

Kapacitet i järnvägstrafiken

En fallstudie om tågens avvikelser från tidtabellen



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds tekniska högskola
Institutionen för teknisk ekonomi och logistik
Avdelningen för teknisk logistik

Författare

Anne Lind

Handledare

Victoria Ahlqvist, Lunds universitet
Kenneth Håkansson, Trafikverket

Examinator

Andreas Norrman, Lunds universitet

Förord

Det här examensarbetet skrevs under våren 2020 på Avdelningen för teknisk logistik under Institutionen för teknisk ekonomi och logistik vid Lunds universitet i samarbete med Trafikverket. Arbetet var den avslutande delen av civilingenjörsutbildningen i industriell ekonomi. Jag vill rikta ett stort tack till mina handledare, Victoria Ahlqvist på Lunds universitet som har väglett mig under hela arbetet och svarat på alla mina frågor, stora som små, och Kenneth Håkansson på Trafikverket som var den som föreslog ämnet och som lärt mig allt jag behövt veta om hur järnvägen fungerar. Jag vill också tacka Roar Hermo och Elin Björnsson på Trafikverket för hjälpen med att ta fram trafikdata, och Carl-William Palmqvist på Lunds universitet för värdefulla kommentarer. Till sist vill jag tacka alla från Trafikverket och järnvägsföretag som under våren ställt upp på intervjuer och delat med sig av åsikter och idéer, utan er hade det här arbetet inte kunnat genomföras.

Anne Lind
Juni 2020

Sammanfattning

Tidtabeller är nyckeln för att utnyttja den tillgängliga kapaciteten på järnvägen på ett optimalt sätt. I Sverige är det Trafikverket som tilldelar kapacitet genom att årligen ta fram en tågplan som specificerar alla tåg som ska framföras det kommande året. Att ta fram tågplanen är en komplex uppgift som försvåras av infrastrukturens begränsningar och att alla aktörer är beroende av varandra. När tågplanen konstrueras måste avvägningar göras mellan effektivitet, i form av korta körtider, och robusthet, definierat som förmågan att återhämta sig från mindre störningar. Hur tågplanen konstrueras påverkar också punktligheten. Punktlighet mäts vanligtvis som andelen tåg som ankommer till sin slutstation inom en viss tid efter sin planerade ankomsttid, och är ett av de viktigaste måtten för uppföljning av järnvägstrafik.

Under året som tågplanen gäller sker många ändringar i trafiken, som leder till olika typer av avvikelser från planen. Punktlighetsmättet fångar upp de tåg som avviker från tågplanen i form av att de framförs efter sina planerade tidtabeller. Det visar dock inte andelen tåg som framförs före tidtabellen, vilket är en vanlig avvikelse för godståg. Dessutom förekommer det att tåg ställs in och anordnas efter att tågplanen fastställts. Resultatet är att kapaciteten i järnvägsnätet inte används på det sätt som planerats, vilket innebär ökade kostnader för såväl Trafikverket som järnvägsföretagen.

I den här studien undersöks orsakerna till avvikelserna från tågplanen, hur avvikelserna och orsakerna relaterar till Trafikverkets process för kapacitetstilldelning och vad som kan förändras i processen för att minska effekterna av avvikelserna. Detta görs genom en enfallsstudie som fokuserar på Trafikverkets process för kapacitetstilldelning. I studien analyseras kvantitativa data från Trafikverkets uppföljnings- och ansökningssystem för godståg på sträckan Malmö – Hallsberg under tågplan 2019. Dessutom samlas kvalitativa data genom intervjuer med anställda på Trafikverket och järnvägsföretag som kör godstrafik.

Studien visar att de fyra typerna av avvikelser, sena, tidiga, inställda och anordnade tåg, har många bakomliggande orsaker. Förseningar uppstår ofta på grund av orsaker som inte beror på kapacitetstilldelningsprocessen, till exempel att tåg anländer sent från utlandet eller att det uppstår fel i infrastrukturen. Att tåg framförs tidigt beror till stor del på att uppehåll som är planerade i tidtabellen inte används i praktiken, men det förekommer också att tågen håller en högre hastighet än planerat. Majoriteten av de inställda tågen uppkommer som följd av olika typer av produktionsanpassning hos järnvägsföretagen. Dessutom sker en del anpassningar till banarbeten som resulterar i både inställda och anordnade tåg. Vidare visar studien att det finns kopplingar mellan avvikelser, till exempel genom att tidsavvikelser hos framförd trafik sprids vid associationer, så att ett sent eller tidigt tåg leder till ett nytt sent respektive tidigt tåg. Ytterligare ett exempel är att uteblivna uppehåll, som medför tidiga tåg, ofta är resultat av att andra tåg är sena, tidiga eller inställda.

För att minska effekterna av avvikelserna behövs ett bättre samarbete i flera olika delar av processen för kapacitetstilldelning, såväl inom Trafikverket som mellan Trafikverket och järnvägsföretag. Dessutom bör Trafikverket justera hur prioriteringen mellan gods- och persontåg görs, både när tågplanen tas fram och när trafiken framförs i praktiken. Det behövs också en ökad förståelse och kunskap om skillnaderna mellan godståg och persontåg och större hänsyn till de skillnaderna bör tas i alla delar av processen för kapacitetstilldelning, från att tågplanen tas fram till att trafiken framförs. Slutligen rekommenderas mer utvecklade mått för prestationsmätning för att förenkla vidare arbete med att minska effekterna av avvikelserna.

Nyckelord: godståg, tågplan, tidtabell, järnväg, avvikelse

Abstract

Timetables are the key to utilizing the capacity on the railway in an optimal way. In Sweden, the Swedish Transport Administration, Trafikverket, makes the allocation of capacity. It is done by preparing an annual timetable specifying all trains that will run the following year. Creating the annual timetable is a complex task made difficult by limitations in the infrastructure and because all actors are dependent on each other. When the annual timetable is made, a balance between efficiency, in terms of short running times, and robustness, defined as the ability to recover from small disruptions, must be found. The annual timetable also affects the punctuality. Punctuality is usually measured as the share of trains that arrive to their final destination within a specified time after the scheduled arrival time, and is one of the most important metrics for monitoring railway traffic.

During the year when the annual timetable is in effect, many changes occur, leading to deviations from the plan. Measuring punctuality shows the trains that deviate from the timetable by running after their scheduled timetables. However, the metric does not show the share of trains running ahead of schedule, which is a common deviation for freight trains. Furthermore, trains can be cancelled or added after the annual timetable is established. This results in the capacity not being used as planned, which entails increased costs for both the Swedish Transport Administration and the railway undertakings.

This study investigates the causes for the deviations from the annual timetable, how the deviations and causes relate to the process of allocating capacity and how the process can be changed to reduce the effects of the deviations. This is done through a single-case study focusing on the process of allocating capacity at the Swedish Transport Administration. The analysis is based on quantitative data from monitoring and application systems for freight trains running between Malmö and Hallsberg in the annual timetable for 2019, together with qualitative data from interviews with employees at the Swedish Transport Administration and railway undertakings operating freight traffic.

The study shows that the four types of deviations – late, early, cancelled and added trains – have many underlying causes. The causes of delays are usually unrelated to the allocation of capacity, such as late arrivals from abroad or infrastructure failures. Trains running early is often a result of scheduled stops that are not used when the trains run. There are also trains running faster than planned for in the timetable. Most of the cancellations occurs on the railway undertakings' initiatives as a way of detailed production planning. Additionally, some adaptations to track work have to be made after the annual timetable is established, resulting in both cancelled and added trains. Furthermore, the study shows that there are connections between deviations, for example when time deviations are spread between associated trains, such as one late or early train resulting in a new late or early train respectively. Another example is that the non-used scheduled stops, leading to trains running early, often is a result of other trains being cancelled, or running late or early.

To reduce the effects of the deviations, an increased cooperation in multiple parts of the capacity allocation process is needed, both within the Swedish Transport Administration and between the Swedish Transport Administration and the railway undertakings. In addition to that, the Swedish Transport Administration needs to adjust the prioritization between freight and passenger trains, both when the annual timetable is prepared and when the traffic runs. A deeper understanding and knowledge of the differences between freight trains and passenger trains is also needed, and more consideration needs to be taken to these differences in all parts of the capacity allocation process,

from creating the annual timetable until the traffic is actually running. Finally, more developed performance indicators are suggested to simplify further work regarding the deviations and their causes and effects.

Keywords: freight train, annual timetable, timetable, railway, deviation

Definitioner

Ad hoc-tåg	Tåg som planeras om, ställs in eller tillkommer efter att tågplanen fastställs.
Anordnat tåg	Tåg som tillkommer efter att tågplanen fastställs. En typ av ad hoc-tåg.
Association	Koppling mellan två olika tåg angående last, vagnar, lok eller personal.
Associationstid	Tid mellan ankommande tågs ankomsttid och avgående tågs avgångstid vid en association.
Daglig graf	Daglig uppdatering av tågplanen som lämnas över till den operativa trafikledningen.
Förbigång	Passage av ett tåg förbi ett annat tåg som kör i samma riktning.
Gångdagar	Dagar som ett tåg ska framföras.
Gångtid	Tid det tar för ett tåg att köra från punkt A till punkt B.
Headway-tid	Tidsavstånd mellan två efterföljande tåg.
Infrastrukturförvaltare	Den som förvaltar infrastruktur och driver anläggningar som hör till infrastrukturen, till exempel Trafikverket.
Interaktion	Möte eller förbigång.
Järnvägsföretag	Företag som med stöd av licens eller nationellt trafiksäkerhetstillstånd tillhandahåller dragkraft och utför järnvägstrafik.
Kvalitetsavgift	Avgift som betalas av den part som orsakar avvikelser från tågplanen, baserat på merförseningar.
Körplan	Plan som anger tågfärdens beteckning, sträcka, tidsangivelser och andra behövliga uppgifter.
Linjen	Sträckan mellan två trafikplatser.
Långtidskonstruktör	Tidtabellskonstruktör på Trafikverket som arbetar med att konstruera tåg till den fastställda tågplanen.
Merförsening	Försening jämfört med körplanen i första mätpunkten eller tillkommande försening mellan två mätpunkter som följer direkt efter varandra.
Nodtillägg	Extra tidsmarginal i tidtabellen som ska läggas till på särskilda sträckor i järnvägsnätet.
Tilldelat tågläge	Tågläge som ska reserveras för en transportuppgift, enligt avtal mellan Trafikverket och den sökande.
Trafikaktivitet	Av- eller tillkoppling, av- eller pålastning, personalbyte eller rastuppställning.
Trafikplanerare	Tidtabellskonstruktör på Trafikverket som arbetar med ad hoc-ansökningar.
Trafikplats	Platser längs järnvägsnätet där trafikaktivitet kan ske.
Tågledare	Person som övergripande övervakar trafikverksamheter.

Tågläge	Infrastrukturkapacitet som får tas i anspråk för att framföra järnvägsfordon från en plats till en annan under en viss tidsperiod.
Tågklarerare	Person som övervakar och leder trafikverksamheterna.
Tågplan	Plan över användning av järnvägsinfrastruktur under en viss angiven period.
Tågväg	Rutt som ett tåg ska ta genom en eller flera växlar på en trafikplats.

Innehållsförteckning

FÖRORD	II
SAMMANFATTNING	III
ABSTRACT	IV
DEFINITIONER	VI
1 INTRODUKTION	1
1.1 BAKGRUND	1
1.2 PROBLEMFÖRMULERING	3
1.3 SYFTE	3
1.4 FORSKNINGSFRÅGOR	3
1.5 AVGRÄNSNINGAR	3
1.6 STUDIENS BIDRAG	3
1.7 KOMMENTAR TILL LÄSAREN	3
1.8 RAPPORTENS STRUKTUR	4
2 TEORETISK BAKGRUND	5
2.1 PLANERING AV JÄRNVÄGSTRAFIK	5
2.2 KAPACITETSTILLDELNING PÅ JÄRNVÄG	6
2.2.1 <i>Tidtabeller i EU</i>	6
2.2.2 <i>Matematisk optimering</i>	7
2.3 SAMARBETE	8
2.4 PRESTATIONS MÄTNING	9
2.5 TIDTABELLERS KVALITET	9
2.5.1 <i>Kvalitet för framtagna tidtabeller</i>	9
2.5.2 <i>Kvalitet för framförd trafik</i>	10
2.5.3 <i>Orsaker till sena tåg</i>	11
2.5.4 <i>Stillastående tid</i>	11
2.6 VÄRDE AV PÅLITLIGHET	12
3 METOD	13
3.1 METODVAL	13
3.2 FALLSTUDIER	13
3.2.1 <i>Kategorisering av fallstudier</i>	14
3.2.2 <i>Datainsamling</i>	15
3.2.3 <i>Analys</i>	16
3.2.4 <i>Kvalitet</i>	16
3.3 PIMS	17
3.4 PROJEKTSTRUKTUR	18
3.4.1 <i>Steg 1: Förberedelse</i>	18
3.4.2 <i>Steg 2: Dataanalys</i>	19
3.4.3 <i>Steg 3: Rotorsaksanalys</i>	19
3.4.4 <i>Steg 4: Leverans</i>	20
4 KAPACITETSTILLDELNING HOS TRAFIKVERKET	21
4.1 LAGAR, REGLER OCH RIKTLINJER	21
4.1.1 <i>SERA-direktivet</i>	21
4.1.2 <i>Förordning för konkurrenskraftig godstrafik</i>	21

4.1.3	<i>RailNetEurope</i>	22
4.2	ATT TA FRAM EN TÅGPLAN	22
4.2.1	<i>Konstruktionsregler</i>	24
4.2.2	<i>Banarbeten</i>	24
4.2.3	<i>Ad hoc-processen</i>	25
4.2.4	<i>Planeringsnivåer hos Trafikverket</i>	25
4.3	OPERATIV TRAFIKLEDNING	25
4.4	ORSAKSKODNING	25
4.5	EFFEKTER AV AVVIKELSER.....	26
4.6	PÅGÅENDE PROJEKT	27
4.6.1	<i>TTR</i>	27
4.6.2	<i>MPK</i>	28
4.6.3	<i>STEG</i>	28
5	DATAANALYS	29
5.1	DATAUNDERLAG.....	29
5.2	FRAMFÖRD TRAFIK.....	30
5.3	ORSAKSKODER FÖR SENA TÅG.....	32
5.3.1	<i>Driftledning</i>	33
5.3.2	<i>Följdersaker</i>	34
5.3.3	<i>Infrastruktur</i>	35
5.3.4	<i>Järnvägsföretag</i>	36
5.3.5	<i>Ohyckor/ tillbud och yttre faktorer</i>	38
5.4	SENA TÅG	39
5.4.1	<i>Tåg med bibehållen eller minskande försening</i>	40
5.4.2	<i>Tåg med ökande försening</i>	42
5.5	TIDIGA TÅG.....	45
5.5.1	<i>Tåg med ett stort uppehåll</i>	48
5.5.2	<i>Tåg med många små uppehåll</i>	49
5.5.3	<i>Tåg som tar in tid på linjen</i>	51
5.6	INSTÄLLDA TÅG.....	52
5.6.1	<i>Orsakskoder per månad</i>	54
5.6.2	<i>Orsakskoder per järnvägsföretag</i>	55
5.7	ANORDNADE TÅG	56
5.8	SAMMANFATTNING	57
5.8.1	<i>Sena tåg</i>	57
5.8.2	<i>Tidiga tåg</i>	59
5.8.3	<i>Inställda tåg</i>	59
5.8.4	<i>Anordnade tåg</i>	60
6	INTERVJURESLTAT	61
6.1	TÅGPLAN 2020	61
6.2	SENA TÅG	61
6.3	TIDIGA TÅG.....	64
6.4	INSTÄLLDA TÅG.....	65
6.5	ANORDNADE TÅG	67
6.6	ÖVERGRIPANDE PROBLEM.....	68
7	ROTORSAKSANALYS	71
7.1	SENA TÅG	71

7.2	TIDIGA TÅG.....	72
7.3	INSTÄLLDA TÅG.....	74
7.4	ANORDNADE TÅG.....	75
7.5	KOPPLINGAR MELLAN OLIKA AVVIKELSER.....	76
8	ÅTGÄRDER.....	78
8.1	VAD SKA ÅTGÄRDAS?.....	78
8.2	PÅGÅENDE PROJEKT.....	80
8.3	SAMARBETE.....	81
8.3.1	<i>Inom Trafikverket.....</i>	<i>81</i>
8.3.2	<i>Mellan Trafikverket och järnvägsföretag.....</i>	<i>81</i>
8.4	GODSTÅG KONTRA PERSONTÅG.....	82
8.4.1	<i>Olika egenskaper och bebov.....</i>	<i>82</i>
8.4.2	<i>Konstruktionsregler och gångtidsmallar.....</i>	<i>83</i>
8.4.3	<i>Prioritet.....</i>	<i>83</i>
8.5	PRESTATIONSMÄTNING.....	84
8.5.1	<i>Fastställd tågplan.....</i>	<i>84</i>
8.5.2	<i>Ad hoc-processen.....</i>	<i>85</i>
8.5.3	<i>Punktlighet.....</i>	<i>85</i>
8.5.4	<i>Orsakskodning.....</i>	<i>85</i>
8.6	EFFEKTER AV ÅTGÄRDER.....	87
9	SLUTSATSER.....	89
9.1	FORSKNINGSFRÅGA 1: VAD ÄR DE BAKOMLIGGANDE ORSAKERNA TILL AVVIKELSERNA FRÅN TÅGPLANEN?.....	89
9.1.1	<i>Sena tåg.....</i>	<i>89</i>
9.1.2	<i>Tidiga tåg.....</i>	<i>89</i>
9.1.3	<i>Inställda tåg.....</i>	<i>90</i>
9.1.4	<i>Anordnade tåg.....</i>	<i>90</i>
9.2	FORSKNINGSFRÅGA 2: HUR KAN EFFEKTERNA AV AVVIKELSERNA MINSKAS GENOM ATT FÖRÄNDRA PROCESSEN FÖR KAPACITETSTILLDELNING?.....	90
9.2.1	<i>Sena tåg.....</i>	<i>91</i>
9.2.2	<i>Tidiga tåg.....</i>	<i>91</i>
9.2.3	<i>Inställda tåg.....</i>	<i>92</i>
9.2.4	<i>Anordnade tåg.....</i>	<i>92</i>
9.3	DISKUSSION.....	92
9.4	BEGRÄNSNINGAR OCH FRAMTIDA FORSKNING.....	93
	REFERENSER.....	96
	BILAGOR.....	106
	BILAGA I - FORSKNINGSPROTOKOLL.....	106
	BILAGA II - INTERVJURESPODENTER.....	107
	BILAGA III - INTERVJUGUIDER.....	108
	<i>Järnvägsföretag.....</i>	<i>108</i>
	<i>Långtidskonstruktör.....</i>	<i>109</i>
	<i>Trafikplanerare.....</i>	<i>109</i>
	<i>Operativ personal.....</i>	<i>110</i>

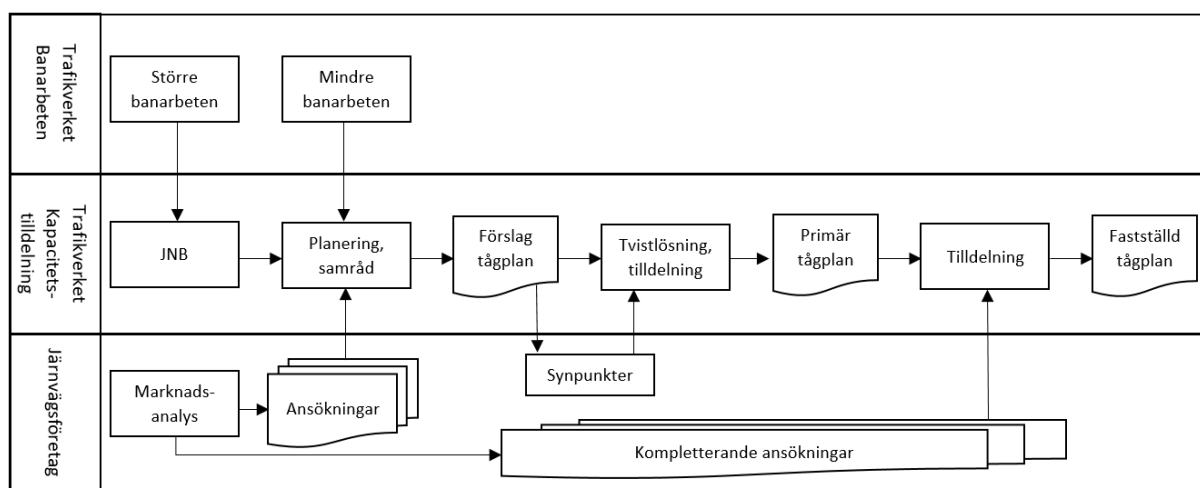
1 Introduktion

Det här kapitlet ger en bakgrund till ämnet och problemet som avhandlas i rapporten. Dessutom beskrivs studiens syfte, forskningsfrågor och avgränsningar. Kapitlet avslutas med en beskrivning av rapportens struktur.

1.1 Bakgrund

Tidtabeller är nyckeln till att optimera kapaciteten på järnvägen (Olsson, et al., 2010). Alla inblandade parter är beroende av varandra (Olsson, et al., 2015) och kvaliteten i en tidtabell beror på alla aktörers operativa utförande och samarbete (Veiseth, et al., 2011). EU har som mål att utöka tågtrafikens andel på transportmarknaden, dels för att det kan minska trängseln på vägar men också för att järnvägstrafik är mer miljövänligt än alternativen, vilket ökar möjligheterna att nå uppsatta klimatmål (Caimi, et al., 2016). Det ställer ökade krav på tidtabeller som måste vara så robusta att transporterna blir pålitliga men samtidigt erbjuda tillräckligt snabba förbindelser för att de ska vara attraktiva för passagerare och godskunder (Goverde & Hansen, 2013; Caimi, et al., 2016). Järnvägstrafik skiljer sig från andra trafikslag på flera sätt. Flexibiliteten är låg (Olsson, et al., 2010) och järnvägstrafik har färre frihetsgrader än andra transporter (Olsson, et al., 2015). Förflyttning på järnväg sker oftast inom en frihetsgrad, medan väg- och sjötrafik till stor del har två och flygtrafik tre frihetsgrader vilket möjliggör möten och omkörningar som inte är planerade. Dessutom är järnvägstrafik mer känsligt för störningar än vägtrafik (Mattson & Jenelius, 2015). Konsekvensen är att trafiken på järnväg måste planeras i hög grad och att trafiken sedan måste övervakas och koordineras kontinuerligt (Mattson & Jenelius, 2015; Olsson, et al., 2015).

I Sverige är det Trafikverket som har ansvar för att tilldela kapacitet på järnvägarna. Trafikverket är en myndighet som har ansvar för långsiktig planering för alla trafikslag i Sverige. Dessutom ansvarar Trafikverket för byggande och drift av statliga vägar och järnvägar (Trafikverket, 2017d). Tilldelningen av kapacitet i järnvägsnätet görs genom att ta fram körplaner för tågen som årligen sammanställs i en så kallad tågplan. Processen för att tilldela kapacitet är reglerad av EU-direktiv och är därför likartad i de flesta europeiska länder (Palmqvist, 2019). Det första steget är att ta fram en beskrivning av förutsättningarna för att framföra tågtrafik i järnvägsnätet, som i Trafikverkets fall kallas Järnvägsnätsbeskrivningen (JNB) (Trafikverket, 2019a). Därefter tas tågplanen fram enligt processen som visas i figur 1.1.



Figur 1.1: Processen för att ta fram en tågplan.

När den ordinarie ansökningsperioden är slut i april börjar Trafikverkets arbete med att planera kapacitet för 1 300 000 tåg och 2 200 banarbeten under det kommande året. Ett tåg i taget planeras i en grafisk tidtabell enligt ansökningarna från järnvägsföretagen. Varje tåg måste anpassas till de övriga, och en trafikplanerare på Trafikverket beskriver arbetet som ett gigantiskt pussel (Trafikverket, 2014). Arbetet sker till stor del manuellt. De verktyg som finns tillgängliga används främst till att göra

gångtidsberäkningar baserat på infrastrukturens utformning och att skapa de grafiska tidtabellerna (Nilsson, 2006; Goverde, et al., 2016), inte att anpassa tågen till varandra. Processen resulterar till slut i en tågplan som införs i mitten av december och gäller i ett år (Trafikverket, 2016c).

Under året sker många ändringar i trafiken och under 2018 hanterade Trafikverket över 87 000 ansökningar om förändringar i tågplanen (Trafikverket, 2019g). Utöver det tillkommer operativa justeringar av den pågående trafiken, till exempel för att hantera störningar. Övergripande finns det fyra typer av avvikelser från tågplanen:

- sena tåg: planerad trafik som körs för sent,
- tidiga tåg: planerad trafik som körs för tidigt,
- inställda tåg: planerad trafik som inte körs alls, och
- anordnade tåg: trafik som tillkommer efter att tågplanen är fastställd.

Järnvägsföretagen kan till exempel ansöka om att ställa in planerade tåg eller att anordna nya tåg för att använda ledig kapacitet i tågplanen, så kallade ad hoc-ansökningar (Trafikverket, 2016c). Det resulterar i att en del tåg tas bort samt att nya tåg tillkommer och får körplaner som läggs till i tågplanen efter att den är fastställd. Under 2016 var nettoförändringen av antalet tåg negativ, det vill säga att antalet framförda tåg var färre än antalet tåg som var planerade i tågplanen (Trafikanalys, 2016). Totalt framfördes 22 % färre godståg än planerat, medan motsvarande siffra för persontåg var 3 %. Utöver det framförs en betydande del tåg som har tilldelad kapacitet i tågplanen före sin körplan. Under 2018 avgick 53 % av alla godståg mer än femton minuter före sin planerade avgångstid (Hedström & Eriksson, 2018).

Att tåg utgår och tillkommer efter att tågplanen fastställts är ett välkänt fenomen (e.g., CER, 2013; Hellström, 2014; WSP, 2017) som är mer frekvent förekommande för godståg än för persontåg (Törnquist Krasemann, 2015; WSP, 2017; Wahlborg, et al., 2018). Under 2016 gjordes en undersökning på Värmlandsbanan som visade att 18 % av de planerade tågen i tågplan 2015 ställdes in, men orsakerna till det undersöktes inte (Fischhaber & Imable, 2016). En liknande undersökning gjordes under 2015 där också anordnade tåg studerades, men även där lämnades orsakerna utanför studiens omfattning (Törnquist Krasemann, 2015). Hellström (2014) identifierar många problem med kapacitetstilldelningen i Sverige, baserat på intervjuer med personer som jobbar med tågplanen eller operativ tågledning, som till viss del också kan vara orsaker till avvikelserna. En förklaring till inställda tåg är till exempel att operatörer ansöker om fler tåglägen än vad de har behov för, för att behålla flexibilitet i sin trafikplanering. Det är också svårt för godstågsföretagen att veta vilket behov de kommer att ha när de ska skicka in ansökningar mer än ett år i förväg (Hellström, 2014; Törnquist Krasemann, 2015).

Förseningar orsakskodas av Trafikverket (Trafikverket, 2019a) och andra infrastrukturförvaltare (EU, 2012) och det finns även en hel del forskning som undersöker orsakerna till förseningar. Palmqvist (2019) nämner bland annat studier om påverkan av väder, infrastruktur, andra tåg och stopp på stationer. Att tåg avgår för tidigt är inte granskat i samma utsträckning. Hedström & Eriksson (2018) kartlägger orsaker till varför godståg i Sverige till stor del avviker från sina körplaner, men de beskriver tidig avgång som en orsak till avvikelser och tittar inte närmare på varför tågen körs för tidigt. I rapporten fokuserar de sedan på begreppet punktlighet, som bara innefattar en gräns för hur långt efter tidtabell ett tåg får vara för att räknas som ”i tid”, och tittar närmare på Trafikverkets orsakskoder för förseningar. Hellström (2014) nämner att tåg kan vara upp till fyra timmar före sin planerade tidtabell men går inte djupare in på orsakerna än att säga att det finns många förklaringar till varför det sker.

Sammanfattningsvis finns det idag ett gap inom forskningen angående avvikelser från tågplanen för godståg, särskilt angående orsakerna till att avvikelserna sker. Som beskrivet ovan finns studier som undersöker mängden inställda och anordnade tåg, men där orsakerna utelämnas. För framförd trafik bidrar Palmqvist (2019) till att minska gapet genom att studera hur kapacitetstilldelningen påverkar

förseningar, men i den studien inkluderas endast persontåg. Bland annat Wahlborg, et al. (2018) nämner problematiken med att godståg i stor utsträckning går före eller efter sina körplaner som ett framtida forskningsområde. Även Hedström & Eriksson (2018) tar upp området och pekar specifikt på att det behövs studier som kartlägger vad som ligger bakom olika orsakskoder som används vid förseningar.

1.2 Problemformulering

Att tidtabeller är av stor betydelse för järnvägsverksamhet har slagits fast av ett flertal forskare och att ta fram dem beskrivs som en mycket komplex process (e.g., Hooghiemstra, 1996; Aronsson, et al., 2003; Törnquist, 2006; Caimi, et al., 2016; Goverde, et al., 2016). När tåg inte framförs enligt den planerade körplanen används inte kapaciteten som planerat. Effekterna av det kan till exempel vara att annan trafik nekats när den egentligen hade kunnat få plats på spåren, eller fått sämre förutsättningar än vad den med facit i hand kunnat få (Nilsson & Andersson, 2011). Det kan också innebära ökade kostnader för järnvägsföretag (Andersson, 2016). Att tåg inte framförs alls medför att möten med andra inplanerade tåg utgår, men dessa möten tas inte bort från körplanen för det tåg som är kvar i tidtabellen. Konsekvensen blir dels att det kvarvarande tåget får en onödigt lång körtid, dels att möjligheten för ad hoc-tåglägen försämras (Trafikanalys, 2016). För Trafikverket är de här avvikelserna resurskrävande. Konstruktörerna lägger många timmar på att anpassa tågplanen så att alla aktörer blir nöjda, något som i slutändan i vissa fall kommer vara onödigt arbete (Aronsson, et al., 2012). Utöver det läggs mycket resurser på att hantera ad hoc-ansökningar.

1.3 Syfte

Syftet med arbetet är att identifiera orsaker till avvikelser mellan tilldelad och framförd järnvägstrafik och att ta fram förbättringsförslag inom processen för att tilldela kapacitet för att minska effekterna av avvikelserna.

1.4 Forskningsfrågor

1. Vad är de bakomliggande orsakerna till avvikelserna från tågplanen?
2. Hur kan effekterna av avvikelserna minskas genom att förändra processen för kapacitetstilldelning?

1.5 Avgränsningar

Arbetet undersöker endast avvikelser för godståg. De trafikdata som används är från tågplan 2019, med utgångspunkt på sträckan Malmö – Hallsberg, som är en av de viktigaste sträckorna för godstrafik genom Sverige (Fröidh, 2013) och ingår i EU:s projekt om transeuropeiska transportnät (EU, 2020). Att endast godståg inkluderas beror bland annat på att de dominerar ad hoc-processen och har större problem med att tåg går för tidigt än vad persontrafiken har (Wahlborg, et al., 2018).

1.6 Studiens bidrag

För Trafikverket och järnvägsföretagen bidrar studiens resultat till att minska effekterna av avvikelserna från tågplanen bland annat genom att minska mängden efterarbete som krävs under det år som varje tågplan används. Dessutom kan resultatet möjliggöra att kapaciteten på Sveriges järnvägar används på ett mer effektivt sätt. Det gör att fler tåg kan framföras utan att ny infrastruktur behöver byggas, vilket ökar den samhällsekonomiska effektiviteten. Akademiskt bidrar studien till att minska det gap som finns inom forskningen om varför godståg avviker från den fastställda tågplanen.

1.7 Kommentar till läsaren

Järnvägsbranschen är en liten bransch och det finns relativt få företag som kör godstrafik i Sverige. Dessutom är det bara en del av dem som framför trafik på sträckan Malmö – Hallsberg. De företagen har olika egenskaper bland annat med avseende på storlek, typ av trafik och vilka sträckor som körs. För att säkerställa intervjurespondenternas anonymitet kommer därför en del av svaren från intervjuerna att

återges utan specifika referenser i kapitel 6 *Intervjuresultat*. Av samma anledning görs ingen sammanställning över antalet inställda och anordnade tåg för olika företag i kapitel 5 *Dataanalys*, då det genom de siffrorna skulle vara möjligt att identifiera olika företag och då även identifiera vilka företag intervjurespondenterna kommer från.

1.8 Rapportens struktur

Kapitel 1 *Introduktion* ger en introduktion till ämnet och problemet som studeras. Dessutom beskrivs syftet med studien, avgränsningar och rapportens struktur. Kapitel 2 *Teoretisk bakgrund* innehåller en övergripande beskrivning av planering på olika nivåer följt av en beskrivning av tågtidtabeller, deras betydelse och hur de utvärderas. Kapitel 3 *Metod* beskriver och motiverar metoden som används under arbetet. Kapitel 4 *Kapacitetstilldelning hos Trafikverket* ger en inblick i hur Trafikverkets arbete görs idag, samt de lagar och regler som påverkar utformningen av deras verksamhet. Kapitel 5 *Dataanalys* presenterar analyser av trafikdata från Trafikverkets uppföljningssystem. Kapitel 6 *Intervjuresultat* redovisar resultatet av intervjuer med representanter från Trafikverket och järnvägsföretag som kör godstrafik. Kapitel 7 *Rotorsaksanalys* innehåller en analys av resultaten från kapitel 5 och 6. Kapitel 8 *Åtgärder* presenterar de åtgärder som kan genomföras för att minska effekterna av avvikelserna från tågplanen. Kapitel 9 *Slutsatser* inkluderar arbetets slutsatser, en diskussion om arbetets begränsningar och förslag till framtida forskning.

2 Teoretisk bakgrund

Det här kapitlet ger en teoretisk bakgrund till ämnet som studien berör. Det inkluderar en övergripande beskrivning av planering på olika nivåer följt av en beskrivning av tågtidtabeller, deras betydelse och hur de utvärderas.

2.1 Planering av järnvägstrafik

Planering är förberedelse (Fleischmann, et al., 2008) som handlar om att besluta vilka aktiviteter som ska utföras och hur de ska utföras för att uppnå bestämda mål (Shurrab, 2019). Planering delas ofta in i tre nivåer baserat på planeringshorisont (Hooghiemstra, 1996; Fleischmann, et al., 2008). Den första nivån är långsiktig eller strategisk planering, som rör beslut som kommer att påverka i flera år (Fleischmann & Meyr, 2003; Stadtler & Fleischmann, 2012), till exempel stora investeringar (Shurrab, 2019). Efter den strategiska planeringen följer planering på medellång sikt, även kallad taktisk planering (Stadtler & Fleischmann, 2012). Syftet är att fastställa hur resurser ska användas på ett effektivt sätt (Fleischmann, et al., 2008; Shurrab, 2019) och planeringshorisonten är mellan sex månader och två år (Fleischmann, et al., 2008). Den sista nivån är kortsiktig eller operativ planering där alla aktiviteter specificeras på detaljnivå (Fleischmann, et al., 2008; Stadtler & Fleischmann, 2012) utifrån de ramar som finns från den taktiska planeringen (Rohde & Wagner, 2008; Stadtler, 2008). Planeringshorisonten varierar mellan några dagar och några månader (Fleischmann, et al., 2008). En strategi som kan användas för att uppdatera kortsiktiga produktionsplaner kallas inkrementell planering (Stadtler, 2008). Det innebär att tillkommande order planeras in i tidsluckor som finns eller kan skapas med små justeringar i den befintliga planen. Därefter görs en ny optimering av planen, då den nya ordern kan ha medfört att en annan ordningsföljd är mer gynnsam.

Inom järnvägssektorn innefattar den strategiska nivån frågor som utveckling av infrastruktur och prissättning för infrastrukturförvaltare (Assad, 1980; Hooghiemstra, 1996; Fang, et al., 2015) medan järnvägsföretag har strategiska frågor som rör vilka linjer som ska trafikeras och hur ofta (Lusby, et al., 2011; Jensen, 2015). Att ta fram tidtabeller och tilldela kapacitet sker i Europa på den taktiska nivån, medan det till exempel i Nordamerika sker på den operativa nivån (Törnquist, 2006; Harrod, 2012). På den taktiska nivån finns även personalplanering och planering av lok och vagnar (Watson, 2008; Lusby, et al., 2011; Fang, et al., 2015). Den operativa nivån innefattar tågklarerarnas arbete (Andersson, 2014; Fang, et al., 2015), som görs utifrån scheman som är bestämda ner på sekundnivå (Harrod, 2012). Vissa författare föreslår att det finns en fjärde nivå av planering, omplanering (Törnquist, 2006) eller realtidskontroll (Narayanaswami & Rangaraj, 2011), som syftar till att minimera effekterna av störningar som uppstår i verksamheten (Törnquist, 2006). Andra menar att störningshantering är en del av den operativa planeringen (Watson, 2008; Lusby, et al., 2011; Andersson, 2014).

En stor utmaning med planering är att hantera osäkerhet (Fleischmann, et al., 2008). En längre planeringshorisont innebär en högre osäkerhet (Fleischmann & Meyr, 2003) vilket medför att den strategiska planeringen görs på en övergripande nivå (Stadtler & Fleischmann, 2012) och inkluderar olika scenarion (Fleischmann, et al., 2008). Den taktiska planeringen görs ofta för grupper av produkter eller resurser för att reducera osäkerheten (Rohde & Wagner, 2008) och tar inte hänsyn till enskilda aktiviteter (Stadtler & Fleischmann, 2012). Osäkerheten kan också hanteras genom att revidera planerna utifrån en rullande horisont där endast den första perioden av planen är helt fryst (Fleischmann, et al., 2008).

En variant av inkrementell planering som utvecklats för järnvägstrafik är successiv tilldelning. Det är en metod som utvecklats med syfte att senarelägga detaljplaneringen av tidtabellen (Forsgren, et al., 2009). Idag görs detaljplaneringen i ett skede där mycket information som påverkar tågens prestanda är osäker, till exempel längd och vikt (Aronsson, et al., 2012), vilket gör att många antaganden behövs (Forsgren, et al., 2009). Med successiv tilldelning fastställs bara tider på de platser som är viktiga för järnvägsföretagen, till exempel där resandeutbyte eller förarbyte ska ske. Övriga detaljer anpassas i produktionsplaneringen, vilket kan resultera i olika produktionsplaner för olika dagar. Genom att minimera antalet avtalade

punkter ökas flexibiliteten i planeringen (Forsgren, et al., 2013). Successiv tilldelning delar upp planeringen i vad som ska produceras, vilket specificeras i ett tidigt skede, och hur, vilket specificeras i produktionsplaneringen. Det möjliggör också att tåglägen kan ändras efter att tågplanen har publicerats, något som i sin tur förbättrar möjligheterna för ad hoc-tåg. Successiv tilldelning medför också att ledtiden mellan att produktionsplanen fastställs och själva produktionen kortas rejält.

2.2 Kapacitetstilldelning på järnväg

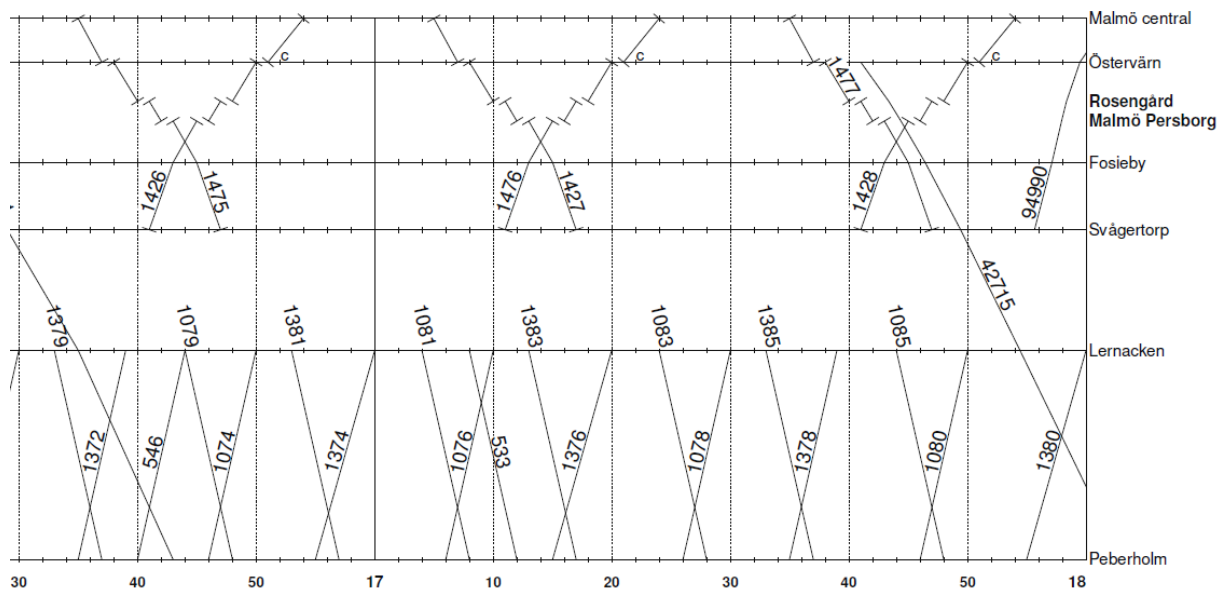
Tidtabeller har stor betydelse för järnvägsverksamhet (Hooghiemstra, 1996; Törnquist, 2006; Caimi, et al., 2016). De fyller flera funktioner och påverkar många aktörer. En viktig aspekt är att de specificerar avgångs- och ankomsttider för passagerare och speditörer. Utöver det specificeras när och var tåg ska mötas (Caimi, et al., 2016). Dessutom ligger de till grund för vidare planering, bland annat personalplanering hos järnvägsföretagen och planering av banarbeten hos infrastrukturförvaltaren och entreprenörer (Watson, 2008; Jensen, 2015; Caimi, et al., 2016). Det finns dock stora skillnader i hur tidtabeller tas fram. I USA är 90 % av all järnväg ägd av privata godstågsföretag (Pouryoucef, et al., 2015). Där finns ingen fast tidtabell (Harrod, 2012) utan körvägar och tider justeras varje vecka (Pouryoucef, et al., 2015). I Kina ägs järnvägsnätet av ett statligt bolag och tågtrafiken utförs av deras dotterbolag (Lawrence, et al., 2019). I Japan har den tidigare statliga järnvägen privatiserats genom att dela upp det nationella statliga bolaget i sex bolag med ansvar för såväl infrastruktur som passagerartrafik i varsin region (Obermauer, 2001). Godstrafiken sköts av ett eget bolag som betalar spåravgifter till de regionala passagerarbolagen. Utöver det finns många privata bolag som konkurrerar på egen infrastruktur (Obermauer, 2001; Shoji, 2001). Inget av de nämnda länderna liknar Europa, där infrastrukturen i stor utsträckning ägs av myndigheter medan de som framför tågen är separata företag (Pouryoucef, et al., 2015) och många olika aktörer samsas om kapaciteten på spåren (IRG-rail, 2019). Ansvaret för att tilldela kapacitet ligger hos infrastrukturförvaltarna och det ska ske på ett rättvist och icke-diskriminerande sätt (EU, 2012).

2.2.1 Tidtabeller i EU

I EU görs tilldelningen av kapacitet baserat på ansökningar från järnvägsföretagen (EU, 2012). När flera aktörer ansökt om tåglägen som inte går att kombinera krävs tvistlösning (Palmqvist, 2019). I första hand anpassas tidtabellen så att alla parter blir nöjda. Är det inte möjligt genom samråd och dialoger är det infrastrukturförvaltarens ansvar att hitta en lösning enligt de procedurer som de har fastställt i sin beskrivning av järnvägsnätet (Caimi, et al., 2016; Palmqvist, 2019). Det är det steg i processen som skiljer sig mest mellan olika länder (Palmqvist, 2019). I Sverige är kriterierna baserade på samhällsekonomiska beräkningar, medan till exempel Nederländerna prioriterar att ha en cyklisk tidtabell med samma tider varje timme (Palmqvist, 2019).

Tidtabellerna visas grafiskt med tid på den ena axeln och rum på den andra (Lindner, 2000; Andersson, 2014). Ett exempel kan ses i figur 2.1. I grafen visas alla tåg som ska köra på sträckan under tidtabellens giltighet. Varje tåg motsvaras av ett streck i grafen, där lutningen representerar tågets hastighet (Andersson, 2014). Den minimala gångtiden mellan två punkter på sträckan beräknas i de flesta fall baserat på modeller av infrastrukturen och vilken typ av tåg som ska köras (Caimi, et al., 2016), men till exempel i Storbritannien används istället historisk data över hur lång tid det tagit att köra en viss sträcka (Palmqvist, 2019). Utöver det läggs det även in en viss procent med extratid för att kompensera för skillnader i bland annat väderförhållanden, lokprestanda och beteende hos lokförare (Hooghiemstra & Teunisse, 1998). Storleken på det tillägget varierar i olika länder. I Europa är det vanligt att ha ett tillägg på mellan tre och sju procent av den minimala gångtiden (Palmqvist, 2019), men det förekommer sträckor där upp till tretton procents tillägg används (Jensen, 2015). Dessutom rekommenderar den Internationella järnvägsunionen att en och en halv minuts bufferttid ska läggas till per 100 km som tåget ska köra (Jensen, 2015; Palmqvist, 2019). Tilläggen minskar risken för förseningar men ökar körtider och operativa

kostnader, vilket gör att de måste vara korrekt dimensionerade och distribuerade längs med sträckan för att säkerställa en effektiv tidtabell (Jensen, 2015; Cerreto, et al., 2016).



Figur 2.1: Grafisk tidtabell från Trafikverkets dagliga grafer.

Ytterligare två viktiga koncept när en tidtabell tas fram är uppehållstider och headway-tider. Upphållstider syftar på den tid som tåg står på stationer (Palmqvist, 2019). De är vanligtvis baserade på tumregler och sällan jämförda med data från faktisk verksamhet (Hansen, 2010). I vissa fall sätts de indirekt av järnvägsföretagen själva då tidtabellskonstruktören använder den uppehållstid som angetts i ansökan (Hellström, 2014). Headway-tid är den tid som skiljer två efterföljande tåg (Abril, et al., 2008; Hansen, 2010). Den minimala headway-tiden är den tid som krävs för att det efterföljande tåget ska kunna köra obehindrat (Klabes, 2010) och beror på avståndet mellan två efterföljande signaler och tågens hastighet (Abril, et al., 2008; Jensen, 2015). Ju längre sträcka mellan signalerna och högre hastighet, desto längre headway-tid krävs. I praktiken innefattar headway-tider vanligtvis också en bufferttid utöver den minimala headway-tiden (Khoshniyat & Peterson, 2017).

2.2.2 Matematisk optimering

Att ta fram optimala tåg tidtabeller är ett komplext problem som brukar kallas för tåg tidtabellslägningsproblemet (eng. the train timetabling problem, TTP) (e.g., Cacchiani & Toth 2011, Sanat et al. 2018, Xu et al. 2018). Målet är att hitta en tidtabell utan konflikter som uppfyller givna villkor och begränsningar (Harrod, 2012; Sanat, et al., 2018). Infrastrukturen sätter en gräns för hur många tåg som kan köras men även specificerar var tåg kan mötas och passera varandra (Törnquist, 2006; Halse, et al., 2015). Dessutom ger säkerhetsföreskrifter och krav på robusthet gränser för hur tätt tåg får köras (Lindner, 2000; Cacchiani & Toth, 2012; Caimi, et al., 2016). Det finns många modeller för att ta fram matematiskt optimala tidtabeller (Siebert & Goerigk, 2013; Caimi, et al., 2016; Xu, et al., 2018). Modellerna har olika förutsättningar, till exempel enkelspår eller dubbelspår. Vissa modeller fokuserar på periodiska tidtabeller medan andra hanterar varje tåg som en individuell enhet (Caimi, et al., 2016). Målfunktionerna varierar också mycket mellan olika modeller. Det kan till exempel vara att maximera nyttjandet av infrastrukturen (Sanat, et al., 2018), minimera operativa kostnader (Lindner & Zimmermann, 2003) eller minimera total restid (Sels, et al., 2016). För fler exempel på liknande modeller hänvisas till Törnquist (2006), Cacchiani & Toth (2012), Siebert & Goerigk (2013) eller Parbo, et al. (2016). Dessutom finns det modeller som integrerar tidtabellplaneringen med andra problem, till exempel planering av banarbeten (Zhang, et al., 2019) och lok (Xu, et al., 2018), och modeller som fokuserar specifikt på omplanering (Törnquist, 2006; Fang, et al., 2015).

Generellt är det få av modellerna som implementeras i praktiken (Törnquist, 2006; Caimi, et al., 2016; Goverde, et al., 2016). Modellerna är ofta beroende av pålitlig indata, vilket inte alltid är tillgängligt (Goverde, et al., 2016). Vidare menar Aronsson, et al. (2003) att de matematiska modellerna inte löser rätt problem då de inte tar hänsyn till fordonsplanering, personalplanering och resenärers möjligheter till byten. Idag finns modeller som tar hänsyn till någon av de faktorerna, till exempel Xu, et al. (2018) som kombinerar optimeringen av tidtabellen med fordonsplanering, men ingen modell inkluderar alla faktorer samtidigt. Ett annat problem är att många modeller inte inkluderar de begränsningar som uppkommer från hur spåren är konstruerade, till exempel på stationer (Harrod, 2012). Dessutom inkluderar vissa modeller enbart persontåg eller godståg (Harrod, 2012; Caimi, et al., 2016). Det är också endast ett fåtal modeller som tar hänsyn till att infrastrukturförvaltaren enligt EU-direktiv ska tillgodose alla ansökningar om kapacitet i så stor utsträckning som möjligt (EU, 2012) snarare än att till exempel minimera kostnader och körtider. Målet med kapacitetstilldelningen är oftast inte entydigt formulerat (Aronsson, et al., 2003). Vilka faktorer som är viktiga är varierar för olika intressenter (Wahlborg, et al., 2018). Godsföretag värderar korta körtider högre än precision och att ett visst tåg ska avgå samma tid varje dag, medan det för persontågföretag är viktigt att ett tåg avgår samma tid varje dag med hög precision (Gestrelus, et al., 2015). Andra mål är att underlätta för omplanering vid stora störningar och att ha en tidtabell med stora möjligheter till att lägga till tåglägen i ett senare skede (Wahlborg, et al., 2018).

2.3 Samarbete

I Europa är det många järnvägsföretag som verkar inom ett och samma järnvägsnät. Det medför att samarbete krävs under framtagningen av en tidtabell, såväl mellan olika järnvägsföretag som mellan ett järnvägsföretag och infrastrukturförvaltaren (Caimi, et al., 2016). På dagens avreglerade marknad där varje företag optimerar sina egna ansökningar uppstår ökade kostnader på grund av att den tillgängliga kapaciteten inte används på ett optimalt sätt (Andersson & Hultén, 2016). Samtidigt kan järnvägsföretagen ha både taktiska och strategiska skäl till att ansöka om tåglägen som de vid ansökningstillfället inte har behov av, till exempel att tågläget kan behöva användas senare under året eller till en kommande tågplan.

Samarbete är även en viktig framgångsfaktor inom en organisation (Stone, 2004; Serrat, 2017). Utan samarbete finns risk att organisationen delas upp i silos. Begreppet silo används för att beskriva bristande samarbete och kommunikation mellan olika delar av en organisation (Serrat, 2017). Det kan även handla om brist på gemensamma mål (Hotăran, 2009), vilket får varje chef att fokusera på sin avdelnings mål (Rummler & Brache, 1991). Silos skapas sällan avsiktligt utan uppkommer snarare när organisationer inte aktivt arbetar med att öka samarbetet internt (Serrat, 2017). De kan vara ett resultat av likgiltighet till andras behov, bristande samverkan eller geografiska avstånd mellan olika avdelningar (Stone, 2004). Andra påverkande faktorer inkluderar hur organisationen är strukturerad, oklarhet i rutiner och riktlinjer samt bristfällig kommunikation (Stone, 2004). Generellt finns tre olika typer av gränser som skapar silos (Serrat, 2017). Den första typen är organisatoriska gränser, till exempel mellan olika funktioner eller affärsenheter. Den andra sortens gränser är rumsliga och inkluderar till exempel var kontor är placerade. Den sista typen är sociala gränser, som inkluderar bland annat kön och hierarkier.

Silos medför att olika avdelningar arbetar mot varandra istället för med varandra och varje avdelning fokuserar på sina egna mål (Lencioni, 2006; Hotăran, 2009). Resultatet är sämre produktivitet och slöseri mer resurser (Lencioni, 2006). För att överkomma de här problemen kan organisationer skapa möjligheter och uppmuntra till att samarbeta mellan olika funktioner (Stone, 2004; Serrat, 2017). Det är också viktigt att förtydliga roller och ansvar (Stone, 2004) och att sätta mål som speglar hela organisationens prestation snarare än en enskild avdelnings (Rummler & Brache, 1991; Serrat, 2017). Rummler & Brache (1991) poängterar också att det är viktigt att identifiera var problem uppstår och åtgärda orsakerna snarare än att hantera problemens symptom där de uppstår.

2.4 Prestationsmätning

Att mäta prestation kan definieras som att kvantifiera effektivitet av handlingar, både i form av att uppnå de krav som ställs och att göra det på ett resurseffektivt sätt (Neely, et al., 1995). Syften med att mäta prestation inkluderar bland annat att utvärdera hur bra organisationen presterar, att kontrollera att rätt saker görs, motivera anställda och förbättra verksamhetens prestation (Behn, 2003). Varje enskilt mått kan analyseras utifrån vad det används till och vilken nytta det ger (Neely, et al., 1995). Tillsammans ska måtten täcka både interna och externa aspekter, mäta både finansiella och icke-finansiella parametrar och spegla organisationens mål och prestation på både lång och kort sikt. Det som mäts ska även överensstämma med kundernas mål och värderingar (Neely, et al., 1995; Beamon, 1999).

Veiseth & Bititci (2005) har tagit fram en modell över ”best practice” för prestationsmätning för järnvägsföretag där många av de tidigare nämnda aspekterna inkluderas. De menar att måtten i helhet ska fungera som verktyg i förbättringsarbete, stödja kommunikation med interna och externa intressenter samt kunna förändra beteenden. Måtten ska mäta både resurseffektivitet och förmåga att uppnå de krav som ställs på verksamheten. Dessutom ska de stödja organisationens strategi och intressenternas behov och förväntningar. Vidare menar de att många mått idag fokuserar mer på att mäta resultat än på att mäta de bakomliggande processerna som påverkar resultaten.

Ett problem med prestationsmätning som nämns av bland annat Holmberg (2000) är att nyckeltalen inte är tillräckligt kopplade till organisationens övergripande strategi. Istället för att främja den övergripande prestationen fokuserar de på enskilda funktioner inom organisationen (Rummler & Brache, 1991; Holmberg, 2000; Neely, et al., 1995). Liknande problem finns i försörjningskedjor, där samtliga parter agerar för att optimera sin egen verksamhet utan att ta hänsyn till hela kedjans prestation (Simatupang & Sridharan, 2005). Varje part har bland annat egna nyckeltal för att utvärdera verksamheten. Om nyckeltalen inte är integrerade med varandra, finns det risk att kedjans totala prestation inte optimeras trots att varje part uppnår sina egna mål. Det här sker till exempel om de enskilda parterna har nyckeltal som fokuserar på intern prestation istället för övergripande prestation. För att överkomma de här problemen behöver hela försörjningskedjan ses som en enhet (Holmberg, 2000). Nyckeltalen ska vara fokuserade på hur varje organisation i en försörjningskedja bidrar till hela kedjans prestation (Simatupang & Sridharan, 2005).

2.5 Tidtabellers kvalitet

Tågtidtabeller måste ha tillräckligt stora marginaler för att kunna hantera mindre störningar men samtidigt erbjuda korta restider (Goverde & Hansen, 2013; Caimi, et al., 2016). Kvaliteten hos en tidtabell beror dessutom på det operativa utförandet och hur olika aktörer samarbetar (Veiseth, et al., 2011).

2.5.1 Kvalitet för framtagna tidtabeller

Goverde & Hansen (2013) föreslår att tågtidtabellers kvalitet ska utvärderas baserat på infrastrukturutnyttjande, stabilitet, genomförbarhet, robusthet och elasticitet. Utnyttjandet av infrastrukturen påverkas av faktorer som hastighet och skillnader i gångtider. Högre hastigheter kräver längre headway-tider på grund av längre bromssträckor. Skillnader i gångtider kräver extra kapacitet då snabbare tåg måste ha ett större avstånd till ett långsammare tåg i början av en sträcka där ingen passage är möjlig för att inte komma ikapp (Goverde & Hansen, 2013; Jensen, 2015). Genomförbarhet avser att tidtabellen är konstruerad på ett sådant sätt att inga konflikter uppstår när tågen följer sina tilldelade tåglägen (Yalçınkaya & Bayhan, 2012; Goverde & Hansen, 2013). Elasticitet för en tidtabell handlar om förmågan att förebygga eller minska sekundära förseningar vid störningar (Goverde & Hansen, 2013; Mattson & Jenelius, 2015). Det är aktuellt främst vid stora förseningar där tåg kan hamna i en annan ordning än vad som var planerat i tidtabellen och det påverkas i stor utsträckning av samspelet mellan tidtabellen och tågklarare (Goverde & Hansen, 2013).

Robusthet och stabilitet är två tätt sammanhängande begrepp. Med robusthet menas att tåg kan återhämta sig efter mindre störningar som varierande operativa förutsättningar, skillnader mellan olika lokförare och tekniska fel (Vromans, 2005; Forsgren, et al., 2013; Goverde & Hansen, 2013) utan att andra tåg drabbas av förseningar som de inte kan återhämta sig från (Andersson, 2014). Syftet med att ha en robust tidtabell är att kunna hantera små variationer i processtider utan att förseningar uppstår, vilket görs genom att lägga in gångtidstillägg och bufferttider mellan tåg (Goverde & Hansen, 2013; Andersson, 2014; Khoshniyat & Peterson, 2017; Palmqvist, 2019). Även om det är viktigt att arbeta med att minimera den typen av mindre störningar, till exempel genom förebyggande underhåll av fordon och infrastruktur, kommer en del små störningar alltid att kvarstå, vilket gör att robusta tidtabeller krävs för att undvika förseningar (Khoshniyat & Peterson, 2017). Körtiderna kan dock inte utökas med tillägg i så stor utsträckning att även stora variationer i gångtid kan hanteras, då det skulle ge alldeles för långa restider och ta för mycket kapacitet i anspråk (Goverde & Hansen, 2013; Andersson, 2014). Stora variationer hanteras därför istället genom att ha en stabil tidtabell (Goverde & Hansen, 2013). Stabilitet är ett mått på hur lång tid och hur mycket arbete som krävs för att återgå till normal verksamhet efter en störning (Vromans, 2005; Goverde & Hansen, 2013).

När en tidtabell tagits fram används simuleringar eller analytiska metoder för att säkerställa robusthet, genomförbarhet eller stabilitet (Caimi, et al., 2016; Goverde, et al., 2016). Det finns dock inga tydliga procedurer för hur resultaten från simuleringarna ska användas för att faktiskt förbättra tidtabellens design (Goverde, et al., 2016).

2.5.2 Kvalitet för framförd trafik

Kvaliteten på tidtabeller utvärderas också efter att de verkställts utifrån bland annat punktlighet och regularitet (Olsson & Haugland, 2004; Goverde, et al., 2016). Regularitet är ett mått på hur många tåg som faktiskt framförs jämfört med antalet tåg som planerats (Olsson & Haugland, 2004; Økland & Ekambaram, 2010). Punktlighet handlar om avvikelser från tidtabellen och är ett av de viktigaste måtten för uppföljning av järnvägstrafik (Yuan & Hansen, 2002; Olsson & Haugland, 2004; Palmqvist, et al., 2017). Eftersom ett inställt tåg också är en avvikelse från tidtabellen kan regularitet anses ingå i punktlighet (Økland & Ekambaram, 2010). Ett annat begrepp som innefattar både regularitet och punktlighet är pålitlighet (Veiseth & Bititci, 2005). Pålitlighet påverkas även av andra faktorer än tidtabellens konstruktion, till exempel den operativa tågledningen, hur incidenter hanteras och hur andra aktörer agerar (Veiseth, et al., 2011; Goverde & Hansen, 2013).

Såväl för tidiga som försenade tåg är ur strikt synvinkel inte punktliga, men vanligtvis avses endast försenade tåg när icke punktliga tåg diskuteras (Olsson & Haugland, 2004; RailNetEurope, 2013; Bane NOR, 2017; Gummesson, 2019). Ett vanligt mått på punktlighet är att ange andelen tåg som ankommer till sin slutstation inom en viss tid efter sin planerade ankomsttid (Olsson & Haugland, 2004). Hur stor avvikelse som accepteras inom ramen för punktlighet varierar mellan olika länder och olika tågtyper (Nyström, 2008). I Norge anses lokal- och regionaltåg för passagerare vara punktliga om de är mindre än fyra minuter försenade medan långdistanståg och godståg måste vara mindre än sex minuter sena för att anses vara i tid (Bane NOR, 2017). I Schweiz är gränsen tre minuter för alla tåg (SBB, u.d.), medan gränsen i Sverige är fem minuter (Gummesson, 2019). Ett annat vanligt mått är att mäta den sammanlagda storleken av avvikelserna från tidtabellen. Organisationen RailNetEurope rekommenderar då att tidiga tåg ska anses ha noll minuters försening, istället för att använda de negativa värdena på avvikelserna (RailNetEurope, 2013).

Veiseth & Bititci (2005) menar att måtten för punktlighet och regularitet är för aggregerade för att bidra till förbättringsarbete och övervaka trender i och med att de endast mäts på tågens slutstationer. De fokuserar bara på resultatet av verksamheten och tar inte hänsyn till de faktorer som påverkar utfallet. Samtidigt är måtten enkla att förstå och jämföra mellan olika sträckor och operatörer. Dessutom har

punktlighet stor påverkan på järnvägens konkurrenskraft jämfört med andra transportslag (Nyström, 2008).

2.5.3 Orsaker till sena tåg

Orsaker till förseningar har studerats i många år. Økland & Ekambaram (2010) nämner bland annat tekniska fel, kommunikationsproblem och antal resenärer. Palmqvist (2019) ger en överblick över studier som bland annat har undersökt vilken effekt väder, infrastruktur och trafikmängd har på punktligheten. För persontrafik medför såväl höga som låga temperaturer sämre punktlighet, liksom nederbörd och andra faktorer som bidrar till halka på spåren (Palmqvist, et al., 2017). Punktligheten påverkas även av tidtabellens konstruktion. Förutom storleken på headway-tider och bufferttider (Palmqvist, 2019) kan även placeringen av bufferttider utmed sträckan ha effekt (Andersson, et al., 2015). Det finns även studier som visar att punktligheten försämras ju längre tågen kör (Khoshniyat & Peterson, 2017; Palmqvist, 2019). Dessutom överstiger de verkliga uppehållstiderna ofta de planerade tiderna, särskilt för persontrafik, något som också medför förseningar (Hansen, 2010; Palmqvist, 2019).

Ytterligare en faktor som försämrar punktligheten är heterogenitet (Lai, et al., 2010; Palmqvist, 2019). Heterogenitet inkluderar skillnader i hastighet, olika mönster för stopp och varierande headway-tider (Landex, 2008). I Sverige är järnvägstrafiken väldigt heterogen med en blandning av snabbtåg, regionaltåg, lokaltåg och godståg, vilket skapar stora utmaningar när trafiken planeras (Hellström, 2014). Heterogenitet medför, förutom ökade förseningar, även att förseningar sprids mer till andra tåg (Andersson, 2014). Det har också stor påverkan på kapaciteten på järnvägen (Lindfeldt, 2014). I dagens läge finns det ett flertal sträckor i järnvägsnätet med begränsningar i kapacitet (Trafikverket, 2019b) och trenden är att antalet tåg som framförs i Sverige ökar (Trafikverket, 2020b). Högt kapacitetsutnyttjande gör det svårare att planera in nödvändigt underhåll av infrastrukturen (Trafikverket, 2017b). Dessutom försämras punktligheten av högt kapacitetsutnyttjande och järnvägsnätet blir mer känsligt för störningar (Vromans, et al., 2006; Landex, 2008; Økland & Ekambaram, 2010).

Kapacitet är ett begrepp som ofta diskuteras i järnvägsbranschen (Abril, et al., 2008; Jensen, 2015). Den teoretiska kapaciteten är antalet tåg som skulle kunna köra på en linje utan störningar med minimal headway-tid (Abril, et al., 2008). Den kan ses som en övre gräns, som antar en homogen trafik som är jämnt utspridd över hela dygnet. Den praktiska kapaciteten är vanligtvis mellan 60 och 75 procent av den teoretiska kapaciteten (Abril, et al., 2008; Jensen, 2015) och tar hänsyn till infrastruktur och operativa parametrar som hastigheter, trafikvolym, stabilitet och heterogenitet (Lai, et al., 2010; Jensen, 2015).

2.5.4 Stillastående tid

För gods företag är korta körtider viktigare än hög precision (Gestrelus, et al., 2015). Längre tid medför högre kostnader för järnvägsföretagen, till exempel i form av ökade lönekostnader för förare (Åkerfeldt & Knutsson, 2019). Dessutom tas mer kapacitet i anspråk eftersom godstågen blir kvar på banan under längre tid (Carlsson & Nyström, 2016). Förutom tågens hastighet påverkas körtiderna även av hur många gånger tågen måste bromsa in och göra uppehåll under sträckan. I dagens tidtabeller finns en del uppehåll även vid punkter som inte har någon trafikaktivitet i form av till exempel förarbyte eller omlastning. På enkelspår krävs sådana uppehåll vid möten. Även på dubbelspår förekommer den typen av stopp, men då för att släppa förbi mer prioriterade tåg (Carlsson & Nyström, 2016). Varje uppehåll innebär förutom längre körtid även ökad energiåtgång.

Utöver uppehåll för interaktioner förekommer också onödiga uppehåll, till exempel då ett möte är planerat men det egentligen inte finns något mötande tåg just den dagen (Joborn, 2014). En orsak till de onödiga stoppen är tåglägen som är med i tågplanen och sedan ställs in (Carlsson & Nyström, 2016). Hur stor andel av de planerade stoppen som är onödiga varierar på olika sträckor. I Sverige är det högst andel onödiga planerade stopp på sträckor med enkelspår i Norrland, där upp till 35 % av stoppen är onödiga (Joborn, 2014). På sträckan mellan Malmö och Nässjö är motsvarande siffra 5 %, medan sträckan mellan

Nässjö och Hallsberg har mellan 8 och 17 % onödiga stopp. I Sverige finns idag inga mått eller nyckeltal för när tåglägen har fått oproportionerligt mycket stillastående tid till följd av uppehåll (Åkerfeldt & Knutsson, 2019). Konstruktörerna har inte heller något regelverk som stöd för hur kostnader i form av väntetid ska fördelas mellan olika sökanden. Generellt är det vanligare att godståg får ändra sina tåglägen, med större tidstillägg och mer stillastående tid som följd (Carlsson & Nyström, 2016).

2.6 Värde av pålitlighet

Oförutsägbara och opålitliga restider gör att åtgärder måste göras för att kompensera, till exempel att ha mer varor på lager (Krüger, et al., 2013; Halse, et al., 2015). För transportföretagen medför opålitlighet att deras rykte försämras och att risken att förlora kunder ökar (Halse & Killi, 2012). Pålitlighet har dessutom stor betydelse när potentiella kunder väljer transportslag (Norojono & Young, 2003; Danielis, et al., 2005; Vromans, et al., 2006; Ghaderi, et al., 2015). För godstransport är avgångspunktighet inte problematisk så länge den inte orsakar ankomstförsening, vilket skiljer sig från persontransport där det kan uppfattas negativt av passagerarna att ha en sen avgång (Halse & Killi, 2013). En annan skillnad är att persontåg i större utsträckning har stopp under resans gång där punktligheten är viktig medan det för godskunder är det ankomsten till terminal som är av värde. Dessutom är det endast ankomstförseningar som är av intresse då tidiga ankomster endast leder till att godset får vänta lite längre innan det transporteras vidare (Halse, et al., 2019). Ankomstförseningar medför ökade operativa kostnader som övertidsersättning till personal eller kostnader för ersättningstransport och kostnader för förebyggande åtgärder som säkerhetslager (Halse & Killi, 2013; Krüger & Vierth, 2015). Ytterligare ett problem uppkommer vid stora förseningar för tåg där vagnarna eller loket är planerat att användas till en efterföljande avgång (Krüger & Vierth, 2015).

Generellt har godstrafik vanligtvis större variationer än persontrafik. Nelldal (2014) beskriver det som att godstrafikens förseningar mäts i timmar medan persontrafikens förseningar mäts i minuter. Gränsen för hur stor försening som kan klaras utan att få konsekvenser varierar mellan 0 minuter och två dagar enligt en studie gjord bland norska järnvägsföretag (Halse & Killi, 2012). En liknande variation visas i en svensk studie över godskunder som använder lastbil, järnväg eller sjöfart för transporter. I studien uppger en del företag att merkostnader uppstår vid första förseningsminuten, medan andra företag kan klara en försening på 3 dygn utan merkostnader (Nelldal, 2014). Opålitlighet har störst påverkan på korta resor och just in time-leveranser (Danielis, et al., 2005). Många järnvägsföretag har anpassat sig till osäkerheten genom att ha lite buffert mellan tågtransporten och leveranstiden till kund, vilket gör att små förseningar på upp till 15 minuter endast har liten påverkan (Halse & Killi, 2013). Det betyder dock inte att de små förseningarna är oviktiga. Om de skulle kunna reduceras skapar det förutsättningar för att minska de förebyggande åtgärderna och på så sätt minska kostnaderna kopplat till opålitlighet (Krüger & Vierth, 2015). Att minska de större förseningarna kan förutom att minska kostnader även bidra till att öka järnvägens konkurrenskraft (Halse, et al., 2019).

3 Metod

Det här kapitlet beskriver hur studien genomförs. Det inleds med en översiktlig jämförelse av olika forskningsmetoder och går sedan djupare in på fallstudier. Dessutom presenteras modellen PIMS som används som mall för strukturen av arbetet.

3.1 Metodval

Vid valet av forskningsmetod förespråkar Yin (2009) att tre aspekter ska beaktas: vilken typ av forskningsfråga som ska besvaras, huruvida fenomenet som undersöks är nutida och om studien kräver kontroll över händelserna. En jämförelse av experiment, enkät, arkivanalys, historia och fallstudie visas i tabell 3.1.

Tabell 3.1: Jämförelse av forskningsmetoder (Yin, 2009).

Metod	Typ av forskningsfråga	Krävs kontroll över händelser?	Fokus på nutida fenomen?
Experiment	Hur, varför?	Ja	Ja
Enkät	Vem, vad, var, hur många, hur mycket?	Nej	Ja
Arkivanalys	Vem, vad, var, hur många, hur mycket?	Nej	Ja/nej
Historia	Hur, varför?	Nej	Nej
Fallstudie	Hur, varför?	Nej	Ja

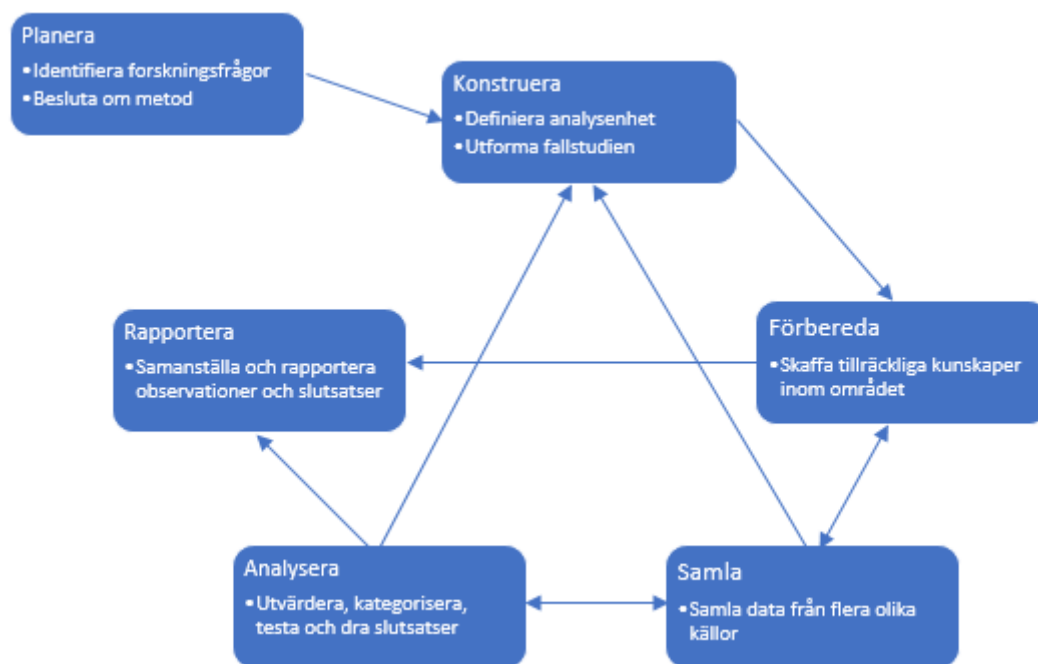
Den viktigaste aspekten är vilken sorts forskningsfråga som ska besvaras. Frågan ”vad” kan vara av olika karaktär (Yin, 2009). I vissa fall är den utforskande och då kan alla fem metoder användas, medan den i andra fall ligger närmare ”hur många” eller ”hur mycket”. I de fallen är enkät eller arkivanalys de föredragna metoderna. Frågorna ”hur” och ”varför” leder till mer förklarande studier och då är experiment, historia eller fallstudie de mest lämpliga metoderna (Yin, 2009; Thomas & Myers, 2015). Valet mellan de tre metoderna kan göras baserat på de andra aspekterna. Experiment kräver, till skillnad från historia och fallstudie, kontroll över fenomenets omständigheter och sammanhang (Yin, 2009). Historia och fallstudier har mycket gemensamt och kan i vissa fall även överlappa. Fallstudier brukar dock ofta innehålla observationer och intervjuer med personer som är involverade i fenomenet som studeras (Eriksson & Kovalainen, 2008; Yin, 2009), vilket inte är lika vanligt för historier (Yin, 2009). Fallstudier är också att föredra när komplexa organisatoriska och företagsrelaterade fenomen ska studeras (Eriksson & Kovalainen, 2008), då de möjliggör en djupare förståelse för fenomenen än till exempel statistisk analys (Lee, et al., 2007; Thomas & Myers, 2015).

Det här arbetet rör ett nutida fenomen. Syftet är att svara på varför fenomenet uppstår och hur effekterna av det ska kunna minimeras. Det sker dessutom i en omgivning där händelserna inte kan kontrolleras, och därför väljs fallstudie som forskningsmetod. I följande kapitel beskrivs därför fallstudier mer utförligt.

3.2 Fallstudier

Det finns många olika definitioner av fallstudier, men de flesta har gemensamt att de syftar till att undersöka ett fenomen eller en händelse på djupet i ett naturligt sammanhang (Crowe, et al., 2011). Johansson (2002) menar att fallstudier har ett explikativt angreppssätt, som innebär att undersöka enstaka analysenheter i sina sammanhang utan att reducera antalet variabler. Målet är att studera helheten och att titta på fenomenet från flera olika vinklar (Thomas & Myers, 2015). Det kan jämföras med ett reduktivt angreppssätt där ett fåtal variabler studeras hos många analysenheter, till exempel i en enkätundersökning, och ett experimentellt angreppssätt där både antalet analysenheter och antalet variabler är begränsade (Johansson, 2002).

Yin (2009) beskriver fallstudier som linjära, iterativa processer, med sex olika faser som visas i figur 3.1.



Figur 3.1: Fallstudiens sex faser. Anpassad från Yin (2009).

Planera innefattar att definiera forskningsfrågor och att ta beslut om att använda fallstudie som forskningsmetod. Den andra fasen, konstruera, inkluderar att definiera analysenhet, bestämma hur många fall som ska studeras och att fastslå procedurer som ska följas för att säkerställa studiens kvalitet. Nästa fas syftar till att förbereda för datainsamlingen. Den omfattar att skaffa en teoretisk bakgrund till ämnet som ska studeras, slutgiltigt val av fall att studera och planering av datainsamlingen. Därefter följer själva datainsamlingen. Det övergripande målet är att samla information om faktiska händelser och beteenden från så många källor som möjligt. Under analysen är det sedan viktigt att följa en fastställd strategi som specificerar vad som ska analyseras och varför. När analysen är slutförd återstår rapportering av resultaten.

3.2.1 Kategorisering av fallstudier

Scholz & Tietje (2002) kategoriserar fallstudier bland annat med avseende på design, motiv och epistemologisk status, vilket visas i tabell 3.2.

Tabell 3.2: Dimensioner och klassificeringar av fallstudier. Anpassad från Scholz & Tietje (2002)

Dimension	Klassificering
Design	En eller flera analysenheter Ett eller flera fall
Motiv	Egentligt eller instrumentellt
Epistemologisk status	Utforskande, beskrivande eller förklarande

Fallstudier kan delas upp i fyra typer baserat på antalet fall och antalet analysenheter: enfallsstudier med en analysenhet, enfallsstudier med flera analysenheter, flerfallsstudier med en analysenhet per fall och flerfallsstudier med flera analysenheter per fall (Yin, 2009). Enfallsstudier är att fördra i fem fall:

- Kritiska fall
- Extrema eller unika fall
- Representativa eller typiska fall
- Avslöjande fall
- Longitudinella fall (Yin, 2009)

Enfallsstudier kan också möjliggöra djupare analyser och bättre insikter, men bidraget från slutsatser har ifrågasatts (Farquhar, 2012). Flerfallsstudier anses ofta ge mer övertygande slutsatser, men är mer tid- och resurskrävande än enfallsstudier (Yin, 2009).

Eriksson & Kovalainen (2008) gör en uppdelning mellan intensiva och extensiva fallstudier. En intensiv fallstudie utforskar ett unikt fall i så stor utsträckning som möjligt. Den sortens studier har ett kvalitativt fokus och syftar till att förstå perspektiv hos de som är involverade i fallet. En extensiv fallstudie har ett mer kvantitativt fokus. Teorier utvärderas och testas genom att jämföra olika fall och kartlägga mönster och gemensamma egenskaper hos dem (Eriksson & Kovalainen, 2008).

Ett fall kan utgöras av en eller flera analysenheter. Att bara ha en analysenhet är att föredra om det inte finns några logiska underenheter, men det kan göra att studien blir abstrakt (Yin, 2009). Det kan också leda till att forskningsfrågorna ändras under studiens gång, vilket gör att studien kanske inte längre är utformad på ett lämpligt sätt. I en studie med flera analysenheter motsvarar varje enhet en framstående aspekt av fallet (Scholz & Tietje, 2002). Flera enheter skapar möjligheter för bättre förståelse, men medför en risk att analysen bara fokuserar på underenheterna istället för att också titta på det övergripande fallet (Yin, 2009).

Fallstudier kan också delas upp baserat på motiv, där en skillnad görs mellan egentliga (eng. intrinsic) och instrumentella (eng. instrumental) fallstudier. I en egentlig fallstudie ligger fokus på att förstå det aktuella fallet snarare än att undersöka hur fallet representerar andra fall (Johansson, 2003; Grandy, 2010b). Egentliga fallstudier motsvarar intensiva fallstudier (Eriksson & Kovalainen, 2008). Instrumentella fallstudier syftar till att förstå något annat än de huvudsakliga fallen (Scholz & Tietje, 2002). Varje enskilt fall används som instrument (Eriksson & Kovalainen, 2008) för att hitta mönster (Grandy, 2010a), underbygga teorier och dra generella slutsatser (Grandy, 2010b).

En vanlig missuppfattning om fallstudier att de endast lämpar sig för utforskande (eng. explorative) studier (Ellram, 1996), något som tillbakavisats av flera forskare (e.g. Ellram, 1996; Scapens, 2004; Yin, 2009). Scholz & Tietje (2002) och Yin (2009) nämner att fallstudier kan vara såväl utforskande som beskrivande och förklarande. Utforskande (eng. exploratory) fallstudier kan liknas vid en förstudie där studiens design och datainsamlingsmetoder inte är specificerade i förväg och används till att utveckla hypoteser, modeller och teorier (Scholz & Tietje, 2002; Scapens, 2004). De utförs ofta som inledande studier inom nya områden (Scapens, 2004) och kan resultera i hypoteser och frågor som kan användas som underlag i efterföljande studier (Streb, 2010). Beskrivande (eng. descriptive) fallstudier utgår ifrån vad som redan är känt om ett fenomen (Tobin, 2010) och svarar på frågorna vad och hur (Swanborn, 2010). De beskriver djupgående hur aktiviteter och processer är utformade i praktiken (Scapens, 2004) med utgångspunkt i ett teoretiskt perspektiv (Tobin, 2010). Förklarande (eng. explanatory) fallstudier undersöker orsak och verkan (Scholz & Tietje, 2002) för att svara på frågan varför ett fenomen uppstår (Scapens, 2004). De kan också användas till att testa teorier och hypoteser (Harder, 2010).

Dul & Hak (2008) skiljer på teoriorienterade och praktikorienterade fallstudier. I en teoriorienterad studie är syftet att utveckla teorier och resultaten ska främst användas av akademiker, även om teorierna i slutändan även kan vara användbara för praktiker. Praktikorienterade studier utforskar metoder, system och riktlinjer som används i praktiken (Marshall, 2010) och är vanligt vid företagsorienterade fallstudier (Eriksson & Kovalainen, 2008). Syftet är att bidra med ökad kunskap inom ett specifikt område (Dul & Hak, 2008) och generaliserbarheten är ofta begränsad (Marshall, 2010). Praktikorienterade fallstudier är att föredra när en organisation söker lösningar på praktiska problem (Dul & Hak, 2008).

3.2.2 Datainsamling

Fallstudier baseras vanligtvis på en kombination av kvalitativa och kvantitativa data (Yin, 2009). Det vanligaste sättet att kombinera kvalitativ och kvantitativ data är genom triangulering av data (Eriksson & Kovalainen, 2008), som innebär att data från olika källor kontrolleras mot varandra för att bekräfta teorier

(Yin, 2009). Det kan göras genom att använda olika metoder för att samla in data eller att använda en metod för att samla in data från flera källor, till exempel att intervjua flera personer om samma fenomen (Johansson, 2002). Kvalitativ data kan också användas för att underlätta för den kvantitativa forskningen (eller tvärtom) (Eriksson & Kovalainen, 2008). En tredje kombinationen av kvalitativ och kvantitativ data innebär att de komplementerar varandra för att ge en djupare förståelse och beskrivning av fallet (Eriksson & Kovalainen, 2008).

Vid insamling av data är det viktigt att ha en tydlig bild över vad som ska undersökas och hur det ska bidra till att svara på forskningsfrågorna (Kvale, 2007; Farquhar, 2012). Både primär och sekundär data används i fallstudier (Farquhar, 2012) och den samlas in från flera olika källor, till exempel dokumentation, arkivalier, intervjuer och observationer (Eisenhardt, 1989; Eriksson & Kovalainen, 2008; Yin, 2009). Intervjuer är en av de viktigaste metoderna för datainsamling till fallstudier (Yin, 2009; Farquhar, 2012). De utförs ofta på ett semi-strukturerat sätt (Farquhar, 2012; Lee & Saunders, 2017) med utgångspunkt i en intervjuguide med förslag till frågor inom de ämnen som ska avhandlas (Kvale, 2007). Frågorna anpassas till varje situation och ordningen kan variera (Eriksson & Kovalainen, 2008; Lee & Saunders, 2017). En utmaning med datainsamling i allmänhet och intervjuer i synnerhet är att säkerställa opartiskhet (Eisenhardt & Graebner, 2007; Yin, 2009). Ett sätt att bemöta det är att intervjua personer från olika organisationer med olika roller på olika hierarkiska nivåer (Eisenhardt & Graebner, 2007).

3.2.3 Analys

Att analysera data innefattar att undersöka, kategorisera och testa data (Yin, 2009). Teknikerna för att genomföra analysen varierar mycket beroende på vilken sorts data som har samlats in (Ellram, 1996). Analysen är en iterativ process som inleds när data börjar samlas in och fortsätter även när datainsamlingen är avslutad (Ellram, 1996). Blandningen av kvalitativ och kvantitativ data kan hanteras antingen genom att analysera all data på samma sätt eller att använda kvantitativa data för statistisk analys (Korzilius, 2010). En vanlig missuppfattning är att kvalitativ forskning kräver mindre arbete med analys än kvantitativ forskning, men kvalitativ data är ostrukturerad och att koda den är tidskrävande (Basit, 2003).

Att koda data bidrar till att förstå och organisera data (Basit, 2003). Antalet kategorier bör begränsas för att undvika att de blir för små (Voss, et al., 2002; Korzilius, 2010). Kategorierna kan användas för att beskriva nuläget, bidra till vidare analys eller besvara frågor (Ellram, 1996). Från kodade data fortsätter analysen med att leta efter mönster för att sedan kunna utveckla teorier utifrån dem (Voss, et al., 2002; Evers & van Staa, 2010). Att hitta mönster är en nyckel för att kunna förklara och validera resultaten (Ellram, 1996). Under arbetet är det även viktigt att undersöka relaterad litteratur. Det gäller både litteratur med motsägelsefulla resultat och litteratur med resultat som stödjer den egna analysen (Eisenhardt, 1989).

3.2.4 Kvalitet

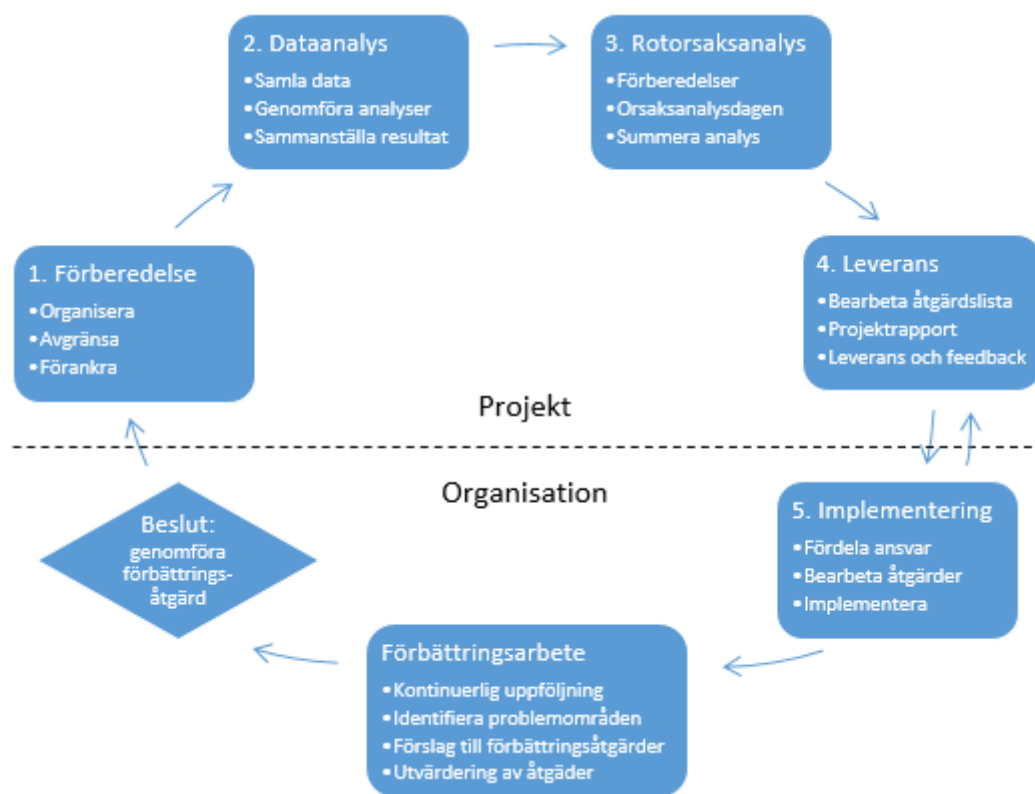
Kvalitativ forskning utvärderas traditionellt baserat på kriterier som validitet och trovärdighet (Ellram, 1996; Yin, 2009). Kriterierna bedömer kvalitet främst baserat på resultaten av forskningen (Gammelgaard, 2017), men för att skapa trovärdighet i fallstudier är det viktigt att även beskriva forskningsprocessen (Ellram, 1996; Dubois & Araujo, 2007). Fallstudier har generellt hög validitet hos praktiker (Voss, et al., 2002), men kritiserar ofta som forskningsmetod (Ellram, 1996; Streb, 2010). Kriterierna överförbarhet, sanningsvärde och spårbarhet föreslås av da Mota Pedrosa, et al. (2012) som alternativ till de traditionella kriterierna. De tre kriterierna omfattar begreppen validitet och trovärdighet men har ett större fokus på hela forskningsprocessen och belyser även att fallstudier bör utvärderas på ett annat sätt än annan kvantitativ forskning.

Det första kriteriet, överförbarhet, avser i vilken utsträckning resultatet kan överföras till andra sammanhang (da Mota Pedrosa, et al., 2012). I det ingår att tydligt definiera målet med fallstudien, vilken

analysenhet som används och antalet fall som undersöks i studien samt att motivera valet av fall. Sanningsvärde syftar till att säkerställa att forskarens uppfattning av verkligheten stämmer överens med källornas verklighet. Enligt Eisenhardt (1989) är det ofta ett gap mellan insamlad data och slutsatser i fallstudier. För att öka sanningsvärdet behöver analysprocessen beskrivas utförligt, bland annat hur insamlad data kodas och jämförs (da Mota Pedrosa, et al., 2012). För att uppnå spårbarhet krävs en redovisning över riktlinjer för datainsamling, antalet informanter samt hur informanterna valts ut.

3.3 PIMS

Punctuality Improvement Method System (PIMS) är en metod som utvecklats för att användas till att förbättra punktligheten inom järnvägssektorn (Veiseth, et al., 2008). Modellen är baserad på teori, bland annat kvalitetsstyrning och förbättring av affärsprocesser, och erfarenheter från tidigare projekt som genomförts för att förbättra punktlighet. Den grundläggande idén att beskriva förbättringsarbetet som en kontinuerlig process baserad på både empirisk data och erfarenheter. Metoden har som mål att identifiera och förbättra underliggande processer som påverkar punktlighet (ibid.). Stegen i metoden visas i figur 3.2.



Figur 3.2: PIMS-metoden. Anpassad från Veiseth et al. (2011).

Förbättringsarbete syftar på det dagliga arbetet som görs hos organisationer inom järnvägssektorn, till exempel uppföljning av punktlighetsdata (Veiseth, et al., 2008). Genom det arbetet identifieras problemområden som behöver studeras med PIMS-metoden (Veiseth, et al., 2011). Det första steget i metoden är förberedelse. Målet med det steget är att lägga grunden för projektet och det innefattar bland annat att definiera, planera och avgränsa projektet. Nästa steg syftar till att kartlägga orsaker till problemet genom att analysera data mer djupgående än vad som görs i det dagliga förbättringsarbetet. Här är det viktigt att välja ut vilken data som är relevant, besluta om hur långt bak i tiden data ska samlas och planera vilka analyser som ska genomföras (Veiseth, et al., 2008). De analyserna ligger sedan till grund för rotorsaksanalysen.

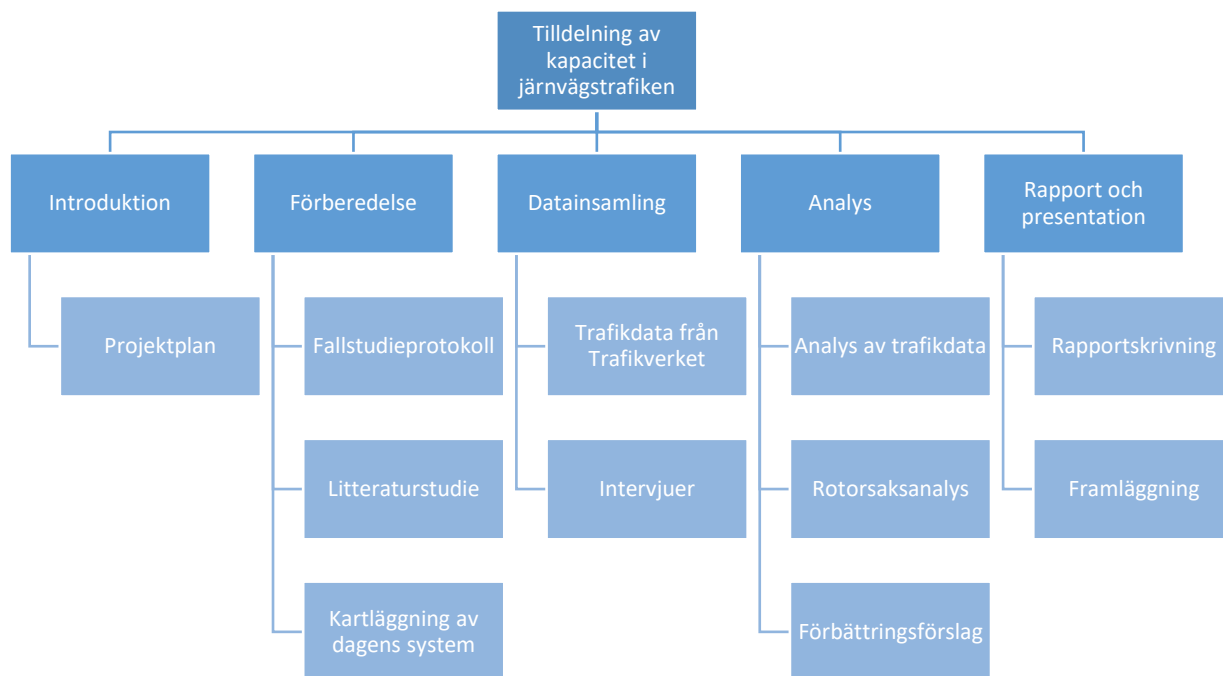
I rotorsaksanalysen är det viktigt att samla kunskaper från personer med operativ erfarenhet, vilket gärna kan göras i samarbete med representanter från olika organisationer och med olika bakgrund, till exempel

lokförare, tidtabellskonstruktörer och tågklarerare (Veiseth, et al., 2008). Målet är att identifiera rotorsaker som är så specifika att tydliga åtgärder kan sättas in för att minimera problemen (Veiseth, et al., 2011). Efter analysen sammanställs resultaten i en rapport som summerar orsaker och förslag till åtgärder. Rapporten lämnas sedan till organisationen som inlett arbetet, som sedan har ansvar för implementeringen (Veiseth, et al., 2008).

Arbete med att förbättra punktlighet liknar arbete med att förbättra andra kvalitetsparametrar och metoden kan därför appliceras även i andra fall av kvalitetsutveckling (Veiseth, et al., 2011). PIMS-metoden kommer därför att användas som utgångspunkt vid utformningen av det här arbetet. En mer utförlig beskrivning av upplägget presenteras i följande kapitel.

3.4 Projektstruktur

Figur 3.3 ger en överblick över ingående aktiviteter i det här arbetet utifrån indelningen som visas i figur 3.1. De två första faserna, planera och konstruera, ingår båda i introduktionen. Arbetet struktureras enligt de fyra steg som ingår i projektdelen av PIMS-metoden (figur 3.2). Hur de olika stegen utförs presenteras närmare i följande kapitel.



Figur 3.3: Ingående aktiviteter i examensarbetet.

3.4.1 Steg 1: Förberedelse

Det första steget i PIMS-modellen motsvarar faserna planera, konstruera och förbereda från Yins (2009) uppdelning av fallstudier. I steget ingår utformning av fallstudien, en litteraturstudie och kartläggning av dagens system.

Syftet med det här arbetet är att förklara varför ett fenomen uppstår och det kommer därför att utformas som en förklarande fallstudie. Fallstudien är egentlig och praktikorienterad med fokus på att lösa ett problem hos Trafikverket. I praktikorienterade fallstudier är urvalet av fall begränsat till det område som studien fokuserar på eller liknande områden (Dul & Hak, 2008). Inom järnvägsbranschen finns det många olika infrastrukturförvaltare som är potentiella fall att studera. Förutsättningarna för att tilldela kapacitet skiljer sig dock mycket mellan olika delar av världen. Inom EU är kapacitetstilldelningsprocessen är styrd av EU-direktiv och därför är därför i stora drag lika i alla medlemsländer (Palmqvist, 2019). Det gör att processerna i EU:s medlemsländer kan anses vara representativa för varandra, vilket motiverar att utforma det här arbetet som en enfallsstudie.

Vid val av fall är det också av intresse att välja fall som inkluderar så många relevanta variabler och egenskaper som möjligt (Johansson, 2002; Dul & Hak, 2008). I Sverige har järnvägstrafiken hög heterogenitet och infrastrukturen består till stor del av enkelspår, vilket gör att möten på enkelspår är väldigt vanligt förekommande, och det är utmanande när trafiken planeras och koordineras (Hellström, 2014). Dessutom är alla fyra typer av avvikelser (sena, tidiga, inställda och anordnade tåg) förekommande, vilket inte är fallet i alla europeiska länder då det till exempel förekommer förbud mot att låta tåg gå före sitt tågläge (Wahlborg, et al., 2018). Det gör att Trafikverkets process för kapacitetstilldelning är ett lämpligt fall att studera. Att ta fram tågplanen (figur 1.1) är en stor del av processen, men efter att tågplanen fastställts tillkommer både uppdateringar av tågplanen och operativa beslut. Fallstudien inkluderar därför hela processen fram till att trafiken faktiskt framförs (figur 4.1). De fyra typerna av avvikelser hanteras som enskilda analysenheter. Det grundar sig i att de trafikdata som finns tillgängliga är olika för de olika typerna av avvikelser och behöver därför hanteras på olika sätt i nästa steg, dataanalys.

Till litteraturstudien används tre utgångspunkter: publikationer från Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI, u.d.), publikationer från branschprogrammet ”Kapacitet i järnvägstrafiken” (Branschprogram KAJT, u.d.) samt doktorsavhandlingen ”Delays and Timetabling for Passenger Trains” (Palmqvist, 2019). Utifrån det används backward och forward chaining för att hitta ytterligare litteratur. Backward chaining är en teknik som går ut på att titta på referenserna i en publikation och fortsätta bakåt medan forward chaining utgår istället från att undersöka vilka andra som har citerat materialet (Bates, 1989). Som verktyg för forward chaining används Google Scholar. Utöver Google Scholar har även Web of Science och LUBsearch använts som verktyg för att nå litteratur.

Kartläggningen av dagens system och processer görs huvudsakligen utifrån sekundärdata från interna och externa dokument från Trafikverket. Exempel på dokument är interna instruktioner till tidtabellskonstruktörer, publicerade tågplaner, dagliga grafer, järnvägsnätsbeskrivningar och årsredovisningar. Dessutom används några forskningsrapporter där Trafikverkets arbete har granskats. Utöver det görs några ostrukturerade intervjuer med anställda på Trafikverket för att få en djupare förståelse för hur Trafikverkets process ser ut.

3.4.2 Steg 2: Dataanalys

Steg 2 i PIMS motsvarar en första iteration av faserna samla och analysera. I det här steget analyseras främst trafikdata från Trafikverkets uppföljningssystem LUPP som till stor del är kvantitativ. Data hämtas för hela tågplan 2019 för sträckan från trafikplats Malmö godsbangård till trafikplats Hallsbergs rangerbangård, via Lund, Hässleholm, Nässjö, Mjölby och Motala. Dessutom används en del data från Trafikverkets ansökningssystem som inkluderar både ordinarie tågplaneansökningar och ad hoc-ansökningar. Målet med dataanalysen är att skapa en bild av hur avvikelserna ser ut, i vilken utsträckning de förekommer och om det finns någon systematik i dem. Bland annat analyseras skillnader mellan olika järnvägsföretag och för vissa specifika tåg som visar mer avvikelser än andra görs jämförelser mellan framförd trafik, tidtabell och ansökan. Det görs bland annat för att kunna koppla avvikelserna till skillnader i företagens affärsidéer, strategier och trafikupplägg. Dessutom analyseras orsakskoder till både försenade och inställda tåg, som även de finns registrerade i LUPP. Händelser som orsakar sena tåg kan även ha ytterligare förklaringar skrivna av de som har kodat förseningen, vilka också undersöks i det här steget. Utöver att ge en bild över hur avvikelserna ser ut idag används dataanalysen även till att utforma intervjuguider som används i följande steg.

3.4.3 Steg 3: Rotorsaksanalys

I det tredje steget görs en andra iteration av faserna samla och analysera. Rotorsaksanalysen görs till stor del genom semi-strukturerade intervjuer med anställda på olika järnvägsföretag och på Trafikverket. Från Trafikverkets sida finns redan idéer om varför avvikelserna uppstår och vad järnvägsföretagen tänker angående det. För att säkerställa opartiskhet under intervjuerna, som Yin (2009) också lyfter fram som en viktig aspekt, intervjuas järnvägsföretagen i största möjliga mån innan Trafikverkets anställda.

Samtliga åtta järnvägsföretag som framför trafik under tågplan 2019 som passerar minst 45 av de 70 trafikplatserna mellan Malmö och Hallsberg tillfrågas om att delta i intervjuer. Totalt intervjuas nio personer från sex av de åtta järnvägsföretagen. Företagen som är representerade i intervjuerna har mellan åtta och 1 800 anställda. Fyra av företagen kör enbart godstrafik. Ett företag har både gods- och persontrafik i tågplanen. Det sista företaget har tidigare haft både gods- och persontrafik men kör idag persontrafik endast vid enstaka tillfällen. Utöver järnvägsföretagen intervjuas även sex anställda på Trafikverket: två långtidskonstruktörer som arbetar med att ta fram tågplanen, två trafikplanerare som arbetar med ändringar efter att tågplanen fastställs, en operativ chef och en fjärrtågklarerare som arbetar med operativ trafikledning. Samtliga intervjuerespondenter listas i tabell 3.3. En mer utförlig sammanställning av respondenterna och deras bakgrunder finns i bilaga II. Intervjuerna genomförs över Skype och spelas in. Efter intervjuerna får respondenterna möjlighet att kontrollera och godkänna sina svar över mail. Intervjuguiderna presenteras i bilaga III.

Tabell 3.3: Intervjuerespondenter och deras roller.

Respondent	Organisation	Roll
R1	Företag A	Långtidsplanerare.
R2	Företag B	Kvalitetschef.
R3	Företag B	Gruppchef för produktionsplanering.
R4	Företag C	Operativt ansvarig.
R5	Företag C	Långtidsplanerare.
R6	Företag D	Produktionschef.
R7	Företag D	Gruppchef för daglig produktion.
R8	Företag E	Planeringsansvarig.
R9	Företag F	Planeringsansvarig.
R10	Trafikverket	Långtidskonstruktör.
R11	Trafikverket	Långtidskonstruktör.
R12	Trafikverket	Trafikplanerare.
R13	Trafikverket	Trafikplanerare.
R14	Trafikverket	Operativ chef.
R15	Trafikverket	Fjärrtågklarerare.

Inledningsvis kodas intervjuresultaten utifrån de fyra avvikelsetyperna: sena, tidiga, inställda respektive anordnade tåg. Därefter görs en mer detaljerad kodning utifrån enskilda orsaker och effekter av avvikelserna. Utöver avvikelsetyperna används två övergripande kategorier, en för arbetet med att ta fram den ordinarie tågplanen och en för ad hoc-processen. Vid jämförelsen av svaren eftersöks både aspekter där respondenterna är överens och aspekter där respondenter motsäger varandra. När intervjuresultaten sammanställs fortsätter arbetet med att analysera vilka rotorsaker som har koppling till kapacitetstilldelningen hos Trafikverket. Tillsammans med det som presenteras i litteraturen inom ämnet undersöks vilka åtgärder som kan tas för att minska effekterna som avvikelserna har på Trafikverket och hos järnvägsföretagen.

3.4.4 Steg 4: Leverans

Det fjärde steget från PIMS motsvarar den sista fasen från Yins modell (figur 3.1), rapportera. En viktig del av steget är att säkerställa kvaliteten på arbetet. För att nå överförbarhet presenteras och motiveras bland annat arbetets metod. Sanningsvärdet uppnås genom ingående dokumentation av analysprocessen. Dessutom diskuteras tolkningar och idéer med representanter från Trafikverket och järnvägsföretag innan slutgiltiga förbättringsförslag presenteras. Det sista kriteriet, spårbarhet, säkerställs genom att upprätta ett fallstudieprotokoll, som presenteras i bilaga I.

4 Kapacitetstilldelning hos Trafikverket

Det här kapitlet beskriver de lagar och regler som reglerar hur tidtabeller för järnvägen ska tas fram i Sverige. Därefter följer en kartläggning över hur Trafikverket har valt att utforma arbetet och vilka effekter avvikelserna från tidtabellen har. Kapitlet avslutas med en presentation av projektet som just nu genomförs av Trafikverket som påverkar kapacitetstilldelningen.

4.1 Lagar, regler och riktlinjer

Trafikverkets arbete med att tilldela kapacitet på järnvägen i Sverige regleras av direktiv och förordningar från EU tillsammans med den svenska järnvägslagen (2004:519). Dessutom finns en del riktlinjer från internationella samarbeten. Det här kapitlet ger en översikt över de förutsättningar som reglerna och riktlinjerna skapar.

4.1.1 SERA-direktivet

SERA (Single European Railway Area) är beteckningen på ett direktiv som antogs i EU 2012 med syfte att förenkla och förtydliga tidigare reglering inom järnväg, samt att effektivisera järnvägssektorn och göra den konkurrenskraftig (Ds 2014:21, 2014). Direktivet är infört i den svenska järnvägslagen. Bestämmelserna inkluderar bland annat krav på att varje infrastrukturförvaltare ska publicera en beskrivning av sitt järnvägsnät på minst två av EU:s officiella språk, vad beskrivningen ska innehålla, att en tågplan ska upprättas en gång per kalenderår och vilka tidsfrister som ska gälla när tågplanen tas fram (EU, 2012). Det ställs till exempel krav på att preliminära internationella tåglägen ska upprättas senast elva månader innan tågplanen börjar gälla, att ett utkast till tågplan ska presenteras senast fyra månader efter att ansökningstiden har gått ut och att de sökande ska ha minst en månad på sig att lämna synpunkter på utkastet. Dessutom kräver direktivet att alla ad hoc-ansökningar ska besvaras inom fem arbetsdagar.

Direktivet uppdaterades 2019 med bland annat en utökning av den bilaga som sätter tidsfrister under tågplaneprocessen. I det uppdaterade direktivet ställs krav på att infrastrukturförvaltarna ska offentliggöra större kapacitetsbegränsningar i järnvägsnätet minst två år innan den berörda tågplanen ändras (EU, 2019). Dessutom ska samråd hållas med sökande parter innan en uppdatering av kapacitetsbegränsningarna ska offentliggöras minst ett år innan ändringen av tågplanen. För mindre kapacitetsbegränsningar ska infrastrukturförvaltarna samråda med sökande minst fyra månader i förväg. Direktivet sätter tröskelvärden för vilka kapacitetsbegränsningar som omfattas av de nämnda tidsfristerna, med avseende på påverkad trafikvolym och begränsningarnas varaktighet. Det slår dock också fast att infrastrukturförvaltare i samråd med sökande kan välja att använda strängare tröskelvärden eller ytterligare kriterier för att gruppera begränsningarna. Hur det görs ska då inkluderas i beskrivningen av järnvägsnätet. De här nya kraven från det uppdaterade direktivet är ännu inte implementerade i svensk lagstiftning.

4.1.2 Förordning för konkurrenskraftig godstrafik

Utöver EU-direktivet finns det även en förordning från EU som påverkar järnvägstrafiken i Sverige. Förordningen syftar till att skapa ett europeiskt järnvägsnät som ska bidra till ökad konkurrenskraft för godstrafik på järnväg (EU, 2010). I förordningen specificeras nio godskorridorer, där en går från Stockholm till Malmö och sedan vidare genom Danmark, Tyskland och Österrike till Italien. För varje godskorridor ska behovet av kapacitet utvärderas och utifrån det ska tåglägen arrangeras på förhand. Dessa tåglägen ska sedan i första hand tilldelas godståg som passerar minst en gräns. För korridoren genom Sverige görs ansökan till dessa tåglägen inte via Trafikverket utan istället genom ett internationellt system (Trafikverket, 2019a). För internationell godstrafik kan den typen av tåglägen vara mer fördelaktig än de tåglägen som kan fås från Trafikverket, då de förarrangerade lägena är prioriterade under tågplaneprocessen och därför har mindre risk att ändras.

4.1.3 RailNetEurope

Trafikverket är med i RailNetEurope (RNE), ett samarbete mellan infrastrukturförvaltare i olika länder i Europa, som tar fram riktlinjer för hur kapacitetstilldelningen ska utformas. Målet är att underlätta för gränsöverskridande tågtrafik och att främja utvecklingen av såväl person- som godstrafik i Europa (Trafikverket, 2015). RNE har tagit fram godskorridorer, som i varierande utsträckning sammanfaller med dem som inkluderas i EU:s förordning. Korridoren som går genom Sverige är i huvudsak samma korridor som specificerats av EU. En skillnad är dock att den i Malmö delas i tre grenar, där en går upp mot Stockholm, en går till Trelleborg och den sista går till Oslo via Göteborg (RailNetEurope, 2018). Mycket arbete har också gjorts inom RNE för att utveckla gemensamma processer och rutiner, till exempel genom att ha en gemensam struktur i alla medlemmars JNB och gemensamma ansökningstider för gränsöverskridande trafik (Trafikverket, 2015).

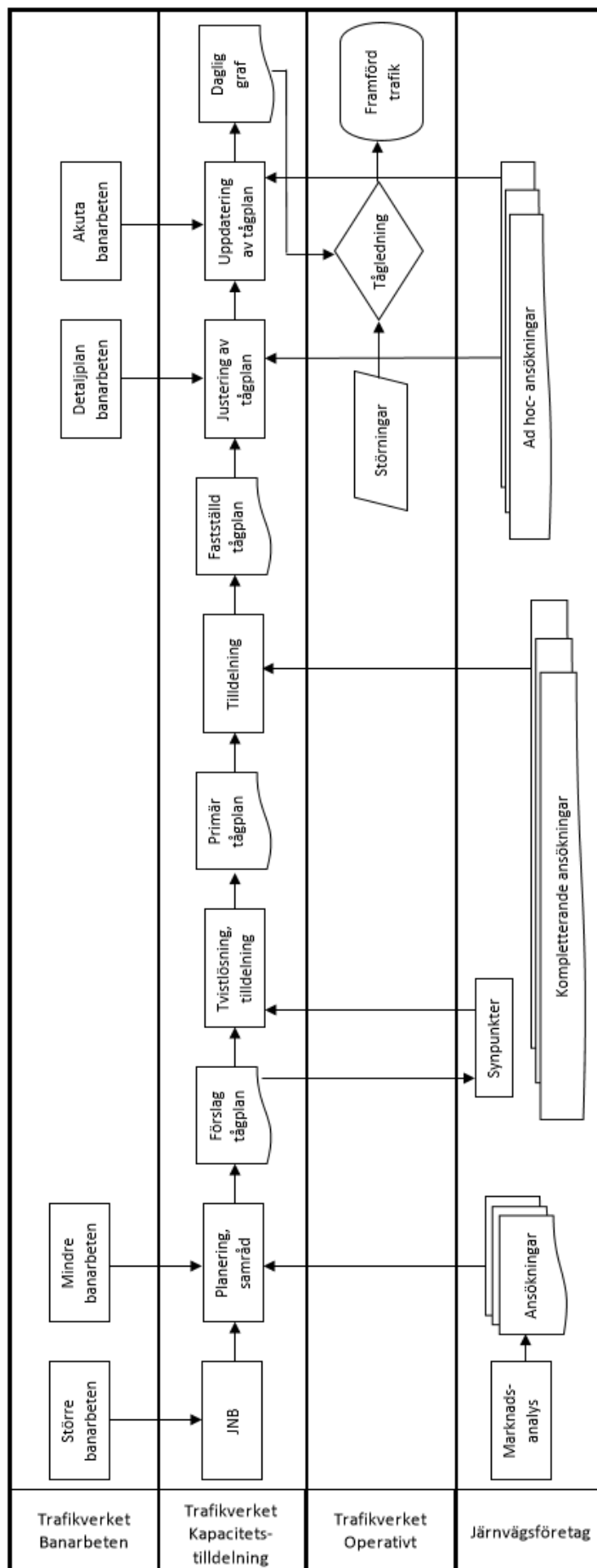
4.2 Att ta fram en tågplan

Trafikverkets arbete med att ta fram en tidtabell börjar mer än fem år innan den ska tas i bruk (Trafikverket, 2019a). Det första steget är strategiska dialoger med järnvägsföretag och avtalskunder där övergripande preliminära förutsättningar och planerade investeringar diskuteras. På två till tre års sikt diskuteras även hur trafik och banarbeten ska anpassas för att resultatet ska bli så bra som möjligt för alla inblandade parter. Stora banarbeten planeras så långt i förväg att de är med i JNB, som publiceras i december ett år innan tidtabellen ska införas. Trafikverkets process för kapacitetstilldelning från publiceringen av JNB visas i figur 4.1.

JNB innehåller en beskrivning av infrastrukturen, regler för ansökan om kapacitet och principer för tilldelning av kapacitet (Trafikverket, 2020c). När JNB har publicerats bjuder Trafikverket in järnvägsföretag och avtalskunder till en tidig dialog, med syftet att underlätta ansökningsprocessen (Trafikverket, 2019a). Den ordinarie ansökningsperioden pågår från februari till april. Ansökningarna ska innehålla information om vilken sträcka som ska trafikeras, vilka dagar och vilken avgångs- eller ankomsttid som önskas, tillsammans med bland annat tågets längd, vikt och hastighet (Trafikverket, 2019f). Under ansökningsperioden ska Trafikverket också ange de behov av kapacitet som finns för banarbeten utöver de som inkluderats i JNB (Trafikverket, 2019a).

I april börjar Trafikverkets arbete med att planera in ansökningarna i tågplanen. Målet är att ta fram en plan där ansökningarna tillgodoses i så stor utsträckning som möjligt (Trafikverket, 2016c). Arbetet är uppdelat i olika regioner, så att varje tidtabellskonstruktör endast planerar inom ett visst område (Ahlberg & Nilsson, 2016). Under arbetet hålls samrådsmöten med de sökande för att lösa situationer där ansökningarna ger en tågplan som inte är hållbar eller där konflikter uppstår på grund av att olika ansökningar kräver samma kapacitet (Trafikverket, 2016c). Tidtabellskonstruktörerna måste göra manuella ändringar i ansökningarna från järnvägsföretagen för att kunna hitta acceptabla lösningar (Forsgren, et al., 2013). Planeringen är en komplex process, med många olika konkurrerande järnvägsföretag. I den fastställda tågplanen för 2019 hade 41 sökande tilldelats kapacitet, som utfördes av 28 olika järnvägsföretag (Trafikverket, 2020a).

Ett förslag till tågplan publiceras i början av juli (Trafikverket, 2020c). De sökande har sedan en månad på sig att ge synpunkter på förslaget. Vid konflikter som inte går att lösa genom att anpassa tidtabellen får de sökande komma överens om en gemensam lösning. Om det inte är möjligt kan de begära tvistlösning (Trafikverket, 2016c), vilket resulterar i att konflikten avgörs genom prioriteringskriterier som fastställts i JNB (Trafikverket, 2019a). Efter det publiceras en primär tågplan i slutet av september.



Figur 4.1: Processen för kapacitetstilldelning från att JNB publiceras.

Den kapacitet som tilldelas i den primära tågplanen är fastställd och kan justeras endast om den sökande accepterar det. Det betyder att kompletterande ansökningar planeras runt de tåglägen som fastställs i den primära tågplanen. De kompletterande ansökningarna kan skickas in mellan mitten av april och mitten av oktober och hanteras i den ordning som de kommer in till Trafikverket. Den fastställda tågplanen publiceras i mitten av november. Tågplanen justeras sedan sex gånger per år för att göra anpassningar till banarbeten när de har detaljplanerats. Även det görs i samråd med de sökande.

Alla ansökningar som skickas in senare än mitten av oktober hanteras inom ad hoc-processen (Trafikverket, 2019a). Det betyder att ändringar som ska ske om ett år hanteras på samma sätt som de som ska ske om en vecka (Wahlborg, et al., 2018). Ad hoc-processen, som beskrivs mer utförligt i kapitel 4.2.3 *Ad hoc-processen*, resulterar i uppdateringar av tågplanen (Trafikverket, 2019a). Klockan 15.00 varje dag fastställs nästa dygns kapacitet och en daglig graf där endast de tåg som ska köras kommande dygn är med lämnas över till den operativa trafikledningen (Wahlborg, et al., 2018).

4.2.1 Konstruktionsregler

När en körplan för ett tåg konstrueras ska parametrar som dragkraft, tåglängd och tågvikt tas med i beräkningen (Trafikverket, 2016a). Ankomsttider ska anges för trafikplatser där tåget gör uppehåll, medan avgångstider ska specificeras för alla trafikplatser som tåget passerar. Konstruktören gör körplanen med tider som anges i minuter och sekunder, men de publicerade körplanerna avrundas nedåt till hela minuter. Gångtiden för en sträcka beräknas som en summa av en grundgångtid, som räknas ut baserat på tågets och banans prestanda, och olika tillägg (Trafikverket, 2016a). Tilläggen kompenserar bland annat för hastighetsnedsättningar vid banarbete och trängsel, det vill säga att annan trafikverksamhet hindrar tåget från att köra enligt sin prestanda. Godståg har även särskilda tillägg vid alla uppehåll för av- och tillkoppling av vagnar och förarbyte.

Trafikverket har också tagit fram särskilda riktlinjer för olika sträckor som specificerar bland annat minsta tillåtna headway-tider (Mattisson, 2020) och nodtillägg (Trafikverket, 2018). Headway-tider specificeras dels övergripande för olika sträckor, men också specifikt för vissa trafikplatser beroende på vilka spår som ska användas (Mattisson, 2020). Nodtillägg är extratid som ska planeras in på en viss sträcka. Till exempel ska långväga norrgående persontåg ha två minuters tillägg mellan Malmö och Hässleholm (Trafikverket, 2018). För motsvarande södergående tåg är det ytterligare specificerat så att en minut ska läggas in på sträckan från Hässleholm till Lund och en minut mellan Lund och Malmö. Syftet med de specifika konstruktionsreglerna per sträcka är att minska påverkan av medelstora störningar och genom det öka kvaliteten på hur tågen framförs (Sköld & Solinen, 2018).

4.2.2 Banarbeten

Planeringen av banarbeten sker i flera steg. De banarbeten med störst påverkan på trafiken planeras in så långt i förväg att de finns med i JNB (Trafikverket, 2016b). I JNB anges exakt vilka dagar och tider som de ska utföras (Trafikverket, 2019a). Det är utgångspunkten för järnvägsföretagen när de ansöker om kapacitet och de ska anpassa sina ansökningar efter Trafikverkets planering. Övriga banarbeten planeras i samband med att tågplanen tas fram (Trafikverket, 2016b). Det sker i samråd med järnvägsföretagen och samtidigt som tågplanen publiceras fastställs även en banarbetsplan (BAP) som beskriver vilka spår som är reserverade för banarbeten vid olika tidpunkter under året. Kapacitet för banarbeten reserveras på samma sätt som för tåglägen. Anpassningar av tågen till det som specificeras i BAP görs inför justeringarna av tågplanen. Trafikverket har också infört fasta servicefönster, som också planeras in när tågplanen tas fram (Trafikverket, 2017b). Servicefönster innebär att kapacitet reserveras i spåren för underhåll. Det gör att tågens tidtabeller kan planeras runt fönstren på ett sådant sätt att påverkan från banarbeten minimeras i ett operativt skede. Varje vecka tas en banutnyttjandeplan (BUP) fram (Trafikverket, 2016b). Den innehåller detaljplaner för banarbeten de kommande veckorna. De servicefönster som inte ska användas tas bort i BUP och den kapaciteten frigörs.

4.2.3 Ad hoc-processen

Ad hoc-processen rör ansökningar om att använda kapacitet i järnvägsnätet som är ledig efter att ordinarie tågplan fastställts (Ahlberg & Nilsson, 2016). Ansökningarna hanteras i den ordning de inkommer till Trafikverket (Trafikverket, 2019a) och måste besvaras inom fem arbetsdagar (EU, 2012). Den fastställda tågplanen utgör en begränsning gällande hastigheter och framkomlighet på spåren (Trafikverket, 2019a). Dessutom måste ad hoc-ansökningar vara anpassade till alla inplanerade banarbeten. Ad hoc-ansökningar kan bland annat fylla upp luckor som uppstår när järnvägsföretag ställer in tåg (Ahlberg & Nilsson, 2016). I JNB fastslås även att viss kapacitet reserveras för ad hoc-ansökningar såväl i den primära som i den fastställda tågplanen, något som också är ett krav från EU (EU, 2012). Till exempel finns två lediga lägen per timme över Öresund som är reserverade för ad hoc-ansökningar för godståg (Ahlberg & Nilsson, 2016). Ad hoc-ansökningar kan göras både av järnvägsföretag och av entreprenörer som ska göra underhållsarbete på banan. Ad hoc-ansökningar kan också gälla att ställa in tåg som finns planerade i tågplanen.

4.2.4 Planeringsnivåer hos Trafikverket

Trafikverkets verksamhet stämmer generellt sett bra överens med de planeringsnivåer som beskrivs i kapitel 2.1 *Planering av järnvägstrafik*. En viktig skillnad mellan Trafikverket och de traditionella planeringsnivåerna är att detaljplanering ner på sekundnivå för varje enskild aktivitet sker redan på den taktiska nivån, när tidtabellen planeras. I det läget saknas ofta data från järnvägsföretagen, vilket leder till att antaganden krävs under planeringen (Forsgren, et al., 2013). Jämfört med andra industrier så saknas steget produktionsplanering, där detaljplanerna kan justeras för att anpassas till förändrade förutsättningar. Det leder till att tågplanen är dålig på att hantera den osäkerhet som finns i ansökningarna. Om till exempel ett tågs sammansättning ändras på ett sådant sätt att den maximala hastigheten ändras kan tågläget inte uppdateras för att reflektera förändringen (ibid.). Istället kommer tåget längs med sin sträcka konstant hamna före eller efter tidtabellen.

4.3 Operativ trafikledning

Den operativa trafikledningen sköts av tågklarerare. Tågklarerarna övervakar och styr trafiken genom att manövrera växlar och signaler (Trafikverket, 2019a) med uppgift att bidra till en säker och optimal tillämpning av produktionsplanen, den dagliga grafen, inom ett visst övervakningsområde (Trafikverket, 2017c). Det är upp till varje enskild tågklarerare att avgöra om ett tåg ska få köra före eller efter tidtabellen. Om en lokförare ber om att få köra utanför sin planerade kanal kontrollerar tågklareraren den grafiska tidtabellen för att se om några konflikter kan uppstå på grund av det (Shift2Rail, 2019). De grafiska tidtabellerna visar endast planerad trafik och inte det aktuella trafikläget. För det aktuella trafikläget kan tågklareraren oftast bara kontrollera sitt eget område (Forsgren, et al., 2013). Grundregeln är att tåg som går i rätt tid har företräde till sitt planerade tågläge och undantag får bara göras om det finns särskilda skäl (Trafikverket, 2019a). Det finns inget systemstöd för den typen av beslut och tågklareraren kommer antagligen inte att kontrollera hela tågläget innan tåget släpps iväg (Wahlborg, et al., 2018). Omplaneringen görs manuellt och tågets nya läge ritas in med penna och linjal (Shift2Rail, 2019), vilket innebär att endast den tågklarerare som tagit beslutet att släppa iväg tåget utanför sin körplan ser ändringen. Den operativa personalen är också ansvarig för att orsakskoda förseningar som uppstår i trafiken (Trafikverket, 2017a).

4.4 Orsakskodning

Orsaker ska rapporteras för alla merförseningar som är tre minuter eller större mellan två olika mätpunkter. Det finns sex huvudgrupper av orsaker: driftledning, följdorsak, infrastruktur, järnvägsföretag, ytterligare utredning samt olyckor/tillbud och yttre faktorer (Trafikverket, 2019a). Orsakerna kan sedan specificeras mer noggrant genom att använda koder på två underliggande nivåer. Till exempel betyder koden IFK1 att förseningen beror på infrastruktur (I) och mer exakt framkomlighet i spår på grund av väder (FK). Den sista siffran (1) specificerar att problemet är spårhalka. På samma sätt

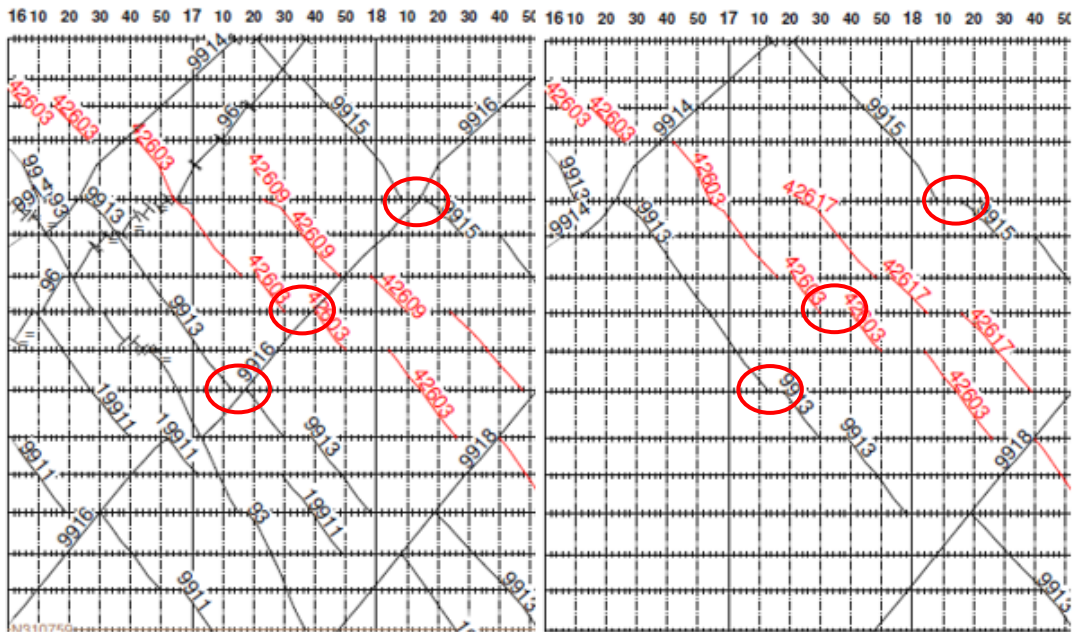
kan koden JAS3 utläsas som att orsaken är att järnvägsföretaget (J) har en avvikande sammansättning av tåget (AS) som har resulterat i ett för tungt tåg (3). När en orsakskod registreras av tågklarerarna måste de två första nivåerna anges (Trafikverket, 2019e). Den tredje nivån anges endast i de fall där tågklareraren har tillräcklig information för att kunna ange exakt orsak. En del koder på nivå 2 saknar koder på nivå 3, till exempel koden ”ingen orsak från järnvägsföretag”, medan den koden med flest alternativ, ”sent från depå”, har 33 olika koder på nivå 3 (Trafikverket, 2019a). Totalt finns 176 olika koder på den tredje nivån. Eftersom varje kod på nivå 2 också kan användas utan kod på nivå 3 innebär det att det totalt finns över 200 olika sätt att koda en försening.

Orsakskoderna ligger till grund för kvalitetsavgifter, som syftar till att ge alla aktörer incitament till att förebygga driftstörningar i järnvägssystemet. Den första nivån i koden anger vilken aktör som är ansvarig för förseningen och därmed blir ålagd att betala kvalitetsavgift (Trafikverket, 2019e). Beloppen anges i JNB (Trafikverket, 2019a). Dessutom utgör orsakskodningen grund för analyser om punktlighet. Det ställer höga krav på orsakskodningens kvalitet. Kvalitetsgranskning av orsakskoder görs i tre steg. Det första steget innefattar de tre första dagarna efter att ett tåg framförts och då har Trafikverket möjlighet att granska och justera orsakskoderna som angetts av tågklarerarna. Därefter skickas koderna till järnvägsföretagen, som också har tre dagar på sig att granska koderna. Om de anser att en kod är fel kan de begära att Trafikverket ska bedöma förseningen på nytt, vilket görs i det tredje och sista steget. Under de senaste åren har mellan en och två procent av orsakskoderna fått begäran om förnyad bedömning (Trafikverket, 2019d; Trafikverket, 2019e). Orsakskoderna fastslås slutgiltigt tio dagar efter att ett tåg framförts. Trots kvalitetsgranskningen innehåller den slutgiltiga orsakskodningen en del fel, enligt Trafikverkets egna utredningar. Under 2019 var drygt 12 % av de kodade förseningarna fel på nivå 1 (Trafikverket, 2019e). Under 2018 var motsvarande siffra drygt 21 % (Trafikverket, 2019d).

Även när tåg ställs in registreras en orsakskod. Till det används åtta olika koder: banarbeten som är planerade, förändrade eller nytillkomna banarbeten, driftledning, infrastruktur, olycka/yttre tillbud och externa händelser, felaktig planering, följdorsak och järnvägsföretag (Trafikverket, 2019a).

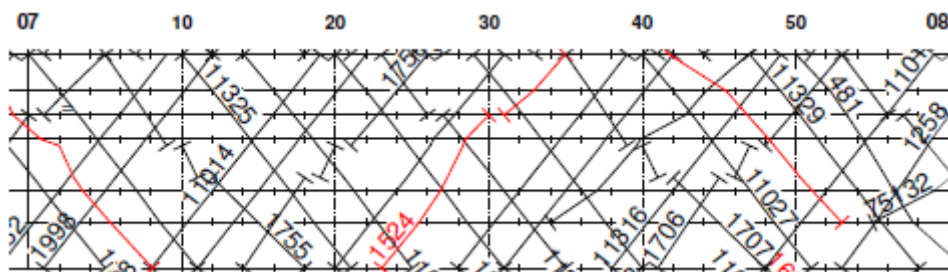
4.5 Effekter av avvikelser

Avvikelserna från tidtabellen har effekter i flera led. Inställda tåg kan skapa stora problem för järnvägsföretagen och deras kunder om orsaken är något annat än att de själva väljer att ställa in avgången, eftersom de då måste hitta alternativa sätt att transportera godset. Inställda tåg innebär också att Trafikverket har lagt onödig tid på att planera in de inställda tågen i tidtabellen. Dessutom kan andra tåg ha fått anpassa sin körplan efter ett tåg som ändå inte framförs, vilket resulterar i onödigt långa körtider eller förändrade avgångs- och ankomsttider. I praktiken innebär det också en större sannolikhet att de kommer att framföras för tidigt, då de inte behöver stanna för förbigångar, det vill säga att släppa förbi andra tåg, eller möten. Ett exempel på hur det kan se ut visas i figur 4.2.



Figur 4.2: Grafiska tidtabeller från Trafikverkets dagliga grafer för samma sträcka under två olika dagar under 2019. Planerna för tåg 9913, 42603 och 9915 är likadana trots att tåget de ska möta, 9916, inte går i den högra bilden. Tåg 42603, 42609 och 42617 är anordnade tåg.

Tåg som framförs före eller efter sin planerade körplan orsakar också problem. För järnvägsföretagen kan förseningar skapa stora problem i fordons- och personalplaneringen. Dessutom drabbar förseningar även godskunderna. Vidare kan förseningar bidra till stora problem för den operativa trafikledningen hos Trafikverket, särskilt på sträckor där det är mycket trafik. Ett exempel visas i figur 4.3. Mellan många tåg används den minimala headway-tiden, i det här fallet 3 minuter, och på en del ställen är det till och med närmare än så mellan två tåg, till exempel vid tåg 1524 klockan 07.28. Det ökar risken för att en försening påverkar andra tåg eller tvingar tågklararen att ändra ordning på tågen. Såväl tidiga som sena tåg kan också göra att möten utgår, på samma sätt som i figur 4.2.



det ett behov av att få tåglägen fastställda i ett tidigare skede för att kunna sälja biljetter i tidigare än vad som är möjligt idag. Andra identifierade marknadsbehov är att minska mängden överflödigt arbete och att öka tidtabellernas stabilitet och kvalitet. Idag är det till exempel vanligt att banarbeten i olika länder inte är koordinerade med varandra vilket medför att trafiken påverkas under längre tidsperioder.

I den nya processen, som ska vara helt implementerad till tågplan 2025 (Forum Train Europe, 2020), ska kapacitet tilldelas på tre olika sätt. Det första är att företagen kunna göra årliga ansökningar med en process som liknar det som görs idag (RailNetEurope & Forum Train Europe, 2019). Kapaciteten ska dock tilldelas tidigare och målet är att kunna fastställa den sortens tåglägen sex månader innan den nya tidtabellen ska implementeras, jämfört med dagens två månader. Dessutom ska ad hoc-processen för tilldelning av kapacitet behållas. Det tredje sättet att tilldela kapacitet är en ny process som benämns rullande planering. Ansökningar ska kunna göras när som helst under året, så länge det är mellan en och fyra månader innan önskad trafikstart. I en sådan ansökan kan järnvägsföretagen ansöka om kapacitet i upp till tre år. I den gällande tågplanen fås då ett exakt tågläge som sedan kan justeras maximalt 30 minuter per år av infrastrukturförvaltaren till tågplanerna under de efterföljande åren. För den typen av ansökningar används inga prioriteringskriterier utan de behandlas i den ordning de skickas in.

I det nya sättet att arbeta ska dessutom två nya koncept introduceras: path alteration och path modification (RailNetEurope & Forum Train Europe, 2019). Path alteration ska användas i de fall där infrastrukturförvaltaren behöver ändra ett tilldelat tågläge, till exempel vid ett akut banarbete medan path modification görs på initiativ av järnvägsföretagen, till exempel vill köra ett längre och tyngre tåg än vad de ansökt om tidigare. Koncepten möjliggör att ett tågläge kan justeras något utan att behöva ställas in och anordnas på nytt. För att det nya arbetssättet ska kunna implementeras måste en hel del förändringar göras. Dels krävs det att infrastrukturförvaltarna delar upp den tillgängliga kapaciteten innan de årliga ansökningarna hanteras och reserverar viss kapacitet för den rullande planeringen. Dessutom är de gällande lagarna inte helt kompatibla med det nya sättet att arbeta (RailNetEurope, u.d.).

4.6.2 MPK

Marknadsanpassad planering av kapacitet (MPK) är ett projekt hos Trafikverket med mål att införa rullande tidtabeller som kan anpassas till de dagliga trafiksituationerna (Wahlborg, et al., 2018). En del av projektet är att införa successiv tilldelning, som beskrivs i kapitel 2.1 *Planering av järnvägstrafik*. Den första prototypen för successiv tilldelning var planerad att införas 2013 (Forsgren, et al., 2013), men än idag är det inte implementerat i Trafikverkets verksamhet. Den nuvarande planen är att successiv tilldelning ska börja användas under 2022 (Trafikverket, 2019c). MPK innefattar även kapacitetsportalen, en ny plattform som ska underlätta planering och ansökan för järnvägsföretagen. I portalen ska företagen själva kunna söka lediga tider och jämföra olika transportupplägg (Garberg, et al., 2019). Förhoppningen är att projektet ska leda till besparingar inom hela järnvägssektorn, minska godstågens stillastående tid och frigöra kapacitet på Sveriges järnvägar (Åkerfeldt & Knutsson, 2019).

4.6.3 STEG

Styrning av tåg genom elektronisk graf, STEG, är ett nytt operativt system för tågtrafikledning (Isaksson-Lutteman, 2012), även kallat digital graf. Det systemet ska ersätta de pappersgrafer som används av tågklarerare i Sverige idag (Olsson & Onmalm, 2019). Projektet inleddes redan 1997 och några trafikledningsområden har redan implementerat det nya verktyget. Målet är att 80 % av alla fjärrstyrda sträckor i Sverige ska styras med digital graf. Det nya systemet ska ge ökad förmåga att hantera trafik vid störningar och förbättra möjligheterna till uppföljning i efterhand. Dessutom blir det enklare för tågklarerare att informera varandra om ändrade tågvägar (Isaksson-Lutteman, 2012). En annan fördel är att de digitala graferna kan ge tågklarerarna bättre överblick över tågets hela resväg istället för att bara se den sträckan som tåget ska färdas inom respektive eget övervakningsområde (Olsson & Onmalm, 2019).

5 Dataanalys

Det här kapitlet presenterar resultatet av steg 2 i PIMS-modellen, dataanalys. Kapitlet inleds med en övergripande analys av framförd trafik, följt av analyser av data som rör orsakskoder. Därefter följer mer djupgående analyser av sena och tidiga tåg. De sista delarna av kapitlet berör de ändringar som görs av tågplanen i form av inställda och anordnade tåg.

5.1 Dataunderlag

De data som ligger till grund för analysen för framförd trafik, inklusive tidiga och sena tåg, kommer från en del av Trafikverkets uppföljningssystem LUPP som heter "tåg på plats". Totalt finns 70 trafikplatser på sträckan mellan Malmö och Hallsberg. De tåg som inkluderas i urvalet är de där tågnumret är planerat att framföras på minst 45 av de trafikplatserna. Varje tågnummer tillhör ett tåguppdrag. Ofta är tågnumret samma som tåguppdraget men det finns fall där de skiljer sig åt, då ett tåguppdrag kan innehålla flera olika tågnummer. Generellt ska ett tåguppdrag motsvara en transportuppgift. Om transporten sker på olika sätt på olika dagar skapas varianter inom tåguppdraget som då får olika tågnummer. Det sker till exempel när tåg leds om vissa dagar till följd av banarbete eller framförs på olika sätt på olika veckodagar.

Även tåg som börjar eller slutar på platser utanför sträckan är med i urvalet så länge de kör på en tillräckligt lång del av sträckan. Totalt ingår 5 143 framförda norrgående tåg, fördelade på 282 tågnummer i 252 tåguppdrag, och 5 332 framförda södergående tåg, fördelade på 323 tågnummer i 273 tåguppdrag. Det norrgående tågnummer som har flest enskilda tåg har 228 gångdagar under tågplan 2019. Motsvarande siffra för de södergående tågnumren är 239. Ett norrgående tåg framförs av en underhållsentreprenör. De övriga tågen, norrgående och södergående, är fördelade på åtta olika järnvägsföretag. De data som hämtas från LUPP inkluderar datum, tågnummer, tåguppdrag, planerad och utförd tid per mätpunkt samt tidsavvikelsen mellan de tiderna. En mätpunkt motsvarar en trafikplats som tåget enligt tidtabellen ska passera utan uppehåll. Trafikplatser där tåget enligt tidtabellen ska stanna registreras som två olika mätpunkter, en för ankomst och en för avgång.

Utöver data om tidsavvikelse mot tidtabellen ingår även information om registrerad merförstening i de data som hämtas från LUPP. Den registrerade merförsteningen anges alltid som 0 om tåget är i tid eller före sin tidtabell. Dessutom anges aldrig en negativ merförstening, vilket betyder att tåg som tar in tid också har registrerad merförstening 0. Om tåget är efter sin tidtabell anges skillnaden i tidsavvikelse från föregående mätpunkt, om tåget var förstentat även där, till den aktuella mätpunkten som merförstening. Om ett tåg går från att vara tidigt till att vara förstentat anges endast försteningen som avvikelse. Ett exempel visas i tabell 5.1.

Tabell 5.1: Förklaring av "registrerad merförstening".

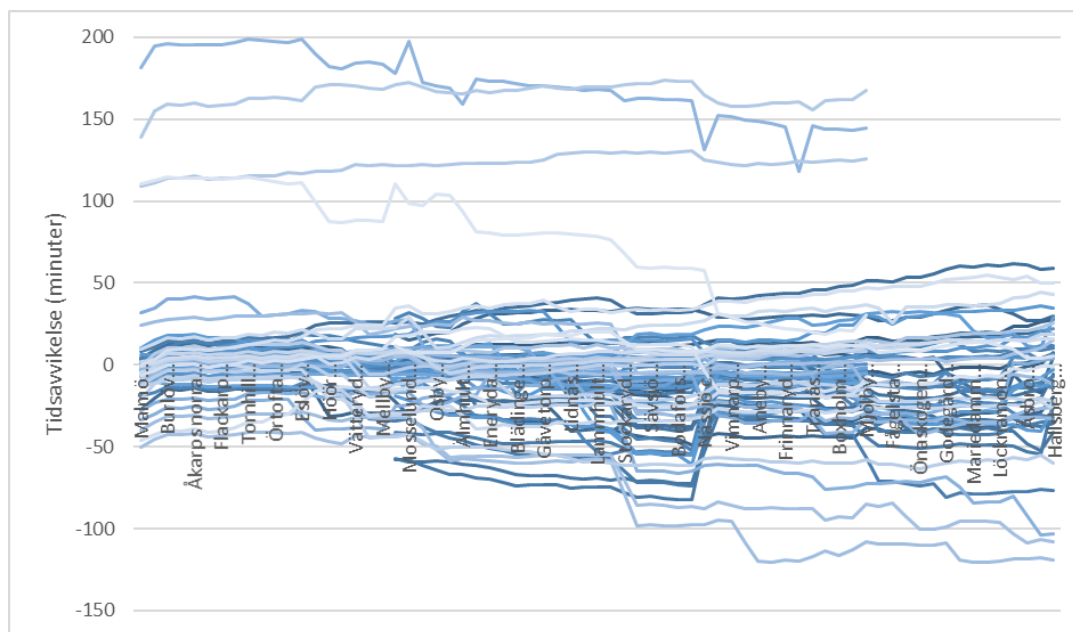
Mätpunkt	Tidsavvikelse	Skillnad i tidsavvikelse	Registrerad merförstening	Kommentar
A	-30	-30	0	Tåget avgår före tidtabell, ingen merförstening registreras.
B	-15	+15	0	Tåget är före tidtabell, ingen merförstening registreras.
C	2	+17	2	Tåget har tappat 17 minuter, men är endast två minuter efter tidtabellen. 2 minuter anges som merförstening.
D	7	+5	5	Tåget har utökat sin förstening från föregående mätpunkt med 5 minuter, vilket anges som merförstening.
E	4	-3	0	Tåget har tagit in tid, merförsteningen anges som 0.

I de fall då merföreningen är 3 minuter eller mer anges en orsakskod som beskriver varför förseningen uppstod. Orsakskoderna kompletteras i de flesta fall med ett händelsenummer som kopplas till kommentarer från den som har satt koden. I vissa fall när ett tåg störs av andra tåg anges inget händelsenummer. Istället noteras det orsakande tågets tågnummer. Orsakskoderna analyseras vidare i kapitel 5.3 *Orsakskoder för sena tåg*.

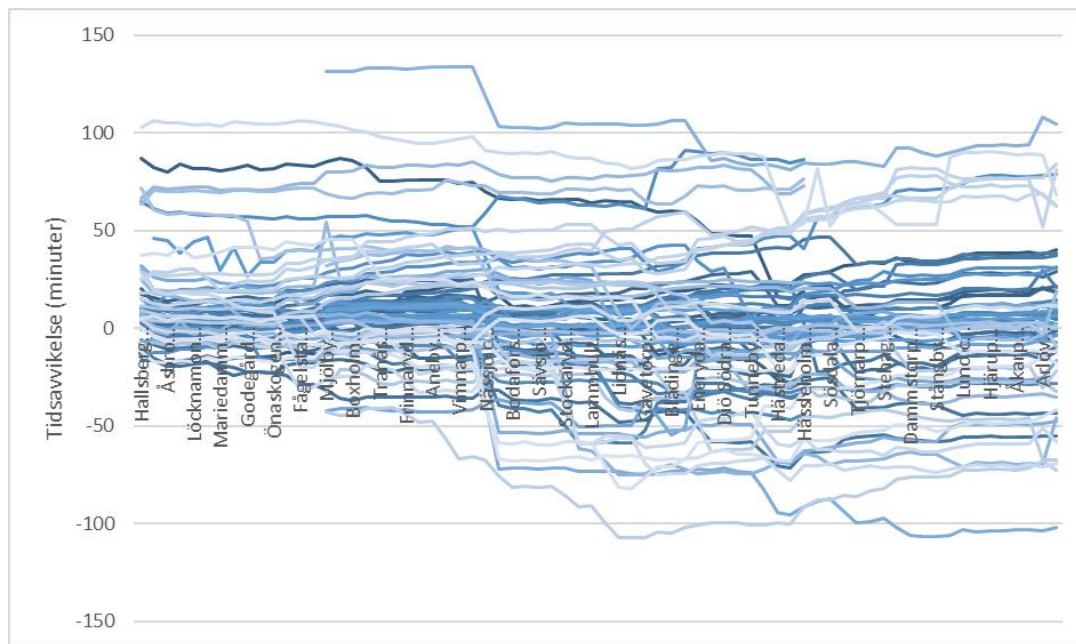
Till grund för analysen av inställda och anordnade tåg ligger data från ”tåg på sträcka” i LUPP. Dataunderlaget täcker de godståg som under tågplan 2019 framförs eller planeras på minst en delsträcka av sträckan Malmö – Hallsberg, det vill säga haft ett tågläge som inkluderar minst två trafikplatser på sträckan. De data som används inkluderar datum, tågnummer, tåguppdrag och information om huruvida tågen är planerade, anordnade, helt inställda, delvis inställda eller framförda. Dessutom ingår inställelseorsaker för de helt och delvis inställda tågen. Totalt inkluderas 48 101 tåg, fördelade på 25 102 norrgående och 22 999 södergående tåg. Utöver data från LUPP hämtas statistik från Trafikverkets system för ad hoc-ansökningar angående hur många ansökningar som skickats in under tågplan 2019 av företag som kör godstrafik samt antal anordnade och inställda tåg som de ansökningarna resulterat i.

5.2 Framförd trafik

För att se hur tågen kör jämfört med tågplanen används tidsavvikelsen mellan planerad och utförd tid. Figur 5.1 visar de norrgående tågnummer som har framförts minst 10 gånger under tågplan 2019. På y-axeln visas den genomsnittliga tidsavvikelsen gentemot tågplanen. Negativ tidsavvikelse innebär att tågen går före tågplanen medan positiv tidsavvikelse innebär att tågen är försenade. På x-axeln visas de trafikplatser som tågen passerar. I båda figurerna är den första trafikplatsen på sträckan till vänster i grafen. För trafikplatser där tåg har uppehåll visas snittet av tidsavvikelserna vid avgång och ankomst. Tågnummer med färre än 10 gångdagar exkluderas för att göra figuren mer överskådlig och för att på ett enklare sätt kunna se enskilda tågnummers trender. Dessutom gör det att tågnummer där en enskild gångdag med stora avvikelser skapar ett mycket avvikande snitt elimineras. 65 norrgående tågnummer har minst 10 utförda gångdagar och inom de tågnumren har totalt har 4 703 tåg framförts av fem olika järnvägsföretag. Det motsvarar 23 % av de norrgående tågnummer och 91 % av de norrgående tåg som ingår i det totala dataurvalet. Figur 5.2 visar motsvarande avvikelser för södergående tåg. 72 tågnummer har minst 10 framförda tåg, med totalt 4 820 tåg, motsvarande 22 % av tågnumren och 90 % av tågen i dataurvalet. Fem olika järnvägsföretag finns representerade.



Figur 5.1: Genomsnittlig tidsavvikelse vid varje trafikplats för norrgående tåg med minst 10 gångdagar under tågplan 2019. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

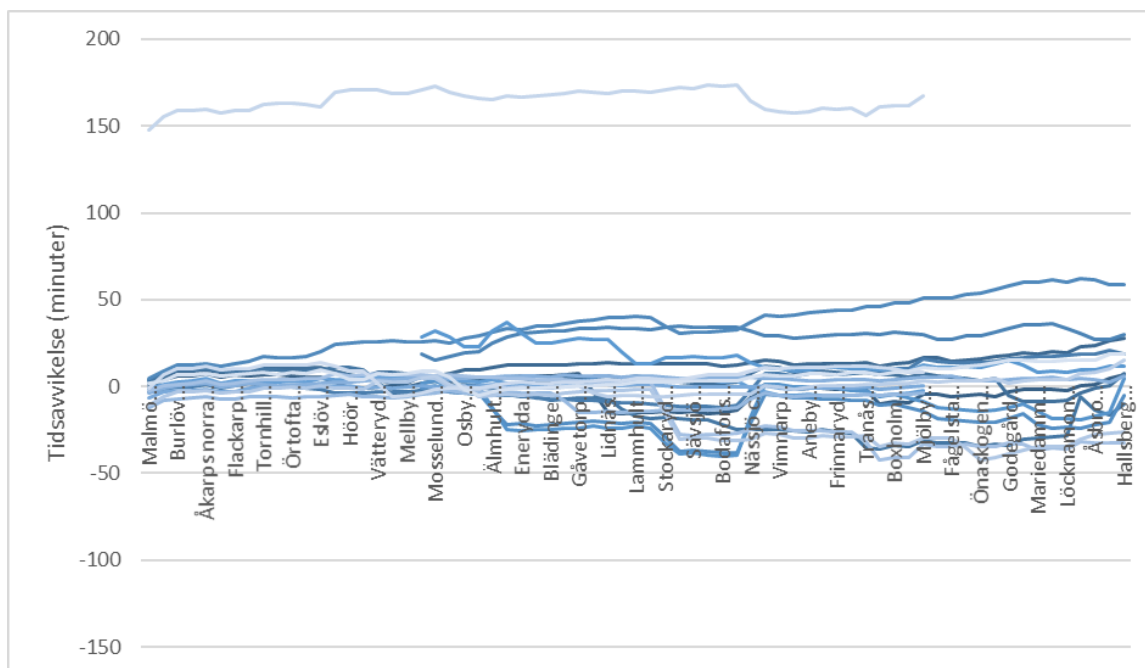


Figur 5.2: Genomsnittlig tidsavvikelse vid varje trafikplats för södergående tåg med minst 10 gångdaggar under tågplan 2019. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

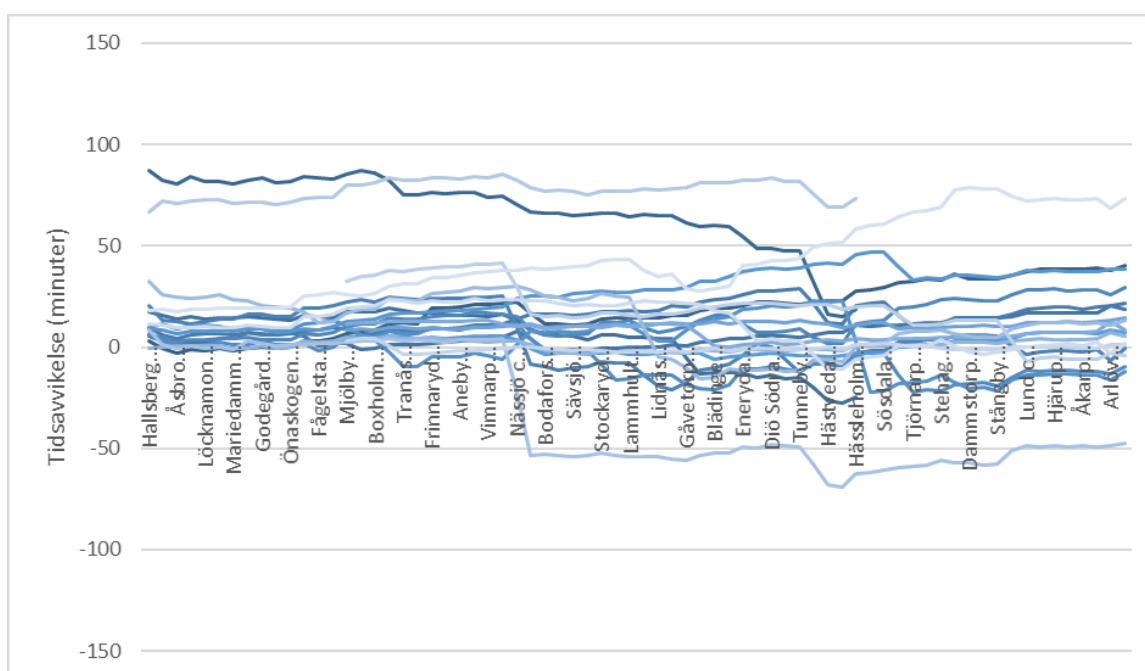
Generellt visar figurerna en stor spridning på hur tågen framförs jämfört med tågplanen. Hur avvikelserna utvecklas under sträckan skiljer sig mycket åt mellan olika tågnummer. En del tågnummer utgår (i snitt) från sin första punkt på sträckan med en viss avvikelse och ankommer sin sista punkt på sträckan med en ungefär lika stor avvikelse. Av de tågnumren är det några som ligger stabilt hela vägen medan andra har stora positiva och negativa avvikelser under resan vilket till slut resulterar i en relativt oförändrad avvikelse. En del tågnummer kör snabbare än planerat och anländer till sin sista punkt på sträckan med en mindre tidsavvikelse än den som uppmättes på den första punkten. Andra tågnummer går i snitt långsammare än planerat och ökar sin tidsavvikelse längs med sträckan.

Figur 5.3 och 5.4 visar norrgående respektive södergående tågnummer som har framförts minst 100 gånger under tågplan 2019. För både norrgående och södergående tåg har 7 % av alla tågnummer över 100 passager och de står för 67 % av det totala antalet framförda tåg. 20 norrgående tågnummer har minst 100 passager, med totalt 3 432 framförda tåg av fyra olika järnvägsföretag. 21 södergående tågnummer har minst 100 framförda tåg. Totalt motsvarar de tågnumren 3 595 tåg från fyra olika järnvägsföretag. Figurerna visar liknande mönster som i figur 5.1 och 5.2, dock med lite mindre spridning på tågens avvikelser.

En djupare analys av hur avvikelserna utvecklas för sena och tidiga tåg presenteras i kapitel 5.4 *Sena tåg* och kapitel 5.5 *Tidiga tåg*. I de kapitlen ligger fokus på de enskilda tågen inom olika tågnummer som uppvisar särskilda mönster. Det finns också tågnummer som inte uppvisar några tydliga mönster. För en del tågnummer är det en stor spridning i hur de enskilda tågen framförs. Några tåg är sena hela vägen från utgångsstation till slutstation, andra tåg går i tid och ankommer tidigt och en del tåg hinner vara både sena och tidiga under sträckan. Även de tågnummer som i snitt ligger nära sin tidtabell har stor spridning mellan de enskilda tågen. Att fokus är på de tågnummer som visar mönster beror på effekterna av avvikelserna. Om ett tågnummer har återkommande avvikelser resulterar det rimligtvis i större effekter än avvikelser under ett fåtal dagar. Att åtgärda orsakerna till systematiska avvikelser kan därför ge en större minskning av effekterna som avvikelserna orsakar, jämfört med att åtgärda orsaker till enstaka avvikelser.



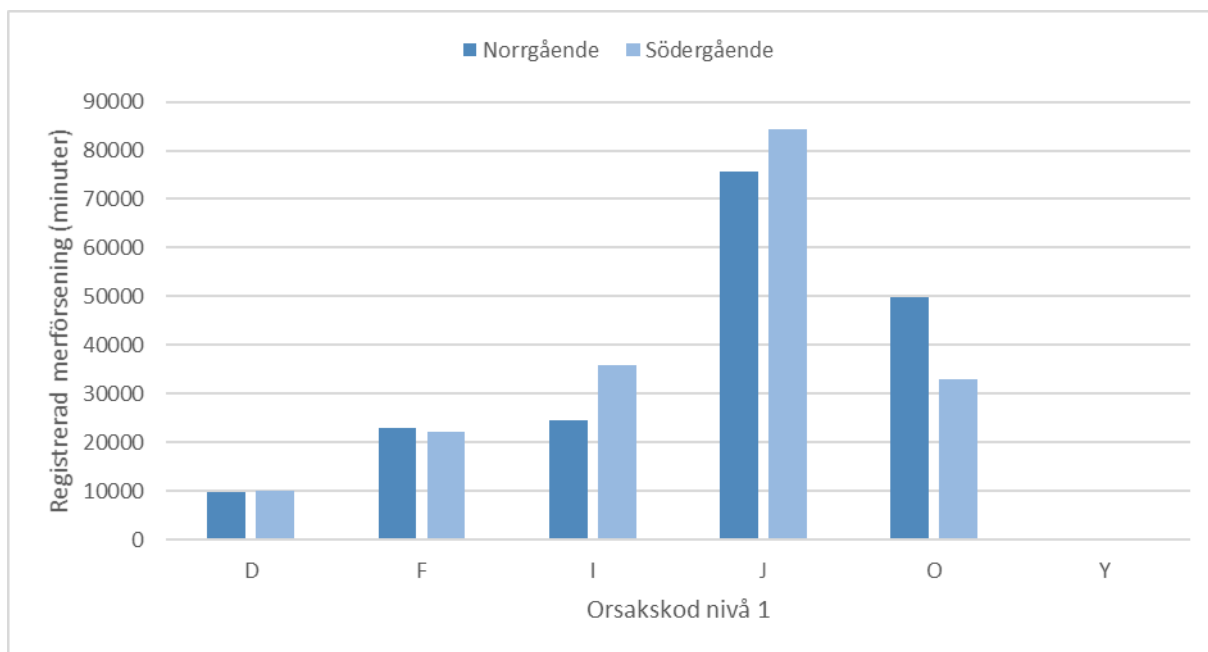
Figur 5.3: Genomsnittlig tidsavvikelse vid varje trafikplats för norrgående tåg med minst 100 gångdagar under tågplan 2019. Varje streck motsvarar ett tågnummer.



Figur 5.4: Genomsnittlig tidsavvikelse vid varje trafikplats för söderyående tåg med minst 100 gångdagar under tågplan 2019. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

5.3 Orsakskoder för sena tåg

Trafikverkets orsakskoder för förseningar är uppdelade i sex övergripande kategorier: driftledning (D), följdersaker (F), infrastruktur (I), järnvägsföretag (J), olyckor/tillbud och yttre faktorer (O) och ytterligare utredning krävs (Y). Fördelningen av den totala registrerade merförseningen som har fått orsakskoder redovisas i figur 5.5.



Figur 5.5: Total registrerad merförstening uppdelad i orsakskoder på nivå 1.

Orsakerna specificeras ytterligare med koder på nivå 2 och i vissa fall nivå 3. Dessutom kan tågklarerarna som kodar försteningarna lämna kommentarer. En grundligare genomgång av de övergripande kategorierna presenteras i de följande kapitlen. Y-koden har endast använts för en enskild händelse på sträckan under tågplan 2019 och kommer därför inte analyseras vidare.

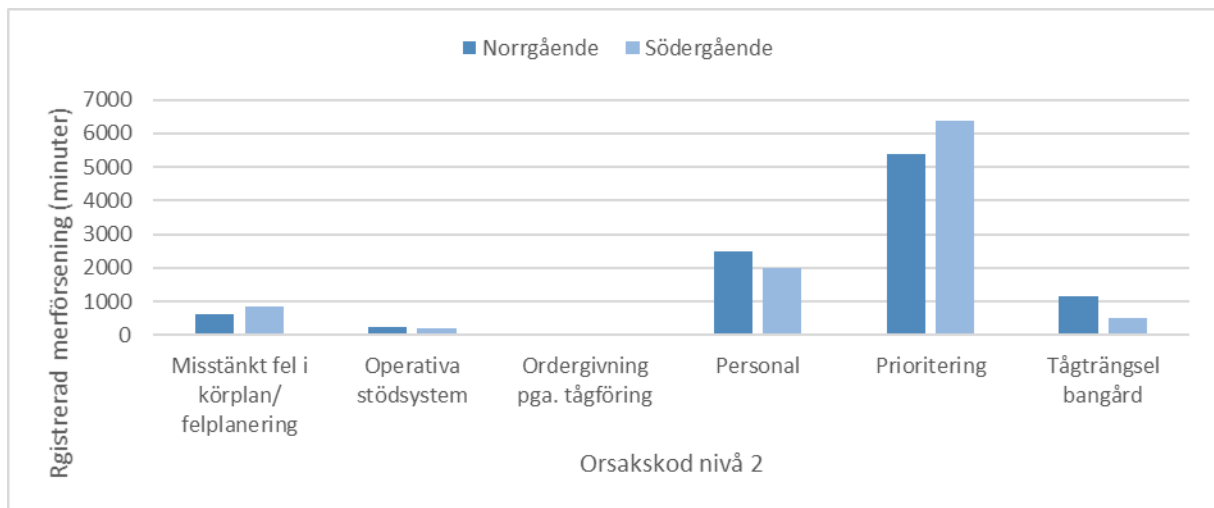
5.3.1 Driftledning

Kategorin driftledning delas upp i sex koder på nivå 2. Koderna presenteras i tabell 5.2 tillsammans med vanliga bakomliggande orsaker enligt nivå 3-koder och kommentarer från tågklarerarna.

Tabell 5.2: Koder inom kategorin driftledning.

Kod nivå 2	Kommentar
Misstänkt fel i körplan/felplanering	Felaktigt planerade omlopp, misstag från tidtabellskonstruktörer.
Ordergivning pga. tågföring	Särskilda säkerhetsorder från tågklarerare till lokförare.
Operativa stödsystem	Felaktiga avläsningar, telefonproblem, mjukvaruproblem.
Prioritering	Oplanerade eller flyttade interaktioner.
Personal	Felbeslut, mänsklig faktor, resursbrist.
Tågträngsel bangård	Spårbrist på bangård, önskemål från bangårdspersonal.

Fördelningen av de registrerade merförsteningarna visas i figur 5.6. De merförsteningar som får D-koder är till stor del små försteningar på under tio minuter. Varje enskild händelse drabbar oftast bara ett tåg och vanligtvis bara vid ett fåtal trafikplatser. De händelser som har orsakat större merförsteningar har i vissa fall en förklaring som inte stämmer överens med koden som är angiven. Det finns till exempel en händelse som gav närmare två timmars förstening som är kodad som ”personal”, där förklaringen är att loket saknades då det tåget det skulle ankomma med var förstnat. En annan gång har en lika stor förstening kodats med koppling till en prioriteringshändelse som inträffade nästan tre månader innan tåget framfördes.



Figur 5.6: Registrerade merförorseningar inom kategorin drifledning.

”Prioritering” är den kod som står för klart flest förseningsminuter för såväl norrgående som södergående tåg. De uppkommer till exempel när ett sent persontåg behöver passera ett långsammare godståg för att inte tappa ännu mer tid eller när tågklarerarna väljer att flytta ett möte från en trafikplats till en annan. I det senare fallet noterar tågklarerarna ofta att tåget har marginaler senare under sträckan och därför kommer återgå till sitt planerade läge och inte få någon bestående försening. Det förekommer också prioriteringar där tåg har fått stå och vänta på ett möte med andra tåg som går före sin planerade körplan.

Inom koden ”personal” förekommer flera situationer som liknar dem som rapporteras som ”prioritering”, men där prioriteringen med facit i hand inte varit den optimala lösningen. Andra vanliga orsaker inom koden är att tågvägen inte lagts in automatiskt, att andra arbetsuppgifter gjort att tågklareraren inte har hunnit med att släppa iväg vissa tåg och att tågklareraren har glömt att lägga in tågvägen.

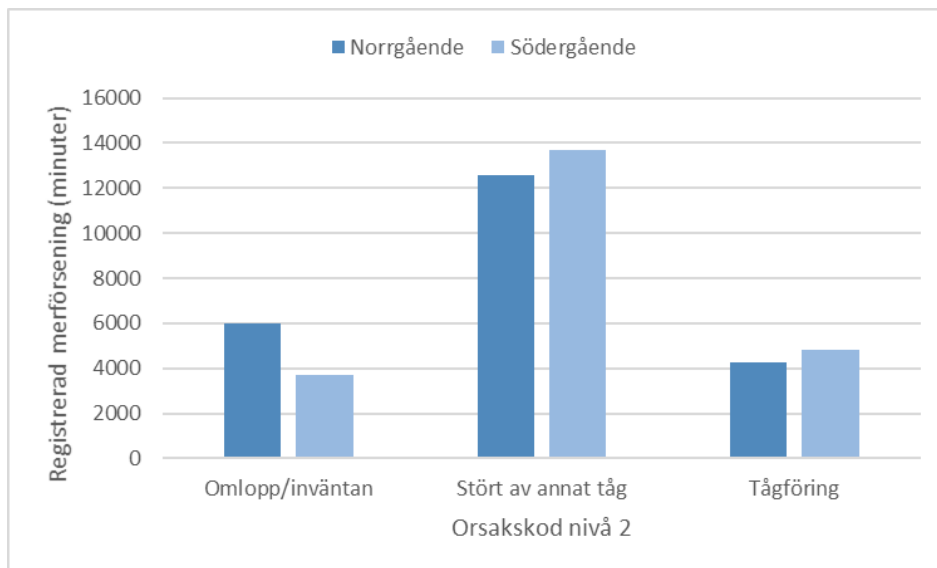
Inom ”tågträngsel bangård” förekommer flera längre förseningar på upp till 200 minuter. De uppstår oftast i anslutning till Hallsberg, Gamlarp, Älmhult eller Malmö. Koden ”misstänkt fel i körplan/felplanering” innehåller också relativt många långa förseningar. Orsaken till de längsta förseningarna är vanligtvis felaktigt planerade omlopp, där lok och vagnar ska ankomma Malmö eller Hallsberg och sedan fortsätta med ett annat tågnummer, men det första tågnumret har ankomsttid efter att det andra tågnumret ska avgå. Att tåg inte är korrekt anpassade till banarbeten är också en orsak till koden, som ger förseningar på upp till 50 minuter. För de mindre förseningarna nämns även orsaker som korsande körvägar för två tåg och för kort tid i tidtabellen mellan två efterliggande mätpunkter på linjen efter att tåget startat från stillastående.

5.3.2 Följdorsaker

”Följdorsaker” hanteras lite annorlunda än de övriga kategorierna. Kategorin sätts automatiskt när ett tåg drabbas av en sekundärförorsening där primärförorseningen är i kategorin ”järnvägsföretag”. Det görs för att järnvägsföretagen endast belastas med kvalitetsavgifter för de förseningar som de orsakar på sitt eget tåg vid en störning och inte alla förseningar som uppstår på grund av deras ursprungliga försening. Om till exempel tåg A är försenat på grund av en lokskada skapas en händelse med kategori ”järnvägsföretag”. Om tåg A då är i vägen för tåg B som får en försening på grund av det kopplas det till samma händelse, men kategorin blir ”följdorsak” med kod ”stört av annat tåg” på nivå 2. De andra två koderna på nivå 2, ”omlopp/inväntan” och ”tågföring”, används när det inte finns någon tidigare händelse att koda mot. Tågklareraren anger då bara det tågnummer som orsakat förseningen när de koderna används. Koderna på nivå 2 presenteras i tabell 5.3 och fördelningen av dem visas i figur 5.7.

Tabell 5.3: Koder inom kategorin följdorsaker.

Kod nivå 2	Kommentar
Omlopp/inväntan	Sen tågvändning, inväntan av vagnar eller personal.
Stört av annat tåg	Ett annat försenat tåg är i vägen.
Tågföring	Förbigångar, möten, korsande tågvägar, spårbrist.



Figur 5.7: Registrerade merförörseningar inom kategorin följdorsaker.

”Stört av annat tåg” är den kod med flest rapporterade förseningsminuter i kategorin följdorsak. Storleken på varje försening är väldigt varierande, med merförörseningar på upp till 4 timmar. Inom koden ”tågföring” finns främst mindre merförörseningar. Något som sticker ut är en rapportering på en merförörsening på nästan fyra timmar, rapporterad som ”förbigång” på nivå 3. Det orsakande tåget kör dock åt andra hållet och passerar inte platsen där förseningen är rapporterad vid den tidpunkten. ”Omlopp/inväntan” har omkring en tiondel så många rapporterade förseningar som de andra koderna på nivå 2, men nästan hälften av förseningarna är 40 minuter eller mer. Det kan jämföras med de andra två koderna som har ungefär 5 % respektive 0,5 % förseningar som är 40 minuter eller mer. Förseningar inom kategorin ”följdorsaker”, särskilt med koden ”stört av annat tåg”, följer ofta med tåget och orsakar merförörseningar på över tre minuter flera gånger under tågets sträcka.

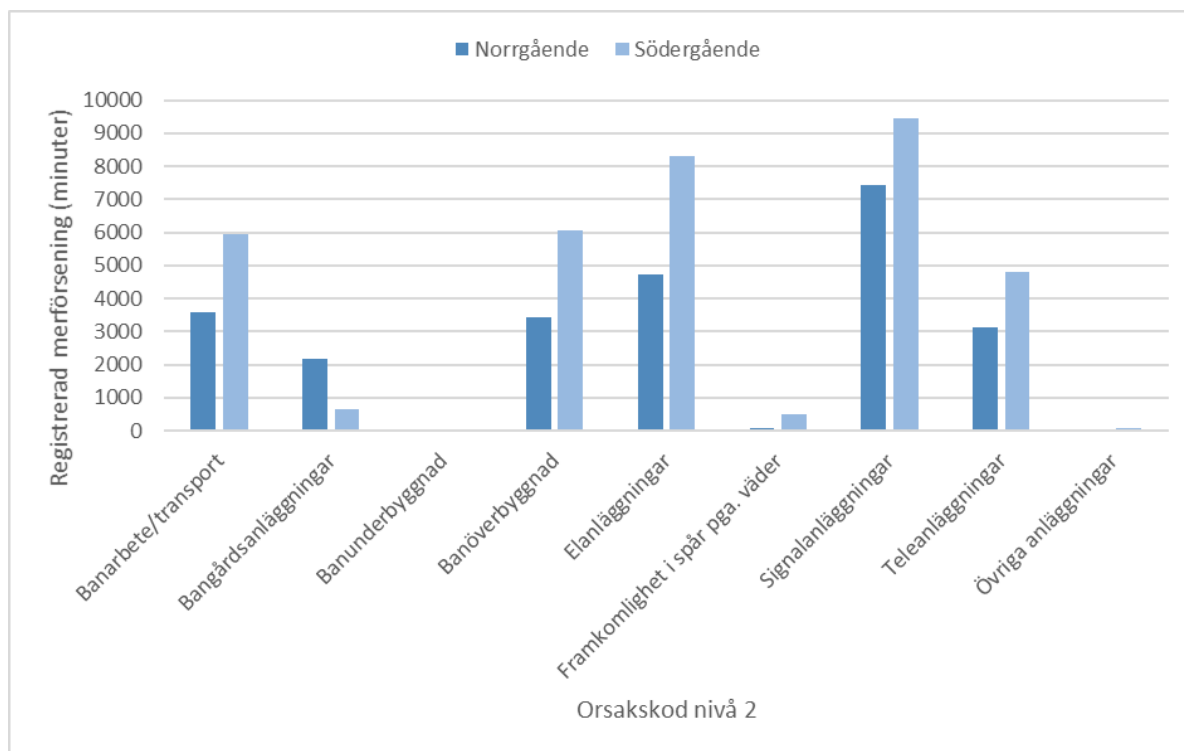
5.3.3 Infrastruktur

Inom kategorin ”infrastruktur” finns nio koder på nivå 2 som presenteras i tabell 5.4. Händelserna inom kategorin kodalas i större utsträckning ner på nivå 3 jämfört händelser i de andra kategorierna.

Tabell 5.4: Koder inom kategorin infrastruktur.

Kod nivå 2	Kommentar/exempel
Banarbete/transport	Akuta arbeten, planerade arbeten som inte blir klara i tid.
Bangårdsanläggningar	Plattformer, vändskiva, anläggningar för bromsprov etc.
Banunderbyggnad	Broar, tunnlar.
Banöverbyggnad	Spår, spårväxlar.
Elanläggningar	Kontaktledningar, kopplingscentraler och liknande.
Framkomlighet i spår pga. väder	Spårhalka, snö, is.
Signalanläggningar	Positioneringssystem, ställverk, tågledningssystem.
Teleanläggningar	Kabelanläggningar, högtalarsystem.
Övriga anläggningar	Fastigheter, hägnader, vägar.

Hur de registrerade merförseningsminuterna fördelar sig på de olika koderna på nivå 2 visas i figur 5.8. Hur stora förseningar som uppstår på grund av fel i infrastrukturen varierar mycket. Vissa fel resulterar i hastighetsnedsättningar eller enkelspårskörning, vilket leder till små merförseningar på grund av ökade gångtider. Andra fel leder till trafikavbrott och avstängningar som kan resultera i förseningar på flera timmar. Händelser som kodas med ”infrastruktur” drabbar ofta många olika tåg. Dessutom är det vanligt att tåget får ytterligare försening senare under sin sträcka som också hänförs till ursprungshändelsen.



Figur 5.8: Registrerade merförseningar inom kategorin infrastruktur.

5.3.4 Järnvägsföretag

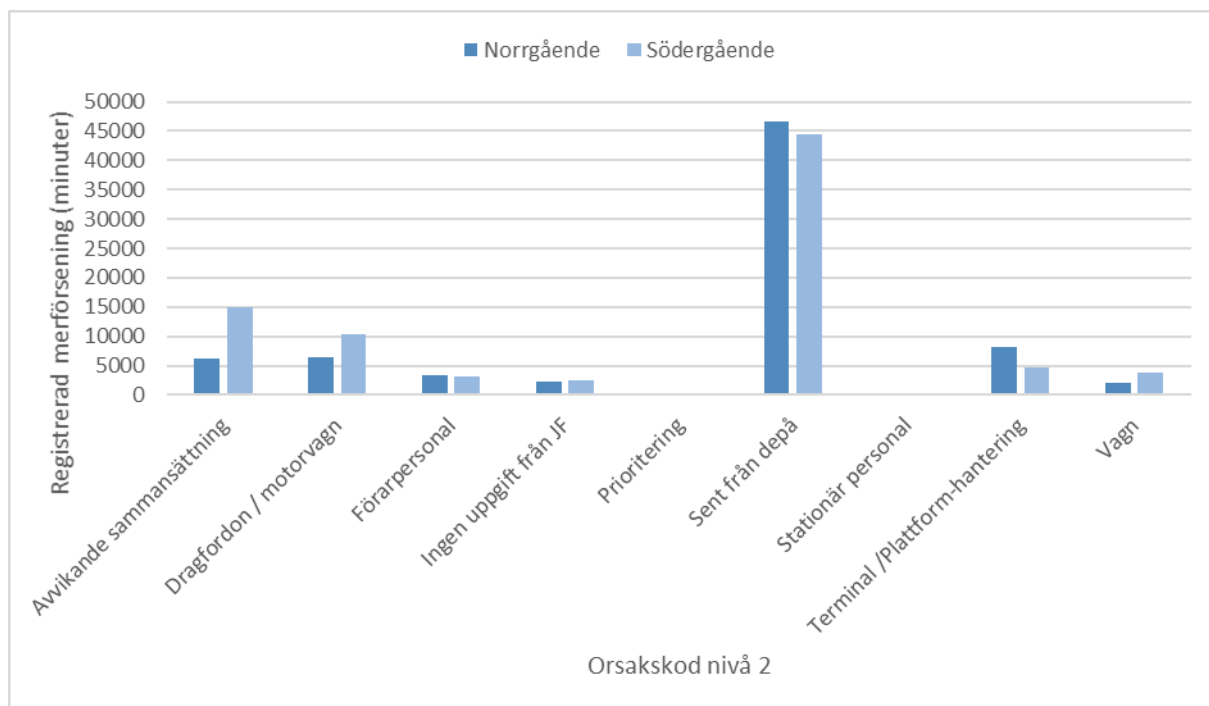
”Järnvägsföretag” har nio koder på nivå 2 och är den kategori som orsakar klart flest merförseningsminuter för såväl norrgående som södergående tåg (se figur 5.5). Dessutom är det förseningar med J-koder som ligger bakom de förseningar som kodas med ”F – stört av annat tåg”. De olika koderna på nivå 2 visas i tabell 5.5.

Tabell 5.5: Koder inom kategorin järnvägsföretag.

Kod nivå 2	Kommentar
Avvikande sammansättning	När tåget tappar tid mot tidtabellen. Tungt tåg, långt tåg, dålig bromsprocent.
Dragfordon/motorvagn	Bromsfel, maskinfel.
Förarpersonal	Allt som kan kopplas till förare, från felbeslut som blockerar signaler till att förare saknas.
Ingen uppgift från JF	Kodas vanligtvis utan förklaring. Tåg som tappar tid trots att signalerna visar kör där järnvägsföretagen inte ger någon orsak.
Prioritering	Prioritering på järnvägsföretagets initiativ (till skillnad från koden prioritering i kategorin driftledning).
Sent från depå	Tåg sent från utgångsstation. Sent lok, sen klarrapportering.
Stationär personal	Personalbrist på bangård.

Terminal/Plattform-hantering	Liknar sent från depå, men inte från utgångsstation. Sen klarrapportering, till- eller avkoppling av vagnar som drar ut på tiden, försenad lastning eller lossning.
Vagn	Bromsfel, lastförskjutning, hjulskador.

Inom kategorin är den klart största koden ”sent från depå”, vilket kan ses i figur 5.9. ”Sent från depå” är den enda kod inom ”järnvägsföretag” där företagen inte blir ålagda att betala kvalitetsavgift för förseningar som uppstår. Koden innehåller merförseningar på allt från 3 minuter till 20 timmar. Orsakerna kan vara bland annat att lok saknas eller att föraren inte klarrapporterat tåget i tid, men i många fall anges ingen bakomliggande orsak.



Figur 5.9: Registrerade merförseningar inom kategorin järnvägsföretag.

”Terminal/plattform-hantering” innehåller relativt många stora förseningar. Inom den koden finns bland annat förseningar med liknande orsaker som förseningar i koden ”sent från depå”, men också förseningar till följd av önskemål från järnvägsföretaget. Det finns till exempel en händelse där järnvägsföretaget visste att tåget skulle stå och vänta senare på sträckan och då önskade att det fick stå kvar på sin dåvarande plats och vänta där istället.

Koden ”avvikande sammansättning” skapar oftast små merförseningar på några minuter men återkommer ofta på flera platser under tågets färd, vilket gör att den totala förseningen kan bli flera timmar. På grund av den lägre hastigheten kan tågen också få stanna och släppa förbi snabbare tåg, vilket kan ge förseningar på mellan 10 och 15 minuter. Det finns även några händelser med den koden som orsakat längre förseningar på runt en timme eller mer. De händelserna har koden ”rapportering” på nivå 3 och hänförs till att tågets uppgifter inte har rapporterats av lokföraren i tid.

För koden ”dragfordon/motorvagn” är det en stor spridning på storleken av förseningarna. Vissa händelser medför en begränsning i hastighet och liknar då de förseningar som finns under koden ”avvikande sammansättning”. Andra händelser hänförs till bromsfel eller maskinfel och kan då ge merförseningar på flera timmar. ”Ingen uppgift från JF” används vanligtvis när tågen tappar tid ute på linjen utan att tågklareraren kan hitta en orsak till varför det sker. Eftersom det rör rena gångtidsförluster är merförseningarna vanligtvis små. 90 % av registreringarna är mindre än 8 minuter och över hälften är

3 minuter. Det finns dock exempel på händelser inom den här koden som orsakat merförseningar på över 8 timmar.

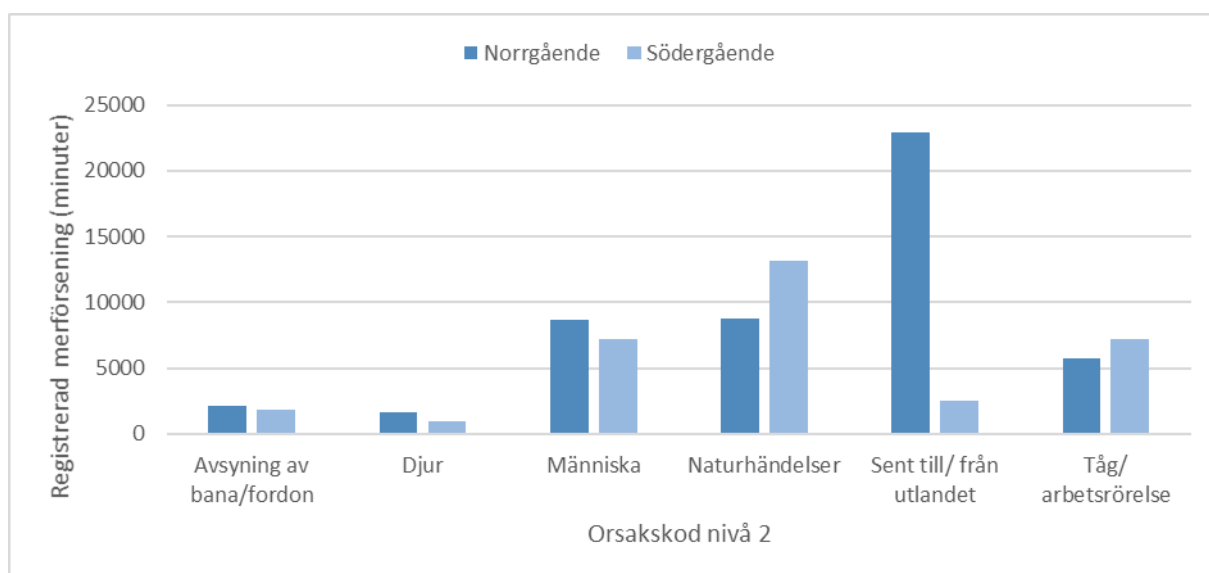
5.3.5 Olyckor/tillbud och yttre faktorer

Händelser inom kategorin ”olyckor/tillbud och yttre faktorer” leder i många fall till trafikstopp och påverkar vanligtvis många tåg. Undantaget är koden ”sent till/från utlandet”, som bara påverkar ett enskilt tåg. De olika koderna på nivå 2 presenteras i tabell 5.6.

Tabell 5.6: Koder inom kategorin olyckor/tillbud och yttre faktorer.

Kod nivå 2	Kommentar
Avsnyning av bana/fordon	Kontroll av spår, vagnar eller lok.
Djur	Djur i spår, påkörda djur.
Människa	Obehöriga i spår, påkörda personer, stopp begärt av polis.
Naturhändelser	Regn, åska, fåglar som flugit in i kontaktledningarna.
Sent till/från utlandet	Anges automatiskt för tåg som anländer sent till en gränspassage från utlandet. Stopp i utlandet som hindrar tåg från att lämna Sverige.
Tåg/arbetsrörelse	Uppkörda växlar, urspårningar, otillåten passage av stoppsignal.

Fördelningen mellan olika koder på nivå 2 visas i figur 5.10. Den största koden är ”sent till/från utlandet”. Förseningar med den koden som drabbar norrgående tåg rör även tåg som utgår från Malmö och bara går inom Sverige. Orsaken är att vagnarna ankommer med ett annat tågnummer från utlandet. De registrerade merförseningarna blir då ofta stora. Det finns också många tåg som kommer från utlandet och kör igenom Malmö för att fortsätta norrut på samma tågnummer. Merförseningen som registreras på den sträcka som analyseras blir då ganska liten, även om tågen egentligen kan vara många timmar sena. Det sker eftersom tågens försening från utlandet registreras som merförsening på den första trafikplatsen i Sverige, Peberholm, som ligger utanför sträckan. En del av de förseningar inom koden som drabbar södergående tåg uppstår även de på gränsen mot Danmark då de får stå och vänta utmed linjen på grund av att de inte kan tas emot i Danmark eller senare i Tyskland.



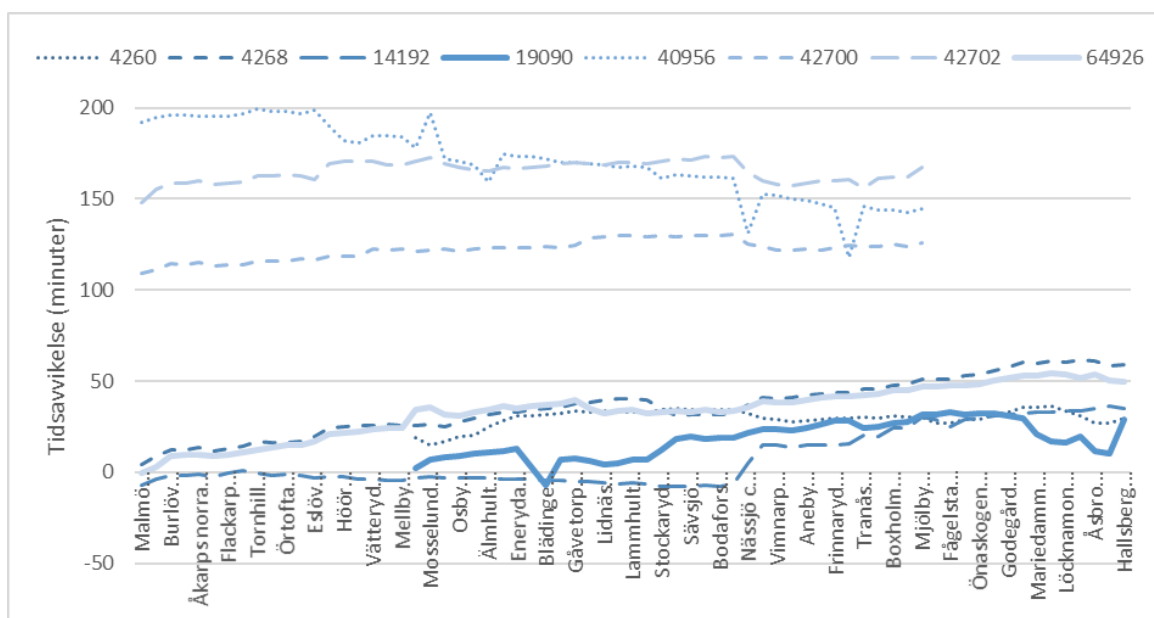
Figur 5.10: Registrerade merförseningar inom kategorin olyckor/tillbud och yttre faktorer.

Koden ”naturhändelser” inkluderar många olika problem. Ett vanligt problem som ger små merförseningar är regn i kombination med långa och tunga tåg. Det finns också många händelser som har samma symptom som händelser i kategorin ”infrastruktur”, som signal- eller kontaktledningsfel, men

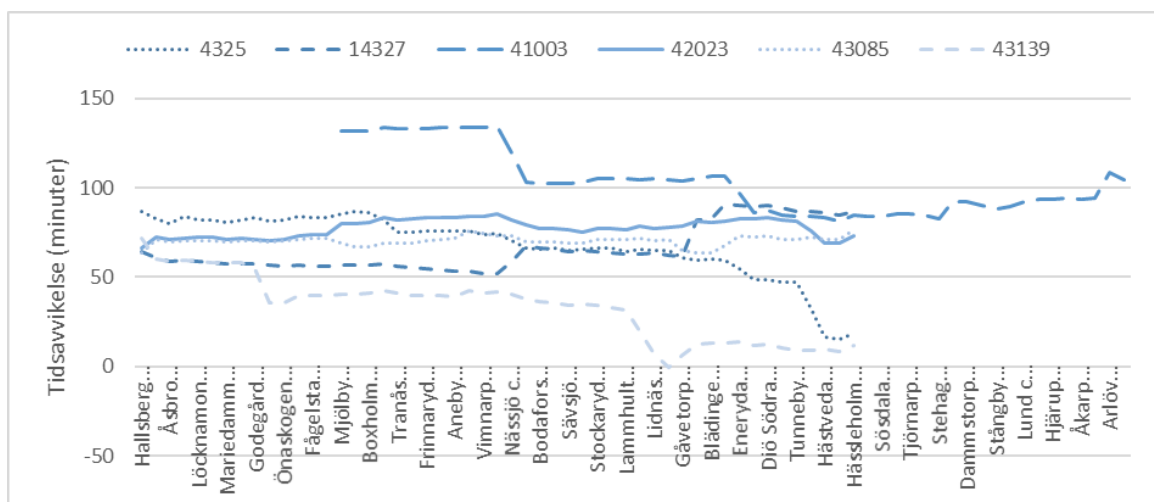
där orsaken är yttre faktorer som åska eller att fåglar flugit in i ledningar. Vid händelser med koden ”människa” blir det ofta totalt trafikstopp. I vissa fall blir konsekvensen hastighetsnedsättning på den berörda sträckan. Händelser med koden ”tåg/arbetsrörelse” medför ofta enkelspårskörning, till exempel vid en skadad växel. Händelser som kodas med ”människa” ”tåg/arbetsrörelse” påverkar vanligtvis många tåg och ger stora förseningar.

5.4 Sena tåg

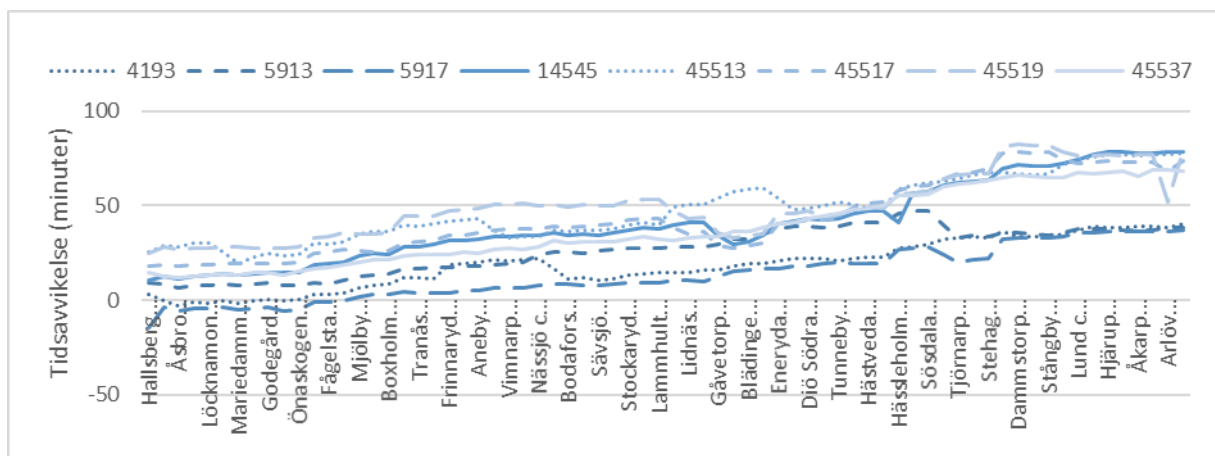
Figur 5.1 och 5.2 visar att några tågnummer i snitt framförs mer än en timme senare än sina tidtabeller. En del tågnummer är sena redan på sin första trafikplats på sträckan medan andra har relativt punktliga avgångar men har en ökande försening under sträckans gång. Figur 5.11, 5.12 och 5.13 visar några tågnummer som i snitt har problem med förseningar. Tågnumren har varierande egenskaper. Majoriteten av tågen börjar och slutar utanför sträckan som analyseras, men det finns även exempel på tåg som enbart går mellan Malmö och Hallsberg. Vissa går bara en del av sträckan, vilket även syns i figurena. Tågnumrens planerade tider på sträckan är utspridda över dygnets timmar och antalet gångdagar varierar mellan 16 och 218, där de tågnummer med flest gångdagar går varje vardag medan andra endast går en dag i veckan.



Figur 5.11: Genomsnittlig tidsavvikelse för sena norrgående tåg. Varje streck motsvarar ett tågnummer.



Figur 5.12: Genomsnittlig tidsavvikelse för sena södergående tåg som bibehåller eller minskar förseningen från första trafikplatsen. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

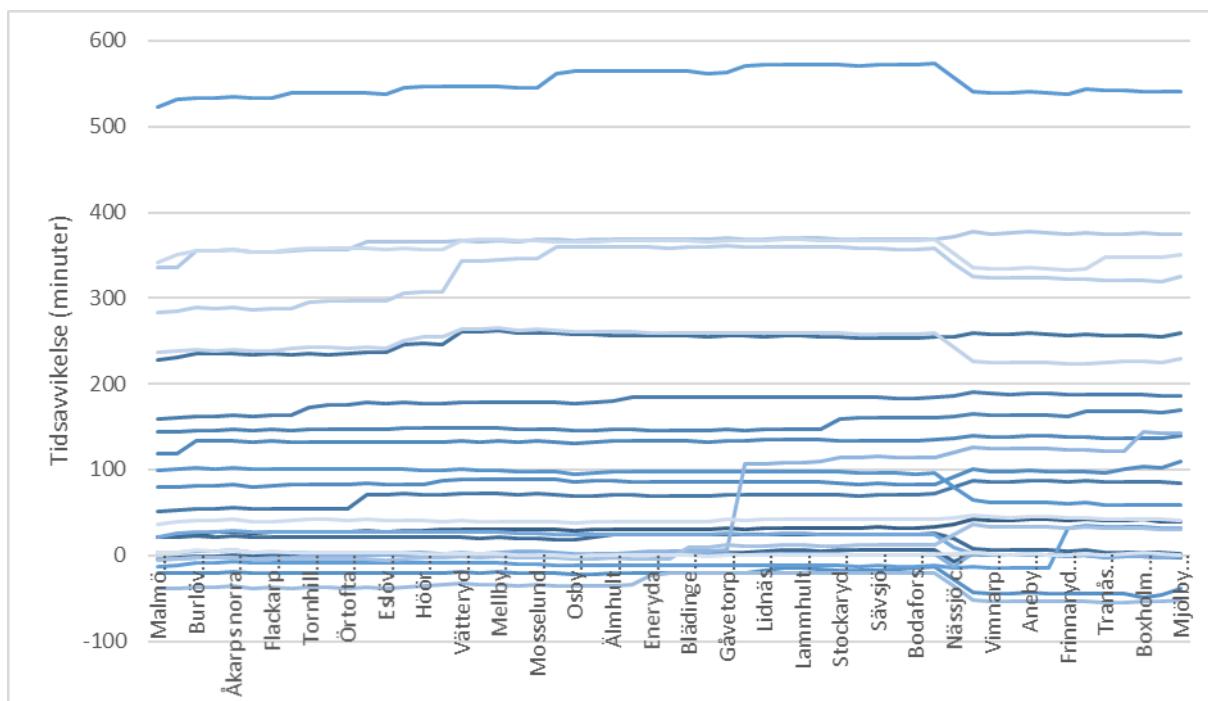


Figur 5.13: Genomsnittlig tidsavvikelse för sena södergående tåg som ökar sin försening från första trafikplatsen. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

I följande kapitel fördjupas analysen av några tågnummer genom att titta på hur de enskilda tågen framförs. De utvalda tågnumren är de som tydligt visar mönster över hur tågen blir försenade och är främst tågnummer som går en eller ett par dagar i veckan. Samma mönster finns även för tågnummer som går alla vardagar eller dagligen, men de graferna är inte lika tydliga på grund av antalet enskilda tåg.

5.4.1 Tåg med bibehållen eller minskande försening

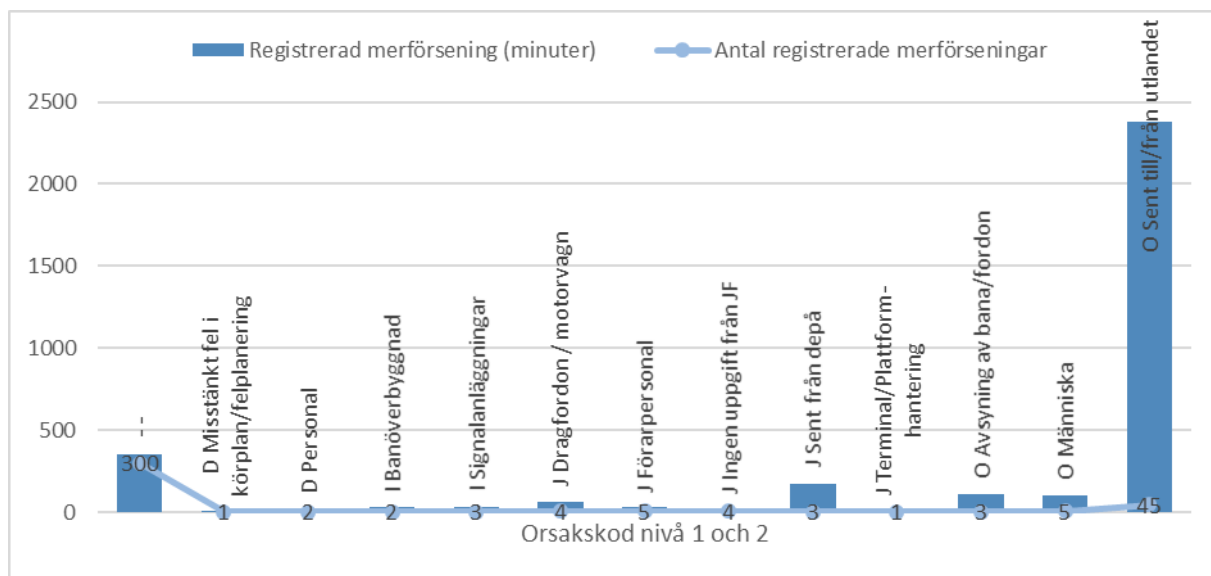
Det förekommer tågnummer som kommer in på sträckan med en stor försening. Ett av dem är 42700, som i genomsnitt för alla 24 tåg inom det tågnumret under tågplan 2019 avgår med en försening på över 100 minuter från Malmö godsbangård. Figur 5.14 visar tidsavvikelsena för de enskilda tågen inom tågnumret. Tågen har ett planerat uppehåll i Nässjö som vissa gånger inte används, vilket gör att förseningen minskar. I övrigt är förseningarna relativt oförändrade längs sträckan.



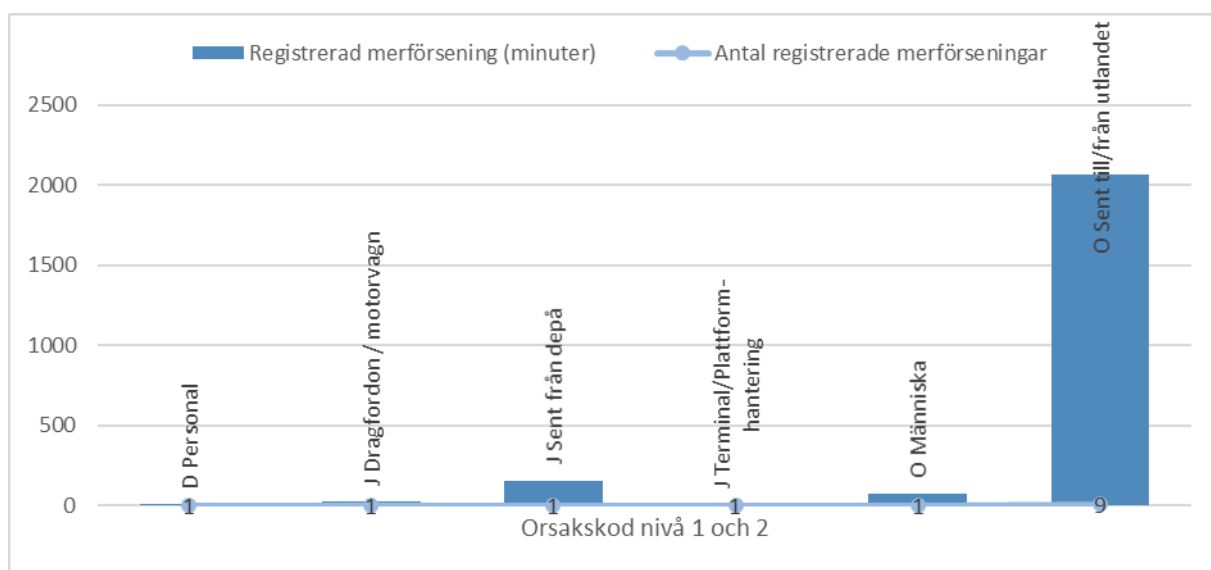
Figur 5.14: Tidsavvikelser för tågnummer 42700. Varje streck motsvarar ett tåg.

I Figur 5.15 visas de orsakskoder som har registrerats för tågnummer 42700. De merförseningar som inte har någon kod, längst till vänster i figuren, är de där tågen tappar en eller två minuter gentemot tidtabellen. De allra flesta förseningsminuterna hänförs till koden ”sent till/från utland”. En stor del av dem har

registrerats i Malmö, vilket kan ses i figur 5.16. Det innebär att de stora avgångsförsejingarna till stor del beror på saker som skett utanför Sveriges gränser, då tåget har sin utgångsstation utomlands. De drygt 2 000 försejningsminuterna i Malmö med koden ”sent till/från utland” är fördelade på nio olika tåg. Sett till hela sträckan kopplas 40 av de 45 registreringarna med ”sent från utland” till de nio tågen, motsvarande 2 343 av 2 379 merförsejningsminuter.

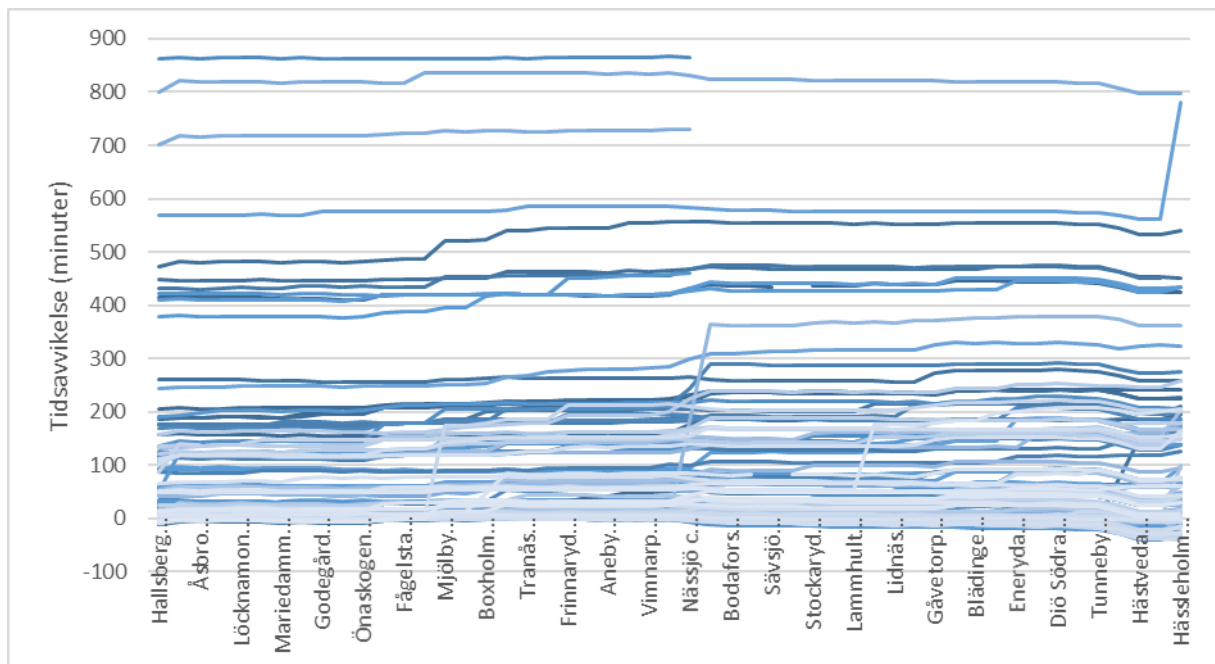


Figur 5.15: Registrerade merförsejningar för tågnummer 42700 på sträckan Malmö – Hallsberg.



Figur 5.16: Registrerade merförsejningar för tågnummer 42700 vid Malmö godsbangård.

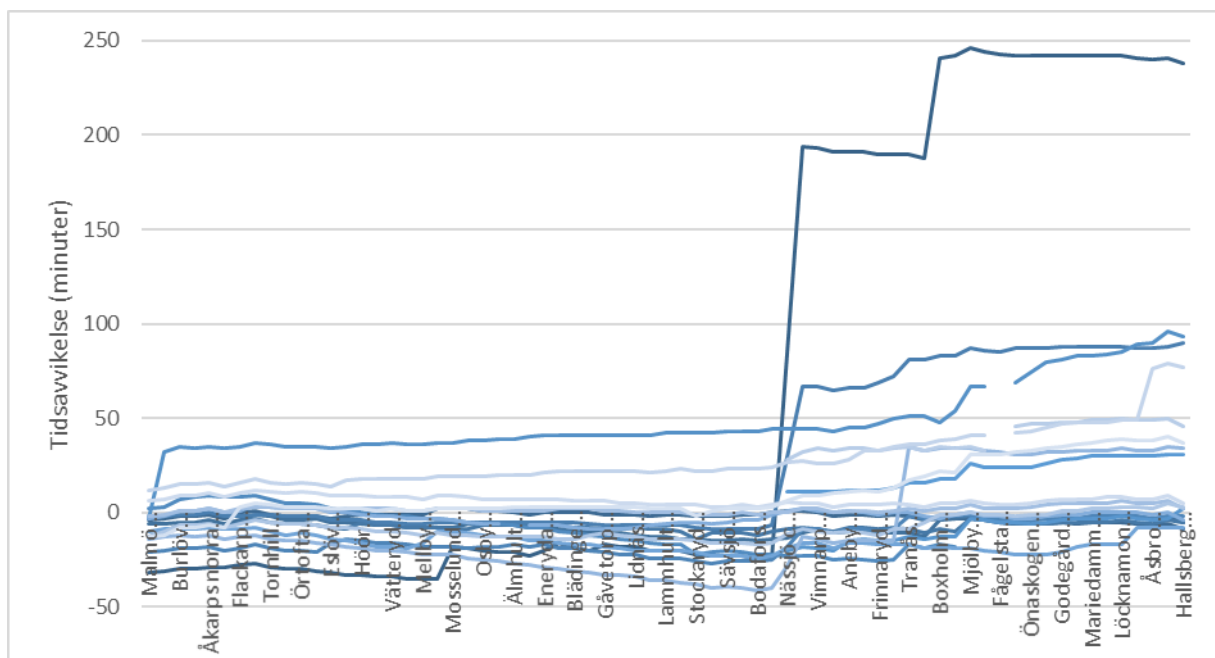
Tågnummer 42023 har liksom tågnummer 42700 en relativt oförändrad försejning på sträckan. Figur 5.17 visa avvikelserna för de enskilda tågen. Tågnummer 42023 utgår från Ånge och det tillhörande tåguppdraget börjar redan i Luleå. Vid avgång från Hallsberg är den totala tidsavvikelsen för samtliga tåg nästan 12 000 minuter, men endast knappt 250 minuter är rapporterade som merförsejning. Försejningen från Hallsberg är alltså till stor del ett resultat av vad som har skett på sträckan mellan Luleå och Hallsberg.



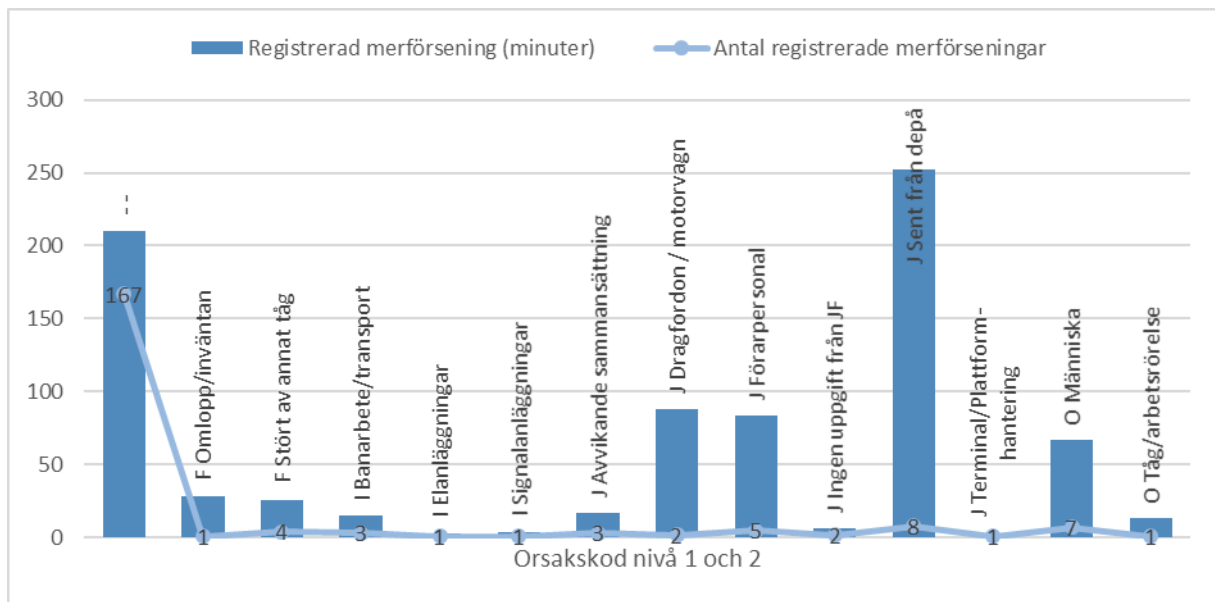
Figur 5.17: Tidsavvikelser för tågnummer 42023. Varje streck motsvarar ett tåg.

5.4.2 Tåg med ökande försening

Hos de tågnummer som i figur 5.11 och 5.13 visar en trend där förseningen ökar längs med sträckan finns det två olika mönster för de enskilda tågen. Den ena varianten är där tågen försenas vid vissa specifika trafikplatser. Ett exempel på det är tågnummer 14192. De flesta tågen går jämnt med, eller före, tidtabellen medan några enstaka tåg får större förseningar som skapar hack i grafen liknande trappsteg. Hur det ser ut visas i figur 5.18. Orsakerna till förseningarna, presenterade i figur 5.19, varierar och inkluderar bland annat obehöriga i spår, sena förare och fel på dragfordon.

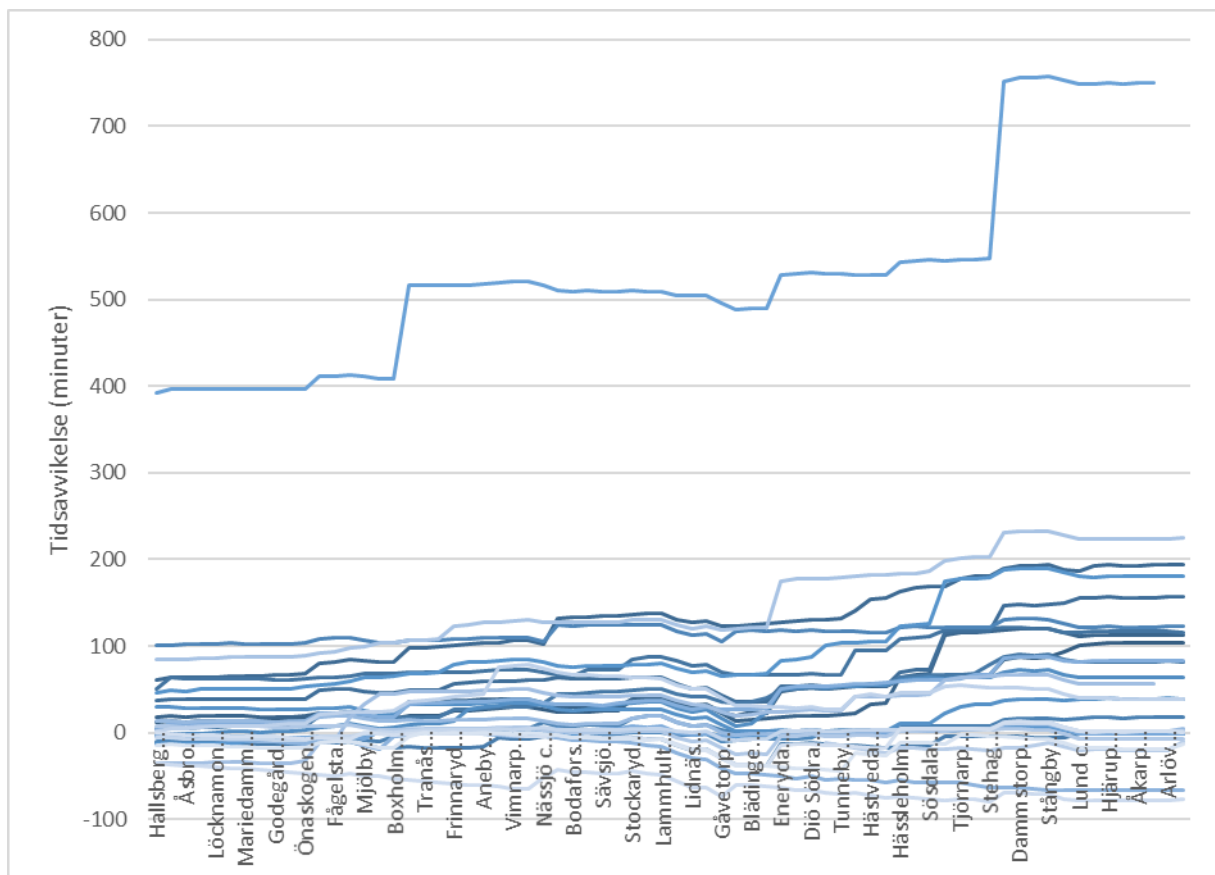


Figur 5.18: Tidsavvikelser för tågnummer 14192. Varje streck motsvarar ett tåg.

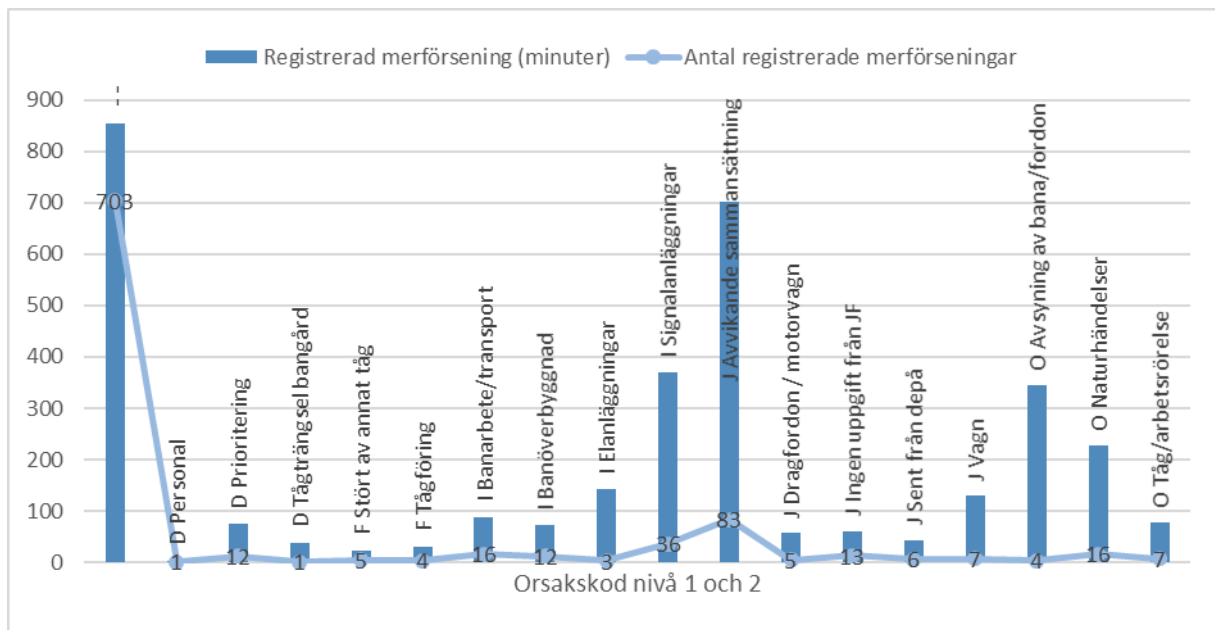


Figur 5.19: Registrerade merförsteningar för tågnummer 14192.

Tågen inom tågnummer 45513, visade i figur 5.20, har liknande mönster. Många enskilda tåg har fått merförsteningar på 5-15 minuter på flera olika platser under sträckans gång som resulterar i stora merförsteningar vid ankomst till Malmö. Orsakskoderna visar att det ofta är samma försteningshändelse som påverkar ett tåg flera gånger, snarare än att ett enskilt tåg påverkas av flera olika händelser. Orsakerna är ofta avvikande sammansättning, olika typer av infrastrukturfel eller olyckor, vilket ses i figur 5.21.



Figur 5.20: Tidsavvikelser för tågnummer 45513. Varje streck motsvarar ett tåg.

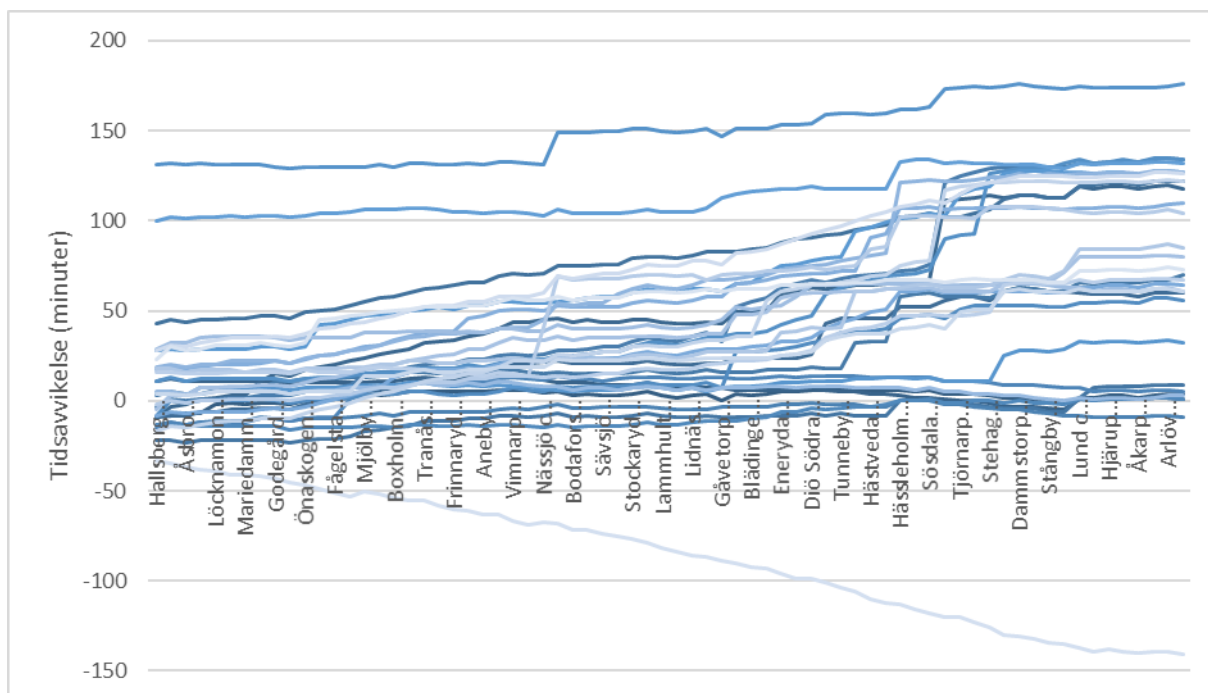


Figur 5.21: Registrerade merförsteningar för tågnummer 45513.

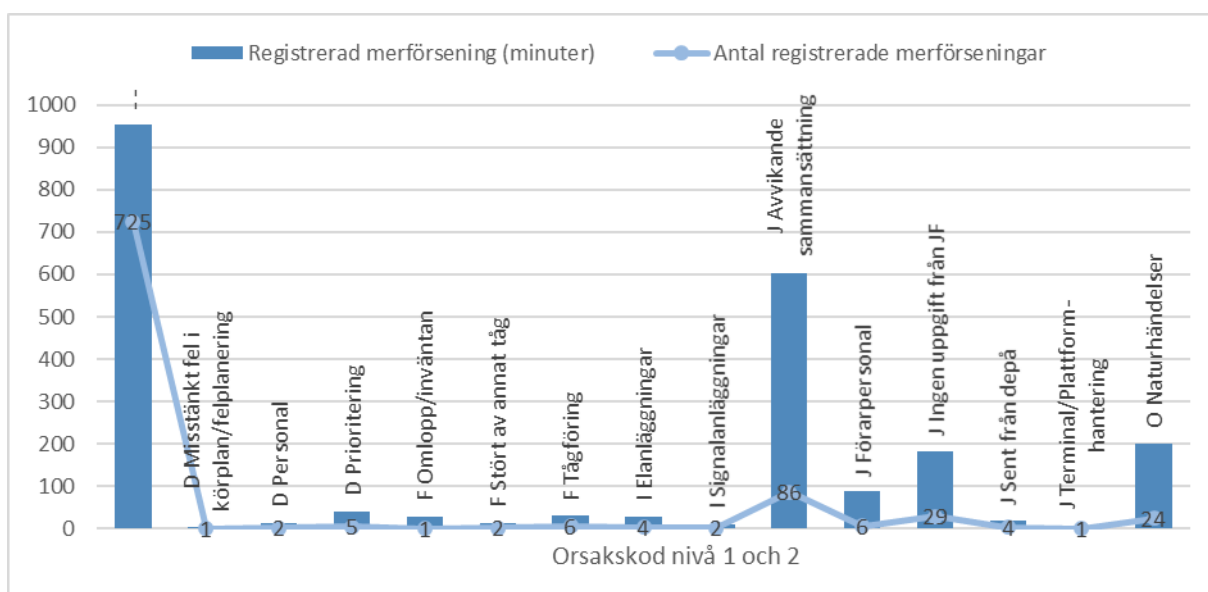
Då infrastrukturfel vanligtvis är geografiskt begränsade betyder det att de senare merförsteningarna beror på att tåget blir nedprioriterat eller får en ny mötesbild för att det tappat sin kanal. Som exempel kan tåget den 12 december nämnas. Tåget drabbas av en förstening på grund av ett signalfel på en trafikplats strax norr om Hallsberg och kommer därför in på sträckan med en förstening på knappt 20 minuter. Redan i Skymossen, trafikplatsen efter Hallsberg, utökas den försteningen till 44 minuter. Totalt får tåget 120 minuters merförstening registrerad på sträckan från Hallsberg till Malmö hänfört till signalfelet norr om Hallsberg.

”Avvikande sammansättning” är en orsak där det är svårare att säga om ytterligare registreringar till en tidigare händelse är en följd av sammansättningen eller den tidigare försteningen. Ett tungt tåg kan till exempel bli några minuter sent i början av sträckan och få en annan mötesbild, på samma sätt som vid infrastrukturfel, och på grund av det bli ytterligare förstemat senare på sträckan. Det kan också vara så att tåget utan påverkan från andra tåg går långsammare än planerat på flera delsträckor, vilket innebär att de senare registreringarna också direkt kan hänföras till den avvikande sammansättningen.

En annan variant av ökande försteningar är när tågen tappar ett fåtal minuter på ett stort antal trafikplatser. Ett exempel på det är tågnummer 45537, som syns i figur 5.22. Tågen inom tågnummer 45537 har till stor del små merförsteningar på en eller två minuter, vilka representeras av stapeln utan orsakskod längst till vänster i figur 5.23. Det finns dock inget förstemat tåg som enbart har merförsteningar som är under tre minuter utan alla har minst en orsakskod registrerad under sträckan. En majoritet av tågen har samma kod registrerad på flera platser, vilket är särskilt vanligt för koderna ”avvikande sammansättning”, ”ingen uppgift från JF” och ”naturhändelser”. I kommentarerna till händelserna ses att symptomen ofta är de samma för de olika koderna, nämligen att tågen tappar tid ute på linjen. Koden ”avvikande sammansättning” används ibland utan ytterligare förklaring, liksom ”ingen uppgift från JF”. I andra fall är orsaken bakom ”avvikande sammansättning” att tåget är tungt. Tunga tåg anges också i kommentarerna till de flesta registreringarna av koden ”naturhändelser”, ibland i kombination med halka på spåret.



Figur 5.22: Tidsavvikelser för tågnummer 45537. Varje streck motsvarar ett tåg.



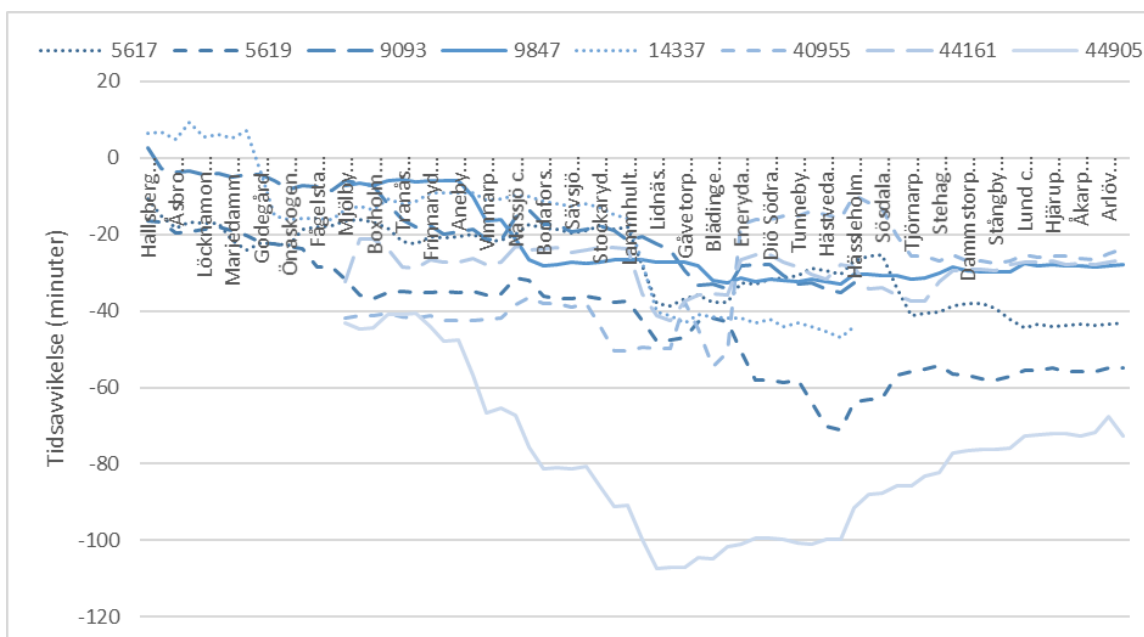
Figur 5.23: Registrerade merförsteningar för tågnummer 45537.

5.5 Tidiga tåg

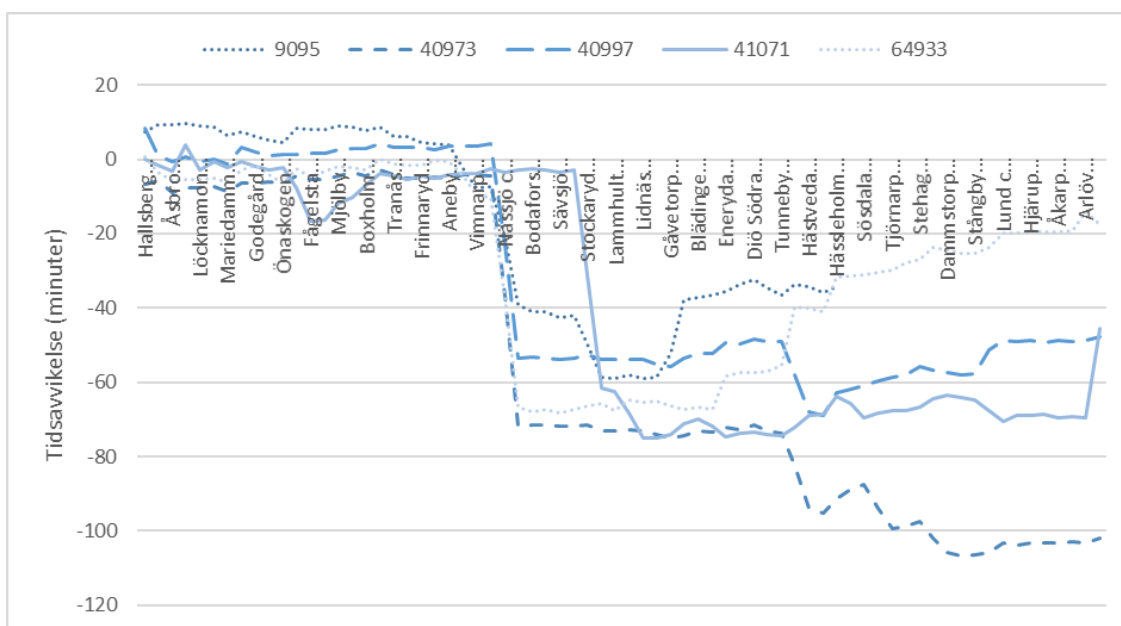
Tidiga tåg uppkommer när tåg avgår från sin utgångsstation tidigt eller kör snabbare än planerat under sträckans gång. För de tåg som minskar sin tidsavvikelse under resan finns två skilda mönster. Vissa tåg har en kurva som lutar nedåt under hela sträckan, vilket tyder på att de sparar tid successivt under resans gång. Andra tåg har till stor del en platt kurva och sedan någon eller några enskilda punkter där avvikelsen minskar rejält. Nedan visas fyra figurer, 5.24 – 5.27, med några av de tåg som utmärker sig i figur 5.1 och 5.2.

Figur 5.24 visar några tågnummer som i snitt har en större tidsavvikelse i slutet av sträckan jämfört med tidsavvikelsen i början. Det finns också två tågnummer, 40955 och 44161, som inte ökar sin tidsavvikelse men de ligger ändå i snitt mer än en halvtimme före sin tidtabell. I Figur 5.25 visas tågnummer som tar

mycket tid vid en enskild trafikplats. De tågnumren har alla en relativt punktlig avgång i Hallsberg men alla utom 64933 är väldigt tidiga vid ankomsten till sin sista trafikplats på sträckan.



Figur 5.24: Genomsnittlig tidsavvikelse för tidiga södergående tåg. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

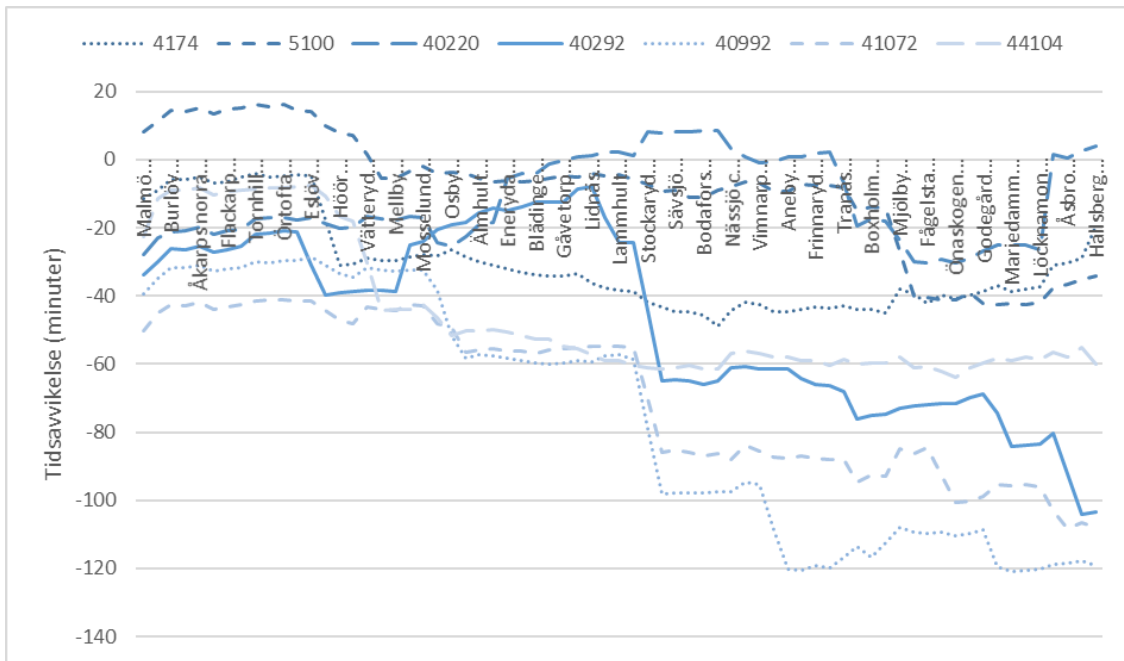


Figur 5.25: Genomsnittlig tidsavvikelse för tidiga södergående tåg som ökar avvikelserna markant vid en enskild trafikplats. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

I figur 5.26 finns tågnummer av båda typerna. Tågnummer 40292, 40992 och 41072 ökar sina genomsnittliga tidsavvikelser med mellan 30 och 40 minuter i Stockaryd. De tre tågnumren går också i snitt tidigt från Malmö. Tågnummer 44104 har ett liknande mönster, men tar in tid redan i Vätteryd istället för Stockaryd. Tågnummer 4174 tar successivt tid under sträckans gång och har en genomsnittlig avvikelse på nästan 50 minuter innan Nässjö. Tågnummer 5100 har ett liknande mönster fram till Mjölby. Där ökar 5100 sin tidsavvikelse och slutar på en större negativ tidsavvikelse än 4174, trots att 5100 i snitt avgår sent från Malmö.

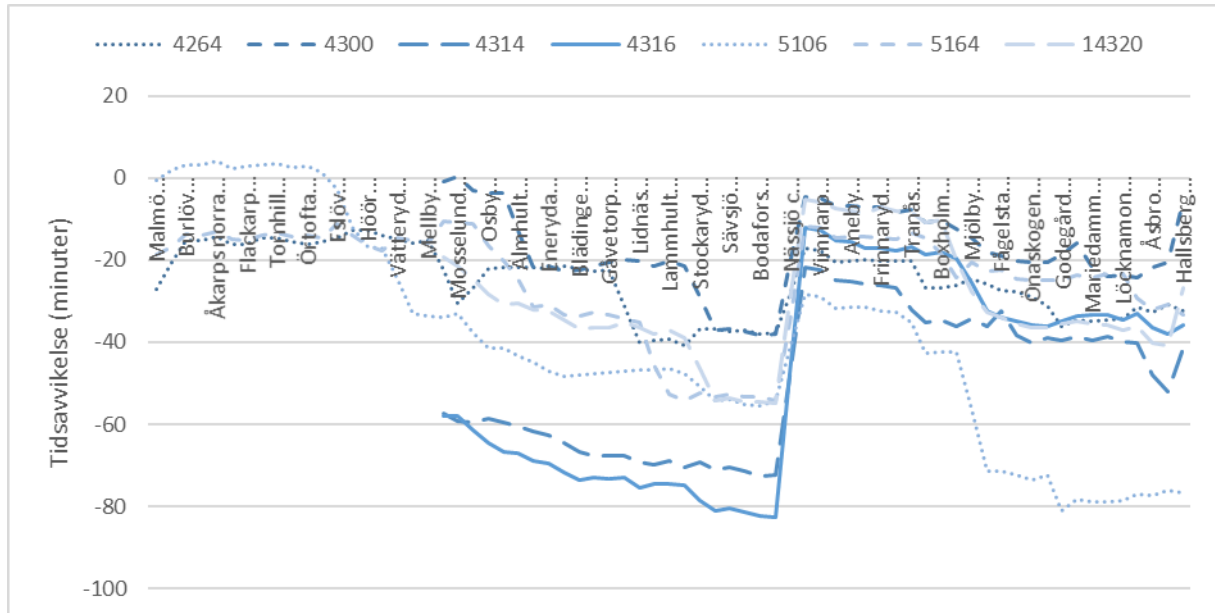
Det sista tågnumret i figuren, 40220, följer inte något av de två nämnda mönstren. I snitt går tågnumret snitt en halvtimme tidigt från Malmö. Strax innan Nässjö är tåget i snitt försenat med 10 minuter, för att

sedan vara en halvtimme tidigt strax efter Mjölby igen. Innan ankomst till Hallsberg hinns tåget tappa så mycket tid att det blir försenat igen.



Figur 5.26: Genomsnittlig tidsavvikelse för tidiga norrgående tåg. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

Figur 5.27 visar sju tågnummer som ökar sin negativa tidsavvikelse från den första trafikplatsen på sträckan fram till Nässjö, där avvikelserna minskar kraftigt. Tågnumren ökar sedan sin tidsavvikelse efter Nässjö på väg mot Hallsberg.

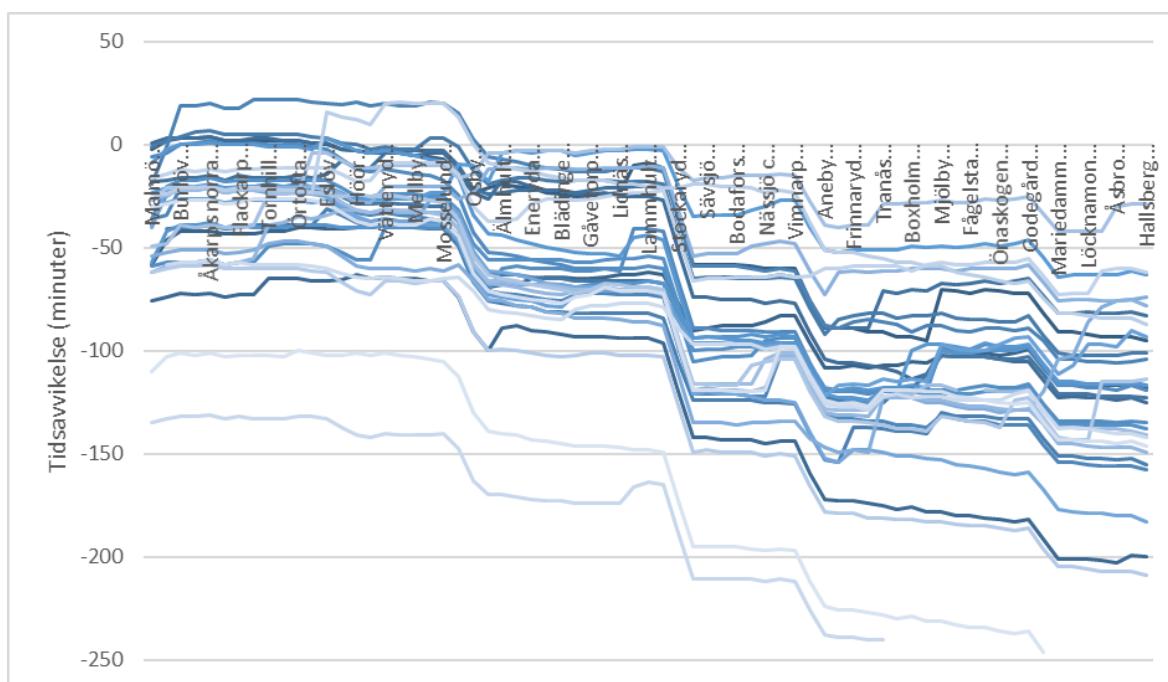


Figur 5.27: Genomsnittlig tidsavvikelse för tidiga norrgående tåg som tappar tid i Nässjö. Varje streck motsvarar ett tågnummer.

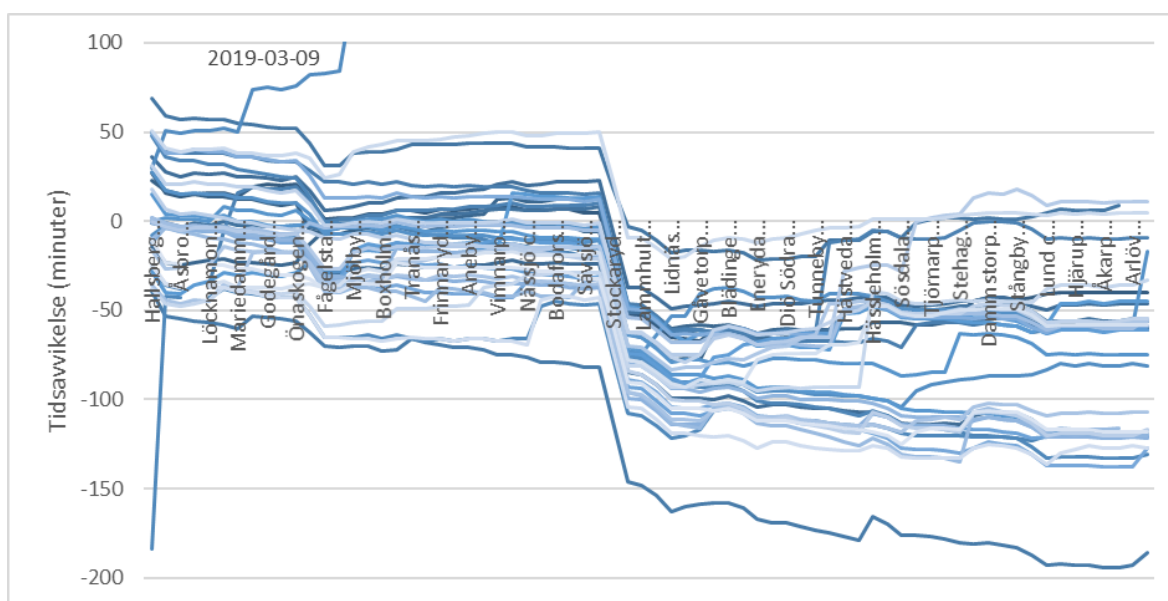
De tågnummer som presenteras ovan har liksom de sena tågen varierande egenskaper. De går olika tider på dygnet, har varierande antal gångdagar och går olika sträckor i helhet. Jämfört med de sena tågen är det dock en större andel tåg som bara går mellan Malmö och Hallsberg och inte börjar eller slutar utanför sträckan. Det är också fler tåg som endast går en dag i veckan. Majoriteten av tågen går enbart lördagar eller söndagar. På samma sätt som för de sena tågen analyseras orsakerna till avvikelserna djupare i följande kapitel genom att titta på enskilda tåg inom specifika tågnummer.

5.5.1 Tåg med ett stort uppehåll

Figur 5.28 och 5.29 visar två tågnummer, ett norrgående och ett södergående, som kör sträckan Malmö – Hallsberg på lördagar. Båda tågnumren tar in mycket tid vid en enskild trafikplats, Stockaryd. De flesta tågen i tågnummer 40992 tar även in tid i Hästveda (mellan Mosselund och Osby), Flisby (mellan Vinnarp och Aneby) och Jakobshyttan (mellan Godegård och Mariedamm). För tågnummer 41071 tar många tåg in tid i Motala (mellan Önaskogen och Fågelsta), Grevaryd (mellan Lammhult och Lidnäs) och Tornhill (mellan Stångby och Lund c) utöver Stockaryd. Gemensamt för alla nämnda trafikplatser är att tågen har planerade uppehåll i tidtabellen. Uppehållen i Stockaryd är planerade för att föraren ska ha rast. De övriga uppehållen har inte någon trafikaktivitet vilket innebär att de är planerade av tidtabellstekniska skäl, till exempel för att vänta på ett möte eller en förbigång. I majoriteten av fallen har tågen samma registrerade ankomst- och avgångstid till de platserna, vilket indikerar att de har kört rakt igenom utan att stanna.



Figur 5.28: Tidsavvikelser för tågnummer 40992. Varje streck motsvarar ett tåg.

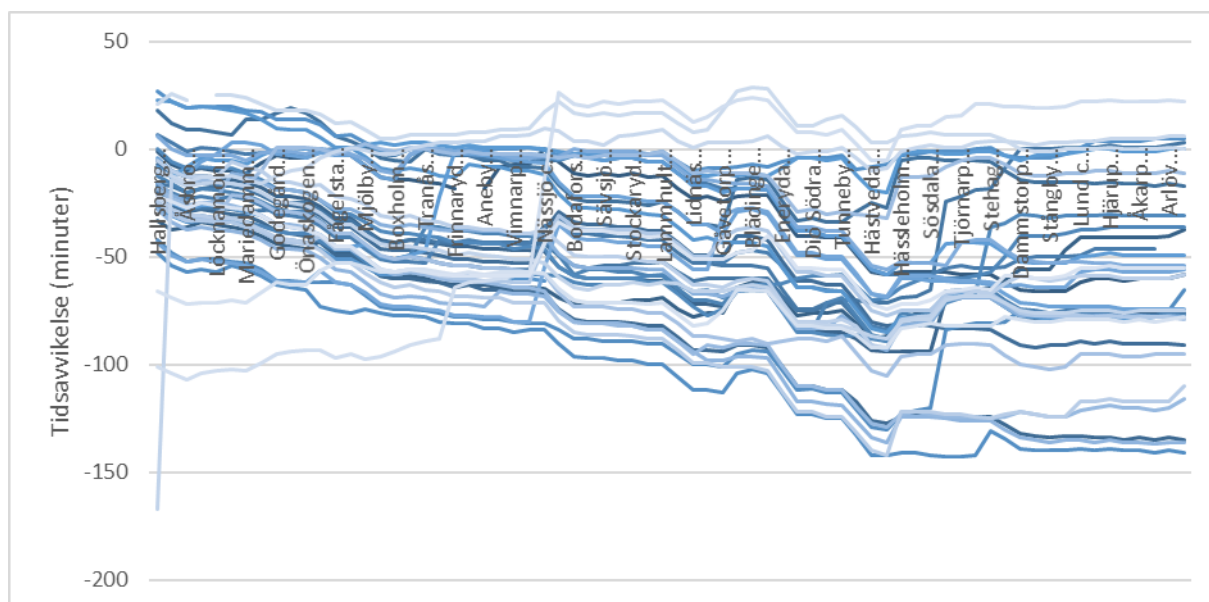


Figur 5.29: Tidsavvikelser för tågnummer 41071. Varje streck motsvarar ett tåg. Den 9 mars drabbas tåget av lokfel som medförde att det blir över 200 minuter försenat.

Det kan också noteras att tågnummer 40992 ofta avgår tidigt. I snitt är tåget nästan 40 minuter tidigt från Malmö, med en standardavvikelse på 30 minuter. Vid ankomst till Hallsberg är tåget i snitt två timmar tidigt med en standardavvikelse på 40 minuter. Tågnummer 41071 avgår i snitt på den planerade avgångstiden, men standardavvikelsen är 42 minuter. Vid ankomst i Malmö är tågnumret i snitt 45 minuter tidigt. Standardavvikelsen där är så hög som 137 minuter. För 41071 finns två dagar som sticker ut. En av dem är den 9 mars, som syns i grafen nedan, där tåget är nästan 4 timmar sent till Malmö. Ett annat tåg ligger före tidtabellen hela vägen till Burlöv. I Burlöv är tåget nästan två timmar tidigt. På nästa trafikplats, Arlov, saknar tåget utförd tid. Ankomsten till Malmö är sedan registrerad 11 timmar efter planerad tidtabell efter ett önskemål från järnvägsföretaget. Med de två tågen exkluderade är tågnumrets genomsnittliga avvikelse vid ankomst -75 minuter och standardavvikelsen 47 minuter.

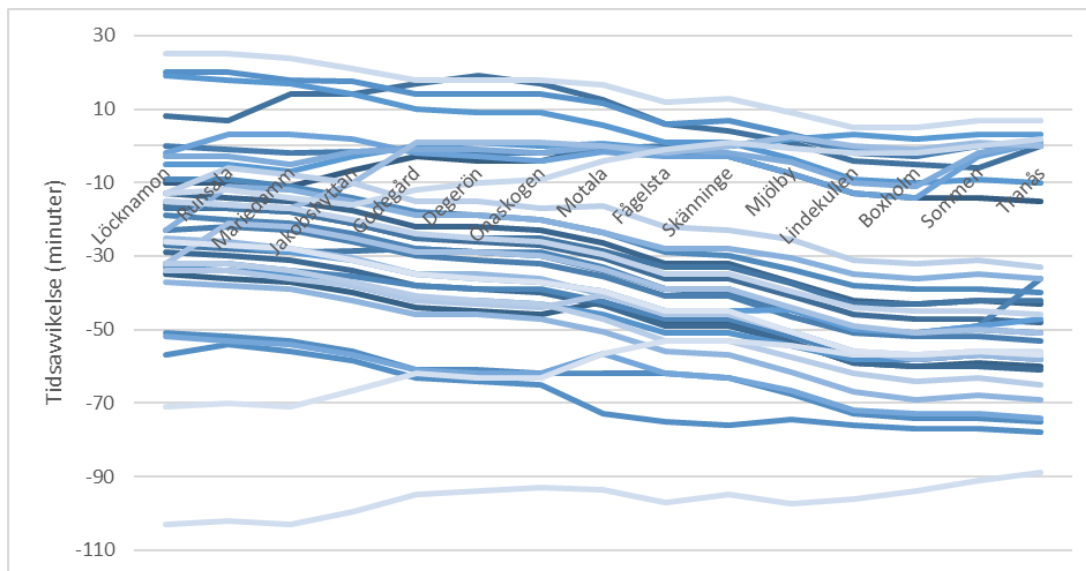
5.5.2 Tåg med många små uppehåll

Tågnummer 5100, 5619 och 41072 är också i snitt tidiga till sin slutstation. Alla tåg kör hela sträckan mellan Malmö och Hallsberg och har flera mindre planerade uppehåll i sina tidtabeller. Tågnummer 5619 har nio planerade uppehåll längs sträckan med uppehållstider på mellan 2 och 15 minuter. Totalt är 59 minuter inlagt i tidtabellen för uppehåll. Endast ett av uppehållen har trafikaktivitet, ett personalbyte i Nässjö. Tidsavvikelserna för varje enskilt tåg visas i figur 5.30.



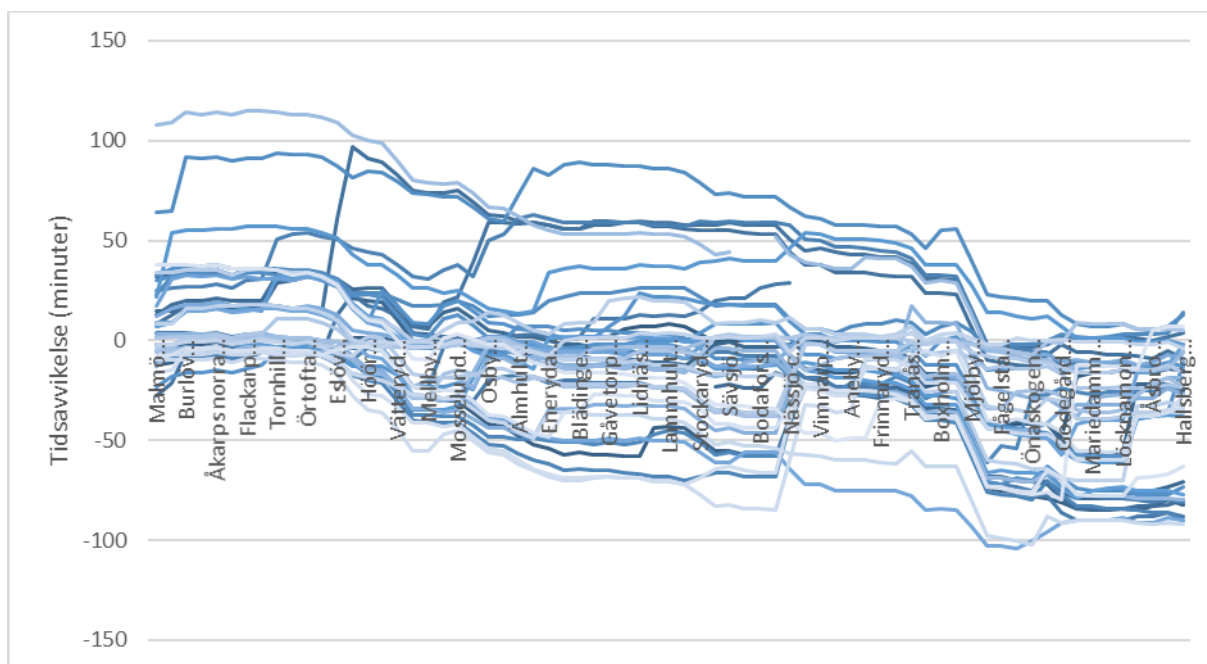
Figur 5.30: Tidsavvikelse för tågnummer 5619. Varje streck motsvarar ett tåg. Den 5 oktober syns inte i figuren, då tåget avgår över 100 minuter sent från Hallsberg på grund av att förare saknades och förseningen håller sig på den nivå under hela sträckan.

Det första uppehållet är i Jakobshyttan och där sker en uppdelning av tågen, vilket kan ses i figur 5.31. De tåg som ligger mellan 10 och 60 minuter före sin tidtabell kör igenom utan stopp och ökar då sin avvikelse mot tidtabellen. De två tåg som varit tidigare än så har fått stå lite längre än planerat, men är fortfarande långt före tidtabellen i Gävetorp. De tåg som ligger bara några få minuter före tidtabellen får också vänta några minuter extra och är sedan nära tidtabellen i Gävetorp. Nästa uppehåll är i Motala (mellan Örnaskogen och Fågelsta). Där sker en liknande uppdelning som i Jakobshyttan. De tåg som kommit nära tidtabellen efter Jakobshyttan håller sig vid tidtabellen även efter Motala, medan de som kunnat gå före tidtabellen i Jakobshyttan slipper uppehållet även i Motala. Det tredje uppehållet är i Mjölby. Där syns inte samma uppdelning, utan de flesta tågen kan rulla igenom och hamnar ytterligare lite före sin tidtabell. Detsamma gäller för uppehållen längre fram på sträckan. I snitt avgår 5619 17 minuter tidigt från Hallsberg. I Malmö har avvikelsen utökats till i snitt 57 minuter före tidtabell. Här kan det noteras att den tilldelade avgångstiden från Hallsberg är 46 minuter efter den ansökta avgångstiden.



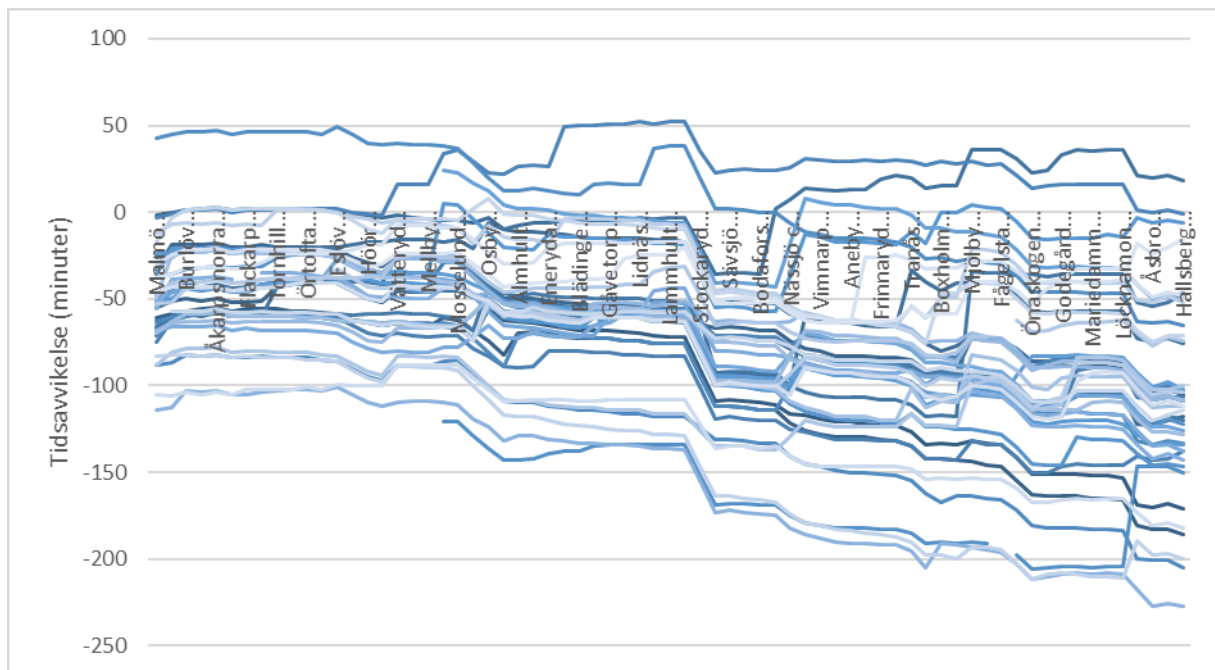
Figur 5.31: Tidsavvikelser för tågnummer 5619 på sträckan Löcknamon – Tranås. Varje streck motsvarar ett tåg.

Tågnummer 5100 och 41072, som visas i figur 5.32 respektive 5.33, har en liknande situation som 5619. 5100 har tio uppehåll på mellan 3 och 29 minuter som totalt ger 104 minuter stillastående tid. Två uppehåll på totalt 22 minuter har trafikaktivitet. Det längsta uppehållet är i Mjölby och det är också där tågen tar mest tid. Tågnummer 41072 har 85 minuter stillastående tid fördelade på 7 uppehåll. Även här har två uppehåll trafikaktivitet, motsvarande totalt 39 minuter. Ett av de uppehållen är 30 minuter i Stockaryd som är planerat för att föraren ska ha rast, vilket också är det längsta uppehållet på sträckan.



Figur 5.32: Tidsavvikelser för tågnummer 5100. Varje streck motsvarar ett tåg.

Tågnummer 41072 går ofta för tidigt redan från Malmö medan tågnummer 5100 har fler tåg som går efter sin planerade tidtabell. I snitt avgår 41072 50 minuter tidigt medan 5100 i snitt har en avgång nio minuter efter sin tidtabell. Vid ankomst i Hallsberg är 5100 istället i snitt 34 minuter tidigt. Motsvarande siffra för år 41072 är 108 minuter.



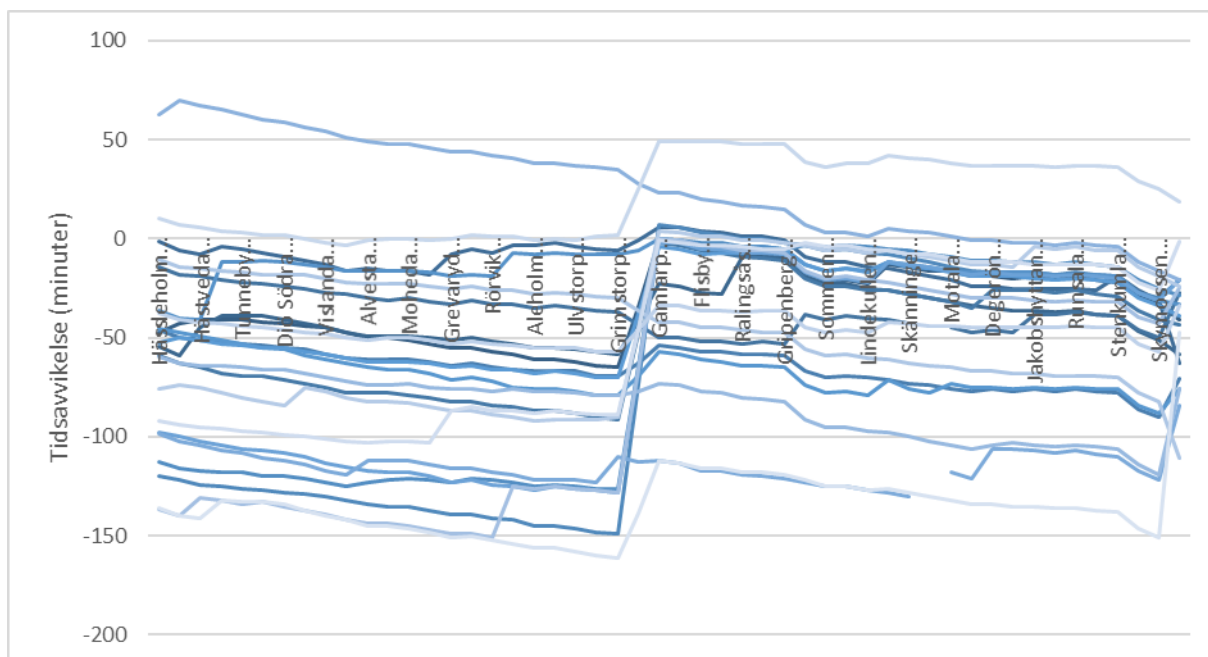
Figur 5.33: Tidsavvikelser för tågnummer 41072. Varje streck motsvarar ett tåg.

5.5.3 Tåg som tar in tid på linjen

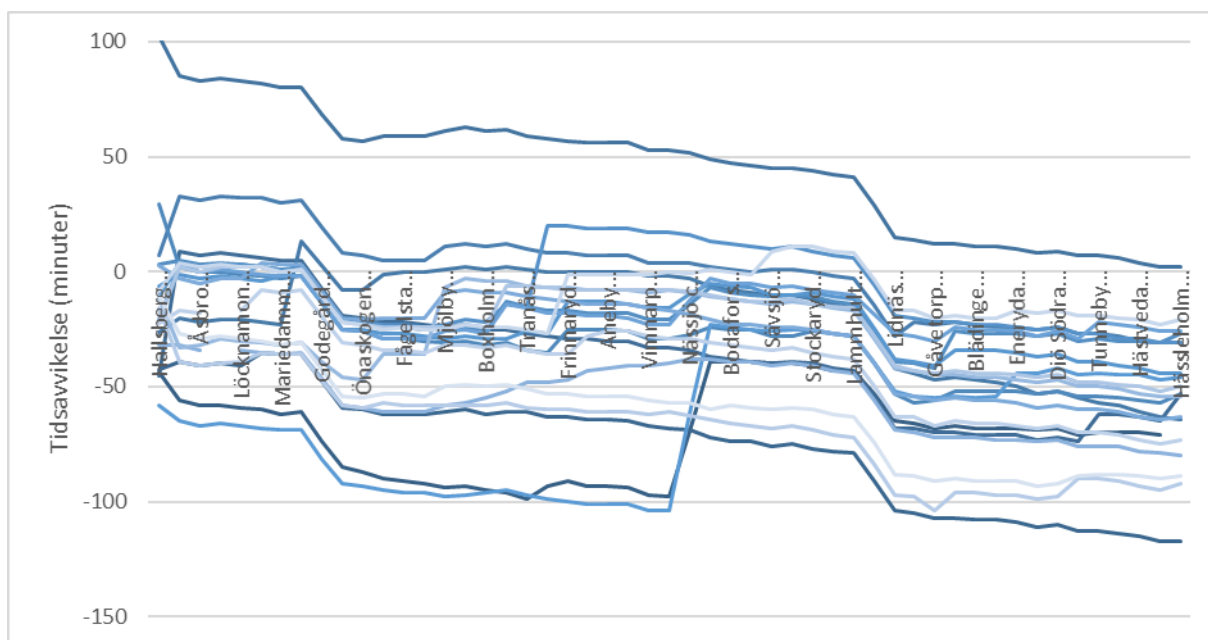
Det finns även tåg som går tidigt utan att ha många eller stora planerade uppehåll. Tågnummer 4314 och 14337 är exempel på det. 4314 går sträckan Helsingborg – Bastuträsk med avgång på lördagar mellan juli och december. Det innebär att tågen kommer in på sträckan Malmö – Hallsberg i Hässleholm och passerar sedan alla trafikplatser upp till Hallsberg. Tågnummer 14337 går samma sträcka i motsatt riktning, med avgång på söndagar i samma tidsperiod. Tidsavvikelserna för de enskilda tågen visas i figur 5.34 och 5.35.

Tågnummer 4314 har endast ett planerat uppehåll på sträckan, vilket är i Nässjö (mellan Grimstorp och Gamlarp). Upphållet är 13 minuter och då genomförs ett förarbyte. Något som kan noteras är att tågen, till skillnad från vad som setts tidigare, inte hamnar längre före tidtabellen efter uppehållet utan snarare tvärtom. Dock ses tydligt i figur 5.34 att tågen tar in tid längs med sträckan. Tågen framförs lite snabbare än planerat och sparar en eller två minuter per trafikplats som passeras. Extremfallet är det tåg som kommer in på sträckan över en timme försenat men som trots det ankommer Hallsberg 20 minuter före tidtabellen.

Tågnummer 14337 har tre planerade uppehåll mellan Hallsberg och Hässleholm, ett förarbyte på 3 minuter i Nässjö och två längre uppehåll utan trafikaktivitet i Godegård och Grevaryd på 17 respektive 20 minuter. I Nässjö har de tidigaste tågen samma mönster som tågnummer 4314 då de kommer närmare sin tidtabell efter trafikplatsen. De två längre uppehållen används aldrig enligt planen utan tågen står istället en kortare period eller kör förbi trafikplatserna utan att stanna. Generellt har tågen nedåtlutande kurvor i figur 5.35, vilket visar att de precis som tågnummer 4314 tar någon minut per trafikplats.



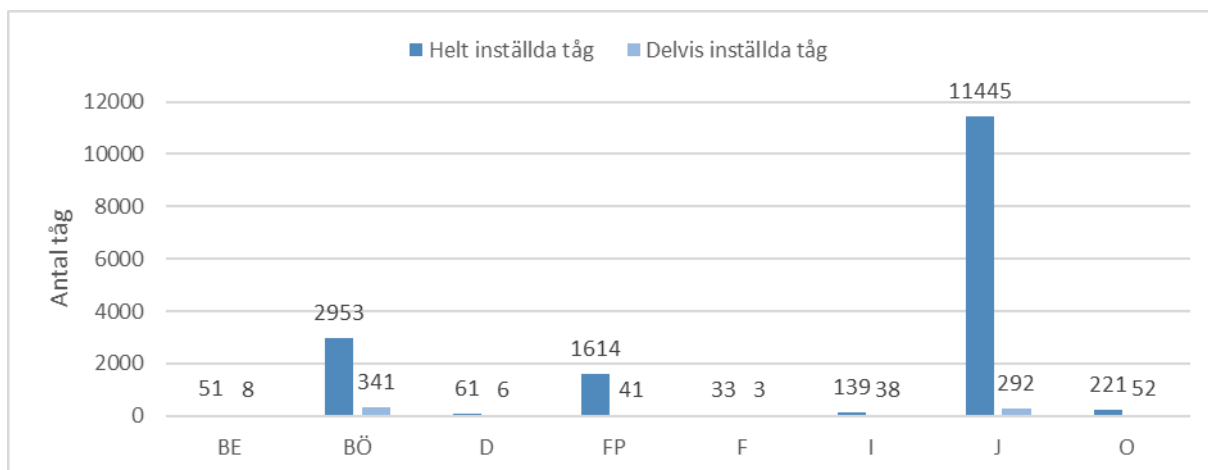
Figur 5.34: Tidsavvikelser för tågnummer 4314. Varje streck motsvarar ett tåg.



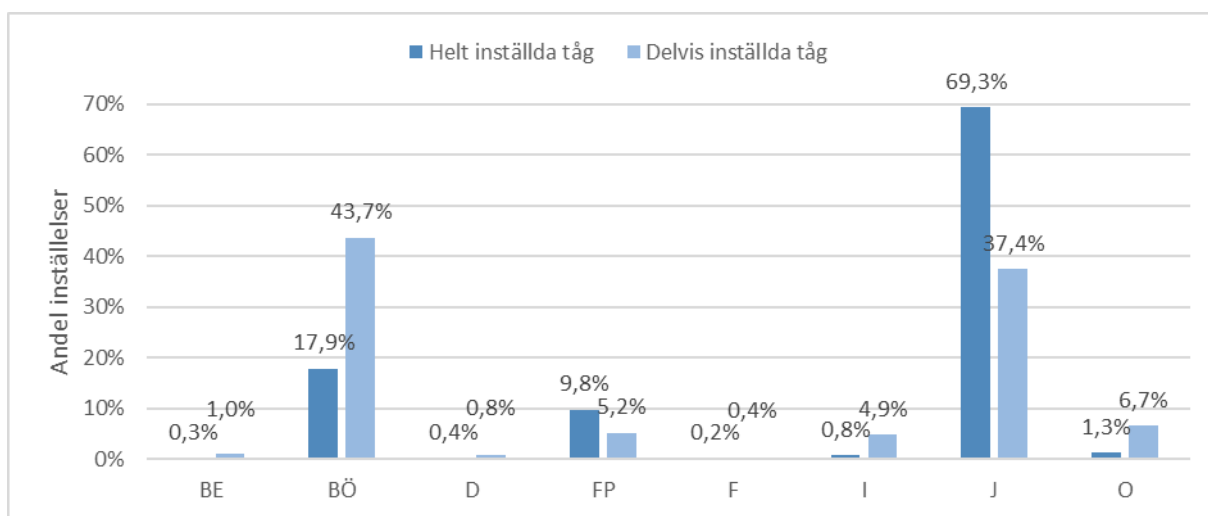
Figur 5.35: Tidsavvikelser för tågnummer 14337. Varje streck motsvarar ett tåg.

5.6 Inställda tåg

Tåg som ställs in registreras i LUPP antingen som delvis eller helt inställda. Delvis inställda tåg är tåg som ställs in på en del av sin planerade sträcka, till exempel om tåget utgår från en station mitt på sin sträcka eller omleds till en annan bana. Inställda tåg kodas med en av åtta olika orsaks-koder. Fem av koderna är också kategorier till försenade tågs orsaks-koder: driftledning (D), följdorsak (F), infrastruktur (I), järnvägsföretag (J) och olyckor/tillbud och yttre faktorer (O). Utöver det används koderna banarbete ej överenskommet (BE), banarbete överenskommet (BÖ) och felaktig planering (FP). Figur 5.36 visar fördelningen av koderna. Den överlägset största orsaken till inställda tåg är järnvägsföretag. Den procentuella fördelningen av orsaks-koderna för helt respektive delvis inställda tåg visas i figur 5.37.

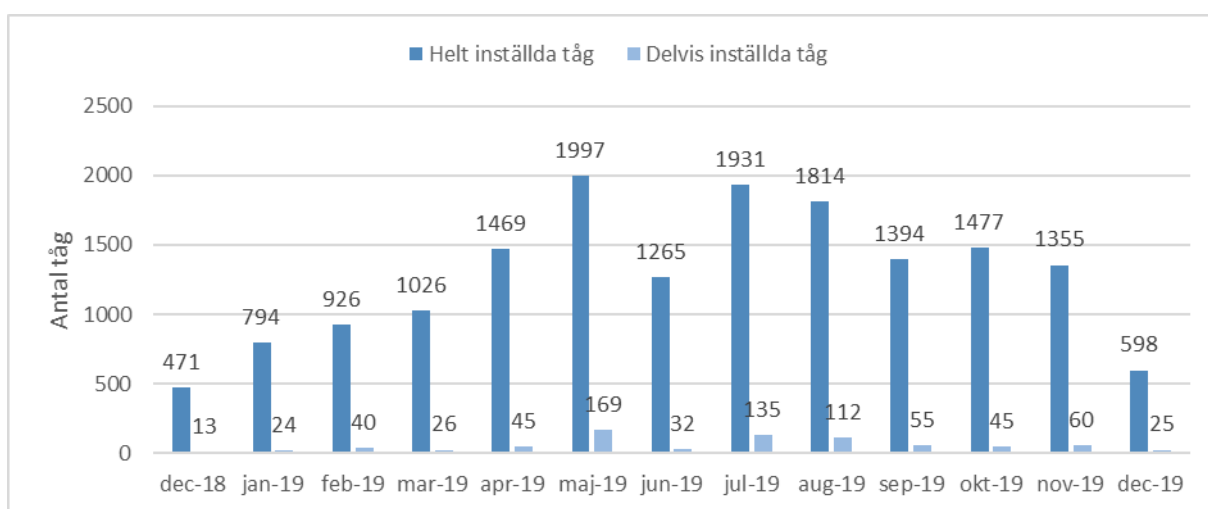


Figur 5.36: Antal helt och delvis inställda tåg per orsakskod.



Figur 5.37: Andel helt och delvis inställda tåg per orsakskod.

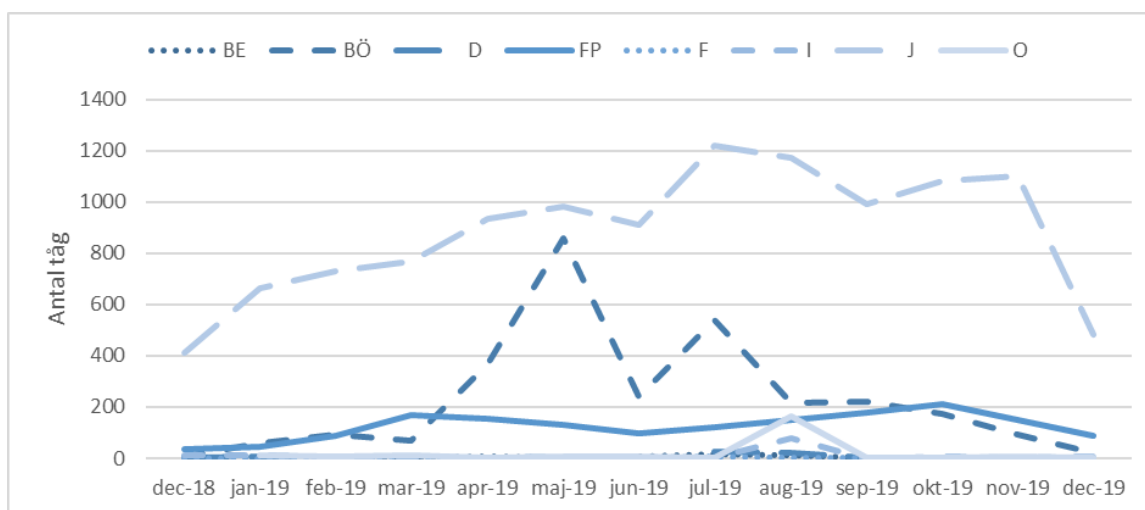
Mängden inställda tåg varierar under årets gång, vilket visas i figur 5.38. Flest tåg ställs in under sommarhalvåret, med toppar i maj, juli och augusti för både helt och delvis inställda tåg.



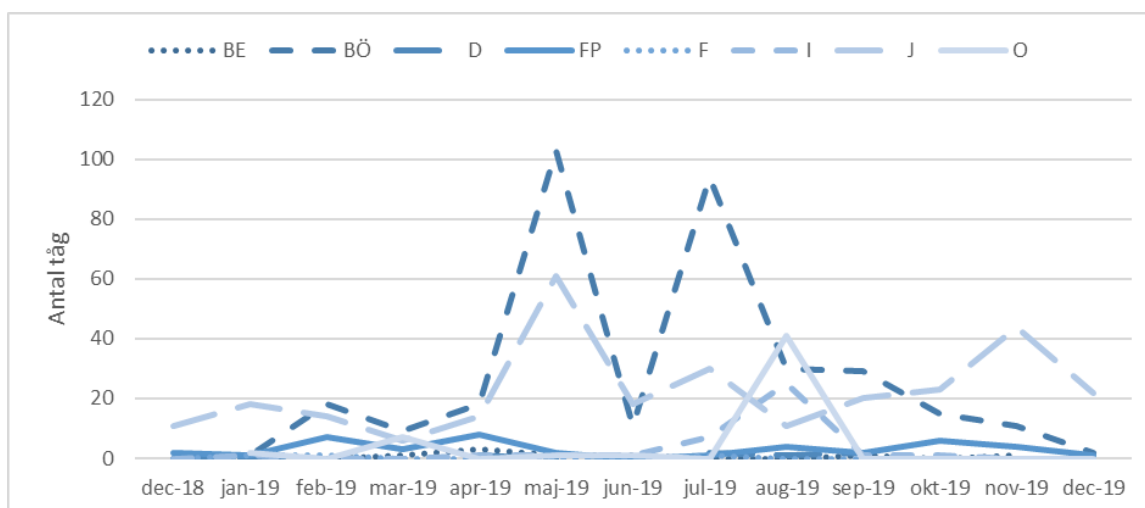
Figur 5.38: Antal helt och delvis inställda tåg per månad. Decemberrånen inkluderar endast de dygn som täcks av tågplan 2019, det vill säga 9 – 31 december 2018 och 1 – 14 december 2019.

5.6.1 Orsakskoder per månad

Antal inställda tåg per orsakskod och månad visas i figur 5.39 och 5.40.



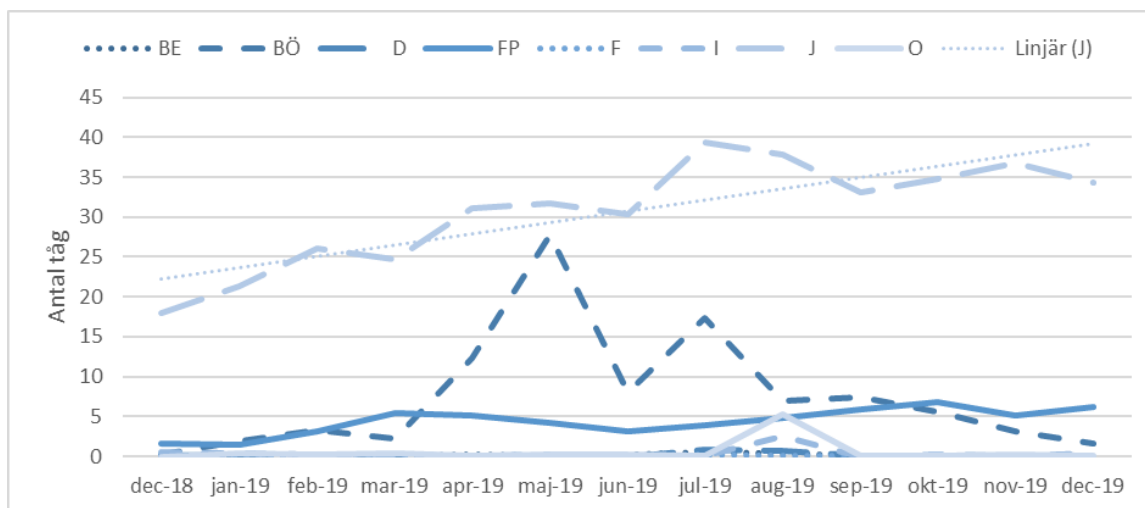
Figur 5.39: Antal helt inställda tåg per månad fördelat på orsakskoder. Decemberrmånaderna inkluderar endast de dygn som täcks av tågplan 2019.



Figur 5.40: Antal delvis inställda tåg per månad fördelat på orsakskoder. Decemberrmånaderna inkluderar endast de dygn som täcks av tågplan 2019.

För de helt inställda tågen är järnvägsföretag den största koden under samtliga månader. Antalet tåg som ställs in av den orsaken har en uppåtgående trend under årets gång men minskar sedan kraftigt till december 2019. Sett till antalet inställda tåg per dygn är minskningen inte lika stor, vilket ses i figur 5.41. För koden järnvägsföretag finns en ökande trend i antalet inställda tåg per dygn. För överenskomna banarbeten finns två tydliga toppar, i maj och juli. Under de månaderna genomförs stora banarbeten på sträckan. Topparna i augusti för infrastruktur och olyckor förklaras av en brand i Hässleholm. Efter branden körs inga tåg genom Hässleholm på över en vecka och i Trafikverkets system för ad hoc-ansökningar ses att de inställda tågen under den tiden kodats med antingen infrastruktur och olyckor.

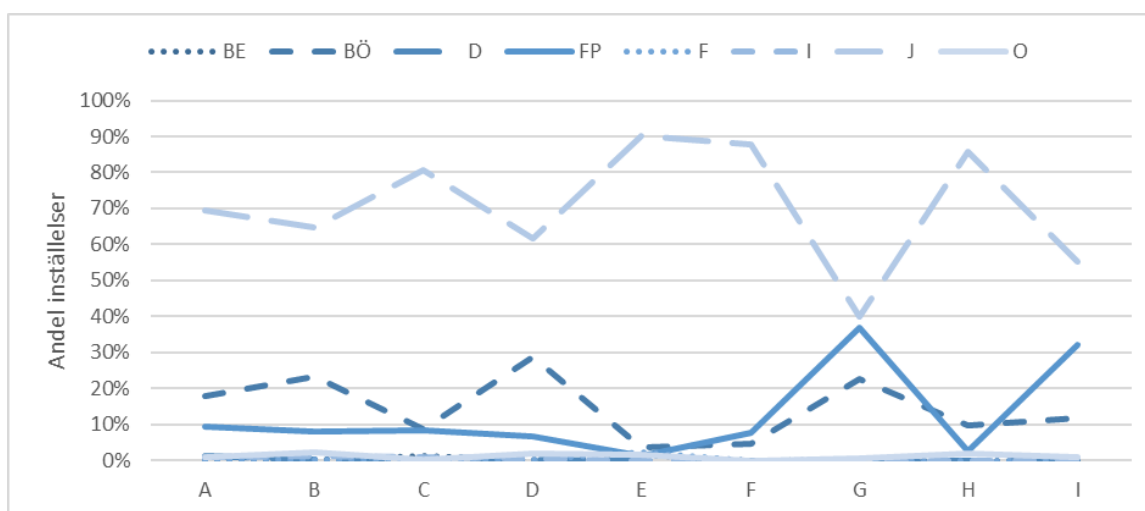
De delvis inställda tågen följer i stort sett samma mönster som de helt inställda tågen, men med ännu tydligare toppar för överenskomna banarbeten i maj och juli samt infrastruktur och olyckor i augusti.



Figur 5.41: Genomsnittligt antal helt inställda tåg per dygn fördelat på orsaks-koder. Linjär (J) visar en linjär trendlinje för inställda tåg med koden "järnvägsföretag". Decemberrnånaderna inkluderar endast de dygn som täcks av tågplan 2019.

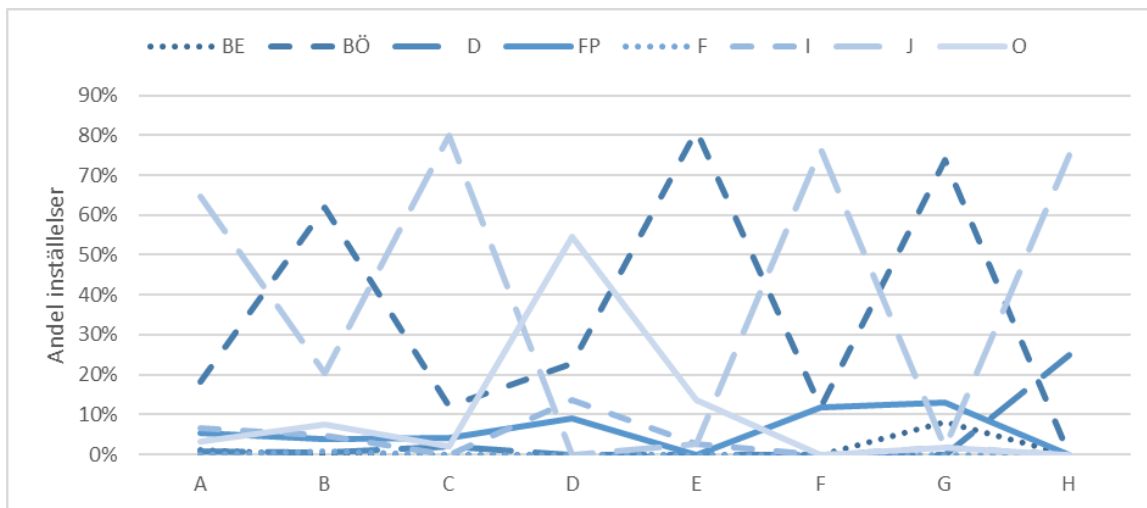
5.6.2 Orsaks-koder per järnvägsföretag

I statistiken ovan finns tåg från fjorton olika företag inkluderade. Fem av företagen har mellan ett och fyra helt inställda tåg och inga delvis inställda tåg. De övriga nio företagen har mellan 263 och 6 583 helt inställda tåg. Figur 5.42 visar hur fördelningen av orsaks-koderna ser ut för helt inställda tåg för de nio företagen. Att fördelningarna ser olika ut för olika företag kan ha flera olika orsaker. En förklaring ligger i vilka sträckor som de olika företagen trafikerar. Några företag trafikerar till exempel inte hela sträckan mellan Malmö och Hallsberg och påverkas därför inte av alla banarbeten som genomförs under 2019.



Figur 5.42: Fördelning av orsaks-koder per järnvägsföretag för helt inställda tåg.

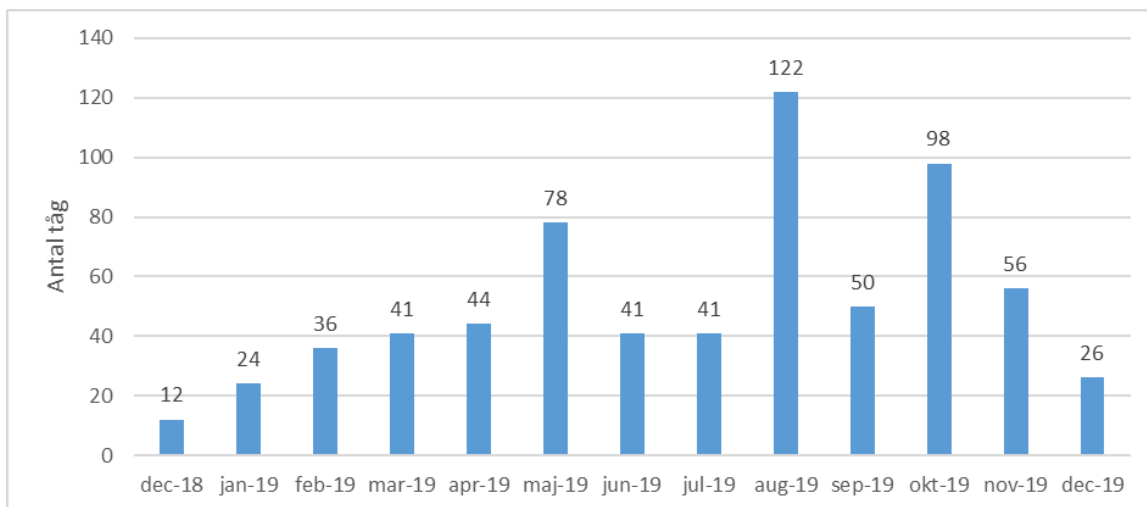
Ett av de nio företagen i figur 5.42 har inga delvis inställda tåg. Figur 5.43 visar fördelningen av orsaker för de övriga åtta. För fyra företag är "järnvägsföretag" den vanligaste kategorin, tre företag har flest delvis inställda tåg med kategori "överenskommet banarbete" och det sista företaget har högst andel inställda tåg i kategorin "olyckor/tillbud och yttre faktorer".



Figur 5.43: Fördelning av orsakskoder per järnvägsföretag för delvis inställda tåg.

5.7 Anordnade tåg

Anordnade tåg syftar på alla tåg som planerats in efter att tågplanen fastställs. I ad hoc-processen kan anordningar gälla helt nya tåg, en utökning av ett befintligt tågs gångdagar eller en återanordning av ett tidigare inställt tåg. Anordnade tåg hänger ofta ihop med inställda tåg. Vid till exempel banarbetsanpassningar kräver Trafikverkets system att det ordinarie tåget ställs in och ett nytt anordnas, då ett tågnummer inte kan få nya tider eller ny sträckning. Antalet anordnade tåg per månad visas i figur 5.44. De anordnade tågen är kopplade till nio olika järnvägsföretag. Det är samma nio företag som de som har fler än fyra helt inställda tåg. Antalet anordnade tåg per företag varierar mellan ett och 336.

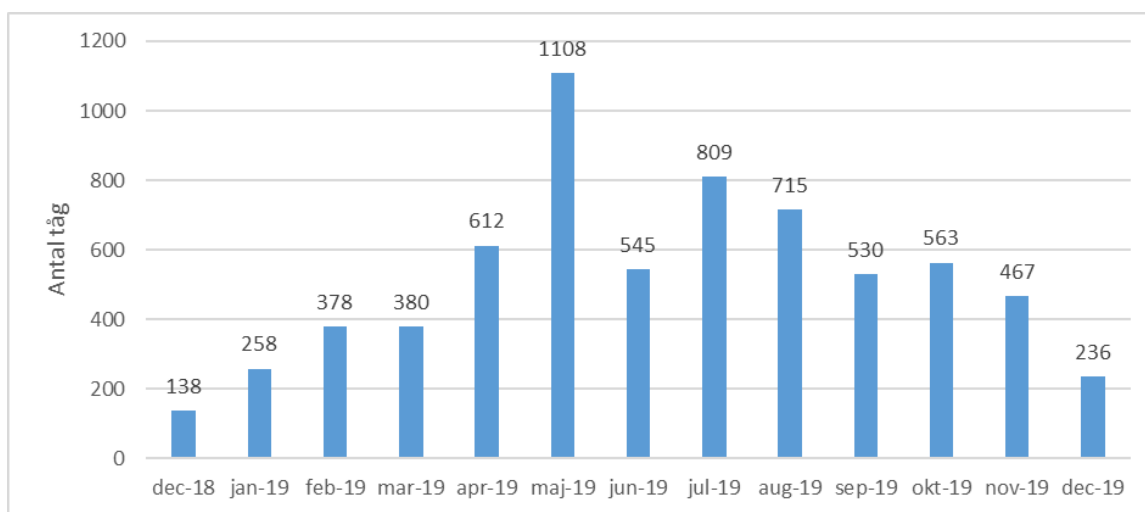


Figur 5.44: Antal anordnade tåg per månad. Decembarmånaderna inkluderar endast de dygn som täcks av tågplan 2019.

Totalt är 669 tåg registrerade som anordnade i LUPP. De tågen utgör dock inte alla anordnade tåg. Det finns tåg som ansökts och anordnats i ad hoc-processen som i LUPP registreras som planerade. I vilken utsträckning det förekommer är svårt att svara på. Bara genom att kontrollera ett fåtal tågnummer i tågplanen och Trafikverkets ansökningssystem hittas tåg som enligt definitionen är anordnade men som inte är registrerade som anordnade i LUPP både för företaget med ett anordnat tåg och för företaget med 336 anordnade tåg.

I LUPP kan tågen också få markeringen ”anordning begärd”. Figur 5.45 visar antalet tåg per månad med markeringen. Totalt 6 739 tåg har markeringen att anordning är begärd, vilket kan jämföras med de 651 tåg som står som anordnade. Vidare kan det noteras att mönstret för per månad stämmer ganska väl överens med mönstret för inställda tåg. Det är dock inte bekräftat att alla tåg som enligt definitionen är

anordnade är markerade med ”anordning begärd”. Samtidigt är det inte heller bekräftat att alla tåg med markeringen faktiskt är anordnade enligt definitionen för anordnade tåg, men ett hundratal tåg kontrolleras mot tågplanen och inget av dem hittas i fastställelsen.



Figur 5.45: Antal tåg per månad markerade med "anordning begärd" i LUPP. Decembarmånaderna inkluderar endast de dygn som täcks av tågplan 2019.

Ett annat sätt att studera antalet anordnade tåg är att hämta data från Trafikverkets ansökningssystem. I systemet kan dock ingen uppdelning göras på sträcka på samma sätt som i LUPP. En uppdelning kan göras per järnvägsföretag och totalt finns över 20 000 ansökningar från järnvägsföretag som kör gods under tågplan 2019. Varje ansökan kan innehålla flera olika tåg och tillsammans inkluderar de ansökningarna nästan 60 000 olika tåg. Knappt en tredjedel av dem rör anordningar, där de allra flesta är anordning av nya tåg. Totalt resulterar ansökningarna i 16 393 anordnade tåg. I den siffran inkluderas alla sträckor i hela Sverige. Dessutom kan en del av anordningarna gälla persontåg, då två företag som kör både gods- och persontrafik är inkluderade. För att hitta de tåg som rör sträckan Malmö – Hallsberg och bara gäller godståg i ansökningssystemet måste varje enskild ansökan kontrolleras, vilket inte är genomförbart inom tidsramen för det här arbetet.

5.8 Sammanfattning

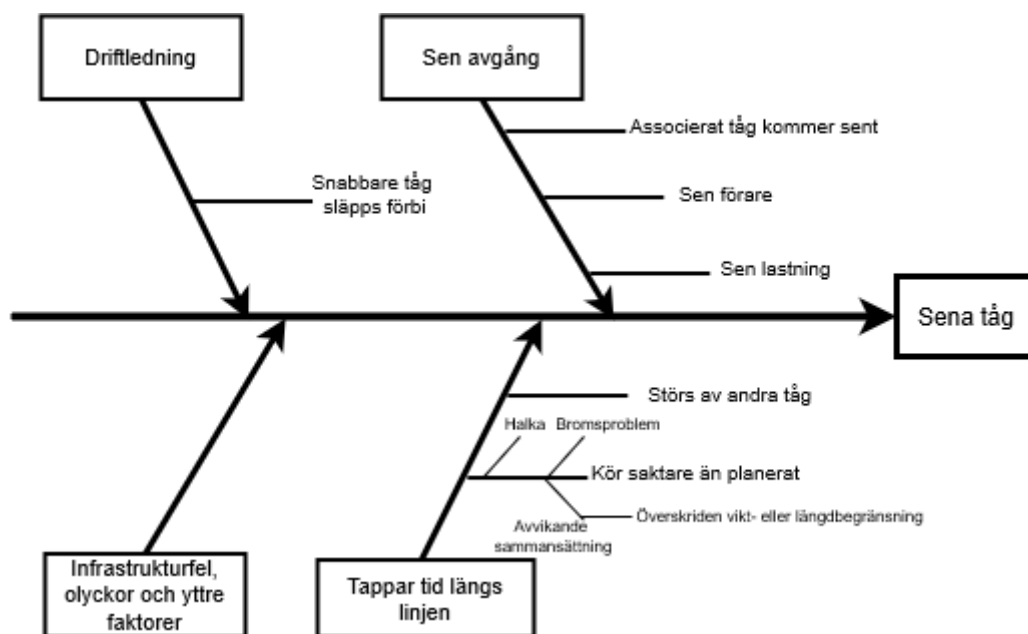
Följande kapitel sammanfattar de orsaker till avvikelser som identifieras utifrån ovanstående analys av trafikdata och data från Trafikverkets ansökningssystem. Tack vare orsakskodningen kan orsakerna till sena tåg specificeras i mer detalj än orsakerna till de övriga avvikelserna. Orsaker som direkt kan kopplas till kapacitetstilldelningen eller har osäkert ursprung analyseras vidare i intervjuerna för att identifiera de bakomliggande rotorsakerna.

5.8.1 Sena tåg

Det finns många olika orsaker till förseningar. För de tågnummer som har en kurva som lutar uppåt, det vill säga att tidsavvikelsen ökar, finns två olika förklaringar. Kurvorna är i några fall ett resultat av att tåget ett antal dagar har råkat ut för stora störningar på olika platser som sedan har följt med till tågets sista punkt. De dagar då tågen inte drabbas av stora störningar håller sig tidsavvikelsen vanligtvis på en jämn nivå under hela sträckan. Ju närmare den sista platsen på sträckan, desto fler enskilda dagar har tågnumret råkat ut för en störning, vilket resulterar i att den aggregerade kurvan lutar uppåt. En annan förklaring till de uppåt lutande kurvorna är att kurvorna även för de enskilda dagarna lutar uppåt under en stor del av sträckan. Merförseningarna per mätpunkt är ofta bara ett fåtal minuter men för de tåg som visar den mest tydliga trenden har varje enskilt tåg vanligtvis ett antal punkter där merförseningen är så stor att en orsakskod har registrerats. Den vanligaste orsaken till det här utseendet är avvikande sammansättning som resulterar i att tåget får en lägre hastighetsbegränsning än vad det är planerat för. Detta är en vanlig

förseningsorsak även för tåg som inte har den uppåt lutande trenden, men för de tåg som visar det mönstret kan det ses att avvikande sammansättning förekommer i relativt många fall. En annan intressant aspekt är att titta på avvikelser från utgångsstationen. En majoritet av tågnumren har i snitt en försening redan när de avgår. En del tåg kan hämta in de förseningarna medan andra behåller sin avvikelse hela sträckan. Vid en jämförelse av olika tåg kan det också ses att fördelningen på olika dagar är väldigt olika.

Sett till orsakskoder så är den enskilt största koden ”sent från depå” i kategorin ”järnvägsföretag”. Koden orsakar över 90 000 merförseningsminuter, vilket kan jämföras med drygt 26 000 merförseningsminuter för den näst största koden, ”stört av annat tåg” i kategorin ”följdorsaker”. Ytterligare tre koder hänförs till över 20 000 merförseningsminuter: ”sent till/från utlandet” och ”naturhändelser”, båda i kategorin olyckor/tillbud och yttre faktorer, samt ”avvikande sammansättning” i kategorin järnvägsföretag. En sammanfattning av orsakerna till sena tåg visas i figur 5.46.



Figur 5.46: Orsaker till sena tåg.

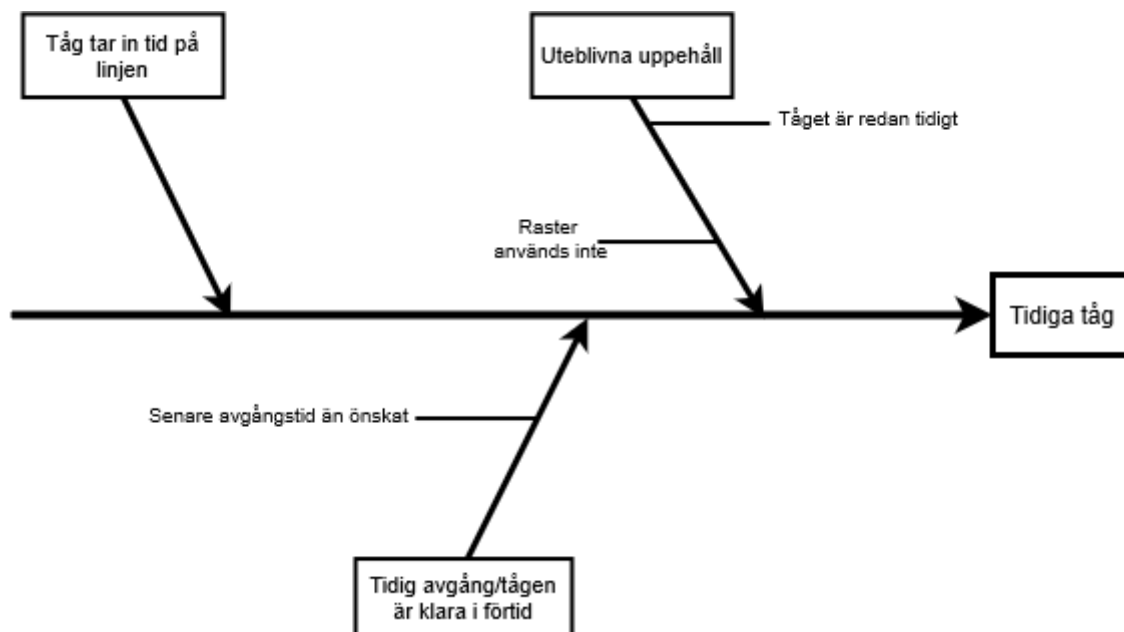
Händelser i kategorierna infrastruktur och olyckor inte relaterade till kapacitetstilldelningen och kommer därför inte analyseras vidare i det här arbetet. I kategorin järnvägsföretag finns många olika orsaker, som till viss del har osäkert ursprung. I rotorsaksanalysen kommer fokus ligga på koderna ”sent från depå”, ”avvikande sammansättning” och ”ingen uppgift från JF”, då övriga koder, som ”vagn” eller ”dragfordon/motorvagn”, har tydliga orsaker som inte är kopplade till kapacitetstilldelningen. Även kategorin driftledning kommer att analyseras vidare, särskilt koden ”misstänkt fel i körplan/felplanering”. I kategorin följdorsaker ryms förseningar som beror på förseningar i andra kategorier. De kommer inte att analyseras mer djupgående, då det antas att förseningarna med F-koder minskar om förseningarna i övriga kategorier minskar.

Utöver de förseningar som täcks av orsakskoder finns även ett stort antal avvikelser där merförseningen är under 3 minuter. När små merförseningar uppstår för ett tåg vid ett flertal trafikplatser kan det resultera i stora förseningar som skapar problem för såväl det aktuella tåget som för andra tåg runt om på banan och totalt sett kan små förseningar stå för en stor mängd förseningsminuter. I de fallen bör tidsavvikelserna se ut ungefär som för tågnummer 45537, som presenterats tidigare. Med utgångspunkt i tågnummer 45537, och andra tågnummer med liknande mönster, är det troligt att orsakerna till förseningar på en eller två minuter vid ett flertal platser någon gång under tågens sträcka skapar en merförsening på tre minuter eller mer och därför kopplas till en orsakskod. I de fall där det förekommer vid enstaka trafikplatser antas förseningarna inte vara något problem, då tidtabellerna har inbyggd

robusthet med syfte att hantera just den typen av avvikelser. De här små avvikelserna kommer därför inte analyseras mer djupgående, men det bör noteras att orsakskoder som skapar många små förseningar troligtvis kan hänföras till klart fler förseningsminuter än vad som syns i orsakskodningen.

5.8.2 Tidiga tåg

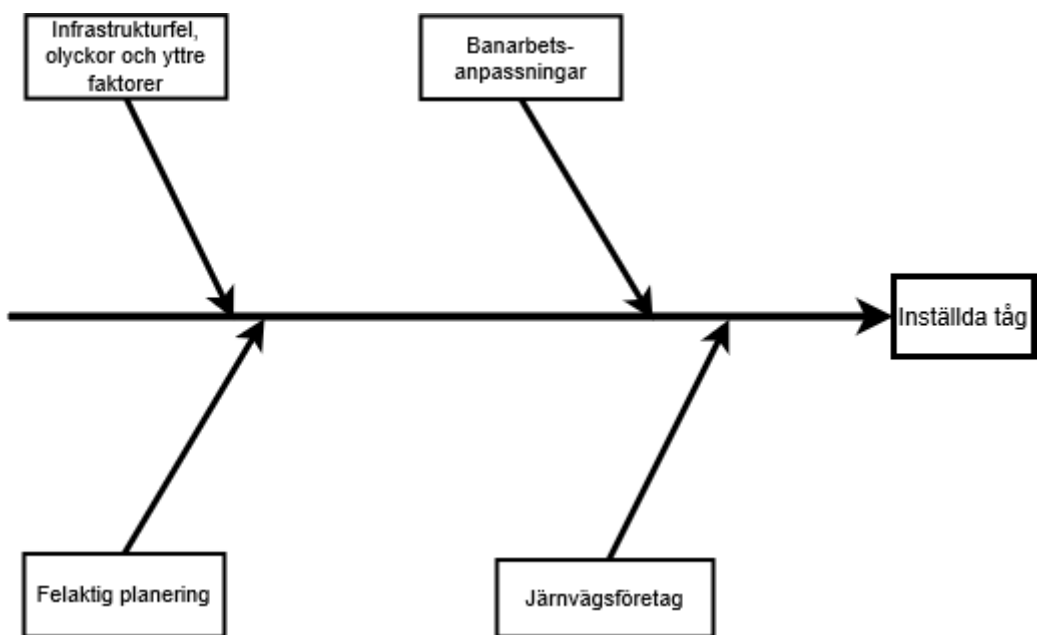
Tidiga tåg kan hänföras till tre övergripande orsaker, som visas i figur 5.47. Den första är att tåg avgår tidigt från sin utgångsstation. Den andra är att planerade uppehåll inte används enligt planen, antingen genom att tågen inte stannar alls eller att de står en kortare tid än planerat. Den tredje orsaken är att tåg framförs snabbare än planerat. Då alla tre orsaker kan kopplas till tilldelningsprocessen på olika sätt, och rotorsakerna inte kan identifieras endast utifrån dataanalysen, kommer de undersökas vidare i intervjuerna.



Figur 5.47: Orsaker till tidiga tåg.

5.8.3 Inställda tåg

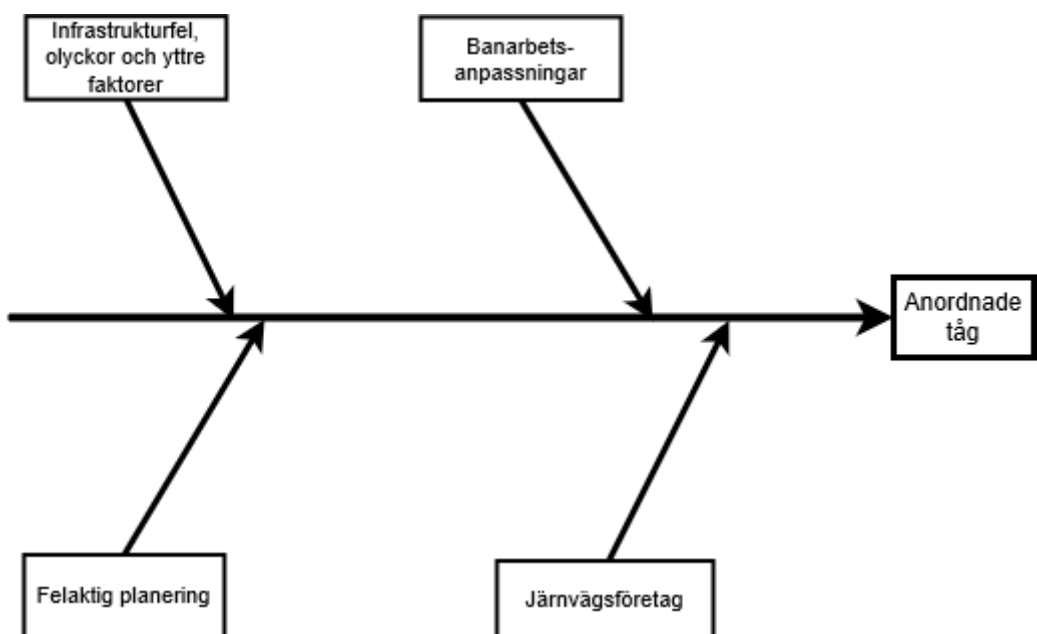
Identifierade orsaker till inställda tåg visas i figur 5.48. Den största orsakskoden är järnvägsföretag. Då de inställda tågen inte kodas mer detaljerat än så och företagen i liten utsträckning motiverar varför tågen ställs in när de skickar in sina ansökningar kommer rotorsakerna att undersökas vidare i nästa steg av arbetet. Även koderna för banarbeten, driftledning, felaktig planering och följdorsaker inkluderas i vidare analyser. Orsaker i kategorierna olyckor och infrastruktur anses precis som för de sena tågen inte vara relaterade till kapacitetstilldelningen och lämnas därför utanför rotorsaksanalysen.



Figur 5.48: Orsaker till inställda tåg.

5.8.4 Anordnade tåg

Anordnade tåg är i många fall kopplade till inställda tåg, och de orsaker som identifieras utifrån trafikdata och ansökningar sammanfaller med de orsaker som identifieras för inställda tåg. En sammanfattning visas i figur 5.49.



Figur 5.49: Orsaker till anordnade tåg.

6 Intervjuresultat

Det här kapitlet presenteras resultaten av intervjuerna med representanter från Trafikverket och järnvägsföretag. Kapitlet är uppdelat enligt de olika avvikelsetyperna, sena, tidiga, inställda respektive anordnade tåg, och avslutas med mer generella synpunkter och kommentarer som framkommit under intervjuerna. Respondenterna introduceras i kapitel 3.4.3 Rotorsaksanalys och presenteras mer utförligt i bilaga II.

6.1 Tågplan 2020

De trafikdata som presenteras i kapitel 5 *Dataanalys* är från tågplan 2019, men i de flesta intervjuer kommer även tågplan 2020 på tal. Både järnvägsföretagen och konstruktörerna på Trafikverket är överens om att arbetet med att ta fram tågplan 2020 var ovanligt problematiskt. Ett ovanligt stort antal inkluderade banarbeten med tillhörande anpassningar genererar fler ansökta tåglägen än någonsin tidigare, vilket medför att arbetet tar längre tid än förväntat. I det första utkastet som publiceras i juli saknas många tåg, vilket gör att företagen inte kan ha synpunkter på en del av sina tåglägen. Dessutom hinner Trafikverket inte besvara alla synpunkter som skickas in från företagen. Även i den primära tågplanen är några veckor inte konstruerade, vilket gör att företagen inte kan göra sin slutliga planering. Tidsbristen gör också att Trafikverket inte konstruerar alla varianter som företagen ansökt inom sina tåguppdrag. Istället slås flera varianter som skulle anpassats till olika arbeten ihop till en variant som anpassas till allt. Det visar sig också att de långväga godstågen hanteras senare än utlovat i processen för att ta fram tågplan 2020.

Resultatet av bristen på varianter och den sena hanteringen av långväga godståg är mycket stillastående tid och långa körtider vilket innebär stora kostnader för företagen (R1, R2, R6). I flera fall passerar tiderna en kritisk punkt vilket gör de vanliga förarturerna inte längre håller (R1, R6, R8). Företagen tvingas därför anställa fler lokförare eller öka antalet passresor där förare måste förflytta sig innan eller efter sitt arbetspass (R1, R7). Även för de minsta företagen kostar den ökade stillastående tiden flera miljoner kronor per år och för de större företagen handlar det om ett par hundra miljoner kronor. Dessutom gör de långa transporttiderna att företagets produkt blir mindre attraktiv för kunder (R7, R8). Effekten på den framförda trafiken är att tåg går tidigt i ännu större utsträckning i tågplan 2020 än i tågplan 2019 (R2, R6, R7). Flera respondenter upplever det som irriterande, då de får vidta kostsamma åtgärder som med facit i hand inte behövs. De tidiga tågen är också orsaken till att järnvägsföretagen får möjlighet att skicka in ansökningar om att optimera sina tåglägen i ad hoc-processen, vilket i sin tur resulterar i fler inställda och anordnade tåg. Dessutom är företagen tvungna att skicka in optimeringar flera gånger under året då de får avslag från Trafikverket om de ansöker om att optimera ett tåg under hela 2020.

Samtidigt ger tågplan 2020 de bästa punktlighetssiffrorna på många år. En respondent menar dock att det sker på bekostnad av godstrafiken och en annan ifrågasätter att en tidtabell med så mycket tidiga tåg ska anses vara bra. För persontrafik används ibland begreppet ”kanalpunktlighet”, som syftar till hur stor del av tiden tågen framförs i tidsintervallet mellan två minuter före och tre minuter efter tidtabell. En respondent uppger att de istället använder en kanal mellan 15 minuter före och 15 minuter efter tidtabell i sina mätningar men att de bara når det i ungefär 45 % av tiden.

Utöver det som nämns ovan uppger respondenterna att de problem och utmaningar som finns i processen för kapacitetstilldelning är samma från år till år. De tankar och åsikter som presenteras i följande kapitel anses därför vara representativa såväl för avvikelserna under tågplan 2019 som för avvikelserna under andra tågplaner.

6.2 Sena tåg

Hur stor försening som kan hanteras utan att det ger problem varierar mycket mellan olika kunder och trafikupplägg. De flesta företagen uppger att även de mest tidskänsliga leveranserna och omloppen kan hantera mellan 15 och 30 minuters försening. Vissa kunder klarar flera timmars försening (R1) och en del kunder kan hantera förseningar på ett dygn (R4). Samtliga järnvägsföretag uppger under intervjuerna att de har uppföljning på Trafikverkets orsakskodning och orsakerna till att tåg är sena beskrivs ofta

genom de olika koderna. De stora orsakerna som nämns av flera respondenter är sent från depå, sent till/från utland, infrastrukturproblem och obehöriga i spåret. Respondenterna har dock olika uppfattning om kvaliteten på kodningen. Ett par företag upplever att kvaliteten är bra och uppger att de sällan överklagar koder medan andra anser att koderna ofta är fel. Det ifrågasätts också att ursprungshändelsen ska följa med tåget. Några minuters försening i början av en sträcka kan resultera i flera timmars försening som alla koder mot den initiala förseningen (R8).

Anställda på Trafikverket upplever att orsakskodning är svårt, bland annat kopplat till avvägningen om när ursprungshändelsen ska användas och att det finns väldigt många olika koder att välja på (R10, R14, R15). En respondent nämner också att det finns lokala skillnader på hur förseningar koder. Det finns nationella direktiv, som frångås mer eller mindre på lokal nivå. Vidare upplevs det som tidskrävande och onödigt att behöva koda alla förseningar på platser som är långt från tågens nästa uppehåll med trafikaktivitet (R15). Tågklarerna känner sig ifrågasatta i sitt yrkesutövande och upplever det som att de måste ursäkta sin planering. En respondent från ett järnvägsföretag nämner att även lokförare ibland känner sig ifrågasatta när tågledningen ringer och frågar varför tåget blivit sent (R4).

Huruvida järnvägsföretagen överklagar de koder som anses vara felaktiga beror på flera faktorer, bland annat på storleken på förseningarna. Vid små förseningar upplevs det inte vara värt det att överklaga, då det kostar mer att lägga resurser på överklagan än vad företaget tjänar på att få koden ändrad (R7, R8). Eventuell överklagan gäller vanligtvis J-koder, då det är de koderna som järnvägsföretagen får betala kvalitetsavgifter för. Några företag menar dock att de inte lägger fokus på J-koder som är i rätt kategori men har fel kod på nivå 2 och 3, då det inte spelar någon roll för dem vilken J-kod som används (R2, R4, R7).

Koden ”sent från depå” beskrivs som en kod med väldigt många olika bakomliggande orsaker (R1, R2, R4, R7, R8, R10). Uppfattningen både från järnvägsföretag och anställda på Trafikverket är att den används väldigt ofta, till exempel vid alla tillfällen då ett tåg är sent från en station och tågklarerna inte har någon tydlig uppfattning om orsaken (R7, R8, R9, R10). Enligt företagen har koden vanligtvis orsaker som inte uppstår på bangården. Den vanligaste orsaken, som nämns av alla företag under intervjuerna, är att lastningen inte är klar i tid, vilket i sin tur kan bero på att kunderna är sena med att leverera godset, att terminalen har problem under lastningen eller att godset ankommer med ett sent tåg. Andra problem som nämns av en majoritet av järnvägsföretagen är att lok eller förare kommer sent och att det uppstår något problem med vagnar eller lok.

För koden ”avvikande sammansättning” är företagens upplevelse att förseningarna sällan beror på att tågen körs med andra förutsättningar än ansökt och planerat. De flesta företagen uppger att de i princip alltid kör med samma antal vagnar och att tågen sällan eller aldrig är tyngre än planerat. De få gånger längd- eller viktgränser faktiskt överskrids förklaras till exempel av att en trasig vagn behöver transporteras eller att stora mängder snö har fastnat på vagnarna (R1, R8). Övriga orsaker som ligger bakom tidsförlosterna hör hemma inom andra orsakskoder. Exempel som nämns under intervjuerna inkluderar halka på spåren, hastighetsnedsättning eller stopp innan en backe eller att en signal inte givit körsignal i tid så att tåget har fått bromsa in (R2, R9). Även vid de tillfällen då ”avvikande sammansättning” koder till följd av att tåget har en lägre hastighetsbegränsning än planerat är uppfattningen från företagen att det sällan beror på att vikt- eller längdgränser överskrids. Istället nämns dåliga bromsar på vagnar, hjulproblem eller användning av svagare reservlok som möjliga orsaker (R1, R2, R7). En konstruktör på Trafikverket nämner också att det har förekommit fall då han i samråd med järnvägsföretaget valt att öka hastigheten för ett tåg (R11). Anledningen till att göra det har varit för att kunna få fram tåget på ett bättre sätt i tågplanen. Huruvida tåget sedan faktiskt framförts i den ökade hastigheten eller inte kan konstruktören inte svara på. Från den operativa personalens sida är det ibland bristande information som gör att ”avvikande sammansättning” används. Om en lokförare bara berättar att tåget för dagen har en lägre hastighetsbegränsning än planerat utan att beskriva varför koder

”avvikande sammansättning”, eftersom tågklarerarna inte kan veta om det egentligen är orsaker som bromsproblem eller liknande som är orsaken (R15).

”Ingen uppgift från JF” är en kod som kan ha många olika orsaker som i flera fall kopplas till bristande kommunikation. Ett exempel är en försening som uppstod då en förare trodde att det var stopp på grund av en riven kontaktledning längre fram och därför tog en rast (R4). Egentligen hade tåget kunnat köra runt problemet via andra spår, men varken föraren eller tågklareraren tog kontakt. Ett annat exempel är om tåget kör långsammare än planerat men tågklareraren inte tar kontakt med föraren och frågar varför det sker (R7). Ett företag nämner också att koden används ibland när ett tåg har fått stanna för ett möte och på grund av det fått en försening (R8). En tågklarerare menar att det ibland inte finns tid att kontakta förarna och fråga om orsaken till en försening, till exempel om det samtidigt är en störning på en annan del av banan, och förseningarna kodas då med ”ingen uppgift från JF” (R15). Att överklaga de här förseningarna upplevs av företagen som svårt och tidskrävande, då ett tåg kan ha uppemot 50 registreringar av koden och det är sällan lokförarna minns varför de tappat några få minuter någonstans längs med linjen (R7, R8).

Ett annat problem som nämns av flera företag är hur tågen prioriteras. Det finns en känsla av att Trafikverket alltid prioriterar persontåg och att godståg kan få gå åt sidan en kvart innan ett persontåg ska passera (R8). En respondent upplever dock att den typen av prioriteringar har minskat och att det idag främst sker i samråd med lokföraren (R4). Enligt operativa anställda på Trafikverket stämmer det att redan sena godståg nedprioriteras i större utsträckning än sena persontåg (R14, R15). Det här sker trots att godstågen i flera fall är lika viktiga som persontågen. Det finns till exempel tåg som fraktar varor till industrier där godset i princip utgör hela lagret. För nya tågklarerare är det svårt att veta det och sådan kunskap bygger till stor del på erfarenhet (R14). Godståg har i de flesta fall mycket långa startsträckor, vilket gör att tågen blir försenade så fort de behöver bromsa (R8). Om de blir stående i backar blir effekten ännu större. I vissa fall är effekten så stor att tidiga tåg kan bli sena (R5, R9). Om ett tåg som enligt planen ska rulla förbi ett möte istället ankommer till mötesplatsen först och får stå åt sidan tillkommer en startsträcka som inte finns med i planeringen. Om mötet sker vid den planerade tidpunkten kommer tåget att bli försenat på grund av att det startar från noll.

Prioriteringar kodas vanligtvis i kategorin ”driftledning”. Det upplevs dock från den operativa personalen att de behöver ta ansvar för förseningar som egentligen inte borde hamna i kategorin ”driftledning” (R15). En kod som är direkt relaterad till kapacitetstilldelningen är ”misstänkt fel i körplan/felplanering”. Den används till exempel om tågklarerarna upptäcker ett möte på ett enkelspår eller om det är för tätt mellan tågen (R10, R15). Enligt en konstruktör på Trafikverket är det inte alltid körplanen som är den egentliga orsaken utan det kan även bero på att tågklareraren gjort en miss i sin planering (R11). Samtidigt uppger operativ personal att en del fel i körplanen inte får den här koden. Koden används endast vid tillfällen då det är helt säkert att orsaken är just fel i körplanen, vilket kan vara svårt att avgöra (R10, R15). Istället kan förseningarna kodas med ”prioritering” eller ”avvikande sammansättning”. I de fall då det är ett återkommande problem som inte bara uppstår en enskild dag ges återkoppling från den operativa driftledningen så att konstruktörerna kan göra ändringar i tågplanen för att eliminera problemet. Uppföljningen görs genom att den operativa personalen rapporterar problemen i ett system som sedan kontrolleras av planeringsavdelningarna, men från trafikledningen upplevs att uppföljningen inte alltid ger önskat resultat.

Det är vanligt att den här typen av fel i körplanen uppkommer för tåg som har tillkommit i ad hoc-processen (R15), särskilt då trafikplanerare har konstruerat ett tåg utanför sin egen region (R13). Trafikplanerarna arbetar idag nationellt och kan konstruera tåg som går genom hela Sverige. Tidigare var arbetet i ad hoc-processen regionalt och varje trafikplanerare konstruerade endast tåg inom sin egen region. Mängden fel i tågplanen som uppkommer i ad hoc-processen har ökat efter att det nationella arbetssättet infördes (R12, R13). För att minska det här har arbetet organiserats i kategorier, så att en

trafikplanerare bara har hand om ansökningar som rör till exempel gränsöverskridande trafik eller anpassningar till olyckor.

6.3 Tidiga tåg

Majoriteten av företagen anser inte att tidiga tåg är något positivt utöver att tidiga ankomster innebär att godset inte blir försenat till kunderna och att omloppen kan hållas. Det upplevs generellt inte heller som någon nackdel, men flera företag ser det som en indikation på att något kan göras bättre i planeringen. Majoriteten av respondenterna både från Trafikverket och från järnvägsföretagen anger det faktum att tågen är klara för avgång tidigt som orsaken till att tågen också går tidigt. Så fort tågen är klara frågar lokförarna om körtillstånd av tågledningen, för att kunna köra så snart som möjligt. Några respondenter med bakgrund som tågklarerare menar att tidiga tåg är en tillgång då de ordinarie kanalerna blir lediga och ger utrymme till försenade tåg (R8, R10, R14, R15). Det gör att tågen oftast släpps iväg tidigt när möjlighet finns (R8, R10, R15). Tågklarerarna har dock vanligtvis inte möjlighet att kontrollera hela tågets sträcka, utan kan endast se trafiksituationen inom sitt område (R10, R14). För ett norrgående tåg från Malmö innebär det att sträckan upp till Nässjö kan kontrolleras (R14). När tåget ska vidare mot nästa område kontaktar tågklareraren sin kollega för att se om det finns möjlighet att låta tåget fortsätta i sitt tidiga läge (R10, R14, R15). Det förekommer att tidiga tåg är i vägen för andra tåg, särskilt vid störningar (R14). Några respondenter från järnvägsföretagen nämner också den problematiken och betonar att tågklarerarna har ett ansvar att se till så att de tidiga tågen inte stör tåg som går i tid eller sena tåg (R1, R8, R9).

Att tågen är klara tidigt har flera orsaker, till exempel att bangårdspersonalen vill bli av med tågen så fort som möjligt och därför lastar tidigt (R2, R8, R11) eller att lastningen går snabbare än planerat. En orsak till det senare kan vara att tåget har mindre last än vanligt (R2, R3, R5, R9). Några respondenter nämner att tåg får senare avgångstid än ansökt eller att associationstiden mellan två tåg är längre än önskat som orsaker (R1, R2, R4, R8). Tidiga tåg kan också spridas från ett tåg till ett annat genom att gods, vagnar eller lok ankommer tidigt till en omlastning eller vändning (R1, R4, R15). En faktor som påverkar både tåg som går tidigt från sin utgångsstation och tåg som blir tidiga när planerade uppehåll inte används är lokförarnas arbetstidsregler. I reglerna finns krav på raster och vilotider som måste följas av järnvägsföretagen i planeringen men som inte behöver följas av förarna i praktiken. Vid en vändning eller omlastning sätts associationstiden enligt reglerna, men i praktiken kan arbetet på terminalen ta kortare tid än så och föraren kan då välja att köra nästa tåg tidigt från utgångsstationen (R1, R4). Förarna kan också välja att hoppa över eller korta ner de raster som planeras in under en tågfärd (R1, R3), vilket gör att tåget blir tidigt för att uppehåll inte används enligt planen.

Att uppehåll inte används hänförs också ofta till att interaktioner med andra tåg uteblir av olika anledningar (R1, R2, R4, R5, R9, R10, R11, R15). Det kan vara så att de tågen endast har vissa gångdagar gemensamma, till exempel om ett tåg som går dagligen har ett möte med ett tåg som bara går på måndagar (R1). Det dagliga tåget får då en tidtabell med möte inlagt varje dag, trots att mötet bara kommer att ske på en dag i veckan. De andra dagarna kan tåget passera utan uppehåll. En annan orsak är att det ena av de interagerande tågen är inställt, vilket också gör att interaktionen inte är aktuell (R4, R5, R15). Interaktionerna utgår också när det ena eller båda tågen har hamnat utanför sin kanal så att de inte längre befinner sig på den aktuella platsen vid samma tidpunkt (R4, R5, R9, R15).

Den tredje varianten av tidiga tåg som syns i trafikdata, att tåg tar in tid längs med linjen, hänförs till långa gångtider. I ett par intervjuer nämns att de mallar som används för att beräkna gångtiden är felaktiga och inte anpassade till godstrafik (R2, R9). Även Trafikverkets tågklarerare menar att vissa tåg har för mycket tid i tidtabellen, men att det inte är generellt för alla tåg (R15). Ett företag uppger dock att problemet är så stort att de genomgående i sina ansökningar uppger en lägre vikt än vad de kommer köra med, för att få en gångtidsmall med mindre påslag vid start och stopp. Förutom de marginaler som redan finns i mallarna lägger konstruktörerna även på olika former av tillägg för att få fram den slutliga gångtiden (R10,

R11). Tilläggen syftar till att hantera mindre störningar, till exempel att en signal visar stopp, och ge extra tid vid banarbeten. Ett par företag anser att tilläggen är för stora och uppger det som en bidragande orsak till tidiga tåg (R2, R9). Ett problem är att vissa banarbetstillägg gäller året runt trots att arbetet inte pågår hela året (R1, R3, R9). Uppfattningen hos de flesta företagen är att gångtiderna och tilläggen har ökat de senaste åren, vilket ses som en orsak till att tågen går tidigare och tidigare. I kombination med att mängden tid för uppehåll också ökar ser företagen det som ett stort problem, då det innebär stora kostnader.

Tåg som tar in tid längs med linjen kan också förklaras av att tågen kör i en högre hastighet än vad som angetts i ansökan. En respondent från ett järnvägsföretag förklarar att de har en del tåg som får köra fortare än den hastighet som de ansöker om för sina tåg. Att de väljer att ansöka med en lägre hastighet är för att majoriteten av tågen har den lägre hastighetsbegränsningen. Anställda på Trafikverket uppger också att de vet att en del tåg kör fortare än den ansökta hastigheten (R10, R11, R14). En av dem menar att järnvägsföretagen ibland väljer att ansöka i en lägre hastighet för att hantera att de många dagar har bromsproblem som leder till att hastigheten sänks (R11). Genom att ansöka om att konstruera tåget med en lägre hastighet kan företagen undvika att bli försenade de dagarna. Ytterligare en orsak till att tågen kör fortare än planerat är att det är möjligt att köra lite snabbare än tågets högsta tillåtna hastighet utan att systemet börjar bromsa automatiskt (R11).

Tidiga tåg kan vara ett resultat av en kombination av flera av de faktorer som nämnts ovan och den negativa tidsavvikelsen mot tidtabellen utökas ofta efter vägen (R1, R9). Ett tåg kan avgå tidigt från sin utgångsstation, vilket resulterar i att mötesbilden ändras. Till följd av det används ett par planerade uppehåll inte, så att tåget hamnar längre före sin tidtabell. I extremfallet kan det i sin tur leda till att tåget kommer fram till ett område med ett planerat banarbete innan arbetet har startat, vilket gör att tilläggen för arbetet inte behövs och tåget blir ännu tidigare. När tåget når sin slutstation kan omlastningar påbörjas tidigare än planerat och nästa tåg kan även det avgå tidigt och få samma mönster under sin färd. Ett sätt att eliminera problemet med att tåg går för tidigt vore att förbjuda tåg att avgå före planerad tid. Det förespråkas dock inte varken av järnvägsföretagen eller av Trafikverkets operativa personal (R2, R8, R14, R15). Det har gjorts projekt där inga tåg släpps iväg före sin tidtabell, men resultatet har istället blivit stora förseningar och problem även för persontåg (R2, R4, R10, R14, R15).

6.4 Inställda tåg

I samtliga intervjuer där ad hoc-processen diskuteras anges banarbetsanpassningar som en stor orsak till att tåg ställs in. Begränsningar i Trafikverkets system gör att ett tågnummer inte kan få en ny tid på en enda plats utan att ges ett nytt tågnummer. Anledningen till att anpassningarna görs efter att tågplanen fastställts är för att tågen inte hinner anpassas till alla banarbeten under tågplaneprocessen (R9, R10, R11). Dessutom är inte alla banarbeten planerade i detalj när fastställelsen sker. Under tågplan 2019 anpassas även en del tåg som redan fått banarbetstillägg i tågplanen, där tillägget visar sig vara för litet (R1).

Hur många banarbeten som ska inkluderas i tågplanen är en fråga som i viss utsträckning delar järnvägsföretagen. Någon önskar att alla banarbeten ska inkluderas för att underlätta planering (R1) och en annan respondent menar att problemen bara skjuts till ad hoc-processen genom att inte inkludera alla banarbeten i tågplanen, eftersom lika många tåg påverkas oavsett när tidtabellerna anpassas (R8). De anpassningar som görs redan i tågplanen resulterar ofta i ganska bra lösningar, medan tåg som hanteras i ad hoc-processen kan få riktigt dåliga körplaner. Det finns dock en respondent som föredrar att inkludera färre banarbeten för att ta fram en bra grundplan (R3). Om Trafikverket hade haft resurser för att konstruera varianter för alla banarbeten hade dock även den respondenten önskat att så många banarbeten som möjligt inkluderats i tågplanen. Ett önskemål är att få mer detaljerad information i ett tidigt skede även om de banarbeten som inte inkluderas i tågplanen, för att internt kunna planera för banarbetet med större framförhållning (R9). Dessutom är det en fördel att kunna ge kunderna tidiga besked om hur deras trafik påverkas (R1, R8). Att göra fler varianter kan även minska den stillastående

tiden genom att minska interaktioner med tåg som är aktuella alla gångdagar (R1). Arbetet med banarbetsanpassningar efter tågplanens fastställelse beskrivs också som tidskrävande (R3, R5, R9).

De tåg som ställs in på grund av banarbeten som är med i Trafikverkets banarbetsplan kodas med ”banarbete överenskommet”. Det förekommer också akuta banarbeten för felavhjälpning, som då faller under koden ”banarbete ej överenskommet”. Dessutom påverkas viss trafik i Sverige av banarbeten i andra länder. Tåg som ställs in av den anledningen kodas med ”olycka/tillbud eller yttre faktorer” (R12, R13). ”Driftledning” anges som orsakskod när tåg ställs in till följd av den operativa trafikledningens störningsplaner (R14). I fall då olyckor som till exempel en lokskada leder till ett stopp på banan används kategorin ”följdorsak” för de tåg som inte kan framföras som planerat (R12, R13). Kategorin ”felaktig planering” används när konstruktörer på Trafikverket har gjort misstag (R10, R11). Det kan till exempel handla om att ett möte på enkelspår har missats eller att två tåg behöver använda samma spår vid samma tidpunkt. Enligt en konstruktör ansöker järnvägsföretagen ibland med den koden när de vill ställa in tåg för att anpassa till sin produktion, men då ska trafikplanerarna på Trafikverket, som har hand om ad hoc-ansökningarna, ändra till koden järnvägsföretag istället (R11).

Inom kategorin järnvägsföretag ryms många olika orsaker. En del inställda tåg kan kopplas till andra avvikelser. Det förekommer till exempel att tåg blir så sena till en vändning att det vändande tåget ställs in och får ett nytt, anordnat läge istället (R1, R4). Det kan göras för företagets skull eller av tekniska skäl, då två olika tåg inte får ha samma tågnummer inom ett område på samma dygn. Vissa inställda tåg inom kategorin kan också hänföras till banarbeten. Om ett tåg leds om på grund av ett banarbete kan det medföra att associationstiden till nästa tåg blir för kort så att det tåget också måste ställas in och få ett nytt läge. Eftersom det tåget inte påverkas direkt av banarbetet hamnar det inställda tåget i kategorin järnvägsföretag (R3).

Andra orsaker kan sammanfattas som olika typer av produktionsanpassning hos järnvägsföretagen. Det kan till exempel handla om att en kund har ett stopp i sin produktion eller av andra anledningar inte längre behöver transporten (R1, R13). Det förekommer också vissa specifika orsaker som bara drabbar enskilda tågnummer. Ett exempel är ett tåg som ska in till en terminal som inte kan hantera hela tåget samtidigt. Tåget delas därför i två strax innan terminalen och framförs sista biten med två separata tågnummer. Under tågplanen byggs terminalen om så att hela tåget kan köras in direkt och tågnumret för den andra halvan av tåget ställs då in (R1).

Hur många tåg som ställs in på företagets initiativ varierar. Ett par företag uppger att de ytterst sällan ställer in tåg utöver banarbetsanpassningar, men majoriteten av företagen ansöker om extra tåg i tågplanprocessen för att hantera osäkerhet hos kunderna som sedan i olika utsträckning ställs in under året, också som en typ av produktionsanpassning. Osäkerheten kan se ut på olika sätt. Vissa kunder kan inte avgöra exakt hur många och vilka dagar de vill framföra sina tåg redan när ansökningen ska skickas in. Om en kund till exempel vill köra måndag till torsdag och eventuellt fredag skickas en ansökan in för att köra tåget dagligen måndag till fredag (R5). Om kunden senare meddelar att de inte vill använda tiden på fredagar ställs de tågen in. Det finns också kunder som inte kan avgöra exakt var de vill köra. Problemet är mest frekvent inom skogsindustrin, där det är svårt för kunderna att avgöra var och när timmer ska hämtas i skogen. För att hantera det väljer företagen att ansöka om tåg till flera olika orter i tågplanprocessen, trots att bara ett av tåglägena kommer att utnyttjas per dag. När kunden kan lämna besked om var timret ska hämtas ställs de andra tågen in. Att järnvägsföretagen agerar på det här sättet är känt hos Trafikverket och nämns också av båda långtidskonstruktörerna som intervjuas (R10, R11).

En annan orsak till att tåg ställs in är att några företag väljer att inkludera transportupplägg som eventuellt tillkommer i nästa tågplan i sin långtidsansökan (R6, R8, R10). Om upplägget sedan inte ska köras resulterar det i inställda tåg. Det förekommer också att flera operatörer ska lämna offerter till samma kund och därför ansöker om kapacitet till samma transportuppgift (R6, R8). I slutändan ska bara en

operatör köra tåget och de övriga tågen blir inställda. Den största anledningen till att företagen väljer att ansöka om extra tåg i tågplanen, såväl för att hantera osäkerhet som potentiella affärer, är för att de anser att ad hoc-processen inte fungerar på ett tillfredsställande sätt (R1, R5, R6, R8). Att ansöka om extra gångdagar för tåg gör också att de prioriteras högre i tilldelningsprocessen (R3, R9).

Problemen med ad hoc-processen rör främst långa svarstider och långa körtider för anordnade tåg. Samtliga järnvägsföretag uppger att Trafikverket har problem med att svara på ad hoc-ansökningar inom fem arbetsdagar. Detta stöds också av en konstruktör från Trafikverket, medan ett par andra respondenter inte upplever det som ett problem på samma sätt. Flera företag anser också att de ofta får avslag på sina ad hoc-ansökningar (R1, R4, R6, R7, R9) och i vissa fall upplevs det som att Trafikverket letar anledningar till att avslå en ansökan (R1, R6, R7). Det kan handla om allt från stavfel till att det under en av tio ansökta gångdagar inte går att framföra tåget på grund av kapacitetsbrist. En respondent nämner också att de fått avslag på en ansökan för att de inte hade anpassat sitt tåg till övrig trafik innan de skickade in ansökan, vilket de anser är Trafikverkets uppgift särskilt då järnvägsföretaget inte har insyn i de aktuella graferna (R1).

Generellt upplever företagen ad hoc-processen sämre för ansökningar där tåg ska anordnas under ett flertal dagar under en längre tidsperiod jämfört med tåg som ska köras enstaka dagar (R1, R5, R6). Eftersom ad hoc-ansökningarna endast får använda ledig kapacitet och inte påverka redan planerad trafik är det vanligt att de tåglägen som tilldelas har väldigt långa körtider på grund av att tåget får stå åt sidan under långa perioder (R1, R3, R5, R8). I enstaka fall kan tåglägena dock vara bättre än de som fås i långtiden, med avseende på total körtid, tack vare att andra tåg har ställts in så att det har skapats bra luckor i tågplanen (R1, R3).

Flera företag efterlyser en bättre dialog i ad hoc-processen (R1, R3, R5, R6, R9). Att bara ringa ett samtal istället för att avslå en ansökan kan spara mycket tid för företagen, då ett avslag bara leder till att de kommer skicka in en ny ansökan eftersom de fortfarande behöver utföra transporten. Den uppfattningen stöds av en trafikplanerare, som uppger att vissa fel är så små att det bara tar ett par minuter att lösa (R12). En annan trafikplanerare nämner dock att det oftast inte behövs någon dialog, då ansökningarna vanligtvis är korrekta och kapacitet finns tillgänglig (R13). En av Trafikverkets långtidskonstruktörer uppger dock att det är mer dialog i ad hoc-processen än i tågplaneprocessen (R10). Den bilden har inte företagen, som istället upplever att det finns mer tid att ha en dialog med Trafikverket bland annat på samrådsmöten när tågplanen tas fram (R1, R3, R6). I ad hoc-processen är det svårt att ha en dialog, dels för att företagen blir hänvisade till att skicka in en ansökan i systemet om de försöker kommunicera med Trafikverket i förväg, dels för att företagen inte kan se vem som har hanterat deras ansökan (R7, R9). Ett önskemål är att ha en kontaktperson i ad hoc-processen (R6). Det möjliggör att den personen kan få bättre förståelse för företagets verksamhet, vilket efterlyses av flera respondenter (R3, R6, R9).

6.5 Anordnade tåg

Anordnade tåg är ofta kopplade till inställda tåg. Den orsak som nämns mest frekvent är banarbetsanpassningar, som precis som för inställda tåg kommer på tal i alla intervjuer där ad hoc-processen berörs. Den typen av anordningar inkluderar även återanordningar av inställda tåg i de fall då planerade banarbeten inte blir av (R1). Flera respondenter uppger även att tåg anordnas för att hantera förändringar i behov från kunderna (R1, R3, R4, R5, R9, R11). Ett par företag menar att de sällan anordnar tåg utan att ställa in ett annat, medan andra nämner att de anordnar tåg även för helt ny trafik. Ett företag uppger att så mycket som 30 till 40 procent av deras trafik hanteras i ad hoc-processen. Utöver det nämns även omledningar vid olyckor eller större störningar som orsaker till anordnade tåg (R1, R6, R8, R10).

Ett par respondenter uppger att de ibland ansöker om nya tidtabeller för väldigt sena tåg. Som nämnts tidigare så görs det ibland av tekniska skäl för att undvika krock mellan två olika tågnummer (R1, R4).

När det görs på järnvägsföretagens initiativ är det vanligtvis vid vändningar där det finns ett inställt tågläge som kan användas till det sena tåget (R1). Genom att återanordna det inställda läget kan tåget avgå i tid och då slippa bli nedprioriterat hos trafikledningen på grund av förseningen. Dessutom gör det att företaget vet när tåget ska komma fram. Om inget inställt tågläge finns körs tåget med en försening istället, då det är svårt att få helt nya lägen tillräckligt snabbt i ad hoc-processen. Under tågplan 2020 har företagen också fått möjlighet att ansöka om optimering av befintliga tåglägen, för att förbättra gångtider för tåg som ofta går tidigt, vilket görs genom att anordna nya tåg i ad hoc-processen (R6). Även här finns en koppling till inställda tåg, då de ordinarie tåglägena samtidigt ställs in.

Vid anordning av tåg kontrolleras som utgångspunkt möjliga tåglägen upp till en timme före eller efter önskad avgångstid (R12). I vissa fall är det dock inte möjligt att anpassa på det sättet, till exempel om ett tåg har en anslutning till en färja (R13). Om järnvägsföretagen istället ansöker om en specifik ankomsttid ses det som den senast acceptabla ankomsttiden (R12). I de fallen används inte gränsen på en timmes avvikelse på samma sätt, utan tåget kan vara framme klart tidigare än så (R12, R13). Företagen har dock möjlighet att lägga till ytterligare information i sina ansökningar, till exempel om de kan acceptera att vara framme en halvtimme efter den ansökta tiden (R13). I andra fall lär sig trafikplanerarna vilka tåg som till exempel har kopplingar till färjor och därmed inte kan flyttas lika mycket i tid (R12).

6.6 Övergripande problem

I flera intervjuer belyser respondenterna skillnaderna mellan godståg och persontåg. En respondent beskriver det som att det enda gemensamma för godståg och persontåg är att de kör på samma spår (R4). Generellt upplevs att förståelsen för godstrafik är begränsad (R3, R4, R8, R9, R10). En skillnad som rör främst den operativa trafikledningen är start- och stoppsträckor (R4, R8, R9). Varje stopp, inbromsning och backe påverkar hastigheten på ett helt annat sätt för godståg än för persontåg och varje oplanerad inbromsning resulterar i att godståg blir sena (R8, R9). Ett annat exempel är effekterna av störningar. För persontrafiken kan ett trafikavbrott avhjälpas genom att tåg ställs in och vänds tidigare än planerat, vilket gör att trafiken kan återgå till normalt relativt snabbt efter ett stopp. För godstrafiken går det inte att lösa lika enkelt. Lok, vagnar och gods är på fel ställen och bangårdar svämmar över, vilket gör att störningen sprids till många tåg och orsakar problem långt efteråt (R2, R4).

Den här problematiken nämns även av respondenterna från den operativa trafikledningen. Järnvägstrafik är mycket komplext vilket skapar stora utmaningar särskilt för ovana tågklarerare (R14). Som ny är det svårt att ta med alla parametrar i beräkningen, till exempel när ett tåg ställs åt sidan för ett möte eller en förbigång (R15). Hur många minuter tåget tappar i tid på grund av detta beror bland annat på hur tungt tåget är och banans topografi. Mer erfarenhet möjliggör också en mer proaktiv tågklarerare där möten och förbigångar kan anpassas i större utsträckning för att optimera helhetsbilden. Även problemen efter störningar nämns under en intervju. När trafiken ska komma igång igen står sena godståg kvar på bangårdar och väntar medan den persontrafik som ska igång till stor del går enligt tidtabellen, då de andra tågen har ställts in. Enligt principen att tåg som går enligt tidtabellen har företräde nedprioriteras då godstågen. I områden med tät trafik kan det dröja ytterligare ett par timmar innan ett sent godståg får en lucka. Ett förslag för att lösa det här är att låta godstrafiken köra igång strax innan persontrafiken för att få iväg åtminstone en del av de sena tågen.

Tidigare i processen för kapacitetstilldelning efterfrågar företagen en större förståelse för företagens grundläggande upplägg när tågen konstrueras. Godstrafiken har ofta mer komplicerade trafikupplägg än persontrafiken (R3). Kopplingar mellan olika tåg anges som associationer i ansökan, vilket ett par företag uppger att de använder sig av (R1, R3). Enligt konstruktörerna är det dock inte ovanligt att ansökningarna saknar associationer som företagen sedan efterfrågar när de får förslaget till tågplanen. Ett företag nämner också att de kan bli bättre på att ange associationer i sin långtidsansökan (R8). Förståelsen behövs dock även i ad hoc-processen. För godstrafiken är det viktigare att transporten faktiskt kan genomföras än att företagen tilldelas exakt den tid som är ansökt, så länge omlopp håller (R3, R6).

Skillnaderna skapar utmaningar när kapaciteten tilldelas, då allt måste hanteras som en helhet. Från konstruktörernas sida hanteras gods- och persontåg på samma sätt (R10). Både gods- och persontåg har tillägg för noder och banarbeten. Storleken på tilläggen kan dock variera beroende på hastighet och tågslag (R10, R11). Gångtidsmallarna som används vid planeringen är olika beroende på lok och tågvikt, vilket gör att persontåg och godståg har olika mallar. En respondent menar dock att framtagandet av mallarna och deras inbyggda tillägg bygger på vad som behövs för persontrafik och att flera tillägg inte är nödvändiga för godstågen (R2).

När tågplanen ska tas fram måste konstruktörerna avgöra vilka tåg som ska planeras först. Viss vägledning fås från de prioriteringskategorier som järnvägsföretagen anger när de skickar in sina ansökningar, där bland annat snabbtåg för resande och långväga godståg prioriteras högt (R11). Vid en konflikt finns inga regler för när godståg ska stå åt sidan för att släppa förbi persontåg, utan det avgörs av den enskilda konstruktören. Några respondenter från järnvägsföretagen beskriver den typen av stopp som ett problem (R2, R8, R9). Om det saknas några sekunder vid en plats kan resultatet bli att godståget får stå och vänta i 20 minuter (R2). Det ifrågasätts också att godståg ska stå åt sidan för persontåg bara för att de ska kunna ha tidtabeller med samma avgångstider varje timme, särskilt utanför rusningstid på sträckor där det är få resenärer (R8, R9). För den långväga trafiken är det också svårt att förbättra sina tider genom tvistlösning. Även om det går att förbättra ett tåg vid en punkt är det i princip omöjligt att hitta ett nytt läge för resten av sträckan i ett så sent skede i processen (R8).

Från konstruktörernas sida finns ett behov av ett bättre systemstöd. Särskilt i ad hoc-processen, där trafikplanerarna jobbar nationellt och konstruerar tåg i hela landet, behövs mer och bättre information om bland annat spårlängder och hur banarbeten påverkar möjligheten att framföra tåg (R12, R13). I dagens system kan ett tåg planeras rakt igenom en helt avstängd sträcka utan att systemet varnar för det (R12). För långväga tåg kan uppemot 15 olika arbeten behöva kontrolleras i flera olika system, vilket är väldigt tidskrävande (R13). Dessutom är det väldigt svårt att lära sig alla trafikplatsers olika egenskaper, till exempel var det kan behövas extra tillägg eller var banan är så brant att det inte är lämpligt med möten (R13). Långtidskonstruktörerna arbetar med kortare sträckor och har då möjlighet att bygga upp en bättre lokalkännedom om sin specifika sträcka (R10, R11).

Under intervjuerna framkommer det att företagen upplever att det finns stora skillnader mellan tillvägagångssätten i de olika regionerna som har hand om banarbetsanpassningar inför justeringar av tågplanen. Några regioner får beröm för att de är proaktiva och planerar hur tågen ska anpassas redan innan företagen ansöker om det (R3, R6, R7, R9). En annan region presenterar istället vad som ska göras och vad som behöver anpassas (R7) och det förekommer banarbeten som är så stora att de bör vara i justeringarna av tågplanen som istället tillkommer i ett senare skede (R3, R12). En annan variant är att arbeten presenteras med detaljerade planer om vilka enskilda spår som påverkas, vilket inte hjälper företagen, då det väsentliga för dem är om de kan köra från en plats till en annan (R1, R9). I de fallen tar också anpassningarna längre tid att planera, då det kommer så många frågor från järnvägsföretagen (R9).

De företag som även har trafik utomlands beskriver det som att processerna i andra länder är enklare, både vid banarbetsanpassningar och vid andra ad hoc-ansökningar. I såväl Danmark som Norge är det lättare att ha en dialog i ad hoc-processen. Där sker ansökningarna via mail medan det i Sverige alltid ska hanteras genom ansökningssystemet, som upplevs som krångligt. I Danmark presenteras även ett utkast på anordnade tågs tidtabeller som företaget får ta ställning till. Vid banarbeten agerar de även proaktivt och ger förslag på hur tågen ska anpassas. Samma antal ändringar är för järnvägsföretagen mycket mer tidskrävande i Sverige än i grannländerna. En fördel i Sverige är dock möjligheten att göra kompletterande ansökningar. Hur dessa hanteras är dock inte optimalt. Kompletterande ansökningar görs idag via Excel istället för Trafikverkets ansökningssystem. Det gör det svårt för järnvägsföretagen att följa processen och det har förekommit att ansökta tåg inte blivit konstruerade för att Trafikverket har missat det eller för att ett tåg fått fel gångdagar då konstruktörerna måste lägga in det manuellt i systemet utifrån

Excelfilerna. Enligt en konstruktör infördes kompletterande ansökningar väldigt plötsligt efter nya krav från EU, vilket gjorde att Trafikverket inte hann planera hur de skulle hanteras på ett bra sätt.

Järnvägsföretagen upplever också skillnader mellan olika konstruktörer och belyser att det i ad hoc-processen är viktigt med en förståelse för godstrafik och företagets trafikupplägg. Skillnaden upplevs också av trafikplanerarna som intervjuas (R12, R13). Det är till exempel upp till varje enskild konstruktör att avgöra om ett tåguppdrag som under vissa gångdagar påverkas av ett arbete ska delas upp i två tågnummer eller om alla dagar ska anpassas (R7, R10). Beslut som får stora ekonomiska konsekvenser för företagen lämnas över till enskilda konstruktörer (R6, R8) och ett par respondenter (R1, R9) noterar att de mer erfarna konstruktörerna har bättre förståelse för godstrafik och hur företagen vill köra. En respondent uppger att det går att se på tidtabellerna i tågplanen var de har lämnats över till nästa konstruktör, då de är bättre på vissa sträckor än andra (R8). De nyare konstruktörerna får ofta fler synpunkter på förslaget till tågplan som lämnas ut under sommaren (R1).

Något som bör nämnas är att flera respondenter från järnvägsföretagen poängterar att de inte vill vara för kritiska mot Trafikverket. De har förståelse för att tilldelningen är en komplex process med många olika aktörer som påverkar varandra och att det tar tid att lära sig allt som krävs som ny konstruktör. I helhet anser företagen att processen är bra. De berömmar bland annat hur Trafikverket har förändrat sina samrådsmöten i juni, från att vara stor en presentation av Trafikverket till att nu faktiskt vara möten mellan Trafikverket och ett eller två enskilda företag åt gången, och hur hanteringen av justeringarna av tågplanen har utvecklats. Problemen uppstår när Trafikverket gör avsteg från processen, till exempel när en stor andel tåg inte var konstruerade i tid till förslaget av tågplan 2020.

Trots ett allmänt missnöje med ad hoc-processen finns även där en förståelse för svårigheterna som finns, med tidsbegränsningar och kapacitetsbrist på spåren. Ett par företag nämner att även ett besked om att Trafikverket inte hinner svara inom de angivna fem arbetsdagarna är uppskattat, och för många ansökningar är det inga problem att få ett svar efter tio dagar istället. Det efterfrågas också att Trafikverket ska vara mer lösningsorienterat och i samarbete med järnvägsföretagen ta fram en bra lösning, istället för att snabbt ge avslag vid minsta fel. Tåg som ska anordnas kan ofta framföras både två timmar tidigare och två timmar senare än önskad avgångstid. Huvudsaken är att tåget kommer fram och i de flesta fall är körtiden viktigare än en exakt avgångs- eller ankomsttid.

7 Rotorsaksanalys

Det här kapitlet analyseras de resultat som presenteras i kapitel 5 Dataanalys och kapitel 6 Intervjuresultat. Kapitlet analyserar rotorsakerna till sena, tidiga, inställda respektive anordnade tåg, och avslutas med en diskussion om hur olika avvikelser är kopplade till varandra.

7.1 Sena tåg

Företagens uppfattning av sena tåg stämmer bra överens med litteraturen inom ämnet. De klarar förseningar på upp till 15 minuter utan problem och i många fall även större förseningar än så. För vissa enskilda transporter kan förseningar på ett dygn hanteras utan nämnvärd påverkan, vilket stämmer bra med vad som konstaterats av bland andra Halse & Killi (2013). Värt att notera är att ett par företag nämner att de har lite extra buffert i sina uppehållstider för lastning och lossning. Det är en tydlig skillnad gentemot persontrafiken, där uppehållstiderna ofta är lite kortare i tidtabellen än i praktiken, vilket resulterar i att många förseningar uppstår vid uppehåll (Palmqvist, 2019).

Den orsakskod som orsakar flest förseningsminuter, ”sent från depå”, har enligt respondenterna många olika rotorsaker, men inte i en enda intervju kopplas rotorsakerna till kapacitetstilldelningen. Att kunder anländer sent med godset som ska lastas hänförs inte till att den tilldelade avgångstiden är tidigare än ansökt. Att lok eller vagnar är tillgängliga sent anses vara ett resultat av att de anländer med tåg som är försenade, inte att en för kort associationstid har tilldelats. Kapacitetstilldelningen har alltså främst en indirekt påverkan på de här förseningarna. Genom att förbättra tilldelningen så att förseningar av andra orsaker kan minskas, bör förseningarna som beror på att lok eller vagnar ankommer sent vid en association också minska. Det bör dock noteras att även om företagen inte direkt kopplar förseningarna till tilldelningen så kan den ha en effekt. I det här arbetet undersöks inte skillnader i tilldelad och ansökt kapacitet för sena tåg, vilket gör att det inte går att utesluta att det finns fall där de tågen som är sena från depå har en tidigare avgångstid eller kortare associationstid än önskat.

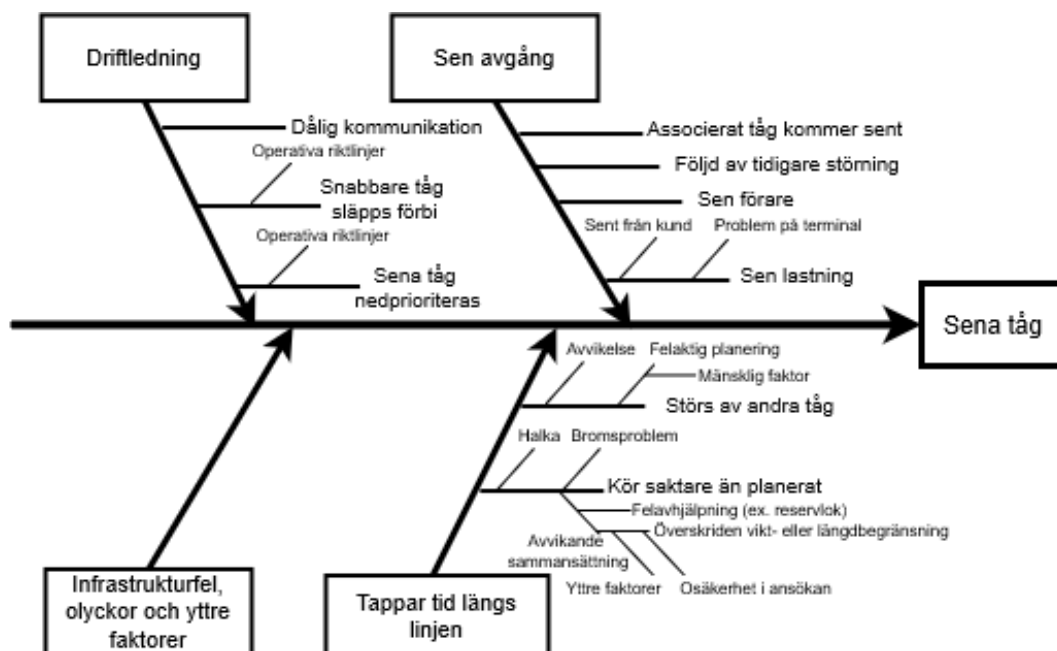
I koden ”avvikande sammansättning” hamnar många typer av förseningar med orsaker som snarare borde kodas annorlunda, till exempel ”vagn” vid hjulproblem eller ”naturhändelse” vid halka. Att de här händelserna inte får rätt kodning kan kopplas till att tågklarerarna kodar på symptom, och att järnvägsföretagen inte lägger resurser på att ändra koder för små förseningar. Dessutom gör det ingen skillnad för järnvägsföretagen ekonomiskt om koden är ”avvikande sammansättning” eller ”vagn”, då båda koderna resulterar i kvalitetsavgifter. Felkodningen kan också vara ett resultat om dålig kommunikation. Om en förare bara meddelar tågledningen att tåget för dagen har en lägre hastighetsbegränsning än tidtabellen är planerad för utan att ange vidare orsak, kommer orsakskodningen bli ”avvikande sammansättning”. För att tågklareraren ska koda något annat måste föraren berätta att tåget till exempel har vagnproblem. De fåtal händelser som verkligen hör hemma inom koden ”avvikande sammansättning”, som användning av reservlok, kan inte direkt kopplas till kapacitetstilldelningen utan är istället resultat av mycket sena tåg som gör att det ordinarie loket inte hinner till ett omlopp, eller av lokproblem hos järnvägsföretaget.

Generellt så finns det många exempel i kategorin ”järnvägsföretag” där orsakskoderna inte är korrekta. Uppfattningen hos flera företag är att vissa koder, till exempel ”sent från depå”, används slentrianmässigt. Att kvaliteten på orsakskodningen inte är den bästa är dock förstäeligt. Det finns över 200 olika koder och nere på nivå 3 finns det många som är väldigt lika varandra. Dessutom finns det inte alltid tid att ringa till lokförarna och fråga vad som gått fel vid en liten försening om det till exempel är en stor störning på en annan del av banan samtidigt.

Den orsakskod som har tydligast koppling till kapacitetstilldelningen, ”misstänkt fel i körplan/felplanering”, kan i många fall hänföras till den mänskliga faktorn. Att upptäcka de felen i förväg skulle ta mycket resurser, och hela tågplanen skulle behöva granskas för att upptäcka fel som skapar relativt små problem i praktiken (se kapitel 5.3.1 *Driftledning*). Utöver den mänskliga faktorn finns det två

huvudsakliga orsaker till ”misstänkt fel i körplan/felplanering”. En orsak är relaterad till ad hoc-processen, där konstruktörerna konstruerar tåg nationellt. I dagens läge finns det inte möjlighet att lära sig alla parametrar som behövs för att kunna konstruera felfria körplaner i hela landet, särskilt inte när tågen påverkas av ett eller flera banarbeten och avstängningar (se kapitel 6.2 *Sena tåg*). Den andra orsaken är att konstruktionsreglerna inte följs, vilket gör att det är för tätt mellan tågen (ett exempel ses i kapitel 4.5 *Effekter av avvikelser*). Totalt sett är mängden förseningar med den här koden relativt lågt. Det innebär inte att tågplanen i övrigt är felfri, då den operativa personalen vittnar om att det finns fler fall som borde kodas med den koden.

Orsakerna till sena tåg sammanfattas i figur 7.1.

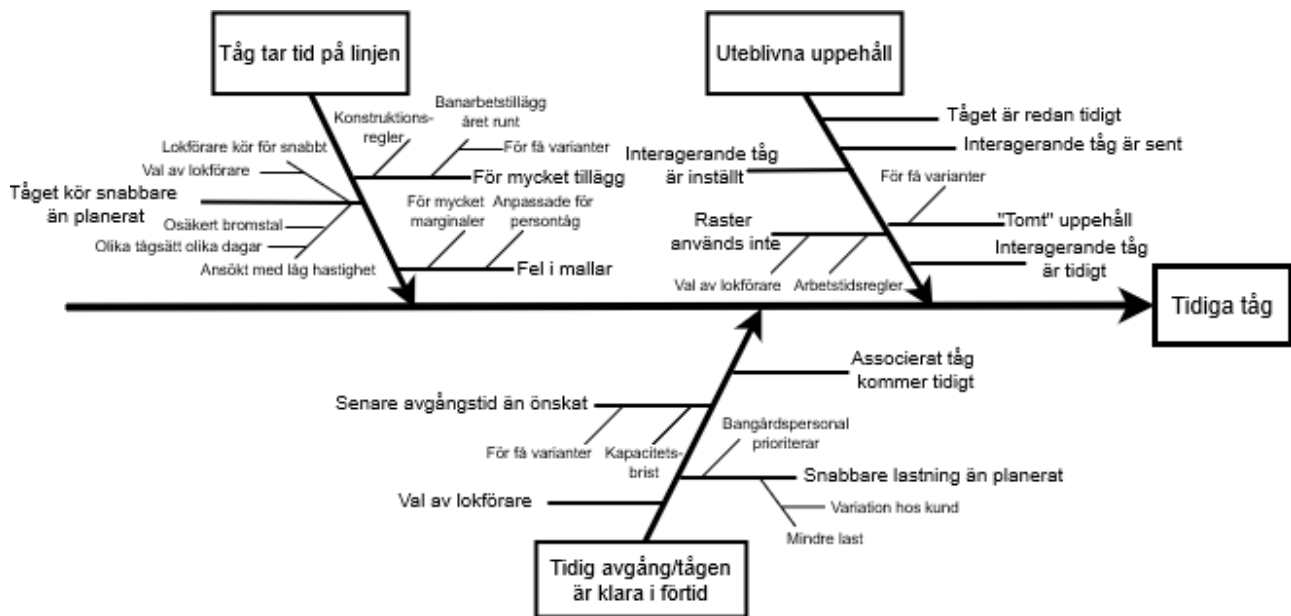


Figur 7.1: Rotorsaker till sena tåg.

7.2 Tidiga tåg

Tidiga tåg har i många fall tydligare kopplingar till kapacitetstilldelningen än sena tåg. Tåg som går tidigt efter att ha fått en senare avgångstid än önskat, inte använder de uppehåll som är inplanerade för möten, eller går snabbare än gångtidsmallen är några exempel på detta. Samtliga mönster både nämns av företag och syns i de trafikdata som studeras i kapitel 5.5 *Tidiga tåg*. Precis som i fallet med sena tåg kan tidiga tåg påverkas av varandra inom ett omlopp, så om ett tåg planeras om så att det går i tid istället för tidigt kan det medföra att även nästa tåg i samma kedja går i rätt tid. Det finns dock tidiga tåg som har orsaker utanför kapacitetstilldelningen. Exempel på det är de tåg där uppehåll och associationstider är planerade utifrån arbetstidsregler för lokförare.

Figur 7.2 visar de identifierade orsakerna till tidiga tåg.



Figur 7.2: Rotorsaker till tidiga tåg.

Ett par företag påpekar problem med att endast sena tåg inkluderas i begreppet punktlighet och upplever att jakten på bra punktlighetssiffror resulterar i att för stora gångtidstillägg inkluderas i tidtabellerna, vilket får som resultat att tågen går tidigt. Dessutom läggs mer resurser på att motverka sena tåg än på att motverka tidiga tåg, då tidiga tåg inte syns i statistiken på samma sätt. Att endast ankomstförseningar och inte tidiga ankomster är av intresse kan diskuteras. Företagen ser generellt inga problem med att tågen ankommer tidigt men föredrar istället att få en tidtabell med kortare körtid, då varje planerad körtimme kostar mycket oavsett om den används eller inte. Dessutom sänker de långa körtiderna värdet av transporten och ökar risken att kunderna väljer andra transportsätt. Utöver det kan även andra aktörer påverkas negativt av att lok och vagnar är i vägen om de ankommer för tidigt till bangårdar.

Avvägningen med gångtidstillägg som beskrivs i litteraturen lyfts också i intervjuerna. Även om det finns tåg som tappar tid längs med sträckan är det inget järnvägsföretag som säger att de tycker att tilläggen är för små. Däremot nämner flera respondenter att tilläggen är för stora och en orsak till att tågen inte går enligt tidtabellen. Dessutom har storleken på tilläggen resulterat i ökade kostnader för företagen. Att godståg i många fall har för mycket gångtidstillägg syns tydligt i data som visar hur tågen framförs, med många tidiga tåg som tar in tid på linjen (se kapitel 5.5.3 *Tåg som tar in tid på linjen*). Vidare anser flera företag att de gångtidsmallar som används för att konstruera tågen inte är korrekta. Mallarna är baserade på modeller av infrastrukturen, som inte fångar alla aspekter som påverkar tågens gångtid. Ett förslag från ett järnvägsföretag är att istället ta fram gångtider baserat på hur tågen historiskt sätt har kört. Att det är möjligt visas bland annat i Storbritannien, där historiska data används för att beräkna gångtider (Palmqvist, 2019).

En annan viktig aspekt är placeringen av gångtidstillägg, vilket har visat sig ha effekt på punktligheten (Andersson, et al., 2015). Idag är det till viss del upp till varje enskild konstruktör var tilläggen ska placeras. Konstruktionsreglerna specificerar till exempel att två minuters nodtillägg ska placeras på sträckan mellan Malmö och Alvesta, vilket kan liknas med tillägget rekommenderat av den Internationella järnvägsunionen (se kapitel 2.2.1 *Tidtabeller i EU*). Hur nodtillägget fördelas och exakt på vilka platser det placeras är upp till varje enskild konstruktör. Det ställer höga krav på konstruktörernas förståelse och lokalkännedom och gör det extra svårt för nya konstruktörer.

Sammantaget tyder ovanstående på att Trafikverket har valt att satsa mer på robusthet än effektivitet i tidtabellerna. Att Trafikverket gör det valet är inte förvånande med tanke på att de mått som vanligtvis mäts och når ut till allmänheten är punktlighet, där alla tidiga tåg anses vara punktliga. Robustheten

innebär stora utmaningar för godstrafiken på järnväg och om utvecklingen fortsätter i samma riktning är risken stor att mängden godstrafik minskar, snarare än att den ökar i den takt som EU önskar. Att minska gångtidstilläggen leder till ett minskat kapacitetsutnyttjande, vilket enligt studier förbättrar punktligheten. Risken är att det resulterar i sämre punktlighet till följd av sämre robusthet. Det får i sin tur ekonomiska konsekvenser som kan drabba både järnvägsföretagen och Trafikverket då förseningar ger upphov till kvalitetsavgifter. Det finns även exempel på tåg som redan idag inte klarar av att hålla tidtabellerna. Det som beskrivs av järnvägsföretagen är att de idag inte har resurser att lägga på att arbeta med de bakomliggande problemen som orsakar förseningar. Istället lägger företagen resurser på att hantera de tidiga tågen, till exempel genom att punktlighetsansvariga arbetar med att motverka tidiga tåg istället för att motverka förseningar.

7.3 Inställda tåg

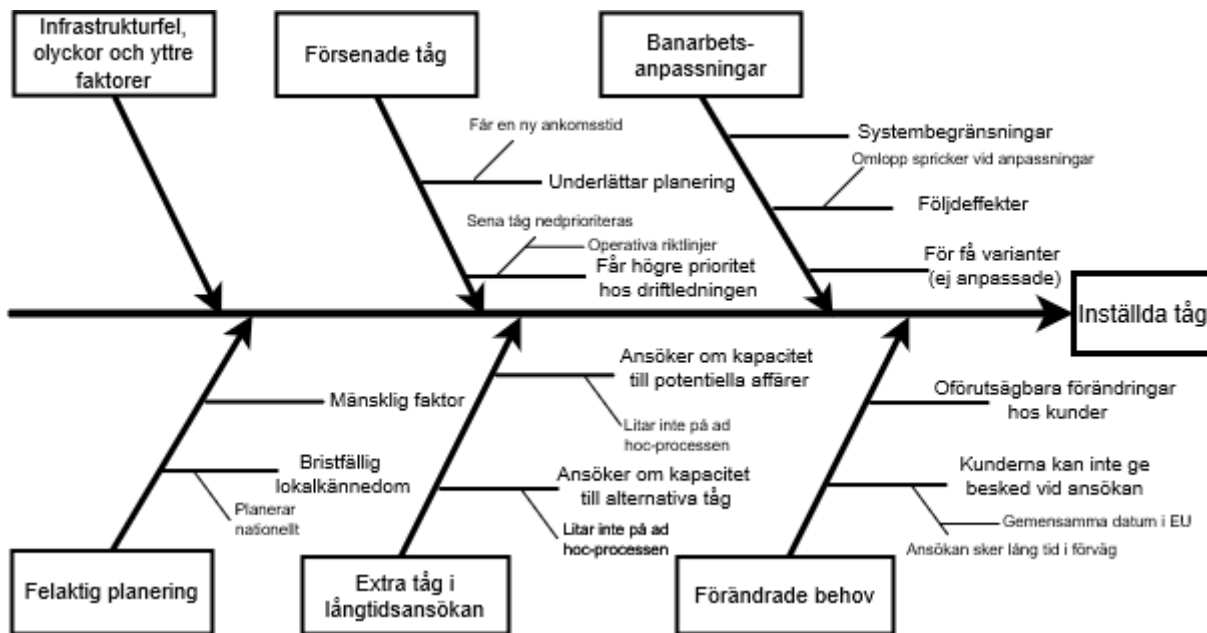
En stor del inställda tåg beror på banarbeten. I de flesta fall är det arbeten som är med i Trafikverkets banarbetsplaner snarare än arbeten av akut karaktär. Att minska mängden banarbetsanpassningar efter tågplanens fastställelse är en utmaning. I tågplan 2020 inkluderas ovanligt många banarbeten redan vid konstruktionen, vilket resulterar i att Trafikverket inte hinner konstruera alla tåg i tid varken till utkasten eller till den fastställda tågplanen. Dessutom blir resultatet att många tåg får långa körtider och nu framförs långt före sina tidtabeller. Att inkludera fler banarbeten i tågplanen är därför inte att föredra med dagens processer då det leder till andra avvikelser, som till exempel tidiga tåg.

En annan stor orsak är ”järnvägsföretag”, som rymmer många olika rotorsaker. Enstaka tåg ställs in till följd av stora förseningar, för att istället framföras i tid som anordnade tåg. Grundorsaken är att sena tåg nedprioriteras operativt och att det därför är svårt att veta när ett sent tåg kan ankomma till sin slutstation. Att ändra de operativa riktlinjerna om prioritering för att minska de inställda tågen av den här orsaken är inte en rimlig åtgärd eftersom de tågen är så få. Istället bör fokus ligga på att minska de stora förseningarna, vilket också bör minska de inställda tågen av den här orsaken. De förseningarna beror främst på störningar som inte kan lösas genom kapacitetstilldelningen eller genom att göra tidtabellen mer robust och faller därför utanför de åtgärder som föreslås i det här arbetet.

De flesta tåg som ställs in med koden ”järnvägsföretag” beror på olika typer av osäkerhet. Det förekommer orsaker som inte går att förutse, till exempel plötsliga produktionsstopp hos järnvägsföretagens kunder. I många fall är det ett medvetet val av järnvägsföretagen att ansöka om extra tåg i tågplanen, allt ifrån att ansöka om kapacitet till potentiella nya affärer till att ansöka om flera olika destinationer där företagen vet redan på förhand att endast en kommer användas. Orsaken till detta är att de inte upplever att ad hoc-processen fungerar tillräckligt bra. Bilden från intervjuerna är att det här är ett vanligt förekommande fenomen. Alla företag gör eller har gjort det, om än i mycket varierande utsträckning. De här tågen, som ställs in utan koppling till anordnade tåg, ger stora konsekvenser främst utanför ad hoc-processen. De resulterar visserligen i ad hoc-ansökningar, men att bara ställa in tåg går snabbt och de ansökningarna godkänns alltid av Trafikverket. De stora effekterna blir istället en ökad arbetsbelastning när tågplanen tas fram, eftersom långtidskonstruktörerna konstruerar onödigt många tåg, och att andra tåg har onödigt långa körtider då de anpassas efter tåg som ändå inte kommer att framföras.

Inställda tåg i kategorin ”felaktig planering” kan direkt kopplas till kapacitetstilldelningen. Liksom förseningar med koden ”misstänkt fel i körplan/felplanering” hänförs den typen av inställda tåg främst till den mänskliga faktorn hos konstruktörer. Att motverka de inställda tågen skulle kräva mycket resurser men inte ge så stora effekter, då det är relativt få tåg som ställs in av den orsaken. De upplevs inte heller som något problem av järnvägsföretagen. I en intervju framkom det att de inte ens visste att ett av deras tågnummer hade ställts in och ersatts av ett annat under samtliga gångdagar i tågplan 2019. Skillnaden i tidtabellen var att ett möte hade flyttats, vilket inte påverkade varken avgångs- eller ankomsttider för tåget på någon av de platser där lastning eller förarbyte skulle ske.

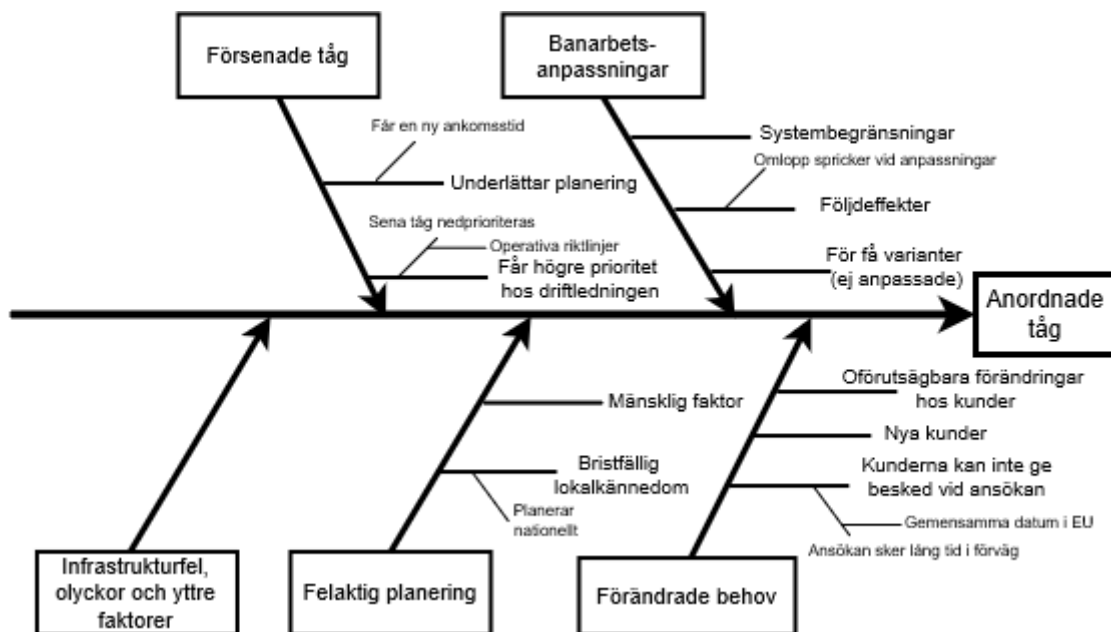
Orsakerna till inställda tåg sammanfattas i figur 7.3.



Figur 7.3: Rotorsaker till inställda tåg.

7.4 Anordnade tåg

I figur 7.4 visas orsakerna till att tåg anordnas. De sammanfaller i stor utsträckning med orsakerna till inställda tåg.



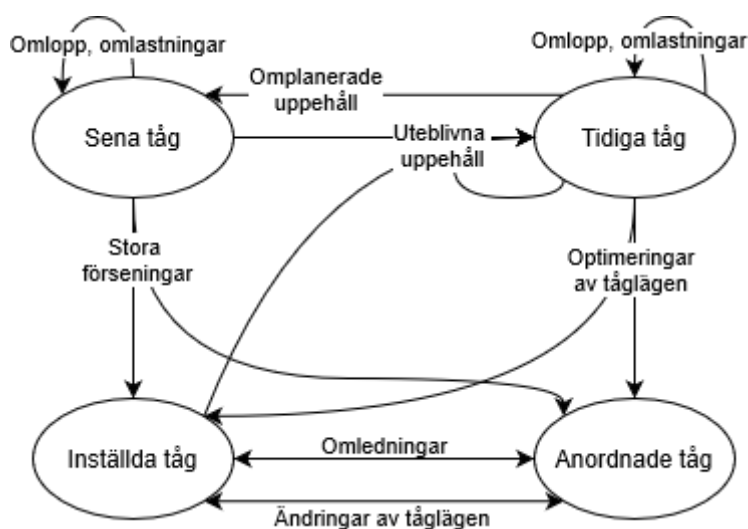
Figur 7.4: Rotorsaker till anordnade tåg.

Av intervjuerna fås bilden att anordnade tåg i sig inte skapar några problem för järnvägsföretagen. Anordningar kan inte heller kopplas till andra avvikelser utöver att de ofta sker i samband med att andra tåg ställs in. De ger däremot en flexibilitet som krävs för att företagen ska kunna bedriva sin verksamhet. Dessutom finns det idag ett behov att kunna göra banarbetsanpassningar efter att tågplanen fastställs, vilket med dagens system kräver anordning av tåg. De anordningar som främst skulle behöva minskas är de som uppkommer när företag vill optimera sina befintliga tågplaner. De kommer i sin tur från problem i processen med att ta fram tågplanen och det är där förbättringar behöver göras.

För att minska effekterna av, snarare än antalet, anordningar behöver ad hoc-processen förbättras. Från intervjuerna fås uppfattningen att företagen i många fall kan vara flexibla vid anordning av tåg, vilket stämmer bra överens med vad som beskrivs av Gestrelius, et al. (2015). Flera företag pekar på att Trafikverket i ad hoc-processen är lite för snabba med att avslå ansökningar bara för att inga lämpliga kanaler kan hittas i närhet av den ansökta tiden. Det behövs en större förståelse för att det för godstrafik är viktigare att transporten kan genomföras snarare än att en exakt avgångstid nås. Det förekommer kunder och upplägg som inte har den flexibiliteten, men i de flesta fall kan ett tåg gå både tidigare och senare än önskad tid. Detta är dock svårt för trafikplanerarna att veta, och i dagens system anges bara en önskad tid.

7.5 Kopplingar mellan olika avvikelser

Många avvikelser har samband med andra avvikande tåg, vilket visas i figur 7.5. Att tåg är tidiga eller sena sprids till andra tåg genom att lok, förare och gods kommer tidigt eller sent till nästa avgång, både vid vändningar och vid omlastningar. Tidiga tåg som uppkommer på grund av att uppehåll inte används kan orsakas av inställda tåg, förseningar eller att något av de interagerande tågen är tidigt redan före uppehållet. Tidiga tåg kan också orsaka förseningar, antingen genom att de är i vägen för andra tåg eller för att de tidiga tågen blir stående på en plats där de bara ska passera och blir försenade på grund av startsträckan efter stoppet. I tågplan 2020 resulterar de tidiga tågen också i inställda och anordnade tåg när järnvägsföretagen ansöker om att optimera sina tåglägen. Anordnade och inställda tåg är ofta relaterade till varandra till exempel genom att ett inställt tåg ofta efterföljs av ett anordnat tåg, eller vice versa. Slutligen kan stora förseningar leda till att järnvägsföretagen väljer att ställa in ett tåg och istället anordna ett nytt.



Figur 7.5: Kopplingar mellan olika avvikelser.

Med alla kopplingar i åtanke bör därför åtgärder som minskar förekomsten av en sorts avvikelse kunna ge effekter på andra tåg och andra avvikelser. Om mängden inställda och sena tåg minskar bör det leda till färre eller åtminstone mindre tidiga tåg genom att antalet uppehåll utan interagerande tåg minskar. Huruvida den kopplingen håller beror dock på vilken åtgärd som genomförs. Sena tåg kan minimeras genom att öka tidtabellens robusthet, något som vanligtvis görs genom att ge tågen mer gångtidstillägg. Det i sin tur kommer dock leda till att andra tåg, som idag går i tid eller före tidtabellen, blir ännu tidigare. En sådan åtgärd kan alltså dels minska antalet tidiga tåg genom att fler uppehåll används, men också öka antalet tidiga tåg genom att de får mer tillägg i tidtabellen som inte alltid behövs.

Det kan också noteras att det finns avvikelser som minskar förekomsten av andra avvikelser. Den tydligaste kopplingen är hur tidiga tåg kan motverka sena tåg, eller åtminstone minska storleken på förseningarna, genom att de skapar utrymme där sena tåg kan framföras. Det blir också färre sena tåg

8 Åtgärder

Det här kapitlet inleds med en diskussion om vilka problem som behöver åtgärdas och vilka problem som kommer avhjälpas genom pågående projekt. Därefter presenteras åtgärder inom tre kategorier: samarbete, godståg kontra persontåg och prestationsmätning.

8.1 Vad ska åtgärdas?

Som beskrivet i kapitel 6.6 *Övergripande problem* nämner många respondenter att järnvägen är en komplex bransch med stora begränsningar och det krävs en förståelse för trafiken hela vägen från långtidsplanering till operativ trafikledning. Detta skapar stora utmaningar både för konstruktörer och för tågklarare. Komplexiteten ligger i verksamhetens natur, och är svår att hantera. Samtidigt blir begränsningarna allt mer påtagliga i och med att trafikmängden ökar.

Komplexiteten i att ta fram tågplaner är också något som hindrar matematisk optimering av tågplanen. Det finns så många aspekter och begränsningar som inte fångas av de modeller som finns tillgängliga idag, vilket nämns av bland andra Aronsson, et al. (2003). I Sverige är trafiken mycket heterogen (Hellström, 2014) med olika hastigheter och varierande uppehållsmönster. En del trafik går i periodiska tidtabeller med samma minuttal varje timme, medan annan trafik går någon dag i veckan eller mer sällan än så. Dessutom är det svårt att kvantifiera alla egenskaper som skapar en ”bra” tidtabell och olika aktörer prioriterar olika egenskaper (se kapitel 2.2.2 *Matematisk optimering*). En tidtabell som upplevs som bra av en aktör kommer inte vara lika uppskattad av en annan och då uppkommer frågan om hur olika preferenser ska prioriteras. Med den tekniska utveckling som finns idag kommer modellerna sannolikt att förbättras snabbt och någon gång i framtiden kommer en optimeringsmodell säkert användas för att ta fram tågplanen även i Sverige, men i dagsläget är det inget realistiskt alternativ.

Med dagens processer sker kapacitetstilldelningen på den taktiska planeringsnivån, vilket i sig leder till en del avvikelser. Att till exempel skogskunder inte på förhand kan säga var timmer ska hämtas ligger i verksamhetens natur. Det skapar problem i kapacitetstilldelningen när varje enskild aktivitet måste detaljplaneras i tågplanen. Idag hanteras osäkerheten genom att ansöka om extra tåg i tågplaneprocessen, då det inte finns möjlighet att göra den övergripande planering som vanligtvis görs på taktisk nivå. Alternativet skulle vara att istället avvakta med ansökningarna och anordna tåg efter att tågplanen är fastställd, vilket också är en sorts avvikelse. För skogskunder handlar osäkerheten inte bara om vilken tid de vill avgå utan även från vilken ort. Det gör att projekt som successiv tilldelning inte kommer minska avvikelserna av den här orsaken. För att undvika de här avvikelserna skulle hela kapacitetstilldelningen behöva göras på den operativa planeringsnivån, som i Nordamerika (se kapitel 2.1 *Planering av järnvägstrafik*), vilket inte är möjligt med dagens EU-direktiv.

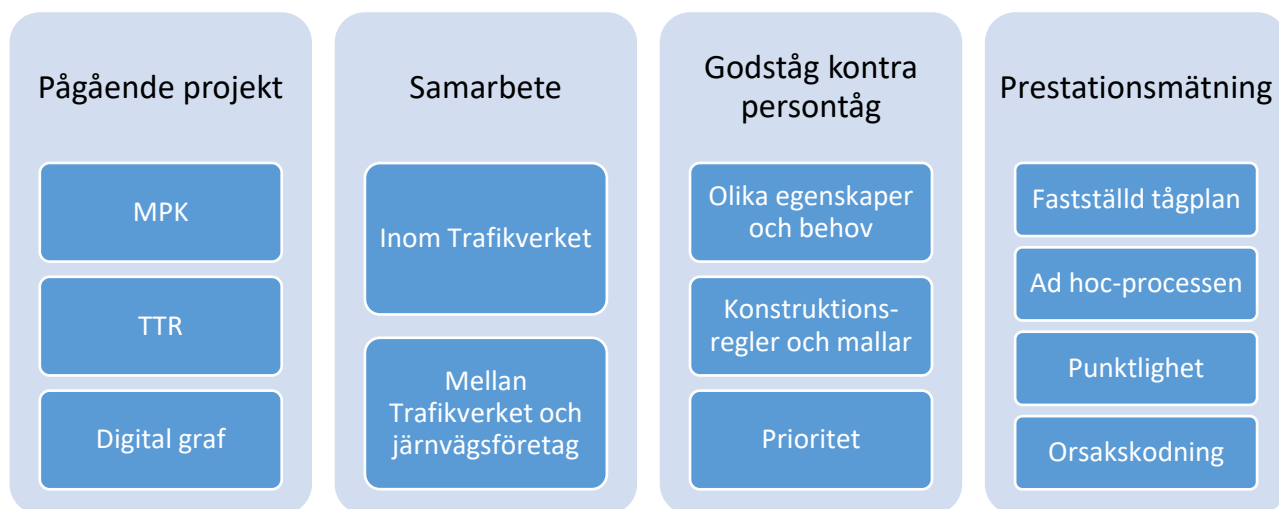
Att företagen väljer att ansöka om de extra tågen beror på att ad hoc-processen inte fungerar tillfredsställande. Det finns ett behov av flexibilitet och järnvägsföretagen behöver möjligheten att få nya tidtabeller under året, och att skicka in extra ansökningar till tågplanen får stora följd effekter i form av ökad arbetsbelastning och ökade avvikelser som beskrivits tidigare. Något som är värt att notera är att företagets bild av ad hoc-processen inte stämmer helt överens med vad anställda på Trafikverket uppger, angående avslag och svarstider. I det här arbetet ingår inte att undersöka till exempel hur stor andel av ansökningarna som faktiskt avslås eller huruvida svarstiderna faktiskt är så långa som företagen påstår. Det är dock inte heller det som är det väsentliga. Så länge företagen upplever att processen inte fungerar kommer de välja att vidta åtgärder oavsett om det faktiskt finns problem eller inte. En viktig punkt att åtgärda är därför ad hoc-processen. Genom att öka förtroendet hos järnvägsföretagen kan avvikelser i form av inställda tåg föras över till anordnade tåg, vilket får klart mindre effekter.

Indirekt medför de extra tågen att Trafikverket, för att hinna med i tågplaneprocessen, tvingas exkludera vissa banarbeten från tågplanen. Det leder till att fler anpassningar görs i efterhand, något som i praktiken innebär fler inställda och anordnade tåg. De extra tågen gör också att Trafikverket inte hinner göra

varianter av tåguppdrag i den utsträckning som vore optimal. Ett exempel på det är tåg med många gångdagar som får ett möte inplanerat med ett tåg som bara går ett fåtal dagar. Med mer tid hade konstruktörerna haft möjlighet att dela upp tåget med många gångdagar i en variant som får ett möte och en annan variant för de dagar då det mötande tåget inte går. Det finns också exempel på tåg som fått ett helårsläge med tidstillägg för banarbeten trots att arbetena inte pågår året runt. Resultatet blir att tåget blir tidigt i de perioder när inga arbeten pågår. Generellt så kan varje förbättring av processen som leder till en tidsbesparing för långtidskonstruktörerna innebära att de hinner göra någon extra variant av något tåg, vilket i sin tur kan leda till färre avvikelser.

Ett sätt att bli av med de tidiga tågen är att förbjuda tåg från att avgå före sin planerade tid. Det har dock gjorts försök att prova detta i praktiken som inte har fallit väl ut, och ett förbud förespråkas inte av dem som intervjuas. Dessutom upplever operativ personal att tidiga tåg skapar luckor som kan användas av sena tåg. Det kräver en del av tågklarerarna för att kunna utnyttja sådana luckor, men möjligheten skulle gå förlorad om tidiga tåg förbjuds. Den negativa effekt som kan uppstå för andra tåg bör också minska när digital graf införs. Generellt så upplevs företagets irritation vara större över tåg som tar in tid jämfört med tåg som håller samma tidsavvikelse under hela sträckan. Att ett tåg avgår och ankommer en timme före planerad tidtabell verkar inte vara ett problem på samma sätt som ett tåg som avgår i tid och ankommer en timme för tidigt. En förklaring till det är att företagen har onödigt höga kostnader för tåg som tar in tid på sträckan, då de måste planera utifrån tidtabellen och då binder upp lok och förare onödigt länge. Det allra bästa vore att minimera alla typer av tidiga tåg, för att underlätta planering såväl hos järnvägsföretagen som hos Trafikverket, men för att minska effekterna hos järnvägsföretagen så mycket som möjligt bör fokus därför ligga på de tåg som tar in tid under sträckan. Det kan motiveras även från Trafikverkets sida. De tåg som tar in tid är också de tåg som tar upp onödigt mycket kapacitet på spåren. Genom att åtgärda de tågen kan därmed kapacitet frigöras, vilket ger mer robusthet och möjlighet att framföra fler tåg.

Av de orsaker till avvikelser som beskrivs i det här arbetet finns många som inte är relaterade till kapacitetstilldelningen. Redan före rotorsaksanalysen konstateras att förseningar och inställda tåg på grund av infrastruktur, olyckor och andra yttre faktorer inte är något som kan undvikas genom att förändra tilldelningen. Inte heller de inställda och anordnade tåg som beror på oförutsägbara händelser hos kunder kommer inkluderas i åtgärderna. Figur 8.1 sammanfattar de pågående projekt och föreslagna åtgärder som presenteras i efterföljande kapitel.



Figur 8.1: Pågående projekt och föreslagna åtgärder.

8.2 Pågående projekt

De projekt som beskrivs i kapitel 4.6 *Pågående projekt* kommer ha påverkan på avvikelserna i olika utsträckning. Ett sätt att förenkla för konstruktörer är ett bättre systemstöd, där mer av banornas specifika egenskaper inkluderas. Ett nytt system, TPS, med den funktionen är inkluderat i projektet MPK (se kapitel 4.6.2 *MPK*) och ska introduceras inom ett par år. Det nya systemet kan effektivisera arbetet på flera olika sätt. En fördel är att det blir möjligt att konstruera tåg på längre sträckor med systemets mer detaljerade bilder av infrastrukturen, något som kan minska antalet överlämningar mellan olika långtidskonstruktörer och på så sätt minska tidsåtgången för varje konstruerat tåg. Tack vare detta bör det finnas ökade möjligheter för långtidskonstruktörer att konstruera olika varianter inom ett transportuppdrag, vilket i sin tur leder till en minskning av tidiga tåg. Dessutom gör det nya systemet att blir det enklare för trafikplanerare att konstruera tåg över långa sträckor. Det kan dels minska tidsåtgången i arbetet, då de idag behöver kontrollera flera olika system för att konstruera körbara körplaner, dels leda till färre fel i körplanerna. Detta i sin tur underlättar arbetet för tågklarerarna och ger färre avvikelser, främst i form av minskade förseningar. Det nya systemet bör också kunna minska antalet inställda och anordnade tåg, då felaktiga tåg som upptäcks innan trafiken ska framföras idag ställs in och anordnas på nytt i korrekta lägen.

TPS kommer inte inkludera all information som konstruktörer behöver och även när det är implementerat kommer mycket ansvar fortfarande ligga på varje enskild individ. Åtgärder som överför mer ansvar, anpassningar och beslut till de enskilda konstruktörerna är därför inte att förespråka. Företagen upplever att konstruktörer saknar förståelse för godstrafik i allmänhet och deras trafikupplägg i synnerhet (se kapitel 6.4 *Inställda tåg* och kapitel 6.6 *Övergripande problem*). Att förändra processen så att mer ansvar läggs på enskilda konstruktörer skulle förvärra problemen och göra det ännu svårare att börja som ny konstruktör.

MPK innefattar även kapacitetsportalen och successiv tilldelning, som också har stor potential att förbättra kapacitetstilldelningen. Kapacitetsportalen ska underlätta vid ad hoc-ansökningar och bör förbättra företagets inställning till ad hoc-processen. Successiv tilldelning, där detaljplaneringen senareläggs och endast platser med trafikaktivitet ges fasta tider i tågplanen, kommer inte bara frigöra kapacitet utan även minska mängden tidiga tåg genom att de onödiga uppehållen minimeras när tidtabellen varje dag anpassas till den aktuella trafiksituationen. Med dagens system är den typen av dagliga anpassningar inte realiserbart i praktiken. MPK är dock försenat och det är oklart när de nya verktygen kommer kunna implementeras.

Ett annat relaterat problem är att godstrafik idag planeras detaljerat på alla platser. För godstrafiken är det endast ett fåtal platser som har betydelse (se kapitel 2.6 *Värde av pålitlighet*). För en del tåg är de enda platserna av intresse utgångs- och slutstation, medan andra kan ha till- eller avkoppling eller förarbyte på någon plats längs vägen. Trots det görs planeringen ner på sekundnivå längs hela sträckan. När några sekunder saknas i headway-tid blir resultatet att godståg får stå åt sidan och släppa förbi snabbare tåg. Även om varje enskilt stopp inte påverkar mer än 15 minuter kan det bli stora konsekvenser för ett godståg som går igenom hela Sverige om situationen uppkommer ett antal gånger under sträckan. Genom successiv tilldelning kan de här problemen minimeras då tågen istället för exakta tider kommer få kanaler där de ska framföras, som detaljplaneras i ett senare skede. Att några sekunder saknas kommer kunna hanteras genom att flytta på något av tågen inom sina kanaler.

Det finns även andra projekt, utöver MPK, som kommer att påverka processen för kapacitetstilldelning positivt. Omstruktureringen av tilldelningen som är på gång inom EU, TTR, ska bland annat bidra till ökade möjligheter att få bra körtider även i ad hoc-processen. Genom rullande planering (se kapitel 4.6.1 *TTR*) förbättras förutsättningarna för tillkommande trafik som ska framföras under en längre tidsperiod, som anses vara mest problematiskt idag (se kapitel 6.4 *Inställda tåg*). Digitala grafer hos trafikledningen (se kapitel 4.6.3 *STEG*) kommer att ge tågklarerarna en bättre bild av den aktuella trafiksituationen, vilket

kommer vara särskilt fördelaktigt för att se hur tåg som går utanför sina kanaler kan påverka annan trafik. Det gör att den negativa påverkan som tidiga tåg idag kan ha på tåg som går enligt tidtabellen och sena tåg kan minskas. Dessutom kan det ge en bättre överblick hos tågklarerarna och större möjlighet att beräkna när ett sent tåg kommer anlända till sin slutstation, vilket ger järnvägsföretagen bättre förutsättningar för planering vid stora förseningar.

8.3 Samarbete

Många av de problem som uppstår idag skulle kunna minskas genom bättre samarbete och kommunikation mellan de olika aktörer som är inblandade i kapacitetstilldelningen. Det gäller inte bara mellan Trafikverket och järnvägsföretagen utan även mellan olika avdelningar inom Trafikverket. Samarbete mellan olika järnvägsföretag är mer känsligt, då det i vissa delar av processen kan räknas som kartellbildning. Dessutom är upplevelsen att samarbetet mellan järnvägsföretagen inte är något stort problem.

8.3.1 Inom Trafikverket

Inom Trafikverket finns det förbättringspotential på två skilda sätt. Det första är bättre samarbete mellan samma funktion i olika regioner. En viktig aspekt är hur anpassningar görs till banarbeten. I intervjuerna får vissa regioner mer beröm än andra angående hur anpassningar inför justeringar av tågplanen hanteras (se kapitel 6.6 *Övergripande problem*). Genom bättre samarbete och mer enhetliga processer kan regionerna lära av varandra och förbättra prestationen nationellt. Det finns också ett visst behov av att koordinera planeringen av när banarbeten görs i olika regioner. Skillnader mellan olika regioner finns även i andra delar av processen. I den operativa tågledningen finns vissa skillnader i riktlinjerna för hur förseningar ska kodas och i ad hoc-processen varierar det hur brett i tid som tåglägen söks vid anordnade tåg. En lösning är nationella riktlinjer för hur arbetet ska göras, något som skulle underlätta för såväl konstruktörer och järnvägsföretag genom att hanteringen blir likadan i hela Sverige. Även i processen för att ta fram tågplanen finns förbättringsmöjligheter mellan olika regioner. Det gäller främst hanteringen av långväga tåg som kör igenom två eller flera regioner. Här behövs någon med ett övergripande ansvar som kan följa upp att de långväga tågen konstrueras tillräckligt tidigt i processen.

Den andra stora förbättringsmöjligheten är samarbete mellan olika funktioner. Idag upplevs en silomentalitet, beskrivet i kapitel 2.3 *Samarbete*, främst mellan planeringsavdelningarna och den operativa tågledningen. Med ett bättre samarbete ökar möjligheten att underlätta arbetet för såväl konstruktörer som tågklarerare och skapa en bra grundplan som resulterar i färre avvikelser än idag. Det är viktigt att det finns förståelse från båda sidor, dels att tågklarerarna förstår konstruktörernas tankar om hur tågen ska framföras i tågplanen, dels att konstruktörerna förstår vilka utmaningar som finns i den operativa trafikledningen. För att uppnå det här krävs en bättre dialog mellan de olika funktionerna. Uppföljningen av fel i körplanen, som idag bara rapporteras in i ett system av den operativa personalen, bör istället ske gemensamt så att alla parter kan ge sin uppfattning om problemet och hur det ska lösas.

8.3.2 Mellan Trafikverket och järnvägsföretag

Mellan Trafikverket och järnvägsföretagen är det allra främst i ad hoc-processen som en bättre kommunikation krävs. Om trafikplanerare istället för att avslå ansökan kontaktar företaget som skickat in ansökan kan det minska mängden avslag genom att ansökningar med små problem kan rättas till. Är det större fel kan järnvägsföretaget direkt få veta vad felet är och kan då skicka in en ny korrekt ansökan istället för att behöva gissa varför de fått ett avslag, vilket de ibland upplever att de får göra idag. Förutom att färre avslag gör processen mer effektiv kan en dialog också öka kunskapen och förståelsen hos både Trafikverket och järnvägsföretagen.

En aspekt som påverkar antalet avslag är hur stort tidsspänn en trafikplanerare ska söka efter en möjlig kanal i. Förutom att det idag kan skilja sig en del mellan olika trafikplanerare så är det inte säkert att ens de mest flexibla planerarna söker så brett som järnvägsföretagen kan acceptera. Att ha en tumregel att

söka i ett visst intervall runt den ansökta tiden uppfyller inte godstrafikens behov av, och möjlighet till, flexibilitet. Här ligger en del av ansvaret på järnvägsföretagen, som kan underlätta för trafikplanerarna genom att ge så mycket information som möjligt, till exempel inom vilka intervall ett tåg kan avgå och ankomma. I dagens system anges bara en önskad tid, men företagen har möjlighet att ge generell information om ansökningarna och kan där till exempel ange att de har möjlighet att avgå även ett par timmar tidigare om det krävs för att få fram tåget. Det rekommenderas att järnvägsföretagen använder sig av den möjligheten i så stor utsträckning som möjligt. I framtiden bör systemet utvecklas för att ge möjlighet att ange ett önskat tidsintervall istället för en exakt avgångstid.

En bättre dialog i ad hoc-processen kan påverka avvikelserna och deras effekter i flera steg. I första hand kan det leda till bättre lösningar för tågen även om antalet fastställda ändringar är oförändrat. Färre avslag och mer flexibilitet i hanteringen av ansökningarna leder till färre ansökningar, vilket minskar arbetsbelastningen hos Trafikverket och även innebär mindre administration för järnvägsföretagen. Den genomsnittliga tiden som krävs för att hantera varje enskild ansökan kommer troligtvis öka inledningsvis som en följd av detta. Att dela upp en ansökning för tio gångdagar i två varianter anpassade till olika trafiksituationer, eller söka efter ett tågläge i ett bredare tidsintervall tar längre tid än att ge ett avslag efter att ha konstaterat att ansökan inte går att följa till punkt och pricka. Däremot kommer ett avslag bara leda till att järnvägsföretagen skickar in en ny justerad ansökan, som Trafikverket får lägga tid på att hantera i ett senare skede.

Även problemet med att järnvägsföretagen och anställda på Trafikverket har olika uppfattning om till exempel svarstider kan lösas med bättre kommunikation. Genom att kommunicera med järnvägsföretagen om hur de upplever processen kan det antingen konstateras att upplevelsen stämmer och åtgärder kan tas inom Trafikverket, eller konstateras att järnvägsföretagen har fel bild av verkligheten och att det egentligen inte är några problem med processen. Att ha ett bättre samarbete kommer också bidra till att förbättra järnvägsföretagens syn på ad hoc-processen, då bristen på dialog idag är ett stort irritationsmoment. En viktig aspekt vore att trafikplanerarna signerar ansökningarna som de hanterar, så att järnvägsföretagen har möjlighet att kontakta den aktuella trafikplaneraren. Idag vet inte företagen vem som har hanteras deras ansökningar, och i och med att processen är nationell är det svårt för dem att nå rätt person om de har frågor. Ett bättre samarbete kan också uppnås genom att förtydliga rollfördelningen mellan Trafikverket och järnvägsföretagen (se kapitel 2.3 *Samarbete*). Det behöver bland annat klargöras i vilken utsträckning som järnvägsföretagen är ansvariga för att anpassa sina ansökningar till övrig trafik innan de skickar in dem i ad hoc-processen (se kapitel 6.4 *Inställda tåg*).

Det kan poängteras ytterligare att det inte bara åligger Trafikverket att göra förändringar för att öka samarbetet i ad hoc-processen. Så som processen är utformad idag, där ansökningar hanteras nationellt, är det svårt för varje trafikplanerare att känna till alla företags olika trafikupplägg. Det gör att det blir ännu viktigare att järnvägsföretagen kommunicerar vilka krav som finns på transporten som varje enskild ansökan rör.

8.4 Godståg kontra persontåg

Frågan om godståg kontra persontåg dyker upp i de flesta intervjuer och de flesta steg av processen för kapacitetstilldelning, från långtidsansökan till framförd trafik. Det handlar dels om hur prioriteringen mellan olika tåg sker, dels att en del rutiner och riktlinjer är bättre anpassade för persontåg än för godståg.

8.4.1 Olika egenskaper och behov

En återkommande faktor som nämns i intervjuer är förståelsen för godstrafik (se kapitel 6.6 *Övergripande problem*). Att ha tillräcklig kunskap om godståg är viktigt i hela processen, från att tågplanen tas fram till att tågen får körsignal. När tågplanen tas fram handlar det till exempel om att hålla associationstider, i ad hoc-processen återkommer behovet av flexibilitet och hos tågledningen är det bland annat viktigt att hålla godstågen rullande, då varje start och stopp kostar mycket tid. Det här är idag en stor utmaning. Många

nya konstruktörer och tågklarerare saknar erfarenhet av godståg, och att hantera godståg på samma sätt som persontåg kan i vissa lägen få stora konsekvenser. Det skulle därför vara av stor nytta att poängtera och även visa de här skillnaderna under utbildningar hos Trafikverket. Det gäller såväl de tekniska skillnaderna, som start- och stoppsträckor, men också hur järnvägsföretagens övergripande behov skiljer sig åt beroende på om det handlar om gods- eller persontrafik.

8.4.2 Konstruktionsregler och gångtidsmallar

En viktig aspekt som nämns under intervjuerna är hur de mallar och konstruktionsregler som används idag är framtagna (se kapitel 6.3 *Tidiga tåg*). Flera respondenter menar att de är anpassade för persontåg snarare än godståg och att godstågen har för mycket tillägg i sina körtider. Det finns även trafikdata som tydligt pekar på att det här stämmer. En intressant aspekt är att Trafikverket uppger att vissa konstruktionsregler ska motverka effekterna av medelstora störningar genom ökad robusthet (Sköld & Solinen, 2018). Det här går dock emot teorin i kapitel 2.5.1 *Kvalitet för framtagna tidtabeller*, som menar att robusthet ska användas för att hantera små störningar. Att lägga in tillägg för att hantera även större störningar riskerar att medföra att tidtabellen inte blir effektiv.

Samtidigt som dagens konstruktionsregler och mallar bidrar till tidiga tåg finns det även tecken på att vissa tåg konstant tappar tid jämfört med tidtabellen. Att göra en översyn av de mallar och regler som används idag kan därför bidra till att minska både tidiga och sena tåg. En rekommenderad undersökning är att jämföra hur tidsavvikelserna skiljer sig åt beroende på vilken gångtidsmall som används och på så sätt identifiera de mallar som har för mycket respektive för lite tid inlagd. För att komma till rätta med problemet kan mallarna anpassas till hur tågen har gått historiskt, något som idag används i Storbritannien (Palmqvist, 2019). Idag ligger även en del ansvar angående placeringen av tillägg på de enskilda konstruktörerna. Då studier visar att placeringen av gångtidstillägg har betydelse för punktligheten, se kapitel 2.2.1 *Tidtabeller i EU* och kapitel 2.5.2 *Kvalitet för framförd trafik*, bör Trafikverket se över om placeringen som görs idag kan göras på ett bättre sätt och på så sätt öka punktligheten utan att öka mängden gångtidstillägg.

Ytterligare en aspekt som bör undersökas är kraven på headway-tid. I Trafikverkets konstruktionsregler specificeras olika headway-tider på olika sträckor i järnvägsnätet. Tiderna är samma oavsett vilka tågtyper det gäller, utöver på ett fåtal platser där det är extra stora headway-tider mellan två persontåg med olika hastighet. Tiderna tar därmed i de flesta fall inte hänsyn till de aktuella tågens hastighet, något som enligt teorin i kapitel 2.2.1 *Tidtabeller i EU* avgör den minimala headway-tid som krävs för att tågen inte ska störa varandra. Trafikverket rekommenderas därför att analysera hur hastighetsskillnaderna påverkar headway-tiden och om det finns möjlighet att introducera krav på headway-tider som beror på tågens hastighet.

8.4.3 Prioritet

När tågplanen tas fram måste konstruktörerna avgöra vilka tåg som ska hanteras först. Tidigt i processen konstrueras bland annat långväga och regionala persontåg. Att de nämnda tågen tas tidigt är förstabeligt. Förr i tiden har persontågen haft högsta prioritet, järnvägsföretag som kör persontrafik vill helst ha fasta tider varje timme och det underlättar för konstruktörer att kunna konstruera ett tåg och sedan kopiera samma upplägg med tider och tillägg till de andra tågen som ska gå samma sträcka senare under dagen. Det kan dock medföra att godståg får stå åt sidan för persontåg (se kapitel 6.6 *Övergripande problem*), även de godståg som hanteras relativt tidigt i processen.

Den här typen av prioriteringar är inte direkt kopplat till antalet avvikelser, men kan ha påverkan på storleken och effekterna av avvikelserna på två sätt. Den här nedprioriteringen av godståg medför att godstågen generellt får fler och längre förbigångar inlagda i tidtabellen. Om ett godståg hamnar före sin kanal och tack vare det kan undvika en förbigång i början av sin körsträcka finns det då fler förbigångar som kan undvikas och tåget hamnar längre före sin tidtabell än om det bara hade varit en inplanerad

förbigång. Dessutom ger de här förbigångarna längre transporttider. Risken är att transporttiden går över den kritiska gräns som gör att företagen får vidta kostsamma åtgärder för att hantera de längre tiderna. Effekten av att tåget blir tidigt är då att företagen har haft onödigt stora kostnader.

Att persontåg prioriteras under tider på dygnet då många resenärer pendlar accepteras av företagen som kör godståg. Det som ifrågasätts är när godstågen ställs åt sidan mitt på dagen eller sent på kvällen, bara för att persontågen ska kunna hålla samma minuttal varje timme. Typiskt sett har persontågen få resenärer under dessa tider och samhällsekonomiskt finns det en större vinst i att prioritera godstågen. En lösning vore att sätta tidsgränser för när persontåg respektive godståg prioriteras. Det kan dock finnas begränsningar i lagstiftning som gör att det här idag är svårt att implementera.

En del ansvar i den här frågan ligger på järnvägsföretagen som kör godstrafiken. Idag anses det inte vara värt att tvista om tåglägen för långväga tåg, då en lösning på en tvist på en del av sträckan oftast bara resulterar i en ny tvist på en senare del och till slut blir tågläget inte bättre (se kapitel 6.6 *Övergripande problem*). Att företagen inte ansöker om tvistlösning innebär att Trafikverket inte får korrekt information om hur stora problem de här prioriteringarna medför. Om järnvägsföretagen istället väljer att ansöka om tvistlösning, trots att det kanske inte ger dem bättre tidtabeller, gör det åtminstone Trafikverket medvetet om problemen, vilket kan ge motiv till att vidta åtgärder i processen.

Prioriteringen mellan olika tåg är också en viktig fråga i den operativa trafikledningen. Att sena tåg får stå åt sidan för tåg som går enligt tidtabellen är ingenting som företagen har anmärkningar på idag, men att godståg får göra det i större utsträckning än persontåg är värt att notera. Även här lever traditionen av att prioritera persontåg kvar så att sena godståg nedprioriteras på ett helt annat sätt än sena persontåg. Det är förståeligt, då punktligheten för persontåg uppmärksammas mer i media än punktligheten för godståg och resenärer är snabba med att kritisera företagen när tågen inte kommer i tid. För tågklarerare kan det också vara lättare att förstå hur resenärer påverkas av förseningar än vilken effekt det får när gods anländer sent. Hos den operativa trafikledningen tas ingen hänsyn till vilken prioritet tågen har i tilldelningsprocessen eller vilken samhällsekonomisk effekt det får att försena ett godståg respektive ett persontåg. Idag finns det vissa kunder som i princip har sina lager på tågen, vilket gör att förseningar får stora effekter. Det finns idag inget stöd för att godstågen nedprioriteras på det här sättet, utan alla sena tåg bör hanteras på samma sätt operativt.

Både vid framtagandet av tågplanen och i den operativa trafikledningen behöver Trafikverkets prioriteringar förändras. För att åtgärda det här bör konstruktörerna och tågklarerarna informeras och utbildas om vilka effekter deras handlingar har, och göra dem mer medvetna om vilka val de gör.

8.5 Prestationsmätning

I flera olika delar av Trafikverkets verksamhet finns idag mått som inte fullt ut överensstämmer med kundernas värderingar och önskemål, vilket är en viktig faktor enligt teorin i kapitel 2.4 *Prestationsmätning*. En del mått har ingen direkt påverkan på avvikelserna i någon stor utsträckning, men med mer ändamålsenliga mått kan de verkliga problemen belysas, vilket skapar möjligheter för vidare arbete med avvikelserna.

8.5.1 Fastställd tågplan

Idag har järnvägsföretagen stora problem med mängden stillastående tid i sina tåglägen, då det innebär ökade kostnader och en mindre attraktiv produkt. Samtidigt rapporteras att Trafikverket saknar mått för att följa upp sådan tid (Åkerfeldt & Knutsson, 2019). Ett sådant mått bör inkludera mängden stillastående tid utöver den tid som inkluderas i ansökan för trafikaktivitet, och sätta denna i relation till tågets totala körtid. Förutom att direkt visa vilka tåglägen som fått oproportionerligt mycket stillastående tid kan måttet även ge stöd till konstruktörerna när de ska göra avvägningar mellan vilket tåg som ska få vänta vid en interaktion. Även antalet stopp utöver ansökta uppehåll bör följas upp. Förutom den stillastående

tiden resulterar varje stopp i längre transporttid på grund av inbromsning och acceleration, och ger företagen ökade elkostnader till följd av den extra el som krävs vid accelerationen efter stoppen.

8.5.2 Ad hoc-processen

Uppföljningen av ad hoc-processen reflekterar idag inte kundernas behov i den utsträckning som efterfrågas i teorin i kapitel 2.4 *Prestationsmätning*. Det mäts bland annat hur många ansökningar som har hanterats inom fem arbetsdagar. I och med att det finns ett lagkrav om att ansökningar ska hanteras inom de fem dagarna är måttet i sig relevant. Måttet speglar dock inte Trafikverkets uppdrag, att tilldela kapacitet utifrån företagets ansökningar. Ett lämpligt komplement vore ett kvalitetsmått som mäter hur stor andel ansökningar som resulterat i att järnvägsföretaget har fått ett tågläge inom den tid de behöver för just den transporten. Samtidigt ska ad hoc-trafiken anpassas efter den trafik som redan finns planerad, vilket också påverkar möjligheterna att få fram tågen vid önskad tidpunkt. Ytterligare ett relevant mått vore därför att mäta orsakerna till avslag på ansökningar. Det kan till exempel göras genom att trafikplanerarna vid ett avslag får ange om det beror på kapacitetsbrist eller felaktigheter i ansökan, och vad som i så fall inte är korrekt.

Som beskrivits tidigare är en rekommenderad åtgärd att Trafikverket ska hantera ansökningar trots att de innehåller småfel, och lösa problemen som uppstår genom ökad kommunikation med järnvägsföretagen. Detta kan dock skapa en gråzon angående vilka ansökningar som ska accepteras, och det blir svårt att dra en gräns för hur stora fel i ansökan som kan hanteras utan att ge avslag. Det optimala för hela försörjningskedjan är att inga ansökningar innehåller fel. Samtliga felaktiga ansökningar bör därför registreras tillsammans med vilken typ av fel ansökan innehåller, oavsett om ansökan avslås eller om felet kan lösas genom en dialog mellan Trafikverket och järnvägsföretaget. Det möjliggör en kartläggning av vad som oftast blir fel och hur det påverkar Trafikverkets arbete, och ger underlag till åtgärder för att minska problemen.

8.5.3 Punktlighet

Punktlighet är en mycket viktig kvalitetsparameter för godstrafiken, även om många transporter kan hantera en del förseningar utan att det skapar merkostnader eller orsakar andra problem hos järnvägsföretagen eller deras kunder (se kapitel 2.5.2 *Kvalitet för framförd trafik* och kapitel 2.6 *Värde av pålitlighet*). Att avstå från att mäta punktlighet är därmed inte rätt väg att gå. Det behövs dock mer utvecklade mått än att bara titta på hur många tåg som ankommer sin slutdestination inom en viss tid efter sin planerade ankomsttid. Om gränsen är fem minuter är punktligheten med dagens mått mätt bättre om ett av tio tåg är två timmar sent och övriga i tid än om alla tio tåg är tio minuter sena. För järnvägsföretagen skapar det senare mindre problem, då i princip alla transportupplägg kan hantera så små förseningar. Måttet bör därför utvecklas med att titta på fördelningen av storleken på förseningarna, till exempel genom att ha flera punktlighetsmått med olika tidsavvikelser som gräns för att tågen ska anses vara punktliga.

Vidare är det en brist att tidiga tåg inte inkluderas i de vanliga uppföljningsmått. Med dagens mått anses tidtabeller där många tåg inte är sena vara bra, trots att mängden tidiga tåg, och hur tidiga tågen är, ökar. I en rapport från Trafikverket nämns att kvaliteten på tågföringen förväntas öka till följd av ökad robusthet (Sköld & Solinen, 2018). Ökad robusthet åstadkoms genom ökade tillägg och i och med det ökar risken för att tåg går tidigt, men den påverkan nämns inte i rapporten. För att fånga upp det kan punktlighetsmått som tittar på andelen tåg som ankommer mer än en viss tid före sin tidtabell introduceras.

8.5.4 Orsakskodning

Orsakskodning av förseningar är idag av stor betydelse, inte bara för att de ligger till grund för kvalitetsavgifter utan även för att förseningar och deras orsaker ofta redovisas genom koderna (se kapitel 6.2 *Sena tåg*). Att fel koder används innebär att många aktörer får en felaktig bild av vad som egentligen

är problemen på järnvägen. Det leder i sin tur till att fel åtgärder prioriteras för att försöka förbättra punktligheten. Mängden koder är en trolig orsak till att kodningen ibland blir fel. Det finns flera olika koder som är så lika att det är svårt att avgöra exakt vilken kod som ska användas vid vilket tillfälle. Idag finns till exempel fyra olika koder på nivå 3 inom koden ”sent från depå” som endast rör olika typer av problem med städning. Bland annat finns både ”städleverantör överskrider tid” och ”försening på grund av underleverantör städ”. Det är även en del koder på nivå 3 som finns representerade i flera olika koder på nivå 2. Ett exempel är koden ”förare saknas” som finns på nivå 3 både inom ”sent från depå” och inom ”förarpersonal”, som båda är koder på nivå 2 inom kategorin järnvägsföretag.

Två åtgärder rekommenderas för att minska de här problemen. Det första är att utöka tågklarerarnas utbildning inom orsakskodning. Förutom att ge tågklarerarna bättre underlag för hur koderna ska användas kan utbildningen dessutom medföra en jämnare nivå på kodningen i de olika trafikledningsområdena och minska de lokala skillnader som upplevs idag (se kapitel 6.2 *Sena tåg*). Vidare bör koderna ses över så att antalet möjliga kombinationer minskas. Samtidigt är det viktigt att ha så många koder att kodningen fortsatt kan vara specifik, för att behålla möjligheten att vidta åtgärder utifrån vad orsakskodningen visar. Minskningen bör därför ske på ett sådant sätt att den redundans som beskrivs ovan minskas utan att reducera kodernas möjligheter att precisera rotorsaker.

Kodningen görs idag vid samtliga trafikplatser där ett tåg har blivit minst tre minuter merförsenat, oavsett om det är en minut eller fyra timmar till tågets nästa uppehåll. För ett godståg som ska från Malmö till Boden spelar det i normala fall ingen roll om det hamnar fem minuter efter sin tidtabell i Eslöv för att tågklareraren valt att flytta en förbigång. Måttet är därmed inte relevant för kunderna och skapar endast extra arbete för tågklarerarna. Det ger dessutom en bild av att tågklarerarnas prioriteringar står för en onödigt stor andel av problemen med förseningar. Den typen av förseningar kan vanligtvis hämtas in på den plats där förbigången ursprungligen var planerad och gör då att effekten av förseningen blir liten eller ingen alls trots att det finns ett antal registrerade merförseningsminuter.

Om antalet händelser som behöver kodas kan minska kan det leda till att kvaliteten på den kvarvarande kodningen förbättras, tack vare att tågklarerarna har mer tid att kommunicera med lokförarna och ta reda på vad som har orsakat förseningarna som faktiskt ska kodas. Det ger också en mer relevant bild av orsakerna till förseningar eftersom koderna kommer spegla de orsaker som ger förseningar till platser där järnvägsföretagen har aktivitet. Det är dock inte så enkelt så att orsakskodningen bara kan slopas rakt av på samtliga mellanstationer. Låt säga att det tidigare nämnda godståget inte har någon aktivitet på vägen utan nästa relevanta punkt efter Malmö är Boden. Om tåget då har råkat ut för förseningar i Skåne som kvarstår hela vägen till slutdestinationen är det svårt för tågklareraren i Boden att ange en orsak till förseningen när tåget ankommer. Det kan också vara så att det flera olika faktorer händelser bidrar till förseningen, vilket gör det extra svårt att veta vad som ska kodas. Att minska antalet förseningar som kodas gör också att en del information om orsaker till förseningar tappas och inte syns i statistiken.

En lösning är att tågklarerarna behöver ange orsakskoder på samtliga platser där tåget har trafikaktivitet och om tåget lämnar deras område med en försening, men inte på samtliga stationer inom området. Orsakskoderna kommer då visa de förseningar som ger kvarstående förseningar och förseningar vid de platser som är av intresse för järnvägsföretagen, men inte inkludera till exempel flyttade förbigångar som i slutändan inte innebär någon försening. För att hantera att flera olika orsaker kan skapa en försening, även inom ett och samma område, bör möjligheten att koda på övriga platser finnas kvar så att tågklareraren själv kan avgöra om flera koder behövs för att ange alla orsaker.

Att frigöra tid för tågklarerarna genom att minska antalet händelser som ska kodas skapar möjligheter att undersöka rotorsaker och koda ner på nivå 3 i större utsträckning än vad som görs idag. En kod där det är särskilt viktigt är ”sent från depå”, som idag skapar stora förseningar men där rotorsaken sällan är känd. Det pågår projekt som kartlägger orsakerna till varför tåg avgår sent från depå, och sådana analyser

skulle underlättas med en pålitlig och detaljerad orsakskodning. Koden i sig är egentligen ingen orsak utan snarare ett symptom och många rotorsaker kan rymmas inom andra koder. Exempel på det är ”förare saknas”, som istället kan kodas med ”förarpersonal” på nivå 2, och ett antal koder på nivå 3 som rör olika typer av infrastrukturproblem och därmed skulle kunna kodas i kategorin infrastruktur.

Något som skulle kunna underlätta och förbättra kvaliteten på kodningen ytterligare är om förarna precis som tågklarerarna blir meddelade när de tappar så mycket tid att en försening har uppstått. De skulle då kunna ange i ett system vad som har skett, vilket inte bara informerar tågklarerarna utan även finns tillgängligt i efterhand i de fall då ett företag vill överklaga en kod. Med den informationen kan problematiken med att överklaga koder, som beskrivs i kapitel 6.2 *Sena tåg*, minskas.

Idag görs orsakskodning endast för inställda och sena tåg. Det vore av intresse att införa kodning även för anordnade och tidiga tåg. Genom sådan kodning kan orsakerna till de avvikelserna också kategoriseras och analyseras på ett enklare sätt än vad som är möjligt idag. För anordnade tåg bör det inte vara någon stor förändring som behöver göras eftersom de ofta görs i samband med att tåg ställs in, som redan idag inkluderar kodning. För tidiga tåg kan det innebära en större omställning. Det ger även mer arbete till tågklarerare, som upplever att orsakskodningen för sena tåg tar onödigt mycket tid. Prioriteten bör då vara att koda varför tåg avgår tidigt från sin utgångsstation, följt av andra platser med trafikaktivitet. Den typen av tidiga tåg föregås redan idag av någon form av kommunikation mellan föraren och tågklareraren, vilket ger möjlighet för tågklareraren att få information om varför tåget avgår tidigt. Dessutom är tidiga avgångar något som inte prioriteras av tågklarerarna, vilket innebär att det inte sker när tågklareraren har mycket arbete på någon annan del av sin bana. Att addera en kodning om varför tåg avgår tidigt bör därför inte ge några stora effekter på tågklarerarnas arbete.

Att introducera orsakskodning för tidiga tåg ute på linjen vore också intressant, både avseende tåg som ligger före sin tidtabell men tappar tid och avseende tåg som tar in tid mellan två punkter. Det skulle dock i dagens läge öka arbetsbelastningen på tågklarerarna avsevärt. Ökningen skulle dessutom bli stor vid tillfällen då tågklarerarna redan har hög belastning, som vid störningar eftersom även de tidiga tågen påverkas av till exempel signalfel. Rekommendationen är därför att introducera kodning vid tidiga avgångar från utgångsstationer och andra platser med trafikaktivitet.

8.6 Effekter av åtgärder

De åtgärder som presenteras i föregående kapitel har var för sig effekt på flera av de avvikelsetyper som diskuteras i det här arbetet, vilket kan ses i tabell 8.1. I tabellen särskiljs fall där åtgärderna leder till ett minskat antal avvikelser, vilket i sin tur minskar effekterna av avvikelserna, och fall där effekterna av avvikelserna minskar utan att antalet avvikelser minskas. Ett exempel på det tidigare är att antalet tidiga tåg kan minskas genom att se över de konstruktionsregler och mallar som används idag. Det senare kan exemplifieras med införandet av digital graf, som kan minska de negativa effekterna som tidiga tåg har på andra tåg genom att den digitala grafen ger tågklarerarna en bättre överblick över den aktuella trafiksituationen än vad som fås av dagens pappersgrafer.

Vidare kan varje förbättring av processen minska problemen i flera led. Om en åtgärd leder till minskad arbetsbelastning för långtidskonstruktörerna betyder det att de har större möjlighet att ge bättre tidtabeller till tågen i den fastställda tågplanen och om till exempel omloppstiderna hålls närmare önskemålen från järnvägsföretagen så minskar risken för både tidiga och sena tåg. Eftersom både tidiga och sena tåg kan spridas i systemet kan en planering som direkt eliminerar ett tidigt eller sent tåg också leda till att nästa tåg i omloppet går i tid istället för före respektive efter sin tidtabell.

Tabell 8.1: Åtgärdernas påverkan på olika avvikelser. ✓✓ innebär att åtgärden minskar antalet avvikelser och ✓ innebär att åtgärden i huvudsak minskar effekterna av avvikelserna utan att antalet avvikelser minskas.

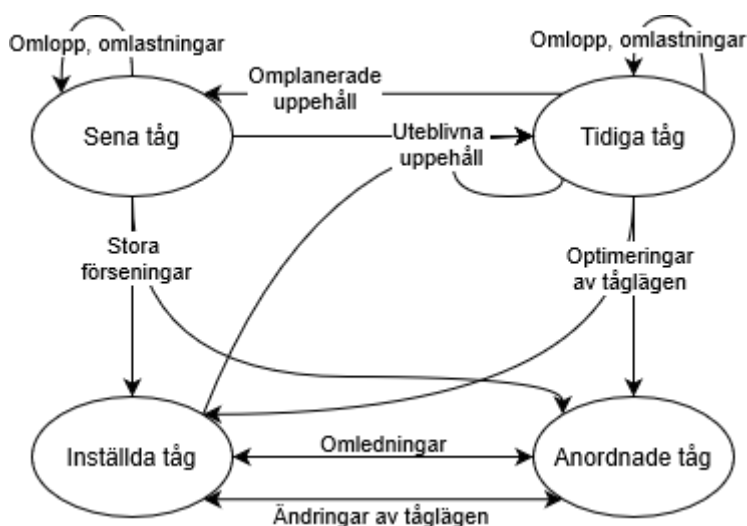
	Åtgärd	Sena tåg	Tidiga tåg	Inställda tåg	Anordnade tåg
Pågående projekt	MPK	✓✓	✓✓	✓	✓
	TTR			✓	✓
	Digital graf	✓	✓		
Samarbete	Inom Trafikverket	✓✓		✓✓	✓✓
	Mellan Trafikverket och järnvägsföretag		✓✓	✓✓	✓
Godståg kontra persontåg	Olika egenskaper och behov	✓✓			✓
	Konstruktionsregler och mallar	✓✓	✓✓		
	Prioritet	✓✓	✓✓		
Prestationsmätning	Fastställd tågplan		✓	✓✓	
	Ad hoc-processen		✓✓	✓✓	✓
	Punktlighet	✓	✓		
	Orsakskodning	✓	✓		✓

9 Slutsatser

Det här kapitlet presenterar slutsatserna av studien. Kapitlet innehåller svar på forskningsfrågorna, en diskussion om arbetets resultat och begränsningar samt möjligheter till framtida forskning.

9.1 Forskningsfråga 1: Vad är de bakomliggande orsakerna till avvikelserna från tågplanen?

De fyra typerna av avvikelser, sena, tidiga, inställda och anordnade tåg, har alla sina respektive orsaker, som presenteras närmare i följande kapitel. Utöver det finns det också många kopplingar mellan olika avvikelser, som sammanfattas i figur 9.1.



Figur 9.1: Kopplingar mellan olika avvikelser.

9.1.1 Sena tåg

Att tåg är sena beror främst på infrastrukturfel, att tågen avgår sent från depå, att tågen är sena från utlandet och att det är obehöriga i spårområdet. Dessutom förekommer förseningar som beror på naturhändelser, att tågen inte kör i den hastighet som de är planerade för eller att de störs av andra tåg. Förseningar kan också spridas mellan olika tåg vid associationer som vändningar eller omlastningar. De viktigaste orsakerna sammanfattas i figur 9.2.

Sen avgång	Tappar tid längs med linjen	Övriga orsaker
<ul style="list-style-type: none">• Sen lastning• Sen association• Sent från utland• Följd av tidigare störning	<ul style="list-style-type: none">• Halka• Bromsproblem• Avvikande sammansättning• Stört av annat tåg• Prioriteringar	<ul style="list-style-type: none">• Infrastrukturfel• Olyckor• Obehöriga i spår

Figur 9.2: Sammanfattning av orsaker till sena tåg.

9.1.2 Tidiga tåg

Godståg avgår ofta tidigt från sin utgångsstation för att de är klara för avgång tidigt. Det hänförs till att lastning går snabbare än planerat eller att lastningen kunnat påbörjas tidigare än planerat genom att ett associerat tåg ankommit tidigt. En stor orsak till tidiga tåg är också att planerade uppehåll inte används. I de flesta fall beror det på att en planerad interaktion inte blir av, till exempel när ett mötande tåg är tidigt, sent eller inställt. I andra fall är uppehållen planerade för att lokförarna ska ha rast, men förarna väljer att köra vidare istället. Tidiga tåg uppstår också när tågen kör snabbare än planerat. Orsakerna till tidiga tåg sammanfattas i figur 9.3.

Tar in tid längs med linjen	Uteblivna uppehåll	Tidig avgång
<ul style="list-style-type: none"> • Kör snabbare än planerat • För mycket tid inlagd i tidtabellen 	<ul style="list-style-type: none"> • Andra avvikelser • Tomma uppehåll • Raster som inte används 	<ul style="list-style-type: none"> • Tidig lastning • Tidig association • Ses som tillgång hos tågklarare

Figur 9.3: Sammanfattning av orsaker till tidiga tåg.

9.1.3 Inställda tåg

Orsakerna till inställda tåg visas i figur 9.4. Den största orsaken till är olika former av produktionsanpassning hos järnvägsföretagen. En del inställda tåg är planerade för nya trafikupplägg som inte blir av medan andra är planerade för att hantera osäkerhet hos järnvägsföretagens befintliga kunder. Det förekommer också tåg som ställs in till följd av stora förseningar. Många tåg ställs också in vid anpassningar till banarbeten som inte inkluderas i tågplanen. Dessutom ställs en del tåg in till följd av olyckor, fel i infrastrukturen eller felaktig planering hos Trafikverket.

Banarbetsanpassningar	Produktionsanpassningar	Extra tåg i tågplanen	Övriga ändringar
<ul style="list-style-type: none"> • Systembegränsningar • Hinner inte med i tågplanprocessen 	<ul style="list-style-type: none"> • Förändrade behov • Oförutsägbara ändringar hos kunder 	<ul style="list-style-type: none"> • Alternativtåg • Potentiella affärer 	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastrukturfel • Olyckor och yttre faktorer • Felaktig planering

Figur 9.4: Sammanfattning av orsaker till inställda tåg.

9.1.4 Anordnade tåg

Anordnade tåg är ofta kopplade till inställda tåg. Alla typer av omledningar eller tidsanpassningar resulterar i praktiken i ett inställt och ett anordnat tåg och orsakerna som presenteras i figur 9.5 sammanfaller i stor utsträckning med orsakerna till inställda tåg (figur 9.4). En del anordnade tåg uppkommer också till följd av helt ny trafik som inte var planerad i tågplanen.

Banarbetsanpassningar	Produktionsanpassningar	Övriga ändringar
<ul style="list-style-type: none"> • Systembegränsningar • Hinner inte med i tågplanprocessen 	<ul style="list-style-type: none"> • Förändrade behov • Oförutsägbara ändringar hos kunder • Nya kunder 	<ul style="list-style-type: none"> • Infrastrukturfel • Olyckor och yttre faktorer • Felaktig planering

Figur 9.5: Sammanfattning av orsaker till anordnade tåg.

9.2 Forskningsfråga 2: Hur kan effekterna av avvikelserna minskas genom att förändra processen för kapacitetstilldelning?

Några projekt som pågår hos Trafikverket just nu kommer att minska effekterna av avvikelserna. Ett bättre systemstöd när tåg konstrueras möjliggör ett effektivare arbete och kan bidra till att minska de fel som idag finns i tågplanen. Dessutom kan successiv tilldelning minska förekomsten av uppehåll som inte används, vilket kommer reducera de tidiga tågen. Införandet av digital graf hos den operativa trafikledningen kommer bidra till att minska effekterna av att tåg går utanför sina kanaler, både för tidiga och sena tåg. En sammanfattning av de pågående projekten tillsammans med åtgärder som föreslås i det här arbetet visas i tabell 9.1.

Tabell 9.1: Åtgärdernas påverkan på olika avvikelser. ✓✓ innebär att åtgärden minskar antalet avvikelser och ✓ innebär att åtgärden i huvudsak minskar effekterna av avvikelserna utan att antalet avvikelser minskas.

	Åtgärd	Sena tåg	Tidiga tåg	Inställda tåg	Anordnade tåg
Pågående projekt	MPK	✓✓	✓✓	✓	✓
	TTR			✓	✓
Samarbete	Digital graf	✓	✓		
	Inom Trafikverket	✓✓		✓✓	✓✓
	Mellan Trafikverket och järnvägsföretag		✓✓	✓✓	✓
Godståg kontra persontåg	Olika egenskaper och behov	✓✓			✓
	Konstruktionsregler och mallar	✓✓	✓✓		
	Prioritet	✓✓	✓✓		
Prestationsmätning	Fastställd tågplan		✓	✓✓	
	Ad hoc-processen		✓✓	✓✓	✓
	Punktlighet	✓	✓		
	Orsakskodning	✓	✓		✓

9.2.1 Sena tåg

De sena tågen kan minska med en ökad kompetens om skillnaderna mellan gods- och persontåg, till exempel genom att undvika förseningar på grund av att tunga godståg får göra oplanerade stopp som efterföljs av långa startsträckor. Ett bättre samarbete mellan konstruktörerna och tågledningen kan bidra till att de sena tågen som uppstår på grund av fel i körplanen minskas. De felen kommer förhoppningsvis också minska när konstruktörerna får ett bättre systemstöd genom projektet MPK. Vidare kan en förändrad prioritering hos den operativa trafikledningen bidra till att storleken på förseningarna hos godståg minskar och att se över tågens gångtidsmallar kan minska förekomsten av förseningar där tågen tappar tid längs med linjen.

Andra åtgärder kan ha indirekt påverkan på sena tåg. Om till exempel de tidiga tågen minskar kan företagen satsa resurser på att ta tag i de problem som orsakar förseningar istället för att lägga resurser på att komma till rätta med de tidiga tågen.

9.2.2 Tidiga tåg

Avvikelsena där tåg tar in tid längs med linjen minskas genom att gångtidsmallar och konstruktionsregler ses över och anpassas för godståg. En annan viktig faktor som påverkar både tidiga, inställda och anordnade tåg är att det görs för få varianter av enskilda transportuppdrag i tågplanen. Det här kan till viss del minskas som en följd av ett förbättrat samarbete och mer utvecklad prestationsmätning i ad hoc-processen, vilket kan medföra att företagen vågar minska mängden extratåg som inkluderas i långtidsansökan. Det kommer att innebära att färre tåg ställs in, vilket i sin tur också bör minska mängden tidiga tåg. Dessutom ger det mer tid till långtidskonstruktörerna så att de har möjlighet att skapa fler varianter inom ett och samma tåguppdrag för att anpassa tågen till olika trafiksituationer olika dagar.

Utöver det kommer det nya systemet med successiv tilldelning förhoppningsvis minska de problem som idag orsakas av för få varianter. I och med att varje dags trafik kommer att justeras till rådande trafiksituation kommer det skapas fler varianter av samma transportuppdrag, dock inte i tågplanen utan i ett senare skede av processen. Det leder i sin tur till att de uteblivna uppehållen minskar. Att introducera mått på hur många uppehåll tågen får i den fastställda tågplanen kan motverka att tågens körtider går över den kritiska gräns där kostnaderna ökar för järnvägsföretagen, vilket minskar effekten av tågen går

tidigt. Vidare kan en utökad prestationsmätning, med punktlighetsmått som tar hänsyn till tidiga tåg och orsakskodning för tåg som går tidigt, underlätta för framtida arbete med att minska avvikelserna.

9.2.3 Inställda tåg

Som nämnts ovan förbättringar i ad hoc-processen, i form av bättre samarbete mellan Trafikverket och järnvägsföretag och mer utvecklad prestationsmätning, leda till färre inställda tåg genom att järnvägsföretag väljer att ansöka om en del tåg i ad hoc-processen istället för i tågplaneprocessen. Mått över tågens stillastående tid och antal planerade uppehåll i den fastställda tågplanen kan tillsammans med ett bättre samarbete inom Trafikverket leda till färre inställda tåg till följd av optimering av tåglägen för tåg som ofta går för tidigt. Det senare kan även minska antalet inställda tåg på grund av felaktig planering.

9.2.4 Anordnade tåg

Med de åtgärder som föreslås i det här arbetet finns det risk att det totala antalet anordnade tåg ökar snarare än minskar. Med ett bättre samarbete, utökad prestationsmätning och en ökad förståelse för järnvägsföretagens behov i ad hoc-processen kan de negativa effekterna av att tåg anordnas minskas genom att hanteringen av ad hoc-ansökningar kan bli mer effektiv. Dessutom kan antalet anordningar av orsaker som felaktig planering och optimering av tåglägen minskas. Effekterna av anordnade tåg kan även minskas ytterligare genom kapacitetsportalen, som är en del av projektet MPK.

9.3 Diskussion

De mönster och orsaker som identifieras i kapitel 5 *Dataanalys* stämmer bra överens med vad som framkommer under intervjuerna. De största orsakskoderna för förseningar är även de orsaker som nämns av intervjurespondenterna, och såväl i trafikdata som i intervjuerna framgår till exempel att koder som avvikande sammansättning ofta orsakar förseningar flera gånger för samma tåg. För tidiga tåg nämns alla olika mönster som identifieras i dataanalysen även under intervjuerna. Även mer specifika fenomen, som att tåg går tidigt till följd av en senare tilldelad avgångstid än önskat och att en liten tidsavvikelse leder till att tåget kan utöka avvikelserna genom att undvika uppehåll, är saker som kan konstateras både baserat på trafikdata (se kapitel 5.5.2 *Tåg med många små uppehåll*) och baserat på intervjuresultat (se kapitel 6.3 *Tidiga tåg*). Vidare ger både trafikdata och intervjuer svaret att järnvägsföretagens produktionsanpassningar och anpassningar till banarbeten är de största orsakerna till inställda tåg. Slutligen stödjer trafikdata företagens upplevelse om att anordnade tåg i många fall är kopplade till inställda tåg.

Något som kan ha effekt på resultatet av den här studien är avgränsningen till sträckan Malmö – Hallsberg. Det är en sträcka med mycket trafik, vilket har effekt på punktligheten (se kapitel 2.5.2 *Kvalitet för framförd trafik*). Förutom skillnader i trafikmängd skiljer sig även till exempel antalet onödiga uppehåll mellan olika sträckor i järnvägsnätet. Eftersom onödiga uppehåll är en stor orsak till tidiga tåg är det troligt att sträckor med hög andel onödiga stopp också har en hög andel tidiga tåg. Sträckan som analyseras i det här arbetet har en relativt låg andel onödiga stopp, särskilt på delsträckan Malmö – Nässjö (se kapitel 2.5.4 *Stillastående tid*). Sammantaget innebär det att det kan finnas sträckor till exempel med lägre kapacitetsutnyttjande och högre andel onödiga stopp, som till följd har fler tidiga tåg och färre sena tåg än vad som ses i de data som analyseras i det här arbetet.

Vidare kan noteras att begränsningen av sträckan gör att endast ett fåtal långtidskonstruktörer har konstruerat de ordinarie tågen som ingår i dataurvalet (se kapitel 4.2 *Att ta fram en tågplan*). Eftersom konstruktionen av tidtabellen påverkar punktligheten (se kapitel 2.5.2 *Kvalitet för framförd trafik*) kan det innebära att sträckan Malmö – Hallsberg i snitt har annan punktlighet än andra sträckor. Under intervjuerna framkommer också att järnvägsföretagen upplever skillnader mellan olika konstruktörer (se kapitel 6.6 *Övergripande problem*).

Avgränsningen till sträckan Malmö – Hallsberg kan ha effekt även på de inställda och anordnade tågen. Som nämnt i kapitel 5.6.1 *Orsakskoder per månad* drabbades sträckan också av ett oplanerat trafikstopp i

över en vecka på grund av en brand, vilket resulterade i ovanligt många inställda tåg med orsak olycka. Ett annat exempel är hur många tåg som ställs in på grund av banarbeten. Det kan också variera mycket mellan olika år, beroende på vilka banarbeten som genomförs och huruvida de inkluderas i tågplanprocessen eller inte. På samma sätt varierar punktligheten från år till år, bland annat till följd av varierande väderförhållanden under både vinter och sommar.

Samtidigt är Malmö – Hallsberg en av de viktigaste sträckorna för godstrafik i Sverige (se kapitel 1.5 *Avgränsningar*) och det som sker på den sträckan påverkar även mycket trafik på andra sträckor i Sverige. Dessutom kan det nämnas att det under intervjuerna inte har framkommit något som tyder på att förekomsten av och framför allt orsakerna till avvikelser skiljer sig åt mellan olika sträckor. Även om företagen till exempel upplever skillnader mellan olika konstruktörer nämns inga specifika sträckor varken ur positivt eller ur negativt hänseende och skillnaderna kopplas inte heller till punktligheten. Angående skillnader mellan olika år framkom under intervjuerna till exempel att tågplan 2020 var ett ovanligt fall på flera sätt (se kapitel 6.1 *Tågplan 2020*), medan tågplan 2019, som används som underlag i kapitel 5 *Dataanalys*, anses vara relativt normal.

En annan aspekt som kan påverka resultatet är att analysen av orsakskoder (se kapitel 5.3 *Orsakskoder för sena tåg*) fokuserar på antal merförseningsminuter och inte antalet påverkade tåg. Dessutom tas ingen hänsyn till huruvida förseningarna kan hämtas igen eller om det är förseningar som följer med tågen under resten av sträckan. I kapitel 5.4 *Sena tåg* inkluderas antalet registreringar av orsakskoder för enskilda tågnummer. Där kan bland annat ses att ”sent från depå” i snitt orsakar fler merförseningsminuter per kodning än till exempel ”avvikande sammansättning”, men inte heller de siffrorna säger något om hur många enskilda tåg som påverkas, då flera registreringar kan röra samma tåg. Det kan finnas koder som inte ser ut att orsaka några stora problem när enbart merförseningsminuter analyseras, som egentligen påverkar relativt många tåg och ger förseningar som kvarstår fram till tågens slutstationer. Samtidigt uppger intervjurespondenterna att de vanligaste orsakerna till förseningar är just de orsakerna som hänförs till flest merförseningsminuter i orsakskodningen. Det tyder på att de koderna också är de som skapar mest problem, men skulle också kunna vara ett resultat av att respondenterna har sett statistiken baserad på orsakskoder och att de är påverkade av det. Det är också merförseningsminuterna, och inte antalet förseningar eller antalet försenade tåg, som ligger till grund för kvalitetsavgifter, vilket får ekonomiska effekter för såväl Trafikverket som järnvägsföretagen.

Jämfört med tidigare studier om vad som påverkar punktligheten (se kapitel 2.5.2 *Kvalitet för framförd trafik*) finns det både skillnader och likheter. I det här arbetet framkommer att även godståg påverkas av halka på spåren (se kapitel 6.2 *Sena tåg*), något som tidigare har konstaterats för persontåg (Palmqvist, et al., 2017). Något som däremot skiljer sig mot persontrafiken är att godstrafiken ofta har lite extra buffert i sina uppehållstider. Tidigare studier visar även att tågens punktlighet försämras ju längre tågen kör. Huruvida det är fallet även i dataurvalet för den här studien undersöks inte direkt, men en indikation på att så är fallet fås från att majoriteten av de tåg som visar tydliga mönster på förseningar kör en längre sträcka än bara Malmö – Hallsberg, medan de tåg som går tidigt i större utsträckning bara kör den sträckan (se kapitel 5.4 *Sena tåg* och kapitel 5.5 *Tidiga tåg*).

9.4 Begränsningar och framtida forskning

Det här arbetet undersöker avvikelser och kapacitetstilldelning genom en enfallsstudie i Sverige, vilket ger en begränsning för generaliserbarheten av resultaten. Även om järnvägsföretagen uppger att problemen är samma i övriga länder som de trafikerar, så utgör dessa en liten andel av de länder som styrs av samma direktiv som Sverige. Företagen vittnar även om att det finns vissa skillnader mellan ländernas tillvägagångssätt, där varje lands rutiner har sina för- och nackdelar. En flerfallsstudie skulle kunna identifiera sådana skillnader och undersöka hur de påverkar mängden avvikelser och effekterna av dem.

En annan begränsning i det här arbetet är att det till viss del saknas kvantifiering. Det undersöks exempelvis inte hur orsakerna till de uteblivna uppehållen som orsakar tidiga tåg fördelar sig mellan att tåget redan är utanför sin kanal, att det interagerande tåget är utanför sin kanal, att det interagerande tåget är inställt eller att det inte ens finns någon planerad interaktion den dagen. En sådan fördelning kan bidra till att avgöra vilka avvikelser som totalt sett har störst effekter och genom det kunna göra en bättre prioritering av vilka åtgärder som ska tas. Vidare kan andra kopplingar mellan avvikelse typer också undersökas och kvantifieras, till exempel om det förekommer mer förseningar runt tidiga tåg. Det kan i så fall tyda på att de tidiga tågen är i vägen för sena tåg. Det vore även intressant att kvantifiera hur stor andel av de anordnade tågen som har koppling till inställda tåg och hur stor andel som anordnas för helt ny trafik. Dessutom behöver företagens upplevelse om att många avslag resulterar i att de skickar in nya ansökningar för samma transportuppgift undersökas ytterligare.

Utöver de åtgärder som presenteras i arbetet har även andra idéer uppkommit under arbetets gång. En möjlig förändring är att justera vilka banarbeten som anpassas i tågplanen. Idag inkluderas de banarbeten med störst trafikpåverkan, oavsett när på året de ligger. En fördel med att anpassa trafiken redan under tågplaneprocessen är att det möjliggör planering på längre sikt. En tanke vore därför att inkludera fler banarbeten som ska genomföras under det första halvåret istället för stora banarbeten som ska göras sent under året. På så sätt kan järnvägsföretagen redan i november göra planeringen för det första halvåret under kommande år. Efter tågplanens fastställelse kan långtidskonstruktörerna arbeta med att anpassa trafiken till banarbeten som ska genomföras under det andra halvåret. En nackdel med att dela upp banarbeten på det sättet är att det inte ger samma helhetsbild. Företagen kan idag välja att lägga om hela trafikupplägg om det är så att de kommer påverkas under stora delar av året, vilket blir tydligt när Trafikverket presenterar alla stora banarbeten som ska genomföras. I och med uppdateringen av SERA-direktivet ställs krav på Trafikverket om att informera hur planerade banarbeten kommer påverka redan i ett tidigt skede. Att senare banarbeten inte inkluderas i tågplaneprocessen innebär därför inte nödvändigtvis att planeringsmöjligheterna blir sämre för järnvägsföretagen. Trafikverkets planering av banarbeten undersöks idag i ett doktorandprojekt vid Lunds universitet och analyseras inte i tillräckligt stor utsträckning i det här arbetet för att rekommendera den här förändringen som en konkret åtgärd.

Användningen av servicefönster är en annan faktor som bör undersökas. Idag ges tåg banarbetstillägg för servicefönster hela året, trots att de bara används för banarbeten i vissa perioder. Trafikverket kan idag inte presentera någon statistik över utnyttjandegraden av servicefönster men upplevelsen är att den är låg, särskilt under vinterhalvåret. Under intervjuer framkommer dessutom att banarbetstilläggen inte alltid är korrekt dimensionerade för att hantera perioder när arbeten pågår. Resultatet blir olika typer av avvikelser. För stora tillägg ger tidiga tåg, medan för små tillägg antingen resulterar i förseningar eller inställda och anordnade tåg där tilläggens storlek justeras. I vilken utsträckning det här förekommer idag analyseras inte i det här arbetet utan rekommenderas istället som ett ämne till framtida studier.

En annan förändring, som i teorin bör kunna förbättra ad hoc-processen, är att hantera ad hoc-ansökningar regionalt istället för nationellt. Det kan minska felen i körplanerna och underlätta arbetet för trafikplanerarna på Trafikverket. Dessutom möjliggör det att varje enskild trafikplanerare kan lära sig såväl banan som trafiken inom sin region och på så sätt ge en bättre service till järnvägsföretagen. Värt att notera är att ad hoc-processen tidigare var strukturerad på det sättet. När beslutet togs att förändra hur ansökningar hanteras sågs rimligtvis större fördelar med att ha en nationell process jämfört med att behålla den regionala strukturen. Hur det beslutet motiverades analyseras inte i det här arbetet och det som presenteras i den här rapporten anses därför inte utgöra ett tillräckligt täckande för att motivera att gå tillbaka till den regionala strukturen. Rekommendationen är istället att noggrant utvärdera om omstruktureringen har gett önskad effekt.

Ytterligare två aspekter som inte ryms i det här arbetet är om hur skillnader mellan ansökningar och tilldelning påverkar avvikelserna, samt om avvikelserna skiljer sig mellan tåg som är inkluderade i den

fastställda tågplanen och tåg som tillkommer under ad hoc-processen. Det finns även en stor del avvikelser som inte har sitt ursprung i kapacitetstilldelningen, till exempel tåg som ställs in till följd av infrastrukturfel och tåg som är sena från utlandet eller depå. Att gräva djupare i de orsakerna ligger utanför det här arbetets ramar men det är något som också behöver göras för att kunna minska antalet avvikelser ytterligare.

Referenser

- Abril, M., Barber, F., Ingolotti, L., Salido, M. A., Tormor, P., & Lova, A. (2008). 'An assessment of railway capacity', *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(5), ss. 774-806.
- Ahlberg, J. & Nilsson, J.-E. (2016). *Ad hoc-processen: Hur används ledig kapacitet i järnvägsnätet?* Linköping: VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Andersson, E. V. (2014). *Assessment of robustness in railway traffic timetables*. Licentiatavhandling. Norrköping: Linköpings universitet.
- Andersson, E. V., Peterson, A. & Törnquist Krasemann, J. (2015). 'Reduced railway traffic delays using a MILP approach to increase robustness in critical points', *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 5(3), ss. 110-127.
- Andersson, M. & Hultén, S. (2016). 'Transaction and transition costs during the deregulation of the Swedish railway market', *Research in Transport Economics*, volym 59, ss. 349-357.
- Andersson, P. (2016). *Fyra elefanter är mer än fem myror*. [Online]. Tillgänglig: http://www.mynewsdesk.com/se/greencargo/blog_posts/fyra-elefanter-aer-mer-aen-fem-myror-71195 (Använd 16 december 2019)
- Aronsson, M., Ekman, J. & Kreuger, P. (2003). *Översikt av metoder och förutsättningar för tåglägestilldelning*. Kista: SICS.
- Aronsson, M., Forsgren, M. & Gestrelus, S. (2012). *The road to incremental allocation & incremental Planning, Content and Potential*. Kista: SICS.
- Assad, A. A. (1980). 'Models for rail transportation', *Transportation Research Part A: General*, 14(3), ss. 205-220.
- Bane NOR (2017). *Vedlegg 4 AST*. [Online]. Tillgänglig: http://networkstatement.jbv.no/doku.php?id=vedlegg:vedlegg_ast4 (Använd 20 februari 2020)
- Basit, T. N. (2003). 'Manual or electronic? The role of coding in qualitative data analysis', *Educational Research*, 45(2), ss. 143-154.
- Bates, M. J. (1989). 'The design of browsing and berrypicking techniques for the online search interface', *Online Review*, 13(5), ss. 407-424.
- Beamon, B. (1999). 'Measuring supply chain performance', *International Journal of Operations & Production Management*, 19(3), ss. 275-292.
- Behn, R. D. (2003). 'Why measure performance? Different purposes require different measures', *Public Administration Review*, 63(5), ss. 586-606.
- Branschprogram KAJT (u.d). *Kapacitet i järnvägstrafiken - KAJT*. [Online]. Tillgänglig: <https://kajt.org/> (Använd 13 april 2020)
- Cacchiani, V. & Toth, P. (2012). 'Nominal and robust train timetabling problems' *European Journal of Operational Research*, 219(3), ss. 727-737.
- Caimi, G., Kroon, L. & Liebchen, C. (2016). 'Models for railway timetable optimization: Applicability and applications in practice', *Journal of Rail Transport Planning & Management*, 6(4), ss. 285-312.
- Carlsson, M. & Nyström, E. (2016). *Nyckeltal för skogstid*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.

- CER. (2013). *Rail freight status report 2013*. Bryssel: Community of European Railway and Infrastructure Companies (CER).
- Cerreto, F., Nielsen, O. A., Harrod, S. & Nielsen, B. F. (2016). Casual analysis of railway running delays. I *11th World Congress on Railway Research (WCRR 2016)*. Milano, Italien.
- Crowe, S., Cresswell, K., Robertson, A., Huby, G., Avery, A., & Sheikh, A. (2011). 'The case study approach', *BMC Medical Research Methodology*, 11(1).
- da Mota Pedrosa, A., Näslund, D. & Jasmand, C. (2012) 'Logistics case study based research: towards higher quality', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 42(3), ss. 275-295.
- Danielis, R., Marcucci, E. & Rotaris, L. (2005). 'Logistics managers' stated preferences for freight service attributes', *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 41(3), ss. 201-215.
- Ds 2014:21 (2014). *Ett gemensamt europeiskt järnvägsområde*. Stockholm: Regeringskansliet.
- Dubois, A. & Araujo, L. (2007). 'Case research in purchasing and supply management: Opportunities and challenges', *Journal of Purchasing & Supply Management*, 13(3), ss. 170-181.
- Dul, J. & Hak, T. (2008). *Case study methodology in business research*. Amsterdam: Routledge.
- Eisenhardt, K. M. (1989). 'Building theories from case study research', *The Academy of Management Review*, 14(4), ss. 532-550.
- Eisenhardt, K. M. & Graebner, M. E. (2007). 'Theory building from cases: opportunities and challenges', *The Academy of Management Journal*, 50(1), ss. 25-32.
- Ellram, L. M. (1996). 'The use of the case study method in logistics research', *Journal of Business Logistics*, 17(2), ss. 93-138.
- Eriksson, P. & Kovalainen, A. (2008). *Qualitative methods in business research*. London: SAGE Publications.
- EU (2010). Europaparlamentets och rådets förordning (EU) nr 913/2010 av den 22 september 2010 om ett europeiskt järnvägsnät för konkurrenskraftig godstrafik, *OJ L 276, 20.10.2010, p 22-32*. [Online]. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/ALL/?uri=CELEX:32010R0913> (Använd 21 februari 2020)
- EU (2012). Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/34/EU av den 21 november 2012 om inrättande av ett gemensamt europeiskt järnvägsområde, *OJ L 343, 14.12.2012, p. 32-77*. [Online]. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/sv/TXT/?uri=CELEX%3A32012L0034> (Använd 18 februari 2020)
- EU (2019). Europaparlamentets och rådets direktiv 2012/34/EU av den 21 november 2012 om inrättande av ett gemensamt europeiskt järnvägsområde (omarbetning). [Online]. Tillgänglig: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/?uri=CELEX%3A02012L0034-20190101> (Använd 13 april 2020)
- EU (2020). *Trans-European transport network (TEN-T)*. [Online]. Tillgänglig: https://ec.europa.eu/transport/themes/infrastructure/ten-t_en (Använd 24 januari 2020)
- Evers, J. C. & van Staa, A. (2010). 'Qualitative analysis in case study'. I A. J. D. G. Mills & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, ss. 749-757.
- Fang, W., Yang, S. & Yao, X. (2015). 'A survey on problem models and solution approaches to rescheduling in railway networks', *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(6), ss. 2997-3016.

- Farquhar, J. D. (2012). *Case study research for business*. London: SAGE Publications.
- Fischhaber, J. & Imable, A. (2016). *Tågplanens förändring*. Kandidatuppsats. Helsingborg: Lunds Universitet.
- Fleischmann, B. & Meyr, H. (2003). 'Planning hierarchy, modeling and advanced planning systems', *Handbooks in operations research and management science*, volym 11, ss. 455-523.
- Fleischmann, B., Meyr, H. & Wagner, M. (2008). 'Advanced planning'. I H. Stadler & C. Kilger (red.) *Supply chain management and advanced planning*. Berlin: Springer-Verlag, ss. 81-106.
- Forsgren, M., Aronsson, M. & Gestrelus, S. (2013). Towards shorter lead times in railway timetabling in Sweden. I *16th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC 2013)*, ss. 1053-1058. Haag, Nederländerna.
- Forsgren, M., Aronsson, M. & Kreuger, P. (2009). *Tågtrafikplanering med successiv tilldelning*. Kista: SICS.
- Forum Train Europé (2020). TTR. [Online]. Tillgänglig: <http://www.forumtraineurope.eu/services/ttr/> (Använd 21 februari 2020)
- Fröidh, O. (2013). *Godstrafik på järnväg - åtgärder för ökad kapacitet på lång sikt*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Gammelgaard, B. (2017). 'Editorial: the qualitative case study', *The International Journal of Logistics Management*, 28(4), ss. 910-913.
- Garberg, B., Bengtsson, M. & Martini, V. (2019). *Åtgärder för ökad andel godstransporter på järnväg och med fartyg: Redovisning av regeringsuppdrag*. Borlänge: Trafikverket.
- Gestrelus, S., Bohlin, M. & Aronsson, M. (2015). On the uniqueness of operation days and delivery commitment generation for train timetables. I *6th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (RailTokyo2015)*. Tokyo, Japan. 23-26 mars 2015.
- Ghaderi, H., Namazi-Rad, M.-R., Cahoon, S. & Fei, J. (2015). 'Improving the quality of rail freight services by managing the time-based attributes: the case of non-bulk rail network in Australia', *World Review of Intermodal Transportation Research*, 5(3), ss. 203-220.
- Goverde, R. M. & Hansen, I. A. (2013). Performance indicators for railway timetables. I *2013 IEEE International Conference on Intelligent Rail Transportation Proceedings*. Beijing, Kina, ss. 301-306.
- Goverde, R. M., Bešinović, N., Binder, A., Cacchiani, V., Quaglietta, E., Roberti, R., & Toth, P. (2016). 'A three-level framework for performance-based railway timetabling', *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, volym 67, ss. 62-83.
- Grandy, G. (2010a). 'Instrumental case study'. I A. J. Mills, G. Durepos & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, ss. 474-475.
- Grandy, G. (2010b). 'Intrinsic case study'. I A. J. Mills, G. Durepos & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, ss. 500-501.
- Gummesson, M. (2019). *Tillsammans för tåg i tid Resultatrapport 2019 - En redovisning av 2018 års arbete*. u.o.: Järnvägsbranschens samverkansforum.
- Halse, A. H. & Killi, M. (2012). *Verdsetting av tid og pålitelighet for godstransport på jernbane. TØI rapport 1189/2012*. Oslo: Transportøkonomisk institutt.

- Halse, A. H. & Killi, M. (2013). *Hva koster et forsinket godstog? Anvendelse av nyere forskningsresultater*. TØI rapport 1250/2013. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Halse, A. H., Killi, M. & Landmark, A. D. (2019). 'Train unreliability and demand for rail freight transport in Norway', *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 53(1), ss. 1-18.
- Halse, A. H., Østli, V. & Killi, M. (2015). *Å måle det upresise: Årsaker til og konsekvenser av togforsinkelser*. TØI rapport 1459/2015. Oslo: Transportøkonomisk institutt.
- Hansen, I. A. (2010). 'Railway network timetabling and dynamic traffic management', *International Journal of Civil Engineering*, 8(1), ss. 19-32.
- Harder, H. (2010). 'Explanatory case study'. I A. J. Mills, G. Durepos & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, p. 371.
- Harrod, S. S. (2012). 'A tutorial on fundamental model structures for railway timetable optimization', *Surveys in Operations Research and Management Science*, 17(2), ss. 85-96.
- Hedström, R. & Eriksson, O. (2018). *Godstågs avvikande hastighet - Analys av förekomst, orsaker och konsekvenser*. Linköping: VTI, Statens väg och transportforskningsinstitut.
- Hellström, P. (2014). *Problems in the integration of timetabling and train traffic control*. Uppsala: Uppsala University.
- Holmberg, S. (2000). 'A systems perspective on supply chain measurements', *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 30(10), ss. 847-868.
- Hooghiemstra, J. S. (1996). 'Design of regular interval timetables for strategic and tactical railway planning', *WIT Transactions on The Built Environment*, volym 20, ss. 393-402.
- Hooghiemstra, J. S. & Teunisse, M. J. G. (1998). The use of simulation in the planning of the dutch railway services. I *1998 Winter Simulation Conference. Proceedings (Cat. No. 98CH36274)*, volym 2, ss. 1139-1145. Washington D.C., USA, december 1998.
- Hotäran, I. (2009). 'Silo effect vs. supply chain effect', *Revista de Management Comparat International*, 10(S1), ss. 216-221.
- IRG-rail. (2019). *Seventh annual market monitoring report: April 2019*. Bryssel: Independent Regulators' Group - Rail.
- Isaksson-Lutteman, G. (2012). *Future train traffic control: development and deployment of new principles and systems in train traffic control*. Licentiatavhandling. Uppsala: Uppsala Universitet.
- Jensen, L. W. (2015). *Robustness indicators and capacity models for railway networks*. Doktorsavhandling. Kongens Lyngby: Danmarks Tekniske Universitet.
- Joborn, M. (2014). *Oplanerade stopp och potential for målpunktstyrande system*. u.o.: Branschprogram Kapacitet i järnvägstrafiken.
- Johansson, R. (2002). 'Ett explikativt angreppssätt - Fallstudiemetodikens utveckling, logiska grund och betydelse i arkitekturforskningen', *Nordisk Arkitekturforskning*, 15(2), ss. 19-29.
- Johansson, R. (2003). Case study methodology. [Online]. Från konferensen *Methodologies in Housing Research*. Stockholm, Sverige, 22-24 mars 2003. Tillgänglig: http://www.psyking.net/htmlobj-3839/case_study_methodology-_rolf_johansson_ver_2.pdf (Använd 3 mars 2020)

- Khoshniyat, F. & Peterson, A. (2017). 'Improving train service reliability applying an effective timetable robustness strategy', *Journal of Intelligent Transportation Systems*, 21(6), ss. 525-543.
- Klabes, S. G. (2010). *Algorithmic railway capacity allocation in a competitive European railway market*. Doktorsavhandling. Aachen: RWTH Aachen University.
- Korzilius, H. (2010). 'Qualitative analysis in case study'. I A. J. Mills, G. Durepos & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, ss. 761-764.
- Krüger, N. A. & Vierth, I. (2015). 'Precautionary and operational costs of freight train delays: a case study of a Swedish grocery company', *European Transport Research Review*, 7(6).
- Krüger, N. A., Vierth, I. & Roudsari, F. D. (2013). *Spatial, temporal and size distribution of freight train delays: Evidence from Sweden*. Stockholm: Centre for transport studies, Kungliga Tekniska Högskolan.
- Kvale, S. (2007). *Doing interviews*. London: SAGE Publications.
- Lai, Y.-C., Dingler, M. H., Hsu, C.-E. & Chiang, P.-C. (2010). 'Optimizing train network routing with heterogeneous traffic', *Transportation research record*, 2159(1), ss. 69-76.
- Landex, A. (2008). *Methods to estimate railway capacity and passenger delays*. Doktorsavhandling. Kongens Lyngby: Danmarks Tekniske Universitet.
- Lawrence, M., Bullock, R. & Liu, S. (2019). *China's high-speed rail development. International Development in Focus*. Washington D.C.: The World Bank. Doi: 10.1596/978-1-4648-1425-9. License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO.
- Lee, B., Collier, P. M. & Cullen, J. (2007). 'Reflections on the use of case studies in the accounting, management and organizational disciplines', *Qualitative Research in Organizations and Management: An International Journal*, 2(3), ss. 169-178.
- Lee, B. & Saunders, M. N. K. (2017). *Conducting case study research for business and management students*. London: SAGE Publications.
- Lencioni, P. (2006). 'Silos, politics, turf wars', *Leadership Excellence*, 23(2), ss. 3-4.
- Lindfeldt, A. (2014). *Kapacitetsutnyttjande i det svenska järnvägsnätet: Uppdatering och analys av utvecklingen 2008-2012*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Lindner, T. (2000). *Train schedule optimization in public rail transport*. Doktorsavhandling. Braunschweig: Technische Universität Braunschweig.
- Lindner, T. & Zimmermann, U. T. (2003). 'Train schedule optimization in public rail transport'. I W. Jäger & H. Krebs (red.) *Mathematics - key technology for the future*. Berlin: Springer, ss. 703-716.
- Lusby, R. M., Larsen, J., Ehrgott, M. & Ryan, D. (2011). 'Railway track allocation: models and methods', *OR spectrum*, 33(4), ss. 843-883.
- Marshall, E. A. (2010). 'Practice-oriented research'. I A. J. Mills, G. Durepos & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, p. 723.
- Mattisson, J. (2020). *Riklinjer täthet mellan tåg, Planeringsförutsättningar, Tågplan 2021*. Malmö: Trafikverket.
- Mattson, L.-G. & Jenelius, E. (2015). 'Vulnerability and resilience of transport systems - A discussion of recent research', *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, volym 81, ss. 16-34.
- Narayanaswami, S. & Rangaraj, N. (2011). 'Scheduling and rescheduling of railway operations: A review and expository analysis', *Technology Operation Management*, 2(2), ss. 102-122.

- Neely, A., Gregory, M. & Platts, K. (1995). 'Performance measurement systems design: a literature review and research agenda', *International Journal of Operations & Production Management*, 15(4), ss. 80-116.
- Nelldal, B.-L. (2014). *Större trafikavbrott vid Sveriges järnvägar 2000-2013 och dess effekter på transportkunderna*. Stockholm: Kungliga Tekniska Högskolan.
- Nilsson, J.-E. & Andersson, M. (2011). *Knapphet på järnväg: sammanställning av två promemorior*. Linköping: VTI, Statens väg- och transportforskningsinstitut.
- Nilsson, K. (2006). *Alternativa system för tågstyrning på Malmbanan*. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Norojono, O. & Young, W. (2003). 'A stated preference freight mode choice model', *Transportation Planning and Technology*, 26(2), ss. 195-212.
- Nyström, B. (2008). *Aspects of improving punctuality: from data to decision in railway maintenance*. Doktorsavhandling. Luleå: Luleå tekniska universitet.
- Obermaier, A. (2001). 'National railway reform in Japan and the EU: Evaluation of institutional changes', *Japan Railway & Transport Review*, volym 29, ss. 24-31.
- Olsson, N., Halse, A. H., Heggland, P. M., Killi, M., Landmark, A. D., Seim, A. R., Sørensen, A. Ø., Økland, A., Østli, V. (2015). *Punktligbet i jernbanen - hvert sekund teller*. Trondheim: SINTEF Teknologi og samfunn.
- Olsson, N. O. & Haugland, H. (2004). 'Influencing factors on train punctuality - results from some Norwegian studies', *Transport Policy*, 11(4), ss. 387-397.
- Olsson, N., Økland, A., Veiseth, M. & Stokland, Ø. (2010). *Driftsstabilitet på Jernbaneverkets nett - årsaksanalyser 2005-2010: Punktligbets- og regularitetsutviklingen, granskning av årsaker*. Trondheim: SINTEF Teknologi og samfunn.
- Olsson, P. & Onmalm, J. (2019). *Nationell utrulling av digital graf och TTT-pilot med C-DAS*. u.o.: Trafikverket.
- Palmqvist, C.-W. (2019). *Delays and timetabling for passenger trains*. Doktorsavhandling. Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Palmqvist, C.-W., Olsson, N. O. & Winslott-Hiselius, L. (2017). 'Some influencing factors for passenger train punctuality in Sweden', *International Journal of Prognostics and Health Management*, 8(7).
- Parbo, J., Nielsen, O. A. & Prato, C. G. (2016). 'Passenger perspectives in railway timetabling: A literature review', *Transport Reviews*, 36(4), ss. 500-526.
- Pouryousef, H., Lautala, P. & White, T. (2015). 'Railroad capacity tools and methodologies in the U.S. and Europe', *Journal of Modern Transportation*, 23(1), ss. 30-42.
- RailNetEurope & Forum Train Europe (2019). *Redesign of the international timetabling process (ITR): Description of the redesigned timetabling process*, version 1.0. [Online]. Tillgänglig: https://cms.rne.eu/system/files/1.0_long_version_redesigned_tt_process_v1.0_2020-03-19.pdf (Använd 23 april 2020)
- RailNetEurope (2013). *Guidelines for freight corridor punctuality monitoring*. Wien: RailNetEurope.
- RailNetEurope (2018). *Rail freight corridors general information*. [Online]. Tillgänglig: <http://rne.eu/rail-freight-corridors/rail-freight-corridors-general-information/> (Använd 21 februari 2020)

- RailNetEurope (u.d.). *Overview*. [Online]. Tillgänglig: <http://ttr.rne.eu/legal/legal-overview/> (Använd 21 februari 2020)
- Rohde, J. & Wagner, M. (2008). 'Master planning'. I H. Stadtler & C. Kilger (red.) *Supply chain management and advanced planning*. Berlin: Springer-Verlag, ss. 161-180.
- Rummler, G. A. & Brache, A. P. (1991). 'Managing the white space on the organization chart', *Supervision*, 52(5), ss. 6-13.
- Sanat, R., Dutt, T., Chandrababu, A., Abhilasha, A. & Prasanna, G. S. (2018). Optimizing schedule of trains in context of a large railway network. I *2018 21st International Conference on Intelligent Transportation Systems (ITSC)*. Maui, HI, USA, ss. 1214-1220.
- SBB (u.d.). *Quality*. [Online]. Tillgänglig: <https://reporting.sbb.ch/en/quality?years=0,1,4,5,6,7&scroll=3481&highlighted=7fc9124527130dc8a28f148e86f2664b> (Använd 20 februari 2020)
- Scapens, R. W. (2004). 'Doing case study research'. I C. Humphrey & B. Lee (red.) *The real life guide to accounting research*. u.o.: Elsevier, ss. 257-279.
- Scholz, R. W. & Tietje, O. (2002). *Embedded case study methods*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications.
- Sels, P., Dewilde, T., Cattrysse, D. & Vansteenwegen, P. (2016). 'Reducing the passenger travel time in practice by the automated construction of a robust railway timetable', *Transportation Research Part B: Methodological*, volym 84, ss. 124-156.
- Serrat, O. (2017). 'Bridging organizational silos'. I *Knowledge solutions*. Singapore: Springer, ss. 711-716.
- Shift2Rail (2019). *Fr8hub - Deliverable 3.2: Demonstration of FR8HUB network management concept*. u.o.: Shift2Rail.
- Shoji, K. (2001). 'Lessons from Japanese experiences of roles of public and private sectors in urban transport', *Japan Railway & Transport Review*, volym 29, ss. 12-18.
- Shurrab, H. (2019). *Tactical planning in engineer-to-order environments*. Licentiatavhandling. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.
- Sköld, J. & Solinen, E. (2018). *Nya konstruktionsregler på Södra Stambanan*, version 1.0. Borlänge: Trafikverket.
- Siebert, M. & Goerigk, M. (2013). 'An experimental comparison of periodic timetabling models', *Computers & Operations Research*, 40(10), ss. 2251-2259.
- Simatupang, T. M. & Sridharan, R. (2005). 'Supply chain discontent', *Business Process Management Journal*, 22(2), ss. 1-25.
- Stadtler, H. (2008). 'Production planning and scheduling'. I H. Stadtler & C. Kilger (red.) *Supply chain management and advanced planning*. Berlin: Springer-Verlag, ss. 199-216.
- Stadtler, H. & Fleischmann, B. (2012). 'Hierarchical planning and the supply chain planning matrix'. I H. Stadtler, B. Fleischmann, M. Grunow, H. Meyr & C. Sürie (red.) *Advanced planning in supply chains*. Berlin: Springer-Verlag, ss. 21-34.
- Stone, F. (2004). 'Deconstructing silos and supporting collaboration', *Employment Relations Today*, 31(1), ss. 11-18.

- Streb, C. K. (2010). 'Exploratory case study'. I A. J. Mills, G. Durepos & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, ss. 373-374.
- Swanborn, P. (2010). *Case study research: What, why and how?* London: SAGE Publications.
- Thomas, G. & Myers, K. (2015). *The anatomy of the case study*. London: SAGE Publications.
- Tobin, R. (2010). 'Descriptive case study'. I A. J. Mills, G. Durepos & E. Wiebe (red.) *Encyclopedia of case study research*. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, p. 289.
- Trafikanalys (2016). *Tåglägen, gods och trängsel på spåren*. Stockholm: Trafikanalys.
- Trafikverket (2014). *Att skapa tidtabeller för tåg*. [Film]. Tillgänglig: <https://www.youtube.com/watch?v=-WIY2NvG7-c> (Använd 23 januari 2020)
- Trafikverket (2015). *RailNetEurope*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Internationell-tagtrafik/RailNetEurope/> (Använd 21 februari 2020)
- Trafikverket (2016a). *Konstruktion av körplaner för tåg*. TDOK 2016:0128, version 1.0. U.o.: Trafikverket.
- Trafikverket (2016b). *Så här planerar vi banarbeten*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Banarbeten/Sa-har-planerar-vi-banarbeten/> (Använd 05 februari 2020).
- Trafikverket (2016c). *Tågplan - att skapa tidtabeller för tåg*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/tagplan-att-skapa-tidtabeller-for-tag/> (Använd 16 januari 2020)
- Trafikverket (2017a). *Operativ rapportering av orsakskoder i processen Trafikleda och trafikinformera*. TDOK 2013:0457, version 3.0. U.o.: Trafikverket.
- Trafikverket (2017b). *Servicefönster - ett arbets sätt för effektivare underhåll*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Banarbeten/servicefonster--ett-arbetsatt-for-effektivare-underhall/> (Använd 06 februari 2020)
- Trafikverket (2017c). *Trafikledare*. TDOK 2016:0120, version 2.0. U.o.: Trafikverket.
- Trafikverket (2017d). *Trafikverkets uppdrag*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/trafikverkets-uppdrag/> (Använd 13 januari 2020)
- Trafikverket (2018). *Körplanekonstruktion Södra Stambanan Tågplan 2020*. TDOK 2018:0555, version 1.0. U.o.: Trafikverket.
- Trafikverket (2019a). *Järnvägsnätsbeskrivning 2021, utgåva 2019-12-13*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2019b). *Kapacitet*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Kapacitet/> (Använd 13 december 2019)
- Trafikverket (2019c). *Marknadsanpassad planering av kapacitet (MPK) – arbets sätt och verktyg för framtiden*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/Kapacitet/dat--digitalisering-av-taglagestjansten/marknadsanpassad-planering-av-kapacitet-mpk---arbetsatt-och-verktyg-for-framtiden/> (Använd 5 maj 2020)
- Trafikverket (2019d). *Orsaksrapportering vid tågförsening, kvalitetsmätning 2018*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2019e). *Orsaksrapportering vid tågförsening, kvalitetsmätning 2019*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2019f). *Restkapacitet, ärendehantering*. TDOK 2017:0656, version 2.0. U.o.: Trafikverket.
- Trafikverket (2019g). *Trafikverkets årsredovisning 2018*. Borlänge: Trafikverket.

- Trafikverket (2020a). *Fastställd tågplan 2019*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/tagplan-att-skapa-tidtabeller-for-tag/tagplan-2019/faststald-tagplan-2019/> (Använd 21 februari 2020)
- Trafikverket (2020b). *Järnkoll om tågresor*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/jarnkoll---basfakta-om-den-svenska-jarnvagen/jarnkollom-tagresor/> (Använd 13 januari 2020)
- Trafikverket (2020c). *Järnvägsnätsbeskrivningen (JNB)*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/jarnvag/jarnvagsnatsbeskrivningen-jnb/> (Använd 20 februari 2020)
- Törnquist Krasemann, J. (2015). *Analys av planerad och utförd trafik*. u.o.: Blekinge Tekniska Högskola.
- Törnquist, J. (2006). Computer-based decision support for railway traffic scheduling and dispatching: A review of models and algorithms. I L. G. Kroon & R. H. Möhring (red.) *5th workshop on algorithmic methods and models for optimization of railways (ATMOS'05)*. Dagstuhl: Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum fuer Informatik.
- Wahlborg, M., Peterson, A., Schmidt, C., Jalili, L. & Gruosso, L. (2018). *D3.1 - Final pre-study for an improved methodology for timetabling planning including state-of-the-art and future work plan*. u.o.: EU.
- Watson, R. (2008). *Train planning in a fragmented railway: a British perspective*. Doktorsavhandling. Loughborough: Loughborough University.
- Weiseth, M. & Bititci, U. (2005). Performance measurement in railway operations - improvement of punctuality and reliability. I *Proc. of the 5th Int. Conf. on Performance measurement and management*. u.o. Juli 2005, ss. 801-808.
- Weiseth, M., Heggland, P. M., Wien, I., Olsson, N. O. & Stokland, Ø. (2011). 'Development of a punctuality improvement method', *The TQM Journal*, 23(3), ss. 268-283.
- Weiseth, M., Olsson, N. & Stokland, Ø. (2008). *Metodehåndbok PIMS: Punctuality Improvement Method System*. Trondheim: SINTEF Teknologi og Samfunn.
- Voss, C., Tsikriktsis, N. & Frohlich, M. (2002). 'Case research in operations management', *International Journal of Operations & Productions Management*, 22(2), ss. 195-219.
- Vromans, M. J. C. M. (2005). *Reliability of railway systems*. Doktorsavhandling. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management.
- Vromans, M. J. C. M., Dekker, R. & Kroon, L. G. (2006). 'Reliability and heterogeneity of railway services', *European Journal of Operations Research*, 172(2), ss. 647-665.
- WSP (2017). *Transaktionskostnader i fördelning av tåglägen i det svenska järnvägsnätet*. Stockholm: WSP.
- VTI (u.d.). *Forskning, utveckling, utredning kring infrastruktur, trafik och transporter*. [Online]. Tillgänglig: <https://www.vti.se/sv/> (Använd 13 april 2020)
- Xu, X., Li, C. L. & Xu, Z. (2018). 'Integrated train timetabling and locomotive assignment', *Transportation Research Part B: Methodological*, volym 117, ss. 273-593.
- Yalçinkaya, Ö. & Bayhan, M. G. (2012). 'A feasible timetable generator simulation modelling framework for train scheduling problem', *Simulation Modelling Practice and Theory*, 20(1), ss. 124-141.
- Yin, R. K. (2009). *Case study research: Design and methods*. 4:e uppl., London: SAGE Publications.

Yuan, J. & Hansen, I. A. (2002). 'Punctuality of train traffic in dutch railway stations', *Traffic And Transportation Studies*, volym 2002, ss. 522-529.

Zhang, Y., D'Ariano, A., He, B. & Peng, Q. (2019). 'Microscopic optimization model and algorithm for integrating train timetabling and track maintenance task scheduling', *Transportation Research Part B*, volym 127, ss. 237-278.

Åkerfeldt, M. & Knutsson, A. (2019). *Hinder för ökad överflyttning till intermodala järnvägstransporter: Delredovisning av regeringsuppdrag*. Borlänge: Trafikverket.

Økland, A. & Ekambaram, A. (2010). *Beregning av punktlighet og pålitelighet for godstransport på jernbane - PUSAM teorigrunnlag*. Trondheim: SINTEF Teknologi og samfunn.

Bilagor

Bilaga I - Forskningsprotokoll

Tabell 0.1: Forskningsprotokoll

Aktivitet	Tidsperiod	Kommentar
Introduktion	9 januari – 20 januari	Planering, avgränsningar, forskningsfrågor.
Metod	9 januari – 20 februari	
Litteraturstudie	17 januari – 21 februari	
Genomförande av ostrukturerade intervjuer	23 januari 30 januari 18 mars 17 april	De ostrukturerade intervjuerna gjordes med olika anställda på Trafikverket. De tre första berörde operativ trafikledning, internationella samarbeten respektive orsakskodning. Den sista syftade till att klargöra frågor som uppkommit om Trafikverkets arbete efter intervjuer med järnvägsföretagen.
Insamling av data till steget ”dataanalys”	25 februari 5 – 6 mars 7 – 21 mars 16 april 27 april	Den 25 februari hämtades trafikdata från LUPP angående inställda och anordnade tåg. 5 – 6 mars hämtades trafikdata angående framförd trafik, inklusive detaljerad information om förseningshändelser. Mellan 7 och 21 mars samlades data från Trafikverkets ansökningssystem om enskilda ansökningar. Den 16 april hämtades statistik om ad hoc-ansökningar från samma system. Den 27 april hämtades ytterligare Trafikdata från LUPP angående inställda och anordnade tåg.
Analys av data till steget ”dataanalys”	2 mars – 28 april	Främst analys av kvantitativa data.
Framtagande av intervjuguider	9 mars – 20 mars	Framtagande av fyra olika intervjuguider till järnvägsföretag, långtidskonstruktörer, trafikplanerare respektive operativ personal.
Inledande kontakt med järnvägsföretag för intervjuer	16 mars – 20 mars	Järnvägsföretagen valdes ut baserat på deras trafik. Trafikverket tillhandahöll sedan kontaktuppgifter till enskilda personer på respektive företag. De personerna ställde upp på intervju och/eller rekommenderade andra kontakter inom företaget.
Genomförande av semi-strukturerade intervjuer	23 mars – 7 maj	Se detaljer i Bilaga II.
Analys av intervjusvar	24 mars – 11 maj	
Framtagande av åtgärder	14 april – 14 maj	

Bilaga II - Intervjurespondenter

Tabell 0.2: Lista över intervjurespondenter i de semi-strukturerade intervjuerna.

Respondent	Organisation	Roll och bakgrund	Datum
R1	Företag A	Långtidsplanerare. 10 år i branschen. Har tidigare jobbat med korttidsplanering och operativ trafikledning på företaget.	Intervju 26 och 31 mars. Uppföljning 3 och 15 april.
R2	Företag B	Kvalitetschef. Över 30 år i branschen. Har tidigare jobbat med trafikledning, produktionsledning och strategisk planering.	Intervju 27 mars och 2 april. Uppföljning 6 april.
R3	Företag B	Gruppchef för produktionsplanering och ansvarig för tågplaneansökan. 20 år i branschen. Har tidigare jobbat på bangård, som transportledare och som driftledare.	Intervju 8 april. Uppföljning 15 april.
R4	Företag C	Operativt ansvarig. Har tidigare jobbat som lokförare.	Intervju 3 april. Uppföljning 11 maj.
R5	Företag C	Långtidsplanerare. 16 år i branschen. Har tidigare jobbat som lokförare.	Intervju 17 april. Uppföljning 20 april.
R6	Företag D	Produktionschef. 25 år i branschen. Har jobbat med många olika uppgifter inom planering.	Intervju 23 mars. Uppföljning 24 mars.
R7	Företag D	Gruppchef för daglig produktion. Jobbar även med kapacitetsplanering på längre sikt. 5 år i branschen.	Intervju 23 mars. Uppföljning 11 maj.
R8	Företag E	Planeringsansvarig. 40 år i branschen. Har tidigare jobbat med tågklarering och trafikplanering.	Intervju 23 mars. Uppföljning 25 mars.
R9	Företag F	Planeringsansvarig. 40 år i branschen. Har tidigare jobbat med tågklarering och trafikplanering.	Intervju 6 april. Uppföljning 14 maj.
R10	Trafikverket	Långtidskonstruktör. Har tidigare jobbat som trafikplanerare och tågklarare på Trafikverket, samt jobbat på ett järnvägsföretag.	Intervju 7 april. Uppföljning 7 och 8 april.
R11	Trafikverket	Långtidskonstruktör. Har tidigare jobbat som trafikplanerare och lokförare.	Intervju 6 april. Uppföljning 15 april.
R12	Trafikverket	Trafikplanerare. 40 år i branschen. Har tidigare jobbat som tågklarare och tågledare.	Intervju 4 maj.
R13	Trafikverket	Trafikplanerare. 4 år i branschen.	Intervju 4 maj. Uppföljning 6 maj.
R14	Trafikverket	Operativ chef. 30 år i branschen. Har tidigare arbetat som fjärrtågklarare och tågledare.	Intervju 5 maj. Uppföljning 8 maj.
R15	Trafikverket	Fjärrtågklarare. 10 år i branschen.	Intervju 7 maj. Uppföljning 11 maj.

Bilaga III - Intervjuguider

Järnvägsföretag

Inledning

Information om projektet.

Godkännande att spela in.

Information om hur svaren kommer hanteras efter intervjun.

Respondent och företag

- Respondentens bakgrund: position, ansvarsområden, tid på tjänsten, tidigare jobb, utbildning.
- Beskriv företaget
- Vilken typ av trafik kör ni?
- Vilken typ av kunder har ni?
- Vilken typ av gods fraktar ni?
- Vilka krav ställs på er från era kunder och godstyper?

Planering och ansökningar

- Skulle du kunna beskriva er planeringsprocess?
- Hur ser ert arbete ut med att ta fram den ordinarie ansökan?
- Hur arbetar ni med ansökningar efter den ordinarie ansökningsperioden?
- Hur väl stämmer er planering med verkligheten?

Dagens process

- Hur ser ert samarbete med Trafikverket (och andra järnvägsföretag) ut mellan ansökan och fastställelse av tågplan?
- Är ni involverade i något projekt i samarbete med Trafikverket inom det här området?
- Har ni identifierat några problem med hur kapacitetstilldelningen är utformad idag?
- Vilka är de största utmaningarna för er relaterat till kapacitetstilldelningen?

Ändringar i tågplanen

- Hur påverkas ni av ändringar som görs i den fastställda tågplanen?
- Beskriv er process när ni vill ställa in ett tåg.
- Beskriv er process när ett tåg ställs in av orsaker som ligger utanför er kontroll.
- Vilka orsaker finns till att tåg ställs in?
- Beskriv er process när ni vill anordna ett tåg.
- Hur vanligt är det att ni anordnar tåg?
- Vilka orsaker finns till att ni anordnar tåg?

Framförd trafik

- Hur påverkas ni om ett tåg inte avgår enligt sin planerade tidtabell? (Före/efter)
- Hur påverkas ni om ett tåg inte ankommer enligt sin planerade tidtabell? (Före/efter)
- Hur arbetar ni med punktlighet?
- Vilka faktorer är de största utmaningarna för punktligheten?
- Trafikverket är enligt lag tvunget att ge förseningar orsakskoder. Är det något ni tar del av och följer upp?

- Vad är er uppfattning om orsakskodningen? (Kvalitet, problem)
- Vilka orsaker finns till att tåg går tidigt?
- Hur pålitlig anser du att godstrafiken är idag?

Långtidskonstruktör

Inledning

Information om projektet.

Godkännande att spela in.

Information om hur svaren kommer hanteras efter intervjun.

Respondent och företag

- Respondentens bakgrund: position, ansvarsområden, tid på tjänsten, tidigare jobb, utbildning.
- Vilka arbetsuppgifter ingår i rollen som långtidskonstruktör?

Tågplan

- Beskriv arbetet med att ta fram tågplanen.
- Beskriv arbetet med att hantera kompletterande ansökningar.
- Hur ser ditt samarbete ut med andra konstruktörer, andra avdelningar på Trafikverket och järnvägsföretag ut under processen med att ta fram tågplanen?
- Finns det några skillnader mellan hur godståg och persontåg hanteras?
- Vilka är de största utmaningarna i ditt arbete?
- Har du identifierat några generella problem i arbetet med att ta fram tågplanen?

Ändringar

- Beskriv processen när en ändring ska göras i tågplanen efter fastställelse.
- Hur ser ditt samarbete ut med andra konstruktörer, andra avdelningar på Trafikverket och järnvägsföretag ut när en ändring görs?
- Vad är orsakerna till att ändringar görs?
- Hur sätts orsakskoderna för inställda tåg?
- Har du identifierat någon systematik i ändringarna?
- Ser du något problem med att ändringar görs?
- Ser du något problem med hur ändringar görs?
- Vilka är de största utmaningarna med ändringar?

Framförd trafik

- Utvärderar ni hur tågplanen fungerar efter trafikstart?
- Följer ni upp orsakskoden ”misstänkt fel i körplan/felplanering”?

Trafikplanerare

Inledning

Information om projektet.

Godkännande att spela in.

Information om hur svaren kommer hanteras efter intervjun.

Respondent och företag

- Respondentens bakgrund: position, ansvarsområden, tid på tjänsten, tidigare jobb, utbildning.
- Vilka arbetsuppgifter ingår i rollen som trafikplanerare?

Ändringar

- Beskriv processen när en ändring ska göras i tågplanen efter fastställelse.
- Hur ser ditt samarbete ut med andra konstruktörer, andra avdelningar på Trafikverket och järnvägsföretag ut när en ändring görs?
- Vad är orsakerna till att ändringar görs?
- Hur sätts orsakskoderna för inställda tåg?
- Har du identifierat någon systematik i ändringarna?
- Ser du något problem med att ändringar görs?
- Ser du något problem med hur ändringar görs?
- Vilka är de största utmaningarna med ändringar i tågplanen efter fastställelse?

Framförd trafik

- Utvärderar ni hur tågplanen fungerar efter trafikstart?
- Följer ni upp orsakskoden ”misstänkt fel i körplan/felplanering”?

Operativ personal

Inledning

Information om projektet.

Godkännande att spela in.

Information om hur svaren kommer hanteras efter intervjun.

Respondent och företag

- Respondentens bakgrund: position, ansvarsområden, tid på tjänsten, tidigare jobb, utbildning.

Tågledning

- Beskriv en typisk timme på ditt jobb.
- Hur ser ditt samarbete ut med järnvägsföretag/lokförare, rangerbangård och andra avdelningar på Trafikverket?
- Vilka är de största utmaningarna i ditt arbete?

Ändringar

- Beskriv processen när en ändring görs efter att den dagliga grafen fastställs.
- Vad är orsakerna till att ändringar görs?
- Ser du något problem med att ändringar görs?

Försenade tåg

- Hur ser ditt jobb ut vid en störning?
- Hur går orsakskodningen till?
- Har du identifierat några problem med orsakskodningen?
- Vilka är orsakerna till att tåg blir försenade?
- Påverkas ditt arbete på något sätt av att tåg går efter sin kanal?
- Får det några effekter på övrig trafik att tåg går efter sin kanal?

Tidiga tåg

- Vilka är orsakerna till att tåg går före sin kanal?
- Påverkas ditt arbete på något sätt av att tåg går före sin kanal?
- Får det några effekter på övrig trafik att tåg går före sin kanal?