

# CHALMERS



Kan detektorer förebygga urspårning?  
*Kandidatarbete i Tillämpad mekanik*

HELENA ALMEGIUS  
JONATAN BERG  
ALEXANDER KÄRKÄINEN  
SUSANNA LINDBERG

Institutionen för Tillämpad mekanik  
*Avdelningen för Dynamik / CHARMEC*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2012  
Kandidatarbete 2012:07



# KANDIDATARBETE I TILLÄMPAD MEKANIK

Kan detektorer förebygga urspårning?

HELENA ALMEGIUS  
JONATAN BERG  
ALEXANDER KÄRKKÄINEN  
SUSANNA LINDBERG

Institutionen för Tillämpad mekanik  
*Avdelningen för Dynamik / CHARMEC*  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA

Göteborg, Sverige 2012

Kan detektorer förebygga urspårning?

HELENA ALMEGIUS

JONATAN BERG

ALEXANDER KÄRKKÄINEN

SUSANNA LINDBERG

© HELENA ALMEGIUS, JONATAN BERG , ALEXANDER KÄRKKÄINEN , SUSANNA LINDBERG, 2012

Kandidatarbete 2012:07

ISSN 1654-4676

Institutionen för Tillämpad mekanik

Avdelningen för Dynamik / CHARMEC

Chalmers tekniska högskola

SE-412 96 Göteborg

Sverige

Telefon: +46 (0)31-772 1000

Omslag:

Hjul vid SweMaints verkstad i Göteborg ©Alexander Kärkkäinen

Chalmers Reproservice

Göteborg, Sverige 2012

## FÖRORD

Detta kandidatarbete har utförts under våren 2012 av studenter från civilingenjörsprogrammet Maskinteknik på Chalmers tekniska högskola. Då arbetet ska kunna användas i ett EU-projekt har en extra lång engelsk sammanfattning, abstract, skrivits för icke svenska talande.

Vi vill börja med att rikta ett stort tack till vår handledare Anders Ekberg för all hjälp och vägledning vi fått. Ett stort tack riktar vi också till Roger Byström som med stort engagemang initierade oss till detta projekt. Vi tackar Christer Röndum, Lennart Andersson och Ulf Hellström för den fina uppstarten till projektet. Vi vill även tacka Hans Loskog, Mattias Turesson och Henrik Flach för de kunskaper de delat med sig av. Sist men inte minst vill vi tacka Jan Fridén på SweMaint för ett mycket givande studiebesök.



*Författarna utanför SweMaint, Göteborg. Från vänster Alexander Kärkkäinen, Jonatan Berg, Helena Almegius, Susanna Lindberg.*

## SAMMANFATTNING

En urspärning kan få allvarliga konsekvenser i form av bland annat materiella skador och förseningar. Det är därför viktigt att minimera riskerna för driftstörningar och urspärningar. Två vanligt förekommande skador som kan leda till urspärning är varmgång i lager och hjulskador. Genom att upptäcka skador i tidigt skede minskar risken för urspärning. En metod för att upptäcka skador är att nyttja så kallade varmgångs- och tjuvbromsdetektorer samt hjulskadedetektorer.

Projektets syfte är att utvärdera hur effektivt det detektorsystem som används i det svenska järnvägsnätet är på att förhindra urspärning, samt ge rekommendationer som kan förbättra detektorsystemet. Detta görs genom att studera typfall och genom att sammanställa och utvärdera statistik från den data som detektorerna insamlar.

De studerade olyckorna påvisar att detektorer kan förebygga urspärning. De fall där detektorerna inte har lyckats förebygga urspärning beror i stor utsträckning på att detektorerna är för glest utplacerade. De studerade fallen påvisar även brister vad gäller inrapportering av vagnsnummer, något som bland annat krävs för att kunna spåra en vagn över tiden. Detta för att bättre kunna planera vagnens underhåll.

Resultatet av datan från detektorerna visar att kombinerade varmgångs- och tjuvbromsdetektorer har en stor andel larm som ej kunnat konstateras. För hjulskadedetektorerna är andelen ej konstaterade larm lägre. Vidare kan konstateras att antalet larm varierar både med årstiderna och beroende på vilken bandel de är utplacerade på. Beträffande hjulskadedetektorer är det främst de tungt lastade fordonen, som upptäcks då larmgränsen som används i majoriteten i Sverige är bäst anpassade för dessa.

En slutsats är att detektorer kan förebygga urspärningar, men att de i dagsläget inte används på ett sätt som underlättar behovsstyrts underhåll. En anledning till att det är svårt att arbeta i förebyggande syfte är att vagnsnummer inte rapporteras in ordentligt. En annan anledning är att endast peak-högnivålarm används för hjulskadedetektorerna vilket medför att hjulskador inte upptäcks när vagnen är lätt lastad. I nuläget bör fokus vara att minska andelen ej konstaterade larm från kombinerade varmgångs- och tjuvbromsdetektorer. Ett ej konstaterat larm innebär onödiga stopp och förseningar. Antalet hjulskadedetektorer bör utökas då tre av fyra studerade urspärningar orsakats av hjulskador som kunnat förebyggas av tätare placerade detektorer. Det bör också införas dynamic-varningslarm för att detektera vagnar med begynnande skador.

## ABSTRACT

### Background and justification

Trains in Sweden travel approximately 140 million kilometres on a yearly basis (Trafikverket, 2011). Some of these trains derail or are forced to stop due to detectors having indicated a possible fault in the train that causes a risk of derailment. In addition to safety risks, both of these types of events cause delays. In 2011 it was estimated that train delays affecting work commuters cost a total of 1.9 billion SEK in the Malmö, Gothenburg and Stockholm regions (Saxton, 2011). On a national scale, and including also leisure and work travel the cost is of course even higher.

From a cost perspective it is important to analyse how these unwanted costs can be mitigated. By detecting and repairing faulty train components before they cause an accident or unnecessary delays it is possible to increase efficiency and reliability of the railway system. An increased efficiency could lead to lower costs, and also an increased public trust in railway transports, which subsequently should lead to an increase in train usage.

An example of an accident that resulted in major costs was the 2011 derailment in Grötingen. A freight train derailed causing 17 million SEK in damages to infrastructure and approximately 67 million SEK in additional costs due to cancelled trains (124 trains were cancelled) during the reparations (Stensson, 2011). The derailment was due to an overheated bearing. The train had passed a hot box detector 85.4 kilometres before the derailment. However, this detector did not detect any temperature levels significantly high to warrant an alarm. When the train derailed it had just nine kilometres further to the next hot box detector where it would most likely have been flagged as a high level alarm and subsequently been brought to a full stop.

### Purpose

The focus of the project has been to study and analyse the efficiency and recommend changes of the stationary wheel impact, hot box and hot wheel detectors currently deployed by the Swedish Transport Administration. This is to be made with a focus on the risk of derailments and with the aim of finding more efficient ways of reducing the number and severity of derailments.

### Approach

Initially a literature study was conducted in order to better understand where a potential exists for improvements in the detector system. In addition 34 particularly interesting cases were selected and studied in detail. These were cases where it was clear that the detectors had either failed or succeeded in the prevention of derailments. The objective with this study was to gain an understanding of how, why and if detectors can successfully be used in order to decrease the number of derailments and unnecessary delays.

Following the initial study, focus was turned towards a more statistical approach using databases of detector readings provided by the Swedish Transport Administration. The aim was to identify general problem areas in the current use of detectors, mostly regarding prescribed alarm levels and the factors affecting measured wheel temperatures, bearing temperatures or wheel impact loads.

### Stationary detectors deployed by the Swedish Transport Administration

The Swedish Transport Administration currently have about 200 stationary detectors deployed. Of these 24 are wheel impact detectors, and 135 combined hot box and hot wheel detectors. In addition there are a number of other detectors, however these are outside the scope of the current project.

### Wheel-impact detectors

The wheel-impact detectors are manufactured by Schenck. The model is MULTIRAIL Wheelscan. It measures the impact load of a railway wheel as it traverses the detector's sensors. These measurements are then converted to detect mean and peak magnitudes of the vertical wheel – rail contact loads. These levels are then compared to current alarm limits.

## **Hot box and Hot wheel detectors**

The Swedish Transport Administration currently have three types of combined hot box and hot wheel detectors, SERVO/SATT, FUES and FUES II. All of these measure the temperature of one wheel and both bearing boxes with the goal of detecting elevated temperatures. SERVO/SATT is currently being out-phased in favour of the integrated models FUES I and II.

In cases of elevated wheel temperatures there is a risk that the brake has jammed causing the wheel to skid along the rail. This can cause wheel flats and also thermal fractures of the wheel. It is therefore important to detect these events.

The hot box detectors are monitoring for elevated temperatures in the bearing boxes of the axles. Such elevated temperatures may overheat the bearing and cause failures of both bearing and axle. A bearing failure in a moving train is very likely to cause a derailment and is therefore important to monitor.

## **Results**

### **Case studies**

The analysis of specific cases showed that there are occasions where a detector has been successful in preventing derailments. 34 cases within the pre-set parameters were found, 22 of these involve a detector having sent an alarm signal.

### **Analysis of confirmed and unconfirmed alarms in 2011**

The study has analysed the relation between detector alarms with a confirmed defect versus alarms where defects could not be confirmed. Here, alarms with appropriate reported actions in the database DPC III are considered as corresponding to a confirmed defect. In contrast alarms with actions corresponding to an unconfirmed defect are treated as such and alarms with no reported action are considered as unspecified.

It was found that the reliability, here defined as the number of confirmed defects divided by the total number of alarms, is 33.6% when the entire detector network is studied. The individual detector types have varying reliabilities: Wheel impact detectors have a reliability of 54.2%, hot box detectors a reliability of 25.5% and hot wheel detectors a reliability of 31.8%. It is worth noting that regarding the wheel damage detector all high level peak alarms are to be considered as confirmed defects according to regulations.

### **Seasonal variations in alarm rates**

In order to find what parameters govern the amount of detector alarms, all registered alarms during the period 2010-01-01 – 2012-02-17 were studied. It was found that there exists peaks in the number of registered alarms both during the summer season and in the winter season. The peaks in the summer months were found to correspond to unspecified hot wheel alarms. The fact that these are unspecified makes an in-depth analysis complicated. It is however believed that these are the result of a detector malfunction. The peaks in the winter months are found to be confirmed wheel defect alarms. This warrants a deeper analysis of whether these are temperature dependent. In studying the temperature dependence for the different alarm types it is found that the number of wheel defect alarms combined with temperature seem to be roughly normally distributed with a mean value – 8 degrees Celsius. This indicates a higher risk of these alarms during cold operational conditions. The hot wheel and hot box alarms seem to be concentrated to temperatures above the freeze point.

### **Reported actions following wheel defect alarms**

Analysing reported actions following wheel defect detector alarms during the year 2011 it is observed that a large portion of these relates to trains that were allowed to continue operations without restrictions, alternatively were allowed to drive on with an allowed highest speed of 10 km/h. In total there were 13 cases of trains being allowed to drive on without restrictions in 2011. This is somewhat remarkable since the only allowed action, according to current regulations, is to remove the flagged wagon from the train (Banverket, 2009) after receiving a high level peak alarm. In addition 16 cases were found without a reported action during 2011. It is remarkable that all of these cases originate in the Gothenburg control centre.

## Evaluation of wheel defect alarm types

Currently, only high level peak alarms are employed in the majority of the Swedish network. Studying measurements from wheel defect detectors during 2011 it was clear that this procedure means that wheel defects on moderately, lightly and unloaded wagons are usually not flagged by the detectors. Dynamic alarms might aid in detecting moderately loaded wagons and a ratio alarm could aid in detecting lightly loaded and unloaded wagons. Such alarms would aid in planning maintenance so that operational disturbances due to halted trains (or derailments) are prevented.

## Discussion

### Case studies

The study of individual cases use data collected from the incident reports from the Swedish Transport Administration's database Synergi. The database contains data from different sources and the reliability of the data can be questioned. As an example, consider case number 6 in appendix 2 (in Swedish) where the reported detector alarm is uneven loading from the detector in Bispgården. This detector is a hot box detector and does not measure loads, furthermore the uneven loading alarm is not currently in use. The alarm in question could not be found in DPC III, where all measurements from detectors are stored. To complement data from Synergi and DPC III, reports from the Swedish Accident Investigation Authority were used.

In order to use the detectors optimally it is desirable to be able to easily trace a specific wagon across multiple detectors. Such a possibility of easily analysing trends in individual wagons and locomotives would facilitate defect detection and maintenance planning. This is further emphasized in that the current study has found wheel defects to be visible in measurements before they cause high enough measurements to trigger an alarm as described in section 4.5 (in Swedish).

From the perspective of avoiding derailments it seems obvious that more detectors are always better. This is further emphasized by the fact that in cases of hot box and hot wheel defects the sequence of events leading up to a derailment happens in a short time frame. However there is also a downside to the introduction of further detectors as will be discussed in the next section.

### Analysis of confirmed and unconfirmed alarms in 2011

As detailed in the results section it is seen that the current reliability of hot box and hot wheel detectors is quite low. Their reliability is calculated to be only 26% and 32% respectively. Note that these numbers denote cases where elevated temperatures were registered by both the detector and the person responsible for verifying the measurements. This is not to say that in all of these cases there existed a derailment-promoting fault. In order to better evaluate whether this was indeed the case, a feedback system needs to be introduced where data from the workshops is paired with corresponding detector measurements. The same is also valid for wheel defect detectors where there currently exists no operational validation of detector alarms. One could argue that it is the wheel-rail contact that is of interest, meaning that if the detector is properly calibrated, feedback is not needed. This is likely true to some extent, but a feedback system would increase the knowledge of the consequences of different types of wheel defects. It would also act as a "continuous validation" of the detectors.

With the current reliabilities of the detectors it is inadvisable to introduce a large number of detectors as this might decrease the overall reliability of the railway system due to a high occurrence of false alarms and related train stops.

### Annual variations in the amount of alarms

Regarding the temperature graphs it is important to note that no adjustment has been made to account for the non-uniformly distributed temperature distribution over a year. Therefore the analyses are only useful for relative comparisons. The temperature dependence of the hot wheel detector can be seen as reference case in these comparisons since the number of hot wheel alarms appears to be uniformly distributed over the year. With this in mind it is concluded that the amount of wheel defect alarms seem to be temperature dependent with a higher propensity to occur in colder climates. Further, the data analysis reveals a higher propensity for false hot box detector alarms during summer.

## **Reported actions following wheel defect alarms**

The amount of alarms vary greatly for different detectors, Boden's control centre has considerably more alarms per detector in comparison to the other control centres. The reason behind this might be that lower alarm limits are used on Malmbanan, the Iron Ore line between Riksgränsen and Luleå, which is controlled from Boden. It could also be the result of the heavier axle load on this line and/or an increased amount of trains travelling on this stretch of railway and/or a colder climate.

The reported actions following wheel defect alarms vary depending on detector type. The action that is supposed to be taken after a high level Peak alarm is that the train should be stopped and the flagged wagon removed. Regardless of this there are cases where the train following a high level Peak alarm has been allowed to proceed either with or without reduced speed. The reason for this might be that it is sometimes impractical to stop the train, for example on a densely operated route, or that there are no parallel tracks on which to place the train. Regardless of the cause it is surprising that existing regulations are not being followed. In order to remedy this an in-depth investigation of the reasons in the individual cases is recommended.

The data that is being analysed originates in the DPC III database. Searching this database reveals 1561 cases of wheel defect alarms. However when expanding the search to include reported actions following these alarms, 1900 cases are found. This means that 339 alarms (or 18%) of analysed data are likely to be duplicates. The reason for this is unknown. However in the current study an attempt has been made to minimise the effect of this error. In particular it should be noted that relative comparisons will be unaffected provided the duplicates are proportionally distributed.

## **Evaluation of wheel defect alarm types**

Only high level peak alarms are currently used in most Swedish wheel defect detectors. The only exception is in the northernmost parts of Sweden. On Malmbanan the alarm types "dynamic" and "ratio" are also implemented. These alarm types are more suited for detecting defects in low to moderately loaded trains than the peak alarm. In the case presented in section 4.5 it is seen that a peak alarm could have been detected earlier if dynamic or ratio alarms had been employed. Since this would have led to a more planned maintenance and less traffic disruptions, it is of interest to review whether these additional alarm types should be implemented generally.

## **Conclusion**

The first conclusion that can be drawn is that detectors indeed can aid in the prevention of derailments. In the specific cases where detectors were not able to prevent a derailment it was mainly since no detectors existed on the relevant railway stretch. This leads to the conclusion that more detectors would be desirable, in particular since events leading up to a derailment usually happen in a relatively short time. However in order for an increased number of detectors not to cause increased unnecessary delays their reliability needs to be increased substantially.

In order to assure an increased reliability and also in order to facilitate maintenance planning, a feedback system between workshop reporting and the current databases used by the Swedish Transport Administration is needed.

Documentation of the wagons and locomotives operating in a train is sometimes lacking, examples of this can be found in section 4.1 (in Swedish). This problem can be addressed by implementing automatic scanning of wagons and locomotives for example using RFID as in currently in implementation. Another benefit with such an automatic scanning is that it minimises the risk of human errors. It also enables detector readings being properly paired with the respective vehicles.

Regarding annual variations, it has been shown how wheel defect alarms increase with decreasing temperature. Hot box and hot wheel faults do not seem to be temperature dependent. However there seems to be an increased tendency for false alarms from hot-box detectors during summer. The reason for this should be investigated.

Wheel defects are mostly detected in heavily loaded wagons whilst lightly to moderately loaded wagons are mostly undetected. This is due to the use only of high level peak alarm. The result is that moderately and lightly loaded wagons are being allowed to continue operations with wheel defects. Implementation of alarms of

the same type as are currently implemented at Malmbanan is beneficial from a maintenance and reliability perspective as this could better facilitate planned services. If a wheel defect is detected while the wagon is moderately loaded, operations can continue until a workshop, which allows for planned maintenance while minimising the risk of rail breaks due to wheel loads being lower than in heavily loaded wagons.

During 2011 approximately 10% of all trains triggering a high-level peak alarm were allowed to continue to their destination without decreased speed. According to regulations following a high level peak alarm a train has to be switched off the rail and the flagged wagon removed from the train before the train is allowed to continue to its destination. Furthermore approximately 12% of the high-level peak alarms during 2011 did not have a reported action. According to the Gothenburg control centre this might be due to a malfunction in the system as a dispatcher has to report the taken action in the system for the alarm to be registered.

## BEGREPP

DLC – Driftledningscentral  
DPC – Trafikverkets presentationssystem för detektorregistreringar  
Dynamic – Dynamiskt lasttillskott  
FUES I– Kombinerad varmgångs-och tjuvbromsdetektor  
FUES II– Kombinerad varmgångs-och tjuvbromsdetektor  
NSP – Nedspår  
Peak – Maxlast  
Ratio – Kvot mellan maximal och medellast  
Räl – Järnvägsskena  
SCHENCK MULTIRAIL WheelScan – Hjulskadedetektor  
SERVO/SATT – Kombinerad varmgångs-och tjuvbromsdetektor  
Synergi – Trafikverkets verktyg för avvikelse-, tillbuds- och olycksrapportering  
USP – Uppspår

# Innehåll

<b>Förord</b>	<b>i</b>
<b>Sammanfattning</b>	<b>ii</b>
<b>Abstract</b>	<b>iii</b>
<b>Begrepp</b>	<b>viii</b>
<b>1 Inledning</b>	<b>2</b>
1.1 Bakgrund . . . . .	2
1.2 Syfte . . . . .	2
1.3 Frågeställning . . . . .	2
1.4 Avgränsningar . . . . .	3
1.5 Rapportens disposition . . . . .	3
<b>2 Metod</b>	<b>4</b>
2.1 Litteraturstudie . . . . .	4
2.2 Typfallsstudie . . . . .	4
2.3 Statistisk undersökning . . . . .	4
<b>3 Teori</b>	<b>6</b>
3.1 Hjulskada – skadeuppkomst och detektering . . . . .	6
3.1.1 Schenck – hjulskadedetektor . . . . .	6
3.1.2 Larmgränser för hjulskadedetektorer . . . . .	7
3.2 Varmgång och tjuvbroms – Skadeuppkomst och detektering . . . . .	8
3.2.1 Kombinerade varmgångs- och tjuvbromsdetektorer . . . . .	8
3.2.2 Larmgränser för varmgångs- och tjuvbromsdetektorer . . . . .	8
3.3 Larmprocess . . . . .	9
3.4 Trafikverkets verktyg Synergi och DPC . . . . .	12
3.4.1 Synergi . . . . .	12
3.4.2 DPC . . . . .	12
<b>4 Resultat</b>	<b>14</b>
4.1 Typfallsstudie . . . . .	14
4.1.1 Fall där detektorer förhindrat urspårning . . . . .	15
4.1.2 Fall där detektorer saknats eller inte larmat . . . . .	17
4.2 Konstaterade och ej konstaterade larm . . . . .	19
4.3 Årstidsvariationer vid detektorlarm . . . . .	21
4.3.1 Samtliga detektorlarm . . . . .	21
4.3.2 Hjulskadelarm . . . . .	22
4.3.3 Varmgångslarm . . . . .	23
4.3.4 Tjuvbromslarm . . . . .	24
4.4 Åtgärdsrapportering efter hjulskadelarm . . . . .	25
4.5 Larmtyper för hjulskadedetektorer . . . . .	26
<b>5 Diskussion</b>	<b>28</b>
5.1 Typfallsstudie . . . . .	28
5.2 Konstaterade och ej konstaterade larm . . . . .	28
5.3 Årstidsvariationer vid detektorlarm . . . . .	28
5.4 Åtgärdsrapportering efter hjulskadelarm . . . . .	29
5.5 Larmtyper för hjulskadedetektorer . . . . .	30
<b>6 Slutsats</b>	<b>32</b>

<b>7 Rekommendationer</b>	<b>34</b>
<b>A Bilaga 1 - Detektorkarta för Sveriges järnvägsnät</b>	<b>38</b>
<b>A Bilaga 2 - Hjulskador från databasen Synergi</b>	<b>39</b>
<b>A Bilaga 3 - Varmgångsskador från databasen Synergi</b>	<b>40</b>
<b>A Bilaga 4 - Tjuvbromsskador från databasen Synergi</b>	<b>41</b>
<b>A Bilaga 5 - Antal larm med Hunstugan och Rotebro</b>	<b>42</b>
<b>A Bilaga 6 - Årstidsgrafer</b>	<b>43</b>
<b>A Bilaga 7 - Passager och larm per detektor</b>	<b>51</b>

## Figurer

3.1.1 Ett hjul med hjulplatta (Nielsen, 2007) . . . . .	6
3.1.2 Beskrivning av larmtyper för kraftuppmätning . . . . .	7
3.2.1 Design av mätplatser för FUES-detektorerna (Banverket, 2008) . . . . .	9
4.1.1 Närbild av hjulskadan i Järneträsk (Synergi, ärendenummer 42280) . . . . .	15
4.1.2 Detektorkarta över området vid Jörndetektorn . . . . .	15
4.1.3 Detektorkarta som visar det tillbudsdrabbade området . . . . .	17
4.1.4 Mätvärden från hjulskadadetektorn i Dammstorp, observera peakvärdet på axel två, höger sida . . . . .	18
4.1.5 Nio vagnar urspårade i Grötingen . . . . .	18
4.1.6 Detektorkarta med den kritiska sträckan utmarkerad . . . . .	19
4.2.1 Antalet larm registrerade mellan 2010-01-01 och 2012-02-17 sorterade enligt skadetyp och huruvida larmet konstaterats eller ej . . . . .	20
4.3.1 Antalet konstaterade detektorlarm mellan 2010-01-01 och 2012-02-17 . . . . .	21
4.3.2 Histogram för antalet larm kombinerat med temperatur . . . . .	22
4.3.3 Antalet konstaterade varmgångslarm 2010-01-01 till och med 2012-02-17 . . . . .	23
4.3.4 Histogram för antalet konstaterade tjuvbromslarm per temperatur . . . . .	24
4.4.1 Åtgärder inrapporterade efter peak-högnivåalarm under 2011, fördelat på åtgärdstyp . . . . .	25
4.4.2 Åtgärder som vidtagits efter peak-högnivåalarm under 2011, fördelat på detektor . . . . .	25
4.5.1 Peakvärdens plottat mot meanvärdens för Jörns detektor under februari 2011. Även larmgränser för peak-högnivåalarm, dynamic-varning samt ratio-varning visas. . . . .	26
4.5.2 Peak- och meanvärdens för tre detektorpassagerer där det skadade hjulet har ingått. Det skadade hjulet har i figur markerats med pilar . . . . .	27
4.5.3 Det skadade hjulets mätvärden för tre detektorpassagerer. I figuren anges peak-högnivåalarm samt dynamic- och ratiolarmgränserna i dagsläget endast tillämpas på Malmbanan. . . . .	27

## Tabeller

3.1.1 Larmnivåer för Schenckdetektorn . . . . .	7
3.2.1 Larmgränser för FUES-detektorerna . . . . .	9
3.3.1 Åtgärder vid detektorlarm (omarbetad från Banverket, 2009) . . . . .	11
4.1.1 Fördelning av typfall . . . . .	14
4.5.1 Mätvärden för det skadade hjulet över tre detektorpassager . . . . .	26

# 1 Inledning

Här presenteras bakgrund och syfte till detta kandidatarbete. Vidare klargörs en problem- och uppgiftsbeskrivning samt de metoder som har använts.

## 1.1 Bakgrund

I Sveriges järnvägsnät färdas tåg drygt 140 miljoner kilometer per år (Trafikverket, 2011). År 2010 inträffade 36 urspårningar av tåg i rörelse i Sverige. Motsvarande siffra för 2009 och 2008 är 9 respektive 21 (Trafikverket, 2011). Per tågkilometer blir dessa relativt få men varje tågurspärning kan få mycket allvarliga konsekvenser.

Den 17 januari 2011 inträffade en urspärning mellan Långsele och Bräcke i Jämtland. När godståget närmade sig Gröttingen uppstod varmgång i ett hjullager (Jonsson, 2011). Detta ledde till att den skadade vagnen spärade ur och drog med sig ytterligare åtta vagnar ur spåret. De materiella skadorna på infrastrukturen i form av skadad spåranläggning och vagnar uppgick enligt Trafikverkets utredning till cirka 16 miljoner SEK (Jonsson, 2011). Under tiden för iordningställandet av banan fick 124 tåg ställas in och ytterligare tåg fick ledas om, vilket drabbade många industri- och transportföretag (Stensson, 2011). Kostnaderna för dessa företag i form av ökade transportkostnader, produktionsstopp samt ökade lagerhållningskostnader beräknades uppgå till cirka 67 miljoner SEK (Stensson, 2011). Utöver detta tillkommer även mer långsiktiga kostnader i form av minskad goodwill med mera. Även om de flesta olyckor är betydligt mindre dramatiska än urspärningen i Gröttingen kan de leda till betydande driftstörningar och stora samhällsekonomiska kostnader (Saxton, 2011).

Genom att upptäcka begynnande fel på tåg och räl kan dessa åtgärdas innan felet leder till driftsstörningar, materiella skador eller personskador. En metod för att förebygga urspärningar är nyttjande av detektorer. En detektors uppgift är att upptäcka begynnande skador och problem på tåg och räl så att åtgärder kan vidtas innan en olycka inträffar.

I Sverige används idag cirka 200 detektorer som är stationärt utplacerade längs järnvägen. De två vanligaste detektortyperna som används för att förebygga urspärning är hjulskadedetektorer och varmgångs- och tjuvbromsdetektorer. Hjulskadedetektorer mäter de krafter som uppstår mellan hjul och räl. Varmgångs- och tjuvbromsdetektorer mäter temperaturen i lagerboxar och hjul. När ett tåg med förhöjda värden passerar en detektor skickas ett larm till en driftsledningscentral som därefter vidtar lämpliga åtgärder.

EU bedriver projektet D-RAIL. Ett delprojekt inom detta fokuserar på att undersöka hur detektorer, bland annat de som nämns ovan, kan användas och förbättras för att förebygga urspärningar. Detta kandidatarbete sker på uppdrag av Trafikverket och ska kunna användas i D-RAIL.

## 1.2 Syfte

Projektets huvudsyfte är att utvärdera det detektorsystem som används för att förebygga tågurspärning i det svenska järnvägsnätet idag. Utifrån resultaten skall rekommendationer ges vilka kan förbättra detektorernas användning.

## 1.3 Frågeställning

Den övergripande frågeställningen är om detektorer kan förebygga tågurspärning. Med denna som utgångspunkt söks det svar på om det finns exempel på situationer då detektorer kunnat förebygga urspärning, samt om det finns situationer där de misslyckats och i så fall varför. Det undersöks vilka faktorer som påverkar detektorlarmen. Ett exempel skulle kunna vara att detektorerna larmar mer eller mindre beroende på vilken yttertemperatur som råder. För att säkerställa en systemsyn undersöks även hur hanteringen kring larm ser ut.

## 1.4 Avgränsningar

Det finns idag ett flertal olika detektortyper kopplade till Sveriges järnvägsnät. I denna undersökning studeras endast detektortyperna varmgångs- och tjuvbromsdetektorer, samt hjulskadedetektorer då det är dessa som detekterar skador som kan leda till urspårning. Typfall som behandlat rangerbangård eller växel sorteras bort då olyckor i dessa miljöer ej kan upptäckas av de behandlade detektorer.

## 1.5 Rapportens disposition

Denna rapport är disponerad så att det först kommer ett metodavsnitt där arbetsmetoderna beskrivs. Därefter följer en teoridel för att ge en förståelse av hur detektoranvändningen ser ut idag, hur skador uppkommer samt hur detektorerna fungerar. Sedan följer ett resultatavsnitt där resultatet presenteras. Därpå diskuteras resultatet i en diskussionsdel varpå slutsatser dras och rekommendationer ges.

## 2 Metod

Huvudmetoden i denna undersökning har varit att med hjälp av Trafikverkets webbklient Synergi och databas DPCIII ta fram underlag för hur väl detektorerna fungerar i Sveriges järnvägsnät. Nedan följer en beskrivning av de metoder som används vid litteraturstudie, typfallsstudie och statistiska undersökningar.

### 2.1 Litteraturstudie

I projektets början genomfördes en litteraturstudie med syftet att få kunskap om och förståelse för hur detektorsystemet fungerar idag. Främst utnyttjades material från Trafikverket, så som föreskrifter, årsrapporter och utredningar av urspårningsolyckor, men även material från Statens Haverikommission, Transportstyrelsen och Chalmers användes. Under våren har även ett studiebesök på SweMaints verkstad i Göteborg genomförts. Detta för att få en ökad förståelse för var förbättringspotential kring detektorsystemet finns. Bedömningen är dock att litteraturstudien gett en god bild av hur detektorsystemet används idag. Litteraturstudien ligger som grund till avsnitt 3 *Teori*.

### 2.2 Typfallsstudie

Då god kunskap och förståelse för dagens detektorsystem nåtts genomfördes en undersökning av huruvida detektorer kunnat förhindra urspårning i specifika fall. Detta för att se om det finns fall där förhindring av urspårning varit möjlig. Undersökningen innefattade rapporter från Trafikverket, Statens Haverikommission samt Trafikverkets webbklient Synergi (*se 3.4.1 Synergi*). Synergi är Trafikverkets verktyg för inrapportering av incidenter vid järnvägen. För att hitta lämpliga rapporter i Synergi användes sökfunktionen med sökord som ”Urspärning”, ”Detektor”, ”Hjulskada” och ”Varmgång”. En begränsande faktor i arbetet med Synergi är dess gränssnitt, då antalet sökvägar är begränsat. Stora delar av datan rapporteras manuellt, vilket gör att Synergi i hög grad påverkas av den mänskliga faktorn. Undersökningen av specifika incidenter resulterade i avsnitt 4.1 *Typfallsstudie*.

### 2.3 Statistisk undersökning

För att ytterligare undersöka om detektorer kan förhindra tågurspärningar gjordes en statistisk undersökning av detektorregistreringar. För detta användes Trafikverkets databas DPCIII (*se 3.4.2 DPC*), då den innehåller all data för de senaste årens detektorregistreringar. Faktorer som användes för att välja ut data var exempelvis tidsperioder, detektor typer och larmtyper. En nackdel med DPCIII-databasen är att den är svår använd för de som inte är insatta i den. Detta medför att det är svårt att verifiera de resultat som fås, vilket ökar risken för felsökningar. För att minimera risken för att det skall påverka resultatet har hänsyn tagits till kända felkällor. Den statistiska undersökningen resulterade i avsnitt 4.2 *Konstaterade och ej konstaterade larm* – 4.5 *Larmtyper för hjulskadedetektorer*.



# 3 Teori

För att förstå de analyser och resultat som presenteras krävs en förståelse för hur Trafikverket idag arbetar med detektorer för att förebygga urspårningar samt de uppkomna skador och fel som dessa detektorer identifierar.

## 3.1 Hjulskada – skadeuppkomst och detektering

Två vanliga hjulskador i Sverige är hjulplatta och rullkontaktutmattningssprickor, även kallat krossår. En hjulplatta kan uppstå då hjulet av någon anledning låser sig och därmed släpas mot rälsen så att delar av hjulet blir platt. En oavsiktlig fastlåsning kan till exempel bero på att bromsen har fryst fast, enligt Ekberg.<sup>1</sup> Ett exempel på en hjulplatta ses i figur 3.1.1.



Figur 3.1.1: Ett hjul med hjulplatta (Nielsen, 2007)

Krossår är den skada som uppstår då hjulets yttertyta utsätts för rullkontaktutmattning. Små sprickor uppstår när materialet deformeras plastiskt. Detta medför att små materialbitar lossar från hjulet (Johansson, 2003).

En hjulskada kan orsaka stora laster i kontakten mellan hjul och räl, vilka kan ge ytterligare skador både på tåget och på järnvägen. Exempel på skador är sönderslagna sliprar, lager, hjulpar eller räl (Johansson, 2003).

### 3.1.1 Schenck – hjulskadedetektor

För att detektera hjulskador används idag hjulskadedetektorer. De mäter de krafter tågens hjul ger upphov till då de färdas över rälen. Den modell som används vid den svenska järnvägen idag är Schenck MULTIRAIL WheelScan, tillverkad av Schenck Process. Det finns 24 hjulskadedetektorer utplacerade i Sveriges järnvägsnät idag, vilket ses i bilaga 1.

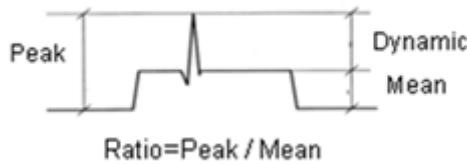
Utöver mätning av krafterna som uppstår i rälen kan detektorn även registrera tåglängd, axelnummer, överlast och snedlast (Schenck Process, 2003). Dessa funktioner uppnås med flera givare monterade mellan sliper och räl

<sup>1</sup> Anders Ekberg (Docent vid avdelningen för Dynamik, Chalmers tekniska högskola) mailkontakt den 5 juni 2012

(Rosenquist, 2011). Då givarna monteras på flera efter varandra följande slipers kan kontaktlaster motsvarande hela hjulets omkrets mäts och på så sätt upptäcks eventuella hjulskador.

### 3.1.2 Larmgränser för hjulskadedetektorer

Det finns i dagsläget ett antal olika parametrar som SCHENCK MultiRail WheelScan genererar utifrån värdena som uppmätts av givarna. Exempel på parametrar som finns i DPCIII är peak (maxlast), dynamic (dynamiskt lasttillskott), ratio (kvot mellan maximal och medellast), axelvikt, snedlast samt fordonslast. I nuläget är det endast larmtyperna peak, dynamic och ratio som tillämpas. Figur 3.1.2 illustrerar dessa larmtyper.



Figur 3.1.2: Beskrivning av larmtyper för kraftuppmätning

Dynamic- och ratiolarm används endast på Malmbanan, medan peaklarm används på samtliga hjulskadedetektorer. Peaklarm är inställda för att endast avge låg- och högnivåalarm medan dynamic och ratio endast avger varningslarm. I tabell 3.1.1 visas dagens larmgränser och förklaringar till de tre larmtyperna som gäller enligt Loskog<sup>2</sup>, systemansvarig för hjulskade-, varmgångs- och tjuvbromsdetektorerna på Trafikverket.

Malmbanan	Larmtyp	Övervakningsområde	Larmnivå	Larmgräns (kN)		Larm registreras när:
	Peak	Mest användbar för övervakning av lastade fordon och lok	Låg, Hög	Godsvagnar Personvagnar Lok	320, 350 320, 350 360, 425	Den högsta uppmätta kraften (peak) mellan hjul och räl överstiger inställd larmgräns för låg respektive högnivåalarm
Dynamic	Mest användbar för övervakning av halvlastade fordon	Varning	Godsvagnar Personvagnar Lok	160 155 240	Det dynamiska tillskottet (dynamic) överstiger inställd larmgräns	
Ratio	Mest användbar för övervakning av oläståde, lätta fordon	Varning	Godsvagnar Personvagnar Lok	4,2 4,2 3,7	Förhållandet (ratio) mellan maximal kraft (peak) och medelkraft (mean) överstiger inställd larmgräns	

Övriga detektorplatser	Larmtyp	Övervakningsområde	Larmnivå	Larmgräns (kN)		Larm registreras när:
	Peak	Mest användbar för övervakning av lastade fordon och lok	Hög	Godsvagnar Personvagnar Lok	400 400 425	Den högsta uppmätta kraften (peak) mellan hjul och räl överstiger inställd larmgräns för låg respektive högnivåalarm
Dynamic	Mest användbar för övervakning av halvlastade fordon	Varning	Godsvagnar Personvagnar Lok	Använts ej	Det dynamiska tillskottet (dynamic) överstiger inställd larmgräns	
Ratio	Mest användbar för övervakning av oläståde fordon	Varning	Godsvagnar Personvagnar Lok	Använts ej	Förhållandet (ratio) mellan maximal kraft (peak) och medelkraft (mean) överstiger inställd larmgräns	

Tabell 3.1.1: Larmnivåer för Schenckdetektorn

<sup>2</sup> Hans Loskog (Systemansvarig för hjulskade-, varmgångs- och tjuvbromsdetektorerna, Trafikverket) mailkontakt den 14 april 2012

## 3.2 Varmgång och tjuvbroms – Skadeuppkomst och detektering

En lagerskada kan utvecklas snabbt från normaltillstånd till haveri. Varmgång i lagerbox innebär att lagret, vilket är monterat mellan hjulaxel och boggi, uppnår en temperatur som överskrider de normala driftsförhållandena. Vanliga orsaker till lagerhaveri är att lagret monterats på fel sätt, att det kommit in smuts i lagret eller att smörjningen varit otillräcklig (Mägi, 2008).

Även hjulskador kan leda till varmgång och lagerhaveri då dessa medför ökade kontaktkrafter mellan hjul och räl. Kontaktkrafterna kan leda till att det uppstår vibrationer i lagerboxen varvid lagren vibrerar sönder (Rosvall, 2008). Enligt Fridén<sup>3</sup> kan det uppmärksammans att varmgång har utvecklats i lagerboxen genom att det fett som lagret smörjs med blir flytande vid höga temperaturer. Detta stänker då ut och lägger sig på hjulet vilket kan ses med blotta ögat.

Tjuvbroms innebär att bromsen oavsiktligt ligger an. Enligt Ekberg<sup>4</sup> kan detta exempelvis bero på att ett mekaniskt eller elektroniskt fel gör att bromsen inte går tillbaka då lokföraren slutar bromsa. Ett hjul som tjuvbromsas blir snabbt varmt och den kraftiga värmeutvecklingen som bildas då en broms ligger an kan även leda till brand i fordon och i omgivning (Gustafson, 2007). Ett hjälpmedel för att se om ett hjul har tjuvbromsats är, enligt Fridén<sup>5</sup>, att mäta hjulen med en färg som släpper vid 400°C. Vidare antyder Fridén att det även kan ses på bromsklossarna, då dessa får en rödaktig färg.

### 3.2.1 Kombinerade varmgångs- och tjuvbromsdetektorer

Trafikverket använder sig av tre typer av kombinerade varmgångs- och tjuvbromsdetektorer; SERVO/SATT, FUES I och FUES II. SERVO/SATT är den äldsta av dessa varianter och kommer att fasas ut till förmån för FUES-detektorerna (Banverket, 2008). I dagsläget finns det sammanlagt 55 SERVO/SATT- och 80 FUES-detektorer utplacerade i Sveriges järnvägsnät, vilket ses i bilaga 1.

Detektorerna mäter temperaturen genom att registrera infraröd strålning från lagerbox och hjul vid tågpassage (Banverket, 2008). FUES-detektorn består av tre mätenheter där varje enhet har fyra mätstrålar för att detektera temperaturen på lagerbox respektive hjulring. Det räcker att endast en av dessa mätstrålar registrerar ett värde och det är det högsta värdet som noteras (Banverket, 2008). För en visualisering av mätområdena för FUES-detektorn, se figur 3.2.1. SERVO/SATT-detektorn har endast en mätstråle för temperaturmätning på lagerboxen (Banverket, 2008). Till skillnad från SERVO-detektorn kan FUES mäta absoluttemperatur (Banverket, 2008).

### 3.2.2 Larmgränser för varmgångs- och tjuvbromsdetektorer

Det finns totalt fyra olika larmtyper för varmgångs- och tjuvbromsdetektorerna FUES I och FUES II. Larmtyperna benämns och förklaras nedan.

- Övertemperaturlarm – Övertemperaturen mäts genom att ta det uppmätta värdet vid hjulet och subtrahera med den uppmätta utomhustemperaturen (Jonsson, 2011).
- Differenslarm – Med differensen menas att den uppmätta temperaturen på hjulet på höger axelsida subtraheras med det uppmätta värdet på hjulet på vänster axelsida (Jonsson, 2011).
- Relativlarm – Utgår från temperaturmedelvärdet för samtliga lagerboxar på samma tågsida (Jonsson, 2011).
- Absoluttemperaturlarm – Den direkt uppmätta hjultemperaturen.

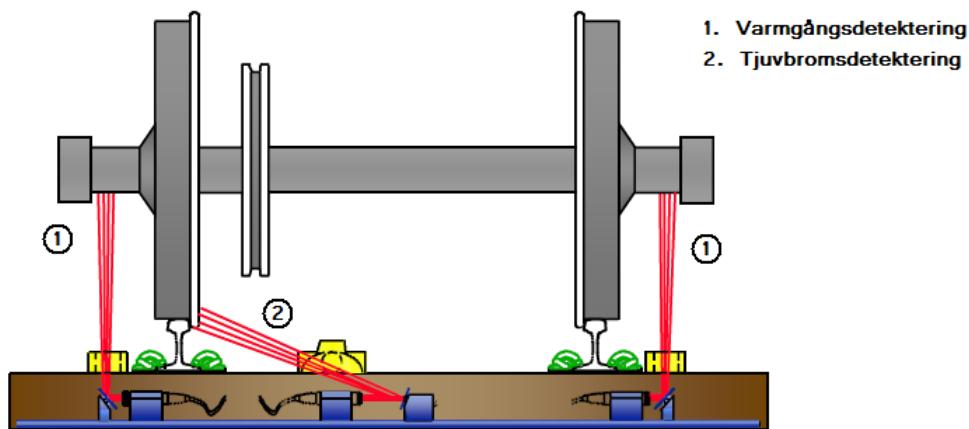
I tabell 3.2.1 ses de larmgränser som Trafikverket har satt för de ovannämnda varmgångs- och tjuvbromsdetektorerna, vilka enligt Loskog<sup>6</sup> gäller för dagens detektorer.

<sup>3</sup>Jan Fridén (Produktionsledning, SweMaint Göteborg) Intervjuad vid studiebesök på SweMaint i Göteborg den 30 mars 2012

<sup>4</sup>Anders Ekberg (Docent vid avdelningen för Dynamik, Chalmers tekniska högskola) mailkontakt den 5 juni 2012

<sup>5</sup>Jan Fridén (Produktionsledning, SweMaint Göteborg) Intervjuad vid studiebesök på SweMaint i Göteborg den 30 mars 2012

<sup>6</sup>Hans Loskog (Systemansvarig för hjulskade-, varmgångs- och tjuvbromsdetektorerna, Trafikverket) mailkontakt den 14 april 2012



Figur 3.2.1: Design av mätplatser för FUES-detektorerna (Banverket, 2008)

Detektortyp	Larmtyp	Larmnivå i DPC	Larmgräns
Varmgång	Övertemperatur	Hög	100
		Låg	80
	Differens	Hög	75
	Medelvärde	Låg	50
Tjuvbroms	Blockbroms absoluttemperatur	Hög	400
	Blockbroms övertemperatur	Låg	250

Tabell 3.2.1: Larmgränser för FUES-detektorerna

### 3.3 Larmprocess

En central del i användningen av detektorer är hur hanteringen av larm fungerar. Då en detektor uppmäter värden högre än de gränsvärden som satts utlöses ett larm till den berörda driftledningscentralen. På driftledningscentralen arbetar fjärrtågklarerare vars uppgift är att leda tågen ute på järnvägen. När larmet inkommer till driftledningscentralen indikeras detta på fjärrtågklarerarens skärm genom klienten DPC som är kopplad till detektorn (DPC beskrivs nedan i avsnitt 3.4.2 DPCIII). Fjärrtågklareraren kvitterar då larmet och tar kontakt med föraren för att informera om larmet och ge instruktioner om vilka åtgärder som ska vidtas. Vid högnivålarm ska klareraren stoppa bakomkommande tåg samt tåg på sidospår (Banverket, 2009).

Fjärrtågklareraren får automatiskt en larmrapport från DPC där uppmätta värden är registrerade. Den- na rapport ska sedan kompletteras med information som fjärrtågklareraren får från lokföraren. Larmrapporten ska sedan skickas till berört järnvägsföretag.

Larm förekommer i tre nivåer; Hög, då akut risk för skador eller urspårning förekommer; Låg, då skada eller fel existerar som kräver kontroll och åtgärd; Varning, då mätvärden är avsevärt mycket högre än det nor- mala driftstillståndet. Gemensamt för alla larmnivåer är att föraren ska rapportera in eventuella skador eller fel inom sin organisation för att möjliggöra att rätt service utförs på det larmade fordonet. Larm ska alltid efterföljas av den för nivån förutbestämda åtgärden. Dessa återfinns i tabell 3.3.1. Även om det inkommer flera olika larm, till exempel tjuvbroms och varmgång, skall båda efterföljas av åtgärder och behandlas separat (Banverket, 2009).

Ett konstaterat larm innebär att en skada upptäckts vid kontroll efter ett larm. Då ett larm inte är konstaterat innebär det att detektor larmat men att det efter kontroll inte upptäckts någon skada.

Detektortyp	Larmnivå	Hastighetsreducering	Fjärrtågklareraren beodrar föraren att stanna vid:	Allmänt om kontroller:
Hjulskadedetektorer	Varning	-	Slutdestinationen	Det larmade hjulet bör undersökas och eventuella åtgärder ska göras innan täget används nästa gång.
	Låg	Till 10km/h om utomhustemperaturen understiger -10°C, vid högre temperatur krävs ingen hastighetssänkning.	Närmast lämpliga driftplats	Efter att vagnen har växlats ur får fordonet åka olastat eller tomt till en verkstad.
	Hög	Till 10km/h	Närmast lämpliga driftplats	Hjul som avgett högnivåalarm ska antas ha en hjulskada motsvarande en hjulplatta på 60 millimeter och banan ska avsynas av infrastrukturförvaltaren. Innan banan avsynas ska hastigheten för samtliga färder på banan vara 30 km/h.
Varmgångdetektorer	Låg	-	Närmast lämpliga driftplats	Kontroll av varmgång utförs på lagerboxens utsida. Riktlinjerna är att om lagerboxen uppfattas som varmare än övriga ska det tolkas som varmgång. Efter en misstänkt varmgång ska föraren märka lagerboxen och sedan koppla ur vagnen som sedan hanteras enligt det enskilda järnvägsföretagets föreskrifter. Även metoder med specialfärg som krullar sig vid höga temperaturer finns.
	Hög	Till krypfart (max 10km/h)	Senast närmsta lämpliga driftplats.	
Tjuvbromsdetektorer	Låg	-	Närmast lämpliga driftplats	Vid misstänkt tjuvbroms ska det kontrolleras om det föreligger någon brandrisk och om risken bedöms finnas underrätta fjärrtågklarerare. Kontroll av samtliga slangkopplingar ska utföras fram till och med det sista fordonet som larmat om tjuvbroms. Det ska även kontrolleras att bromarna ej är tillsatta och att bromsen släpper. Dessutom ska det kontrolleras om det finns sprickbildning i hjulet eller om hjulningsbeläggning alternativt hjulplatta har uppstått på hjulens löpytor.
	Hög	Till krypfart (max 10km/h)	Närmast lämpliga driftplats.	

Tabell 3.3.1: Åtgärder vid detektorlarm (omarbetad från Banverket, 2009)

## 3.4 Trafikverkets verktyg Synergi och DPC

Trafikverket använder sig bland annat av de två verktygen Synergi och DPC i förebyggandet av urspårningar. I verktygen inkluderas olycksrapportering och detektormätdata.

### 3.4.1 Synergi

Enligt Röndum<sup>7</sup> är Synergi Trafikverkets verktyg för avvikelse-, tillbuds- och olycksrapportering och finns i form av en webbklient. Synergi innehåller manuellt inrapporterade data för incidenter vid järnväg. För en inrapporterad incident anges förutom tidpunkt och orsak även åtgärder, kostnader att genomföra dessa samt ibland även dokumentation i form av bilder och externa rapporter.

### 3.4.2 DPC

DPC är Trafikverkets system för att hantera data från detektorerna. DPC finns som databas och webbklient. All data från detektorerna presenteras i webbklienten och lagras i databasen. Den data som detektorerna registrerar är bland annat tågets hastighet, antal axlar samt mätvärden för hjulskador, varmgång och tjuvbroms. Det finns flera versioner av DPC varav DPCIII är den senaste och innehåller mätvärden från år 2010 och framåt. I projektet har enbart DPCIII använts.

Enligt Turesson<sup>8</sup> definieras konstaterade larm som de där en åtgärd vidtogs efter det att larmet registrerades. Detta till skillnad från ej konstaterade larm vilka är de larm där tåget kördes vidare utan åtgärd.

---

<sup>7</sup>Christer Röndum (Trafikverket) Presentation av Synergi den 31 januari 2012

<sup>8</sup>Mattias Turesson (Arkitekt/Utvecklare för DPC, Trafikverket) mailkontakt den 3 mars 2012



# 4 Resultat

I detta kapitel presenteras de resultat som har erhållits från de studerade typfallen samt de statistiska undersökningarna. De områden som har studerats och som i detta kapitel presenteras är: typfallstudie, konstaterade och ej konstaterade larm, årstidsvariationer, vidtagna åtgärder efter hjulskadelarm samt tillämpning av larmtyper för hjulskadedetektorer.

## 4.1 Typfallsstudie

Av totalt 34 olika typfall som studerats var 13 orsakade av hjulskada, 14 fall var varmgångsrelaterade och 7 fall har berott av tjuvbroms. Uppdelningen tillsammans med antal larm finns angivna i tabell 4.1.1.

Kategorisering	Totalt antal fall	Antal larm	Antal urspårningar	Antal tillbud	Antal avvikeler
Hjulskada	13	8	3	9	1
Tjuvbroms	7	5	0	6	1
Varmgång	14	11	1	12	1
<b>Totalt</b>	<b>34</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>27</b>	<b>3</b>

Tabell 4.1.1: Fördelning av typfall

En kort beskrivning av de utsorterade fallen finns i bilagorna 2 – 4, vilka är uppdelade på de olika orsakstyperna. De utvalda typfallen utgör en grund som används i analysen av hur väl detektorerna fungerar i att förebygga tågurspårning. I bilagorna har varje incident ett referensnummer som används nedan i rapporten. Här anges även om incidenten har skett med eller utan uppkomst av larm, händelsens ärendenummer i Synergi, olyckskategoriisering, larmtyp, skador som uppstått, kort beskrivning av incidenten med tillhörande kommentarer samt om detektorn har förhindrat urspårning.

Resultatet av de studerade typfallen är uppdelade på fall där detektorer har förebyggt urspårning och på fall där detektorer saknats eller inte larmat.

#### 4.1.1 Fall där detektorer förhindrat urspårning

Det finns fall som tydligt visar att detektorer har förhindrat tågurspårningar. Några av de studerade fallen presenteras här, samtliga fall står listade i bilagorna 2 – 4.

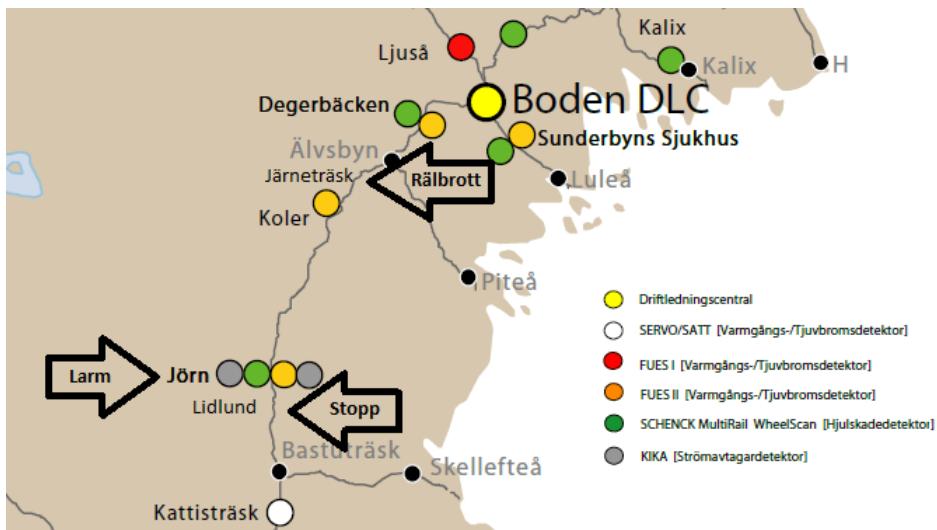
##### Hjulskadedetektor förhindrade urspårning i Jörn

I januari år 2011 passerade tåg 9273 hjulskadedetektorn i Jörn tillhörande Bodens driftledningscentral. Ett högnivåalarm utlösts med ett peakvärde på 441 kN (Synergiärendenummer 42280, 2011). Tåget stoppades i Lidlund där en hjulskada på axel 20 konstaterades. Hjulet med tillhörande hjulskada kan ses i figur 4.1.1 nedan.



Figur 4.1.1: Närbild av hjulskadan i Järneträsk (Synergi, ärendenummer 42280)

Då tåget hade kört med en hjulskada fanns risken att rälen var sönder och därför gjordes en avsyning av den sträcka som körts. Ett rälbrott konstaterades i Järneträsk. Då detektorn larmade kunde tåget stoppas och det skadade hjulet kunde plockas bort. En urspårning har troligen undvikits på grund av detektorlarmet. Kostnaden för detta stopp uppgick till cirka 100 000 SEK vilket kan jämföras med en urspärningsolycka som kan komma att kosta flera miljoner SEK. En karta över det aktuella området ses i figur 4.1.2. I bilaga 2 benämns denna incident som fall nummer 1.



Figur 4.1.2: Detektorkarta över området vid Jörndetektorn

För fler fall där hjulskadedetektor troligen har bidragit till att förhindra urspårning se nummer 6, 7 och 8 i bilaga 2.

### **Varmgångsdetektor förhindrade urspårning i Jörn**

Ett fall där en varmgångsdetektor med stor sannolikhet har förhindrat urspårning är händelse 21 i bilaga 3. Detektorn i Jörn har enligt DPCIII registrerat flera högnivåalarm för varmgång och tjuvbroms på samtliga axlar på bägge sidor av en vagn. När tåget ankom till Jörn kunde varmgång i lager konstateras på den aktuella vagnen (Synergiärenenummer 39579, 2010). Detta inträffade i augusti 2010 på tåg nummer 9284. En brand i banvallen upptäcktes av ett bakomkommande tåg men inga övriga skador är rapporterade.

### **Tjuvbromsdetektor fängade tåg innan urspårning hann ske**

Tåg 15619 utsattes i mars 2011 för tjuvbroms på en vagn, vilket ledde till att det tjuvbromsade hjulet kraftigt hettades upp (Synergiärenenummer 43684, 2011). Detta resulterade i att tre bränder bröt ut längs med spåret mellan Kimstad och Mantorp.

Tåget passerade en detektor redan efter sju kilometers färd men denna uppmärksammade inga förhöjda värden. Detta kan bero på att detektorn var placerad på bredvidliggande spår och inte mätte det aktuella tåget. Alternativt hade tjuvbromsen inte hunnit utvecklas så långt. Cirka sju mils tågfärd senare detekterades förhöjda värden av tjuvbromsdetektorn i Mantorp och tåget stoppades några kilometer senare. Den första branden påträffades efter drygt två mil från tågets startstation så vid denna tidpunkt var hjulet så pass upphettat att det orsakade bränder. Följden av detta blev att trafiken på det drabbade spåret stoppades i drygt en timme. Om det funnits en detektor placerad tidigare hade tjuvbromsen troligen kunnat uppmärksamas tidigare och någon eller alla bränder kunnat förhindras. Det är oklart hur nära en allvarlig urspårning tåget befann sig men det är mycket troligt att detektorn i detta fall har varit till stor nytta för att undvika detta. Denna incident benämns som nummer 28 i bilaga 4.

För fler fall där tjuvbromsdetektor har varit till nytta i förhindrandet av urspårning se fall nummer 30 och 33 i bilaga 4.

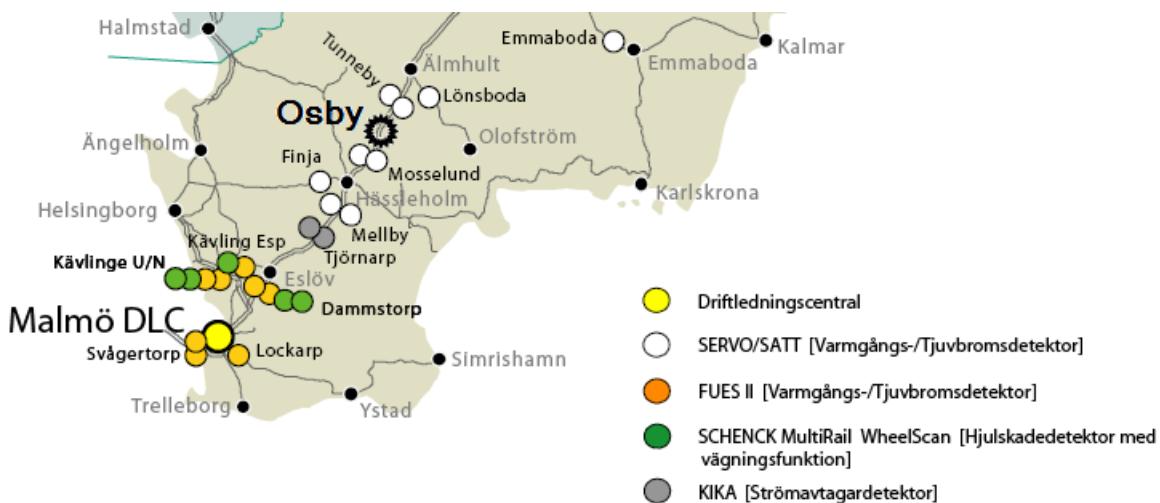
#### 4.1.2 Fall där detektorer saknats eller inte larmat

I de fall där en incident har inträffat, men en detektor inte har varnat är det intressant att undersöka varför ingen detektor larmat. Dessa anledningar varierar givetvis från fall till fall men det finns två orsaker som är mer förekommande: relevant detektor saknades på den aktuella sträckan eller detektorn var ur drift.

Det finns även fall där återkoppling från verkstaden saknas vilket gör det svårt att veta om tåget hade någon skada och därmed om detektorerna har varit till fördel eller ej. Nedan beskrivs fall där avsaknad av detektor har lett till konstaterade allvarliga tillbud.

##### Detektor saknades och en hjulskada orsakade flera rälbrott

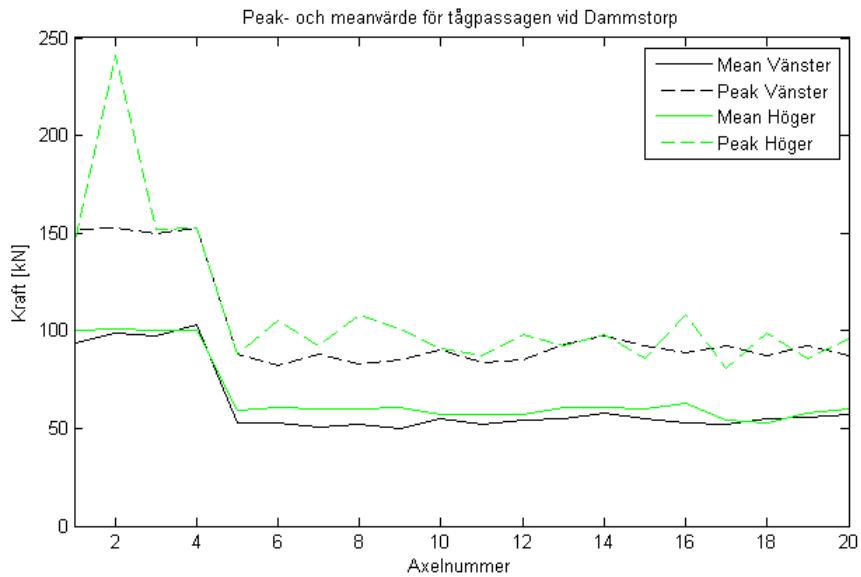
I januari 2010 kände lokföraren på tåg 7150 vid start i Malmö att det vibrerade i tågsättet (Synergiärenenummer 42261, 2011). När tåget passerade Osby station hörde lokföraren en kraftig småll och drog i nødbromsen. Färdsträckan ses i figur 4.1.3 med inklippt detektorkarta.



Figur 4.1.3: Detektorkarta som visar det tillbudsdrabbade området

När tåget stannat visade det sig att cirka 45 centimeter av lopbanan på ett av hjulen var delvis borta. Sprickan har utvecklats inifrån och var därför svår att finna. 1661 meter av rälen fick bytas till en kostnad av drygt tre miljoner SEK. Figur 4.1.4 visar de värden som detektorn i Dammstorp (den närmsta detektorn) registrerade. Axel två i loket var den axel som det trasiga hjulet satt på. Denna incident återfinns som nummer 10 i bilaga 2.

Det finns fler händelser där allvarliga incidenter inträffat utan att detektorer har larmat. För fall där detektor har saknats på den aktuella sträckan och urspärning har skett, se nummer 11 och 12 i bilaga 2. För ett fall där detektor saknats och följderna blivit rälbrott, se nummer 9 i bilaga 1. För fall där detektorn har varit avstängd och urspärning har skett, se nummer 13 i bilaga 2.



Figur 4.1.4: Mätvärden från hjulskadedektor i Dammstorp, observera peakvärdet på axel två, höger sida

#### Gröttingen – En urspärningsolycka orsakad av varmgång i lager

Den direkta orsaken till urspärningen i Gröttingen var varmgång i hjullagret på den 30:e vagnens andra axel på vänster sida i färdriktningen. Detta resulterade i att axeltappen gick av och lagerboxen lossnade med urspärning som följd. En bild på olycksplatsen kan ses i figur 4.1.5.

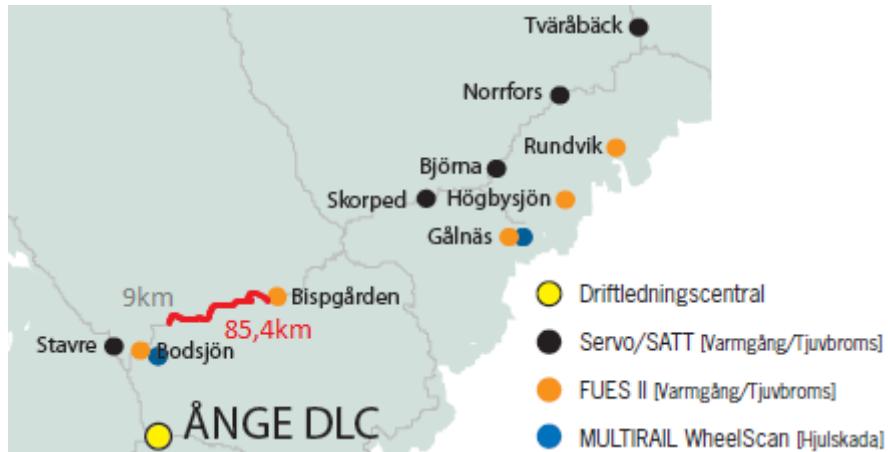


Figur 4.1.5: Nio vagnar urspärade i Gröttingen

Urspärningen orsakade omfattande skador på spår, växlar, kontaktledning och vagnar. Skadekostnaden beräknades uppgå till 10 miljoner SEK för spåranläggningen, cirka fem miljoner SEK för rullande material och 1,4 miljoner SEK för skadat gods (Jonsson, 2011).

Tåg 9281 passerade totalt fyra varmgångs- tjuvbromsdetektorer på sin färd mot Grötingen men ingen av dessa har registerat något kritiskt värde. En karta över det aktuella området kan ses i figur 4.1.6. Detektorn i Bispgården är den sist passerade och denna har noterat förhöjda värden på den axel där felet fanns.

Det är 85,4 kilometer mellan Bispgården och Grötingen. Det återstod endast nio kilometer till den nästkommande detektorn, Bodsjön, när lagerboxen lossnade. Utredare Hanssons förslag var att installera ytterligare en tjuv- och varmgångsdetektor mellan Bodsjön och Bispgården. ”En sådan anläggning hade sannolikt fångat upp den begynnande varmgången på tåg 9281.” (Jonsson, 2011)



Figur 4.1.6: *Detektorkarta med den kritiska sträckan utmarkerad*

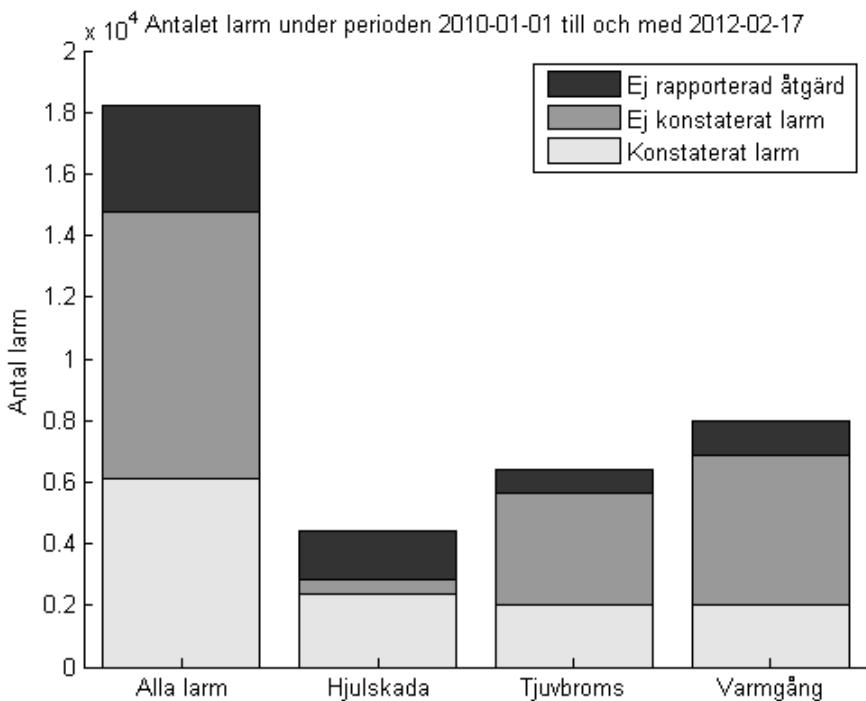
#### Tjuvbroms uppstod efter tappad last

Ett exempel på ett tjuvbromsfall där detektorer inte kunnat förebygga är en incident som ägde rum i januari 2011. Ett stålämne lastat på tåget förskjöts och gled av vid driftsplats Frövi som tillhör Gävles driftledningscentral (Syngiärendenummer 42660, 2011). Stålämnet slog i en järnvägsbro och stensprut från bron orsakade stopp i samtliga bromsar på två av tågets vagnar. På grund av att dessa bromsar krävde manuell lossning ledde det till att båda låstes med hjulplattor på cirka 20 centimeter som följd. Det var en privatperson som till slut larmade driftcentralen då glödande hjul observerats. Föraren hade inte märkt något innan. Inga rälbrott rapporterades efter avsyning av banan. I dagsläget används inga detektorer som uppmärksammar utstickande last. I DPCIII kan förhöjda värden för tjuvbromsdetektorn i Hörken ses. De ligger runt 200 °C vilket dock är under larmgränsen. Denna händelse kan ses som nummer 34 i bilaga 4.

## 4.2 Konstaterade och ej konstaterade larm

För att studera detektorernas tillförlitlighet kan mängden konstaterade larm jämföras med totala antalet larm. Med ett konstaterat larm menas att en faktisk skada har fastställts, jämfört med ett ej konstaterat larm där inget fel på tåget har hittats (falskalarm). Vid hämtning av datan används den av fjärrtågklareraren rapporterade åtgärden för att bestämma huruvida ett larm är konstaterat eller ej. Det existerar vid hämtning av dessa data larm utan rapporterad åtgärd. Detta innebär att detektorerna har larmat men att ingen åtgärd registrerats i DPC. Följden av detta blir att en viss felkälla uppstår i resultatet då det inte är känt om larmen är konstaterade eller ej. I Figur 4.2.1 nedan visualiseras förhållandet mellan antalet konstaterade larm, ej konstaterade larm och larm utan rapporterad åtgärd. Detta är gjort för var och en av de tre larmtyperna som studerats; hjulskada, varmgång samt tjuvbroms.

I studien är alla detektorer representerade, med undantag för varmgångsdetektorerna vid Hunstugan NSP, samt Rotebro NSP N1. Dessa togs bort då de hade väldigt många larm utan rapporterad åtgärd och mycket få larm med rapporterad åtgärd. Vid jämförelse av siffrorna vid Hunstugan (som hade 7697 larm utan rapporterad åtgärd) och Rotebro (3675 stycken) så ses det att dessa två utgör ungefärligen tredjedelen av alla larm i Sverige.



Figur 4.2.1: Antalet larm registrerade mellan 2010-01-01 och 2012-02-17 sorterade enligt skadetyp och huruvida larmet konstaterats eller ej

(30 000 stycken). Tillsammans hade de endast 19 konstaterade och 37 ej konstaterade larm, resterande var larm utan rapporterad åtgärd. Detta föranledde misstanke om fel hos detektorerna vilket ledde till att de sorterades bort. I bilaga 5 återfinns grafen där även dessa detektorer är medräknade, för jämförelse med figur 4.2.1.

Vad som kan ses i figur 4.2.1 är att mängden ej konstaterade larm förefaller vara tämligen hög. Värt att notera är att ett hjulskadelarm av typ högnivå skall betraktas som en 60 millimeters hjulskada och därmed alltid ska rapporteras som en konstaterad skada. De ej konstaterade larmen som återfinns i hjulskadestapeln kan tänkas häröra från hjulskadedetektorer på malmbanan där fler larmgränser än endast högnivå används.

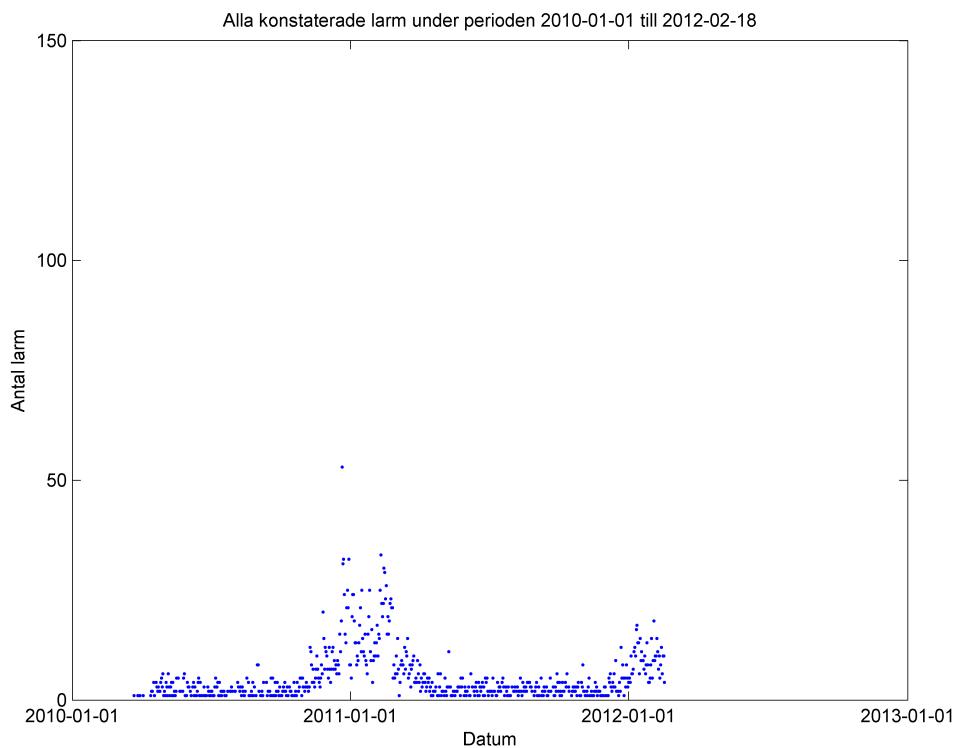
Tillförlitligheten beskrivs som antalet konstaterade larm dividerat med totala antalet larm. Denna siffra ger en indikation på hur väl detektorerna och larmprocessen är anpassad för att finna defekter i tåg. Varmgångsdetektorerna uppvisar en tillförlitlighet på 25,5% för den studerade perioden. Motsvarande siffra för tjuvbroms, hjulskada och samtliga detektortyper är 31,8%, 54,2% respektive 33,6%.

## 4.3 Årstidsvariationer vid detektorlarm

Nedan redovisas resultatet för den statistiska undersökning som gjorts för antalet larm under perioden 2010-01-01 till och med 2012-02-17. De grafer som ej presenteras här återfinns i bilaga 6 och antalet uppmätta temperaturer som används för temperaturgrafer finns deklarerat i bilaga 6, ”Tabell över antal värden använda till temperaturhistogram”. Här har larm utan registrerad temperatur sorterats bort.

### 4.3.1 Samtliga detektorlarm

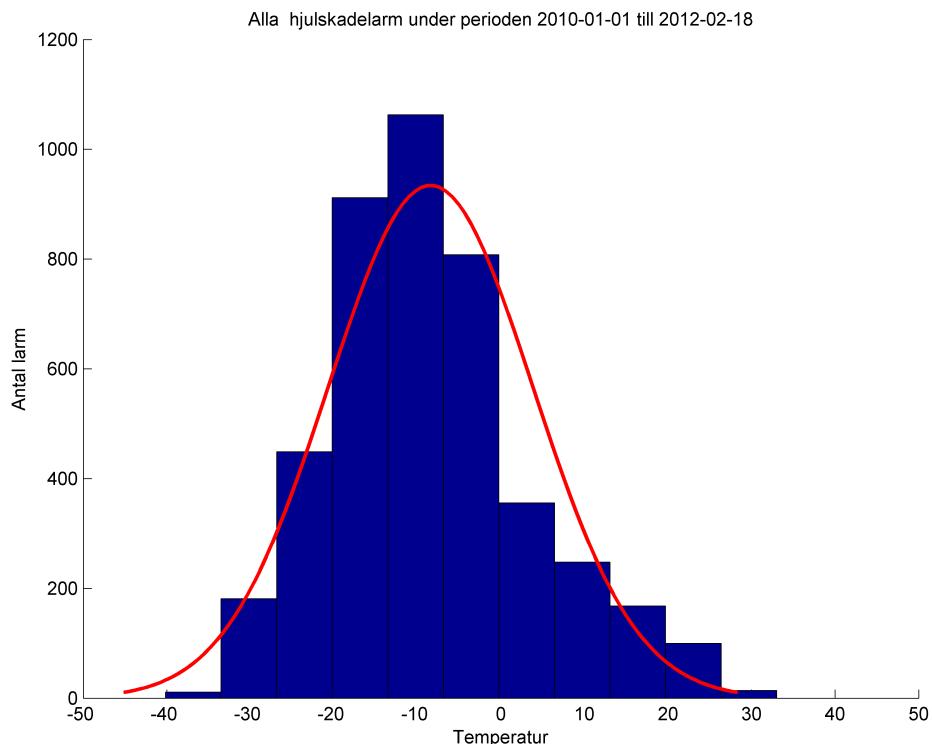
I figur 4.3.1 visualiseras antalet konstaterade larm under perioden 2010-01-01 till och med 2012-02-17. Det kan ses att antalet larm ökar under vinterperioder och håller sig relativt jämn under resterande delar av säsongen. Detta föranleder en närmare studie av i vilka larmtyper dessa ökningar under vinterperioder härrör. Detta redogörs i de tre nästkommande kapitlen. I antalet larm utan rapporterad åtgärd ses ökningar i antalet larm under sommarperioderna (se bilaga 6, ”Alla detektorlarm utan rapporterad åtgärd”). Dessa antas vara detektorfel då topparna ej återfinns i varken figur 4.3.1 eller i antalet ej konstaterade larm (se bilaga 6, ”Alla ej konstaterade larm”).



Figur 4.3.1: Antalet konstaterade detektorlarm mellan 2010-01-01 och 2012-02-17

### 4.3.2 Hjulskadelarm

Det totala antalet konstaterade larm ökade vid årsskiftet. En liknande trend kan även ses för antalet konstaterade hjulskadelarm (se bilaga 6, ”Ej konstaterade hjulskadelarm”). Ett hjulskadelarm högnivå skall alltid betraktas som konstaterat. Huruvida en skada faktiskt existerat i dessa fall är ej möjligt att urskönja då, enligt Fridén<sup>1</sup>, återrapportering från verkstad till Trafikverkets databaser är bristfällig. Antalet hjulskador har dock tidigare konstaterats öka under vinterperioder (Kalousek, 1996). Då antalet konstaterade hjulskadelarm ökar under vinterperioder studeras huruvida dessa kan vara temperaturberoende. I figur 4.3.2 nedan ses ett histogram över antalet hjulskadelarm kombinerat med yttertemperaturen. Antalet larm i kombination med yttertemperaturen förefaller vara normalfördelat kring -8 °C.



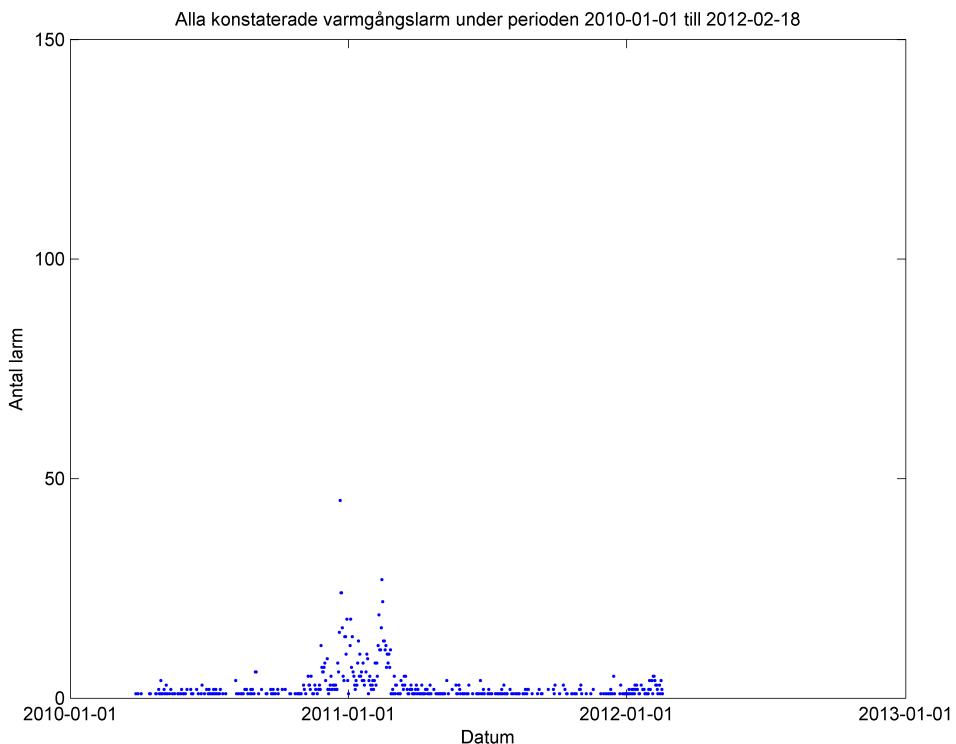
Figur 4.3.2: Histogram för antalet larm kombinerat med temperatur

Vad gäller hjulskadelarm utan rapporterad åtgärd är de förhållandevis få, med undantag av en topp i årsskiftet 2011-2012 (se bilaga 6, ”Hjulskadelarm utan rapporterad åtgärd”). Huruvida detta beror på detektorfel är ej utifrån datan möjligt att säga. Det kan dock konstateras att även de konstaterade larmen och de ej konstaterade larmen ökar kring samma datum som de utan rapporterat datum (se bilaga 6, ”Alla konstaterade hjulskadelarm” respektive ”Alla ej konstaterade hjulskadelarm”).

<sup>1</sup>Jan Fridén (Produktionsledning, SweMaint Göteborg) Intervjuad vid studiebesök på SweMaint i Göteborg den 30 mars 2012

### 4.3.3 Varmgångslarm

I figur 4.3.3 nedan visualiseras antalet konstaterade varmgångslarm. Det kan här ses att antalet larm håller en relativt jämn nivå över hela den studerade perioden med undantag av årsskiftet 2011-2012. I avsnitt 4.2.1 *Samtliga detektorlarm* sågs en ökning av antalet ej konstaterade larm under sommarperioderna, vilka även återfinns i antalet varmgångslarm utan rapporterad åtgärd (se bilaga 6, ”Alla varmgångslarm utan rapporterad åtgärd”). Att fastställa om det rör sig om några få felande detektorer eller om det kan förklaras på något annat sätt är utifrån den framtagna datan ej möjligt. Det förefaller sig dock troligt att det rör sig om ett fel då ökningarna varken återfinns i de konstaterade varmgångslarmen, figur 4.3.3, eller i de ej konstaterade larmen (se bilaga 6, ”Alla ej konstaterade varmgångslarm”).



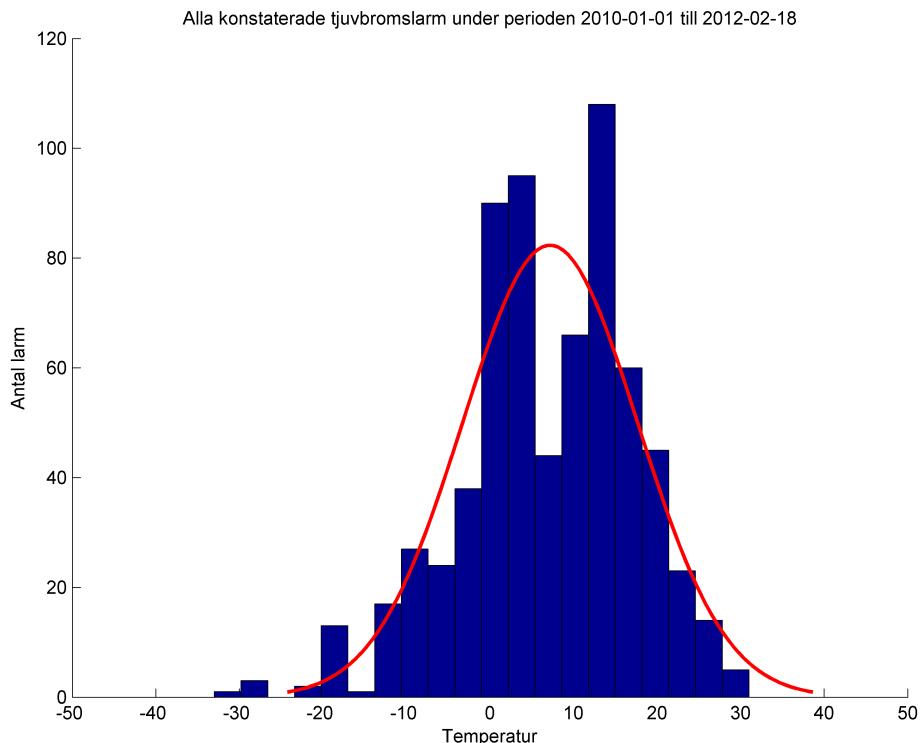
Figur 4.3.3: Antalet konstaterade varmgångslarm 2010-01-01 till och med 2012-02-17

I de konstaterade varmgångslarmen urskönjs liksom för hjulskadelarmen en topp i årskiftet 2010-2011 samt en mycket liten topp i nästkommande årsskifte (se bilaga 6, ”Alla konstaterade varmgångslarm”).

En viss temperaturkorrelation kan ses i histogrammet för de konstaterade varmgångslarmen där medelvärdet ligger kring  $0^{\circ}\text{C}$  (se bilaga 6, ”Histogram över konstaterade varmgångslarm”). Larm utan rapporterad åtgärd tycks vara koncentrerade till temperaturer över  $10^{\circ}\text{C}$  med flest värden i spannet  $15\text{-}20^{\circ}\text{C}$  (se bilaga 6, ”Histogram över varmgångslarm utan rapporterad åtgärd”).

#### 4.3.4 Tjuvbromslarm

Tjuvbromslarm håller en förhållandevis jämn frekvens över hela den studerade perioden (se bilaga 6 ”Alla tjuvbromslarm”), detta gäller även de konstaterade larmen (se bilaga 6, ”Alla konstaterade tjuvbromslarm”). Det existerar några få dagar med toppar i antalet ej konstaterade larm (se bilaga 6, ”Alla ej konstaterade tjuvbromslarm”). Temperaturmässigt sker flest larm under de varmare perioderna (över  $0^{\circ}\text{C}$ ), (se bilaga 6, ”Alla tjuvbromslarm”). Detsamma gäller även för de konstaterade larmen, se figur 4.3.4. För de ej konstaterade framträder dock en topp kring  $-10^{\circ}\text{C}$ , här finns 1051 mätvärden (se bilaga 6, ”Histogram över alla ej konstaterade tjuvbromslarm”).

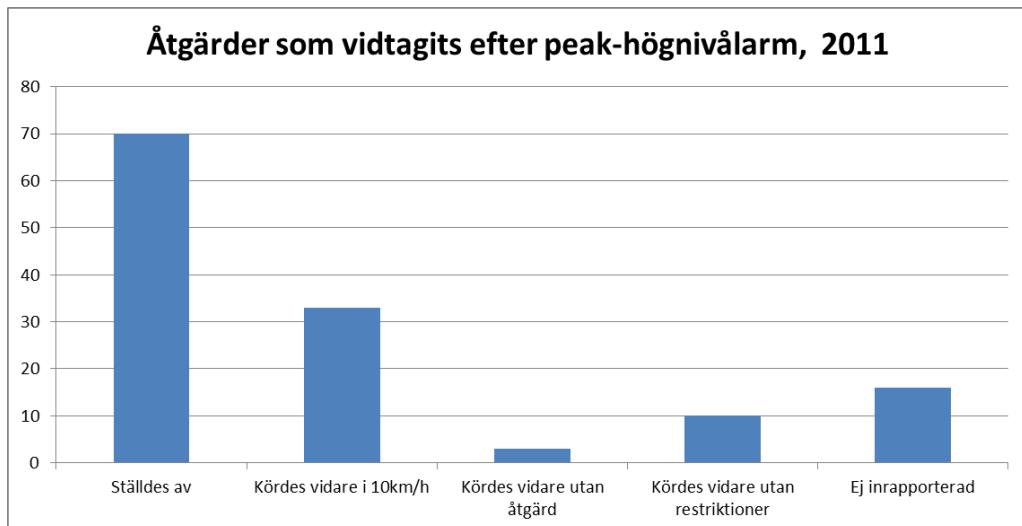


Figur 4.3.4: Histogram för antalet konstaterade tjuvbromslarm per temperatur

Då tjuvbromslarmen är jämnt fördelade över året är det lämpligt att jämföra temperaturfördelningen för dem med hjulskadelarmen i figur 4.3.2. Denna jämförelse stärker att hjulskadelarm tenderar att förekomma oftare under vintertid. Detta då hjulskadelarmen i kombination med yttertemperaturen är normalfördelat med lägre medelvärde än tjuvbromslarm kombinerat med temperatur under samma period.

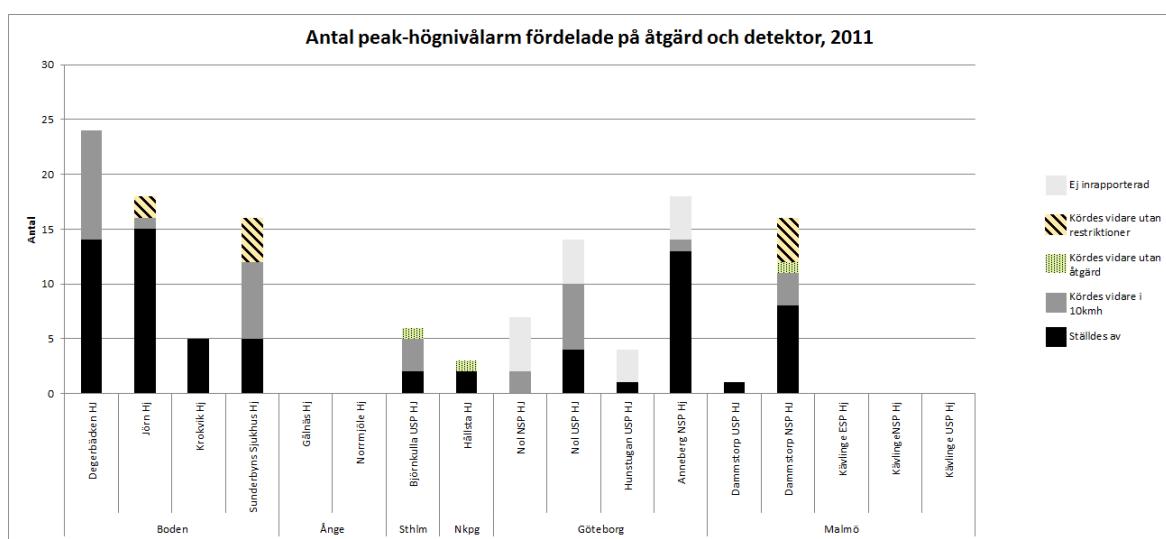
## 4.4 Åtgärdsrapportering efter hjulskadelarm

Då en detektor har larmat skall fjärrtågklareraren rapportera in den vidtagna åtgärden i DPC-klienten. Efter hjulskadelarm finns det fyra olika åtgärder som kan vidtas; tåg ställdes av, kördes vidare med största tillåtna hastighet 10 km/h, kördes vidare utan åtgärd och kördes vidare utan restriktioner. I figur 4.4.1 ses hur många av respektive åtgärd som har förekommit under 2011. Så som regelverket är utformat skall tåg efter peak-högnivåalarm stannas och den skadade vagnen växlas ur. Under året 2011 förekom totalt 13 fall där tågen kördes vidare utan hastighetsbegränsning efter högnivåalarm, något som går emot nuvarande regelverk.



Figur 4.4.1: Åtgärder inrapporterade efter peak-högnivåalarm under 2011, fördelat på åtgärdstyp

I figur 4.4.2 presenteras hur åtgärderna är fördelade på de olika hjulskadedetektorerna. Här ses att det endast är larm från detektorerna tillhörande Göteborgs driftledningscentral (DLC) där det förekommer att åtgärderna efter larm ej rapporteras in. Detta motsvarar drygt 37% för Göteborgs DLC. En undersökning av antalet detektorpassager har gjorts för att kontrollera eventuellt samband med antalet larm. Resultatet visar att antalet larm fortfarande skiljer sig kraftigt trots att hänsyn har tagits till antalet passager. Se bilaga 7 för en visualisering av detta.

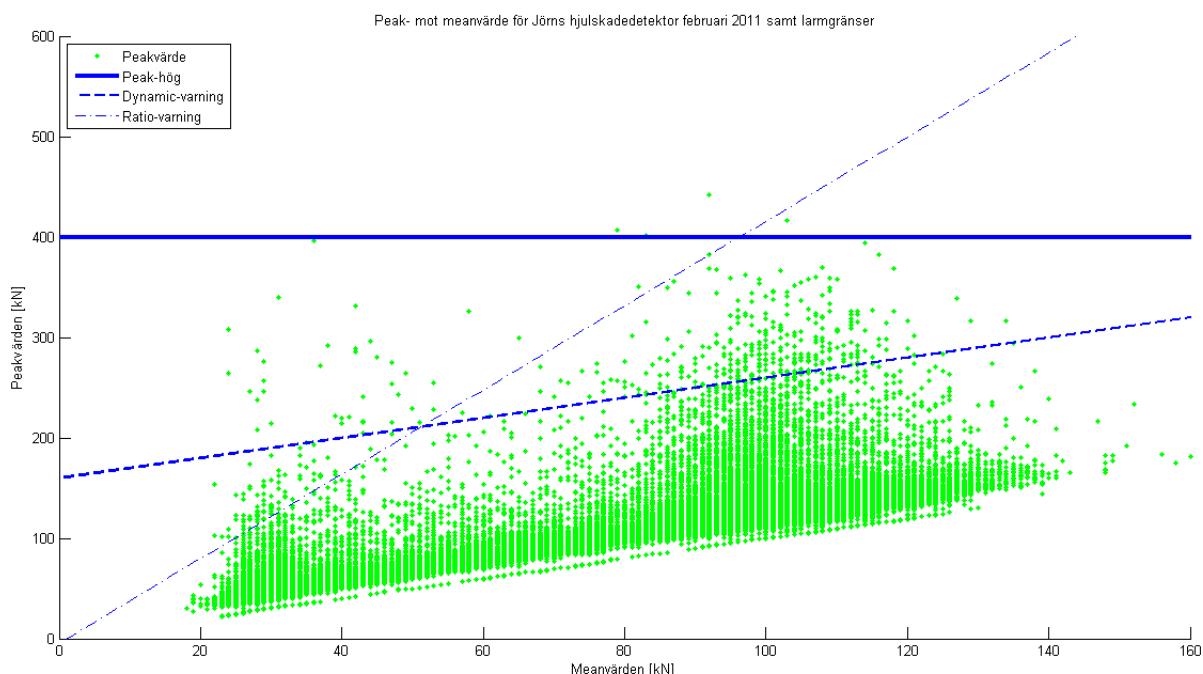


Figur 4.4.2: Åtgärder som vidtagits efter peak-högnivåalarm under 2011, fördelat på detektor

## 4.5 Larmtyper för hjulskadedetektorer

En faktor som inverkar för när en detektor larmar är vilka larmtyper som används. Olika larmtyper är olika lämpade att övervaka lätt och tungt lastade fordon, se tabell 3.1.1. I figur 4.5.1 visas ett exempel på hur de olika larmgränserna är fördelade. Här visas alla peakvärdens mot meanvärdens för detektorn i Jörn.

I undersökningen av alla peak mot meanvärdens för detektorn i Jörn ses att peakvärdet ökar med meanvärdet. Studeras peakvärdens för detektorn i Jörn ses att det är mer troligt att tungt lastade fordon upptäcks av en hjulskadedetektor med endast peak-högnivåalarm. Som tidigare nämnts används endast peak-högnivåalarm i dagsläget utanför Malmbanan. I figuren visas hur larmgränserna skulle sett ut om även dynamic och ratiolarm används. Det ses att ratiolarm är bra på att fånga upp lätt lastade fordon, medan peaklarm fångar upp de tungt lastade fordonen. Dynamic fängar upp ett brett spektra.



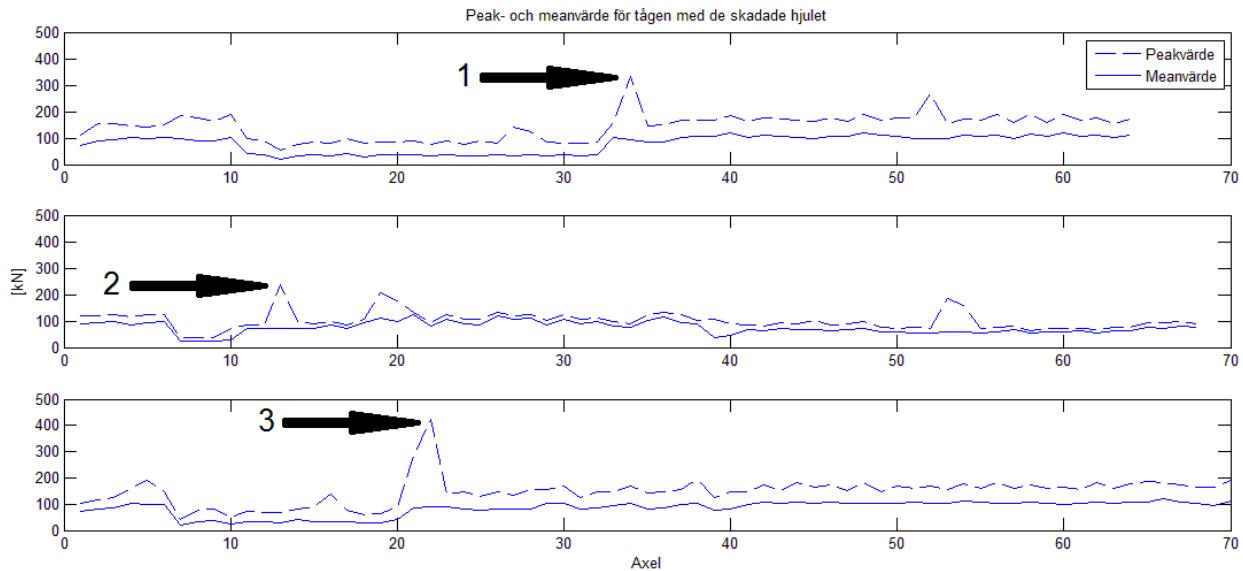
Figur 4.5.1: Peakvärdens plottat mot meanvärdens för Jörns detektor under februari 2011. Även larmgränser för peak-högnivåalarm, dynamic-varning samt ratio-varning visas.

I nuläget är det bara på Malmbanan som larmtyperna dynamic, ratio och peakläg används. På övriga sträckor används endast peak-högnivåalarm. Nedan har en vagn som larmat för peak-högnivåalarm studerats med avseende på dess detektorregistreringar innan vagnen larmade. Vagnens färd över detektorer innan den larmade har studerats. Den studerade vagnen har kört på järnvägsnät tillhörande Göteborgs driftledningscentral. Vagnen larmade för peak-högnivåalarm av en detektor i Anneberg. Åtgärden som vidtogs var att hela tåget ställdes av. Inom loppet av fyra dagar innan den togs ur drift har vagnen registrerats av tre hjulskadedetektorer. I tabell 4.5.1 visas värdena för den skadade axeln över de tre detektorregisteringarna.

Referens-nummer	Datum	Hjulskade-detektor	Mean [kN]	Peak [kN]	Dynamic [kN]	Ratio
1	110301 03:23	Anneberg	95	332	237	3.5
2	110301 16:16	Hunstugan	72	238	166	3.3
3	110304 03:53	Anneberg	88	423	335	4.8

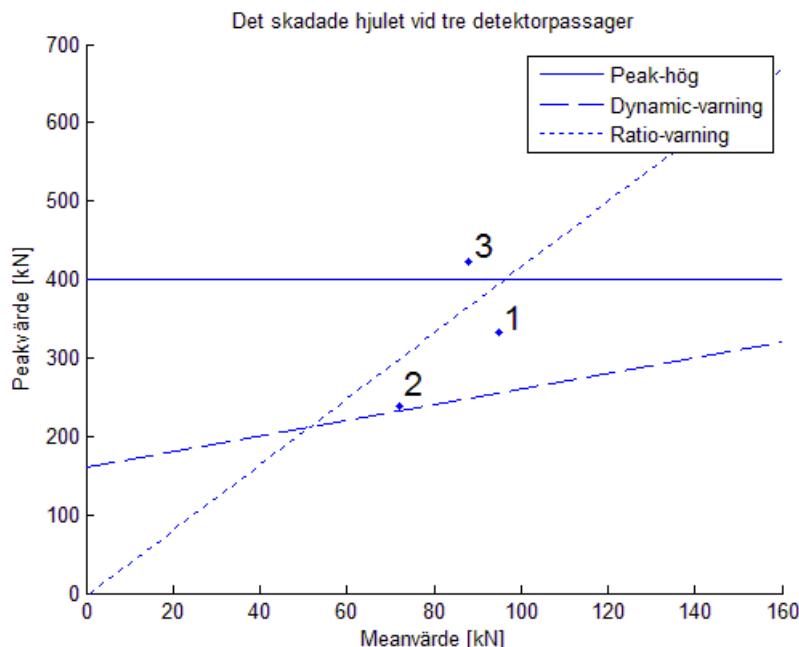
Tabell 4.5.1: Mätvärden för det skadade hjulet över tre detektorpassager

För de passerade detektorerna används endast peak-högnivåalarm på 400kN. I figur 4.5.2 visas peak-värdet för det skadade hjulet som larmade i Anneberg. Observera att den skadade axelns placering ändras på grund av att vagnen har ingått i olika tåg.



Figur 4.5.2: Peak- och meanvärden för tre detektorpassager där det skadade hjulet har ingått. Det skadade hjulet har i figur markerats med pilar

I figur 4.5.3 visas värden för den skadade axeln vid de tre olika passagerna med larmgränser som på Malmbanan. Om dynamic-varningslarm hade använts hade skadan kunnat upptäckas i ett tidigare skede.



Figur 4.5.3: Det skadade hjulets mätvärden för tre detektorpassager. I figuren anges peak-högnivåalarm samt dynamic- och ratiovarningslarm. Notera att dynamic- och ratiolarmgränserna i dagsläget endast tillämpas på Malmbanan.

# 5 Diskussion

Nedan följer en diskussion kring de erhållna resultaten. Diskussionen tar upp felkällor och övriga reflektioner som uppkommit under arbetets gång.

## 5.1 Typfallsstudie

Trovärdigheten i de funna typfallen från Synergi kan ifrågasättas. Som exempel kan nämnas fall nummer 6 som beskrivs i bilaga 2, där det i Synergi har rapporterats om snedlastlarm från en detektor i Bispgården trots att dessa detektorlarm ej har återfunnits i DPC. Detektorn i Bispgården är en varmgångsdetektor vilken inte mäter snedlast, men även om det vore en hjulskadedetektor som fanns i Bispgården så används inte snedlastlarmen idag.

För att kunna använda detektorerna optimalt bör det vara möjligt att följa och spåra en vagn över tiden för att upptäcka begynnande skador. Det har uppmärksammats tillfället då rapporteringen av till exempel antalet vagnar inte varit korrekt. Ett exempel på detta är incident 11 i bilaga 2 där det upptäckts en så kallad svartvagn i tågsättet, det vill säga en vagn som inte varit inrapporterad till systemet. Även då vagnsnummer är inrapporterade är det svårt att följa en specifik axel. Detta på grund av att vagnarna kan vändas och färdas ”bakvända”. För att följa en specifik axel över tiden krävs därför stora manuella insatser för att studera varje enskilt fall.

Utifrån ett fokus på att undvika urspärningar ter det sig självklart att ju fler detektorer som finns utmed järnvägen desto bättre är det. Då det ofta handlar om väldigt snabba händelseförlopp när något havererar medför fler detektorer att fler värden blir registrerade och avvikande värden kan uppmärksamas precis då de uppstår. Det är dock en ekonomisk avgränsning hur många detektorer som kan vara i drift utifrån den urspärningsfrekvens som ses idag.

## 5.2 Konstaterade och ej konstaterade larm

Som framgår i resultatdelen för detektorsystemets tillförlitlighet, se avsnitt 4.2 *Konstaterade och ej konstaterade larm*, har två varmgångsdetektorer (Hunstugan NSP och Rotebro NSP N1) sorterats bort då de bedömdes ha orimliga mätvärden. Borttagandet av dessa två detektorer har, om mätvärdena från dessa faktiskt är korrekta, lett till att en högre tillförlitlighet beräknats än vad verkligheten visar. Värmgångsdetektorerna får med alla detektorer inräknade en tillförlitlighet på 10,6%. För detektorsystemet i stort blir effektiviteten 20,7% istället för 33,6%. Det är inte säkert att varmgångsdetektorerna i sig som inte är tillförlitliga. En annan förklaring till den låga tillförlitligheten kan vara att temperaturen hinner sjunka samtidigt som verifiering av mätvärdet sker. Med korrekt kalibrerade detektorer är inte verifiering nödvändig.

För att möjliggöra utvärdering av hur väl detektorerna faktiskt fångar upp tåg med skador är det önskvärt med fungerande återrapptering från tågoperatörer och verkstad till Trafikverkets databaser. Utöver detta är det även önskvärt att det från Trafikverkets rapportering till tågoperatörerna alltid tydligt framgår vilken axel och vagn som larmat. Viktigt här är att axelnummer rapporteras på ett standardiserat sätt så att inga oklarheter finns kring vilken axel som utlöst larm.

## 5.3 Årstidsvariationer vid detektorlarm

För alla temperaturgrafer gäller att de inte är normaliseraade, alltså att det ej har tagits hänsyn till att vissa temperaturer förekommer oftare under den studerade perioden och därför kan bli överrepresenterade. Här kan tänkas att tjuvbromslarmen kan agera indikator då de under perioden håller en relativt fast nivå gällande larm per dag. Trots denna fasta nivå kan det ses att detektorerna larmar oftare vid temperaturer över 0 °C. Sannolikt beror detta då på att temperaturer över 0 °C är mera förekommande än övriga temperaturer i Sverige under den undersökta perioden.

Analysen av tjuvbromslarmens temperaturrelation ger förståelse för hjulskadelarmens temperaturrelation. Här ses toppar kring årsskiftena och i histogrammet för antal larm i kombination med temperatur ses att medeltemperaturen för larm är -8 °C vilket då med föregående analys och det faktum att toppar kring årsskiftena existerar tyder på att antalet hjulskadelarm är relaterat till yttertemperatur.

Huruvida antalet faktiska skador är temperaturrelaterade är av den här analysen svårt att säga då hjulskadelarm högnivå alltid skall ses som konstaterade hjulskador. En återkoppling mellan DPCIII och underhållsverkstad om huruvida en faktisk hjulskada hittats hade underlättat analysen av hjulskadors temperaturrelation.

I likhet med tjuvbromslarmen tycks även varmgångslarmen vara temperaturoberoende, dock existerar en hög topp i årsskiftet mellan 2010 och 2011. Denna topp är sannolikt orsaken till att de konstaterade larmens normalfördelning förskjutits åt kallare temperaturer jämfört med de konstaterade tjuvbromslarmen.

## 5.4 Åtgärdsrapportering efter hjulskadelarm

Antalet larm varierar stort mellan de olika detektorerna. Detta kan bero på att sträckorna trafikeras olika mycket och med vagnar som är olika tungt lastade. Av driftledningscentralerna har Boden betydligt fler larm per detektor än övriga. Orsaker till detta kan vara att Malmbanan har något lägre larmgränser än övriga landet samt att de vagnar som trafikerar banan går tungt lastade. Ytterligare en faktor kan vara att temperaturen i norra Sverige är lägre än för övriga landet.

En oroväckande andel tåg har körts vidare efter larm, ibland utan åtgärd och ibland med sänkt hastighet, trots att den enda åtgärd som skall vidtas vid högnivåalarm för hjulskador är att tåget skall stannas omedelbart. En faktor som tros påverka valet av åtgärd är hur enkelt det är att vidta den. Incitament som kan finnas till att inte stanna tåget vid högnivåalarm skulle kunna vara att det är en högt trafikerad sträcka utan möjlighet att ställa av tåget på ett sidospår, att det endast återstår en kort sträcka till slutmålet eller att föreskrifterna medvetet inte följs. Oavsett orsak är det allvarligt att föreskrifter inte följs. För att komma till rätta med problemet måste dock anledningen till varför de inte följs analyseras. En första åtgärd kan vara att se över möjligheterna att ställa av tåg.

Att rapportera till DPC vilken åtgärd som vidtagits är också av stor vikt, då detta är enda sättet att utvärdera vilka larm som varit konstaterade eller ej. Detta kan i sin tur användas för att utvärdera detektorernas tillförlitlighet, vilket är en förutsättning för att kunna förbättra detektorsystemet. Göteborgs DLC är den enda driftledningscentral som inte rapporterat in alla åtgärder vid hjulskadelarm 2011. Enligt Flach<sup>1</sup> kan en orsak till att åtgärden ej blir inrapporterad vara en bugg i systemet, då åtgärden måste rapporteras in för att fjärrtågklareraren skall kunna kvittera larmet.

Vid undersökningen av antalet larm under 2011 har hänsyn inte tagits till om en detektor varit ur drift någon gång under 2011. Detta kan möjligen ha påverkat statistiken. Det är också oklart varför endast 17 av 24 detektorer aktivt var i drift under perioden.

Det kan ha uppstått en viss felkälla vid hämtningen av data från DPCIII. Detta berör främst de undersökningar som behandlar vilka åtgärder som vidtagits efter larm. I fallet för hjulskador under 2011 finns en felmängd på 17,8 % beräknad utifrån en sökning av totalt antal hjulskadelarm under 2011 jämfört med en sökning som även innehåller vilka åtgärder som vidtagits efter larm. De två sökningarna bör intuitivt utmynna i samma antal men gör det inte. En förklaring till detta kan vara att flera åtgärder för ett larm har rapporterats. Motsvarande felmängd för varmgång och tjuvbroms är 3,7 % respektive 6,2 % under samma tidsperiod. Felmängden uppkommer enbart vid sökningar för åtgärder som vidtagits vid larm. Detta har varit svårt att undvika då bakgrunden till uppkomsten av felmängden är okänd. Analysen för åtgärder gjordes mellan olika larmsorter fast för samma skadetyp och anses korrekt med antagandet att felen är proportionellt distribuerade över larmsorterna.

<sup>1</sup>Henrik Flach (Operativ chef, Driftledningscentralen i Göteborg) Telefonintervju den 11 maj 2012

## 5.5 Larmtyper för hjulskadedetektorer

Som visas i figur 4.5.1 så förekommer högre krafter oftare på vagnar med tyngre last. Detta innebär att en lätt lastad vagn inte utlöser ett larm samtidigt som en annan vagn med lika stor hjulskada, men tungt lastad, skulle kunna göra det. Dynamic- och ratiolarmen larmar mer förebyggande då de mäter förhållandet och skillnaden mellan medelvärdet och peakvärdet. I det studerade typfallet ses att vagnen hade larmat vid tidigare passager om dynamic- eller ratiolarm hade använts. Istället fick vagnen fortsätta med en hjulskada tills larmgränsen för högnivå peak uppnåtts och detektorn larmade. Om tåget fått en dynamic-varning i ett tidigare skede hade den varnade vagnen kunnat bytas ut vid nästa stopp istället för att ställas av under färd där den dessutom riskerade att försena andra tåg.



## 6 Slutsats

Det har visat sig att detektorer kan förebygga urspärning. I avsnitt 4.1 *Typfallsstudie* finns flertalet exempel som visar på detta. I de fall där detektorer inte har kunnat förebygga urspärning beror detta i samliga urspärningsfall på att det inte funnits någon detektor på den aktuella sträckan. En slutsats är därför att det behövs fler och tätare placerade detektorer för att kunna förebygga fler urspärningar.

Vidare studier visar att det finns utrymme för förbättring i dagens detektorsystem. Effektiviteten, det vill säga antalet konstaterade larm dividerat med totala antalet larm, för systemet beräknades i avsnitt 4.2 *Konstaterade och ej konstaterade larm* till att vara cirka 33%. En omfattande ökning av antalet detektorer bör därför inte göras innan detektoreffektiviteten förbättrats väsentligt. Detta då den låga effektiviteten riskerar medföra merkostnader i form av förseningar till följd av falsklarm, vilka sannolikt ökar vid installation av ett större antal detektorer. Det bör noteras att då återkoppling mellan verkstad och Trafikverket saknas är det svårt att utröna huruvida hjulskade-, varmgångs- och tjuvbromslarm verkligen visat sig vara konstaterade defekter i tägsättet.

Dokumentationen av vagnsnummer och vagnar i tägsätt är stundtals bristfällig, vilket ges exempel på under rubriken 4.1 *Typfallsstudie*. Detta kan avhjälpas genom automatisk inläsning av vagnsnummer, exempelvis med hjälp av den RFID-teknik Trafikverket nu implementerar. Fördelen med en automatisk inläsning är att den mänskliga faktorn minskar. Även återkopplingen mellan den verkstad som genomför reparationer på larmade fordon och Trafikverket är bristfällig. Detta medför merkostnader för operatören då det i verkstad inte finns tillgänglig information om exempelvis vilken axel som orsakat larm. Sådan koppling kan även möjliggöra uppföljning av huruvida larm faktiskt varit defekter i fordon. Detta kan underlätta framtidiga utvärderingar av detektorsystemet.

Utifrån resultatet av årstidsjämförelsen i kapitel 4.3 *Årstidvariationer vid detektorlarm* dras slutsatsen att hjulskadelarm ökar med lägre temperatur. Det är dock inte möjligt att konstatera om fler hjuldefekter uppkommit, då detta kräver återkoppling från verkstad. Varmgångs- och tjuvbromslarmen varierar dock inte med temperaturen.

Det är främst på tungt lastade fordon eventuella hjulskador upptäcks, medan lätt lastade fordon inte ger larmutslag utan tillåts köra vidare med möjlig hjulskada. En anledning till detta är att endast larmlämpliga peak-högnivåalarm tillämpas (på Malmbanan tillämpas dock även larmlämpliga dynamic-larm och ratio-larm). Typfallsexemplet i avsnitt 4.5 *Larmlämpliga för hjulskadedetektorer* visar att larmlämpliga dynamic och ratio lämpar sig bättre för lätt lastade vagnar. En skada som upptäcks vid peak-högnivåalarm är kostsam då fordonet måste ställas av, med eventuella stopp i trafiken som följd. En hjulskada som upptäcks innan fordonet blir tungt lastad eller skadan hunnit förvärras kan tillåtas köra till sin slutdestination, varpå felet kan åtgärdas. Detektering av olastade eller lätt lastade vagnar som ej skadar spår medför större flexibilitet i planeringen av reparationer.

Det finns ett stort antal fordon som larmat för hjulskada peak-högnivå men där fordonen kördes vidare utan hastighetssänkning. Efter ett peak-högnivåalarm skall enligt gällande regelverk det fordon som gett upphov till larm växlas ur vid närmsta driftplats. Under 2011 var det trots detta vid 10 % av hjulskadelarmen som fordonet kördes vidare utan vidtagen åtgärd, vilket är värt att uppmärksamma.

Det finns en alltför stor andel hjulskadelarm där den vidtagna åtgärden efter larmet inte rapporterats in. Efter att en detektor larmat skall åtgärden som vidtagits efter larmet rapporteras in, vilket är viktigt för att kunna utvärdera detektorernas funktion. Under 2011 hade åtgärder vid 12 % av peak-högnivålarmen inte rapporterats in. Samtliga av dessa fall återfinns hos Göteborgs DLC. En förklaring kan vara en bugg i systemet och detta bör ses över.



## 7 Rekommendationer

De slutsatser och analyser från vilka de förstnämnda dragits föranleder följande rekommendationer:

- Öka detektorernas tillförlitlighet
- Introduktion av dynamisk larmgräns för hjulskadedetektor
- Introducera webbaserad applikation för att underlätta återkoppling mellan larm och skadekonstaterande i verkstad samt skicka med skadeinformation till verkstad
- Möjliggöra löpande trendanalys för tåg och vagnars detektormätvärden
- Se över rapporteringssystemet för Göteborgs driftledningscentral
- Följa upp de åtgärder som vidtagits i strid med gällande föreskrifter



# Referenser

Banverket (2008) *Detektorer – Förutsättningar för varmgångs- och tjuvbroms-detektering av järnvägsfordon.* (Standard BVS 1592.0201)

Banverket (2009) *Detektorer – Hantering av larm från stationära detektorer för övervakning av järnvägsfordon.* (Föreskrift BVF 592.11)

Gustafson, A. (2007) *Varmgångs- och tjuvbromsdetektorer – Funktionsbeskrivning samt analys av detektordata och larmhantering,* Luleå: Luleå tekniska universitet (Examensarbete utfört inom ämnesområdet drift och underhåll)

Johansson A. och Nielsen J. (2003) *Out-of-round railway wheels – wheel-rail contact forces and track response derived from field tests and numerical simulations.* Göteborg: Chalmers tekniska högskola

Jonsson, S., (2011) *2011-01-17 Gröttingen, Urspårning* [Utredningsrapport, Trafikverket]

Kalousek, J. et.al. (1994) *Tribological interrelationship of seasonal fluctuations of freight car wheel wear, contact fatigue shelling and composition brakeshoe consumption.* Canada (Wear 191 (1996) 210-218)

Mägi, M. och Melkersson, K. (2008) *Lärobok i Maskinelement.* Göteborg: Kompendiet

New research project of the EU 7th framework programme (2011) <http://www.drail-project.eu> (2012-01-31)

Nielsen, J., Kabo, E. och Ekberg, A. (2007) *Larmgräns för hjulskadedetektorer – En utredning av risk för rälbrott på malmbanan,* Göteborg: Chalmers tekniska högskola (Forskningsrapport 2007:05)

Rosenquist, N. och Sköld, L. (2011) *Mobil hjulskadedetektor för järnvägsfordon.* Södertälje: Kungliga tekniska högskolan (Examensarbete TMT 2011:24)

Rosvall, G. och Sjöquist, P. (2008) *Rapport RJ 2008:01,* Stockholm: Statens haverikommission

Saxton, B. (2011) *Arbetspendling i storstadsregioner - en nulägesanalys, ss 271,* Stockholm: Trafikanalys (Rapport 2011:3)

Schenck Process (2007) [http://www.schenck.es/admin/productos/archivos\\_productos/BVD2144GB.pdf](http://www.schenck.es/admin/productos/archivos_productos/BVD2144GB.pdf) (2012-02-03)

Stensson P. et al., (2011) *Avbrott för svensk industri - Urspårningen vid Gröttingen.* ÅF Infraplan (Slutrapport september 2011)

Trafikverket (2011) *Trafikverkets årsrapport 2010*

Trafikverket (2010) *Synergiärenenummer 39579* (2012-05-02)

Trafikverket (2011) *Synergiärenenummer 42261* (2012-05-02)

Trafikverket (2011) *Synergiärenenummer 42280* (2012-05-02)

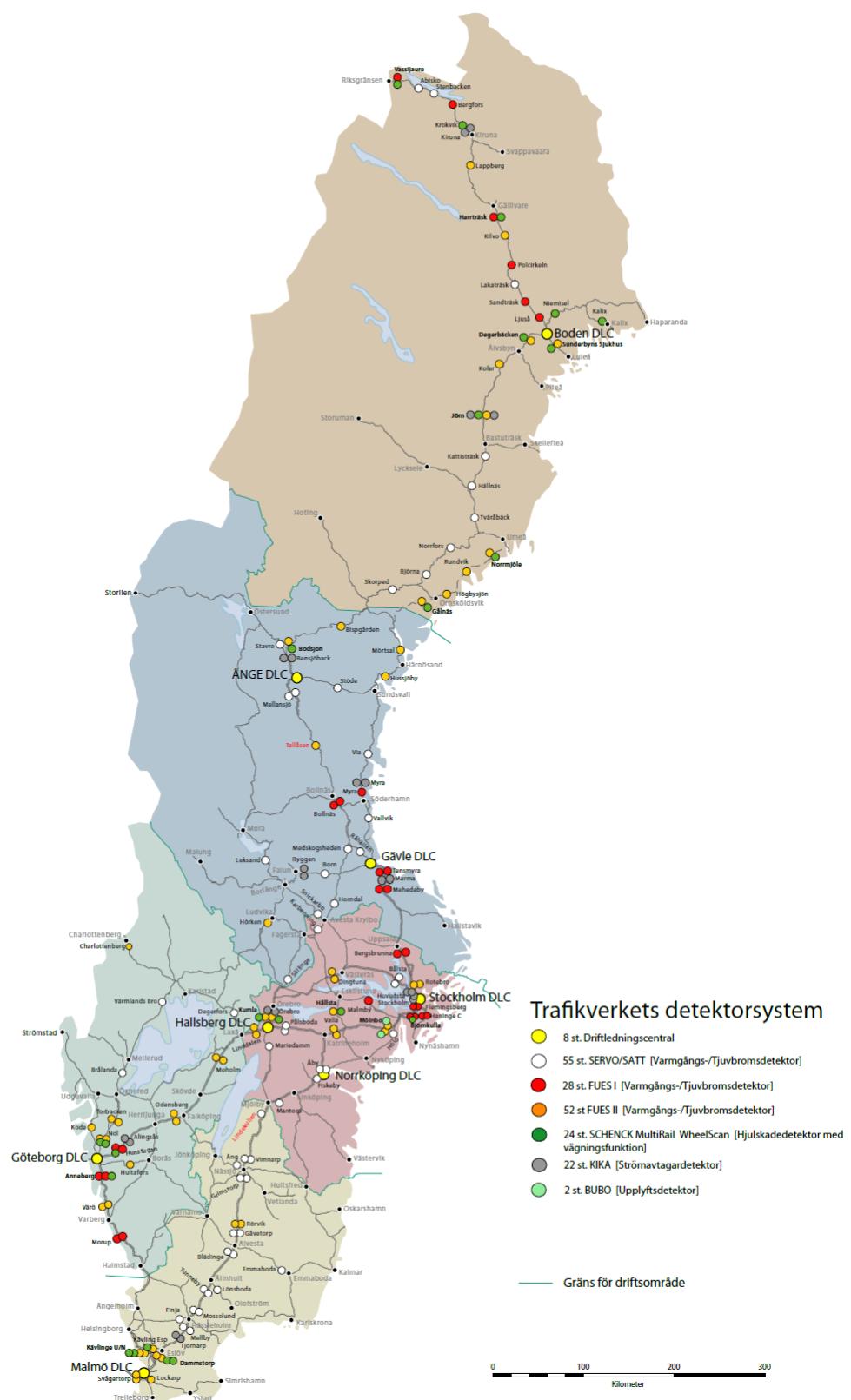
Trafikverket (2011) *Synergiärenenummer 42660* (2012-05-02)

Trafikverket (2011) *Synergiärenenummer 43684* (2012-05-02)



# A Bilaga 1 - Detektorkarta för Sveriges järnvägsnät

 TRAFIKVERKET  
2012-03-07 HL



# A Bilaga 2 - Hjulskador från databasen Synergi

Referensnummer	Incidenten föregicks av detektoralarm eller ej	Ärende-nummer i Synergi	Olycka/tillibud område/avvikelse	Två av larm eller orsak till framvaro av larm	Skada på infrastruktur och omgivning	Konstaterad orsak	Kort ärendebeskrivning från klienten Synergi	Kommentar och egen reflektion	Har detektor förhindrat ursäpming?
1		42280	Tillbud	Högnivå	Skador på räls	Hjulskada	När tåg 9273 passerade hjulskadetektron i Jörn utlöts ett högnivålarm med peakvärdé på 441 KN. Tåget stoppades i Luleå där en hjulskada på axel 20 konstaterades.	Detektor har varit till nytta.	Ja
2		42204	Tillbud	Högnivå	Inga skador	Aterkoppling från verkstad saknas	Tåget fick larm om hjulskada vid Hälsta. Banan avsynades och inga rälsbrott hittades. Vagnen växlatades in.	Larmnivå hämtad ur DPC. Nämner ej vilken typ av hjulskada det var. Synergi.	Aterkoppling saknas
3		42705	Tillbud	Högnivå	Inga skador	Aterkoppling från verkstad saknas	Detektor larmade för högnivå hjulskada. Banan är synad och inga rälskador är kontaterade. Vagnen växlatades undan och låget fortsatte.	Oklart om det var en skada eller ett fälskålarm eftersom ingen återkoppling från verkstan har gjorts.	Aterkoppling saknas
4		43838	Tillbud	Högnivå	Inga skador	Aterkoppling från verkstad saknas	Tågets utgångssättning var i detta fall väino. Den första hjulskadetektron är därförer Björnkulla vilket innebär att det inte med säkerhet går att identifiera var hjulskadan borjat.	Oklart om vagnen harit problem från utgångstation eller felan kommit på vägen mot detektor.	Aterkoppling saknas
5	incident som föregårts av larm	46020	Avvikelse	Högnivå	Inga skador	Aterkoppling från verkstad saknas	Inget fel hittades på tåget vid ursynlingen. Det krävs oftast törlögn för att felet skall upptäckas.	Avvikelse	
6		49252	Tillbud	Larm (nivå okänd)	Inga skador	Smedlast	En ståljupe lastförsjöts och stäck ut cirka två decimeter från låget. Vagnen fångades av en detektor och växlades undan. Om lasten ramlat av hade det kunnat leda till en allvarlig olycka.	Hittar inget larm i DPC men i Synergi nämns detektorlarm vilket antas stämma.	Ja
7		35997	Tillbud	Larm (nivå okänd)	Inga skador	Hjulplatta	Hjulplatta på 200 millimeter hittades. Avsyning av tåget sätts fördögs beordrades med avsikt att säkerställa att inga skador på spåret uppstått. Tåget ställdes av och skulle gå till närmaste verkstad för åtgärd av hjulskadan.	Hittar inget larm i DPC men i Synergi nämns detektorlarm vilket antas stämma.	Ja
8		37584	Tillbud	Larm (nivå okänd)	Inga skador	Hjulplatta	Enligt detektor i Hunstugan utsattes tåget för en hjulskada. Föraren gicrade en avsyning av hjulet och nedlönade att hjulskadan upptäcktes till över 60 millimeter. Banan avsynades utan att finna något fel.	Hittar inget larm i DPC men i Synergi nämns detektorlarm vilket antas stämma.	Ja
9		44600	Tillbud		Detektor saknas	Skador på räls	Tåget körde med hjulskada på tre vagnar och orsakade byttes på spår med hjälplut och sedan med hjälplut och sedan med hjälplut. Tåget stoppades i Sallings av en trakiderare efter det att det upptäckt spårledningsfel på den sträcka tåget rullat.	Detektor som com det inte funnits någon hjulskadefejkt längre och då åtgärt har kort. Kunde ha lett till ursäpmång om inte tåget stoppats.	Detektor saknas
10		42261	Tillbud	Normalpassage	Skador på räls	Spricka i hjul	Cirka 45 centimeter av hjulet på lokets första bogie var helt borta. Den tekniska rapporten visar att en spricka utökades från ett borrhål i hjulskivan. Sprickan har gått inifrån och ut och därmed varit svår att finna. Skadkostnaden för fält fall blev över tre miljoner kronor.	Nämner inget om detektor i Synergi verkar som normalpassage. DPC kan ett förhöjt värde ses på den skadade axeln.	Nej
11	incident som föregårts av larm	38421	Olycka	Detektorregistring saknas	Ursäpming	Hjulskada	Ett cirka 60 centimeter lång bit av hjulet (lophanan) har spruckit och lossnat från hjulet. Tåget kom från Luleå och sköt till bortläggning från stationen Jakobshyttan till Tyskgrängen i Jörn. Vagnen fanns fyrsikt i tåget, men fanns inte med på avgångslistan.	Den senaste troligen passerade hjulskadetektron bör ha varit i Jörn. Ingen värden finns i DPC. Eventuellt hade detektor ej ännu installerats.	
12		47819	Olycka	Detektorregistring saknas från den nämnda detektron. Normalpassage vid den näst närmsta detektron.	Ursäpming	Lossad hjulring	Föraren uppmärksammade att han tapade luften och efter kontroll av tåget konstaterade han att vagn sju, från tågets bakre del hade släpat ur. Föraren fick stopp på låget tre till fyra gånger från stationen Jakobshyttan till Tyskgrängen i Jörn. Tåget hade då redan kört ursäpat i cirka fyra till fem kilometer innan felet påträffades. Det högra hjulet på den ursprudade vagnens bakre axel lossnade och glid in i mot axelns mitt där den urskade skadon som bortsägna befästningarna och marken i slingers. Det första som lossnade är hjulringen som gled in mot mittan, därefter gled båda hjulen ner mellan de två älarna.	Hur kort förbliv FUES i detektor. I Kumla men ingen registrering finns det ej gjorts i Mariehamn där det kan finnas en varmögning/tjuvarörelse. Detektor hade dock inte kunnat hjälpa i detta fall men än dock anmärkningsvärt att ingen registrering gjorts. Hjulskadetektor saknas på denna sträcka.	
13		35994	Olycka	Detektor ur drift	Ursäpming	Lossad hjulring	Trycket försämrades i huvudledningen och föraren stannade tåget för att inspektera. Föraren sag då ej att toket var urspålat i bakre bogien. Föraren fortsatte resan och köpte tåget ursäpat i cirka 300 meter innan han stannade och upptäckte ursäpmingen.	En spricka i hjulalritten har uppmärksammats men det är osäkert om den kommer till efter olyckan eller om den finns innan. Om den funnits en längre tid kan lossnade hjulringen. Detektor i Hunstugan var ur drift då detta inträffade.	Detektor ur drift

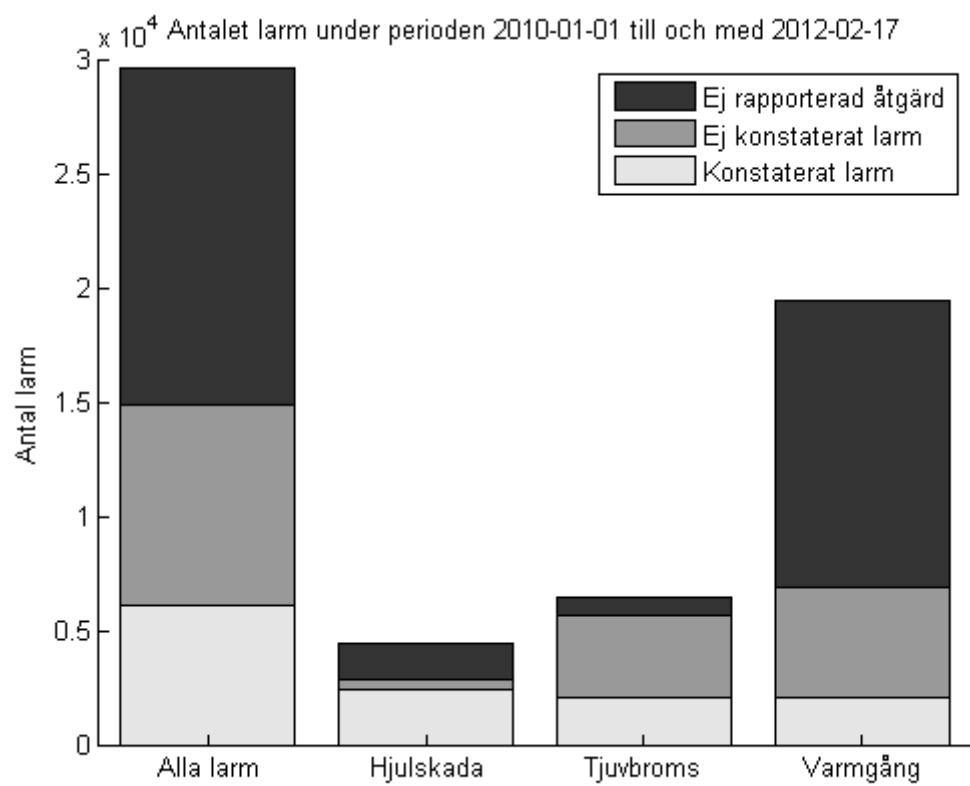
# A Bilaga 3 - Varmgångsskador från databasen Synergi

Referensnummer	Incidenten föregicks av detektorlarm eller ej	Ärende-nummer i SynergI	Olycka/tillstånd/avvikelse	Typ av larm eller orsak till frånvaro av larm	Skada på infrastruktur och omgivning	Konstaterad orsak	Kort ändebedeckrivation från klienten Synergi	Kommentar och egen reflektion	Har detektor förhindrat urspåring?
14		36025	Tillbud	Larm (nivå okänd)	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Lokfutura fick varmgångssignal och ville sätta höger sida av taget. Då han inte fick stoppsignalset ådrog han i motordomens för att stoppa även bakomkommande tag.	Får ingen information i DPC. Denna olycka berördes inte av stoppandet av övriga tag. Står ingenting om hur varmgången har beteckats.	Möjligt men för ett annat tag.
15		36516	Tillbud	Hög nivå	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Efter ett högnivålarm annmälde tagförearen stoppsignal för att kunna syna missades av nätkommande tag, vilket körde förbi signalen inom det bortjorda frå stationen.	Får ingen information i DPC. Denna olycka berördes inte av stoppandet på grund av att det blivit fel i stoppandet av övriga tag. Står ingenting om hur varmgången har beteckats.	Möjligt men för ett annat tag.
16		36648	Tillbud	Larm (nivå okänd)	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Efter att taget fått ett varmgångslarm sättes signalerna till stopp detta missades av nätkommande tag, vilket körde förbi signalen med 20-30 meter.	Får ingen information i DPC. Denna olycka berördes inte av stoppandet på grund av att det blivit fel i stoppandet av övriga tag. Står ingenting om hur varmgången har beteckats.	Möjligt men för ett annat tag.
17		37452	Tillbud	Hög nivå	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Det var trögligt ett tag på intilliggande spår som utlöste detta larm. Pågrund av varmgångssignalen gavs stoppsignal för detta tag.	Rapporten handlar om tag som inte hittunt stanna. Det är alltså svårt att säga något mer om konsekvenserna som varmgången bidragit till.	Möjligt men för ett annat tag.
18	Incident som föregårts av larm	42784	Tillbud	Hög nivå	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Det tag som kom efter taget som utlöste larmet hamnade i stan för stoppsignalen som utsöndrades efter högnivålarm.	I rapporten nämns inte vad som hänt med taget utan det är här den tekniska biten gick fej. Som bekryssas.	Möjligt men för ett annat tag.
19		47160	Tillbud	Hög nivå	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Täktjäraren missade barnet och missade därmed att meddela lokföraren dess åtställer. Denna missupstår på grund av migrering av dator.	Doktrinär inget om varmgångens utveckling, mycket otolkat.	Möjligt men för ett annat tag.
20		48609	Tillbud	Hög nivå	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Signalen startades till stopp efter ett varmgångslarm. En stoppsignal för mycket otolkat.	Ej intressant.	
21		39579	Tillbud	Hög nivå	Bränd i spår	Varmgång konstaterad	Det var ett annat tag än det som orsakat branden som annmälde att det brann i spåret. Efter tre timmar var branden släckt.	Det konstaterades vid stationen i örom en varmgångsskada på taget. Larm som utlöses var både tjuvbroms och varmgång på alla alar och både sidor på en utav vagnarna. Taget antas stannades efter larm i örom.	Jas
22		42018	Tillbud	Hög nivå	Ingen information	Återkoppling från verkstad saknas	Ett högnivålarm gavs i Mosselund och taget stoppades först efter två stationer. Osby efter att ha kört vidare två taget.	Rapporten handlar till storsta del om att utlandsska föräre inte föler de svenska reglerna för vilka åtgärder som ska vidtagas vid alarm. Allt fokus i rapporten ligger på detta så det är svårt att säga hur varmgången berett sig.	Högst sannolikt
23		37502	Tillbud	Hög nivå och lågnivå	Inga skador	Inga skador	Ett stötdöden från en lastbilstrailer var nedfallit och skrapade i tålsens vinkel orsakade varmgångssignalen. Stödet lyftes upp och taget kunde fortsätta. Inga skador efter avsyning.	Tägt körde förbi det problem mellan de två detektorerna som larmat. Denna påvisades inget larm.	Vet ej om felat kunnat ledas till urspåring
24		38513	Avvikelse	Lågnivålarm	---	---	Detektorerna kom välidigt sent till lokförearen. Uppörd lokföreare lyckte att hastigheten på lärmarkedan bor ses över.	Avvikelse! Lokförearen rapporterade att han vill att detektorsystemet ska fungera effektivare.	Avvikelse
25		37214	Tillbud	Normalpassage	Brand under lok	Återkoppling från verkstad saknas	På grund av varmgång i ett motorlager färtade hydraulolja ej under loket och brand upptostod.	Det finns i dagstidningen detektor som kontrollerar varmgång i motorläger. Varmgångsdetektorn hade kunnat mäta detta om det blev tillräckligt varmt under röket så att varmen spred sig till bühlen. För att förebygga skada av denna typ bör en detektor som detekterar motorläget införas.	Detektör saknas
26	Incident som Ej föregårts av larm	43449	Tillbud	Detektor saknas	Brand i gräs, inga övriga skador.	Återkoppling från verkstad saknas	I SynergI står det att det är varmgång i ett motorlager som har orsakat branden.. I rapport från olycksplatsansvarig (OPA) beskrivs orsaken av gnistor som bildats av taget utsätts för tjuvbrons.	Det finns i dagstidningen detektor som kontrollerar varmgång i motorläger. Det namns i olyckspolitutredarens rapport att: "tag 1630 med avgång från Ystad kl. 11.02, färt tjuvbrons som orsakade gnistregn". Det finns ingen registrering i DPCII. För att förebygga skada av denna typ bör en detektor som detekterar motorläget införas.	
27		42486	Olycka	Normalpassage	Urspråning	Axeltappiken gick och lagerboxen lossnade.	Totalt nio vagnar sårade ur och orsakade stora skador. En sträcka på cirka 150 meter var räddad.	Detektor har inte larmat men förhöjda värden har kunnat förebygga denna olycka.	Nej

# A Bilaga 4 - Tjuvbromsskador från databasen Synergi

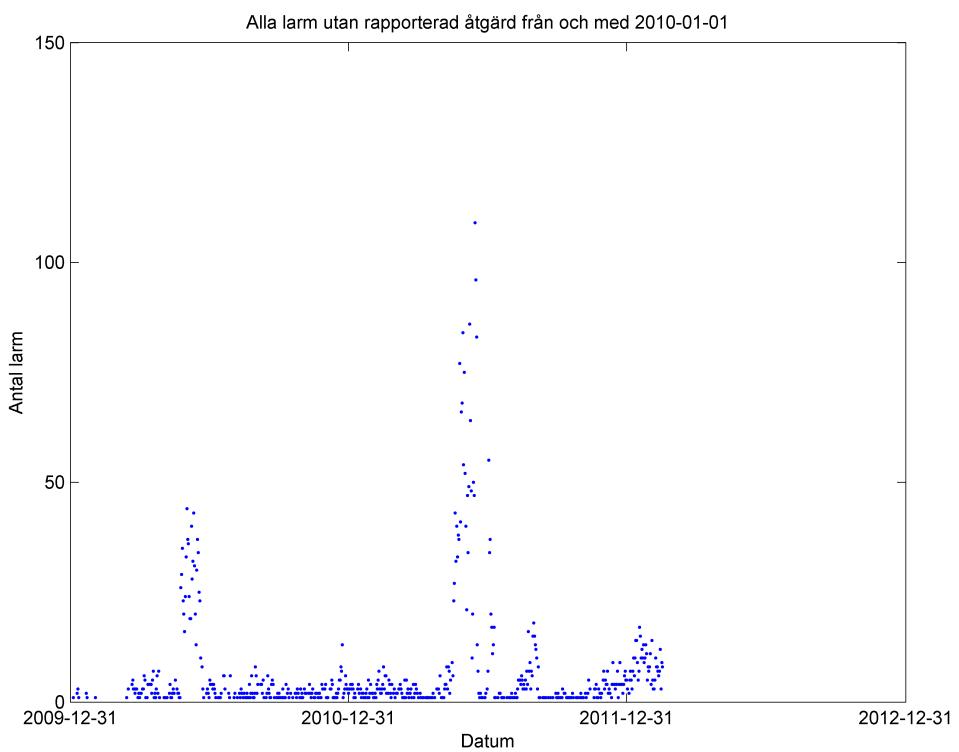
Referensnummer	Ärende-nummer i Synergi	Olycka/tillbudsnummer i Synergi	Typ av larm eller orsak till frånvaro av larm	Skada på infrastruktur och omgivning	Konstaterad orsak	Kort ärendebeskrivning från klienten Synergi	Kommentar och egen reflektion	Har detektor förhindrat urspänning?
28	43684	Tillbud	Högnivå	Tre bärander längs spåret innehåller en timmes stoppad trafik.	Äterkoppling saknas, oklart hur långt varmningen var frånigen.	Pågrund av tjuvbroms hettades ett hjul upp och tre bärader byttes ut längs färgen. Taget har passerat en detektor redan efter sju kilometer färd men denna satt på fel sidan och markerade därmed inget utan larmet kom först cirka sju mils åtfärd senare.	Om det funnits en detektor tidigare hade tjuvbromsen kunnat uppmärksammas tidigare och någon eller bränder kunde förhindrats.	Ja
29	44712	Tillbud	Högnivå	Brand i spår	Äterkoppling saknas, oklart om det var varmning eller tjuvbromsskada.	Varmgång orsakade en grästräd.	De nämnde varmångång klienten Synergi men larmet är av typ tjuvbroms, dock har även värden för varmångång förekommit. Det är oklart vad som orsakat felet.	Ja
30	44689	Tillbud	Högnivå	Inga skador	Oklart	Då larm om tjuvbroms rapporterades stoppade lokföraren åt sig, tomdes en brandsläckare på det varma hjulet, stängde av bromsen och fortsatte sedan färdan.	Oklart om några skador uppkommit efter men detektor tycks ha hjälpt!	Ja
31	37464	Tillbud	Högnivå och lägnivå	Ingen brand funnen, ingen information om övriga skador på två detektorer.	Äterkoppling saknas	Flera vagnar larmades om överhettade bromsar. Det fanns missinjektorer medan ingen brand uppträcktes. Vå detektorer larmade med cirka tjugo minuters mellanrum, efter andra larmet stoppades åget.	Larmade både för tjuvbroms och varmångång, framst tjuvbroms. Tre vagnar larmade om tjuvbroms och en annan lägnivå varmångångslarm. Det var larm på två detektorer. En annanmarkering är varför tåget inte stannades efter första larmet.	Ja
32	45041	Avvikelse	Lägnivå	---	----	Hittade inget fel efter avsyning. Larmet kan berott på inbörnsning innan detektor.	Det står varmångång klienten Synergi men larmet var av typ tjuvbroms.	Avvikelse
33	40429	Tillbud	Fordräjning av larm	Inga skador	Konstaterad tjuvbroms (hjulplatta)	Fordräjning av larm gjorde att bakomkommande tåg var det i taget som fick larm. Då larmet angav ett högt antal vagnar än vad som fanns på åget uppmärksammas felet och en tjuvbromsskada hittades på framförvarande tåg.	I detta fall var ingen större skada skedt men detta fel kan komma att vara mycket allvarlig då den stor oljekrisisk finns. Orsaken till felet kan bero på fördräjning av larm eller på felrapportering av tågämnansättningen.	Indirekt ja
34	42660	Tillbud	Förhöjda värden på tjuvbroms men inget larm	Hjulplattor	Skador på tre godsvagnar och en järnvägsbro	Ett tåljärne som låg lastat på tåget fick lastforskjutning, gled av och slog i en järnvägsbro. Stenspat från bron orsakade stopp i alla bromsar på två av tågets vagnar. Dessa bromsar var av en typ vilka krävde manuell lossning vilket ledde till att båda åtstes med hjulplattor på cirka 20 centimeter som följd. Det var en privatperson som tillsätta larmar driftcentralen då man uppmärksammat glödande och idande hjul. Banan var synrad, inga råsbrott rapporterades.	Det finns i dagisget inga detektorer som kan se om något stucket i lastförflygningen. Förhöjda värden har uppmärksammat men dessa är under larmgränsen. För att förebygga skador av detta typ bör detektorerna detektera snedlast.	Nej (men förhöjda värden)

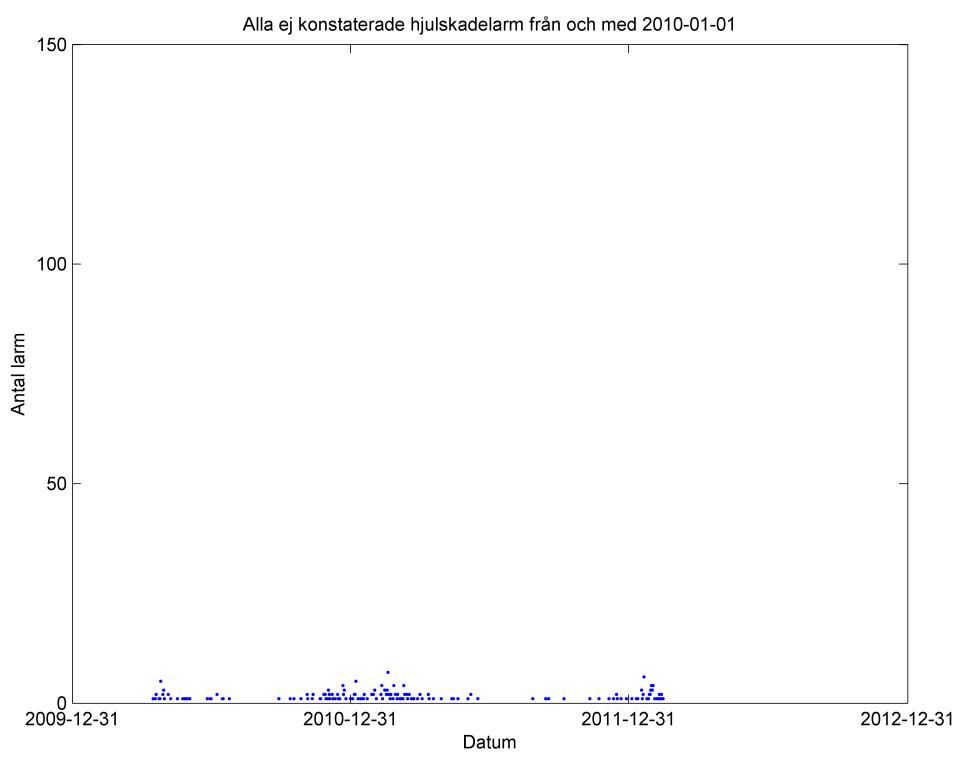
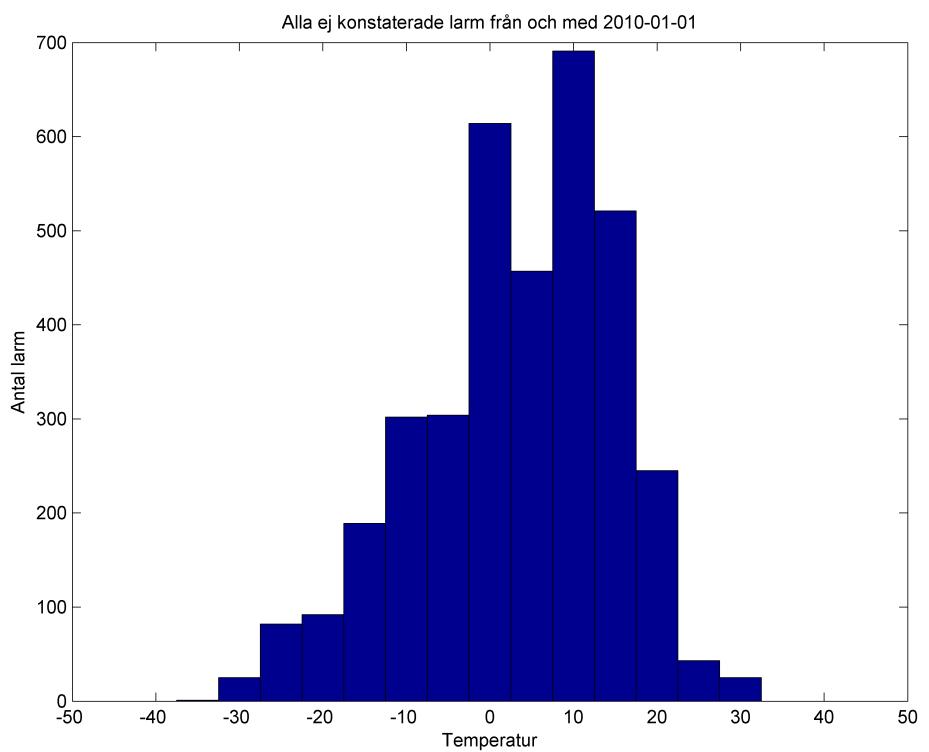
## A Bilaga 5 - Antal larm med Hunstugan och Rotebro

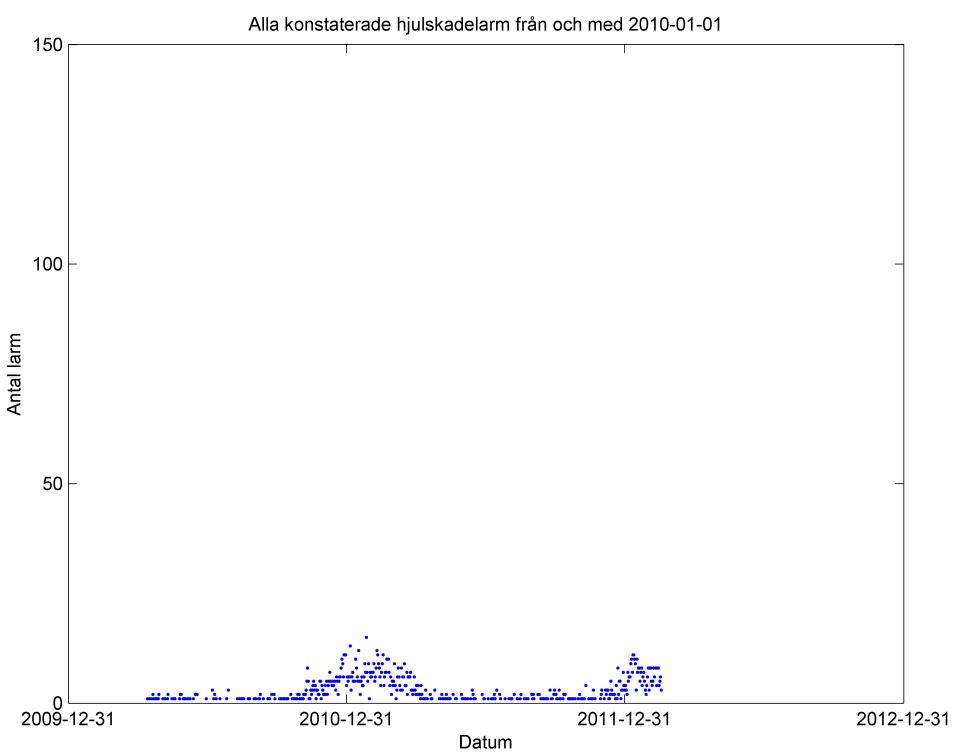
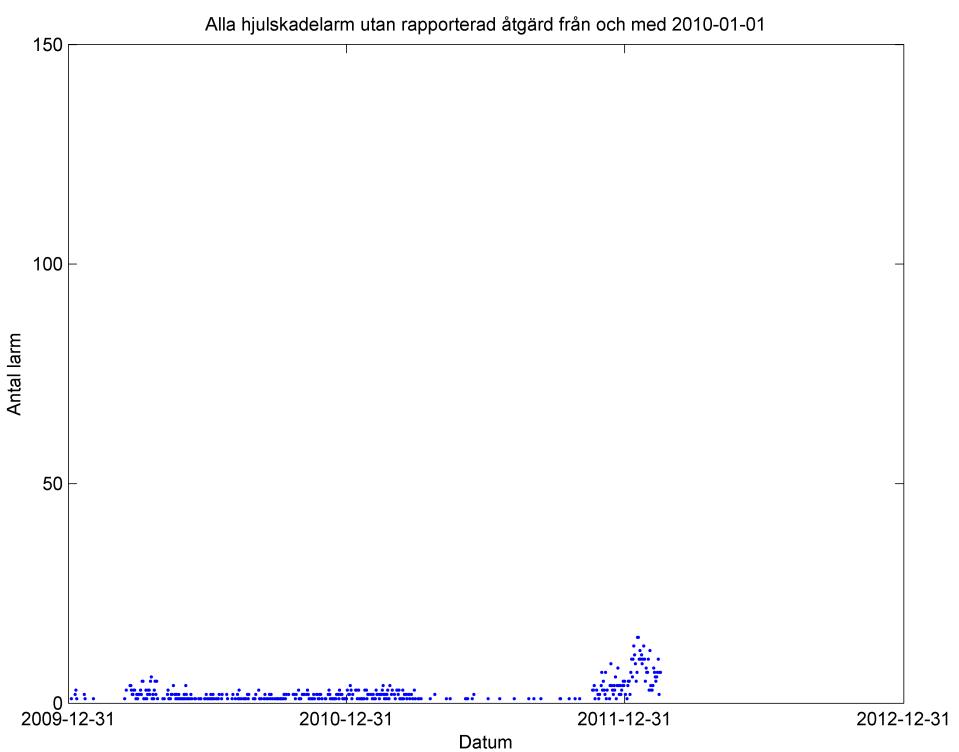


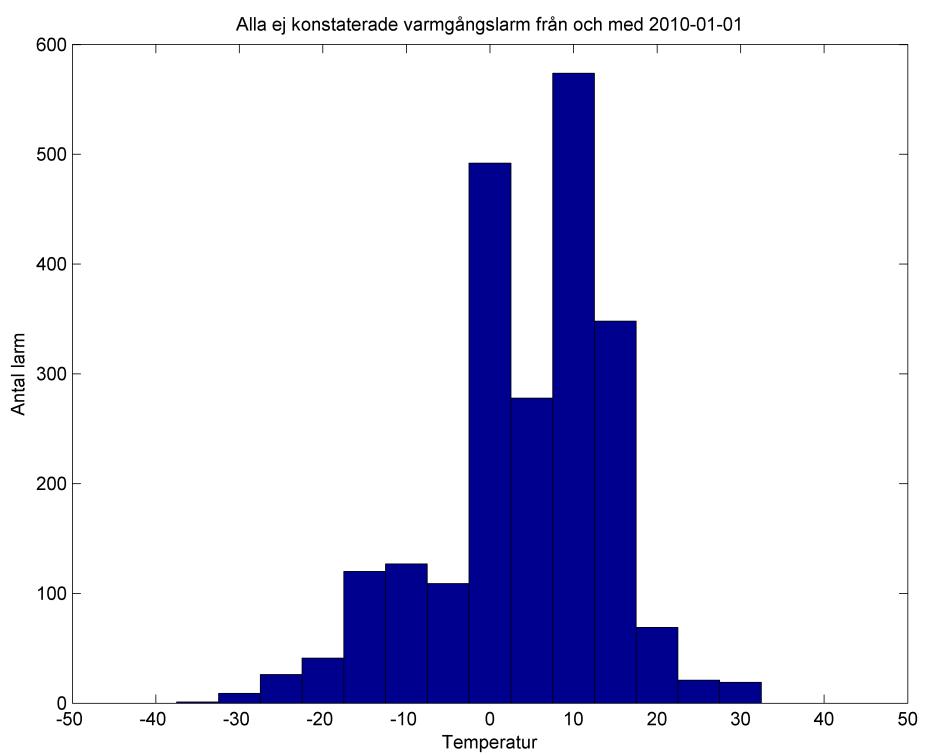
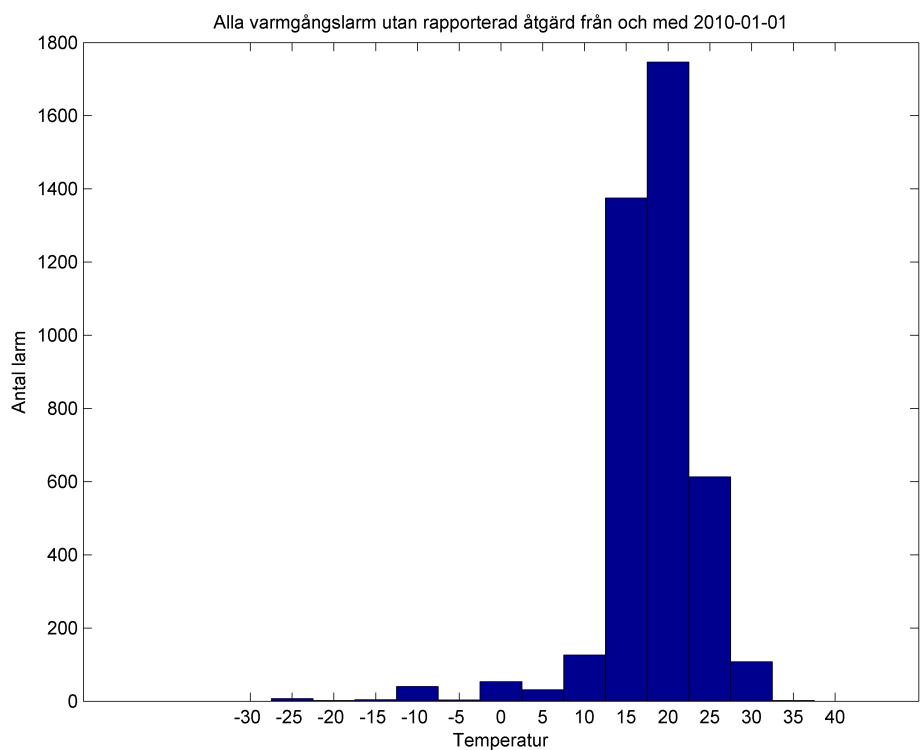
## A Bilaga 6 - Årstidsgrafer

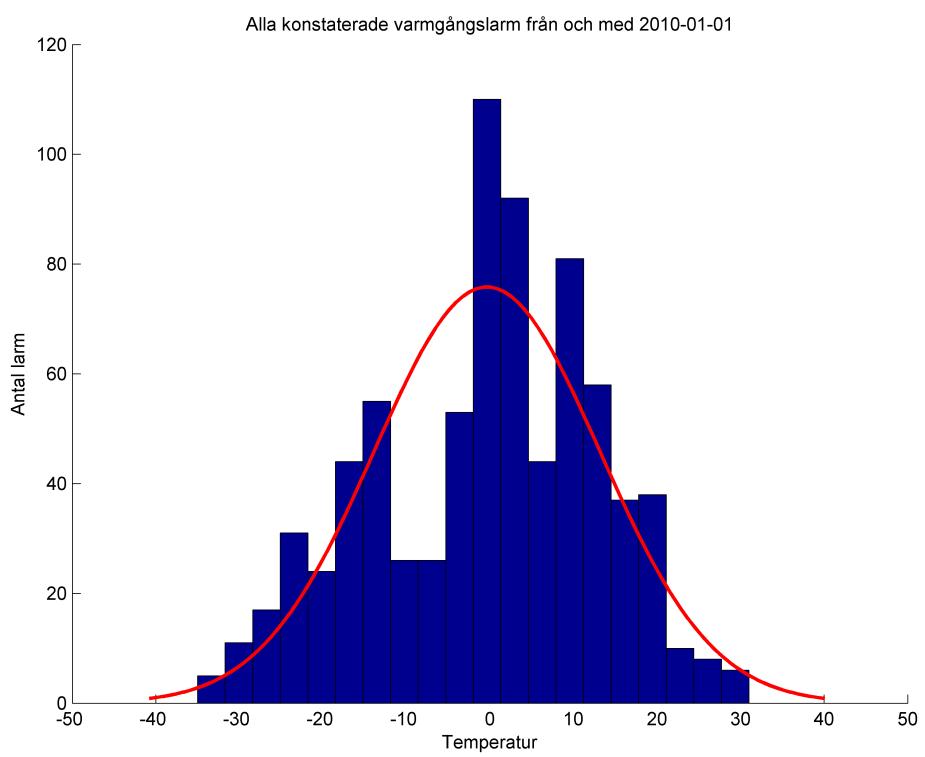
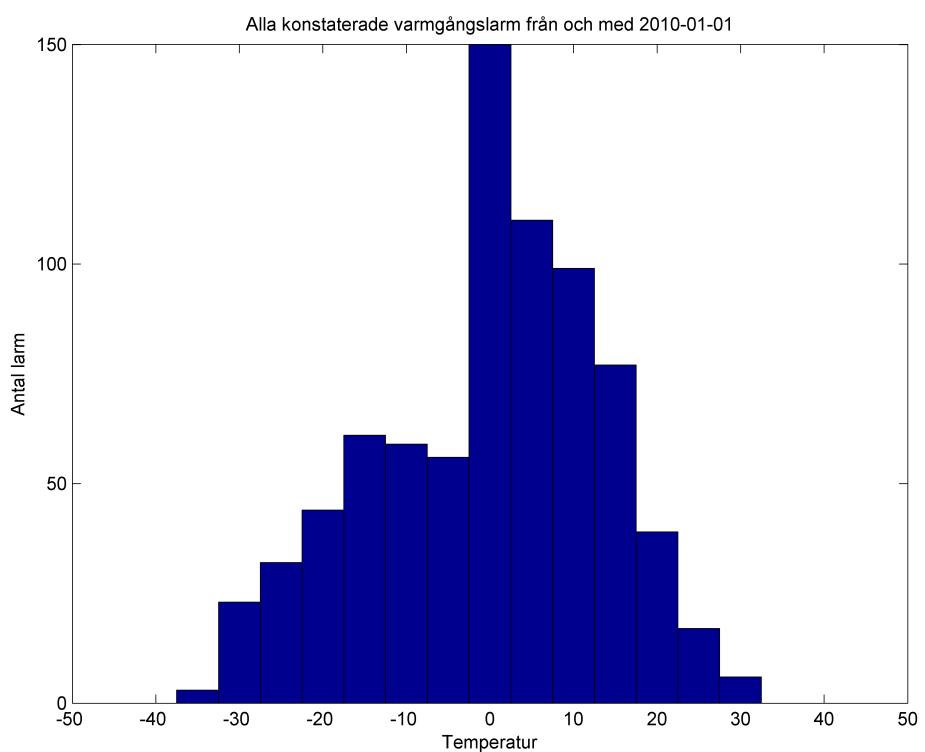
Antal värden använda till temperaturhistogram	
Typ	Antal värden
Alla larm	13257
Alla ej konstaterade	3591
Alla konstaterade	3586
Alla utan rapporterad åtgärd	6080
Alla hjulskadelarm	4312
Alla konstaterade hjulskadelarm	2367
Alla ej konstaterade hjulskadelarm	415
Alla hjulskadelarm utan åtgärd	1530
Alla tjuvbromslarm	2197
Alla konstaterade tjuvbromslarm	676
Alla ej konstaterade tjuvbromslarm	1051
Alla tjuvbromslarm utan åtgärd	470
Alla varmgångslarm	7121
Alla konstaterade varmgångslarm	776
Alla ej konstaterade varmgångslarm	2234
Alla varmgångslarm utan åtgärd	4111

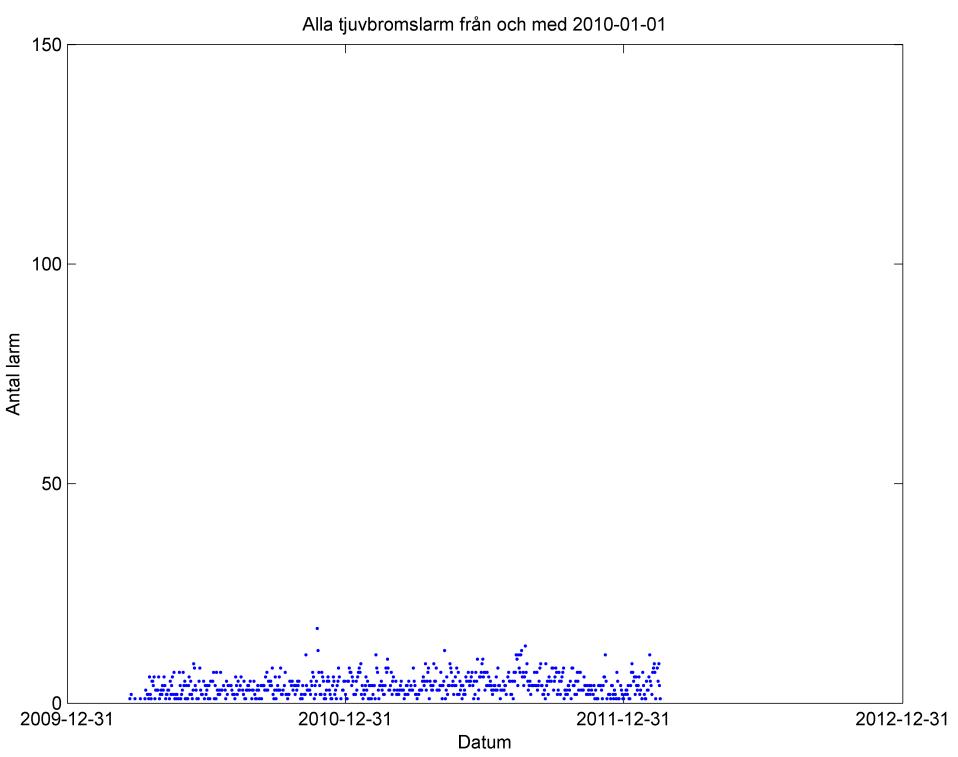
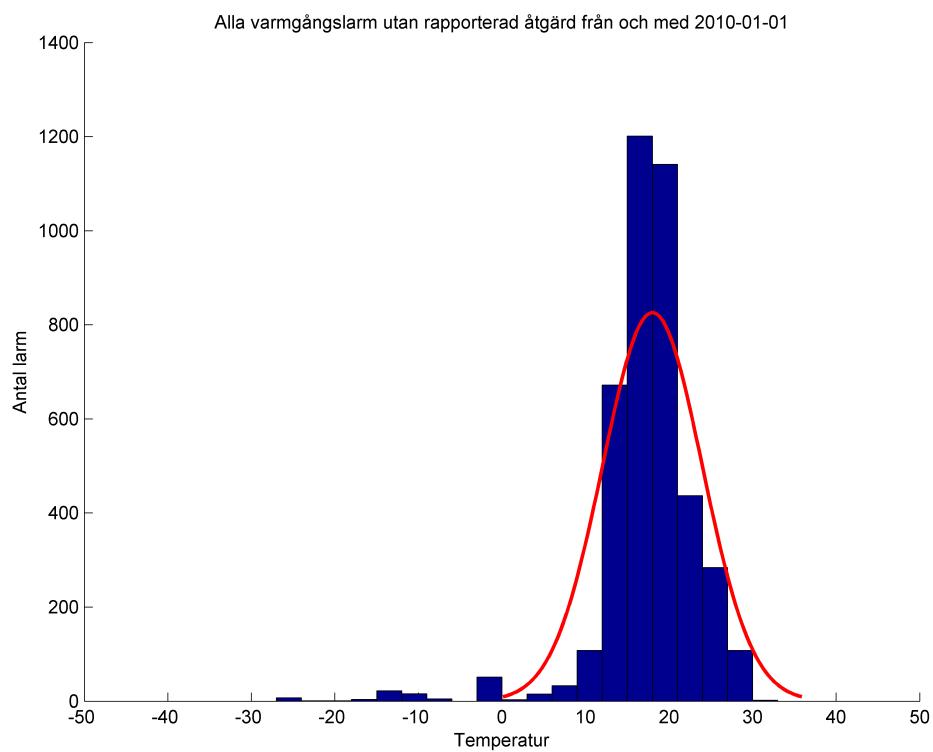


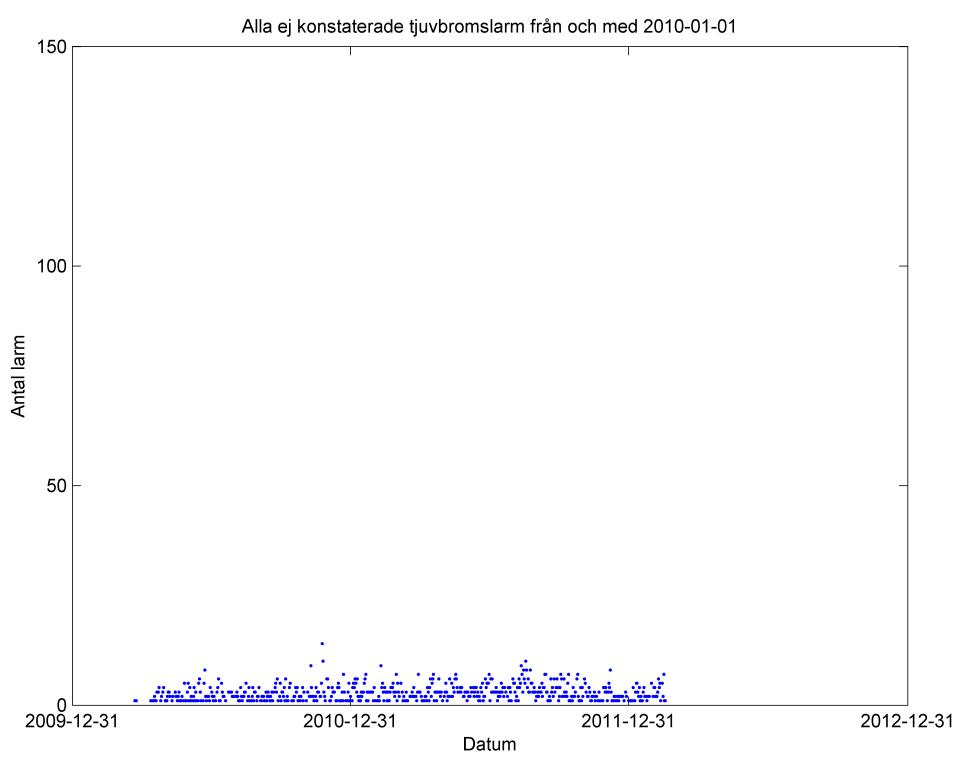
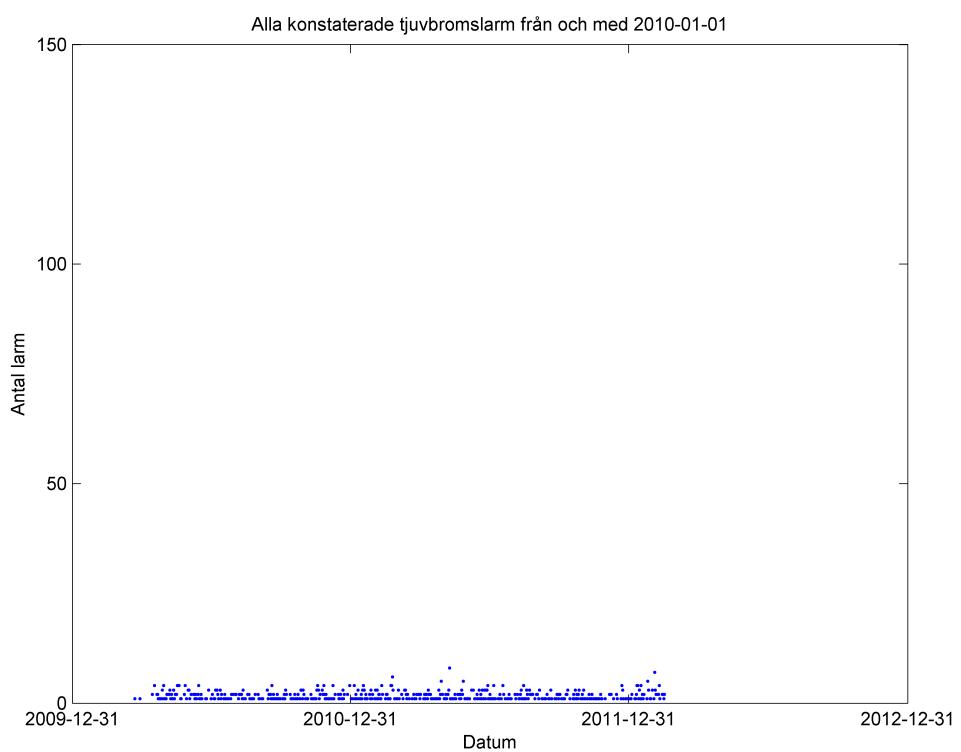


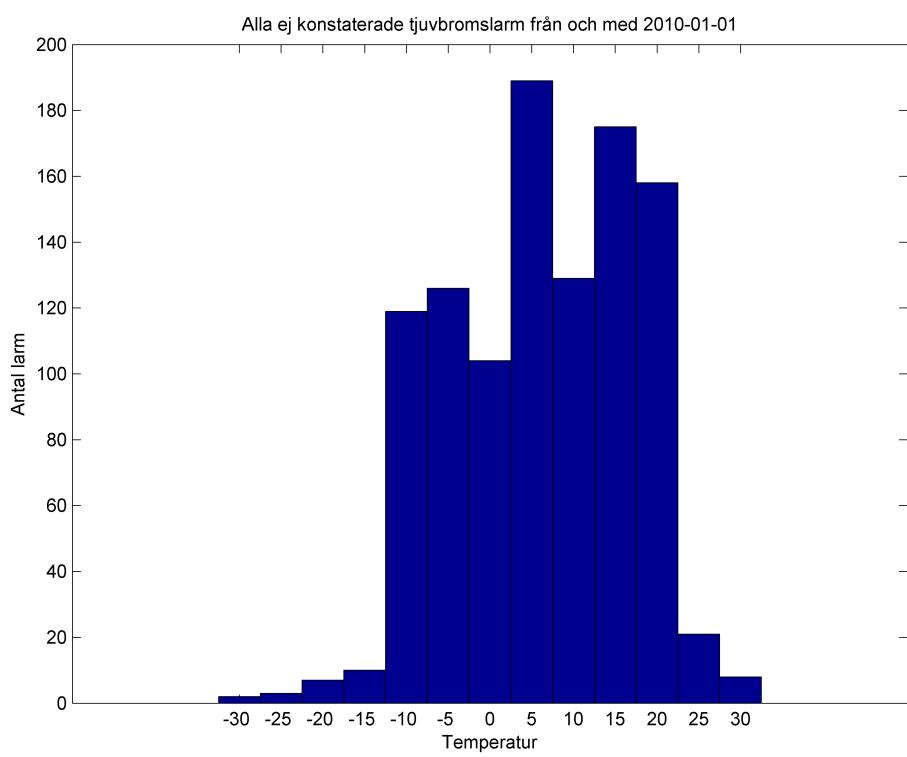
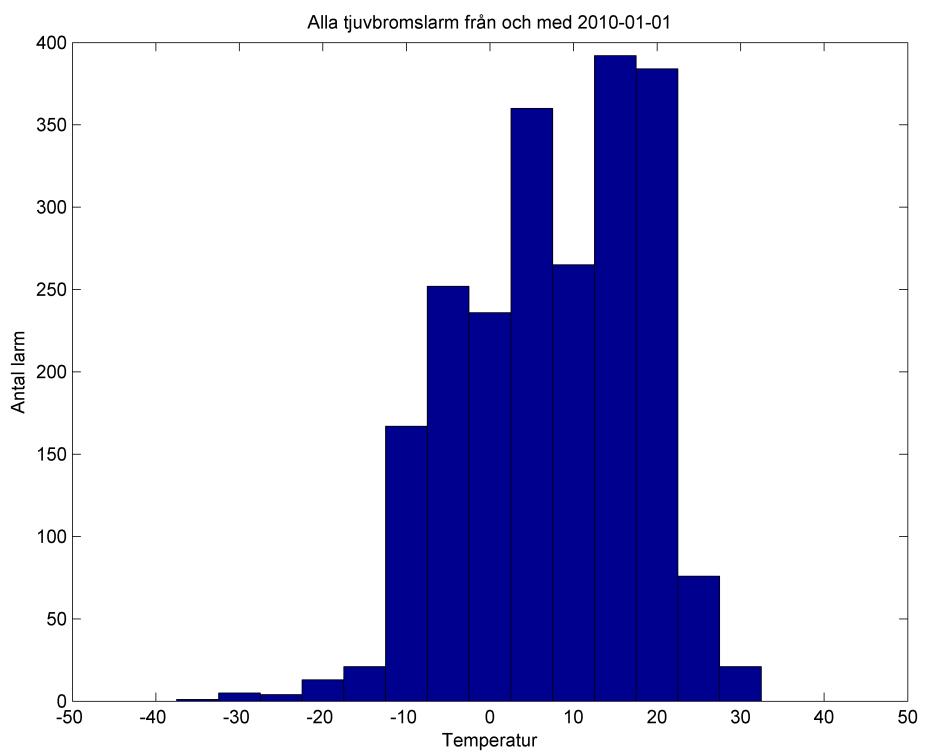












## A Bilaga 7 - Passager och larm per detektor

