. Antal falsklarm uppkom till 426 stycken.



Figur 23: Antal upptäckta skador 2011, fördelat per detektor

6.1.3 Trafikverkets åtgärder 2011

Nedan följer några av Trafikverkets punkter som ansågs vara mycket viktiga att se över och förbättra inför 2012 (Trafikverket 2011-b):

- Arbeta för att få bättre kvalitet och tillförlitlighet i KIKA-detektorerna.
- Fortsätta att införa ADD
- Be SJ titta på upptrycket på strömvagnarna för X40, vilka har skapat stora problem under året.

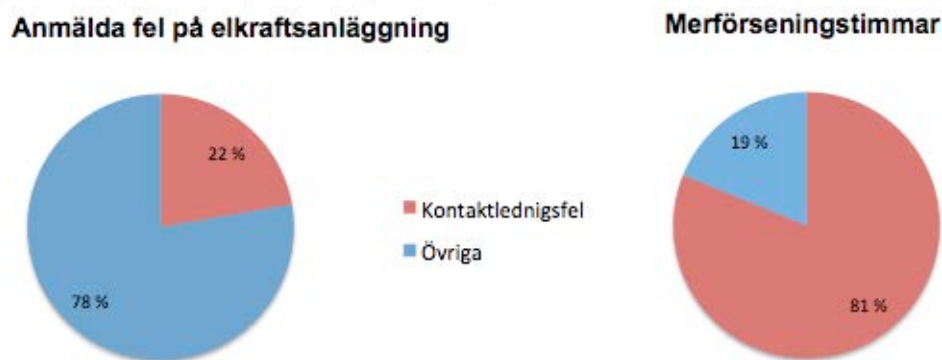
6.2 Årsrapport över Elkraft 2012

Diagrammet ovan i figur 20 visar att det var färre antal anmälda fel på elkraftledningen år 2012 än var det var föregående år, dock resulterade det ändå i fler förseningstimmar, se figur 21. Detta beror förmodligen på att tre av de större händelser som ägde rum 2012 orsakade 200 merförseningstimmar vardera.

Årets värsting var mellan Höör och Tjörnarp, där en sliten bärlina havererade och trillade ner på I-rälen. Detta resulterade i omfattande skador på signalanläggningen och skapade stora störningar i tågtrafiken.

Under året anmäldes 555 stycken anläggningsfel på kontaktledningen. Dessa fel stod för 30 % av de samtliga kontaktledningsrelaterade förseningstimmar, vilka var 1571 timmar i merförsening. Fel hos trafikutövare uppkom till 113 stycken, och dessa orsakade 953 merförseningstimmar.

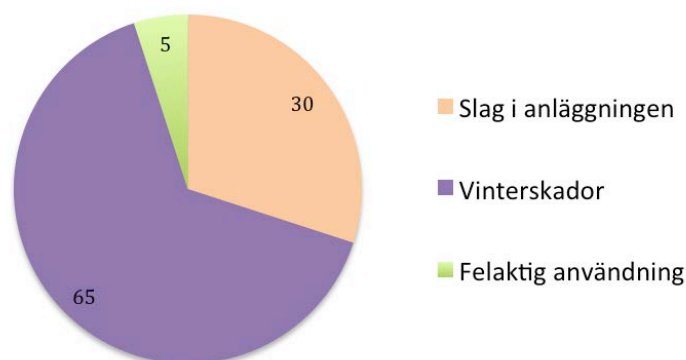
Anmärkningsvärt är att kontaktledningsrelaterade fel skapar mycket stora merförseningar i förhållande till antal anmälda fel. I figur 24 tydliggörs detta.



Figur 24: Diagram över fel och merförseningar på elkraftsanläggningen under 2012.

6.2.1 Kika-detektorer

Under 2012 förbättrades den manuella övervakningen av KIKA-detektorerna, vilket resulterade i att hela 188 stycken skador uppmärksammades. Dessa i form av deformerade och skadade strömavtagare eller kolslitskenor. För att få en bättre orsaköversikt delas skadorna upp i 3 olika typer, vilka följer nedan:



Figur 25: Typ av fel på strömavtagaren

30 % av skadorna berodde på ”slag i anläggningen”, vilket exempelvis kan vara att en mindre del av kolet saknas på kolslitsskenan. Anledningen till denna typ av skada är oftast ett fel i infrastrukturen. Det kan dock vara mycket svårt att hitta felkällan i infrastrukturen.

65 % av skadorna var så kallade ”vinterskador”. Vid frostiga förhållanden kan stora ljusbågar uppstå, dessa orsakar skador på limmet på kolslitsskenan, vilket kan resultera i att hela kolet försvinner. Denna typ av fel är mycket årstidsberoende, under april och september skedde endast 2 fel, medan under oktober och mars förekom hela 20 stycken fel.

5 % av skadorna berodde på ”felaktig användning”. Orsaken till dessa fel är exempelvis felmonterade kolslitskenor eller att fordonet kör med dubbla strömvtagare uppfällda.

6.2.2 Trafikverkets åtgärder 2012

Nedan följer några av Trafikverkets punkter som ansågs vara mycket viktiga att se över och förbättra inför 2013:

- Ställa som krav att ALLA fordon måste vara utrustade med ADD för att få trafikera svensk järnväg.
- Fordon utan ADD ska stå som kostnadsskyldiga vid kontaktledningshaveri.
- Införa fler KIKA-detektorer
- Skapa en rutin hos eldriftledningen för att minska onödiga driftstörningar.

6.3 Trafikverkets funderingar

Trafikverket avslutade 2012 årsrapport med några punkter som de tror bidrar till den ökning av driftstörningar vi ser idag, dessa var bland annat:

- Fler tåg på spåren, vilket ger en större belastning på systemet.
- Färre maskiner och elreparatörer för felavhjälpning.
- Ökad trafik kring storstäderna. Känsligare system för störningar, vilket kan skapa stora konsekvenser.
- Äldre anläggning.

7 Intervjuer

7.1 Anders Olofsson, Eltekniker på Green Cargo

”Trafikverket tittar mycket på vad vi fordonsägare ska fokusera på, men vi kastar ofta tillbaka bollen och ger dem förslag vad de ska fokusera på för att vi ska uppnå ett bra samspel.” – Anders Olofsson

7.1.1 Automatic Drop Device

Green Cargo satsar mycket på att deras lok ska vara utrustade med ny teknik för att vara så tillförlitliga och felfria som möjligt. De har ett stall med 270 stycken ellok, där varje lok är utrustade med två strömavtagare. Mer än 60 % av alla lok är försedda med tekniken Auto Drop Device. Elloksteknikern Anders Olofsson poängterar dock att det stora problemet är att Trafikverkets trafikledare och eldriftledare är för dåligt utbildade för att jobba med ADD. Anders menar att om Green Cargo ska satsa stora pengar på att investera i ADD, förväntar de sig att Trafikverket kan följa upp och hantera tekniken på rätt sätt.

Utvecklingen går ibland lite för fort, det man förväntar sig av tekniken och det den är byggd för kan man inte hantera och möta, fortsätter Anders.

Green Cargo och Trafikverket har tagit fram handböcker och annan information för att förbättra lokförarens, trafikledares och eldriftledares förståelse och kompetens kring ADD.

7.1.2 Vilka problem med kontaktledning upplever du vara allvarligast?

– Att Trafikverkets entreprenörer bygger fel, underhåller fel och så vidare. Det finns rapporter där det tydligt framgår att Trafikverkets entreprenörer har gjort fel, säger Anders. Ett annat problem som är viktigt att belysa enligt Anders, är att vissa av fjärrtågklarare inte besitter rätt kompetens för arbetsuppgiften, vilket kan skapa stora missförstånd. Ett exempel på missförstånd kan vara att trafikverkets fjärrtågklarare chansar och släpper på tåg på en sträcka som har haft återkommande fel. – Och ja, till slut ramlar självklart kontaktledningen ner, säger Anders.

Vidare kommer vi in på en annan problematik, att det är väldigt svårt att peka på vem som orsakat skadan på kontaktledningen. Varje kontaktledningshaveri utreds, för att se om det är ett fordonsrelaterat fel eller ett fel på infrastrukturen. Som tidigare nämnt är det mycket svårt att komma fram till vem som orsakat skadan. Anders Olofsson poängterar att det självklart inte alltid är entreprenörens fel, utan att felet kanske egentligen beror på bristfällig kommunikation mellan entreprenören och Trafikverket.

7.1.3 Samspel mellan entreprenörer och Trafikverket

Anders Olofsson ser en nackdel med att Trafikverket väljer att lägga ut allt arbete som berör spår, växlar, signaler, elkraft m.m. på så många olika entreprenörer. Anders anser att vissa av de fel och skador som uppkommer på järnvägen ibland kan bero på slarv. Orsaken till att slarv uppstår kan vara att Trafikverket inte ringat in alla krav som bör ingå i entreprenaden. Vilket kan bero på okunskap eller ovana hos de som skrivit entreprenadavtalen, menar Anders Olofsson. Ett dåligt samspel mellan entreprenörer och Trafikverket skapar störningar i systemet, och här är det Trafikverket som bär det största ansvaret förtydligar Anders.

En händelse som förtydligar problemet i samspelet mellan entreprenören och Trafikverket uppdagades på sträckan Gävle - Luleå - Haparanda. På denna sträcka kör Green Cargo många godståg. På vintern leder kylan till väldiga problem, ett av dessa är isbildning på kontaktledningen. Green Cargo får många försenade tåg och många böter som följd av isproblematiken.

– Förseningar är självklart oacceptabelt för våra kunder, säger Anders Olofsson. Vidare berättar Anders, för att lösa vinterproblemen fick Green Cargo Trafikverket att placera ut isskrapor på de mest utsatta platserna. Dock visade vintern år 2012 att isskrapnings-metoden inte hade fungerat. Det företedde sig i efterhand att entreprenören som varit ansvarig för sträckan inte haft tillgång till lok som var kompatibla för de inköpta isskraporna. Detta resulterade i att isskraporna låg redo hela vintern för att användas, men inget hände. Anders Olofsson menar att problemet i detta fall var att Trafikverket inte legat på entreprenören och sett till att saker och ting blivit gjorda. Han säger också att det är en stor brist mellan det som förväntas att bli utfört och det som blir utfört.

7.1.4 Samspel mellan tågoperatörer och Trafikverket

Efter att några års vargavintrar ställt till med många och allvarliga fel beslutade bland annat Green Cargo och Trafikverket att starta en arbetsgrupp för att förbättra samarbetet mellan de olika järnvägsaktörerna. Gruppen har som mål att alla ska jobba tillsammans samt att alla ska ha bra utrustning för att kunna uppnå ett gynnsamt samspel. Kommunikationen mellan de stora aktörerna har tack vare arbetsgruppen blivit bättre, men det är en lång väg kvar, säger Anders.

Anders Olofsson anser att svårigheten med att kunna uppfylla målen är att de stora operatörerna som exempelvis Green Cargo och SJ AB har stora resurser för att nå målen, medan de små operatörerna inte har samma resurser. Det kan vara en följd av avregleringen, säger Anders. Green Cargo är som tidigare nämnt en stor tågoperatör med 270 ellok och 150 diesellok, samt många

verkstäder runt om i landet. Följaktligen kan Green Cargo enkelt gå in och byta tåg vid skada, en möjlighet som en mindre operatör kanske inte har.

Idag trafikerar ett stort antal småoperatörer banorna, bland dessa är det en väldigt stor variation på fordonens status, menar Anders som förtydligar återigen att man inte kan dra alla över en kam, många småoperatörer är jätteduktiga.

7.1.5 KIKA-detektorer

Angående KIKA-detektorerna säger Anders Olofsson att det finns en del brister. Tekniken kräver specialutbildad personal som granskar felen med mänskliga ögat, vilket kostar mycket pengar.

Allt är väldigt beroende av vart annat på järnvägen, då alla ska samsas om ett spår, därmed borde målsättningen vara att alla kör runt med lika bra grejor, enligt Anders. Anders uppfattning är att när seriösa tågoperatörer får larm från KIKA, skiftar de strömavtagare och åker sedan in till sin verkstad för att reparera den slitna strömavtagaren. Dessvärre finns det en del oseriösa tågoperatörer, vilka bortser från larmet och kör vidare. En orsak kan vara att de saknar tillgång till verkstäder.

7.1.6 Vilka problem upplever du att man inte tar nog hänsyn till inom branschen?

Viktigt att inse är att de aktörer som verkar på järnvägen är beroende av varandra, för utan elektrisk tågdrift kan loken inte köra och utan loken kommer inga pengar in.

– Vi ska sluta att bara skylla på varandra och istället jobba tillsammans, det är en grundförutsättning, säger Anders Olofsson.

Det borde vara ett ömsesidigt samarbete med gemensamma krav. Om det ska vara en gemensam lagstiftning, är det viktigt att det är lika för alla under rätt förutsättningar, säger Anders. En lagstiftning måste vara skapad ur verkligheten. – Det får inte bli en huvudkontorsprodukt, menar Anders. Man måste blanda konsulter med tekniker för att göra lagstiftningen genomförbar och användbar.

7.1.7 Hur räknar ni på era kostnader i samband med kontaktledningshaveri och förseningar?

Anders poängterar att det är viktigt att ta hänsyn till att varje haveri är unikt. Antalet förseningstimmar kan variera beroende på hur trafikerad banan är. På exempelvis en lågtrafikerad bana i Norrland blir det inte många timmar i följd försening. Sker samma skada på Getingmidjan strax söder om Stockholm C, där det passerar ca 700-800 tåg/dygn, skenar kostnaderna iväg. Anders

Olofsson säger att ett kontaktledningshaveri tar ca 7 timmar att laga. Gällande själva loket kostar en reparation av strömavtagare i snitt 30 000 kronor och att köpa en ny kostar ca 85 000 kronor. Därefter tillkommer böter till kund p.g.a. försenad ankomst, samt ersättningskrav från andra operatörer på spåren om de blivit påverkade av förseningar. Att sedan komma fram till vem som är skyldig till haveriet är mycket svårt. Antingen är det ett fordonsfel (Green Cargo ansvariga) eller ett infrastrukturfel. Anders berättar att några gånger per år clearar Green Cargo och Trafikverket dessa kostnader, då det oftast inte går kan peka ut den skyldiga utan var och en står för sina kostnader.

7.1.8 Intressant kuriosa

- Vi är ganska unika i Sverige som kör ellok med öppna ledningar så högt norrut, och i det stora hela går det rätt bra. Men med små medel hade det kunnat gå mycket bättre, menar Anders. Förr var inte isbildning på kontaktledning ett lika stort problem. De omformarstationer som användes tidigare, istället för dagens omriktare, kunde styras manuellt. På vintern kunde omformaren manuellt manipuleras och överbelastas för att på så sätt köra för hög ström i ledningen och att alstra värme i kontaktledningen som smälte isen. Trafikverket bygger dagens system för att det ska vara så effektivt som möjligt samt ha så låga förluster som möjligt, men en nackdel med det nya AT-systemet är att det inte går att värma tråden, säger Anders.

7.2 Peter Larsson, driftanalytiker elkraft på Trafikverket

7.2.1 Allvarliga problem relaterad till kontaktledning

– Det finns brister som är dolda, som det inte finns noggranna metoder för att upptäcka, dessa är allvarliga, säger han. Peter Larsson nämner i första hand överkopplingslinor som ett problem som inte uppmärksammas nog.

Överkopplingslinor finns för att hålla i hop två olika sektioner av kontaktledning. Kontaktledningen matas från en omformarstation och mellan olika matningar finns en spänningslösdel på ca 10 m, en skyddssektion, som gör att respektive kontaktledningsdel är elektrisk separerad från den andra. Detta är för att kunna koppla bort en eller flera sektioner vid underhåll/olyckor utan att all tågtrafik stannar. En annan orsak till att skyddssektionerna finns är att det kan finnas fas- och spänningsskillnader mellan två sådana avsnitt, och dessa måste hållas från varandra. Avsnitten är sammanlänkade med en överkopplingslina. Det är viktigt att lokföraren inte ”drar på gasen” när en skyddssektion passeras, då finns risk för överbrygning vid fas- och/eller spänningsskillnader.

När ett fordon kommer till en skyddssektion finns det skyltar i förväg som varnar för att en skyddssektion närmar sig. Skylten ska informera lokföraren om att han inte ska ha pådrag på motorerna, utan att i stället låta tåget glida förbi skyddssektionen. Om tåget passerar en skyddssektion med pådrag riskeras överbrygning från den ena sektionen till den andra. Överkopplingslinorna klarar inte av den höga ström- och spänningsnivån och den bränns av.

Underhåll och besiktning av överkopplingslinor är även det något som är bristfälligt enligt Peter Larsson. När kontaktledningen skall besiktigas har ofta inte överkopplingslinorna kontrollerats så pass noga som de borde, särskilt med tanke på att det ofta blir problem just vid dessa punkter. Finns det någon svaghet vid en överkopplingslina, och det inte upptäcks och åtgärdas, ökar risken för att det blir brott om ett fordon rullar förbi med pådrag.

7.2.2 Problem relaterad till strömavtagare

Vintertid har vi i Skandinavien ett klimat som bjuder på problem som övriga Europa inte upplever i lika stor grad. Limmet på kolslitskenan klarar inte av ljusbågarna som uppstår som följd av is på kontaktledningen, och limmet lossnar. Detta är ett problem som man ser mycket av vintertid och upplevs som ett allvarligt problem relaterat till strömavtagare. Peter Larsson poängterar att det finns andra typer av strömavtagare, och att man skulle kunna komma runt detta problem om man är mer noggrann med att använda strömavtagare som är gjorda för att klara av vårt klimat.

7.2.3 Underhåll

Ett tema som är mycket aktuellt är underhåll av infrastruktur. Peter Larsson framhäver uppföljning av underhållet från Trafikverkets sida som en punkt med stor förbättringspotential. I dag har underhållsentreprenörerna sina underhållskontrakt på respektive bandelar som ofta varar i 5 år. När entreprenadtiden är över utför Trafikverket en slutbesiktning, men under entreprenadtiden står entreprenören för all besiktning själv. Att Trafikverket utöver slutbesiktning gör egna besiktningar och följer upp underhållsarbetet genom tätare samarbete med entreprenören skulle kunna underlätta i arbetet mot en järnväg med färre fel.

Tider i spår för att utföra arbete är ett problem som nästan alltid dyker upp när underhåll kommer på tal, även i denna intervju med Peter Larsson. För att utföra underhåll på järnvägen måste spåret ibland stängas av under en kortare eller längre tid. Mindre underhållsarbete och felavhjälpling kan ofta utföras på så kallade vita tider när inga tåg går, detta är ofta på natten. Ska större åtgärder

göras måste spåret stängas av, och den tid som är kan disponeras av entreprenör för arbete kallas disptid.

Det tyvärr alltid svårt att få tider i spår för att utföra arbete, och entreprenörer tycker ofta att de tilldelade disptiderna är för korta. Tågoperatörer vill ha besked flera år i förväg om Trafikverket planerar att utföra större arbeten, detta för att kunna planera sina tidtabeller och eventuella ersättningsbussar.

De senaste åren har tågtrafiken ökat markant, vilket genererar ett ökat slitage på infrastruktur och ett ökat behov för underhåll, samtidigt som möjligheterna att få disptider blir sämre. Både planerade avstängningar och vita tider blir det mindre och mindre av, tiderna blir också kortare. Detta är ett allvarligt problem och Peter Larsson poängterar att så som utvecklingen är i dag kommer inte underhållet av kontaktledning att kunna göras i rätt takt på grund av att de tilldelade tiderna i spår inte räcker till. Man skjuter ett berg av underhåll framför sig, och om det inte blir ändringar i hur man planerar underhållet kommer man inte i fatt.

En kontaktledning beräknas ha en teoretisk livslängd på ca 50 år. Överstiger kontaktledningen sin teoretiska livslängd ökar risken för skador och driftstörningar. Det betyder att det kontinuerligt måste bytas ut en viss mängd kontaktledning som är för gammal, för att säkerställa driftsäkerhet. I dag uppfylls inte den önskade takten för utbyte av kontaktledning.

Peter Larsson säger att historiskt har det varit pengar som gjort att utbytet av gamla komponenter inte har gjorts, men i dag kommer andra faktorer in och spelar en viktig roll. De tidigare diskuterade disptiderna är viktiga, och Peter tar ett exempel för att illustrera svårigheterna: – Hur ska man praktiskt lösa ett kontaktledningsbyte på sträckan Göteborg-Stockholm? Det är ju ingen tvekan om att kontaktledningen på denna sträcka kommer behöva bytas i framtiden, men i dagsläget prioriteras det inte tider i spåret för att utföra sådana stora åtgärder.

7.2.4 KIKA

Peter Larsson får frågan om hur lyckat han tycker KIKA-projekten har varit. – Det har inte varit lyckat i den grad man hade önskat. 50-60 % av de fel som uppstår på kolslitskenan upptäcks av KIKA, säger Peter Larsson. Det som tydligt framgår med kamerorna efter att ha varit ett tag i bruk, är att den automatiska analysen av bilderna inte fungerar.

Trafikverkets drifrapporter från 2012 visar tydligt vad Peter Larsson menar. Typiskt granskar KIKA I och II ca 41000 bilder varje månad. Av dessa ger ungefär 1400-1500 bilder upphov till falsklarm, och ca 2800 passager

resulterar i en bild som inte kan användas (t.ex. om kolslitskenan har hamnat utanför bild). KIKA I upptäcker normal nästan alla fel själv, men KIKA II har vissa månader inte upptäckt ett enda fel med sin automatiska analys.

Peter Larsson säger att efter diskussioner med Sensys som har tagit fram systemet, har det kommit fram att mjukvaran som ska upptäcka om kolslitskenan är skadad behöver träna innan den blir användbar. Den behöver se flera tusen skador på kolslitskenor för att fungera optimalt. Årligen uppkommer det ungefär 100-200 skador på kolslitskenor, det vill säga att KIKA II behöver öva sig i 10-20 år innan den är smart nog att upptäcka alla fel.

På grund av att KIKA II inte har fungerat som man önskat har Trafikverket de senaste två vintrarna haft inhyrd extrapersonal som sitter och granskar alla bilder från KIKA II manuellt. Detta har gett bra utslag, manuell granskning har upptäckt alla fel. Bilderna ger i sin tur en högre förståelse för skador och fel på strömavtagare. Dessutom kan bilderna påvisa vilka typer av strömavtagare som drabbas och vilka typer av fordon som drabbas etc. Peter Larsson avslutar temat om KIKA med att säga att kamerorna är bra, men i dagsläget fungerar tyvärr inte den automatiska analysen.

7.2.5 BUBO

Trafikverket har även en upplyftsdetektor kallad BUBO i sitt nät som ska känna av om strömavtagarens upplyft är felaktigt. När det uppstår larm från upplyftsdetektor ska fordonet fälla ner strömavtagaren och byta till annan. Sedan ska fordonet in på verkstad för kontroll av den strömavtagaren som larmet gällde för. Peter Larsson säger att denna detektor ger ungefär 200 larm per år. Tyvärr är uppföljningen på BUBO-larm mycket dåligt, och Peter Larsson känner inte till ett enda tåg som har fått upplyfts-larm har åkt in på verkstad för kontroll av strömavtagaren.

7.2.6 ADD

I dag håller flera tågoperatörer på att successivt uppgradera sina strömavtagare med ADD. Enligt TDS ska alla nya fordon vara utrustade med ADD, därmed finns i dagsläget inget krav på att alla fordon ska ha det. Peter Larsson säger att de stora tågoperatörerna i diskussion med Trafikverket har valt att börja utrusta sin fordonspark med ADD, även äldre fordon, för här är det pengar att spara för alla parter. Tågoperatörerna sparar pengar på att skadorna på strömavtagarna begränsas, och Trafikverket får mindre omfattande skador på kontaktledningen.

7.2.7 Skuldfrågan

Efter att en kontaktledningsnedrivning inträffat träffas Trafikverket och den inblandade tågoperatören i ett möte för att diskutera skuldfrågan. Detta möte kallas skadereglering. Trafikverket och den inblandade tågoperatören har innan mötet gjort var sin separat utredning av händelsen. I mötet försöker parterna bli eniga om skuldfrågan, men om det inte går så sker ofta en kompromiss där var part tar sina kostnader.

Peter Larsson poängterar att Trafikverket inte driver frågan om skuld så hårt, det är mer intressant att lära sig om orsakerna än att peka ut en skyldig.

En kontaktledningsnedrivning kostar i ren reparationskostnad ca 100 000 kr för Trafikverket. När Trafikverket räknar in alla kostnader relaterat till en nedrivning landar summan på 800 000 kr. I detta belopp har man tagit med kostnad för tappat förtroende, ersättningsbussar, materialkostnader, etc.
– Att räkna på de samhällsekonomiska kostnaderna som följer en kontaktledningsnedrivning är svårt, och summan 800 000 får ses på som en uppskattning av kostnaderna, säger Peter Larsson.

7.2.8 Ny teknik

Peter Larsson får frågan om Trafikverket har planer om att ta hjälp av ny teknik och andra typer av detektorer än de man använder i dag. – Det finns planer på att börja med en fordonsbaserad accelerationsmätare som monteras på strömavtagaren, säger han.

Normalt ska kraften mellan strömavtagare och kontaktledning vara runt 100 N, men om det finns ett veck på kontaktledningen, en hård punkt eller andra defekter på kontakttråden, kan denna kontaktkraft sticka upp till 200-300 N. Detta medför givetvis stora krafter på anläggningen, vilket kan skada den.

Fördelen med en sådan utrustning är en kontinuerlig mätning på infrastrukturen görs, och monteras en accelerationsmätare på t.ex. en X2 mellan Göteborg och Stockholm kommer det att ge 5-6 mätningar per dag.

I dag görs periodiska mätningar med en egen mätvagn, hur ofta detta sker beror på banklass och det styrs av trafikbelastning och STH. Med flera mätningar per dag, istället för en handfull årligen, hoppas man att lättare kunna förutse åt vilket håll utvecklingen går, säger Larsson. På så sätt kan man ligga i framkant och planera underhåll med större noggrannhet. Denna typ av mätning, där fordon i reguljär trafik används för att övervaka anläggningen nyttjas redan i flera europeiska länder.

8 Analys och åtgärdsförslag

8.1 Analys

I den här delen kommer den inhämtade informationen att jämföras med de åsikter och erfarenheter som intervjuerna visat.

8.1.1 Underhåll

Antalet merförseningar har ökat drastiskt de senaste åren, vilket illustrerades tidigare i figur 21. Det kan finnas många olika orsaker till ökningen, exempel på de faktorer som påverkat förseningsstatistiken kan vara:

- Svåra vintrar de senaste åren
- Eftersatt underhåll
- Omfattande händelser som resulterat i stora förseningar
- Dålig uppföljning av problem
- Ökad trafik

Att tågtrafiken ständigt ökar genererar självklart många fördelar, men en tillsynes oundviklig konsekvens är att underhållet inte hinns med. Det råder redan idag brist på disptider för att utföra underhåll i spår, vilket försvåras än mer av en trafikökning. På de högtrafikerade sträckorna, exempelvis mellan Stockholm-Malmö, är det svårt att utföra underhållet av kontaktledning i den takt som önskas.

Idag lägger Trafikverket ut allt arbete som berör spår, växlar, signaler, elkraft m.m. på olika entreprenörer. Dessa underhållsentreprenörer har ofta ett femårigt kontrakt på respektive bandelar. Att det uppstår fel i utförandet av arbetet kan exempelvis bero på att Trafikverket inte ringat in alla krav som bör ingå i entreprenaden. En annan orsak kan vara att Trafikverket enbart utför slutbesiktning, istället för att ha ett kontinuerligt besiktningssystem. Att utföra besiktning kontinuerligt skulle inte bara leda till att fel upptäcks i tid, utan det skulle samtidigt stärka och förbättra samspelet mellan Trafikverket och entreprenören.

8.1.2 ADD

Enligt TSD ”rullande materiel”, skall alla nytillverkade tåg för höghastighetsbana vara utrustade med Auto Drop Device, dock följs inte detta fullt ut i Sverige. Som både Green Cargo och Trafikverket säger installerar de stora tågoperatörerna ADD på sina lok. Problemet ligger kvar ändå, då det finns operatörer som inte installerar tekniken. Fast det största problemet kring ADD är att personalen som skall hantera larm har en bristande kompetens inom detta. Det är ett stort bekymmer att en fungerande teknik finns och att

operatörer väljer att satsa stora pengar på denna, samtidigt som vissa av Trafikverkets trafikledare och eldriftledare inte kan följa upp och hantera tekniken på rätt sätt.

8.1.3 KIKA

KIKA-systemet är i dagsläget inte en optimalt fungerande detektor för skador på kolslitskenor. KIKA I har varit i drift i några år och är kopplad mot eldriftledningscentralen för automatiskt larm. Det är meningen att även KIKA II med tillhörande mjukvara ska analysera och larma automatiskt vid skador. Så är inte fallet i dag. KIKA II blev satt ut i drift 2011, dessvärre kan den fortfarande inte köras på automatisk drift uppkopplat till eldriftledningen som det är tänkt. Detta beror på att mjukvaran inte har fått öva på tillräckligt många bilder med skadade kolslitskenor.

Statistik från Trafikverkets månadsrapporter visar att KIKA II upptäckte allt från 0 till 10 % av skadorna som uppstod i 2012. Resterande fel upptäcktes av personal som manuellt granskar bilderna.

I början av tiden som KIKA II var i drift, under vintern 2011/2012, anställdes extrapersonal som granskade bilderna manuellt. Uppfattningen var att vintertid kom det att förekomma ett större antal fel på kolslitskenor till följd av kylan. Den manuella granskningen skulle endast vara en korttidslösning under uppstartfasen av KIKA II. Förhoppningen var att de 8 visstidsanställda som granskade bilderna inte skulle behövas när vädret blev varmare och antalet fel gick ner. Det visade sig att det var att hoppas på för mycket. Dels gick inte antalet fel ner när vintern var över, och dels så upptäckte fortfarande inte KIKA II fel i den utsträckning som önskades.

KIKA behöver öva på att jämföra hela kolslitskenor och skadade kolslitskenor för att fungera optimalt. Mjukvaran behöver se flera tusen skador för att lära sig känna igen skador som ska ge upphov till larm. Med ungefär 200 skador per år förstår man att de nya KIKA kamerorna troligtvis inte kommer fungera enligt planen inom en snar framtid. Man kan ställa sig kritisk till att Trafikverket har köpt in ett system som inte kommer kunna fungera som det ska på 10-20 år. Att ha extrapersonal som sitter och gör jobbet som ett automatiskt system egentligen ska göra, är betala för samma tjänst två gånger.

Trafikverket har i dagsläget inga planer på att göra något åt KIKAs undermåliga prestanda.

8.1.4 Vinterproblematik

Sverige har tidvis ett hårt vinterklimat som orsakar problem för tågtrafiken. Vintrarna 2010 och 2011 kommer många ihåg som tålamodsprovande och

frustrerande med tanke på järnvägstrafiken. Förseningarna blev många och omfattande, resultatet blev att tågoperatörer och Trafikverket tappade förtroende hos arga resenärer och kostnaderna för förseningarna blev stora. Efter de hårda vintrarna har det fokuserats mer på vinterproblematiken. Det är inte bara kontaktledningen som får problem på vintern, växlar fryser, isklumpar lägger sig i växeltungor, tågen samlar på sig tonvis med snö och is som gör att dörrar och koppel inte fungerar, bromsar fryser och så vidare.

Isbildning och rimfrost på kontaktledningen är ett omfattande problem. Många strömvtagare som används i Sverige är inte anpassade för kallt klimat, och limmet mellan kolslitskena och strömvtagare lossnar. Det kan tyckas konstigt att inte alla tågoperatörer som köper in tåg är mer medvetna i sina val när det gäller klimatanpassade komponenter. Tekniken finns, men används tyvärr inte i tillräckligt stor utsträckning. Ett exempel på detta är att det finns många olika avisningssystem för strömvtagare i dag, men inget som används systematiskt i Sverige.

8.1.5 Ansvarsfördelning

Att skuldfrågan är svår att lösa råder det ingen tvekan om. Ett kontaktledningshaveri kan ha många olika orsaker och att bestämma vad eller vem som orsakade skadan är mycket svårt. I Trafikverkets årsrapport från 2012 var en önskvärd åtgärd att alla fordon måste vara utrustade med Auto Drop Device för att få trafikera Svensk järnväg. En annan föreslagen åtgärd var att de tåg som inte uppfyller ADD-krav ska stå som kostnadsskyldiga om de blir inblandad i ett kontaktledningshaveri. Bortsett från de böter som kan delas ut vid fastställd orsak, finns idag inga bestämmelser eller krav för att göra någon kostnadsskyldig. Det finns heller inga direkta planer för att förenkla möjligheten till att göra någon kostnadsskyldig. Trafikverket ser nämligen inte ”att peka finger” som en lösning i och med att det ofta är svårt att fastställa om felet var fordon- eller infrastrukturelaterat.

8.2 Åtgärdsförslag

I den här delen ges förslag på möjliga åtgärder för att förbättra dagsläget.

8.2.1 Förbättrat samarbete

Järnvägssystemet kräver en god samordning i alla led. Regering, Trafikverket, tågoperatörer, entreprenörer m.m. måste arbeta efter samma mål, för att järnvägen ska fungera effektivt och vara driftsäkert.

Då Trafikverket är den som ansvarar för byggande, drift och underhåll för den svenska järnvägen, är det självklart deras ansvar att kommunikationen

fungerar mellan de operatörer som verkar på järnvägen för att utföra ”byggen, drift och underhåll”.

Trafikverket måste förtydliga sin roll som beställare och infrastrukturförvaltare gentemot entreprenörerna. Det kan Trafikverket åstadkomma genom att bland annat börja med en tätare uppföljning av drift- och underhållskontrakten, samt att utföra egna besiktningar under entreprenadtiden. Som tidigare nämnts görs besiktning enbart i samband med entreprenadens slut. För att Trafikverket dels ska få ökad kunskap om sin egen anläggning och även styrka sin roll som infrastrukturförvaltare, borde de egna besiktningarna göras oftare.

Entreprenörerna bär idag ansvaret att rapportera in i ett datasystem om banans status. Resultatet av rapportering är väldigt varierande beroende på vem som utför den. Ibland kan en felrapport vara väldigt bra och detaljerad, och i andra fall kan den mest basala information saknas. Trafikverket bör se över hur inrapporteringen kan förbättras genom att exempelvis göra inrapporteringsmallen mer användarvänlig.

Då järnvägen numera är öppen tillåts möjlighet för alla att trafikera den, vilket gör det extra viktigt att samarbetet mellan Trafikverket och tågoperatörerna fungerar. Trafikverket borde ställa utrustning- och statuskrav på samtliga tågoperatörer, samt upprätthålla en tät kontakt med varje enskild tågoperatör för att skapa ett bättre samspel. En mer detaljerad beskrivning sker nedan.

8.2.2 Utöka driftdepåer

Det nämns ofta att det är eftersatt underhåll på järnvägsinfrastrukturen, men vad som kan glömmas är att statusen hos de fordon som trafikerar järnvägen är minst lika viktig. Kör ett tåg med en utsliten kolslitsskena på järnvägen, nöts kontaktledning snabbt och följderna kan bli mycket stora. Det är därför angeläget att utveckla lagstiftningen för att eftersträva att alla fordon ska ha bra status för att få trafikera svensk järnväg. Det spelar ingen roll hur mycket pengar Trafikverket lägger på att underhålla järnvägens infrastruktur om tågoperatörer ändå kör omkring med dålig utrustning.

Ett problem som finns idag är att tågoperatörerna har svårt att få tillgång till underhållsdepåer och tvingas därför att köra vidare med exempelvis en defekt strömavtagare.

Trafikverket borde se över möjligheterna att bygga fler depåer, för att på så sätt förbättra åtgärder och uppföljning vid exempelvis ADD-larm och KIKALarm. Vinterproblemen hade också kunnat minskas genom att öka antalet depåer, då köerna för fordonsavisning blir långa under vintertid.

En annan åtgärd är att se över organisationen på driftdepåerna. Kanske har de små operatörerna svårare att få tillgång till underhåll av fordon än vad de stora har, vilket kanske skapat uppfattningen att vissa småoperatörer ”slarvar” med sitt underhåll.

8.2.3 Kunskap om ny teknik

Det tas ständigt fram ny teknik för att förbättra driftsäkerheten på järnvägen. Väljer Trafikverket att etablera en ny teknik på järnvägssystemet är det även viktigt att Trafikverket har en inlärningsprocess för de som ska arbeta med tekniken, vilka innefattar: entreprenörer, tågoperatörer, tågklarare, eldriftledare, lokförare m.m. Processen ska göra alla ovan nämnda medvetna om hur tekniken fungerar och varför den finns.

8.2.4 Kameraövervakning

Ökad kunskap om anläggningen gör att man lättare kan planera underhåll och förebygga fel. Trafikverket har planer på att montera en accelerometer på strömavtagaren till vissa fordon på högratifierade sträckor. Tanken är att använda mätdata från dessa till att lättare förutse utvecklingen och få en överblick över anläggningens kondition. Detta kommer dock inte ge några svar på vad som har hänt vid en nerrivning eller liknande.

För att få en djupare inblick av orsakssamband vid olyckor, skulle en möjlighet vara att montera en kamera som filmar strömavtagare och kontaktledning kontinuerligt. Kameran skulle fungera som ”svarta lådan” för en strömavtagare. En videoinspelning av händelseförloppen vid en olycka kan användas för att öka kunskapen om denna typ olyckor och även hitta orsaken.

Att ha en fordonsmonterad kamera som kontinuerligt filmar samspelet mellan kontaktledning och strömavtagare hade gett värdefull insikt i hur och varför fel och skador uppkommer på kontaktledning och strömavtagare. En möjlig lösning hade varit att kameran filmar hela tiden. Om inga avvikande händelser sker skrivs den inspelade informationen över med ny efter en viss tid. Vid en eventuell skada eller olycka pausas kameran efter händelsen, för att information ska kunna hämtas ut innan den skrivs över. Vilket hade varit ett värdefullt facit på händelseförloppet.

Trafikverkets Peter Larsson har sagt att Trafikverket fokuserar mer på att förstå orsakssamband och hitta lösningar än på att peka ut den skyldige för en eventuell skada. Att ha en ”svarta lådan” för strömavtagare hade dock underlättat för både Trafikverket och inblandad tågoperatör, då skuldfrågan

blir lättare att utreda, vilket skulle innebära trygghet för alla parter. I dag betalar var part sina egna kostnader, om det inte kan bevisas vem som bär ansvaret för händelsen. Med en kamera kan kostnadsfrågan bli en enkel sak att utreda.

Väderlek kan göra att bilder blir svåra att tyda i extremfall med snö, dimma mm., men över lag skulle stor nytta kunna dras av att ha bilder tillgängliga. En sådan kameraövervakning hade i huvudsak varit värdefull som verktyg för att förstå orsakssamband, och inte för skuldfördelning.

9 Diskussion och slutsats

Vi anser att det är lika viktigt att lägga pengar och arbete på underhåll av infrastruktur på järnvägen som på de fordon som trafikerar banan. För att uppnå en hög standard på järnvägssystemet och samtidigt förbättra driftsäkerheten måste alla samarbeta mot ett gemensamt mål. En utökad lagstiftning som eftersträvar att alla fordon som beträder svensk järnväg måste ha en liksidig och bra standard skulle därför vara intressant att verkställa. TDS:erna existerar och ska följas, men undantag och okunskap ställer till det. Förbättrad medvetenhet om TSD:er är angeläget för att standarden på järnvägen ska bli önskvärd.

Vi ser att det finns en önskan inifrån branschen att åstadkomma en högre grad av samarbete, då ett gott samarbete hade gynnat alla inblandade. Tyvärr når inte dagsläget upp till förväntningarna.

Som följd av avregleringen tycker vi oss kunna se brister på kommunikation och samarbete mellan järnvägens olika aktörer. Många nya företag ska idag kooperera med de gamla, både som fordonsägare och som entreprenörer. Samtidigt är järnvägen fullt kapacitetutnyttjad på vissa delar av sträckorna, vilket gör systemet extra känsligt för störningar. Att det uppstår problem som följd är förståeligt, men absolut inte acceptabelt, då vi anser att en dålig kommunikation mellan parterna är en stor orsak till de otaliga förseningstimmar som finns idag.

Att våga prioritera större underhållsåtgärder på järnvägen kommer bli mer och mer aktuellt. Som tidigare nämnt blir kontaktledning och övriga komponenter äldre och äldre, och behovet för större nyinvesteringar kommer bli stort när anläggningens delar når sin teoretiska livslängd. Trycket på järnvägen är högt, och dagens obalans mellan underhåll och tågtrafik är inte långsiktigt hållbar. Det kommer bli obekvämt för resenärer och tågoperatörer om t.ex. sträckan Stockholm-Göteborg stängs av under två månader för kontaktledningsbyte, men det kommer vara nödvändigt för att förhindra stora störningar i framtiden.

Beslut om större underhållsåtgärder eller ombyggnationer av befintlig anläggning tas utifrån den information som finns tillgänglig i BIS, BESY och Ofelia. Vår analys tyder på att det finns brister i uppföljningen och dokumentationen av underhållet i infrastrukturen. En anledning kan vara att Trafikverket inte ställer höga krav nog på entreprenörer att föra in korrekt information i databaserna.

Vi har själva erfarenhet av att arbeta i BIS och BESSY, vilka uppfattas som mycket krångliga och svåra system att använda, samt att viktig information ofta saknas. Att systemen är svåransvända kan vara en orsak till att informationen i databaserna är bristfällig. Entreprenören som ansvarar för att lägga in informationen kanske inte har tillräcklig kännedom om inrapporteringens vikt och lägger därför inte tid på att få det rätt. Det är vår åsikt att Trafikverket ansvarar för att utbilda entreprenörerna i databaserna, då informationen i dessa är grunden för underhållsplaneringen och fördelningen av de ekonomiska resurserna på järnvägen.

Då vi enbart utfört två intervjuer kan det finnas anledning att ställa sig kritisk till detta, då vi exempelvis inte intervjuat någon mindre operatör. Att intervjuva Trafikverket var ett självklart val då de är Sveriges infrastrukturförvaltare. Green Cargo var intressanta eftersom de är en av Sveriges största tågoperatörer och har varit verksamma i branschen länge. Vi ser ett återkommande resonemang från både Trafikverket och Green Cargo i våra intervjuer, vilket bekräftar valet av de punkter vi ansett vara viktiga. Att intervjuobjekten har olika intressen eftersom de tillhör olika företag, och därmed inte är helt objektiva, har vi tagit hänsyn till när vi har analyserat svaren.

Förövrigt var det svårt att få tag på fel- och kostnadsrapporter, utöver den statistik vi tilldelades av Trafikverket. Vi hade planerat att göra en övergripande kostnadsanalys beträffande vad kontaktledningsnedrivningar årligen kostar. Vi var tyvärr tvungna att lägga idén på is, då det visade sig vara en mycket omfattande uppgift att ta fram nödvändiga siffror. Trafikverket har en definierad summa på vad en kontaktledningsnedrivning kostar (800 000 kr) som nämnt tidigare i rapporten. Det Trafikverket emellertid inte har fastställt är vad som definieras som en nedrivning. Trots att vi flera gånger försökt få Trafikverket att förklara hur detta hänger ihop, fick vi aldrig något entydigt svar. Att Trafikverket räknar tågstörande fel, och inte nedrivningar blev deras svar. Vi blev förbryllade över denna tvetydighet. Det kan tyckas konstigt att en nedrivning har en bestämd kostnad, samtidigt som antalet nedrivningar inte kan uttryckas i siffror.

Dagens samhälle behöver en välfungerande järnväg, då det är ett miljövänligt, säkert och ett snabbt sätt att transporteras på. Idag utvidgas pendlingsregionerna, vilket gör det än mer viktigt att förbättra järnvägens konkurrenskraft gentemot bil och flyg. Konkurrenskraften är hårt beroende på att tågen är i tid, eftersom missnöjet hos resenärer blir mycket stort om de exempelvis tvingas att timtals sitta i iskalla tåg som är stillastående på grund av ett kontaktledningshaveri.

Vi anser att dagens driftsäkerhet och tillförlitlighet på järnvägen inte är bra nog. Att lägga pengar på bana, fordon och underhåll är ett viktigt steg på vägen mot färre störningar i järnvägssystemet, dock kan dess resultat utebli om inte uppföljningen fungerar. I detta sammanhang har Trafikverket det största ansvaret, därför måste de se till att följa upp sina entreprenörer och tågoperatörer betydligt bättre än vad de gör i dag.

Vår slutsats utifrån analysen tyder på att kommunikation och uppföljning är de viktigaste beståndsdelar att se över för att uppnå en bättre driftsäkerhet på järnvägen. Ökade resurser på nyinvestering och underhåll är givetvis också nödvändiga för en bra utveckling. Men om inte hela branschen arbetar mot samma målsättning finns risken att en förbättring uteblir.

10 Referenser

Tryckta källor

Azevedo, A. Sinatora (2004). *Failure analysis of a railway copper contact strip*

Banverket (2006). *Lärobok kontaktledning*

Banverket (2007). BVH 543.330 *Fordon - krav på strömavtagare*

Banverket (2009). BVF 592.11 *Detektorer*

Banverket (2009). *Järnvägen i samhällsplaneringen, Underlag för tillämpning av miljöbalken och plan- och bygglagen*

Europa kommissionen (2002). *Europeiska gemenskapernas officiella tidning- Energiförsörjning*

Europa kommissionen (2008), *Europeiska gemenskapernas officiella tidning- Rullande materiel för höghastighetståg*

Europa kommissionen (2004). *The Trans-European High-speed Rail System*

Haag, M. (2010). *Problematiken kring strömavtagning vintertid för höghastighetståg.*

Pombo, J. Ambrósio (2012). *Pantograph contact quality*

Järnvägsstyrelsen (2007). *Säkerhet och driftskompatibilitet på Europas järnvägar*

Nyberg, M. (2011). *Det stora tågrånet*

Okimoto, F., Kusumi, S., Nagasawa, H. (2008). *A Study on Reducing Wear of Contact Wire at Stations of High Speed Line by Using Wear Map of Wire*

Riksdagens trafikutskott (2007). *Uppföljning av hur stormen Gudrun hanterats inom transport- och Kommunikationsområdet*

Schunk GmbH (2012). *Intelligent Carbon For Pantograph*

- Schröder, K., Ecke, E., Kautz, M., Willett, S., Jenzer, M., Bosselmann, T. (2013). *An approach to continuous on-site monitoring of contact forces in current collectors by a fiber optic sensing system*
- Sølvberg, J.M. (2008). *Matematisk modellering av strømvogter og kontaktledning.*
- Trafikverket (2005). BVH 800.33 *Underhållsstrategi*
- Trafikverket (2009). BVF 592.11 *Detektorer*
- Trafikverket (2010). *Driftsatta detektorer*
- Trafikverket (2011-a). *Elteknik för järnvägsingenjörer – Spårtrafik*
- Trafikverket (2011-b). *Årsrapport Elkraftssystem*
- Trafikverket (2012). *Driftrapport Elkraftssystem augusti 2012*
- Trafikverket (2012). *Tillförlitlig vintertrafik - Tillsammans blir vi bättre*
- Trafikverket (2012). *Årsrapport Elkraftssystem*
- Trafikverket (2013). BVS 543.350 *Val av kontaktledningssystem vid ny- eller ombyggnad*
- Transportstyrelsen (2012). *Konsekvensutredning*

Elektroniska källor

- Nyberg, M. (2012). *Hjulet och rälen*, artikel i Spårfel nr 2 2012, <http://www.mikaelnyberg.nu/artiklar/121015sf.html> (2013-04-10)
- Trafikverket (2011). *Järnvägsmuseum*. Tillgänglig: <http://www.trafikverket.se/Museer/Sveriges-Jarnvagsmuseum-Gavle/Samlingar--kunskap/Trafikhistoria/Jarnvagshistoria/Jarnvagens-historia---ar-for-ar/1900-talet/> (2013-04-07)
- Trafikverket (2012). *BESSY*. Tillgänglig: <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/System-verktyg-och-tjanster-for-jarnvagsjobb/Bessy/> (2013-05-13)

- Trafikverket (2012). *OFELIA*. Tillgänglig:
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/System-verktyg-och-tjanster-for-jarnvagsjobb/Bessy/> (2013-05-13)
- Trafikverket (2013). *BIS*. Tillgänglig:
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/System-verktyg-och-tjanster-for-jarnvagsjobb/BIS---Baninformation/> (2013-05-13)
- Trafikverket (2013). *Trädsäkringsprojektet*. Tillgänglig:
<http://www.trafikverket.se/Privat/Projekt/Nationellprojekt/tradsakringsprojektet/> (2013-05-10)
- Transportstyrelsen (2012). *TSD-höghastighet*. Tillgänglig:
<https://www.transportstyrelsen.se/Jarnvag/Godkannande/TSD/> (2013-04-15)
- Transportstyrelsen (2011). *EU-kommissionens vägledningar*. Tillgänglig:
<https://www.transportstyrelsen.se/sv/Jarnvag/Godkannande/TSD/EU-kommissionens-vagledning/> (2013-04-15)
- Salomon, K. (2012). *Tågets historia har inte gått spårlöst förbi*. Tillgänglig:
http://www.svd.se/kultur/understrecket/tagets-historia-har-inte-gatt-sparlost-forbi_7230443.svd (2013-04-07)
- Schunk (2013). *Schunk Intelligent Carbon*. Tillgänglig:
<http://www.schunk.se/en/sns/CurrentTransmissionRailways/schunk01.c.67471.en> (2013-03-20)
- Sensys (2010). *Automatic Pantograph*. Tillgänglig:
http://www.sensys.se/BinaryLoader.axd?OwnerID=d1b03cb2-fd01-41e7-9b68-691452e88374&OwnerType=0&PropertyName=Files&FileName=sys_APMSII_eng_B.pdf&Attachment=True (2013-03-15)
- Sensys (2013). *Strömavtagarövervakning*. Tillgänglig:
<http://www.sensys.se/web/Stromavtagareovervakning.aspx> (2013-03-15)
- Stemann-Technik GmbH (2005). *Non Icing System*. Tillgänglig:
http://www.stemann.de/en/railway/roof_mounted_pantographs/special_developments/non_icing_system (2013-03-25)
- Petards (2012). *EyeTrain Pantograph surveillance*. Tillgänglig:
<http://www.petards.com/transport/pantograph.aspx> (2013-03-25)

Intervjuer

Anders Olofsson (2013). Green Cargo. Telefonintervju, (2013-04-24)

Peter Larsson (2013). Trafikverket. Telefonintervju (2013-04-18)

Guntram Fleischhauer (2013). Schunk GmbH. Mailkontakt (2013-03-27)