

Är risken för tågförseningar en prisrelevant marginalkostnad?

Lena Wieweg

Förord

Som en del i huvudprojektet ”Järnvägens samhällsekonomiska marginalkostnader” (Jäsmage) har frågan ställts om risken för tågförseningar är en prisrelevant marginalkostnad. I denna delstudie diskuteras därför frågan om förseningar mot bakgrund av vad som är prisrelevanta kostnader, hur tågförseningar uppstår och sprids i järnvägssystemet och hur förseningarna varierar med trafikvolymen.

Linköping september 2011

Mattias Haraldsson

Kvalitetsgranskning

Intern peer review har genomförts 2011-08-25 av Jan-Eric Nilsson, VTI. Lena Wieweg har genomfört justeringar av slutligt rapportmanus. Projektledarens närmaste chef Gunnar Isacsson, VTI, har därefter granskat och godkänt publikationen för publicering 2011-09-01.

Quality review

Internal peer review was performed on 25 August 2011 by Jan-Eric Nilsson, VTI. Lena Wieweg has made alterations to the final manuscript of the report. The research director of the project manager Gunnar Isacsson, VTI, examined and approved the report for publication on 1 September 2011.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	5
Summary	7
1 Inledning	9
2 Prisrelevanta externa marginalkostnader.....	10
3 Tågförseningar.....	13
3.1 Förseningsorsaker	13
3.2 Spridning av förseningar	13
3.3 Slutsats	16
4 Samband mellan tågplan och förseningar.....	18
4.1 Tågplanen.....	18
4.2 Interaktion mellan tåg i tågplanen	18
4.3 Möjligheter att påverka tågplanen	20
5 Ekonomiska styrmedel och kapacitetstilldelning enligt Järnvägslagen ..	21
5.1 Avgifter enligt Järnvägslagen (Järnvägslag 2004:519)	21
5.2 Avgifter och kapacitetsutnyttjande	22
5.3 Kapacitetstilldelning	22
5.4 Slutsats avgifter och kapacitetstilldelning.....	23
6 Möjligheter att påverka förseningar.....	24

Är risken för tågförseningar en prisrelevant marginalkostnad?

av Lena Wieweg
VTI
581 95 Linköping

Sammanfattning

Syftet med att prissätta externa kostnader är att internalisera dessa hos marknadens aktörer och på så sätt åstadkomma ett decentraliserat beslutsfattande som leder till samhällsekonomisk effektivitet. För att en kostnad ska vara prisrelevant krävs därför att den är extern i förhållande till den som förorsakar den. Den prisrelevanta kostnaden är lika med den externa marginalkostnad som trafiken förorsakar vid den samhällsekonomiskt optimala trafikvolymen. Förseningar inom tågtrafiken finns och förefaller vara ett växande problem. I vilken utsträckning förseningar inom tågtrafiken är en extern kostnad beror på hur trafiken är organiserad, det vill säga hur många olika trafikföretag som berörs. Detta varierar på olika delar av järnvägsnätet och även över tiden.

Tågtrafik bedrivs enligt en detaljerad tågplan där varje tåg regleras geografiskt med minutprecision. Förseningar uppstår primärt genom en händelse, exempelvis infrastrukturfel eller fordonsfel, som gör att ett eller flera tåg avviker från tågplanen. Därefter sprids förseningarna i systemet genom den interaktion mellan tåg som är inbyggd i tågplanen.

Tågförseningarnas totala omfattning beror på följande:

- antal inträffade fel
- infrastrukturens kapacitet
- tågplanen.

På kort sikt är infrastrukturens kapacitet given varför förseningarna kan påverkas genom antalet fel samt genom tågplanen. De nyligen införda kvalitetsavgifterna, som utgår för den som orsakar en avvikelse i tågtrafiken i förhållande till tågplan och trafikeringsavtal (infrastrukturförvaltare eller järnvägsföretag), syftar till att minska antal inträffade fel. Det är troligtvis inte möjligt eller rimligt att helt eliminera alla fel som kan uppstå, varför kvarvarande störningar och deras inverkan på trafiken bör beaktas i samband med att tågplanen konstrueras. Vad gäller det senare är det i första hand antal tåg, tidsmarginaler (utöver gångtid), hastighetsskillnader och tidsavstånd mellan tågen som påverkar spridningen av förseningarna. Även trafikföretagens produktionsplanering, i form av omlopp av rullande material och personal, kan påverka storleken på förseningarna. I grunden beror därför spridning av förseningar på kapacitetsutnyttjandet, som uttrycker förhållandet mellan den tillgängliga infrastrukturkapaciteten och tågplanen. Det finns i princip två möjligheter att påverka tågplanen och kapacitetsutnyttjandet; dels genom att påverka ansökningarna om tåglägen vilket görs med banavgifter som publiceras i den järnvägsnätsbeskrivning som ligger till grund för järnvägsföretagens ansökningar, dels i samband med fördelning av spårkapacitet och utformning av den slutliga tågplanen.

Det kan hävdas att infrastrukturförvaltaren, Trafikverket, vid fastställande av tågplanen bygger in såväl planerade tidtabeller som förseningar eftersom de sekundära förseningarna är en funktion av tågplanen vid en given infrastruktur. Eftersom förseningarna upplevs som ett problem förefaller det som att tågplanen konstrueras utan att denna problematik beaktas på ett tillräckligt bra sätt.

Slutsats

Vår bedömning är att förseningarna i sig inte är en prisrelevant marginalkostnad. Detta baseras på förhållandet att de sekundära förseningarna vid en viss tidpunkt är en funktion av den tågplan som gäller vid samma tidpunkt. De primära händelser, i form av olika typer av fel som kan inträffa, kan däremot hanteras genom prissättning vilket också har påbörjats genom de nyligen införda kvalitetsavgifterna. Tågplanen är inte känd då banavgifterna ska fastställas eftersom det är den tågplanen som ska bli resultatet av avgifter, ansökningar och tågplaneprocess. De sekundära förseningarna beror av flera parametrar samtidigt; antal tåg, tidsmarginaler, tidsavstånd, omloppsplaner, infrastruktur etc. Dessutom gäller att den del av förseningskostnaden som är extern ett visst år beror på hur trafiken är organiserad vid detta tillfälle, det vill säga hur många trafikföretag som är inblandade, vilket inte heller är känt i samband med att avgifter fastställs. Det är helt enkelt inte möjligt att beräkna prisrelevanta marginalkostnader för tågför-
seningar.

Istället kan och bör prissättning användas för att påverka kapacitetsutnyttjandet, som är en viktig bakomliggande faktor när det gäller spridning av förseningar. Det gäller i första hand en ökad grad av prisdifferentiering i tid och rum för att ge ekonomiska incitament till ett effektivare utnyttjande av infrastrukturen. Det bör dock observeras att detta *inte är en prissättning av förseningar*. Istället inriktas prissättningen mot de bakomliggande faktorer som påverkar förseningarnas omfattning.

Även i samband med själva konstruktionen av tågplanen är det väsentligt att det finns verktyg för att kunna ransonera spårkapacitet i de fall efterfrågan är hög i förhållande till den tillgängliga kapaciteten och önskemål om en viss kvalitet i trafiken (gäller både tider och störningskänslighet). Ransonering av spårkapacitet i detta skede kan ske genom en marknadsmässig fördelning med hjälp av prismekanismer, exempelvis genom ett auktionsförfarande, och/eller genom att tydligare inkludera förseningskostnaderna som en del av beslutsunderlaget vid framtagandet av den lämpligaste tågplanen. Vidare kan man tänka sig att prissättning under tågplaneprocessen kan användas med avseende på faktorer som påverkar störningskänsligheten, såsom tidsavstånd mellan tåg, även om detta inte är banavgifter i traditionell mening.

Is the risk of train delays a price-relevant marginal cost?

by Lena Wieweg

VTI (Swedish National Road and Transport Research Institute)

SE-581 95 Linköping Sweden

Summary

The purpose of this paper is to answer the question of whether train delays are a price-relevant marginal cost. The question has been raised by the Swedish infrastructure manager (Trafikverket, former Banverket) which is responsible for setting track access charges. The charging of track access fees is regulated in the Railway Act (Järnvägslag 2004:519) and consists mainly of marginal cost pricing and fees for cost recovery above marginal cost.

The main reason for charging track fees according to the marginal cost principle is to give economic incentive in order to influence the market agents to take these externalities into account in their decision-making. When an externality is correctly priced this externality is no longer “external” on behalf of the market agents and, in this way, economic efficiency is achieved through a decentralized decision-making.

In order for a certain cost to be price-relevant, with respect to the marginal cost pricing principle, it is required that there are some externalities involved and also that there is a relationship between cost and traffic volume.

Rail services are conducted according to a detailed timetable where each train is regulated geographically with minute precision. Delays primarily occur through an incident, such as infrastructure failure or breakdown of vehicles, leading one or more trains to deviate from the time table. Subsequently this initial delay is spread in the system through the interaction between trains that is built into the timetable.

The total extent of train delays is due to the following:

- Number of faults (primary causes of delays)
- Capacity of infrastructure (number of tracks and siding, signaling system)
- Timetable (number of trains, distance in time between trains in the same direction, meeting between trains in the opposite directions etc.)

In the short run the capacity of the infrastructure is fixed. Train delays can therefore be influenced by the number of faults occurred and by the construction of the timetable (which is crucial for the spread of the initial disturbances to other trains).

Recently a new track fee, called “quality fee”, has been introduced which is aimed at influencing the number of faults occurring, both on behalf of train operating companies and the infrastructure manager. The fee is initially set at a rather low level and may be raised in the future if it will be considered necessary.

The process of constructing the time table that will be valid a certain year starts almost two years ahead by the publishing of the network statement, including track access fees. Based on these fees and other information in this network statement, train operating companies apply for capacity. The infrastructure manager then coordinates between these different applications in order to produce a final, functional, time table.

The secondary delays are due to several parameters in the time table simultaneously; the number of trains, time margins, meeting between trains, time-distance between trains in the same direction, circulation plans of vehicle and staff etc. The utilization of capacity, which describes the relationship between the infrastructure and the time table, is the crucial factor in determination of the spread of delays and therefore the extent of total delays. In order to influence total delays it is therefore crucial to influence the utilization of capacity. This can partly be done with track access charges with respect to capacity but it has to be observed that this is not a pricing of delays but instead a pricing of the underlying circumstances of total delays.

When establishing the final time table, the infrastructure manager also “decides” on total delays, since the latter is a function of the time table, given the infrastructure capacity. Since train delays are a large and increasing problem, it seems that this problem is not taken account of in a sufficient way

To summarize, our conclusion is that train delays are not a price-relevant marginal cost and therefore should not be included in the track fees based on marginal costs. This is mainly due to the fact that the secondary delays at a particular point in time depend on the construction of the timetable in effect at the same time. In addition, the extent to which delays are external a certain year depends on the market structure in this year, that is how many train operating companies are involved, which varies both geographically and over time.

1 Inledning

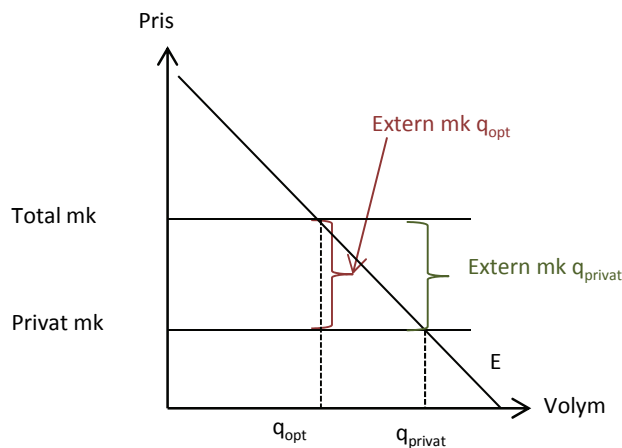
Som en del i projektet ”Jäsmage” (Järnvägens samhällsekonomiska marginalkostnader) har frågan ställts om risken för tågförseningar är en prisrelevant marginalkostnad. Förseningar finns inom tågtrafiken och upplevs som ett stort och ökande problem. Syftet med denna delstudie inom projektet ”Jäsmage” är att besvara frågan om förseningar inom tågtrafiken är en prisrelevant marginalkostnad. Frågan diskuteras mot bakgrund av vad som är prisrelevanta kostnader, hur tågförseningar uppstår och sprids i järnvägssystemet och hur förseningarna varierar med trafikvolymen. Vidare beskrivs hur trafikomfattning och tågplan bestäms samt vilka möjligheter som finns med avseende på prissättning. Slutligen diskuteras vilka möjligheter som finns att påverka förseningarnas storlek.

Vi genomför inga kvantitativa studier av samband mellan trafikomfattning och förseningar.

2 Prisrelevanta externa marginalkostnader

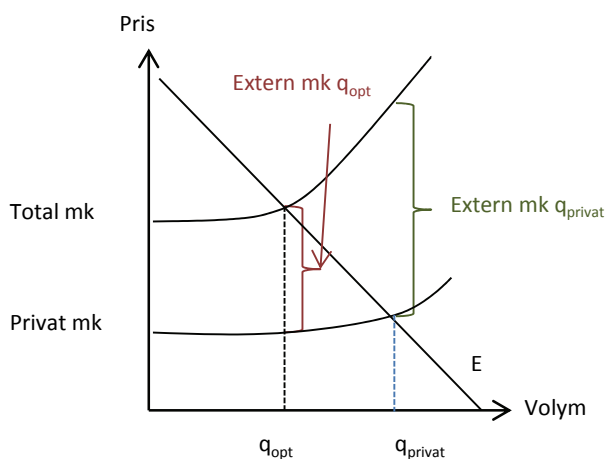
Syftet med att prissätta externa kostnader är att internalisera dessa och på så sätt åstadkomma ett decentraliserat beslutsfattande som leder till samhällsekonomisk effektivitet. För att en kostnad ska vara prisrelevant krävs därför att den är extern i förhållande till den som förorsakar den. För att prissättningen ska fungera på avsett vis, det vill säga påverka beteendet enligt ovan, ska priset utgå för den variabel som förorsakar kostnaden. Generellt gäller också att ju mer differentierad prissättning som används, desto bättre styreffekt kan uppnås, vilket får ställas mot de ökade administrativa och andra kostnader som ofta följer av differentierad prissättning.

Den prisrelevanta kostnaden är lika med den externa marginalkostnad som trafiken förorsakar vid den samhällsekonomiskt optimala trafikvolymen. Ofta finns skattningar av de externa marginalkostnaderna vid nuvarande, faktiska, trafikvolym eller trafikvolym vid tidigare tillfällen och inte vid den samhällsekonomiskt optimala volymen. Om de externa marginalkostnaderna är konstanta med avseende på trafikvolymen är den prisrelevanta kostnaden densamma som den kostnad som beräknas vid den faktiska volymen. Om däremot marginalkostnaden varierar med trafikvolymen kommer dessa båda kostnader att skilja sig åt. Exempel på den senare typen av kostnadssamband är trängsel som uppstår först vid tillräcklig hög nivå på trafikvolymen och som därefter ökar med volymen. I figur 1 och 2 nedan visas dessa båda fall.



Prisrelevant extern mk = extern mk q_{opt} = extern mk q_{privat}

Figur 1 Konstanta marginalkostnader.



Prisrelevant extern mk = extern mk q_{opt} < extern mk q_{privat}

Figur 2 Marginalkostnader ökar med trafikvolymen.

I de fall marginalkostnaden förändras med trafikvolymen kommer därför den prisrelevanta kostnaden att skilja sig från den som beräknas vid den faktiska trafikvolymen, under förutsättning att dessa båda volymer skiljer sig åt. I figur 2 ovan, där den faktiska trafikvolymen är lika med trafikvolymen med enbart den privata kostnaden (q_{privat}), kommer den beräknade marginalkostnaden att vara väsentligt mycket högre än den prisrelevanta kostnaden. En prissättning enligt den externa marginalkostnad som beräknas vid q_{privat} skulle i detta fall innebära ett alltför högt pris.

För flertalet av de externa marginalkostnader som är föremål för prissättning inom transportsektorn är antagandet om konstanta marginalkostnader en rimlig approximation. Det gäller marginalkostnader för infrastruktur (drift, underhåll och reinvesteringar), olyckor och emissioner där varje fordon förorsakar ungefär samma kostnad som övriga fordon oavsett total nivå. Marginalkostnader för trängsel är däremot helt och hållet beroende av trafikvolymen, vid en given infrastruktur, och kan sägas bestå i de olägenheter som ytterligare ett fordon förorsakar andra fordon, främst i form av förlängd restid. Denna kostnad är enkel att föreställa sig inom vägtrafiken, där trafiken bedrivs utan detaljplanerade tidtabeller, och är i sin helhet extern¹. Marginalkostnaden för trängsel inom vägtrafiken är helt plats- och tidsspecifik varför någon generell, genomsnittlig trängselkostnad var sig beräknas eller prissätts.

Inom tågtrafiken är såväl antal tåg som tidtabellstider planerade i förväg och regleras i tågplanen. Begreppet trängsel är därför inte lika entydigt som inom vägtrafiken. Den trängsel som finns kan sägas vara planerad i och med att ett visst antal tåg med specifika tidtabellstider ingår i tågplanen. Varje tåg påverkar visserligen andra tågs möjliga tidtabellstider, avgångs- och ankomsttider, omlopp av fordon och personal etc., men dessa aspekter beaktas i samband med att tågplanen fastställs av Trafikverket. I den utsträckning dessa effekter är externa beror också på hur trafiken är organiserad; om endast ett trafikföretag bedriver tågtrafik på en sträcka är effekterna internaliserade hos detta företag. Ju fler företag som bedriver tågtrafik desto större är de externa kostnaderna.

¹ Förutom den längre restid som drabbar den ”tillkommande” bilisten själv

”Trängsel”, eller högt kapacitetsutnyttjande, behöver dock inte betyda förseningar, men som vi ska se i nästa avsnitt är kapacitetsutnyttjandet en viktig faktor när det gäller storleken på de totala förseningarna genom att detta påverkar hur förseningarna sprider sig i järnvägssystemet.

Frågan om tågförseningarna är en prisrelevant marginalkostnad eller ej inrymmer därför flera aspekter; på vilket sätt förseningarna varierar med trafiken, om kostnaden är extern samt hur prissättning kan påverka förseningarna.

3 Tåg förseningar

3.1 Förseningsorsaker

Tågtrafik bedrivs enligt en detaljerad tågplan där varje tågläge är geografiskt definierat med minutprecision. Förseningar är avvikelser från tågplanen. Förseningar brukar delas in i primära och sekundära förseningar. Primära förseningar har en direkt orsak, exempelvis fordonsfel eller infrastrukturfel. En sekundär försening förorsakas av väntan på andra tåg som inte går enligt tågplanen.

De primära förseningar som kan uppstå beror på, som nämns ovan, att något fel inträffar. Den viktigaste åtgärden för att minska förseningarna är därför att minska antalet fel. Det är sannolikt inte ekonomiskt rimligt att helt eliminera risken för primära störningar. Fel i form av viltolyckor, människor som olagligt vistas på spåret och liknande kan inte undvikas utan mycket höga kostnader. I viss utsträckning kan dock antalet primära fel påverkas genom förebyggande åtgärder, exempelvis genom en effektiv nivå och inriktning på underhåll av fordon och infrastruktur. I detta syfte har nyligen ekonomiska incitament i form av så kallade kvalitetsavgifter införts i Trafikverkets avgiftsstruktur inom järnvägstrafiken. Bakom detta ligger en förändring i järnvägslagstiftningen från den 1 januari 2011 som säger att den som orsakar avvikelser i förhållande till tågplan och trafikeringssavtal ska betala kvalitetsavgifter.

3.2 Spridning av förseningar

Eftersom tågtrafiken bedrivs som ett system, via tågplanen, kommer en störning snabbt att sprida sig i systemet och, beroende på organisation av tågtrafiken, dvs. antal trafikföretag, uppstår mer eller mindre stora externaliteter. Prissättning är endast relevant i fråga om externaliteter.

Systemeffekterna inom tågtrafiken påverkar spridningen av förseningar i följande tre avseenden:

1. Då tåg framförs i motsatt riktning måste tågmöten ske och i vissa fall, då tåg i samma riktning framförs med olika hastighet, måste förbigångar (omkörningar) ske. Tågmöten och förbigångar kan endast ske där infrastrukturen tillåter detta. På enkelspår kan tågmöten bara ske på platser där det finns mer än ett spår (mötesspår eller partiella dubbelspår). På dubbelspårsträckor kan ett snabbare tåg passera ett långsammare, där så kallade förbigångsspår finns. Dessa händelser, möten och förbigångar, är reglerade med minutprecision i tidtabellen. En avvikelse innebär därför störningar på annan trafik
2. Järnvägsfordon ska ofta användas för olika transportuppgifter i omedelbar anslutning till varandra. Det kan röra sig om trafik i motsatt riktning eller på anslutande banor. Sen ankomst innebär därför att även nästa avgång försenas
3. En järnvägsresa eller transport består ofta av ett eller flera byten. Det kan vara byten mellan olika tåg eller mellan tåg och andra färdmedel. Det betyder att resenärernas förseningar kan skilja sig från de förseningar som uppstår och rapporteras i järnvägstrafiken.

Om en bana trafikeras av ett enda tåg kan detta råka ut för en primär störning och blir försenat men påverkar inte andra tåg enligt 1 ovan. Däremot kan förseningen sprida sig enligt både 2 och 3, det vill säga genom omlopp av fordon och genom att resenärer kan missa anslutningar utan att den anslutande trafiken i sig påverkas. I de flesta fall trafikeras en bana av flera tåg samtidigt, både i samma riktning och i motsatt riktning.

Via tågplanen och de ovan nämnda systemeffekterna kan en primär försening därför spridas över ett stort geografiskt område. Hur stor spridningen blir beror på tågplanens utformning och infrastrukturens kapacitet. Med hjälp av ett mycket förenklat exempel ska vi förklara mekanismerna bakom spridning av förseningar i järnvägssystemet.

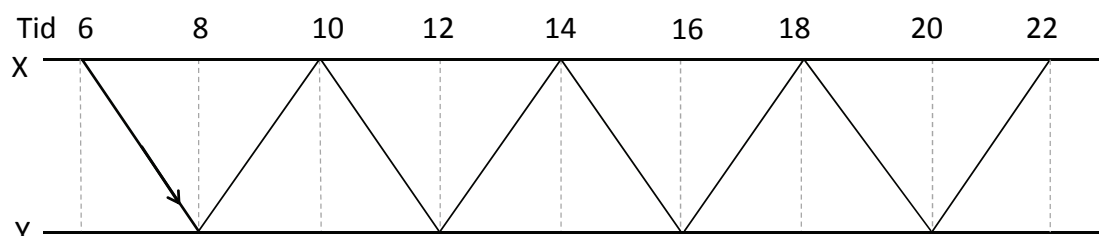
Exempel

En sträcka, mellan orterna X och Y, trafikeras med ett enda tågfordon som går fram och tillbaka. Inga tågmöten och inga uppehåll sker längs vägen. I det här fallet är det således fråga om den första typen av systemeffekt enligt definitionen ovan, det vill säga fordonet används för andra trafikuppgifter i omedelbar anslutning till respektive avgång (tåget vänder och går tillbaka).

Tågets gångtid, det vill säga den tid det tar att köra en sträcka utan tidstillägg, är 120 minuter. Trafikdygnet är 16 timmar, mellan 6–22. Tidtabellen kan utformas på olika sätt. I det här fallet tänker vi oss att man vill köra så många turer med så kort restid som möjligt under trafikdygnet. Antal turer beror då endast på hur lång tid en tur tar. Tidsåtgången bestäms av gångtiden plus eventuella tidspåslag.

Tidtabell utan tidsmarginaler

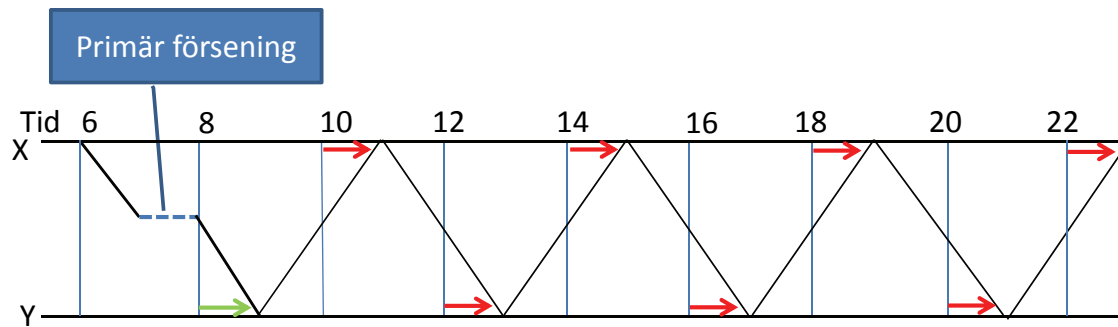
I det första fallet är tidtabelltiden lika med gångtiden, det vill säga inga tidsmarginaler är inlagda. Trafikdygnet är 16 timmar vilket innebär att tåget kan göra 8 turer. I figuren nedan visas trafiken i form av en så kallad grafisk tidtabell. Orterna är placerade lodrätt och tiden vågrätt. Tågavgångarna utgörs av de sneda strecken som förbinder orterna i tiden. Lutningen på strecken bestäms således av tidtabellstiden. En brantare lutning innebär kortare tid än en flackare lutning. Den första tågavgången sker klockan 6 från X och är framme i Y klockan 8. Där vänder tåget direkt och går tillbaka till X osv.



Figur 3 Tidtabell utan tidsmarginaler.

Så länge inget inträffar är detta den mest optimala trafikeringen, under förutsättning att det finns tillräckligt mycket resande som genererar intäkter. För resenärerna är restiden kortast möjliga, 120 minuter, och turtätheten är den högsta möjliga, 8 turer per dag. För trafikföretaget utnyttjas fordonet maximalt vilket innebär att de genomsnittliga fasta kostnaderna är lägsta möjliga.

Problemet uppstår i det fall något fel inträffar så att en primär försening uppstår. I figur 4 visas följd effekterna av en primär försening som drabbar den första avgången klockan 6.



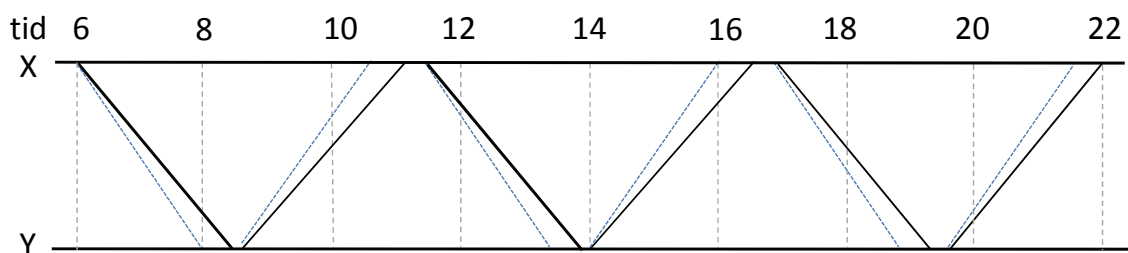
Figur 4 Primär störning och sekundära förseningar vid tidtabell utan tidsmarginaler.

Den gröna pilen symboliserar den primära förseningen vid stationen Y. Visserligen inträffar händelsen på linjen mellan X och Y men tåget räknas som försenat först då det ankommer sent till en station.

Den primära förseningen är 60 minuter och sprider sig till övriga avgångar så att de totala sekundära förseningarna uppgår till 420 minuter. Eftersom den primära förseningen inträffade på den första avgången och alla avgångar hänger samman genom systemeffekt 1 enligt definitionen ovan så är detta det maximalt värsta utfallet som kan inträffa.

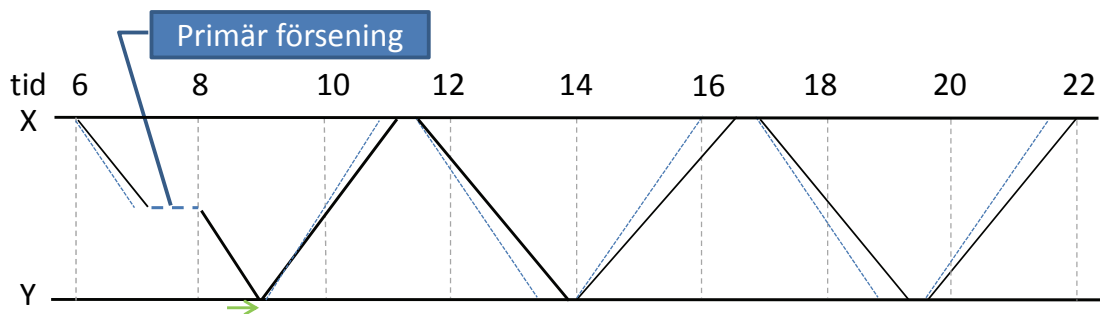
Tidtabell med marginaler

Tidtabellstiden innehåller här ett tidspåslag på totalt 30 minuter per avgång. Utöver detta ingår extra marginaler vid ändstationerna X och Y. I figur 5 visas gångtiden som den brantare, streckade linjen och tidtabellstiden är den heldragna flackare linjen. Med dessa tidspåslag är den totala tidsåtgången 160 minuter per tågavgång vilket innebär att det endast är möjligt att köra 6 turer mellan X och Y per dag.



Figur 5 Tidtabell med tidsmarginaler.

I figur 6 visas spridningseffekter av samma primära störning som i figur 4 ovan.



Figur 6 Primär störning och sekundära förseningar vid tidtabell med tidsmarginaler.

Genom de tidsmarginaler som finns i det här fallet kan den uppkomna störningen snabbt elimineras. Redan på den drabbade avgången kan en viss tid återhämtas genom att tåget kan köra enligt den snabbare gångtiden. Därefter utnyttjas tidsmarginalen vid station Y och tidspåslaget utöver gångtiden för den andra turen som därför kan komma i rätt tid enligt tidtabellen till station X.

I det här enklaste fallet beror således spridningen av förseningen enbart på tågplanens utformning och har att göra med tågomloppen, det vill säga att tågfordon utnyttjas för trafik i omedelbar anslutning till ett tågläge.

Som antyds ovan finns dock starka skäl för ett företag som bedriver tågtrafik att vilja köra trafiken som i det första fallet. Så länge allt fungerar som det ska genererar den tågplanen högst resande (på grund av kortast restid och högst turtäthet), lägst genomsnittskostnad (genom effektivast utnyttjande av fordon) och sannolikt högsta möjliga företagsekonomiska resultat. I det här fallet är det fråga om en enda trafikutövare som bedriver trafiken varför eventuella förseningar är att betrakta som en intern företagsekonomisk fråga och det bör kunna förutsättas att trafikutövaren kan göra en korrekt avvägning mellan de båda tågplanerna. I ett mer realistiskt fall finns flera trafikutövare på samma sträcka, dessutom finns trafik på omkringliggande banor som också påverkas av störningar.

Exemplet ovan är starkt förenklat i och med att tågplanen innehåller endast ett tåg på banan åt gången. Normalt sett sker trafik i båda riktningarna samtidigt och många gånger förekommer trafik i samma riktning med olika hastighet. I det första fallet måste tågen mötas och i det andra fallet behövs möjlighet för det snabbare tåget att köra förbi det långsammare. Dessa händelser, tågmöten och förbigångar, kräver normalt sett en tidspassning för att dessa händelser ska inträffa på platser där infrastrukturen tillåter det, det vill säga mötesspår och förbigångsspår. Det är enkelt att föreställa sig hur oerhört snabbt förseningar kan spridas med sådana förutsättningar.

3.3 Slutsats

Med hjälp av ovanstående enkla exempel framgår att utformningen av tågplanen spelar stor roll för storleken på de totala förseningar som uppstår. Likaså spelar infrastruktur-ens kapacitet en viktig roll. Att trafikstörningarna och förseningarna är så få och små som möjligt ligger naturligtvis i järnvägsföretagens eget intresse då förseningar påverkar företagets ekonomi både genom direkta kostnader och till följd av mer långsiktiga effekter på efterfrågan och lönsamheten. I vilken utsträckning förseningar är en extern kostnad beror på i vilken omfattning andra företag och deras kunder påverkas.

Storlek och omfattning av totala förseningar beror på:

- Antal inträffade fel som innebär en primär försening
- Infrastrukturens kapacitet som främst bestäms av antal spår (enkelspår, dubbelspår), antal mötes- och förbigångsspår och avstånd mellan dessa samt förekomst av fjärrblockering
- Tågplanen; antal tåg, tågmöten, tidsavstånd och hastighetskillnad mellan tåg i samma riktning samt tidsmarginaler på länkar och i noder.

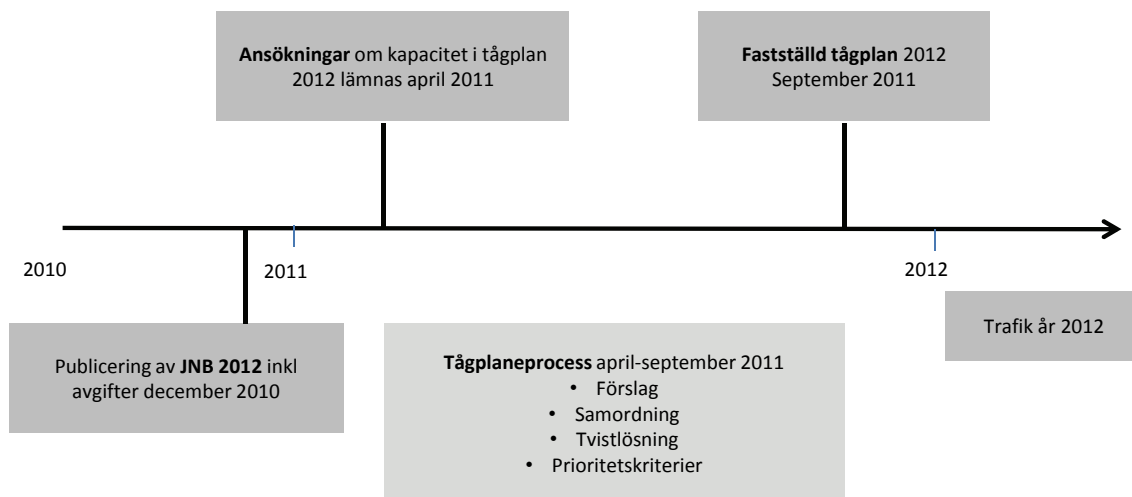
På kort sikt är infrastrukturens kapacitet given varför förseningarna kan påverkas genom antal fel samt tågplanen.

4 Samband mellan tågplan och förseningar

4.1 Tågplanen

Tågtrafik bedrivs enligt en i förväg bestämd tågplan. Det innebär att trafiken är reglerad vad gäller omfattning, tider och geografisk lokalisering. När tågplanen är fastlagd finns därför små utrymmen för spontana beslut vad gäller trafikeringen. Det är också via tågplanen som inträffade störningar sprider sig i systemet.

Processen för att ta fram en tågplan sträcker sig över två kalenderår och inleds med att en järnvägsnätsbeskrivning publiceras. Denna innehåller information om infrastrukturen och de avgifter och andra priser som gäller för det aktuella trafikåret. Baserat på information i järnvägsnätsbeskrivningen ansöker järnvägsföretag om kapacitet för den tågtrafik de önskar köra. När alla ansökningar kommit in startar själva tågplaneprocessen där alla önskemål ska samordnas, ofta med hjälp av tvistlösning och genom att använda så kallade prioriteringskriterier. Därefter fastställs tågplanen för det aktuella trafikåret. I figur 7 nedan visas en förenklad bild av denna process.



Figur 7 Process för fastställande av tågplan.

4.2 Interaktion mellan tåg i tågplanen

Vid lågt kapacitetsutnyttjande, det vill säga få tåg i förhållande till infrastrukturens tekniska kapacitet, kan varje tågs tidtabellstid sättas relativt nära den så kallade gångtiden (tidsåtgång med beaktande av tågets prestanda, skyltad hastighet och uppehållsbild). Då kapacitetsutnyttjandet ökar, genom att fler tåg trafikerar samma sträcka, blir tidtabellstiden längre för varje tåg, dels till följd av möten och förbigångar, dels till följd av så kallade kapacitetstillägg som används för att tågplanen ska innehålla en rimlig återställningsförmåga. Denna ökning av tidtabellstiden kan också sägas vara en form av reglerad trängsel. Unikt för spårtrafik är denna höga grad av interaktion såväl inom trafiken som mellan trafik och infrastruktur.

Generellt gäller att kort tidtabellstid (res- och transporttid), högt turintervall (kort väntetid, hög flexibilitet) och små förseningar är önskvärdt för såväl resenärer, godstransportköpare och järnvägsföretag. Fler tåg på spåret innebär längre tidtabellstider och större spridning av inträffade förseningar samtidigt som fler tåg innebär högt turintervall, det vill säga kortare väntetider och större flexibilitet för resenärer och godstransportköpare. Den optimala tågplanen består därför av en avvägning mellan dessa komponenter. Sambanden är dock relativt komplexa då det finns utbytbarheter mellan samtliga

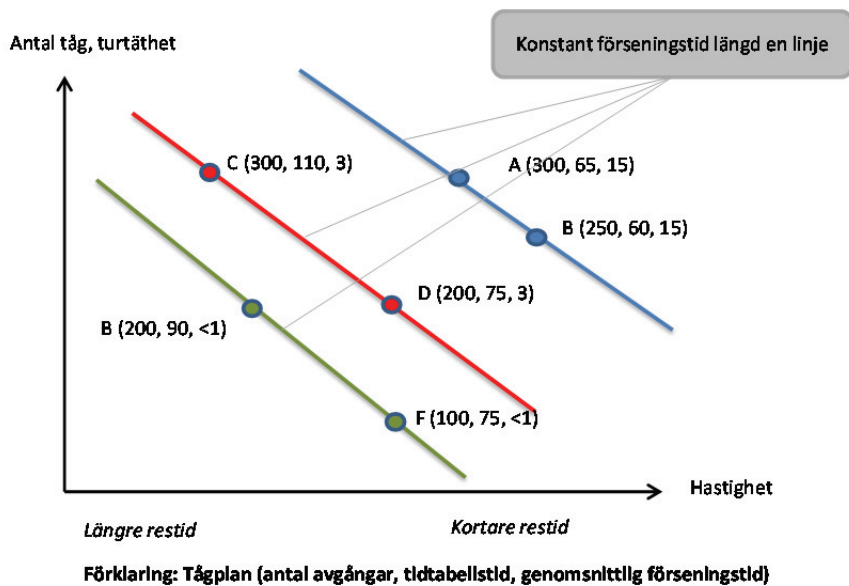
komponenter och dessutom ett antal andra som också ska beaktas; avgångs- och ankomsttider i ”realtid”, samordning vid bytespunkter och omlopp av fordon och personal.

Inverkan på den samlade tidsupoffringen från antal tåg till komponenterna tidtabellstid och turintervall är relativt enkla att beräkna. Sambandet mellan antal tåg och spridning av förseningar är svårare då förseningarna också påverkas av tidtabellstiden, tidsavstånd mellan tåg liksom faktorer som har att göra med omlopp av tåg och personal.

Nedan visas ett enkelt exempel på hur antal tåg, tidtabellstid och förseningar (här i form av genomsnittlig försening per tåg) samvarierar. I tabellen visas ansökningar om spårkapacitet på den översta raden. I ansökningarna lämnas önskemål om tidtabellstid, antal avgångar, omloppsplaner och liknande. Därefter visas sex möjliga kombinationer av trafik som har grupperats parvis där varje par (blå, röd och grön) har samma genomsnittliga förseningstid men skiljer sig åt vad gäller antal tåg och tidtabellstid. I figur 8 visas dessa kombinationer grafiskt.

Tabell 1 Exempel på ansökningar och alternativa tågplaner.

		Antal tåg per dygn	Tidtabellstid, minuter per tåg	Förseningar, minuter per tåg
Önskemål (ansökningar)		300	60	0
Möjliga tågplaner	Tågplan A	300	65	15
	Tågplan B	250	60	15
	Tågplan C	300	110	3
	Tågplan D	200	75	3
	Tågplan E	200	90	<1
	Tågplan F	100	75	<1



Figur 8 Kombinationer av antal tåg, tidtabellstid och genomsnittlig försening.

De relativt stora förseningarna som för närvarande upplevs som ett problem inom tågtrafiken kan vara ett tecken på att förseningsrisken och dess kostnader inte är inkluderade på ett tillräckligt bra sätt vid utformningen av tågplanen. I figuren ovan innebär det att tågplanen ligger närmare den blå, översta linjen, vilket är optimalt om det inte finns några primära störningar som orsakar förseningar. Om förseningar finns och dessa beaktats vid konstruktionen av tågplanen kan denna istället komma att hamna ”längre in” med längre restider och/eller färre tåg men med mindre förseningar. Detta innebär vidare att den långsiktiga effekten av att minska de primära störningarna kan vara en effektivare tågplan, med kortare restider och fler tåg.

Ett konkret exempel på detta kan läsas i Banverkets rapport ”Punktlighet och förseningar med koppling till trafikbelastning och kapacitetsutnyttjande” 2007-06-01 där följande sägs om den 1,9 km långa enkelspårsträckan genom Södertälje: ”Om tågantalet varit mindre än 100 tåg/dygn, hade problemet inte varit så stort. Nu trafikeras dock sträckan av 178 tåg/dygn, vilket medför att trots den korta sträckan i änden på en linje ändå blir ett stort kapacitetsproblem.”

Det är ju inte så att det helt oplanerat dyker upp 178 tåg på en sträcka, eftersom dessa har planerats in i tågplanen av dåvarande Banverket. Ett problem kan vara att Trafikverket i praktiken har små möjligheter/verktyg för att begränsa antalet tåg i samband med tågplaneprocessen. I fallet som citeras ovan skulle således mer än 78 tåg per dygn inte ha fått tillåtelse att trafikera den aktuella sträckan. Det är därför nödvändigt att det finns verktyg att använda för en sådan kraftig ransonering.

4.3 Möjligheter att påverka tågplanen

Som diskuterats ovan beror de totala tågförseningarna på infrastrukturens kapacitet, antal inträffade fel och tågplanens utformning. Vad gäller tågplanen är det trafikomfattning, tidsmarginaler och tidsavstånd mellan tåg som är väsentliga faktorer i detta avseende. I grunden beror därför spridning av förseningar på kapacitetsutnyttjandet, som uttrycker förhållandet mellan den tillgängliga infrastrukturkapaciteten (som är given på kort sikt) och tågplanen.

Det finns i princip två möjligheter att påverka tågplanen och kapacitetsutnyttjandet; dels genom att påverka ansökningarna om tåglägen vilket görs med banavgifter som publiceras i den järnvägsnätsbeskrivning som ligger till grund för järnvägsföretagens ansökningar, dels i samband med fördelning av spårkapacitet och utformning av den slutliga tågplanen. I figur 8 ovan skulle banavgifter som beaktar kapacitetsrestriktionen kunna innebära att järnvägsföretagens ansökningar hamnar ”längre in” det vill säga färre tåg och/eller längre tidtabellstider. Det andra alternativet, att hantera detta i samband med kapacitetstilldelningen, innebär att infrastrukturförvaltaren måste ha möjligheter och verktyg för att göra detta på ett effektivt sätt. Både prissättning och process för kapacitetstilldelning och fastställande av tågplan regleras i Järnvägslagen (Järnvägslag 2004:519), vilket beskrivs i nästa avsnitt.

5 Ekonomiska styrmedel och kapacitetstilldelning enligt Järnvägslagen

5.1 Avgifter enligt Järnvägslagen (Järnvägslag 2004:519)

Ekonomiska styrmedel inom järnvägssektorn utgörs av de banavgifter som järnvägsföretagen betalar för spårutnyttjandet. Banavgifterna bestäms av Trafikverket och regleras i Järnvägslagen.

Banavgifter påverkar i första hand järnvägsföretagens agerande i planeringsskedet genom att dessa ingår som en del i beslutsunderlaget för företagets ansökningar om spårkapacitet. Därigenom kan avgifterna påverka trafikföretagens önskemål om total trafikomfattning, vägval (geografi), val av fordonstyp och sammansättning och i viss utsträckning val av tider på dygnet. När tågplanen väl är lagd finns det få ”spontana” beslut att fatta och som kan påverkas av ekonomiska styrmedel. Detta är en viktig förutsättning i diskussionen om prissättning av förseningar.

För att infrastrukturförvaltaren, Trafikverket, ska kunna ta ut en avgift av de företag som bedriver tågtrafik krävs att det finns ett stöd i järnvägslagen för den aktuella avgiften. Nedan redovisas därför vilka lagliga möjligheter som finns för uttag av avgifter.

De avgifter som framgår av järnvägslagen, 7 kapitlet, är följande:

- Marginalkostnadsbaserade avgifter (2 och 3§)
- Särskilda avgifter (4 och 5§)
- Kvalitetsavgifter för att förebygga driftstörningar (5a§)
- Rabatt (6§)
- Bokningsavgifter (7§)
- Avgifter för tjänster (8§).

Avgifterna bestäms årligen och publiceras i den Järnvägsnätsbeskrivning (JNB) som gäller för trafik två år fram i tiden. Det innebär att de banavgifter som gäller för trafiken ett visst år, exempelvis år 2012, publiceras i december år 2010, i JNB 2012. Orsaken till den långa framförhållningen är den tidsmässigt långa process som krävs för att en tågplan ska kunna fastställas.

De avgifter som utgör ekonomiska styrmedel med syfte att internalisera externa marginalkostnader är i första hand de marginalkostnadsbaserade avgifterna. De särskilda avgifterna fyller dock i princip samma funktion och har i praktiken kommit att utnyttjas både för finansiering och för påverkan på kapacitetsutnyttjandet. Det senare gäller tåglägesavgiften, som är geografiskt differentierad, och passageavgifter som är differentierad geografiskt och över dygnet.

De marginalkostnadsbaserade avgifterna för utnyttjande av järnvägsinfrastrukturen ska fastställas till den kostnad som uppstår som en direkt följd av framförande av järnvägsfordon (2§). Dessutom får infrastrukturförvaltaren, för att åstadkomma ett samhällsekonomiskt effektivt utnyttjande, ta ut extra avgifter för utnyttjande av överbelastad infrastruktur (3§). För att sådana avgifter ska kunna tas ut krävs dels att infrastrukturen har förklarats överbelastad, dels att en kapacitetsförstärkningsplan har upprättats. För att en kostnad ska vara relevant att prissätta och hantera med hjälp av banavgifter med hänvisning till marginalkostnadsprincipen krävs således dels att det är en marginalkostnad som är en direkt följd av framförande av järnvägsfordon, dels att den är extern.

Under rubriken särskilda avgifter fastställs att avgifter för kostnadstäckning, så kallade särskilda avgifter, får tas ut om det är förenligt med ett samhällsekonomiskt effektivt nyttjande av infrastrukturen (4§). Till de särskilda avgifterna finns också ett villkor angivet som innebär att dessa avgifter inte får hindra marknadssegment, som kan betala de marginalkostnadsbaserade avgifterna, från att utnyttja infrastrukturen.

De kvalitetsavgifter som framgår av 5a§ är en nyhet och gäller från 1 januari 2011². Kvalitetsavgifterna ska utformas så att både infrastrukturförvaltare och den som utnyttjar infrastrukturen vidtar skäligen åtgärder för att förebygga driftstörningar i järnvägssystemet. Detta är således en nyligen införd avgift som har ett direkt syfte att påverka förseningarna genom att minska antalet primära störningar.

Avgifter för tjänster, bland annat uppställning, drivmotorström etc. är i huvudsak självkostnadsbaserade, alternativt marknadsbestämda, och utgör inte ekonomiska styrmedel med syfte att internalisera externa kostnader på det sätt som banavgifterna avser.

5.2 Avgifter och kapacitetsutnyttjande

Grunden för marginalkostnadsprissättningen utgörs således av kortsiktiga samhällsekonomiska marginalkostnader som är direkt förknippade med framförande av järnvägsfordon under förutsättning att kostnaden är extern. Så länge det inte råder kapacitetsbrist är detta tillräckligt som ekonomiskt styrmedel. Prissättning utifrån kortsiktiga marginalkostnader utan beaktande av kapacitetsbegränsningar är däremot inte längre korrekt i de fall då kapaciteten är ansträngd. Det är inte marginalkostnadsprincipen i sig som är problemet utan problemet beror på att den inte används fullt ut.

En orsak till att kapacitetsutnyttjandet inte prissätts med hänvisning till marginalkostnadsprincipen kan vara lagtextens formulering som uttryckligen avser kortsiktiga kostnader. I praktiken har istället de särskilda avgifterna kommit att utnyttjas i kapacitetspåverkande syfte. Det gäller i första hand tåglägesavgiften, som är geografiskt differentierad i tre nivåer, och passageavgiften, som gäller på vissa sträckor under högtrafik i de tre storstäderna. Dessutom gäller olika krav på underlaget som används för att motivera avgifterna beroende på om de är marginalkostnadsbaserade eller särskilda.

5.3 Kapacitetstilldelning

Kapacitetstilldelning regleras i Järnvägslagen 6 kapitlet. Järnvägsföretagen ansöker om infrastrukturkapacitet hos infrastrukturförvaltaren utifrån Järnvägsnätsbeskrivningen (JNB), som innehåller en beskrivning av infrastrukturen samt avgifter för det aktuella trafikåret. Kapaciteten ska tilldelas på ett konkurrensneutralt och icke-diskriminerande sätt. Infrastrukturförvaltare skall bedöma behovet av att organisera tågplanen för olika typer av transporter, inklusive behovet av reservkapacitet. Detta resulterar i ett förslag till tågplan. Om alla berörda järnvägsföretag ställer sig bakom förslaget kan tågplanen fastställas.

Om ansökningarna inte kan samordnas, det vill säga om något järnvägsföretag inte accepterar den föreslagna tågplanen, ska förvaltaren tilldela kapacitet med hjälp av avgifter eller enligt prioriteringskriterier som medför ett samhällsekonomiskt effektivt utnyttjande av infrastrukturen. Om ansökningarna fortfarande inte kan samordnas ska

² Lag om ändring i Järnvägslagen (2004:519), SFS 2010:1916

den aktuella delen av infrastrukturen förklaras överbelastad. Som beskrivs ovan kan extra avgifter tas ut för tillträde till den överbelastade infrastrukturen och den som betalar en sådan extra avgift har företräde. Om infrastrukturförvaltaren inte använder sig av möjligheten att ta ut extra avgifter eller om användandet av sådana ändå inte leder till någon lösning, ska infrastrukturförvaltaren tilldela kapacitet enligt prioriteringskriterierna.

5.4 Slutsats avgifter och kapacitetstilldelning

I princip kan man hävda att infrastrukturförvaltaren, Trafikverket, vid fastställande av tågplanen bygger in såväl planerade tidtabeller som förseningar eftersom de sekundära förseningarna är en funktion av tågplanen vid en given infrastruktur. Eftersom förseningarna upplevs som ett problem förefaller det som att tågplanen helt enkelt inte beaktar denna problematik på ett tillräckligt bra sätt. Det kan vara så att det saknas verktyg för att på ett objektivt sätt motivera en tågplan som innehåller färre tåg, mer tidstillägg, längre tidsavstånd mellan tågen etc. Prissättning med syfte att påverka trafikens kapacitetsutnyttjande, som för närvarande görs med hjälp av de särskilda avgifterna enligt ovan, kan därför behöva utvecklas. Som framgår av beskrivningen ovan finns möjligheter att använda avgifter i samband med kapacitetstilldelningen, vilket dock inte sker för närvarande. Det kan också behövas modeller och verktyg som kan användas i samband med kapacitetstilldelning och fastställande av tågplanen som gör att även inverkan på störningskänslighet, återställningsförmåga och förseningar kan beaktas.

6 Möjligheter att påverka förseningar

Den totala mängden förseningar i järnvägssystemet beror på följande:

- Antal fel som uppstår (primära förseningar)
- Tågplanens konstruktion
- Infrastrukturens kapacitet.

Incitament till att minska antal fel som uppstår, det vill säga primära störningar, har skapats genom de nyligen införda kvalitetsavgifterna (se avsnitt 5). Det återstår att se vilken inverkan dessa har på antalet uppkomna fel. Inledningsvis har kvalitetsavgifterna satts till en låg nivå och kan därför komma att öka med tiden, om behov finns av ökade incitament. I prissättnings-sammanhang är det denna typ av avgift som är direkt riktad mot att minska förseningarna.

Förutom de primära störningarna är det inte förseningarna i sig som kan påverkas, utan istället de bakomliggande faktorer som gör att förseningar sprider sig i järnvägssystemet. Det innebär att det är tågplanens konstruktion och infrastrukturens kapacitet som kan påverkas. Infrastrukturens kapacitet, det vill säga antal spår, mötesspår, förbigångsspår och signalsystem, påverkar spridningen av förseningarna vid en given tågplan. På kort sikt är dock infrastrukturens kapacitet given och därför består de kortsiktiga möjligheterna dels av att påverka antalet fel, dels genom tågplanens utformning.

Vad gäller tågplanens konstruktion är det i första hand antal tåg, tidsmarginaler (utöver gångtid), hastighetsskillnader och tidsavstånd mellan tågen som påverkar spridningen av förseningarna. Även trafikföretagens produktionsplanering, i form av omlopp av rullande material och personal, kan påverka storleken på förseningarna. Om tågplanen innehåller många tåg, små tidsmarginaler och korta tidsavstånd mellan tågen kommer en inträffad händelse, som leder till en primär försening, snabbt att sprida sig i systemet. Möjligheterna att återhämta förseningarna är små och finns ofta bara genom att avgångar ställs in. För att minska de totala förseningarna bör därför tågplanen konstrueras med beaktande av sambanden mellan dessa faktorer och spridning av förseningarna samt de kostnader som är förknippade med förseningarna. Tågplanens utformning kan dels påverkas i samband med trafikföretagens ansökningar om kapacitet, som kan påverkas med banavgifter, dels under processen då den slutliga tågplanen ska fastställas.

Att påverka trafikföretagens ansökningar om kapacitet, så att dessa redan i ansöknings-skedet med hjälp av avgifter kan beakta kapacitetsbegränsningar, är möjligt och sker till viss del redan idag med de särskilda avgifterna tågläge och passage. En ökad grad av geografisk differentiering av tåglägesavgiften kan användas på ett mer aktivt sätt för att påverka trafikföretagens ansökningar vad gäller trafikomfattning och lokalisering. Det bör dock observeras att detta *inte är en prissättning av förseningar men minskade förseningar kan bli en följd av ett mer effektivt kapacitetsutnyttjande.*

Det andra alternativet att påverka förseningarna är i samband med själva konstruktionen av tågplanen. Som påpekats tidigare är det väsentligt att det finns verktyg för att kunna ransonera spårkapacitet i de fall efterfrågan är hög i förhållande till tillgänglig kapacitet och önskemål om en viss kvalitet i trafiken (gäller både tider och störningskänslighet). Ransonering av spårkapacitet av redan inkomna ansökningar kan ske genom en marknadsmässig fördelning med hjälp av prismekanismer, exempelvis genom ett auktionsförfarande, eller genom att tydligare inkludera förseningskostnaderna som en del av beslutsunderlaget vid framtagandet av den lämpligaste tågplanen.

Enligt järnvägslagen har infrastrukturförvaltaren rätt att tilldela kapacitet med hjälp av avgifter eller i enlighet med prioriteringskriterier som medför ett samhällsekonomiskt effektivt utnyttjande av infrastrukturen. Förseningar och förseningskostnader bör kunna inkluderas i de prioriteringskriterier som används. Även avgifter som påverkar mekanismerna bakom förseningar bör kunna användas under tågplaneprocessen, även om sådana avgifter formellt inte är banavgifter. Ett exempel kan vara avgifter som differentieras med avseende på tidsavstånd till andra tåg.

VTI är ett oberoende och internationellt framstående forskningsinstitut som arbetar med forskning och utveckling inom transportsektorn. Vi arbetar med samtliga trafikslag och kärnkompetensen finns inom områdena säkerhet, ekonomi, miljö, trafik- och transportanalys, beteende och samspel mellan människa-fordon-transportsystem samt inom vägkonstruktion, drift och underhåll. VTI är världsledande inom ett flertal områden, till exempel simulatorteknik. VTI har tjänster som sträcker sig från förstudier, oberoende kvalificerade utredningar och expertutlåtanden till projektledning samt forskning och utveckling. Vår tekniska utrustning består bland annat av körsimulatorer för väg- och järnvägstrafik, väglaboratorium, däckprovsningsanläggning, krockbanor och mycket mer. Vi kan även erbjuda ett brett utbud av kurser och seminarier inom transportområdet.

VTI is an independent, internationally outstanding research institute which is engaged on research and development in the transport sector. Our work covers all modes, and our core competence is in the fields of safety, economy, environment, traffic and transport analysis, behaviour and the man-vehicle-transport system interaction, and in road design, operation and maintenance. VTI is a world leader in several areas, for instance in simulator technology. VTI provides services ranging from preliminary studies, highlevel independent investigations and expert statements to project management, research and development. Our technical equipment includes driving simulators for road and rail traffic, a road laboratory, a tyre testing facility, crash tracks and a lot more. We can also offer a broad selection of courses and seminars in the field of transport.

