

Vinterproblematik på den svenska järnvägen

- en redogörelse över ansvar och tekniska problem under vintertid



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för teknik och samhälle

Examensarbete:
Mattias Nilsson
Mikael Szalay

© Copyright Mikael Szalay, Mattias Nilsson

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2014

Förord

Denna rapport skevs som ett examensarbete under 2014 som en del av vår utbildning ”Byggteknik med inriktning järnväg” vid Lunds Tekniska Högskola. Examensarbetet motsvarar 22,5 högskolepoäng och är den avslutande kursen i utbildningen.

Vi har skrivit rapporten med handledning av Jerker Sundström, föredetta lärare vid Järnvägsskolan, nu projektledare på Trafikverket, Borlänge.

Examinator har varit Sven Agardh, doktor vid LTH.

Vi vill framförallt rikta ett stort tack till både dessa herrar för nedlagd tid och support.

Tack även till alla andra branschkompetenta människor vi tagit hjälp av för att kunna färdigställa denna rapport genom telefonintervjuer, personliga möten och mailkonversationer.

Malmö, maj 2015

Mattias Nilsson
Mikael Szalay

Sammanfattning

Skicket på den svenska järnvägen har debatterats flitigt under de senaste åren. Inslagen har varit på bred front och inte sällan i negativa ordalag. Bristande underhåll och otillräckligt anslag är återkommande termer vi ständigt nås av. Tonläget är särskilt högt vintertid då medierna regelbundet rapporterar om inställda och försenade tåg.

Denna rapport är en djupdykning i vinterrelaterade svårigheter för järnvägsbranschen. Där huvudfokus har varit att redogöra för den organisatoriska strukturen inom branschen samt att beskrivna de tekniska problem som fordonen och järnvägsanläggningen har att hantera.

Vi har med hjälp av intervjuer, rapporter och övrig litteratur kunnat samla ihop ett omfattande underlag för att göra denna studie. En studie som på ett enkelt men ingående sätt svarar på många viktiga frågor.

Rapporten tar ett omfattande grepp om varför och hur den svenska järnvägssektorn är uppbyggd. Inledningsvis beskrivs vägen till en av världens mest liberala järnvägsnäring för att följas upp av en genomgripande redovisning av vilka aktörer som utgör järnvägsbranschen. Stor vikt har lagts på att bena ut ansvarsfördelningen över de verksamheter som berörs av vinterproblematiken.

Vi presenterar statistik över kostnader och framkomlighet för att konkretisera vinterns konsekvenser i siffror. Direkta samhällsekonomiska kostnader omkring 3 miljarder för tågstörningarna under vintern 2009/2010 vittnar om att det kostar enorma summor.

För att förstå vilka de faktiska orsakerna blir av låga temperaturer och nederbörd har en djuplodad teknisk problembeskrivning genomförts. I detta kapitel framgår de komplexa utmaningar som ställs på fordonen och anläggningen.

Vi redogör också för vilka metoder och åtgärder som används för att lindra och minimera problemen.

I en omfattande analysdiskussion identifieras en handfull frågor vi valt att belysa extra. Slutsatserna besvarar de frågeställningar vi tog med oss in i denna studie. Frågan om vem som bär ansvaret är flerbottnad och inte helt okomplicerad att besvara. Vi anser dock att denna studie på flera sätt avslöjar ett bristande statligt ansvarstagande i form av otillräckliga ekonomiska satsningar och felbyggd sektorstruktur.

Abstract

The condition of the Swedish railway has been frequently discussed, mainly during recent years. Lack of maintenance and budgetary allocation are words that constantly arise. During the winter the topic is notably higher, especially because of the media that regularly reports about cancelled and delayed train departures.

This thesis will plunge into the difficulties that the railway sector will face during and because of the winter. The main focus has been to clear up the organizational structure within the sector and also to highlight and describe the technical problems on the vehicles and the railway.

With the help of interviews, reports and other literature we have been able to gather solid data which has been the foundation for this thesis. A thesis that in a simple and direct way will answer numerous questions of important value.

The thesis will extensively describe why and how the sector is structured. Initially it will describe how one of the worlds most liberal railways came to be followed by a presentation of the different bodies within the sector. Great emphasis has been put on clarification of the division of roles and their respective responsibility within the sector during the winter.

We will present statistics over the cost and availability to describe the consequence of the winter with numbers. The direct socio-economic expenses around 3 billion swedish crowns during the winter of 2009/2010, proves that it costs emmense amounts.

A technical description over the problems when cold temperatures and precipitation arise has been done to understand the actual technical consequences. This chapter will describe the complex challenges that the vehicles and railway face during the winter.

We also clarify what methods and actions that are used to alleviate and minimize the problem.

A handfull important questions will be identified in the extensive analytical discussion. The conclusion will answer the question formulations that we brought with us when plunging into this thesis. The answer to the question of who bears the responsibility is both complex and diverse. We believe that this thesis in numerous ways unmasks an insufficient responsibility within the government, both economical and structural.

Innehållsförteckning

1 Inledning	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	3
1.2.1 Frågeställningar	3
1.3 Metod	3
1.3.1 Tillvägagångssätt.....	3
1.3.2 Intervjuer.....	4
1.3.3 Litteraturstudier	4
1.3.4 Datainsamling	4
1.4 Avgränsningar	4
2 Svensk järnväg idag	6
2.1 Vägen till den öppna marknaden	6
2.2 Järnvägssektors struktur	8
2.2.1 Riksdag och regering	8
2.2.2 Reglering- och tillsynsmyndigheter	9
2.2.3 Infrastrukturförvaltare	10
2.2.4 Trafikorganisatörer	11
2.2.5 Tågoperatör	11
2.2.6 Järnvägsentreprenörer	12
2.2.7 Fordontillverkare och fordonsförvaltare	13
2.2.8 Fordonsunderhållföretag	13
2.2.9 Fastighetsförvaltare	14
2.3 Ansvarsfördelning	14
2.3.1 Anslagsgivare	14
2.3.2 Lagstiftare	14
2.3.3 Beställare.....	15
2.3.4 Drift och underhåll	16
2.3.5 Fordonsunderhåll.....	17
2.3.6 Depåer/Verkstäder	17
2.4 Framkomlighet och punktlighet	18
2.4.1 Vintern 2009/2010	22
2.5 Kostnader	23
2.5.1 Drift- och underhållskostnader	23
2.5.2 Förseningskostnader	24
2.5.2.1 Vintern 2009/2010.....	24
3 Problembeskrivning	26
3.1 Klimat	26
3.1.1 Vad innebär det för tåget?	26
3.2 Fordon	27
3.2.1 Konstruktion.....	27

3.2.2 Mekaniska delar	27
3.2.2.1 Boggier, hjul och axlar	29
3.2.2.2 Fjädrar och dämpare	30
3.2.2.3 Korglutning	31
3.2.3 Pneumatiska och hydrauliska system	32
3.2.3.1 Pneumatik.....	32
3.2.3.2 Hydraulik.....	32
3.2.3.3 Slangar och rör	33
3.2.4 Bromsar.....	33
3.2.4.1 Magnetisk broms	33
3.2.4.2 Mekaniska bromsar	34
3.2.5 Elektriska/Elsystem	36
3.2.5.1 Kablar	36
3.2.5.2 Strömavtagare	37
3.2.5.3 Motorer	38
3.2.5.4 Kylning/Kylsystem	38
3.2.6 Utrustning, komfort och resandemiljö.....	39
3.2.6.1 Dörrar och insteg	39
3.2.6.2 Luftkonditionering	39
3.2.6.3 Vatten och avlopp.....	39
3.2.6.4 Lampor, Spegel och Vindrutor.....	39
3.2.7 Sikt och snörök.....	40
3.3 Järnvägsanläggningen.....	41
3.3.1 Bana – Banöverbyggnad.....	41
3.3.1.1 Ballast.....	41
3.3.1.2 Räler	42
3.3.1.3 Spårväxlar	42
3.3.2 Bana – Banunderbyggnad och undergrund	44
3.3.3 EI – Kontaktledning	45
4 Tekniska åtgärder och problemhantering.....	46
4.1 Fordon	46
4.1.1 Konstruktion	47
4.1.1.1 Snöplog	48
4.1.2 Underhåll.....	49
4.1.3 Avisningsanläggningar	49
4.1.3.1 Upptining	50
4.1.3.2 Varmluft	50
4.1.3.3 Vattenspolning.....	50
4.1.3.4 Glykol.....	51
4.2 Järnvägsanläggningen.....	51
4.2.1 Underhåll.....	51
4.2.1.1 Åtgärder inför vintern	53
4.2.1.2 Snöröjning	54

4.2.2 Snöstaket och snöskydd.....	55
4.2.3 Bana	56
4.2.3.1 Råler.....	56
4.2.3.2 Spårväxlar.....	56
5 Analysdiskussion	60
5.1 Kapacitetsbrist för fordonsunderhåll och avisning	60
5.2 Bristfällig snöröjning av järnvägsanläggningen	61
5.3 Vinterrelaterade förseningar	61
5.4 Resultatet av en avreglerad bransch.....	62
5.5 Analys tekniska åtgärder.....	63
5.6 Uppslag till vidare studier	64
6 Slutsats	66
6.1 Vem ansvarar för problemen?	66
6.2 Hur påverkas fordonen och järnvägsanläggningen under vintern?	66
6.3 Vad gör man idag för att motverka och minimera dessa problem?	67
6.4 Vad blir konsekvenserna av vinterproblematiken?	67
6.5 Slutsatser från analysdiskussion	68
7 Referenser	70
7.1 Källförteckning	70
7.1.1 Trafikverket.....	72
7.2 Figurförteckning.....	74

1 Inledning

Efter att dels pendlat med tåg under många år till och från arbete och skola, dels följt med i nyhetsrapporteringen varje vinter om ”järnvägskaoset” och dessutom fått en djup inblick i branschen under tre år studier ansåg vi att vinterns negativa effekter på järnvägstrafiken var intressanta att studera närmare.

Den allmänna uppfattningen verkar vara att landet varje vinter lamslås av stillastående tågtrafik. En utslagen tågtrafik skapar problem inte bara för arbetspendlande och andra resenärgrupper utan också för näringslivet då godstrafiken störs. Alternativa transportmedel är inte alltid tillgängliga och kan ta mer tid och/eller kostnader i anspråk. Vår uppfattning innan studien var att det kostar samhället enorma summor och får långt gångna konsekvenser, kanske då framförallt för näringslivet.

1.1 Bakgrund

Då trafiken ökat kraftigt, med 32 % sedan 1990, medan järnvägsnätet vuxit marginellt uppstår stora utmaningar på järnvägssektorn för att uppnå en tillfredsställande punktlighet.

Järnvägsnäringen är komplex med många olika aktörer som måste samverka för att tillhandahålla ett konkurrenskraftigt transportsystem som ska vara trafiksäker, miljövänlig och tillgänglig för person- och godstransporter.

Många, inklusive författarna till denna rapport, har ofta svårt att hålla isär alla begrepp, roller och ansvarsfördelning. Ofta är det fortfarande SJ som får klä skott för diverse invektiv på perrongerna när resenärer slentrianmässigt uttrycker sitt missnöje över inställda eller försenade avgångar. Det är dags att tydliggöra ansvarsfördelningen för problemen, kritiken ska riktas mot rätt aktör.

Sverige har sedan länge haft stora bekymmer vintertid att uppnå målen för framkomlighet och punktlighet. Försenade tåg är vardagsmat och inställda avgångar är vanligt förekommande. Järnvägens alla säkerhetssystem och övriga komponenter skapar en komplex apparat men är samtidigt sårbar för störningar. Samtidigt när landet har ett varierande klimat, med kalla, långa och snörika vintrar i delar av landet, blir järnvägen lidande på ett föga förvånande sätt. Årligen lämnas kvitto om att utrymmet för det vinterunderhåll som är nödvändigt saknas.

För att den svenska järnvägstrafiken ska kunna leva upp till den standard som krävs från befolkningen måste problemen identifieras och hanteras. Studier är nödvändiga för att klargöra vilka åtgärder som måste implementeras.

Vinterproblematiken har hamnat i större fokus framförallt efter vintern 2009/2010 då branschen blev tagna på sängen av extrema väderförhållanden. Utredningar av nämnda vinter har i efterhand visat en direkt samhällsekonomisk kostnad omkring 3 miljarder kronor.

1.2 Syfte

Syftet är att presentera en överskådlig bild över ett av järnvägens största bekymmer, åtminstone vad gäller framkomlighet och punktlighet för tågtrafiken. Rapporten fokuserar på de svårigheter som uppstår under vintern med nederbörd och låga temperaturen, dels på fordonen och även i järnvägsanläggningen. Den avser även att behandla järnvägssektorns struktur, de olika aktörernas ansvar, som alla är delaktiga för att leverera en fungerande produkt.

Vi vill presentera en rapport som förklarar ett komplext problem på ett konkret och samlat sätt.

1.2.1 Frågeställningar

I ett tidigt skede valde vi att identifiera de mest relevanta frågeställningar vi önskade att studien skulle besvara. Vi landade i fyra omfattande frågor gällande vinterproblematiken vilka har burit denna studie från ax till limpa. Med det utgångsläget har förgreningar skapats naturligt och rapporten har kunnat författats med en följsam röd tråd.

Dessa var frågeställningarna:

- Vem ansvarar för problemen?
- Hur påverkas fordonen och järnvägsanläggningen under vintern?
- Vad gör man idag för att motverka och minimera dessa problem?
- Vad blir konsekvenserna av problematiken?

1.3 Metod

1.3.1 Tillvägagångssätt

I inledningsskedet skapades en kontaktlista med tänkbara företag som skulle kunna ge oss svar på våra frågor, åtminstone det som berörde deras egna verksamhet. Då ansvarsfördelningen vad gäller avisning, övrig underhåll, vid köp av fordon, nyttjande av underhållsdepåer etc. var oklart initialt var det nödvändigt att en tydlig bild över det organisatoriska tillgodogjordes. Efter att etablerat en gedigen lista med lämpliga kontaktpersoner inleddes en dialog med dessa per telefon och/eller mail. Vi fick en god respons med hängivna,

utförliga svar. Ofta tillsammans med relevanta bifogade filer med rapporter eller motsvarande. Dessa kontakter har varit fundamentala för denna rapport.

Sökningar har genomförts i databaser över befintliga uppsatser, rapporter och andra studier.

1.3.2 Intervjuer

Vi har tagit kontakt med personer som dagligen arbetar med problematiken på järnvägen. Där ibland har vi pratat med experter inom området vinterproblematiken. Det har växlats mejl och gjorts telefonintervjuer för att samla den fakta som var nödvändig. I de flesta fall har dessa dialoger resulterat i vägledning och navigering till rätt underlag.

1.3.3 Litteraturstudier

Underlag har hämtats in främst via kontakt med respondenter från olika branschknytna företag. Rapporter, doktorsavhandlingar, presentationsunderlag, studier, utredningar etc. ligger till stor del bakom detta arbete. Det som inte mottagits via mail har vi hämtat hem från internet.

Även andra webbsidor har varit nyttiga, exempelvis har en hel del nyhetsrepotage innehållande intervjuer med relevanta människor inom branschen gett oss en tydlig bild över vilken hållning som representanter för olika aktörer inom branschen har.

Ur ett fåtal böcker har information erhållits.

1.3.4 Datainsamling

Data med statistik nyttjade i rapporten har införskaffats via Trafikverket. Främst genom mailkonversation men även via Trafikverkets hemsida.

1.4 Avgränsningar

Rapporten är avgränsad till att behandla problematiken i den nationella järnvägsnäringen. Inga jämförelser har gjorts till andra länder eller branscher som är drabbade av liknande svårigheter. Besvären är väldigt klimatberoende och varierar till och med för de skandinaviska länderna.

Vi har ett tydligt fokus på beskriva ansvaret och tekniska problem ur ett vinterrelaterat avseende.

Vi valde en övergripande teknisk beskrivning av de olika komponenter som påverkas av vintern på både fordon och järnvägsanläggning, samt beskriva de

åtgärder som används idag och hålla det på en simpel nivå för att inte tappa syftet med rapporten.

Studien kan delas in i tre kärnområden:

- Järnvägssektors struktur
- Ansvarsfördelning
- Teknisk problem- och åtgärdsbeskrivning

2 Svensk järnväg idag

Vi har för avsikt att under följande avsnitt redovisa hur den svenska järnvägssektorn är utformad. Vilka aktörer som existerar samt vilket ansvar som åligger respektive verksamhet.

Vi kommer även kortfattat presentera statistik över de faktiska resultaten av problematiken i förseningar och kostnader.

Enligt beskrivna avgränsningar i kapitel 1.4 ämnar vi hålla oss inom ramen för just vinterns påverkan där det är relevant att göra den skiljelinjen.

2.1 Vägen till den öppna marknaden

Järnvägsnäringen i Sverige är idag avreglerad. Det tidigare statliga helhetsgreppet med förvaltnings- och trafikeringsansvar är sedan länge borta. Den idag helt öppna marknaden är en konsekvens av stegvisa reformer under både socialdemokratiskt och borgerligt styre de senaste tre decennierna.

Sverige har varit en föregångare i ett internationellt perspektiv vad gäller arbetet för en marknadsliberal järnvägsektor och har idag, tillsammans med ett fåtal andra länder, världens mest avreglerade marknad. Även då reformeringen startade tidigare har medlemsinträdet i EU varit en drivande faktor för monopolavskaffandet (Persson 2012).

1988 inleddes reformeringen av järnvägsnäringen då Statens Järnvägar delades upp i två separerade verksamheter; myndigheten Banverket som fick förvaltningsuppdraget med investerings- och underhållsansvar över det statligt ägda järnvägsnätet samt affärsverket SJ som kom att ansvara för trafikeringen. Denna omstrukturering, tillsammans med en borgerlig valseger 1991, har varit viktiga händelser för kommande avreglering och marknaden har sedan dess succesivt öppnats upp för konkurrens (Bårström & Granbom 2012).

Persontrafiken har öppnats för konkurrens under omgångar sedan reformen 1988. Reformen innebar att SJ:s äganderätt av den lokala och regionala trafiken upphörde och istället gavs länstrafikhuvudmännen ett utökat ansvar för länstrafiken. Från och med 1990 har trafikhuvudmännen haft möjlighet att upphandla trafiken av andra aktörer alternativt bedriva trafiken i egen regi (Bårström & Granbom 2012).

Den ickekommersiella interregionala persontrafiken öppnades upp något senare. Då denna trafik ansågs ha ett stort samhällsvärde subventionerades den av staten och istället för att omförhandla avtalen med SJ upphandlades den i

konkurrens. 1993 kunde denna persontransport upphandlas för första gången på öppen marknad, dock dröjde det till år 2000 förrän någon annan aktör än SJ kunde lämna tillräckligt slagkraftiga anbud för att vinna en upphandling och bedriva interregional trafik (Thonäng u.å.).

Under kommande åren förlorade SJ flera monopol på bandelar runt om landet såsom Malmbanan och Inlandsbanan. Man hade dock, trots de avregleringar som genomförts, en oerhört stark ställning med den absoluta majoriteten av trafiken. Ensamrätten för den lönsamma långväga trafiken var fortfarande intakt (Rosander, Karlsson, Bergkvist, Fält & Herpai 2005).

1996 var avregleringen ett faktum för godstransporttrafiken. De redan etablerade företagen hade dock förtur på linjerna. Samma år öppnades även stomnätet upp för länstrafikhuvudmännen (tidigare motsvarighet till regional kollektivtrafikmyndighet) som fick rätt att trafikera även dessa spår inom länets gränser (Persson 2012). Dessutom tillkom rätten att bedriva länsöverskridande trafikering i syftet att utveckla den regionala trafiken (Thonäng u.å.).

År 2001 var ett annat viktigt år i den pågående utvecklingen för en ökad konkurrens. SJ kom då att bolagiseras. Affärverket upphörde i sin dåvarande form och styckades upp ett antal statligt ägda aktiebolag. SJ AB fortsatte bedriva persontrafik. Green Cargo AB fick ansvar för godstrafiken och Jernhusen AB blev fastighetsförvaltare av stationshus etc.

Dåvarande Banverket tog samma år två betydelsefulla beslut. Det ena var att drift- och underhållverksamheten skulle börja handlas upp på marknaden, genom att konkurrensutsätta denna verksamhet var förhoppningen att ”få mer järnväg för pengarna”. Det andra beslutet var att även all investering- och reinvestering skulle upphandlas av externa entreprenörer.

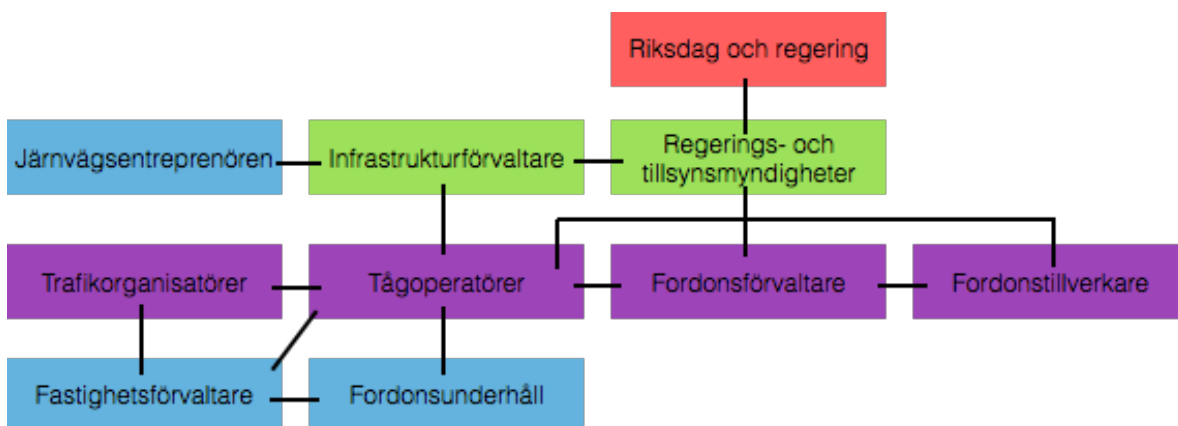
Mellan 2007 och 2012 öppnades marknaden i tur och ordning för nattåg och chartertåg, veckoslutstrafik, internationell persontrafik samt kommersiell lokal och regional kollektivtrafik. Idag är trafikeringen fullt avreglerad.

Den Europeiska Unionen har haft en stor inverkan på utvecklingen mot en öppen järnvägsmarknad. Ett omfattande regelverk har tagits fram för att skapa förutsättningar och jämlika villkor för privata aktörer att kunna konkurrera mot statliga dito. Sedan 2001 har tre styckena järnvägspaket arbetats fram. Dessa paket är inte direkt gällande utan börjar verka då de införlivas i respektive unionsstats nationella regelverk genom lagstiftning och föreskrifter. Syftet med direktiven är att driva på utvecklingen av de statliga monopolerna och verka för en konkurrensutsatt trafikering av det gemensamma

järnvägsnätet inom unionen. I samband med den nya svenska järnvägslagen som trädde kraft 2004 togs det första järnvägspaketet i bruk i Sverige medan det andra paketet implementerades tre år senare genom en del justeringar i järnvägslagen. I dagsläget är det tredje paketet ännu inte införlivat i den svenska lagstiftningen och regelverk. (Transportstyrelsen 2015).

2.2 Järnvägssektors struktur

För att få en översikt över hur den svenska järnvägsnäringen är strukturerad redovisas här en schematisk bild över beståndsdelarna:



Figur 1 Olika aktörer och dess samband. (Alexandersson 2014)

Genom ett snabbt ögonkast på figur 1 ovan framgår det tydligt att branchens struktur är komplex med många aktörer som ska samverka. Det ställer stora krav på ett välfungerande samarbete och en klarhet i respektives ansvarsområden.

För att bena ut exakt vad de olika begreppen innebär följer här en mer ingående beskrivning om de olika rollernas verksamhet.

2.2.1 Riksdag och regering

Det är naturligtvis riksdagen och regeringen som har ansvaret för lagstiftning och de transportpolitiska mål som ligger till grund för utvecklingen av järnvägsnäringen. Det är förstås också politiska beslut som lett fram till den avreglering branschen genomgått, beskrivit i avsnitt 2.1.

Då det yttersta ansvaret för de transportpolitiken åligger staten, i egenskap av riksdagen och regering, är en grundläggande uppgift att fastställa ramverket för järnvägsverksamhet och på så sätt styra marknadens aktörer på en övergripande nivå. Alla bolag måste förhålla sig till de lagar och regelverk som råder.

Genom medlemskapet i den europeiska unionen är Sverige också bunda att följa de EU-förordningar och EU-direktiv som förhandlats fram. Här har regeringen en påverkande roll, med sitt deltagande i ministerrådet. Här fastställs ramarna inom vilka varje medlemsland kan bedriva den nationella transportpolitiken.

Som anslagsgivare är det också helt avgörande vilka beslut som fattas i parlamentet och på Rosenbad. Dels genom vilka resurser som anslås till de statliga verk och myndigheterna som verkar inom branschen och även vilka statliga bidrag som tilldelas andra organ verksamma i branschen (Utredning om järnvägens organisation 2013).

Statliga järnvägbolag såsom SJ, Green Cargo, Jernhusen saknar samhällsuppdrag och ska bedrivas på samma sätt som privata bolag gör (Riksrevisionen 2013).

2.2.2 Reglering- och tillsynsmyndigheter

Det ramvillkor för järnvägsverksamhet, regering och riksdag fastställer, styr branschen genom så kallad reglering. Det innebär bland annat sektorspecifika lagar och förordningar, fattade på både nationell respektive EU nivå.

Den reglering- och tillsynsmyndighet som har tvivelsutan störst roll i den svenska järnvägsnäringen är Transportstyrelsen, som bildades 2009. Myndigheten berör väg- och järnvägstrafik samt luft- och sjöfart. För järnvägssektorn är huvuduppgifterna att fungera som regulator, säkerhetsmyndighet och tillståndsmyndighet (Utredning om järnvägens organisation 2013).

För samtliga fordon, med säkerhetspåverkan, verksamma på järnvägen krävs ett godkännande av Transportstyrelsen. Myndigheten ansvarar också för tillståndsprövning för järnvägsföretag och infrastrukturförvaltare (Utredning om störningar i järnvägstrafiken vintern 2009/2010, 2010).

En rad myndigheter verkar för att reglera sektorn och utöva tillsyn och granskning. Konkurrensverket är ett exempel, huvuduppgiften är att bevaka att marknadens aktörer följer konkurrenslagen. Vid missbruk av en dominerande ställning är det Konkurrensverkets ansvar att ingripa. En annan viktig uppgift att säkerställa riktigheten i offentliga upphandlingar. Trafikanalys är en myndighet som ansvarar för den officiella statistiken för transportsektorn i stort, däribland järnvägssektorn. Därför bedrivs omfattande uppföljning och granskning av sektorn och effekterna av transportpolitiken. Bland övriga myndigheter kan nämnas är Statens haverikommission, Konsumentverket,

Arbetsmiljöverket och Elsäkerhetsverket (Utredning om järnvägens organisation 2013).

2.2.3 Infrastrukturförvaltare

En infrastrukturförvaltare äger och förvaltar järnvägsanläggningar. Ur järnvägslagen (2004:519) kan utläsas: ”Infrastrukturförvaltare: den som förvaltar järnvägsinfrastruktur och driver anläggningar som hör till infrastrukturen”.

I Sverige äger staten alla linjer i det sammanhängande järnvägsnätet, direkt eller via bolag med ett statligt huvudägarande. Lokala bandelar, tunnelbanor och spårvägar som inte räknas in i den kategorin ägs och förvaltas av regionala och kommunala organisationer (Bårström & Granbom 2012).

Av det förhållandevis stora järnvägsnätet, ca 16500 spårkilometer, är Trafikverket den i särklass enskilt största infrastrukturförvaltaren med nära 90 % av nätet under sitt ansvar (Trafikverket 2015g). Trafikverket har genom sitt förvaltningsuppdrag i princip alltså ensamrätt på hela svenska järnvägsnätet. Ensamrätt i den mening att Trafikverket driver, underhåller och utformar det nät man äger. Myndigheten lyder direkt under regeringen och styrs av direktiv, regleringsbrev, uppdrag och tilldelning av anslag (Riksrevisionen 2013).

Utöver Trafikverket bör nämnas tre andra förhållandevis stora förvaltare. A-Train som förvaltar Arlandabanan, Öresundskonsortiet som ansvarar för Öresundsbron samt Inlandsbanan AB som ägs av 15 kommuner utmed Inlandsbanan (Utredning om järnvägens organisation 2013). Andra infrastrukturförvaltare kan exempelvis vara kommuner, industrier, hamnar och logistikföretag.

Infrastrukturförvaltaren ansvarar för att tillhandahålla en tillförlitlig och trafiksäker anläggning. Ett grundkrav för att kunna förvalta järnväg i Sverige är ett tillstånd från Transportstyrelsen. Rådande lagstiftning ska sedan följas under Transportstyrelsen tillsyn. Andra avtal och krav från branschen ska uppfyllas.

I förvaltarens åtagande ligger att utforma järnvägsanläggningen för en tillförlitlig funktion, efter hänsyn till trafiksäkerhet och tillgänglighet. Det ställer höga krav på en långsiktig planering av underhåll, förnyelse och anpassning till förändringar av användandet.

Grundprincipen är att infrastrukturen ska utnyttjas i den grad att den blir samhällsekonomiskt effektiv i den största möjliga mån. För att bedriva trafik

eller underhållsarbete på linjerna behövs tillstånd. Det är förvaltarens uppgift att upphandla dessa kontrakt och tilldela tillgänglig kapacitet till ansökande trafikutövare och underhållsaktörer.

Trafikverket samråder med övriga infrastrukturförvaltare om kapacitetsfördelningen (Bårström & Granbom 2012).

2.2.4 Trafikorganisatörer

För både person- och godstransporten är trafikorganisatoriska verksamheter viktiga aktörer. I persontrafikens fall handlar det om regionala kollektivtrafikmyndigheter som ansvarar och planerar för den tågtrafik som ska bedrivas inom länet, och i vissa fall även i omkringliggande län genom samarbete med berörda läns motsvarighet. Ett exempel är Öresundståg som trafikerar sträckor i flera olika län, från Skåne i syd till Kalmar i öst och Västra Götaland i norr.

Kollektivtrafikmyndigheten genomför upphandlingar av den trafik som ska komma utforma järnvägstrafiken. De tillhandahåller biljettsystem och biljettförsäljning. Många gånger äger myndigheten även stationsbyggnader och järnvägsfordonen.

Vad gäller godstrafiken finns även här trafikorganisatörer. Speditörer såsom ScandFibre och Trätåg är exempel på detta. Här förenas olika transportföretag i ett större nätverk och erbjuder en form av helhetslösning (Utredning om järnvägens organisation 2013).

2.2.5 Tågoperatör

Tågoperatörer (enl. lagtext järnvägsföretag) utför transporten på järnvägen av person- och godståg. Trafiken bedrivs, som tidigare beskrivits, från och med oktober 2010 på en helt öppen för marknaden. Detta har inneburit att många nya tågoperatörer slagits sig in på marknaden. Idag finns 100 styckena giltiga tillstånd utfärdade av Transportstyrelsen (2015b).

För att trafikera spåren behövs, förutom trafikeringsavtal med infrastrukturförvaltaren, en licens från Transportstyrelsen (alt. från motsvarande tillsynsmyndighet i annan EES-stat). Trafikeringsavtalet bestämmer villkoren för trafiken och anger regler för parternas ansvar, samråd och informationsutbyte. Avgifter för tågtrafiken betalas till infrastrukturförvaltaren i enlighet med svensk lagstiftning, baserad på EU-direktiv (Bårström & Granbom 2012).

Transportstyrelsen prövar de ansökningar som lämnas in för att bedriva person- och godstrafik. Många faktorer tas i beaktning när ett tillstånd ska

utfärdas. Transportstyrelsens egna ord om prövningen lyder ”kontrollerar företagets yrkeskunnande, ekonomisk förmåga och anseende för den avsedda verksamheten” (Transportstyrelsen 2015c). Vidare granskas bland annat företagets rutiner i samband med olyckor, så kallade nödlägesplaner (Utredning om störningar i järnvägstrafiken vintern 2009/2010, 2010).

Enligt järnvägslagen (2004:519) ska licensen omprövas minst var femte år eller då en ”väsentlig förändring” av verksamheten genomförs.

Företagen ansvarar i regel för biljettförsäljning, bemanning på tågen, ersättningstrafik, tågbildning samt fordonsförsörjning. Generellt sett ansvarar trafikutövaren för att underhålla fordonen, som de antingen äger själva eller hyr in (Utredning om järnvägens organisation 2013).

Persontrafiken delas in i två kategorier, en kommersiell och en upphandlad trafik. Den kommersiella trafiken bygger på att en lönsamhet kan uppnås enkom av biljettintäkter. Denna typ av trafik handlar främst om långväga interregionala resor där Stockholm-Göteborg, Stockholm-Malmö är ett par exempel.

Den upphandlade trafiken utgör den största delen av persontrafiken. Då många sträckor inte kan trafikeras på kommersiella grunder krävs subventioner från stat, kommun och landsting för att skapa förutsättningar för en fungerande tågtrafik. Framförallt handlar det om regionala och lokala nät som måste finansieras med samhällsstöd (Persson 2012).

Trots marknadsöppningen är de dominerande aktörerna inom tågtrafiken statligt ägda. SJ AB marknadsandel av persontrafiken är 55 %, enligt Gullbrandson (2014). För godstransporterna besitter Green Cargo AB cirka 45 % av marknadsandelarna (Karlsson et al, 2014).

2.2.6 Järnvägsentreprenörer

En järnvägsentreprenör är det bolag som utför det fysiska arbetet ute i järnvägsanläggningen. Entreprenören kontrakteras av infrastrukturförvaltaren och utför det uppdrag som beställts. Det kan handla om nyproduktion eller ombyggnation av järnvägsanläggning, drift- och underhållsarbete och annan typ av verksamhet i spåren.

Vad gäller spårentreprenörer domineras marknaden av det statligt ägda Infranord. Bland andra betydande företag kan nämnas Strukton, VR Track och Balfour Beatty (Utredning om järnvägens organisation 2013).

2.2.7 Fordontillverkare och fordonsförvaltare

Kostnaderna och komplexiteten för byggnation av järnvägsfordon är naturligtvis höga. Listan över fordonstillverkare är därför inget vidare lång. De idag verksamma företagen är i regel resultatet av flera sammanslagningar och förvärv av konkurrenter. I Sverige rullar persontåg skapade av internationella storföretag såsom Bombardier och Alstom. Godsvagnar tillverkas bland annat av svenska Kockum (Utredning om järnvägens organisation 2013).

Vanligtvis äger och förvaltar företagen sina egna fordon. Tågoperatörer såsom SJ och Green Cargo har egna fordonsparker. Spårentreprenörer och andra underhållsföretag äger arbetsfordon. De regionala kollektivtrafikmyndigheterna äger sina persontåg tillsammans genom det gemensamt ägda vagnbolaget Transitio. Undantaget är myndigheterna i Stockholm, Skåne och Västsverige som besitter sina egna fordon.

”Oavsett form har ägaren ansvaret för att underhållet av fordonen sköts efter de krav och standarder som finns fastslagna. Det är fordonsägarens uppgift att fordonen inte påverkar säkerheten eller utsätter infrastrukturen för skador.” (Bårström & Granbom 2012)

Då exempelvis en tågoperatör eller trafikorganisatör beställer ett fordon görs det utifrån typmodeller som leverantörerna kan erbjuda. Det finns dock utrymme för viss modifiering för att anpassa fordonet efter önskemål (Utredning om järnvägens organisation 2013).

2.2.8 Fordonsunderhållföretag

Fordonsunderhåll kan delas upp i två delar. I ”tungt underhåll” räknas ombyggnad och renovering av fordon medan andra åtgärder såsom avisning, sanering och städning är exempel på ”lätt underhåll”.

En del tågoperatörer som äger sina egna fordon har valt att underhålla fordonen i egen regi. Det finns dock renodlade fordonsunderhållföretag som säljer sina tjänster till fordonsägare/fordonsförvaltare. EuroMaint och SweMaint är två exempel på stora aktörer som är specialister på detta.

Även fordonstillverkaren kan ansvara för underhållet av levererade fordon om så knyts upp i kontraktat.

För att ett fordon ska få lov att trafikera det svenska järnvägsnätet krävs tillstånd från Transportstyrelsen. Av detta ska framgå att fordonet är knutet till en ECM (Entity in Charge of Maintenance), alltså en underhållsansvarig enhet (Utredning om järnvägens organisation 2013).

2.2.9 Fastighetsförvaltare

Det statliga Jernhusen är den största fastighetsägaren inom den svenska järnvägsbranschen. Förutom ägandet av stationshus och terminaler, ansvar för väntsalar finns flertalet depåer och verkstadsanläggningar i Jernhusens ägo.

Vad gäller stationer ägs ett stort antal av de regionala kollektivtrafikmyndigheter och Trafikverket. Den senare myndigheten har också ansvaret för förvaltningen av plattformar/perronger, hissar och rulltrappor i anslutning till stationen. Det är dessutom Trafikverkets skyldighet att sköta hanteringen av trafikinformation på stationer och plattformar.

Depåer, verkstäder och andra underhållsanläggningar finns det flera ägare av. Jernhusen hyr ut sina anläggningar till underhållsföretag. Det finns dock flera underhållsföretag som äger egna anläggningar, såsom EuroMaint och SweMaint. Fordonstillverkare som exempelvis Bombardier äger egna anläggningar för underhållsverksamhet.

2.3 Ansvarsfördelning

Då denna rapport syftar till att avhandla den vinterrelaterade problematiken som uppstår i järnvägsanläggningen och för fordonen vill vi tydliggöra ansvarsfördelning för de områden som orsakar just detta.

Det är många aktörer som måste samverka för att trafikeringen på den svenska järnvägen ska fungera under vintertid.

2.3.1 Anslagsgivare

Att bygga järnväg är väldigt kostnadskrävande. Det ska till stora investerings- och kapitalkostnader för att etablera en järnvägsanläggning, även då det rör sig om små sträckor. Detta för med sig att ett naturligt monopol uppstår där staten, med få undantag, ansvarar för all nybyggnation av nätet. Det är med andra ord, till syvende och sist, regeringen och riksdagen som beslutar om vilka ekonomiska medel som investeras i ny järnvägsanläggningen.

Som nämnts tidigare förvaltar staten, genom Trafikverket, omkring 90% av järnvägsnätet. Vilket gör upprustning och underhållssatsningar till en fråga som regeringen och riksdag måste svara för. Staten har det grundläggande ansvaret för att infrastrukturen fungerar, detta gäller året runt - oavsett väder.

2.3.2 Lagstiftare

Det är den lagstiftande församlingen, Sveriges riksdag, som sätter spelreglerna för marknaden. Det finns idag en helt avreglerad marknad där all nyinvestering och drift och underhåll handlas upp i fri konkurrens. All

upphandling som görs av offentlig verksamhet ska göras enligt de lagen om offentlig upphandling (LOU) samt lagen om upphandling i försörjningssektorn (LUF) (Thonäng u.å.).

2.3.3 Beställare

För att hålla infrastrukturen i ett gott skick är det förvaltarens ansvar att se till att nödvändiga insatser genomförs.

Trafikverket förvaltar den absoluta majoriteten av Sveriges järnvägsnät och är därför naturligtvis den största beställaren. Trafikverkets förvaltningsansvar är beskrivit i föregående avsnitt. Här redogörs Trafikverkets roll som beställare.

Trafikverket är den helt dominerande beställaren av järnvägstjänster. Tjänster som utredning och projektering, drift, bygg- och underhållsarbete upphandlas av myndigheten bland verksamma konsulter och entreprenörer inom järnvägsmarknaden. Detta upphandlingsförfarande regleras genom LOU och LUF (Riksrevisionen 2013). Trafikverket har ett uttalat mål att utvecklas mot en mer renodlad beställare. Syftet är att produktiviteten och innovationen ska öka genom att överlåta ett större åtagande och ansvar till leverantörerna. På så sätt ska högre krav kunna ställas och på sikt nå bättre resultat, ökad effektivisering av skattemedlen och generera mer nytta för konsumenten (Trafikverket 2015h).

Trafikverket äger ansvaret som statlig myndighet att omsätta tilldelat anslag i en väl fungerande infrastruktur. Järnvägens kondition ska vara i ett sådant skick att person- och godstrafik kan bedrivas. Detta gäller förstås även under vintertid vid snöfall och låga temperaturer.

Då all underhållsverksamhet handlas upp av externa bolag ställer det höga krav på Trafikverket som beställare i upphandlingsförfarandet. Snöröjning, extra övervakning av växelvärmesystem, utplacering av snöskydd är alla exempel på underhållsåtgärder som Trafikverket handlar upp.

Trafikverket har en uttalad ambition om att bli en mer renodlad beställare. Det verkar inte finnas något tydlig definition av begreppet. En strävan efter att handla upp alla varor och tjänster är naturligtvis en poäng. Det finns också en tydlig utveckling i att styra upphandlingarna mot att ställa funktionskrav istället för beskriva tekniska lösningar. Detta ger anbudsgivare större frihet att vara innovativ och förhoppningsvis mer kostnadseffektiva.

Även då Trafikverket lägger över ansvaret för underhållet på entreprenören under kontraktstiden är myndigheten förvaltare av infrastrukturen.

Huvudansvaret för anläggningen går inte att avtala bort (Utredning om järnvägens organisation 2015).

2.3.4 Drift och underhåll

Drift- och underhållsarbetet är fundamental för en fungerande järnvägstrafik. För att upprätthålla prestandan och trafiksäkerheten krävs kontinuerliga insatser och reinvesteringar vid behov.

Den löpande underhållsverksamheten i anläggningen kan delas upp i två kategorier. Förebyggande samt avhjälpande underhåll.

Förebyggande underhåll är det som eftersträvas, dels ur en ekonomisk aspekt och även rent säkerhetsmässigt. Avsikten är att på genomtänkt sätt underhålla anläggningen preventivt, innan defekter uppstår och påverkar funktion och säkerhet (Bårström & Granbom 2012).

Det förebyggande underhållet är intervallbestämda åtgärder baserade på anläggningens status. Eller enligt föreskrivna kriterier för att undvika funktionsnedsättande åverkan och direkta missöden (Trafikverket 2015i).

Med *avhjälpande underhåll* avses i regel reparationer eller byte av skadade eller utslitna komponenter, exempelvis rälsbrott och nedriven kontaktledning. Denna typ av underhåll kräver snabb handlingskraft och skapar ofta störningar i trafiken. Reducerad hastighet eller stoppad trafik är vanligt förekommande och leder till oönskad trafikpåverkan. Avhjälpande underhåll medför höga kostnader såväl för personal och anläggningen (Bårström & Granbom 2012).

Inom denna kategori ingår även de åtgärder genomförda som en konsekvens av besiktningsanmärkningar för potentiella driftstörningar, dessa ska då vidtas inom tre veckor (Trafikverket 2015i).

Järnvägsentreprenörer handlas upp regionsvis för att hantera de vinteråtgärder som behövs. Det har skett en utveckling av dessa upphandlingar i en riktning mot funktionskrav. Grundkravet är att järnvägsanläggningen ska vara trafikeringsbar. Det innebär att kontrakten tillskriver entreprenören ett ansvar att upprätthålla angiven standard och funktion under kontaktstiden. Genom funktionskrav åläggs ett större ansvar på entreprenören, som måste hålla sig ajour med anläggningens status och väderprognoser.

I kontrakten ingår vilka förberedelser inför vintern entreprenör är skyldig att utföra. Översyn av växelvärmesystem, montering av snöstaket och andra snöskydd är exempel på åtgärder entreprenören ska utföra.

För snöröjningen kan avtalen skilja sig åt. Ett ofta förekommande krav gör gällande att ”ett normalt snöfall under ett dygn” inte får orsaka störningar i trafiken (Utredning om störningar i järnvägstrafiken vintern 2009/2010, 2010).

2.3.5 Fordonsunderhåll

Som nämndes i föregående avsnitt är kan underhållet av fordonen ha olika ansvariga.

Under vintertid ställs större krav på fordonsunderhåll då fordonen utsätts för större påfrestningar. Fordonen samlar på sig snö och is under trafikeringen som åtgärdas genom avisning. Fordonen tenderar att skadas oftare under hårt klimat, ett exempel är hjulskador. Fordonsskador var en starkt bidragande orsak under problemvintern 2009/2010 var just fordonsskador uppkomna av snö och is (Trafikverket 2010b).

Den ansvariga underhållsenheten ställs inför stora utmaningar under vintertid. Åtar man sig uppdraget att utföra underhållet måste kapaciteten säkerställas med tillgång till verkstadsdepåer och avisningsanläggningar.

Ansvar för underhållskontraktens utformning ligger dock på tågoperatören. Det är tågoperatören som i grund och botten ska tillhandahålla en pålitlig tjänst till resenären/kunden. Då är det av stor vikt att avtalet som tågoperatören tecknar med underhållsföretaget ställer nödvändiga krav för avisning och annan vinterrelaterad underhållsverksamhet (Riksrevisionen 2013).

Tågoperatören kan minska störningarna genom att ha tillgång till reservfordon som kan sättas in vid behov.

2.3.6 Depåer/Verkstäder

Tillgången till verkstadsdepåer och avisningsanläggningar är helt avgörande för att underhållet ska hinnas utföras i tid utan påverkan på tidtabellerna.

Det råder delade meningar om kapaciteten av anläggningarna fyller dagens behov. Då Jernhusen anser att tillgången är tillfredställande är Trafikverket och SJ att motsatt åsikt. Att just avisningskapaciteten inte är tillräcklig har emellertid fastställts, vilket tydliggjorts i flera rapporter.

Ett stort bekymmer är landets verkstäder och avisningsanläggningar är omoderna och begränsar parallella underhållsarbeten. Avisningen och hjulsvarning kan inte utföras samtidigt som det ordinarie underhållet.

Statliga Jernhusen har en helt dominerande ställning med de majoriteten av anläggningarna i sitt ägo. Det går dock att konstatera att ansvaret för att tillgodose branschen med depåttjänster ingår inte i Jernhusens bolagsordning.

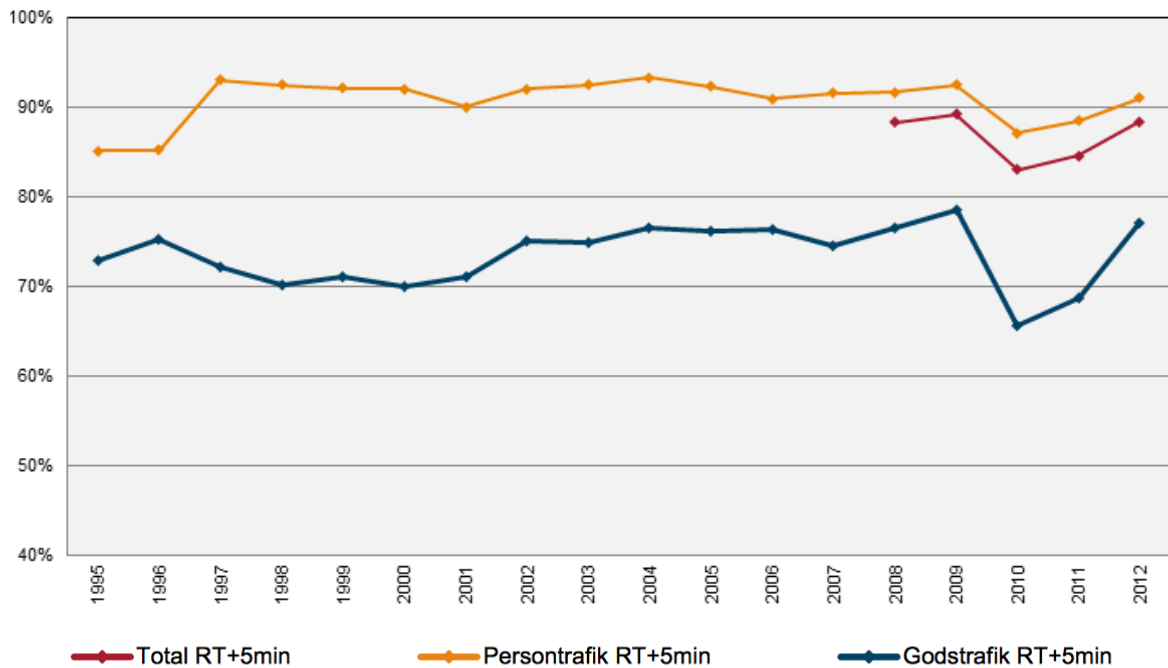
Jernhusen har tecknat långsiktiga avtal de senaste åren med regionala kollektivtrafikmyndigheter och SJ om kapacitetsökning vad gäller avisningsanläggningar (Riksrevisionen 2013).

2.4 Framkomlighet och punktlighet

En hög framkomlighet och punktlighet är högst avgörande för att attrahera resenärer och godsföretag till järnvägen.

Trafiken på järnvägen har ökat med 32 % på de statliga banorna sedan 1990. Då banlängden nästintill är oförändrad innebär det en högre ansträngning och trafiktäthet, vilket lämnar mindre utrymme till förseningar. Den största trafikeringsökningen har drabbat redan ansträngda sträckor runt storstäderna och på stambanorna (Trafikverket 2014e).

Sedan slutet av 90-talet har punktligheten för tågtrafiken, både för godståg och persontåg, legat på en stabil nivå fram till 2009. För godståg har punktligheten varit över 70 % medan motsvarande siffra för persontåg legat över 90 %.

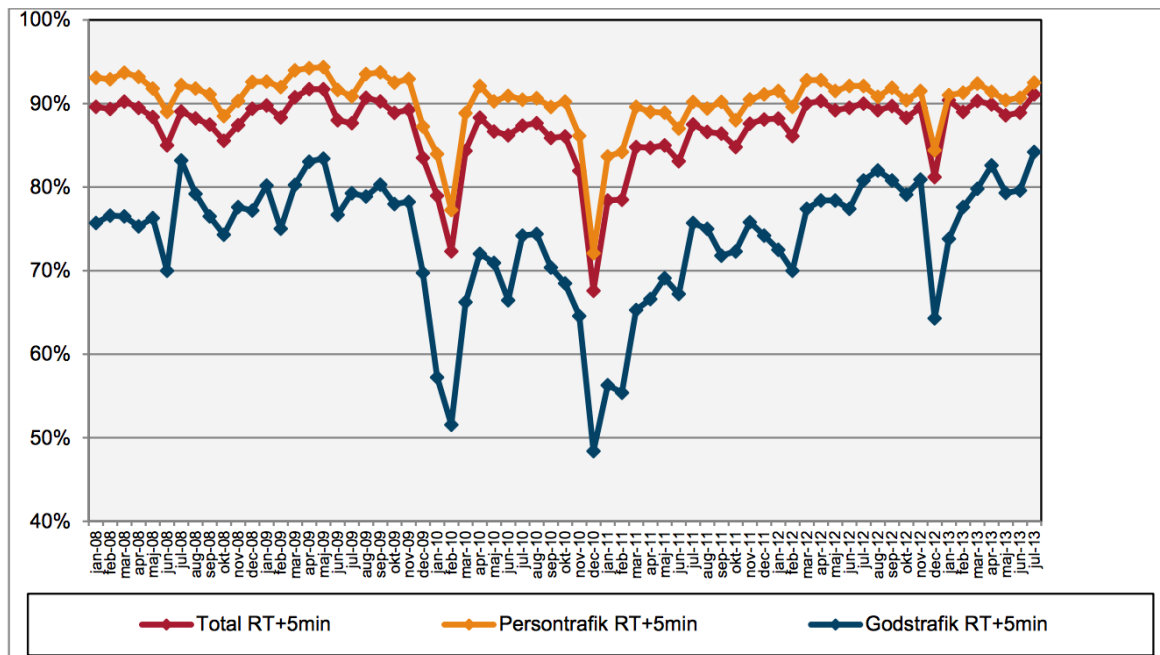


Figur 2 Punktlighet i procent mellan åren 1995-2012 (Trafikverket 2013)

Som framgår i figur 2 ovan beräknas punktlighet med en marginal om fem minuter. Anländer tåget inom fem minuter i rätt tid (RT) anses det inte vara försenat i statistiken.

Noterbart är hur punktligheten drabbades av en ordentligt dipp mellan 2009-2010 och repade sig inte förrän 2012. Vintrarna under denna period var ovanligt hårda, särskilt vintern 2009/2010 som betraktas som extrem (Trafikverket 2010b).

I figuren nedan så bekräftas också att det var under vintermånaderna punktligheten försämrades kraftigt.

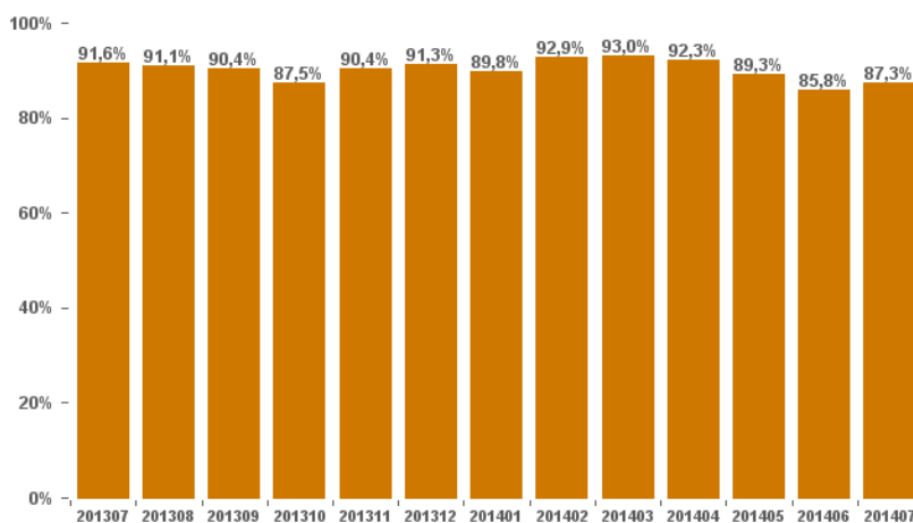


Figur 3 Punktlighet i tågtrafiken mellan 2008 – 2013 (Trafikverket 2013)

Kraftiga avvikelserna mellan åren 2008 - 2013 kan avläsas i figur 3 ovan, alla inträffade under vintermånaderna åren: 09/10, 10/11 och 12/13.

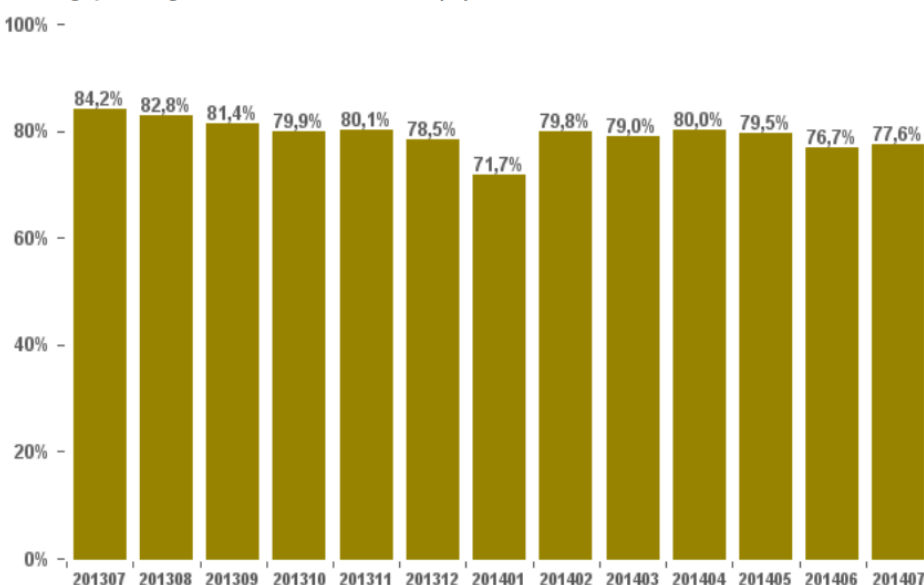
I den senaste resultatrapporten från Trafikverket för perioden juli 2013 till juli 2014, som framgår av figuren nedan, har det noterats att punktligheten för godståg ligger på 78 % och för persontåg 91 % (Trafikverket 2014f).

Persontåg, punktlighet till slutstation RT +5 (%) inkl akut helt inställda tåg.



Figur 4 Punktlighet för persontåg juli 2013 - juli 2014 (Trafikverket 2014f)

Godståg, punktlighet till slutstation RT +5 (%).



Figur 5 Punktlighet för godstrafik juli 2013 - juli 2014 (Trafikverket 2014f)

Ur figur 4 och 5 kan tydligt utläsas att punktligheten hålls på en stabil nivå för persontrafiken även under vinterhalvåret med en liten dipp under januari månad. Det samma gäller för godstrafiken, förutom den skillnaden där punktligheten sjönk märkbart under januari jämfört med resterande månader.

2.4.1 Vintern 2009/2010

De mest extrema påfrestningar som tågtrafiken drabbats av på senare år är under vintern 2009/2010.

Trafikverket genomförde en omfattande utredning av problemvintern för att klargöra vilka faktorer och orsaker som spelade in. Ambitionen var att kunna identifiera brister och begångna fel för att undvika ett liknande scenario igen. Nämnvärt är att vintern inte var unik, utan liknande förhållanden upplevdes frekvent under 1960- och 1980-talet. Varför det inte kan uteslutas att en snarlik vinter upprepas.

Man upplevde mer än en fördubbling av förseningstimmar jämfört med vintern före, med över 83 000 förseningstimmar varav persontrafiken stod för 23 000 timmar och godstrafiken 60 000 timmar. De vinterrelaterade orsaker stod för 54 % av de totala förseningarna under vintern vilket är en flerdubbling jämför med ett ”normalår”. Resterande 46 % var icke vinterrelaterade problem t.ex. anläggningsskador ej kopplade till snö och is.

Den största förseningsfaktorn, som stod för 15 % av alla förseningar, var snö och is i spårväxlar. Näst därefter kom operativa problem som bland annat inkluderar försenade tåg från depåer till följd av det hårda värdret. Noterbart kan nämnas att förseningar orsakade av snö och is i spårväxlar ökade med cirka 11 000 timmar jämfört med året före. För de operativa problem uppgick ökningen med 8 000 timmar. Detta framgår bland annat av figur 6 nedan (Trafikverket 2010b).

Anledningar till ökade förseningar under vintern

■ Vinterrelaterat
 ■ Icke vinterrelaterat

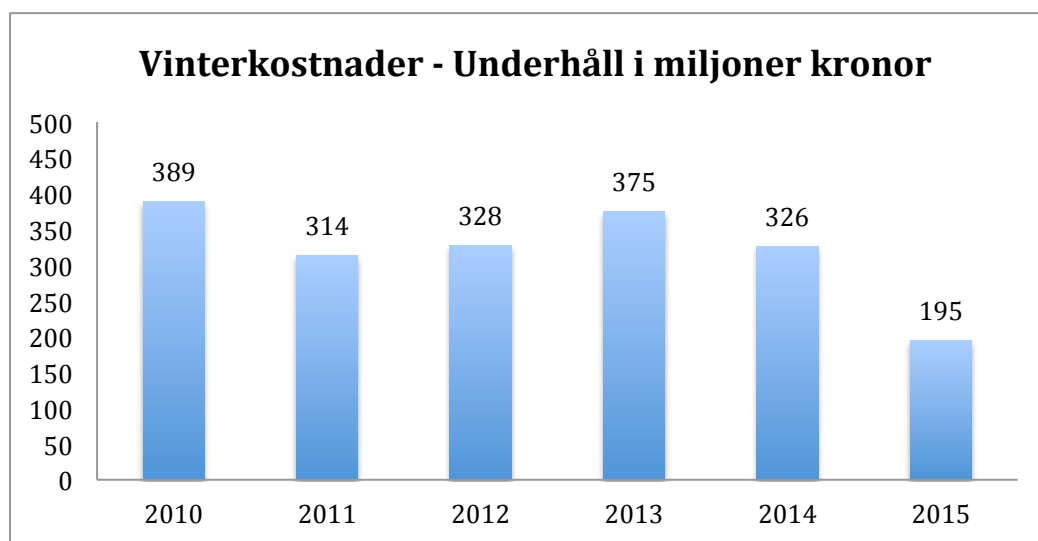
Anledning till ökade förseningar vintern 2009/10 Ökning i jämfört med 2008/09, tusentals timmar	Baslinje 2008/09	Ökning Procent	Beskrivning
Snö/is i växel	2	500	Funktionsproblem i växel pga snö och is
Jvg-företag operativt vinter	2	500	Svårighet att hantera verksamhet i vinter
Järnvägsföretag tekniskt	5	140	Icke-vinterrelaterade skador på lok- och vagn ¹
Snö/is på spår	1	280	Begränsad framkomlighet pga snö, snöröjning mm
Driftledning vinter	0	1700	Förseningar pga ökad belastning i driftledning
Snö/is på rangerbangård	1	500	Begränsad framkomlighet pga snö, röjning, skador
Vinterskador tåg	4	60	Skador på lok/vagn pga snö, is och kyla
Vinterskador el/signal/tele	1	360	Skador på el/signal/teleutrustning pga snö, is, kyla
Andra yttre orsaker vinter	0	840	Ej direkta, men som följd, orsakade av väderlek
Trafikverket tekniskt	6	40	Icke-vinterrelaterade skador på anläggning
Vinterproblem i depå	0	1000	Förseningar i depå pga snö, is, vinterskador
Vilt	0	390	Vilt på spår och övriga viltolyckor
Järnvägsföretag operativt	14	10	Problem i planering/genomförande av verksamhet
Trafikverket operativt	2	10	Problem i planering/genomförande av verksamhet
Totalt	40	110	

Figur 6 Ökning i antal tusen timmar vintern 2009/10 jämfört med vintern 2008/2009 (Trafikverket 2010b).

2.5 Kostnader

2.5.1 Drift- och underhållskostnader

Underhållskostnaderna för Trafikverket under vintern de senaste 6 åren presenteras i stapeldiagrammet nedan. Anmärkningsvärt är att den senaste vintern var nära hälften så dyr jämfört med 2010.



Figur 7 Vinterkostnader för underhåll

Driftkostnaden för de 6800 styckena växlar som är i drift är cirka 150 miljoner kronor årligen. Kostnaden handlar främst om elförsörjning av de värmeelement som ligger i växlarerna (Trafikverket 2015j).

2.5.2 Förseningskostnader

Förseningar kostar i flera avseenden. Förtroendeförluster hos kunder är en kostnad som kan vara dyrbar. Det finns dessutom negativa miljömässiga konsekvenser om förseningarna leder till en ökning av andra transportmedel. Rent ekonomiskt drabbas tågoperatörerna och betalande kund men även samhället i ett större perspektiv. De totala förseningsmerkostnaderna på järnväg, grovt uppskattat, uppgår mot cirka 5 miljarder kronor per år. Varav persontrafiken står för 3,3 miljarder kronor, där 2,5 miljarder av dessa är samhällsekonomiska kostnader. Godstrafikens merkostnader beräknas till 1,4 miljarder årligen. Resterande 300 miljoner är merkostnader för underhåll som till stor del tas av entreprenörerna (Trafikverket 2014e).

2.5.2.1 Vintern 2009/2010

Förseningskostnaderna för vintern 2009/2010 hamnade omkring 2,1 miljarder kronor för persontrafik samt 0,2 miljarder kronor för godståg (Trafikverket 2014e).

Vintern 2009/2010 var inte bara den dyraste vintern ur ett underhållsmässigt perspektiv utan även i ett samhällsekonomiskt. Ungefär 3 miljarder kronor kostade de direkta samhällsekonomiska kostnaderna för förseningarna under vintern (Trafikverket 2010b).

3 Problembeskrivning

3.1 Klimat

Järnvägen påverkas, som det mesta i vårt samhälle, av klimatet. Den variation vi har i vädret påverkar även järnvägen och trafiken i olika utsträckning. Sverige har ett varierande klimat eftersom landet är avlångt. Södra delarna har ett varmare klimat, så kallat *varmtempererat klimat*, medan landets norra delar har ett så kallat *kalltempererat klimat* (SMHI 2015a).

Medelårstemperaturen varierar över landet, från +7 °C i syd ner till +3 °C i norr. I januari spänner medeltemperaturen mellan 0 till -2 °C för Halland-Skåne-regionen och i Norrland och norrut ligger medeltemperaturen från -12 °C till -14 °C.

Snö som har en temperatur kring fryspunkten 0 °C är ofta fuktig och har lättare att fastna och packas. Eftersom mekanisk och elektronisk teknik/utrustning blir känslig vid låga temperaturer, speciellt med fuktighet inblandat, ställer vintern i Sverige till med en del problem.

Vinterklimatet har en stor påverkan beroende på vilken typ av ”vinter” det är. Temperaturer kring fryspunkten (0 °C) bildar lättare stora klumpar då snön och isen fastnar lättare. Lägre temperaturer (under -15 °C) skapar en torrare snö som skapar så kallade snömoln runt tåget när det framförs. Denna typ av snö har lättare att komma in i tågets känsligare delar som ventilation, boggi och andra utsatta områden på tåget. Det är små snöpartiklar som blåses in i små utrymmen i tåget och sedan byggs upp till större klumpar kan påverka åkkomfort, elektronik, hydraulik och liknande utrustning (SMHI, 2015a).

3.1.1 Vad innebär det för tåget?

Att Sveriges är ett avlångt land skapar också problem för tågtrafiken under vintern eftersom de norra delarna av Sverige är kallare än de södra. Detta resulterar i att tåg som körs från norr till söder och upplever en temperaturskillnad. Den snö som byggts upp på fordonet smälter, och fryser därefter till is, när tåget kör norr ut igen. Detta medför en del problem och kan låsa rörelsefriheten som behövs för en säker och komfortabel drift. När tåget färdas mot norra delarna av landet alternativt upplever ett kallare klimat bildas is som riskeras att trilla av på rälen och ställa till med problem i järnvägsanläggningen.

När det gäller långa tunnlar är det annorlunda, temperaturen kan hållas vid +10 °C trots att temperaturen utomhus är -20 °C. Varm temperatur innebär att

snö- och isbildningar har lättare att trilla av och kan därför orsaka problem i spåret i tunneln.

Temperaturer under -30 °C skapar nästan alltid oundvikliga problem, både mekaniska och elektriska, på järnvägen (Kloow, 2011).

3.2 Fordon

3.2.1 Konstruktion

Att konstruera ett järnvägsfordon som är anpassat för både vinter- och sommarklimat är en svår utmaning. På vintern krävs så få öppna utrymmen som möjligt för att undvika att snö ansamlas, på sommaren när det blir varmt är det tvärtom bra med öppna utrymmen för ventilation och kylning.

Tågen har många öppna utrymmen som ofta ställer till med problem under vintertider, speciellt vid extrema väderförhållanden. Ventilation och insugsventiler är exempel på kritiska områden där det lätt kan bildas snö.

Undersidan av tåget är ett annat område där det lätt samlas snö eftersom det ofast är gott om ojämna ytor som är exponerade.

När dessa områden täpps till så kan det orsaka en obekväm resa för passagerare, begränsa funktionalitet och utgöra en säkerhetsrisk för tåget. Snö och is hindrar åtkomligheten för underhåll av tåget.

3.2.2 Mekaniska delar

Driftstörningar under vintertid är ett återkommande problem, speciellt under hårda vinterförhållanden, detta orsakas till största del när det packas snö eller bildas is på olämpliga ställen. Exempelvis så bildas det mycket snö och is vid boggin samt vid hjulhuset på tåget som är exponerat för ytterklimatet och har hålrum som kan fyllas med snö och is.

Detta medför både störningar för hydraulik samt rullnings- och bromsförmåga och i värsta tänkbara scenariot även avslitna kablar och komponenter. Mekaniska komponenter innebär rörliga delar och inkluderar hjul, axlar, löpverk, vagnskorg, bromsar, stötdämpare och fjädrar.

Löpverk kallas den del som vagnskorgen bärs upp av och boggin som används mest idag är en speciell typ av löpverk. Löpverk är den del som ansvarar för att tåget kan rulla och ta sig fram. Figur 8 nedan visar en boggi, ett typ av löpverk. Det är här som fjädrar, stötdämpare, hjul, axlar och bromsar sitter och på vissa tåg inne håller boggin även motorer. Den är vridbar mot vagnens kaross och hjälper kurvtagningsförmågan. Boggin kan sitta mellan två vagnar

för att binda samman dessa eller separat på varje vagnskorg. Röresfrihet för en boggi är viktigt för bästa möjliga driftsäkerhet.

Ovanpå boggin sitter vagnskorgen, själva karossen som bildar tågets utformning. Vagnskorgen kan på vissa tåg vara en typ av mekanisk komponent beroende på om korglutning finns eller ej. Korglutning, se figur 9, innebär att tågets vagnkorg lutar för att minska sidokrafter i kurvor (Andersson & Berg, 2007a).



Figur 8 Boggi på ett tyskt ICE-tåg (Bigbug21 u.å.).



Figur 9 Tyskt tåg – Här syns både vagnskorgen (karossen) och korglutning (Gutwin u.å.).

3.2.2.1 Boggier, hjul och axlar

Uppgiften hos en boggi är att bära och fördela vikten av vagnar och lok till hjulen, bromsa och driva tåg samt göra resan mer komfortabel (Andersson & Berg, 2007b).

Boggien är utsatt eftersom den är i direkt kontakt med det omgivande klimatet. Boggien, hjulen och axlarna måste ha utrymme för att röra sig vilket skapar stora öppningar för snö.

Undre delen boggin är direkt öppen mot marken och det innebär mycket hållrum för snö det innebär även att kablar till bromsar och dylikt är exponerat i detta område. Snösamlingar här kan innebära extravikt och belastning på boggin och axlar vilket i sin tur gör att tåget utsätts för mer belastning och i värsta fall kan komponenter slitas av eller skadas på grund av påfrestningarna.

Hjulen och axlar har, förutom liknande problem som med bogien, komponenter som kan utsättas för påfrestningar här kan även hjulen utsättas för minskad friktion på grund av is som bildas när snö som packats smälter på grund av värmealstring från hjulen därefter bildas vatten och vid kalla temperaturer så resulterar detta i en isbildning som kan förhindra rörelse och försämra grepp.

På vissa banor, dock ej i Sverige, använder man även fordon med justerbara hjulaxlar för att kunna köra på olika spårvidder. Där kan snö och is blockera denna funktion och därmed resultera i direkt fara eller obrukbart tåg (Kloow, 2011).



Figur 10 Snöpackad boggi (Kloow 2011).

Jämför skillnaden mellan figur 8 (torr boggi) och figur 10 (snöpackad boggi).

3.2.2.2 Fjädrar och dämpare

Fjädrarnas funktion är att minska spårkrafter i kurvor, stötar och minska vibrationer. Dämpare används främst för att minska vibrationer och att tåget ska ha en mjukare gång och det finns både vertikala och horisontella typer.

Fjädringen och dämpningen består antingen av fjädrar, pneumatiska och hydrauliska kolvar, som kan ses till höger på figur 11 (Kloow 2011), som då kan röra sig för att dämpa ojämnheter som uppstår längs järnvägen.

Fjädrar finns i olika material och påverkas olika vid vinterklimat, vanliga är till exempel luft, gummi och stål.

Luftfjädring drivs av en luftkolv som absorberar ojämnheter. Gummifjädrar och stålfjädrar arbetar ganska lika den stora skillnaden är materialet. Gummifjädrar är precis som det låter fjädrar av gummi och kan vara känsliga vid kyla då gummit blir styvare.

Åkkomforten påverkas inte bara av vertikala dämpare utan även av dämpare mellan vagnkorgarna. Dessa brukar främst vara hydrauliska och verkar mellan vagnar för att få en mjukare färd. (Andersson & Berg, 2007b).

Under vintertid kan snö packas och förhindra de olika fjädrar och dämpares funktionalitet. Som tidigare nämnt sitter det fjädrar och dämpare i boggin som är ett öppet och lättåtkomling område för snö. Om snö packas här så hindrar det rörligheten och flexibiliteten för dämpning av tåget och kan resultera i felaktig belastning och dålig dämpning.

Skulle is bildas vid fjädrar eller dämpare kan det strypa rörligheten helt vilket resulterar i en hård och ojämn gång som i sin tur kan belasta andra delar negativ. Låga temperaturer kan bidra till att stötdämpare blir styva och kan leda till att åkkomforten påverkas negativt och slitage på stötdämpare (Kloow, 2011).



Figur 11 Till vänster istäckt boggi - Till höger ser man tydliga hålrum vid dämpare/fjädrar (Kloow 2011).

3.2.2.3 Korglutning

För att resan ska bli komfortabel i kurvor och för att man ska kunna hålla en högre hastighet är vissa fordon utrustade med korglutning. Detta innebär att vagnarna lutar inåt i kurvor för att minska krafterna som verkar i sidled. Det finns två olika typer av lutningssystem: passiv och aktiv.

Korglutningsmekanismen sitter på undersidan och en del av den kan ses på figur 12 (Städje 2009). Här kan man se att en del av den är exponerad mot det yttre klimat och kan under hårda vinterförhållanden blockeras av snö. När tåget färdas så blåser det upp snö som packas på utrymmen som detta.

Aktiv korglutning som används idag är precis som dämparna känslig för is- och snöbildningar då de kan blockeras och därmed inte luta tåget i rätt vinkel i kurvor, som i sin tur leder till riskerad säkerhet och lägre hastigheter (Andersson & Berg, 2007a).

3.2.3 Pneumatiska och hydrauliska system

Pneumatik och hydraulik är en kraftöverföring. Det som skiljer dem åt är vilket typ av medium som används, luft eller olja. Systemen används för att driva en viss kraft till olika delar av tåget. Det kan vara för att till exempel lyfta och sänka pantografer eller för stötdämpare, tåglutning och även bromssystem.

3.2.3.1 Pneumatik

Pneumatiska system, på tåg, används oftast i till bromsar. Då använder man lufttryck för att låta ett bromsblock pressa på hjulet för att sakta in tåget. Systemet drivs av luftkompressorer som i trycksätter slangar längs hela tåget, från lok till vagnar.

Olika delar på tåget är olika exponerat för ytterklimat. Beroende på var pneumatiken ska nå fram (t.ex. bromsar, pantograf) så exponeras slangarna olika, vilket resulterar i att vissa partier är mer utsatta än andra under vintern.

Finns det läckage i de pneumatiska slangarna så kan det ackumuleras vatten och i temperaturer under fryspunkten kan det frysa och därmed täppa igen slangarna vilket skulle utföra en säkerhetsrisk. Det finns även risk för kondensation om luften innehåller för mycket fukt, vilket kan få samma konsekvenser (Kloow 2011).

3.2.3.2 Hydraulik

Hydrauliska system ger i princip samma funktion som pneumatiska den stora skillnaden är att man använder olja istället för luft. Fördelen med olja är att det är en vätska och vätskor komprimeras inte tillskillnad från gaser (luft) vilket innebär en mer direkt reaktion.

Oljan som används kan vara känslig för låga temperaturer vilket resulterar i hydrauliken inte fungerar som den är tänkt. Det finns även risk för läckage och att smuts kan samlas i det slutna oljesystemet (Kloow 2011).

3.2.3.3 Slangar och rör

För att förflytta luft eller olja används slangar och för vatten används mestadels rör. Vare sig det är till bromsar eller avlopp krävs det att dessa är slittåliga och isolerade. Beroende på var dessa sitter är de olika exponerat för klimatet.

Gummislangarna som används utsätts under åren för en temperaturpåverkan som i sin tur sliter på gummislangarna, det kan resultera i spruckna slangar om de inte är anpassade efter klimatet. På vintern när slangarna blir nedkylda är de särskilt känsliga för töjningar.

Risken vid kyla är att slangar spricker och läcker ut olja, luft eller vatten. Alternativt kan det även läcka in vatten och smuts i slangarna. Vid kyla kan rör eller slangar som innehåller vatten frysa och täppas till eller spricka (Kloow, 2011).

3.2.4 Bromsar

Idag finns det tre huvudtyper av bromssystem som fungerar på olika sätt. De olika bromstyperna kan delas in i tre kategorier: magnetiska, mekaniska och elektriska.

För att aktivera en broms använder man antingen pneumatik, hydraulik eller elektronik. Det finns även olika aktiveringskombinationer där man använder både pneumatiska eller hydrauliska i samband med elektroniska.

Den elektriska bromsen fungerar genom att elmotorn jobbar bakänges och genererar elektricitet och därav ett motstånd som saktar ner tåget. Problematiken med elmotorn beskrivs längre fram (Andersson & Berg, 2007a).

Nedan beskrivs de mekaniska och magnetiska bromssystemen.

3.2.4.1 Magnetisk broms

Den magnetiska bromsen på tågen som används idag kallas för magnetskenbromsen. Det är en typ av broms som av magnetism får tåget att stanna. De klossar som kan ses på figur 12 blir magnetiserade genom att man leder ström genom dem. Vid inbromsning fälls klossarna ned mot rälen och det uppstår en ökad friktion genom magnetism, vilket kraftigt bromsar tåget.

I Sverige används magnetskenbromsen oftast som nödbroms. Eftersom den oftast är inaktiv kan det vara svårt att avgöra hur funktionsdugligt den är i alla

lägen. Om is och snö byggs upp runt magnetskenan kan det i värsta fall hindra den från att falla ner vid en nödbromsning (Andersson & Berg, 2007a).

3.2.4.2 Mekaniska bromsar

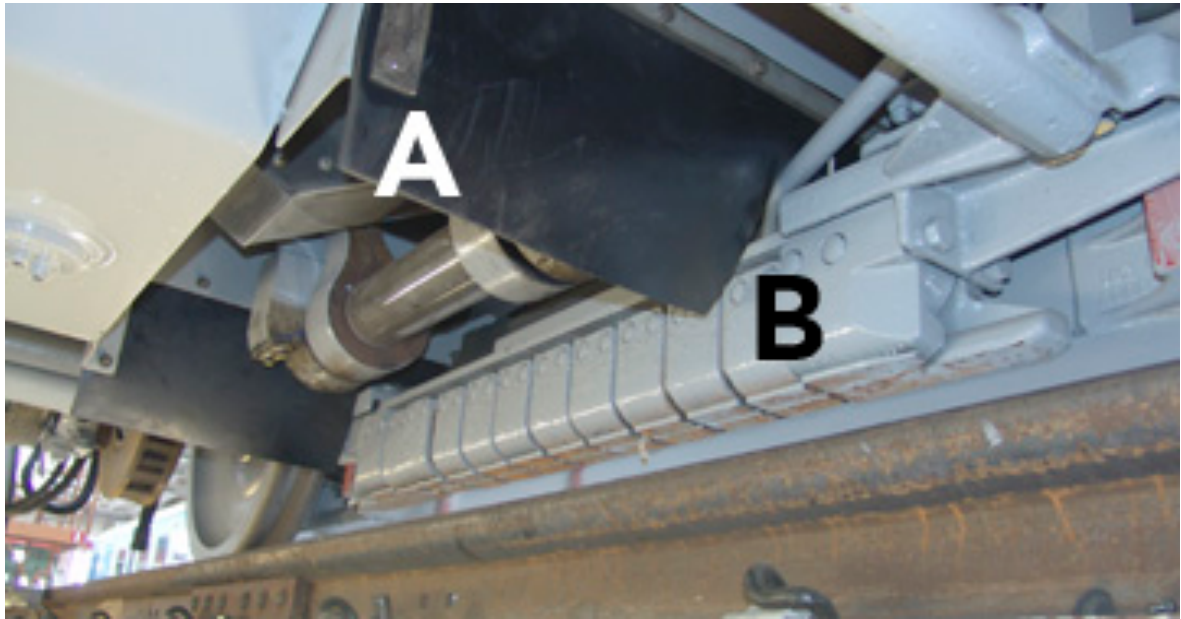
Det finns två typer av mekaniska bromsar, skiv- och bromsblock. Skillnaden är att bromsblock trycker direkt axiellt på hjulet, som på figur 13. Skivbroms har en bromskiva på hjulaxeln som används för att skapa friktion med bromsklossar.

Funktionen är den samma och fungerar liknande som på en bil. Ett bromsblock eller en skivbroms trycker direkt mot hjulet eller bromsskivan, detta skapar friktion som sin tur saktar ner tåget (Andersson & Berg, 2007b).

Figur 13 visar även att det är ett ganska öppet parti med många ojämnheter.

Blockbromsar och skivbromsar är under vintern känsliga trots att en inbromsning genererar värme. Problem kan uppstå när snörök bildas då tåget framförs. Snön lägger sig på bromsskivorna som sedan vid inbromsning smälter och bildar en tunn vattenfilm vilken reducerar bromsförmågan och i sin tur ökar bromssträckan. Bromssträckan kan öka ytterligare om man tar hänsyn till den minskade adhesionen mellan räl och hjul, på grund av snö och is.

Ett problem som även kan uppstå under vintern på grund av kyla är frysta bromsblock. Fastfrusna bromsar kan i sin tur resultera i att några av axlarna inte roterar när tåget börjar rulla. När hjulen på de låsta axlarna släpar på spåret uppstår en orundhet på löpbanan, sk. hjulplatta. Hjulplattor i kombination med vinterns kyla får rälen att bli skör. Det kan resultera i spruckna räler då hjulets tillplattade sida slår ner mot den och i sin tur orsakar påfrestningar (Kloow, 2011).



Figur 12 Klossarna (B) är magnetskenbromen och till vänster (A) är en del av korglutningssystemet (Städje 2009).



Figur 13 Brossblock (Schedin u.å.).

3.2.5 Elektriska/Elsystem

3.2.5.1 Kablar

Många kablar sitter invändigt i tåget men det finns även en del som sitter utanpå. Kablar som sitter på taket eller på undersidan av tåget är i kontakt med ytterklimatet. Dessa kablar blir extra känsliga vid punkter där snö och is bildas som i sin tur orsakar påfrestningar. Undersidan är också känslig då isbitar som svingas upp vid färd kan träffa kablarna och kan skada dem. Eftersom kablarna oftast är gummiisolerade innebär det samma problem som för de pneumatiska slangarna det vill säga att kylan kan begränsa rörligheten och därför resultera i att fukt tränger in i kablarnas kärna vilket skulle leda till en direkt skada på den elektroniska utrustningen.

All böjning eller töjning av kablar på vintern är riskabelt. Sammankopplingarna mellan tågen/vagnarna är också utsatta för kylan och ska därför också uppmärksammas under vintertid. Det går både el- och bromskablar mellan tågen som kan vara känsliga för fukt och kyla (Kloow, 2011).



Figur 14 Kablar med skydd på ett norskt tåg (Kloow 2011).



Figur 15 Snöpackning vid kablar (Kloow 2011).

3.2.5.2 Strömvtagare

På toppen av loken sitter strömvtagare eller så kallade pantografer. Dessa för ström från kontaktledningen ner till tågets traktionssystem och är en nödvändighet för att ett tåg ska kunna drivas.

På grund av sin placering är pantograferna ständigt utsatta för vinterklimat. De drivs oftast av pneumatiska system och risken att pantografen skadas ökar normalt sett under vintertid då det finns en risk att den fryser fast och inte kan lyftas. Pantografen måste hålla ett konstant tryck mot kontaktledningen för att säkerställa kontakt under hela resan. Eftersom pantografens huvud är i direkt kontakt med kontaktledningarna kan det under vintertid utsättas för belastning från kontaktledningar som det bildats frost eller is på. Detta kan resultera i en pantograf som inte fungerar optimalt och kan även resultera i felaktig belastning på kontaktledningen (Kloow, 2011).



Figur 16 Strömavtagare/Pantograf (ProhibitOnions u.å).

3.2.5.3 Motorer

Vanligaste motorn på tåg (kan vara elektrisk eller diesel) är elektriska och kan sitta antingen på ett drivande lok eller i själva boggien på ett motorvagnsfordon. Motorn är ofta skyddad från ytterklimat men kräver kylning vilket innebär att det inte är ett slutet system och att fukt och smuts kan ta sig in.

Vinterproblem gällande elektriska motorer skapas oftast på grund av fukt och smuts som tar sig in i motorn. Antingen på grund av kondensation eller när man avisar tågen med vatten. Till exempel kan ett tåg som tas ut ur en verkstad kan utsättas för 60 °C i temperaturskillnader när det går från rumstempererat innerklimat till kalltempererat ytterklimat och det innebär en risk för kondensation. Skulle fukt ta sig in i motorn riskerar detta att kortsluta elektriska komponenter. Även rörliga komponenter kan förstöras på grund av fukt eller smuts och eventuellt bilda rost (Kloow, 2011).

3.2.5.4 Kylning/Kylsystem

Kylningen av motorer är en väg in för snö till motorn eftersom luften i kylsystemet kommer utifrån. Där kan den smälta och skapa fuktskador eller frysa och täppa till ventilationen till motorn. Där är snörök, som beskrivs längre fram, en av orsakerna

Kyleffekten kan även vara väldigt stark under kalla förhållanden vilket innebär att motorn kyls ner mer än nödvändigt. Om temperaturen är under den optimala arbetstemperaturen ökar detta risken för skador på motorn (Kloow, 2011).

3.2.6 Utrustning, komfort och resandemiljö

För att resor med tåg ska vara attraktivt måste passagerarkomforten vara så bra som möjligt. Därför är det viktigt att andra problem än de som påverkar tågets tekniska funktionalitet också tas itu med. Det är viktigt att passagerare känner sig bekväma både inuti i tåget och även vid på och avstigning.

3.2.6.1 Dörrar och insteg

Eftersom dörrar och insteg också är i direkt kontakt med det yttre klimatet är detta ett kritiskt område för passagerarkomfort. Dörrar ska kunna öppnas och stängas obehindrat och även isolera mot kylan på utsidan. Problem som dörrfunktionalitet eller insteg påverkas negativt under vintern och kan resultera i en oduglig funktionalitet. Is- och snöbildningar kan förhindra deras funktion genom att blockera och orsaka att delar fryser fast eller utgöra en halkrisk för de på- och avstigande passagerarna. Smuts och diverse som förs in med på- och avstigande passagerare kan skapa problem och en mindre behaglig komfort inne i tåget. De flesta tåg idag har infällbara insteg vilket innebär att om dessa fryser fast hindras funktionaliteten helt (Kloow, 2011).

3.2.6.2 Luftkonditionering

Temperaturen i passagerarvagnarna kan bli lidande på grund av att ventilation eller annan temperaturreglerande utrustning förstörs eller försämras av snö och is. Temperaturen kan också påverkas av dåligt isolerade fönster och dörrar som oftast är de tunnaste områden på vagnarna (Kloow, 2011).

3.2.6.3 Vatten och avlopp

Vatten- och avloppstankar är ofta direkt utsatta för vinterklimatet då de oftast sitter på undersidan av tåget där både kyla och is kan skada tankarna. Tankarna kan då frysa till is och spricka av belastningen. Det är även problematiskt att tanken sitter på undersidan då den kan ta stryck av is och ballast som kastas upp under färden (Kloow, 2011).

3.2.6.4 Lampor, Spegel och Vindrutor

Komponenter som vindrutor och fönster utsätts också för vinterrelaterad problematik. Precis som på en bil så bildas is som leder till sämre sikt och kan

vara svårt att åtgärda när tåget är i rörelse. Vindrutetorkare är rörliga delar och kan lätt frysas fast och bli obrukbara vid isbildning.

Framlyktor och baklyktor måste vara is- och snöfria för att kunna signalera utomstående att ett tåg framförs. Dessa kan bli blockerade vid nederbörd av snö eller vid kyla som bildar islager samma gäller för speglar (Kloow, 2011).



Figur 17 Infällbara dörrar och insteg på ett öresundståg

3.2.7 Sikt och snörök

Sikten är en väsentligt avgörande del för att ett tåg ska framföras med säkerhet. Trots att framförandet är övervakat idag med automatiska system som t.ex. ATC så måste lokföraren avgöra omständigheterna visuellt också.

Under vintertid finns det olika typer av visuella störningar som kan orsaka problem. Förekommande nederbörd som kan begränsa sikt beroende på hur mycket snö som faller, och beroende på vilken typ av snö som förekommer så kan det även fastna på förarrutan. Signaler och skyltar kan bli blockerade av snö och is under vintertid vilket gör dem svåra att avläsa.

Det behöver inte alltid vara just snöfallet som blockerar sikten, till exempel kan det inträffa att snön redan ligger på marken och sedan blåses upp av antingen vind eller förbipasserande tåg och bildar så kallade snörök som i sin tur försämrar sikten för lokföraren.

De mest utsatta områden för dåligt sikt kan till exempel vara plankorsningar där lokföraren behöver avgöra att där inte befinner sig någon eller något i tågets väg som kan orsaka en olycka. En annan plats som kan vara utsatt för

säkerhetsbrist när sikten är dålig är stationer där man också måste kunna avgöra att situationen är säker då det kan förekomma spårspring, djur och andra föremål som tågets automatiska system inte kan upptäcka (Kloow 2011).

3.3 Järnvägsanläggningen

Ett tåg kan bära med sig över 20 ton snö vilket inte bara påverkar tåget utan även spårdynamiken och slitaget på järnvägen. Att ett tåg framförs med allt för mycket snö (vikt) är en säkerhetsrisk som kan orsaka skador på både tåg, passagerare och järnväg (Sandblom 2010).

Det finns några huvudkomponenter i spåret som är i direkt kontakt med klimatet: räler, ballast, växlar och kontaktledningar.

3.3.1 Bana – Banöverbyggnad

Definitionen av banöverbyggnad är den del av järnvägsanläggningen som är belägen mellan rälsöverkant och överkant på underballastytan. Här ingår ballast, räl, spårväxlar, rälsbefästningar och sliper (Trafikverket, 2012).

3.3.1.1 Ballast

Ballast är det som ligger runt och under ett järnvägsspår. I Sverige används oftast makadam eller grus som ballast och den huvudsakliga uppgiften är att stabilisera räl och sliper. Det ska vara dränerande, elastiskt, termiskt isolerande och vittringsbeständigt (Sydsten, 2015).

Ett förekommande problem under vintertid är fenomenet ”ballast pick-up”. Detta är när ballasten svingas upp av ett förbipasserande tåg. Risken att detta inträffar ökar med hastigheten och enligt Lennart Kloow (2011) har ”ballast pick-up” noterats vara vanligare vid hastigheter över 160 km/h.

Skador blir som värst när det är större typer av ballast. När järnvägsmakadam, som är mellan 1-6 cm stora, svingas upp kan detta orsaka skador på undersidan av tåget. Det kan också innebära skador för omgivningen om ballasten svingas åt sidorna.

Förklaringen till varför ”ballast pick-up” sker är fortfarande inte helt klar. En teori är att de isklumpar som trillar ner från tåget räcker för att lösgöra makadamen som sedan i kombination med turbulens från tåget gör att den svingas upp.

Dränering kan försämrats om det bildas is i hålrummen mellan ballasten. Detta leder till att vatten inte rinner ned under ballasten utan istället rinner längs

rälen. Skulle det sedan frysa kan det orsaka problem speciellt i växlar (Kloow, 2011).

3.3.1.2 Råler

Rålsbrott under vintern är den direkta motsvarigheten till solkurvor. Istället för att rälen expanderar och skapar tryckspänning på grund av värme så sträcks rälen under låga temperaturer och skapar dragspänningar. Detta orsakar en sprödhet i rälen som kan leda till rålsbrott speciellt under belastning av tåg (Trafikverket, 2015a).

Definitionen av rålsbrott enligt Trafikverket är:

- Brustna råler – råler som delats och bildat en lucka på mer än 50 mm och djupare än 10 mm.
- Råler med sprickor – om det finns någon typ av synlig eller osynlig spricka som kan leda till brott.
- Skadade råler – skador på rälen som inte är brott eller sprickor.

3.3.1.3 Spårväxlar

En växel används vid byte av spårväg och består av rörliga delar som växeltunga, motorer eller någon form av hydraulik eller pneumatik. Det finns också olika former av växlar beroende på vad man vill ha för ändamål. Spårväxlar är en kritiskt punkt speciellt under vinterförhållanden då en ofunktionell spårväxel inte bara påverkar ett tåg utan alla tåg som är beroende av spårväxeln på sträckan (Trafikverket, 2010).

Lennart Kloow (2011) delar upp vinterproblemen i spårväxlar i fyra grupper:

- Problem relaterade till snöfall
- Fastfrusna delar
- Blockerade delar
- Underhåll

Spårväxlar har många rörliga komponenter och är därför känsliga på flera sätt. Det finns väderskydd för de flesta rörliga komponenter som motor, kugghjul och hydraulik. Men, de komponenter som berör rälen kan inte vara helt skyddade på samma sätt då tågen är beroende av att kunna köra på dem. Spårväxeltungan är ett exempel på en sådan komponent. Därför är dessa komponenter direkt utsatta för temperatur och klimat vilket resulterar i att svårundvikliga klimat- och temperaturrelaterade problem uppstår.

Fastfrusna komponenter i spårväxlar är förekommande då dräneringen inte är lika funktionell som under varmare dagar. Som tidigare nämnt kan vatten

mellan ballast frysa ihop och den is och snö som smälter till vatten av växelvärmens kan då inte dräneras ordentligt. Istället rinner vattnet vidare längs rälen och ballasten tills det kommer utanför växelvärmens område där vattnet sedan fryser till is. I värsta fall kan det resultera i fastfrosna delar av växeln.

Ett annat problem är när nederbörden är så pass kraftig att växelvärmens inte hinner med att rensa/smälta bort snön. Detta resulterar också i en blockerad spårväxel precis som med isklumpar vilken oftast kräver en manuell röjning.

Spårväxlar som blockerats av snö/is är ett återkommande vinterproblem. Tåg som framförs med ansamligar av snö/is riskerar att bidra till detta problem. Eftersom körning genom en växel ofta innebär ojämn gång skapas vibrationer, ryck och skakningar som leder till att isen faller ned i växeln. När nedfallet samlas mellan den rörliga tungan och den statiska stödrälen medför detta en säkerhetsrisk eftersom tungan inte kan läggas i kontrolläge. Det får max vara några få millimeters mellanrum för att signal- och kontrollsystem ska låta ett tåg passera. När växeln inte kan läggas i kontrollerat läge hindrar det trafikledningen från låsa tågvägen som garanterar att trafiken måste begränsas eller stoppas (Kloow, 2011).



Figur 18 Motväxel, bilden visar tungorna och utformingen av en spårväxel (Strandberg 2005).



Figur 19 Här kan man se isklumpar som fallit av tåg som passerat (Kloow 2011).

3.3.2 Bana – Banunderbyggnad och undergrund

Banunderbyggnad är den del som ligger mellan överkanten på underballasten och undergrunden. Det är här underballast och bankfyllningen ligger (Trafikverket, 2012). Underballast är den del som ligger direkt under ballasten och är en finare typ av ballast. Underballasten ska gå att packa, ha hög bärighet och stabilitet (Sydsten, 2015).

Problem kan uppstå i banunderbyggnad och undergrunden när tjäle bildas. Tjäle är när vattnet i marken (t.ex. jord) fryser till is. Detta förekommer ofta när det är långa, kalla och snöfattiga vintrar som lyckas genomfrysa marken. När vatten fryser till is expanderar det med 9 % vilket innebär att tjälen ökar risken för sättningar i banvallen som i sin tur resulterar i ett spår som riskerar att bli förskjutet (SMHI, 2015b).

Liknande problem uppstår när det börjar töa och det bildas en så kallad tjällossning. Vid en tjällossning så sjunker jorden tillbaka till sin ursprungliga storlek och detta medför ytterligare risk för förskjutningar om man inte åtgärdar problemet med skjusteringar både innan och efter tjällossning (Trafikverket, 2015c).

3.3.3 EI – Kontaktledning

Kontaktledningen består av en grov koppartråd som förser tåget med ström. Utan kontaktledningar hade elektriskt drivna tåg inte kunnat framföras. Dessa sitter ungefär 5,5 meter ovanför spåret och är i direkt kontakt med tågets strömavtagare (pantograf) (Trafikverket, 2014).

Som nämnt i tidigare kapitel kan strömavtagare få problem under vintertid, detta kan orsaka problem för pantografen men även för kontaktledningarna. Kontaktledningarna kan ta skada på grund av strömavtagaren om ett tåg framförs och sliter på en frusen kontaktledning. En skadad strömavtagare kan därför resultera i nedriven kontaktledning.

Kontaktledningar belastas inte bara utav tåg utan kan även påverkas av omgivningen. Under vintertid händer det att träd som står intill järnvägen belastas av snö och därmed på grund av sin tyngd bryter av grenar som hamnar på järnvägen. Dessa grenar riskerar att riva ned kontaktledningarna.

Utöver träd så belastas kontaktledningar av sin egen vikt och under extrema vinterförhållanden kan isbildningar öka vikten och belasta kontaktledningen ännu mer. Detta kan leda till problem med strömöverförningen eller i värsta fall, vid dåligt underhåll, nedfallna kontaktledningar och skadade strömavtagare.

Eftersom kontaktledningarna också är av metall så innebär det att styvheten ökar med lägre temperatur. Det kan resultera i en mer skör kontaktledning som är känsligare för de belastningar som tåget utsätter den för, speciellt om det skulle vara någon typ av frost som minskar glidmotståndet mellan strömavtagare och kontaktledning (Kloow, 2011).

4 Tekniska åtgärder och problemhantering

För att få en bättre bild över situationen i Sverige så beskrivs i detta kapitel hur man idag hanterar vinterproblematik. Här ges en inblick i vilka olika typer av metoder som används och hur man åtgärdar den problematik som uppstår.

Det finns en hel del vinterrelaterade problem på järnvägen och på grund av detta har man naturligtvis också olika åtgärder och förebyggande metoder. Det är inte sällan åtgärder bär med sig konsekvenser för tågen, till exempel kan en åtgärd för tåget på vintern vara ett problem på sommaren och vice versa. Avisas tågen med, till exempel, vatten så kan det öka risken att kondens bildas i motorer. Därför måste man vara försiktig med vad man åtgärdar och hur man gör.

Trots dessa åtgärder och metoder som beskriv nedan, så uppstår ändå olika vinterrelaterade problem. Det är svårt att hitta en åtgärd som till hundra procent löser ett problem, oftast handlar det mest om förebyggande och att lindra problem.

Underhållet av järnvägsfordon under vintertid beskrivs i Lennart Kloows (2011) rapport som ett dubbelt så stort arbete jämfört med sommaren. Detta mycket på grund av den frekventa avisning som behövs på tågen som är väldigt tidskrävande.

4.1 Fordon

När det gäller hantering av snö eller is på fordon så används frekvent underhåll och avisning som den prioriterade metoden för att förebygga eller avisa tåg. Många delar på tåget är naturligtvis konstruerade för att hantera och tåla kyla på bästa möjliga sätt och detta innebär att delarna är mer slittåliga. Men trots detta så kommer snöbildning och isbildning att uppstå och då måste man använda sig av någon typ av extern åtgärd.

Största funktionen med det mekaniska är rörliga delar, det innebär att man måste se till att inga delar fryser fast av is eller blockeras av snö. Vid boggin är det, som tidigare nämnt, ett öppet område och risken för snöbildning här är större. Ett öppet område behöver inte nödvändigtvis bara vara negativt under vinter. Avisningen och underhåll blir mer effektiv när det är ett lättåtkomligt område vilket är en anledning till varför vissa områden är mer öppna än andra (Kloow, 2011).

För att förenkla de typer av förebyggande metoder kan man dela in det i två kategorier; passiva och aktiva. I de passiva inkluderas metoder som inte aktivt

tar bort snö eller aktivt förhindrar snöbildning, till exempel konstruktion av tåg eller olika typer av skydd. De aktiva metoder fungerar för att tar bort snö kontinuerligt, till exempel avisning och uppvärmning.

Passiva metoder:

- Konstruktion och aerodynamik
- Skyddsskärmar
- Snöplogar
- Isolering av kablar och rör
- Propylenglykol i förebyggande syfte
-

Aktiva metoder:

- Avisning
- Uppvärmning vid kritiska punkter

(Bettex 2011)

Eftersom det förebyggande ansvaret av fordonskonstruktionen till stor del ligger hos fordonstillverkaren är det svårt att åtgärda problem permanent i efterhand. Att byta ut delar för att de bättre ska förebygga vinteromständigheter är både kostsamt och svårt. Därför förlitar man sig mycket på att förbättra omständigheterna runt om järnvägsfordonen.

4.1.1 Konstruktion

Eftersom Sveriges klimat varierar så pass mycket innebär det att tåget som framförs i södra delarna inte är konstruerade på samma sätt som de som körs i norr. Tåg tillverkare måste därför anpassa tågets utformning och komponenter efter det klimat som råder.

"The lesson from this was once again that ice build-ups on trains cannot always be prevented, but the effect of ice can be minimized." (Kloow 2011)

Bombardier som bland annat tillverkar SJ:s tåg, regina-konceptet, har lagt stor tyngd på att implementera vinterförebyggande åtgärder.

- Karossen på tågfordonen måste vara så aerodynamiska som möjligt för att både minska luftvirvlar som uppstår och för att minska den snö och is som kan fastna vid ojämnheter. De flesta tåg idag byggs med så släta sidor som möjligt, speciellt undersidan av tåget. Detta förebygger att snö fastnar och sedan byggs upp till större snösamlingar.

- Uppvärmade koppel för att minska snöansamlingen som uppstår. Man har även konstruerat fronten för att hantera älgkrockarm med minimala skador.
- Luftintaget ses till att sitta högt upp för att undvika att snö som blåses upp från marken når in i intaget. Traktionsutrustningen sitter isolerat och skyddat från klimatet utanför och den luft som tas in för kylning och ventilation filtreras för att undvika att snö och fukt tar sig in.
- Boggin är ett väldigt svårt område att undvika snöansamling. Det absolut bästa i dagsläget är att kontruera boggin för att fungera trots is och snö och därefter avisa vid behov. Värme vid boggien har testats, med inspiration från Japans tåg, men även där var resultatet okontrollerbart då vattnet som smälte rann iväg till andra områden och skapade ny isbildning så fort vattnet kom utanför värmens räckvidd samt att energikonsumtionen var väldigt hög.
- Bromsar är utrustade med snöbromsar för att värma och rensa bromsarna från den snö och is som bildas.
- Insteg är uppvärmda och ser till att rensa bort grus och snö vid stängning. Kamerahuset, som är en typ av digital backspegel, är uppvärmd för att minska risken för kondens.
- Vatten och toalettsystem är väldigt känsliga vid låga temperaturer och måste vara ordentligt isolerade och uppvärmda för att klara av kylan. Man försöker placera all typ av system i det uppvärmda fordonet.
- Fordonen måste vara isolerat från ytterklimatet. Väggar, fönster, dörrar, vattenrör och elkablar måste vara isolerade från kylan så mycket som möjligt för att minimera risken för skador.

(Wik, 2014), (Kloow, 2011).

4.1.1.1 Snöplog

Normalt sett har tågen en snöplog under främre delen av loket som ska avlägsna snö, isklumpar och annat som kan komma ivägen för tåget under färd. Snöplogar kan samla på sig is och snö väldigt snabbt under vintern och måste därför vara utformad hindra denna bildning så mycket som möjligt. Dessa snöplogar används inte för att röja spåren likt ett snöröjningsfordon utan är endast till för att underlätta framförandet (Kloow 2011).



Figur 20 Snöplog på ett RC-Lok

4.1.2 Underhåll

För att tåg ska fungera överhuvudtaget behövs frekvent underhåll. Dessa underhåll är till för att tågen ska kunna framföras säkert och bekvämt. Här ingår t.ex. avhjälpande underhåll, förebyggande underhåll och dagligt underhåll.

När vintertider uppstår utökas underhållsspektrumet ytterligare med avisining. För att klara av att utföra frekvent underhåll utan att tågtrafiken påverkas måste man ha en flotta med tåg som kan byta av varandra när det är dags för underhåll. På vintern förekommer underhåll och avisining mer frekvent på grund av påfrestningarna från väderhållanden, vilket innebär att en större flotta kan behövas (Kloow, 2011).

4.1.3 Avisningsanläggningar

Att köra tåg under vintertid kräver ständigt underhåll både genom att avisa tågen och att se till att tågen håller sin kvalitetsstandard. Avisningen i sig är ganska svår och omständlig då man måste avsätta en hel vagn och i vissa fall, som t.ex. de nya pågatågen eftersom vagnarna inte går att dela, ett helt tåg i olika avisningsdepåer som ägnas åt att tina och behandla tågen med förebyggande medel mot is- och snöbildning.

Idag används olika metoder för avisning i form av vatten, varmluft och propylenglykog. Om avisningen utförts slarvigt eller hastigt kan det bli större

konsekvenser av isbildning än om tågen inte skulle avisats då den oftast avisas med vatten som sedan måste torkas. Även känslig utrustning som elektronik kan ta skada vid okontrollerad temperatur och/eller fuktnivå.

Om endast varmluft används måste luften vara torr för att inte skada känslig utrustning. Om det blåser direkt på de känsliga områdena, t.ex. motorer, finns det en risk för kondensation när de sedan i drift exponeras för det kalla ytterklimatet.

Förutom problem med fukten tillkommer ytterligare problem i form av tid, kostnad och energi. Det är inte ovanligt att en avisning kan ta upp emot åtta timmar. Trots att processen förbättras hela tiden är det oftast kö in till depåerna under hårda vintertider.

SJ har förbättrat sina avisningsdepåer med högre lufttryck samt högre temperatur på luften vilket har lett till en kapacitetsökning på 30 %. Detta innebär att anläggningen kan tina upp ungefär 20 tåg per dag (Sandblom 2010).

4.1.3.1 Upptining

Det minst effektiva och minst energikrävande sättet att tina upp ett tåg är att ställa in tågen i en verkstad eller depå där man låter de tina upp i rumstemperatur utan några externa snöröjningsmedel. Denna process tar lång tid och är inte en särskilt effektiv metod när man vill ha ut tågen i trafik så snabbt som möjligt. Om tåget ska underhållas mekaniskt och ska sättas ur drift kan det vara en lätt metod att använda sig av (Kloow, 2011).

4.1.3.2 Varmluft

I avisningsdepåer runt om i Sverige används vanligen varmluft som blåses på tåget för att de ska tinas upp. Varmluften är inte speciellt effektiv då luft i sig inte överför värme lika bra som till exempel vatten. Man använder sig idag av högtrycksluft runt 50 C° som blåses på tågen. Det är denna teknik som SJ redan implementerat och har visat märkbara resultat (Kloow, 2011).

4.1.3.3 Vattenspolning

Vattenspolning innebär att man sköljer tåget med varmt eller kallt vatten för att spola bort all snö och is. Vatten har en bra värmeledningsförmåga och är en ganska effektiv metod. Man måste dock vara försiktig med känslig utrustning samt att tåget måste vara tort när det förs ut i drift igen. Därför kombineras oftast vattenspolning med varmluft för att undvika att vattnet som spolats på tåget fryser (Kloow, 2011).

4.1.3.4 Glykol

Förr användes ett medel vid namn ethylenglykol vilket är ett väldigt giftigt medel som kan framkalla mycket allvarliga förgiftningar. I dagsläget har det bytts ut mot en nyare mer miljövänlig glykol som inte är skadlig och uppnår samma resultat, propylenglykol.

Propylenglykol är ett medel som används inom olika industrier speciellt flygplansindustrin. Den har under de senaste åren blivit ett mer frekvent medel för järnvägen för just förebyggande och rensning av snö och is. Fördelen med glykol jämfört med vatten är att glykolens fryspunkt ligger på -13 C° vilket gör att varmluftstorkning av tåg efter behandlingen inte behövs. Det innebär i sin tur också att avisningsdepåerna kan ställas utomhus och ta mindre plats. Den har även en förebyggande effekt på tågen då den inte fryser lika lätt som vatten och kan lägga sig i ett tunt skikt på tågen som ett skydd vilket gör det svårare för snö och is att bildas.

En ny testanläggning för avisning med propylenglykol infördes i Hagalund där man hettar upp glykolen till 80 C° och sedan sköljer av tåget. Med glykolanläggningar slipper man ha en stor depå som tåget körs in i och istället har man en anläggning utomhus som tåget kör igenom och sköljs av med glykol samt att ungefär 90% av glykolen återvinns i dräneringar under depån.

Det förekommer även i värsta fall manuell borttagning av is på tågen där personal går ut och manuellt tar bort is och snö (Kloow, 2011).

4.2 Järnvägsanläggningen

Det är lättare att hantera själva anläggningen än fordonen när det gäller underhåll. Problem som uppstår i anläggningen kan vara lika kritiska och tidskrävande som på tåget men är ett mer lättåtkomligt område för underhåll och åtgärder. För att underlätta vinterns omständigheter gäller det att man är väl förberedd och det är viktigt att man redan innan vintern slår till har i förebyggande syfte förberett järnvägen.

Att avgöra när det ska röjas snö kan vara svårt eftersom lite snö normalt sett inte påverkar järnvägen, kommer det lite till brukar det också klara sig utan någon typ av snöröjning men skulle det helt plötsligt komma en hel del till så önskar man att man hade varit ute ett par timmar tidigare och röjt undan den snö som redan fanns.

4.2.1 Underhåll

För att en järnväg i Sverige överhuvudtaget ska vara funktionell så sker det underhåll nästan dagligen, landet runt och året runt. Trafikverket har stort

ansvar när det gäller underhåll, även om det nödvändigtvis inte är dem som just åtgärdar problemen så står dem för det övergripande ansvaret. För att förstå processen finns en förenklad bild nedan med sex olika steg.

Underhåll har grundläggande steg som utförs i ordningen:

1. Kontrollera tillståndet.
2. Planera underhållsåtgärder.
3. Avhjälpande eller förebyggande underhåll.
4. Beställa och upphandla underhåll.
5. Genomföra underhåll.
6. Följa upp underhåll.

Som tidigare nämnt under kapitel 2.3.4 finns det två typer av underhåll, avhjälpande och förebyggande. Avhjälpande underhåll innebär att man direkt åtgärdar ett fel eller en skada som uppstått och förebyggande underhåll säger sig själv, ett underhåll i förebyggande syfte (Trafikverket, 2015d).

Exempel på avhjälpande underhåll:

- Felavhjälpning
- Akuta insatser
- Riktat underhåll på eftersatta sträckor

(Trafikverket, 2015e)

Exempel på förebyggande underhåll:

- Komponentutbyten
- Slipersbyten
- Utbyte av kontaktledningar
- Utbyte av räls

(Trafikverket, 2015f)

4.2.1.1 Åtgärder inför vintern

Trafikverket har på sin hemsida listat upp de åtgärder och beredskap som tas inför vintern.

Bättre förmåga att hantera en kris genom att:

- Bevaka väderläget kontinuerligt för att inte låta oss överraskas av dåligt väder
- Ta fram färdiga så kallade tåg-reduceringsplaner som kan sättas i verket då vi behöver minska antalet tåg på banan, till exempel vid kraftigt snöfall
- Ta fram snöröjningsplaner som visar i vilken ordning sträckor och bangårdar ska röjas
- Ha en god trafikinformation

Rätt person och rätt maskin på rätt plats genom att vi har:

- Bra styrning av våra entreprenörer, vid behov begärs omfördelning av resurser geografiskt
- Upphandling av extra snöröjningsresurser i form av personal fördelade över landet
- Upphandling av extra maskinella resurser för bangårdsröjning, linjeröjning och bortforsling av snö
- Genomförande av utvecklingsprojekt för snöröjning inom Stockholmsområdet

En vinterrustad anläggning genom att vi till exempel har:

- Genomfört extra översyn av värmen i spårväxlar
- Placerat ut snöskydd i fler prioriterade spårväxlar

Bra trafikinformation genom:

- Nya arbetssätt som ger tydligare information om prognoser och snabbare information vid störningar
- Stärkt uppföljning
- Särskilda åtgärder vid större stationer, personer iklädda gula västar finns till hands för frågor
- Utvecklad samverkan med radio, inom såväl väg som järnväg
- Automatiska högtalarutrop för jämnare kvalitet
- Samverkan med våra entreprenörer och tågtrafikföretagen
- Utökad operativ ledning inom Trafikinformation
- Utrustning och system har setts över och är förbättrade

Hämtat från Trafikverket (2014b).

4.2.1.2 Snöröjning

Snöröjning skiljer sig från vanligt standardunderhåll. Dels för att det endast behövs på vinterhalvåret och att det är oförutsägbart när det behövs. För att hålla en snöröjning effektiv på järnvägen så måste man anpassa tiden av snöröjning efter trafiken på sträckan och detta kan bli komplicerat om det behövs snöröjning under en hårt trafikerad tidpunkt.

Det är oftast någon typ av snöröjningståg som rensar sträckan framför sig vilket innebär att när sträckan snöröjs så är den obrukbar för tåg. De snöröjningsmetoder som finns idag är inte väldigt tidseffektiva. Därför väljer man i många fall, när det inte är akut, att snöröja under natten för att undvika störningar i trafiken.

Ett annat problem är att göra av sig med den snö man röjer, speciellt inne på bangårdar där spåren ligger tätt. Här måste man planera i förväg för att undvika att spåren bredvid blir begravt av snö (Kloow, 2011).

Det handlar om att ha framförhållning, planering och rätt person/maskin på rätt plats. Man måste även ta hänsyn till kringliggande omgivning för att förebygga att järnvägen blockeras. Att bara underhålla och röja spåren räcker inte till på alla sträckor, ibland måste man även se till så att träd som kan trilla ner på grund av belastning från snö måste åtgärdas. Man gör då trädsäkringar på strategiskt utvalda banor som innebär att alla träd inom 20 meter på båda sidor av spåret avverkas. Detta görs för att minska antalet störningar som uppstår på grund av nedfallna träd och grenar (Trafikverket, 2014c).

Entreprenörerna har flera olika snöröjningsmaskiner att tillgå, ett av problemen som tidigare nämnt, är att det finns ett begränsat antal. Utöver dessa används även grävskopor och andra typer av maskiner som kan hjälpa beroende på situationerna.

De vanligaste maskinerna för snöröjning enligt Trafikverket:

- **TB-lok** – Ett kraftfullt lok som plöjer snö med en snöplog. Används mest på bangårdar på grund av sitt breda plogblad som kan ta upp till tre spår samtidigt.
- **TC-lok** – Ett mindre kraftfullt men smidigare lok som också har syftet att plöja spårväg främst ute på linjen.
- **Snösug** – Används på som ett redskap på loken för att suga upp snö och kasta det åt sidan.

- **Snövagnar** – Används för att transportera snö ifall det är brist på plats vid röjning.
- **Snösopar** – Lok med sop framtill som sopar undan snön och är vanligt förekommande vid rensning av växlar.
- **Motortralla** – Vanligaste arbetsfordonen som är flexibelt och kan bära både sop, snöplog och spårrensare.

(Trafikverket, 2014d)

Det händer att tåg fastnar som på bilden nedan på grund av dålig planering och kraftig nederbörd. Då måste man agera manuellt på plats för att få loss tåget, vilket kan ta flera timmar och i värsta fall som för tåget nedan flera dagar. På bilden är ett pågatåg som fastnat på sträckan mellan Malmö och Ystad dagen innan julafton 2010 och där ser man flera fläktar som smälter snön under tåget utöver detta behövdes två grävskoppor och en del skyfflande för att få loss tåget. Tåget bogserades från plats efter julhelgen (Kloow, 2011).



Figur 21 Pågatåg som fastnat (Kloow 2011)

4.2.2 Snöstaket och snöskydd

Snöstaket används för att skydda järnvägen från drivbildning. Man använder snöstaket längs med rälen för att skydda mot sidovindar som blåser in snö från åkrar och andra öppna områden. Trafikverket använder också i norra delarna av Sverige något som heter snögalleri. Snögalleri går att jämföra med en konstgjord tunnel som täcker järnvägen för att undvika drivbildning.

För att minska belastningen på både växlar och växelvärmerna används olika typer av snöskydd som förebyggande metoder. Det finns flera typer av snöskydd, bland annat används snöstaket runt växeln, och även spår utanför

växlar, för att minska att snö blåser in och täcker växeln. På rälen används också skydd, där man längs rälen och växeln har lagt ut plattor av gummi eller träfiber, figur 22 (Schedin u.å.), för att förhindra att snö samlas vid nederbörd (Trafikverket 2012b).

4.2.3 Bana

4.2.3.1 Råler

Järnvägens råler brukar klara sig utan några större skador vid bra underhåll, som tidigare nämnt är det framförallt sprickor, rälsbrott och förskjutning/utbuktning/utknäckning/rälsvändring som är problemet med råler.

För att förhindra både sprickor och förskjutningar/utbuktning/utknäckning/rälsvändring så ser man till att rälerna är spänningsfria ungefär vid den neutraltemperatur som gäller där spåret ligger. Detta gör man genom att neutralisera spåret. Detta både för att hindra dragkraft som kan orsaka sprickor och tryckkraft som kan orsaka solkurvor.

Om någon typ av förskjutningar/utbuktning/utknäckning/rälsvändring skulle uppstå, gäller det att man återställer rälen till sin ursprungliga form med en spårriktningsmaskin. Det gäller att man har noggrann planering året runt och ser till att underhåll sköts frekvent för att förhindra att ett tåg passerar på ett osäkert spår.

De förebyggande metoder som används idag:

- Neutralisering innebär att man ser till att rälerna är spänningsfria vid normaltemperaturen i området.
- Återställa rälen ursprungligaform genom spårriktning.
- Skarvspårsunderhåll.
- Noggrann planering.

(Trafikverket, 2015b)

4.2.3.2 Spårväxlar

Växlar är en vital del av järnvägen som måste fungera för att tåg ska framföras. Med alla rörliga komponenter krävs det ett frekvent underhåll jämfört med resterande järnväg, inte minst under vintertid.

Det finns en del olika åtgärder i växlar för att hankas med vinterns problem, dessa är i dagsläget:

- Växelvärmesystem – smälter bort snö och is.

- Snöskydd – hindrar snöbildning vid växlar.
- Snöborstar – testas idag i prioriterade växlar och ska hjälpa växelvärmern.
- Snöröjning – borttagning av snö både manuellt och med maskin.
- Snöstaket – hindrar drivbildning.

Växelvärmern används i Sverige på alla huvudväxlar och är där för att förebygga snö och is. Växelvärmern sträcker sig på de två tungorna samt stödrälen och kan dra upp till 40 kW. Det innebär att man värmer upp tunga och räl för att förebygga att snö eller is inte fastnar och blockerar växeln.

Man testar även en typ av skydd, i form av borstar som på figur 23 , till växlar i Sverige. De består av vertikala borstar som sätts längs med rälen och är där för att isolera och hjälpa växelvärmerns effektivitet och hindra sidovind att blåsa in mer snö mellan tungan och stödrälen.

Snöröjning i växlar är inte lika lätt som på övriga delar på järnvägen, detta på grund av alla de komponenter som finns. Man använder oftast maskiner med snösopar här för att komma åt de små områdena mellan tunga och räl. Risken är att man kan skada växlarnas komponenter och detta resulterar i att man ofta får röja manuellt (Kloow 2011).

Trafikverket har implementerat dessa åtgärder:

- Optimerad växelvärme beroende på storlek och väderförhållanden.
- Underhåll av växelvärme för att undvika överbelastning.
- Optimera tiden för växelvärme så att värmen endast är igång vid behov för att undvika höga kostnader.
- Snöskydd och snöborstar i prioriterade växlar.

(Trafikverket 2014b)



Figur 22 Gummiplattor vid spårväxel (Kloow 2011).



Figur 23 Växelskydd - Borstar (Kloow 2011).

5 Analysdiskussion

Det finns flera problemområden som inte fungerar optimalt. Vår ambition är att ta ett helhetsgrepp på de strukturella och tekniska problem vi har identifierat i den diskussion som föranlett detta analysdiskussionsavsnitt. Det var framförallt fem teman.

5.1 Kapacitetsbrist för fordonsunderhåll och avisning

Avisningen är ett fundamentalt inslag som måste fungera för att störningar i trafikeringen ska undvikas. Här framgår tydligt att det finns stora brister. Antalet avisningsanläggningar är otillräckliga för att bemöta kraven för den allt större fordonsflottan enligt Trafikverket. Det vittnar också de expertutlåtanden som tagits del av. De finns inte heller tillräckligt moderna anläggningar för att hantera avisningen parallellt med övrigt underhåll på fordonen. Det genomförs en viss moderisering av en del anläggningarna, dock räcker inte detta som enskild åtgärd.

Jernhusen har, precis tvärtom, kommit fram till att kapaciteten räcker och har därför inget incitament för att bygga fler och mer moderna avisningsanläggningar. Som statligt bolag, med en helt dominerande ställning, kan tyckas att ett stort ansvar medföljer. Jernhusen bolagsordning tydliggör dock inte explicit ansvaret att förse branschen med tillräckliga depåttjänster.

Då Jernhusen inte heller har något samhällsuppdrag utan verkar under samma förutsättningar som ett privat företag görs naturligtvis ingenting utan potentiell lönsamhet. Här kan finnas en anledning att se över statens roll som ägare av bolaget och vilket ansvar som åläggs företaget.

Att förlita sig på att privata fordonsunderhållföretag ska försörja marknaden med nya anläggningar är inte realistiskt.

Då det kan ta upp till åtta timmar att avisa ett tåg ställs orimliga krav på reservfordon hos tågoperatören för att tidtabellen ska lämnas opåverkad. Avisningsmetoder finns det flera av, med stora effektivitetsskillnader. Propylenglykol är tveklöst den mest effektiva metoden. Framst eftersom den har en långtidsverkan, då det lägger sig en hinna på fordonen som förhindrar att snö och is byggs upp lika frekvent.

I ett konstruktionsmässig perspektiv är det i princip omöjligt att frånga problemen med snö- och isbildning på fordonen. Det är viktigt att utvecklingen fortlöper men avisningsbehovet kommer framgent behövas.

5.2 Bristfällig snöröjning av järnvägsanläggningen

Det finns idag uppenbarliga risker att järnvägstrafikeringen lider stora störningar vid extrema vintrar. Detta framgår tydligt under i de utredningar vi tagit del av för vintern 2009/2010. Beredskapen är inte tillräcklig för att underhålla anläggningen under svåra väderförhållanden. Den största orsaken till förseningar under nämnda vinter var problematiken i spårväxlar. Nedfallna isklumpar och fastfrusna komponenter är besvär spårväxlarna drabbas av. För att komma till rätta med dessa problem krävs förebyggande underhåll. Som beskrivet finns också befintliga tekniska metoder såsom inbyggda värmeelement och snöskydd av olika slag. Det som uppenbart brister är snöröjningen, som genomförs varken i tid eller i tillräcklig omfattning.

Här har Trafikverket, som är beställare i de allra flesta fall, ett ansvar att ställa rätt krav i upphandlingen. Det sker en utveckling åt rätt håll då fokus ligger på funktionen istället för att precisera tekniska lösningar. Problemet kan vara att entreprenören som vinstdrivande företag saknar anledning att göra mer än vad som krävs.

Trafikverket har också ett ansvar att förse entreprenören med rätt förutsättningar. Tydligheten över entreprenörens uppdrag är otroligt viktigt. Dessutom måste entreprenören föras med all nödvändig information om anläggningens status.

Entreprenören har ett svårt uppdrag att förutse när det föreligger ett behov för snöröjning. Problematiken grundar sig i gränsdragningen vid nederbörd. Vid litet snöfall krävs ingen snöröjning, en viss mängd snö klarar tågen av att hantera. Om så plötsligt snöfallet tilltar kraftigt hade det varit mer effektivt att påbörja snöröjningen tidigare. Det åvilar entreprenören att ständigt bevaka väderprognoser och vara i beredskap, både med nöjaktig personal och arbetsfordon.

5.3 Vinterrelaterade förseningar

Alla underhållsåtgärder av fordon och anläggning syftar naturligtvis till att minska skador, slitage och hinder för att säkerställa en pålitlig trafikering, ur ett trafiksäkert och punktlighetsmässigt perspektiv. Det är en oerhört komplex infrastruktur med många komponenter och aktörer som ska samverka för att trafiken ska flyta på problemfritt.

Det är väldigt svårt för gemene man att förstå komplexiteten och branschen struktur med många aktörer och olika ansvarsområden. Vår bestämda uppfattning är dock att den faktiska orsaken till förseningen är ofta är av underordnad betydelse. Det handlar om att kunna resa säkert och att anlända

till destinationen i tid, vare sig det handlar om människor eller gods. I de fall förseningar uppstår är det av oerhört stor vikt att informationen är tydlig och korrekt. Tågoperatörerna har här en viktig uppgift att fortlöpande nå ut med relevant information om tidaspekter och ersättningstrafik etc. Trafikverket måste säkerställa att informationskanalerna gör det möjligt, med högtalarsystem, skärmar och dylikt som fungerar.

Denna rapport belyser vilka tekniska svårigheter fordonen och järnvägsanläggningen ställs inför under vintertid. Det framgår tydligt att problemen är många och svåra att komma runt. Det finns även organisatoriska brister med otillräcklig snöröjning och en saknad av underhållsanläggningar.

Vår slutsats av statistiken är emellertid att problemet med vinterrelaterade förseningar inte är så påfallande stort som det ofta framställs som. Varken för person- eller godstrafiken. Vi ser tydligt hur extrema vintrar orsakar stora störningar. Ett normalår är dock skillnaderna månadsvis över året marginell.

Vi ser flera anledningar till att den allmänna uppfattningen om vinterförseningar och den reella statistiken inte rimmar. En förklaring tror vi kan vara det enkla faktumet att toleransen för förseningar minskar med temperaturen. Det är betydligt mer behagligt att på perrongen vänta på ett försenat tåg under sommarvärme än i minusgrader.

En annan förklaring kan hittas i medias rapportering. Det har blivit något av en fluga att ständigt elda på kritiken mot järnvägsbranschen, inte endast vintertid men framförallt då. Skulle medieredaktionerna runtom i landet se diagrammet över punktlighet 2013-2014 tror vi många får sig en ordentlig överraskning.

5.4 Resultatet av en avreglerad bransch

En stor del av ansvaret för de brister som orsakar de väldiga trafikstörningar som emellanåt uppstår, vintern 2009/2010 som ett praktexempel, anser vi ska läggas på de politiska beslutsfattarna. Den avreglering svensk järnvägsnäring har genomgått har medfört inte bara gott. I viss mån har EU drivit på men det är framförallt nationella beslut som har lett fram till en av världens mest liberala järnvägssektor.

Genom att lämna bort ansvaret för underhållet till privata aktörer, vars huvudmål är att maximera vinsten, lämnas också den långsiktiga och sammanhållna drivkraften därhän. Konkurrensen är bra ur många avseenden, inte minst ur ett kostnads- och effektiviseringsperspektiv. Vi ser i många branscher prov på hur en privatiserad marknad gynnar alla parter. Järnvägen är

dock unik i sin karaktär. Med så kostsamma anläggningskostnader är det fullständigt orimligt att infrastrukturen kommer växa genom marknaden. Järnvägstrafiken kommer också framöver bedrivas i första hand på det av Trafikverket redan förvaltade järnvägsnätet. Samt på den nyproduktion som skapas genom politiska satsningar. Därför är det staten som även framgent kommer bära huvudansvaret för järnvägstrafikens status som transportmedel. Detta i en tid där miljöpåverkningar aldrig varit i större fokus. Klimathoten hänger över oss och behovet av en fungerande järnväg har kanske aldrig varit mer angeläget. Och om detta är landets politiker överens om. Det är därför förvånande att järnvägen i så pass stor grad har släppts ur ett statliga greppet.

Underhållet bör drivas av kvalitetsfokus inte av vinstintressen för att säkerställa en långsiktighet som sträcker sig längre än kontraktstiden. Anläggningar för fordonsunderhåll behöver en ansvarstagare. Då statliga Jernhusen inte bär ansvaret att tillgodose behovet på marknaden finns här en uppenbar brist.

5.5 Analys tekniska åtgärder

Vad man kan tolka från problematiken som uppstår är att det inte finns tillräckligt effektiva åtgärder idag. Vi är på väg mot en bättre hantering av vinterproblematik och vi har potentialen att bli mycket bättre än i dagsläget. Ett ytterligare problem som uppstår är då att det krävs mer forskning och resurser för att i framtiden kunna leverera en fullt fungerande järnväg. För att underlätta för oss själva i Sverige bör vi inhämta kunskap, åtgärder och teknik från andra länder som är ett steg längre fram än oss i vinterutvecklingen. Länder som Japan har en otrolig tidsprecision med sina tåg trots liknande vinterklimat som i Sverige och har kommit med olika typer av lösningar som säkert kan implementeras även i Sverige. Här kunde vi även utläsa att Trafikverket samt fordonstillverkare har mycket att hämta från de rekommenderade åtgärder som presenterades i Lennart Kloows (2011) rapport.

Det finns en hel del åtgärder som är i testfaser idag och inte har nått den öppna marknaden ännu.

Växelvärmen som används idag är ett av de mer effektiva förebyggande åtgärder för att undvika vinterproblem i spårväxlar. Problemet är att den allt för ofta behöver rensas manuellt på grund av att den inte klarar av att smälta bort alla snö och is under hårda vintrar.

5.6 Uppslag till vidare studier

Det finns flera anledningar till att studera vidare i detta ämne. Då denna rapport avgränsar sig till de nationella gränserna och järnvägen som sådan. Flera andra branscher har svårigheter med låga temperaturer och snö/isbildning, ett exempel är flygindustrin. Det finns eventuellt redan idag avisningsmetoder som går att implementera inom järnvägsbranschen. En annan rekommendation är att närmare studera hur andra länder med liknande klimat hanterar vinterproblematiken. Det är inte bara Sverige som brottas med kyla och nederbörd utan problemet går att återfinna i många länder världen över.

- Studera tekniska åtgärder i andra länder med liknande klimat
- Studera roll- och ansvarfördelning i andra länders järnvägssektorer.
- Studera branscher med liknande utmaningar
- Studera punktlighet och kostnader mer detaljerat ur ett vinterrelaterat perspektiv

6 Slutsats

För att beskriva de slutsatser vi kommit fram till i rapporten har valt att återgå till våra ursprungliga frågeställningar som presenterades under kapitel 1.2. Efter de studier vi bedrivit anser vi oss ha tillräckligt mycket belegg för att kunna besvara dessa. På det sättet känner vi att syftet med rapporten är uppnått.

6.1 Vem ansvarar för problemen?

För de vinterrelaterade problem som undersökts finns flera ansvarsbärare. Den slutsats vi landar i är dock glasklar. Staten i form av regering och riksdag är i mångt och mycket huvudansvarig för dagens situation. Det handlar dels om att ekonomiska resurser måste till för att upprätthålla en pålitlig trafikering. Framförallt framgår det väldigt tydligt att sektorns struktur inte är optimal med en alltför långt gående privatisering.

Vi anser, som beskrivs i kap. 5.1, att anläggningsunderhållet naturligtvis måste skötas av en icke-kommersiell organisation som prioriterar samhällsnyttan före plånboken. För fordonsunderhållet ser vi inte problemets kärna i att privata företag utför underhållet. Däremot måste det till en statlig försörjning av depåer och avisningsanläggningar. Jernhusen bör åläggas det samhällsuppdraget.

6.2 Hur påverkas fordonen och järnvägsanläggningen under vintern?

När det kommer till vinterklimatets påverkan på fordonen och järnvägsanläggningen är den definitivt negativ och det finns många komponenter som drabbas. När det gäller snö- och isbildning uppkommer inget liknande problem på järnvägen resterande perioder av året. Att något fysiskt packas och fastnar är ett unikt vinterproblem vilket medför stora konsekvenser för både tågfordonen och järnvägsanläggningen.

Snö- och isbildning är ett av de stora vinterproblemen som både kan förhindra funktionaliteten och skada komponenterna på ett tågfordon. Ett exempel på ett område som är riskfullt för snöbildning är det öppna utrymmet vid boggin. Utöver boggin finns flera olika komponenter som påverkas av snö- och isbildning, bland annat uppkommer fastfrusna och/eller blockerade bromsar, slangar, kablar, strömavtagare, dämpare och fjädrar. Problemen enskilt är inte katastrofala men när de uppstår i kombination med varandra så kan fordonen utsättas för säkerhetsrisker.

Järnvägsanläggningen påverkas precis som fordonen också av liknande problem, här också fastfrusna och/eller blockerade komponenter. En av de

mest noterbara är spårväxlar som allt för ofta har problem under vintertid, då snö och is som faller ned inte kan rensas bort av växelvärme. Snö i spårväg, nedtyngda kontaktledningar, snörök, snötyngda träd och blockerade signaler är några ytterligare problem som uppstår ofta under vintertid.

6.3 Vad gör man idag för att motverka och minimera dessa problem?

Trafikverket ser allvarligt på vinterutmaningarna och vi skönjer en positiv utveckling av upphandlingsförfarandet av underhållet. Genom ett tydligare fokus på funktionskrav läggs ett större ansvar på entreprenören. Trafikverket anser att det är funktionen som är relevant, inte de tekniska lösningarna.

På den tekniska sidan är de mest effektiva vinteråtgärder borttagning av snö och is. Detta görs i form av snöröjning i järnvägsanläggning och avisning på fordon. Utöver det har man också ett mer frekvent underhåll både i förebyggande och avhjälpande syfte.

Det görs en hel del tekniska moderniseringar på både tågfordonen och järnvägsanläggningen för att minska de problemen som förekommer under vintern. Bland annat har man infört växelvärme och olika typer av skydd i spårväxlar. På fordonen har det tillämpats olika typer av förebyggande åtgärder ibland annat uppvärmda och slittåliga komponenter. Allt för att de ska klara av den påfrestning av väderförhållanden som kan uppstå.

6.4 Vad blir konsekvenserna av vinterproblematiken?

Konsekvenserna är som beskrivits många och olika. Tekniska komponenter drabbas både på fordonen och i järnvägsanläggningen. Rent organisatoriskt ställs olika aktörer inför tuffa utmaningar. Vi väljer här att fokusera på det långsiktiga och övergripande perspektivet, vad konsekvenserna de facto blir av en opålitlig tågtrafikering. Att en vinter med liknande väderförhållande som den 2009/2010 inträffar igen är det ingen tvekan om, frågan är snarare när. Beredskapen måste då vara på plats för att undgå att uppleva samma kaos igen. Statistiken bevitnar att de senaste årens punktlighet uppnått en relativt god nivå. Vi har dock inte facit på vad det egentligen beror på. Att milda vintrar underlättar problemen är naturligtvis en faktor som bedragit till en positiv trend. Om branschen skulle hantera en extremvinter på ett bättre sätt än tidigare kan däremot inte tas för givet. Sådana slutsatser vågar vi inte dra med den datan vi tagit del av.

I det stora perspektiv blir konsekvenserna, av en järnvägsanläggning som lamslös under extrema väderförhållanden, att transportmedlet som sådant tappar konkurrenskraft. När resenärer och företag inte längre kan lita på

punktlighet och framkomlighet kommer andra transportslag att föredras. Det skadar både miljön och vår hälsa.

6.5 Slutsatser från analysdiskussion

Av vår analysdiskussion drar vi framförallt slutsatsen att Sveriges järnvägsbransch har avreglerats i för stor utsträckning. Branschen behöver en statlig ombesörjning av moderna och effektiva anläggningar för service och avisning. Det går inte att förlita sig på privata aktörer utan måste till ett icke kommersiellt ansvarstagande. Jernhusen bör rimligen få detta uppdrag.

Den bristfälliga snöröjningen är ett stort bekymmer som måste hanteras på ett mer effektivt sätt. Ska Trafikverket handla upp dessa tjänster måste tydligare och hårdare krav ställas på entreprenören. Det åligger å andra sidan Trafikverket ansvaret att förse entreprenören med rätt förutsättningar för att kunna utföra sitt uppdrag med önskat resultat. Som uttrycks i kap. 5.4 anser vi dock också att denna typ av verksamhet ska bedrivas i statlig regi.

Staten bör anslå mer pengar för forskning och utveckling av metoder och åtgärder för att minimera problemen. Andra länder har i vissa avseenden kommit betydligt längre än Sverige för att med smarta, innovativa lösningar hantera problemen på ett effektivt sätt.

Punktlighetsstatistiken visar, alla svårigheter till trots, att vinterstörningarna inte är så omfattande under en ”normalvinter”. Det framgår uppenbart av statistiken att punktligheten inte nödvändigtvis försämras under vintertid. Förseningsminuterna upplevs av förklarliga skäl längre på en perrong i vinterkyla jämfört med sommarvärme. Det är dock under extrema vintrar trafikeringen ställs på prov, vilket inte minst tydliggjordes under vintern 2009/2010.

7 Referenser

7.1 Källförteckning

Andersson, E. & Berg, M. (2007a). *Spårtrafiksystem och spårfordon, Del 1: Spårtrafiksystem*. Stockholm: Studentlitteratur.

Andersson, E & Berg, M. (2007b). *Spårtrafiksystem och spårfordon, Del 2: Spårfordon*. Stockholm: Studentlitteratur.

Bettez, M. (2011). *Winter Technologies for High Speed Rail*. Masteruppsats, Norwegian University of Science and Technology. Trondheim: Universitet.

Bårström, S & Granbom, P (2012). *Den svenska järnvägen*. Borlänge: Trafikverket.

Euromaint (2015). *Trafiknära underhåll*.

<http://www.euromaint.com/sv/Euromaint-Rail/Vara-tjanster1/Trafiknara-underhall/> [2015-05-10]

Gullbrandson, G (2014). *SJ – Framgång genom fokus på innovation och stark relation*. Powerpointpresentation.

<http://www.banekonference.dk/sites/default/files/slides/9/DenDanskeBanekonference2014-6-3-1.pdf> [2015-03-21]

Järvägslag (2004:519). Stockholm: Näringsdepartementet

Karlsson, L., Haram, H.K., Froste, E., Rowland, N., Kilström, J., Boholm, K. & Malmcrona, K. (2014). *Logistik och intermodala lösningar*. Powerpointpresentation.

http://www.logistik.to/Global/team2/logistiktransport/pdf/2014/Talarpresentationer/LOT14_Intermod.pdf [2012-03-22]

Kloow, L (2011). *High-speed train operation in winter climate*. Stockholm: KTH, Transrail. E-bok.

Nohrstedt, L (2012). Fullt ös i depåerna. *NyTeknik*, 13 December.

http://www.nyteknik.se/nyheter/fordon_motor/jarnvag/article3603654.ece [2015-03-22]

Persson, C (2012). *En granskning av järnvägens avreglering, förstärkta marknadsstyrning och ökad konkurrensutsättning*.

Riksrevisionen (2013). *Tågförseeningar – orsaker, ansvar och åtgärder*. (RiR 2013:18). Stockholm: Riksrevisionen.

Rosander, K., Karlsson, L.O., Bergkvist, J., Fält, G. & Herpai, R. (2005). *Järnvägen 150 år : 1856-2006*. Informationsförlaget.

Sandblom, E. (2010). Nya lösningar på järnvägens vinterproblem. *Ecoprofile*, 13 februari. <http://www.ecoprofile.se/thread-1820-nya-losningar-pa-jarnvagens-vinterproblem.html> [2014-11-22]

SMHI (2015a). *Sveriges klimat*. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/sveriges-klimat-1.6867> [2015-08-13]

SMHI (2015b). *Tjäle*. <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/tjale-1.20264> [2015-04-15]

Sydsten (2015). *Järnvägar*. <http://www.sydsten.se/Anvandning/Jarnvaggar.aspx> [2015-05-13]

Thonäng, K. (u.å.). *Den svenska järnvägen – om orsakerna och kostnaderna för bristfällig politik*. SEKO.

Transportstyrelsen (2015). *EG direktiv*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Regler/Regler-for-jarnvag/EG-direktiv/> [2014-08-03]

Transportstyrelsen (2015b). *Giltiga tillstånd*. <http://www.transportstyrelsen.se/sv/Jarnvag/Tillstand/Tillstandsformer-for-jarnvagsforetag/Giltiga-tillstand/> [2014-08-04]

Transportstyrelsen (2015c). *Tillstandsformer för järnvägsföretag*. <https://www.transportstyrelsen.se/sv/Jarnvag/Tillstand/Tillstandsformer-for-jarnvagsforetag/> [2014-08-04]

Utredning om järnvägens organisation (2015). *Koll på anläggning*. (SOU 2015:42). Delbetänkande. Stockholm: Näringsdepartementet.

Utredning om störningar i järnvägstrafiken vintern 2009/2010 (2010). *Förbättrad vinterberedskap inom järnvägen*. (SOU 2010:69). Delbetänkande. Stockholm: Näringsdepartementet.

Utredningen om järnvägens organisation (2013). *En enkel till framtiden?* (SOU 2013:83). Delbetänkande. Stockholm: Näringsdepartementet.

Wik, E (2014). *Vintertåg*. Powerpointpresentation.

7.1.1 Trafikverket

Trafikverket (2010). *Spårväxel, vinterhandbok*. (BVH 1523.014)
<http://pwidastreamerext.banverket.se/StreamService/StreamDocument.ashx?AppKey=ce01c31b-0d2a-4247-a219-c4465dbded51&DocumentKey=b9711baa-5391-49f0-9ac5-c38c1732dbe4> [2015-05-02]

Trafikverket (2010b). *Utredning Järnväg Vinter*. Utredning. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket (2012). *Typsektioner för banan*. (BVS 1285.005).
<http://pwidastreamerext.banverket.se/StreamService/StreamDocument.ashx?AppKey=ce01c31b-0d2a-4247-a219-c4465dbded51&DocumentKey=0b91c720-757c-470f-bb18-59d835c09e43>
[2015-04-21]

Trafikverket (2012b). *Förebyggande åtgärder av snöproblem*.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sa-skoter-vi-jarnvagar/Snorojning-av-jarnvagen/Forebyggande-atgarder-av-snoproblem/>
[2015-05-10]

Trafikverket (2013). *Analys av punktlighet inom järnvägstrafiken*. Resultatrapport. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket (2014). *Kontaktledning och störningar*.
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/Anlaggningstekniska-omraden/Elkraftsystemet/Kontaktledning-och-storningar/> [2015-03-13]

Trafikverket (2014b). *Åtgärder inför vintern*.
<http://www.trafikverket.se/Aktuellt/Vinter/Atgarder-infor-vintern/Atgarder-infor-vintern---jarnvag/> [2015-05-20]

Trafikverket (2014c). *Trädsäkra järnvägar*.
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/Arstidsrelaterat-underhall/Tradsakring/> [2015-03-13]

Trafikverket (2014d). *Så sköter vi järnvägar, Snöröjning av järnvägen*.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sa-skoter-vi-jarnvagar/Snorojning-av-jarnvagen/> [2015-05-10]

Trafikverket (2014e). *Dokumentation Förseningskostnader*.
Powerpointpresentation.

Trafikverket (2014f). *Tillsammans för tåg i tid*. Resultatrapport. Borlänge:
Trafikverket.

Trafikverket (2015a). *Rälsbrott*. <http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/Arstidsrelaterat-underhall/Ralsbrott/> [2015-03-20]

Trafikverket (2015b). *Solkurvor*.
<http://www.trafikverket.se/contentassets/5c4804a6ae9940449089c4cde905b217/solkurvor2015.pdf> [2015-04-19]

Trafikverket (2015c). *Tjällossning på järnvägen*.
<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Jarnvag/Arstidsrelaterat-underhall/Tjallossning-pa-jarnvagen/>
[2015-04-15]

Trafikverket (2015d). *Genomföra och följa upp underhåll*.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Genomfora-och-folja-upp-underhall/> [2015-05-10]

Trafikverket (2015e). *Avhjälpande underhåll*.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Genomfora-och-folja-upp-underhall/Avhjalpande-eller-forebyggande-underhall/Avhjalpande-underhall/> [2015-05-10]

Trafikverket (2015f). *Förebyggande underhåll*.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Genomfora-och-folja-upp-underhall/Avhjalpande-eller-forebyggande-underhall/Forebyggande-underhall/> [2015-05-10]

Trafikverket (2015g). *Sveriges järnvägsnät*.
<http://www.trafikverket.se/Privat/Vagar-och-jarnvagar/Sveriges-jarnvagsnat/>
[2014-08-04]

Trafikverket (2015h). *Renodlad beställarroll*.

<http://www.trafikverket.se/Foretag/Bygga-och-underhalla/Trafikverkets-produktivitetsarbete--stora-investeringar-kraver-smarta-affarer/Aktuella-projekt/Renodlad-bestallarroll/> [2014-02-14]

Trafikverket (2015i). *Förslag till nationell plan för transportsystemet 2014-2025*. Underlagsrapport – drift, underhåll och reinvesteringar. Borlänge: Trafikverket.

Trafikverket (2015j). *Trafikverket – statistical service*. Statistikavdelningen. Kundtjänst.

7.2 Figurförteckning

Figur 1 – Alexandersson, G. (2014). *Hur möter järnvägen kraven på ett effektivt och hållbart transportsystem?* Powerpointpresentation. Stockholm: Statens Offentliga Utredningar.

Figur 2, 3 – Trafikverket (2013). *Analys av punktlighet inom järnvägstrafiken*. Resultatrapport. Borlänge: Trafikverket.

Figur 4, 5 – Trafikverket (2014f). *Tillsammans för tåg i tid*. Resultatrapport. Borlänge: Trafikverket.

Figur 6 – Trafikverket (2010b). *Utredning Järnväg Vinter*. Rapport. Borlänge: Trafikverket.

Figur 7 – Trafikverket (2015j). *Trafikverket – statistical service*. Statistikavdelningen. Kundtjänst.

Figur 8 – Bigbug21 (u.å.). *Ice v bogie* [fotografi]. - <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Ice-v-bogie.jpg#/media/File:Ice-v-bogie.jpg> [2015-05-03]

Figur 9 – Gutwein, A. (u.å.). *DBAG Baureihe 612 Neigebetrieb (612-009-1)* [fotografi]. [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DBAG_Baureihe_612_Neigebetrieb_\(612-009-1\).jpg#/media/File:DBAG_Baureihe_612_Neigebetrieb_\(612-009-1\).jpg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:DBAG_Baureihe_612_Neigebetrieb_(612-009-1).jpg#/media/File:DBAG_Baureihe_612_Neigebetrieb_(612-009-1).jpg) [2015-05-04]

Figur 10, 11, 14, 15, 19, 21 & 23 - Kloow, L (2011). *High-speed train operation in winter climate* [fotografi]. Stockholm: KTH, Transrail. E-bok. http://www.gronataget.se/upload/TR10_2011.pdf [2015-05-26]

Figur 12 – Städje, J. (2009). *Korglutningssystemet håller dig bekvämare på spåret* [fotografi]. <http://miljoaktuellt.idg.se/1.194771/korglutningssystemet-haller-dig-bekvamare-pa-sparet> [2015-04-15]

Figur 13 – Schedin, M. (u.å.). *Bromsblock* [fotografi]. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bromsblock.JPG#/media/File:Bromsblock.JPG> [2015-04-15]

Figur 16 – ProhibitOnions (u.å.). *StassenbahnPantograph* [fotografi]. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:StrassenbahnPantograph.jpg#/media/File:StrassenbahnPantograph.jpg> [2015-04-20]

Figur 17 – Löfgren, K. J. (2011). DSB Firsts tillstånd kan dras in [fotografi]. *Sveriges Radio, 13 april*. <http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=96&artikel=4454483> [2015-04-16]

Figur 18 – Strandberg, P. E. (2005). *20050518 jarnvags vaxel crop* [fotografi]. http://commons.wikimedia.org/wiki/File:20050518_jarnvags_vaxel_crop.jpg#/media/File:20050518_jarnvags_vaxel_crop.jpg [2015-04-16]

Figur 20 – Tellerup, F. (u.å.). *RC-Lok* [fotografi]. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rc-lok.jpg#/media/File:Rc-lok.jpg> [2015-04-27]

Figur 22 – Schedin, M (u.å.). *Fyrdriv* [fotografi]. <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Fyrdriv.JPG#/media/File:Fyrdriv.JPG> [2015-04-15]